

РАДИОЭЛЕКТРОН ВОСИТАЛАР ЭЛЕКТРОМАГНИТ МОСЛАШУВИ



ЎЗБЕКИСТОН АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ АГЕНТЛИГИ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

РАДИОЭЛЕКТРОН ВОСИТАЛАР ЭЛЕКТРОМАГНИТ МОСЛАШУВИ

*Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
томонидан ўқув қўлланма сифатида тавсия этилган*



Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси
«Фан» нашриёти
Тошкент – 2012

УДК:004.382.7:004.414

КБК:32.843.5+32.844

Ушбу ўқув қўлланмада электромагнит мослашув муаммолари; электромагнит халақитлар; радиочастоталар спектридан фойдаланишни бошқариш ва унинг ҳуқуқий асослари; радиоузатиш, радиоқабул қилиш ва антенна-фидер қурилмаларининг электромагнит мослашувга тегишли масалалари; электромагнит мослашувни таъминлаш усуллари; радиоэшиттириш ва телевидение тармоқларида частотани режалаштиришнинг техник воситалари; радиоэлектрон воситадан фойдаланишга рухсат олиш тартиби; радиомониторинг ва радиопеленгацияга тегишли масалалар ёритилган.

Ўқув қўлланма бакалавриатура, магистратура талабалари, инженер-техник ходимлар ва электромагнит мослашув муаммоси билан қизиқувчилар учун мўлжалланган.

Муаллифлар:

А. Абдуазизов, М. М. Муҳитдинов, А. Р. Ғатаулина, А. А. Арифбаев,
Я. Т. Юсупов

Тақризчилар:

А. А. Ҳолиқов,
техника фанлари доктори, профессор

А. Тожиев,

техника фанлари номзоди, доцент

КИРИШ

Кейинги 20 йилда турли мақсадларда фойдаланиладиган радиоалоқа курилмалари сони бир-неча мартаба ошди. Булардан энг кенг ривожлангани мобил алоқа тизимлари, рақамли телевидение ва УҚТ диапазонда ЧМ радиоэшиттириш курилмалари, кичик қувватли турли мақсадларда фойдаланиладиган радиоалоқа курилмалари, транкинг радиоалоқа курилмалари ва ҳ.к. Радиоалоқа курилмалари фавқулодда вазиятларда (сув тошқини, zilзила, ёнғин), ички ишлар вазирлиги таркибида, мудофаа вазирлиги ва миллий хавфсизлик хизматида улар олдига қўйилган вазифаларни тезкор ҳал қилишда ва маълумотлар алмашишда кенг қўлланилмоқда. Умуман ҳалқ хўжалигининг турли соҳаларида ҳам радиоэлектрон воситалардан кенг фойдаланилмоқда. Булар қаторида медицинада фойдаланиладиган турли радиоэлектрон курилмалари, саноат корхоналарида, ишлаб чиқаришда ва илмий текшириш институтларда фойдаланиладиган турли радиоэлектрон курилмалар, шу жумладан генераторлар сони ҳам кескин кўпайди. Кейинги йилларда тезкорлик билан ривожланаётган кенг полосали радиоалоқа тизимларидан ҳам фойдаланувчилар сони ошмоқда.

Радиоэлектрон воситалар (РЭВ) электромагнит мослашуви (ЭММ) муаммосини ўрганишга талабгор бир қатор умумқасбий фанлар (Электроника, Схемотехника, Электр занжирлар назарияси, Электромагнит майдонлар ва тўлқинлар, Радиотехник занжирлар ва сигналлар) ва мутахассислик фанлар (Радиотўлқинлар тарқалиши ва антенна фидер курилмалари; Сигналларни шакллантириш ва уларга ишлов бериш; Радиоузатиш ва радиоқабуллаш курилмалари; Ҳаракатдаги алоқа тизимлари; шу жумладан сунний йўлдош орқали радиоалоқа, радиорелей алоқа тизимлари ва ҳ.з.)ини маълум даражада ўзлаштирган бўлиши керак.

Инсон фаолиятининг турли соҳаларида фойдаланилаётган радиоэлектрон воситаларнинг, электр энергиясидан фойдаланишга ёки электр энергияси ишлаб чиқаришга хизмат қилувчи техник воситаларнинг сони ва қувватлари тобора ошиб бориши улардан фойдаланиш электромагнит шароитига, уларнинг талаб этиладиган сифат билан ишлашига салбий таъсир кўрсатмоқда. Ана шундай шароитда турли техник воситаларнинг ўз вазифаларини талаб этиладиган сифат билан бажаришлари учун электромагнит муҳит устидан доимий назорат (мониторинг) олиб бориш ва радиоэлектрон воситалар (РЭВ) фойдаланадиган радиочастоталар спектридан самарали фойдаланиш учун уни бошқариш, ҳамда турли радиохалақитлар келиб чиқишига сабаб бўлувчи техник воситалар жойини аниқлаш ва улар юзага келтираётган радиохалақитларни умуман бартараф қилиш ёки ушбу техник воситаларнинг техник кўрсаткичларини талаб этиладиган регламентга жавоб беришини таъминловчи чора-тадбирлар кўриш керак бўлади.

Ўтган асрнинг саксонинчи йилларидан бошлаб аналог радиоалоқа қурилмаларининг ўрнини рақамли радиоалоқа қурилмалари эгаллай бошлади, бу жараён айниқса ўтган аср тўқсонинчи йилларидан бошлаб катта жадаллик билан амалга оширилмоқда. Дунёда энг кенг тарқалган сунъий йўлдош ва радиореле алоқаси тизимларининг аксарият қисми рақамлаштирилган, аналог радиоэшиттириш ва телевидение тизимларини ҳам 2015 йилгача тўлиқ рақамли радиоэшиттиришга ўтказиш режаси жадаллик билан амалга оширилмоқда.

Ўзбекистон Республикасида Электромагнит мослашув масалалари билан шуғулланувчи ташкилотлар Республика Олий Мажлиси томонидан қабул қилинган “Радиочастоталар спектри тўғрисида”ги, “Телекоммуникация тўғрисида”ги, “Алоқа тўғрисида”ги бир қатор қонунлар билан бирга, албатта Халқаро электралоқа иттифоқи (ХЭИ) регламентлари ва тавсиялари, Ўзбекистон давлат стандартлари; Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги томонидан ишлаб чиқилган ва Адлия вазирлигида рўйхатдан ўтган меъёрий ҳужжатлар, кўрсатмалар ва тавсиялар асосида ўз иш фаолиятларини олиб бордилар.

Ушбу ўқув қўлланмаси 11 бобдан иборат бўлиб, биринчи бобда радиоузатиш ва қабуллаш қурилмаларининг қисқача ривожланиш тарихи ва электромагнит мослашув муаммоларининг келиб чиқиш сабаблари, уни ечиш босқичлари ҳақидаги маълумотлар билан бирга ЭММга оид асосий тушунча ва таърифлар келтирилган.

Қўлланманинг иккинчи боби турли электромагнит халақитлар, уларнинг РЭВларга, шу жумладан радиоқабуллаш қурилмаларига таъсири; РЭВларнинг ЭММга тегишли кўрсаткичлари етарли даражада ёритилган. Ушбу бобда, шунингдек саноат радиохалақитлари ва уларни классификациялаш, меъёрлаш ва бу турдаги халақитларнинг ўлчанадиган кўрсаткичлари ҳақида алоҳида маълумотлар келтирилган.

Учинчи бобда радиочастоталар спектридан фойдаланишни режалаштиришнинг ташкилий ва ҳуқуқий асослари кўриб чиқилган. Бунда Халқаро электралоқа иттифоқининг радиочастоталар спектридан самарали фойдаланиш, спектрдан фойдаланишни бошқариш, спектрдан фойдаланиш учун лицензия олиш ва РЭВларни сертификациялаш тартиби ва чегаравий ҳудудларда частоталардан фойдаланишни мувофиқлаштириш ва нотификациялаш масалалари кўриб чиқилган.

Тўртинчи бобда Ўзбекистон республикаси ҳудудида радиочастоталар спектридан фойдаланишни бошқариш тартиби, радиочастоталар спектри ва ундан фойдаланишга тегишли меъёрий ҳужжатлар, Ўзбекистон Республикаси Радиочастоталар бўйича Давлат Комиссияси (РЧДК)нинг вазифалари, Халқаро электралоқа иттифоқи таркибий тузилиши ҳақида, Частоталарни рўйхатга олиш Халқаро маълумотномаси (ЧРХМ) ва Бутунжаҳон Радиоалоқа конференциясининг тузилиши ҳамда вазифалари ҳақида маълумотлар келтирилган.

Бешинчи ва олтинчи бобларда радиоузатиш ва радиоқабуллаш қурилмаларининг электромагнит мослашув муаммоларига тегишли

кўрсаткичлари ва уларнинг электромагнит муҳитга таъсир этувчи зарарли нурлатишларини камайтиришга йўналтирилган чора-тадбирлар кўрсатиб ўтилган.

Еттинчи бобда радиоалоқа тизимининг асосий қурилмаси бўлган антенна-фидер трактининг ЭММга тегишли кўрсаткичлари, турли диапазонларда электромагнит тебранишларнинг ўзига хос хусусиятлари, антенналарнинг йўналтирилганлик диаграммалари ва уларнинг ўзаро таъсир ҳудудига оид масалалар кўриб чиқилган.

Ўқув қўлланмасининг саккизинчи бобида РЭВлар электромагнит мослашувини таъминлаш масалалари аналог ва рақамли алоқа тизимлари учун алоҳида-алоҳида кўриб чиқилган. Бунда ҳимоя нисбати, ЭММ мезонлари ва уларни таъминлаш, турли РЭВларни частота-худудий жойлаштириш масаласига алоҳида эътибор берилган.

Тўққизинчи бобда радиоалоқа, радиоэшиттириш ва телевидение тармоқлари учун частоталарни танлаш, режалаштиришнинг техник имкониятлари ёритилган. Бунда асосий эътибор рақамли телевидение, радиоэшиттириш ҳамда ҳаракатдаги радиоалоқа воситаларини частотавий режалаштириш ва бу тизимларда частоталар спектридан самарали фойдаланиш усулларига алоҳида эътибор берилган.

Ўнинчи бобда РЭВлардан фойдаланишга рухсат олиш, стандартлаш, техник талабларга мослигини тасдиқлаш, сертификациялаш масалалари кўриб чиқилган.

Ўн биринчи бобда эса, радиочастоталар спектрини мониторинг ва назорат қилишдан мақсад, ушбу хизматнинг вазифалари, ўлчаш воситалари ва жиҳозларидан фойдаланиш технологияси келтирилган. Ушбу боб охирида Ўзбекистон Республикасида радиочастоталар спектрини мониторинг қилиш ва радиопеленгациялаш Миллий тизимининг вазифалари ва тузилишига тегишли маълумотлар келтирилган.

Қўлланмага илова шаклида 128 та электромагнит мослашув ва радиочастоталар спектрини бошқаришга оид атамалар, уларнинг қисқартмалар ва изоҳлари келтирилган.

1-БОБ. ЭЛЕКТРОМАГНИТ МОСЛАШУВ МУАММОСИНИНГ КЕЛИБ ЧИҚИШ САБАБЛАРИ

1.1. Радиоузатиш ва қабуллаш қурилмалари ривожланиш қисқача тарихи

Замонавий радиоэлектрон воситаларни (РЭВ) лойиҳалашда ва ишлаб чиқаришда, улардан фойдаланишда электромагнит муҳитни ҳам эътиборга олиш керак. Электромагнит муҳит – бу РЭВдан фойдаланиладиган жой ва ҳудудда турли электромагнит тўлқинлар нурланиши натижасида юзага келган шароитдир. Электромагнит нурланишлар РЭВларнинг сифат кўрсаткичларини ёмонлашишига, баъзан эса умуман ўз вазифасини бажара олмайдиган ҳолатга ҳам олиб келиши мумкин. Ҳудудда янги РЭВнинг пайдо бўлиши, шу ҳудуддаги электромагнит муҳитнинг мураккаблашишига олиб келиши, натижада аввал фойдаланилаётган РЭВлар ишлашининг сифат кўрсаткичларига салбий таъсир кўрсатиши мумкин. РЭВларнинг ҳудуддаги электромагнит муҳитда ўз вазифаларини талаб этилган сифат даражасида бажара олиш, шу билан бирга электромагнит муҳитни меъридан ортиқ ёмонлаштирмасдан, бошқа радиоэлектрон қурилмалари иш жараёнига ҳам талаб этиладигандан ортиқ таъсир этмасдан ҳамжихатликда ишлашини таъминлаш электромагнит мослашув муаммосининг асоси ҳисобланади.

Электромагнит мослашув муаммосининг пайдо бўлиш сабаблари. Инсоният электромагнит тўлқинлардан турли мақсадларда фойдаланишни бошлаганига 100 йилдан кўп бўлди. Ҳозирда электромагнит тўлқинлардан радиоалоқа, радиоэшиттириш, телевидение, радиобошқариш, радиолокация, радиотелеметрия, радионавигация, учиш аппаратлари: самолёт, космик кемаларни бошқаришда, ҳаракатдаги радиоалоқа ва бошқа кўплаб тизимларда кенг фойдаланилмоқда.

Электромагнит тўлқинлардан фойдаланиш саноатнинг турли соҳаларида, техникада ва фанда кенг фойдаланилмоқда. Замон радиотехникаси ва электроникаси ютуқларидан медицина, химия, геология, метрология, астрономия каби турли соҳаларда ҳам кенг миқёсда фойдаланилмоқда. Турли вазифаларни бажарувчи ер сунъий йўлдошлари коинотни янада чуқурроқ ўрганиш ва кенг океанларда сузиб юрувчи кемаларнинг ҳавфсиз ҳаракатланишини таъминлаш ҳам радиоэлектроника ютуқларига асосланган.

Радиоэлектрониканинг радиоаппаратлар учун янги элементлар яратиш технологияси, аналог ва рақамли интеграл микросхемалар ишлаб чиқаришнинг кенг йўлга қўйилиши, радиоэлектрон воситаларни лойиҳалаш ва замонавий технологиялар асосида ишлаб чиқаришда эришилган ютуқлар ҳозирда турли соҳада фойдаланилаётган РЭВ сифатини яхшиланишига ва улар сонининг кескин кўпайишига олиб келди.

АҚШда 1936 йилда ҳаммаси бўлиб 600 та амплитудаси модуляцияланган сигналларни тарқатувчи радиоэшиттириш станциялари мавжуд бўлган бўлса, 1961 йилга келиб уларнинг сони 6000 тадан ошди,

улардан 1400 таси частота модуляцияланган радиосигналларни эфирга узатган. Худди шу йили 600 та телевизион узаткичлардан фойдаланилган. 1972 йилга келиб АҚШда чиқиш қувватлари 500 Вт дан 5 МВт гача бўлган 18000 та радиоэшиттириш ва телевизион узаткичлар бўлган. Ўртача 10 км² худудда битта радиоузаткич ишлаган. Фақат 1961-1966 йилларда радиолокацион станциялар сони 5 мартага кўпайиб, 3 мингтадан 15 мингтагача етган. Шу йилларда ҳаракатдаги алоқа воситалари сони ҳам кескин ошди, 1950 йилда АҚШда 100000 га яқин бўлган ва 1970 йилга келиб улар сони 3,3 млн. тани ташкил этган, 1975 йилда 5,8 млн., 1980 йилда 7 млн. дан ошган. 1981 йилга келиб метр ва дециметр диапазонида ишловчи ҳаракатдаги радиоалоқа воситалари сони 9 млн. дан кўп бўлган.

1958-1974 йилларда хусусий радиостанциялардан фойдаланиш учун 1 млн. лицензия берилган бўлса, 1975 йилда дастлабки ўн ойда 1 млн. лицензия берилган ва шу йили охириги ойларида яна 1 млн. лицензия берилган.

Японияда 1965 йилда 300 мингга яқин турли РЭВлардан фойдаланилган ва 1981 йилда фақат метрли ва дециметрли диапазонларида фойдаланиладиган ҳаракатдаги радиоалоқа воситалари сони 2 млн. га яқин бўлган. Худди шунга ўхшаш Англия, Германия, Франция, Италия каби мамлакатларда ҳам радиоалоқа, радиоэшиттириш ва телевизион сигналлар узатиш қурилмалари сони ҳам жуда катта миқдорларда ошиб борган.

Декаметрлар диапазони (10...100 м) 27 МГц кенгликдаги частоталар полосасини эгаллайди. Агар радиоканал полосаси кенглигини 3 кГц деб олсак (бир полосали радиоалоқа), у ҳолда ушбу 27 МГц полосага 9000 канал жойлаштириш мумкин, аммо ҳозирда бу диапазонда 1,5 млн.га яқин радиоузаткичлар ишлайди ва улардан 1 мингдан ортиғининг чиқиш қуввати 100 кВт ва ундан катта. Халқаро электралоқа иттифоқининг маълумотига қараганда ҳар йили 20 мингдан ортиқ радиочастота ўзлаштирмалари Халқаро маълумот частоталар регистрида рўйхатга олинмоқда.

РЭВ сони ошиши билан бирга улар бажарадиган вазифалар ҳам сезиларли даражада мураккаблашди, кўрсатадиган хизматларининг турлари ҳам кўпайди. Кўпчилик РЭВ ягона ёки бир қатор хизматларни кўрсатиш учун биргаликда ишлашига тўғри келади. Бундай комплекслар ишлаши натижасида юзага келадиган электромагнит муҳит (шароит) комплексдаги РЭВлар сони, улар орасидаги масофалар, уларнинг чиқиш қувватлари, комплекс тарқатаётган радиочастоталар спектри кенглигига боғлиқ. Айниқса кичик бир худудда жойлашган радиоэлектрон комплекс мураккаб электромагнит муҳитни юзага келтиради. Бундай ҳолатлар самолётларда, космик кемаларда, сузувчи кемаларда, радиоалоқа узелларида ва ҳк. ларда юз беради. Шунга яқин электромагнит муҳит йирик шаҳарларда ҳам юзага келмоқда. Айниқса мобил алоқа тизими абонентлари сонининг кўпайишига боғлиқ равишда уларнинг базавий станциялари ва базавий станциялар орасида ўрнатилган нисбатан кенг полосали радиореле станциялари сонининг ошиши электромагнит муҳитни нисбатан мураккаблашишига олиб келмоқда. Бундан ташқари турли РЭВ антенналари сонининг кичик бир худудда кўпайиб бориши ҳам электромагнит муҳитга кучли таъсир

кўрсатади. Баъзан антенналар орасидаги масофа бир неча ўн метрлардан метрларгача бўлган масофани ташкил этади. РЭВларнинг кичик бир ҳудудда зич жойлашиши улар орасидаги ўзаро халақитларнинг юзага келишига сабаб бўлади. Қўшни радиоузатиш қурилмалари тарқатаётган электромагнит тўлқинлар таъсирида уларнинг қабуллаш антенналаридаги кучланиш баъзи вақтларда бир неча ўн вольтга ҳам етиши, натижада радиоқабуллаш қурилмалари кириш каскадларида кучли блокировкалаш ходисаси юз бериши, баъзан эса юқори сезувчанликка эга қурилмаларни ишдан чиқариши ҳам мумкин. Радиолокацион станциялар ва катта қувватли қисқа тўлқин радиоузаткичлари кучли радиохалақитларни юзага келтириши мумкин. Радиоузаткич қурилмалари антенналарининг бир-бирига таъсири натижасида уларда ҳосил бўладиган электр юритувчи кучлар ҳам катта ҳавф туғдиради. Улар фазога тарқатаётган частоталарининг ўзаро таъсири натижасида янги комбинацион халақитлар юзага келиши ёки уларнинг асосий частотасида халақитлар келиб чиқишига сабаб бўлиши мумкин. Бу эса бошқа РЭВлар иш фаолиятини мураккаблаштиради.

РЭВ антенналари орасидаги масофаларни катталаштириш имконияти бўлмаслиги уларни радиоканалларини бир-бирига энг кичик таъсир кўрсатадиган қилиб жойлаштириш имкониятини чегаралайди. Бунда нафақат антенналар, шу билан бирга уларни ўрнатиш қисмлари, қўшимча конструкциялари ҳам уларда электр юритувчи кучларни юзага келиши, йўналтирилганлик диаграммалари ён ва орқа томонларга радиотўлқинлар тарқатиши натижасида биринчи навбатда радиоқабуллаш қурилмаларига таъсир этувчи қўшимча халақитлар, қолаверса ушбу ҳудудда жойлашган нисбатан кам қувватли радиоузаткичларга салбий таъсир кўрсатади. Баъзи ҳолларда антенналарнинг бир-бирига таъсири натижасида сунъий равишда уларнинг йўналтирилганлик диаграммаларининг шакли сезиларли даражада бузилиши ва сигнални баъзи йўналишларга тарқатмаслиги ёки баъзи йўналишлардан амалда умуман қабул қилмаслиги мумкин. Юқорида келтирилган турли ноҳуш халақит ва ҳолатларнинг РЭВга таъсири уларнинг ўз вазифаларини талаб даражасидаги сифат кўрсаткичлари билан бажаришларини таъминлаш учун уларнинг антенналарини кичик бир ҳудудда тўғри жойлаштириш электромагнит мослашув муаммосини ечишнинг мураккаб масалаларидан бири ҳисобланади. Кичик бир ҳудудда жойлашган бир неча антенналарни мутаносиб (рационал) жойлаштириш ҳамма вақт ҳам ечилмаслиги мумкин. Бундай ҳолларда бошқа ташкилий ва техник тадбирлар кўришга тўғри келади. Шунга ўхшаш муаммолар турли ҳудудларда (нисбатан узоқ бўлмаган) жойлашган антенналар орасида ҳам юзага келиши мумкин, аммо бу ҳолда ЭММ муаммосини нисбатан осон ташкилий тадбирлар кўриш натижасида ҳал этиш мумкин.

Муқим ўрнатилган ва ҳаракатдаги радиоэлектрон воситалар сони мунтазам ошиб бораётган ҳозирги вақтда улар орасидаги масофалар ҳам кичиклашиб бормоқда. Фойдаланиладиган частоталар имконияти камайиб бориши радиодиапазонларда ишловчи радиоқабуллаш қурилмалари киришидаги турли халақитлар сатҳининг ошишига олиб келмоқда ва

РЭВларнинг (нормал) талаб даражасида ишлаш сифатини таъминлаши қийинлашмоқда.

Шундай қилиб РЭВлар сонининг кўпайиши улар сифат кўрсаткичларининг ўзгаришига олиб келди, бу эса частоталар ресурси чекланган ҳолатда уларни частоталар бўйича ажратиш имкониятини чегаралайди.

Радиоэлектрон қурилмаларни лойиҳалаш ва яратиш технологиялари ҳозирда радиоузаткичларнинг чиқиш қувватларини катталаштириш, радиоқабуллаш қурилмаларининг сезгирликларини ошириш ва антенналар кучайтириш коэффициентларини кўпайтириш имкониятини беради. Радиоузатиш қурилмалари чиқиш қувватлари узлуксиз режимда бир неча юз киловаттни, баъзи ҳолларда ўртача қуввати 1 МВт ни ташкил этиши мумкин. Радиолокацион станция (РЛС) чиқиш қуввати эса импульс режимда бир неча Мегаватт бўлиши мумкин. Замонавий радиоқабуллаш қурилмаларининг сезгирлиги 10^{-22} Вт ни ташкил этади. Радиоузаткичлар чиқиш қувватларининг катталашини ва радиоқабуллаш қурилмалари сезгирлигининг юқори даражада ошганлиги уларнинг биргаликда ишлашини мураккаблаштиради.

РЭВлар олдида қўйилган вазифани бажариши учун унинг чиқиш қувватини оширилиши, у атрофга таркатаётган кераксиз нурланишлар сатҳининг ҳам ошишига олиб келади. Мисол учун, АҚШда фойдаланиладиган импульс режимда чиқиш қуввати 5 МВт бўлган РЛС унинг чиқишидаги 4-гармоникаси қуввати 200 Вт бўлиб, унинг частотаси радионавигацияда фойдаланиш учун ажратилган частоталар диапазонига тўғри келади. Радионавигацияда фойдаланиладиган радиоузаткичларнинг чиқиш қувватлари эса кўп ҳолларда 200 Вт дан кичик. Натижада катта қувватли РЛС ишлаши натижасида радионавигация воситалари учун катта сатҳли халақит ҳосил қилади.

Фойдаланиладиган бир қатор РЛС радиоузаткичлари 3...5 гармоникаларида мос равишда 63, 10, 3, 13 Вт радионурланишларга эга. Магнетрондан фойдаланилган РЛС чиқишидаги 2- ва 3-гармоникалардаги радионурлатишлар қуввати 1 кВт дан катта, баъзи РЛС чиқишида 3-гармоникаси қуввати 65 кВт га етади.

Охириги йилларда РЛСларнинг чиқиш қувватларини ошириш учун махсус яратилган магнетрон, клистрон, кўп резонаторли клистронлардан ва бошқа мураккаб электрон асбоблардан фойдаланилмоқда. Бу электрон асбоблар ўз асосий вазифаларини бажариш билан бирга асосий сигнал билан бирга унинг гармоникаларида ҳам халақитлар нурлатади. Бу биринчи навбатда магнетронларга тегишли. Ҳозирда импульс режимда 5 МВт гача ва ундан катта қувватли радиосигнал тарқатувчи РЛСлардаги магнетронлар нисбатан кам халақитлар чиқарувчи бошқа асбоблар билан алмаштирилмоқда.

Радиоолоқа ва радиолокация тизимлари учун чиқишидаги халақитлари сатҳи кичик бўлган махсус электрон асбоблар яратилиши билан бирга бу тизимларда мураккаб сигналлардан, яъни катта база $B_c = T_c F_c$ га эга кенг

спектрли сигналлардан фойдаланилмоқда (T_c ва F_c - мос равишда сигнал давомийлиги ва спектри кенглиги). Базаси катта мураккаб сигналлардан фойдаланиш радиоузатиш қурилмалари чиқишидаги гармоникалардаги кераксиз нурлатишлар сатҳини нисбатан камайтириш билан бирга, радиоалоқа ва РЛС ўз олдига қуйилган вазифани кичик чиқиш қуввати ёрдамида бажариш имкониятини яратади. Фойдали сигнални сигнал-шовқин аралашмасидан оптимал ажратиб олиш сигнал қувватини шовқин қуввати спектрал зичлиги нисбатига боғлиқ, шунинг учун сигнал давомийлиги T_c ни узайтириб, унинг қувватини камайтириш мумкин. Мураккаб сигналлар B_m оддий сигналлар B_c га нисбатан катта частоталар полосасини эгаллайдилар ($B_m \gg B_c$), аммо бу сигналларнинг хусусиятлари шундан иборатки бир тор полосали сигнал учун ажратилган частоталар полосасида бир неча (юзлаб, минглаб) мураккаб сигналлардан фойдаланиш мумкин. Аммо мураккаб сигналларнинг бу хусусиятларини уларнинг ўзаро ЭММ масалаларини ўрганишда эътиборга олиш керак.

Радиоқабуллаш қурилмалари фойдали – асосий каналдаги сигнални қабул қилиш билан бирга, кераксиз қўшимча қабул каналлари ва оралик частота орқали қабул қилиш хусусиятига эга. Радиоқабуллаш қурилмасининг асосий канал бўйича сезгирлигини оширилиши, унинг халақит каналлари орқали ҳам турли халақит радиосигналларини қабуллаш даражасини оширади. Ушбу халақитлар қаторига бошқа радиоузаткичларнинг асосий ва қўшимча полосадаги нурлатишлари ҳам киради.

Радиоузаткичлар чиқишидаги кераксиз нурлатишларнинг борлиги ва радиоқабуллаш қурилмалари сезгирлигининг ошиб бориши ЭММнинг келиб чиқиш сабабларидан асосийси ҳисобланади.

Радиоқабуллаш қурилмаларига турли радиоузаткичлар тарқатаётган кераксиз нурлатишлардан ташқари, яна узилиб-уланиш (контакт) халақитлари ҳам сезиларли таъсир кўрсатади. Бундай халақитлар ҳаракатдаги алоқа тизимларида, улар ўрнатилган ҳаракат воситасида электр занжирларининг узилиб-уланиши натижасида ҳосил бўлади (трамвай, троллейбус, автомашина, кемалар, самолётлар ва ҳ.к.). Узилиб-уланиш натижасида таъсир частоталари кенг халақит пайдо бўлади. Ушбу халақит спектри ташкил этувчилари радиоқабуллаш қурилмаси асосий қабуллаш полосасига мос бўлиб, унинг иш сифатини ёмонлаштиради. Бу ҳам ЭММ нуқтаи назаридан яна бир муаммони келиб чиқишига сабаб бўлади.

РЭВларининг маълум бир томонга йўналтирилган қувватининг ошиши ҳам ЭММ муаммосини келтириб чиқаради. Замонавий антенналарнинг асосий япроқчаси йўналишида кучайтириш коэффиенти 50 дБ га яқин бўлишига қарамасдан унинг ён ва орқа япроқчалари орқали нурлатиши ҳам сезиларли даражада катта. Мисол учун, параболик антенналар учун ён япроқчалари кучайтириш коэффиенти асосий япроқчалар орқали кучайтиришга нисбатан ён япроқча учун -20 дБ ва орқа япроқчаси учун -40 дБ га тенг. Бу РЛС антеннаси асосий йўналишида 5 МВт қувват нурлатса, орқа – тесқари йўналишга 1 кВт қувват нурлатишини аңглатади.

Электромагнит муҳитни шакллантиришда турли энергетика, саноат ва маиший электротехник қурилмалари ҳам сезиларли ҳисса қўшадилар, улар ўз хоссалари бўйича махсус шакллантирилмаган халақитлар турига кирадилар.

Бу тур халақитлар саноат халақитлари деб аталади. Саноат халақитларини ҳосил қилувчи манбаларга қуйидагилар мисол бўладилар: ўзгармас ва ўзгарувчан ток генераторлари; электр узатиш линиялари; пайвандлаш аппаратуралари; электр транспортлар, автомобилларнинг ўт олдириш қисмлари; маиший электр асбоблар ва бошқалар. Саноат халақитлари РЭВлар ўз вазифаларини тўлиқ ва сифатли бажаришларига салбий таъсир кўрсатадилар ва уларнинг биргаликда ишлаш ҳолатини мураккаблаштиради. Саноат халақитларининг сатҳи шаҳарларда, ҳаракатдаги техника (автомобил, танк, кема ва самолётлар)да сезиларли даражада катта.

Радиоалоқа учун фойдаланилмайдиган турли электротехник ва маиший қурилма ва асбоблар тарқатадиган халақит нурлатишлар махсус давлат стандарти билан меъёрланади (чекланади).

1.2. Асосий атамалар, таърифлар ва тушунчалар

Электромагнит муҳит – маълум бир ҳудудда, частоталар диапазонида ва вақтда турли техник воситалар ишлаши натижасида ҳосил бўлган електромагнит майдон ҳолати.

Электромагнит мослашув – бу техник воситанинг маълум електромагнит муҳитда бошқа техник воситаларга меъридан ортик електромагнит халақитлар яратмасдан, ундан талаб этиладиган сифат билан самарали ишлаш имконияти.

Электромагнит халақит сатҳи – бу халақит қийматини регламентда кўрсатилган шартларни бажарган ҳолда ўлчаш натижаси.

Халақитнинг таъсири – халақит таъсирида техник воситаларнинг ишлаш сифатининг ёмонлашиши.

Техник воситанинг електромагнит халақитларга қарши тура олиш қобилияти, халақитбардошлик – техник воситанинг унга халақитлар таъсир этган шароитда ўз ишлаш сифатини сақлаб қолиш қобилиятини белгилайди.

Радиочастоталар тўғрисидаги қонун ва давлат стандартида електромагнит мослашув тушунчаси қуйидагича таърифланади. Радиоэлектрон воситасининг електромагнит мослашуви деб, уни мавжуд фойдаланиш шароитида унга махсус шакллантирилмаган халақитлар таъсир этган муҳитда ўз вазифасини талаб этиладиган сифат билан бажара олиш, шу билан бирга бошқа РЭВга рухсат этилганидан катта сатҳдаги халақитлар яратмаслик қобилиятига айтилади. Махсус шакллантирилмаган халақитлар деб ҳар қандай сунъий манба томонидан радиоэлектрон воситаларнинг ишлаш сифатига атайлаб таъсир этиш учун йўналтирилмаган халақитларга айтилади. Кўп ҳолларда радиохалақитлар електромагнит халақитлар деб ҳам аталади. Электромагнит халақит деб РЭВга салбий таъсири натижасида унинг сифат кўрсаткичларини ёмонлаштирадиган, ёмонлаштириши мумкин

бўлган электромагнит энергияга айтилади. Радиочастоталар диапазонидаги электромагнит ҳалақит радиохалақит деб аталади.

Радиоэлектрон воситалари деганда бир ёки бир неча радиоузатиш қурилмалари (РУҚ) ва радиоқабуллаш қурилмалари (РҚҚ) ҳамда ёрдамчи антенналардан иборат техник восита тушунилади. Радиостанциялар, радиолокаторлар – радиоэлектрон воситаларга мисол бўла олади. Бунда РЭВга тегишли ҳамма қурилма ва антенналар бир жойда (кичик ҳудудда) жойлашган деб тушунилади. Бу ҳолда асосий ЭММ муаммоси сифатида уларнинг ўзаро ҳалақитлари бўлади. Ушбу ҳолда нафақат РУҚ ва РҚҚ сифат кўрсаткичларини яхшилаш учун ташкилий чоралар билан бир қаторда фойдаланиладиган частоталарни мутаносиб (рационал) тақсимлаш орқали ҳам амалга ошириш керак бўлади. Шунинг учун ҳозирда ЭММ муаммосини частоталардан самарали фойдаланиш муаммоси нуқтаи назаридан қаралмоқда ва РЭВлар муаммосини инсон томонидан сунъий яратилган катта радиотизим деб қаралмоқда.

Келгусида радиоканал тушунчаси орқали радиотизимнинг бир элементини тушуниш керак. Масалан, радиоузаткич–фазо–радиоқабуллагич радиоканални ташкил этади. Бир РУҚ бир неча радиоқабуллаш қурилмаларига ахборот етказиб бериши мумкин, яъни радиоканаллар ҳосил қилиши мумкин. Мисол учун, радиоэшиттириш ва телевизион кўрсатув, сунъий йўлдош орқали кўп каналли радиоалоқа ва шу қабилар. РҚҚнинг асосий вазифаси узатилган сигнални уни талаб этиладиган сифат билан қабуллашдан иборат.

Ишлаб турган РЭВ мажмуаси бир неча радиоканаллардан иборат бўлиб, улар орасида ўзаро ҳалақитлар пайдо бўлиши мумкин. Бундай ҳалақитларни махсус шакллантирилмаган ҳалақитлардан фарқлаш учун уларни тизим ҳалақитлари деб аталади. Адабиётларда бу тур ҳалақитлар станция ҳалақитлари, ўзаро ҳалақит ва каналлараро ҳалақитлар деб аталади.

Кўп ҳолларда ҳалақитлар манбаи ва рецептор (сезувчи)лар тушунчаларидан ҳам фойдаланилади. Электромагнит ҳалақитлар манбаига электромагнит нурланишларни шакллантирувчи ҳар қандай қурилма, иш фаолияти тўғридан-тўғри электромагнит нурланишлар шакллантириш билан боғлиқ бўлмаган қурилмалар қиради. Булар, двигателлар, ўт олдириш тизимлари, электр қўнғироқларининг баъзи турлари, электр транспорт ва ҳ.к.

Электромагнит ҳалақитлар таъсирида ўз параметрларини (қайта тикланувчи, қайта тикланмайдиган) ўзгартирувчи қурилма рецептор (сезувчи) деб аталади.

ЭММ муаммосини кенг миқёсда таҳлил этишда радиочастоталар ресурси деганда, радиоалоқа, радиолокация ва бошқа тизимларда фойдаланиладиган бутун частоталар диапазони тушунилади. Радиочастоталар ресурсидан регионлар, мамлакатлар, ҳудудлар ва ҳ.к., шу жумладан радиоҳизмат ва радиотизимлар томонидан фойдаланилади. Стандартда белгиланишича радиоҳизматлар радионурланишлардан сигналларни узатиш ва (ёки) қабуллаш учун фойдаланилади.

Радиоэшиттириш, телевидение, радионавигация, радиолокация, радиобошқарув ва бошқалар радиохизматлар турига киради. Ҳамма частоталар диапазони шартли равишда кичик диапазонларга бўлинган. Ҳар бир кичик диапазонлар частотаси $0,3 \cdot 10^n \dots 3 \cdot 10^n$ Гц ораликқа (полосага) эга ва частотани қамраб олади. Частоталар диапазони тартиб рақами ушбу диапазон частоталари учун “n” нинг даражасига тенг. Частоталар диапазони метрик ва частота орқали англанадиган номларга эга (1.1-жадвал).

1.1-жадвал. Частоталар диапазони метрик ва частота орқали номланиши

Диапазон тартиб рақами	Частоталар диапазони, Гц	Радиотўлқинлар диапазони	Диапазонлар номланиши ва белгиланиши	
			Частота орқали	Метрик
1	$0,3 \cdot 10 \dots 3 \cdot 10$	$10^5 \dots 10^4$ км	Ҳаддан ташқари паст частота (ҲТПЧ)	Декамегаметрлар
2	$0,3 \cdot 10^2 \dots 3 \cdot 10^2$	$10^4 \dots 10^3$ км	Жуда жуда паст частота (ЖЖПЧ)	Мегаметрлар
3	$0,3 \cdot 10^3 \dots 3 \cdot 10^3$	$10^3 \dots 10^2$ км	Инфра паст частота (ИПЧ)	Гектокилометрлар
4	$0,3 \cdot 10^4 \dots 3 \cdot 10^4$	$10^2 \dots 10$ км	Жуда паст частота (ЖПЧ)	Мириаметрлар
5	$0,3 \cdot 10^5 \dots 3 \cdot 10^5$	$10 \dots 1$ км	Паст частота (ПЧ)	Километрлар
6	$0,3 \cdot 10^6 \dots 3 \cdot 10^6$	$10^3 \dots 10^2$ м	Ўрта частота (ЎЧ)	Гектометрлар
7	$0,3 \cdot 10^7 \dots 3 \cdot 10^7$	$10^2 \dots 10$ м	Юқори частота (ЮЧ)	Декаметрлар
8	$0,3 \cdot 10^8 \dots 3 \cdot 10^8$	$10 \dots 1$ м	Жуда юқори частота (ЖЮЧ)	Метрлар
9	$0,3 \cdot 10^9 \dots 3 \cdot 10^9$	$10^2 \dots 10$ см	Ультра юқори частота (УЮЧ)	Дециметрлар
10	$0,3 \cdot 10^{10} \dots 3 \cdot 10^{10}$	$10 \dots 1$ см	Жуда-жуда юқори частота (ЖЖЮЧ)	Сантиметрлар
11	$0,3 \cdot 10^{11} \dots 3 \cdot 10^{11}$	$10 \dots 1$ мм	Ҳаддан ташқари юқори частота (ҲТЮЧ)	Миллиметрлар
12	$0,3 \cdot 10^{12} \dots 3 \cdot 10^{12}$	$2 \dots 0,1$ мм	Гипер юқори частота (ГЮЧ)	Децимиллиметрлар

Частоталар диапазонидан фойдаланиш Халқаро миқёсда ҳал этилади. Ушбу масала билан шуғулланувчи энг Олий даргоҳ (орган) Халқаро электралоқа иттифоқи (ХЭИ) ҳисобланади.

Радиочастоталар спектридан фойдаланиш масаласини кўришда куйидаги уч тушунчадан фойдаланилади: тақсимлаш, частотани ёки частоталар полосасини белгилаб бериш (ажратиш) ва бириктириш. Частотани

таксимлаш – хизматларга, белгилаб бериш (ажратиш) – зоналарга, бириктириш – тизим ва станцияларга тегишли тушунчалар.

Электромагнит мослашув муаммоларини ечиш усуллари. ЭММ муаммосини ечишнинг биринчи усули бу ўлчашлар ва моделлаштиришларга асосланиб ҳар томонлама таҳлил этиш. РЭВни лойиҳалаш ва яратиш даврида ЭММни таҳлил этиш энг асосий босқич ҳисобланади. Бу таҳлиллардан мақсад РЭВга ЭММ нуқтаи назаридан қўйиладиган асосий талабларни белгилаб олиш ҳисобланади. Бу талаблар РЭВ бажарадиган вазифани инкор этмаслиги, унга қарши бўлмаслиги, фақат унинг асосий техник кўрсаткичларига технологик ва конструкциялаш нуқтаи назаридан тузатишлар киритилиши мумкин. ЭММни таҳлил этишлардан энг маъқули бу ЭХМда моделлаштириш бўлиб, муаммони ечишда мураккаб ҳодисалар, катта ҳажмдаги маълумотлардан фойдаланиш имкониятини беради. ЭММни таҳлил этиш босқичларида халақит таъсирида бўлган рецептор энг ҳавфли халақитлар манбаи, халақитларнинг аппаратурага таъсир этиш йўллари, РЭВга катта радиотизим сифатида қараб уни мослаштирувчанлигини баҳолаш, хусусан бир қатор кўрсаткичлар, шу жумладан частоталар спектридан самарали фойдаланиш даражасини аниқлаш мумкин.

1.3. Электромагнит мослашув муаммоларини ечиш босқичлари

ЭММ муаммоси ечишнинг биринчи босқичида электромагнит мослашувни ўлчашлар натижаси ва моделлаш асосида кенг қамровда таҳлил этиш керак. РЭВни лойиҳалашда ва яратишда ЭММга алоҳида эътибор бериш керак, бунда РЭВга ЭММ нуқтаи назаридан қўйиладиган асосий талаблар аниқланади. Бу талаблар РЭВнинг асосий вазифани бажаришини таъминлаши учун керакли техник талабларга қарши бўлмаслиги, унинг асосий кўрсаткичларига конструкциялаш ва ишлаб чиқариш технологияларни эътиборга олган ҳолда тузатишлар киритиш керак. ЭММни таҳлил этиш усуларидан энг самаралиси, ҳозирда ва келгусида фойдаланиладигани бу ЭХМда математик моделлаш методи ҳисобланади, чунки ЭММ масалаларини илмий асосда ўрганиш ва тадқиқот қилишда етарли даражада мураккаб жараёнларни жуда кўп маълумотлардан олиш керак бўлади.

ЭММни бу босқичи натижасида халақитлардан зарарланадиган турли рецепторлар, энг ҳавфли халақитлар манбаи, аппаратурага халақитларнинг таъсир этиш йўллари, турли РЭВнинг катта радиотизим шаклида ЭММ нуқтаи назаридан ҳамжихатликда мослашиб ишлашларига таъсирларни баҳолаш, шу билан бирга ажратилган частоталар полосасидан самарали фойдаланиш нуқтаи назаридан ҳам баҳолаш керак.

Таҳлиллар етарли даражада ишончли бўлиши учун, бир турдаги РЭВ ёки турдош РЭВлар ёки бундан аввалги авлод аппаратларидан фойдаланиб ўлчашлар натижасидан фойдаланиш керак. Ушбу ўлчашлар катта меҳнат ва маблағ сарфлашни талаб қилади, чунки ЭММга тегишли кўрсаткич(параметр)ларни ўлчаш махсус ўлчаш услубларини билишни,

қўллашни талаб қилади ва ўлчашлар натижасида аниқ маълумотлар берувчи, кам шовқинли, ночизиклилик характеристикалари юқори даражадаги талабларга жавоб берувчи ўлчов асбобларидан фойдаланишни талаб этади. Бунда ўлчашларни автоматлаштириш ҳам иш самарадорлигини ошириш ва хатоликларни нисбатан камайтириш имкониятини беради. Ўлчашлар натижаси бир тизимга – тартибга келтирилиши, уларга ишлов берилиши, мутахассислар фойдаланишига имконият бўлиши керак. Бунинг учун ушбу тур аппаратура ЭММга тегишли кўрсаткичлар ва характеристикалар тўпланган маълумотлар банкини яратиш керак бўлади. Ҳозирда турли РЭВларни лойиҳалаш ва яратишда уларнинг математик моделидан фойдаланиш учун етарли маълумотлар тўпланган.

Иккинчи босқич, бу яратилган тизим ёки қурилманинг ЭММини таъминлаш, синтезлаш босқичидир. Бу босқичда, одатда ЭММни таъминловчи ташкилий ва техник тадбирлар аниқланиб, ажратиб олинади. Техник тадбирлар одатда алоҳида РЭВ миқёсида амалга оширилади ва унинг характеристикаларини ЭММ нуқтаи назаридан яхшилашга йўналтирилган бўлади. Бу тадбирлар анъанавий тадбирлар, радиоузатиш қурилмаларининг кераксиз нурлатишларини, радиоқабуллаш қурилмаларининг халақитбардошликларини таъминловчи радиотехник усуллар орқали амалга оширилади.

Булардан энг кўп тарқалгани: филтрлаш, экранлаш, халақитлардан химоялаш махсус схемаларни яратиш, РЭВ радиотракти динамик диапазонини кенгайтириш ва бошқалар ҳисобланади. Бу усуллардан радиоузатиш қурилмалари ва радиоқабуллаш қурилмалари пайдо бўлган вақтдан бери фойдаланилади ва улар мукаммаллашиб бормоқда. Эслатиб ўтамиз, ЭММга тегишли техник тадбирларни у яратилаётган вақтда амалга ошириш керак, чунки тайёр қурилма схемасига ўзгартиришлар киритиш қийин бўлади.

ЭММга тегишли ташкилий жараён РЭВ комплекс устида амалга оширилади, бунда ўрганилаётган РЭВ комплексининг жойлаштириш структураси, улар фойдаланиши учун ажратилган частоталар диапазони ва полосасидан уларнинг биргаликда ишлаш ҳолатида сифат кўрсаткичларини таъминлаш керак. Ташкилий тадбирларга қуйидагилар киради: частотани бириктириш; маълум ҳудудда РЭВларни жойлаштириш; уларнинг ишлаш вақтларини белгилаш ва ҳ.к. РЭВлар ишлашини бошқариш уларнинг параметрлари ва сигналлари структурасини ўзгартириш орқали амалга оширилади.

Ташкилий тадбирларни лойиҳалаш босқичида ҳам амалга ошириш мақсадга мувофиқ ҳисобланади, чунки баъзи техник ечимларни ўзгартиришга ҳам тўғри келади. Масалан, РЭВ ишлаш частотасини алмаштириш тезлигини ошириш, сигнал тури ва таркибини ўзгартириш ҳамда структурасини адаптив ўзгартиришга тўғри келиши мумкин. РЭВдан комплекс шаклда алоқа узелларида фойдаланиладиган бўлса, у ҳолда модуляция турини ҳам этиборга олиш керак, чунки ажратилган частоталар полосасидан самарали фойдаланиш сигнал модуляциясига боғлиқ. РЭВда

фойдаланилаётган сигналлар параметрларини ўзгартириш имконияти қанча катта бўлса ҳамда аппаратура алоҳида қисмлари ва қурилмаларининг характеристикаларини ўзгартириш имконияти қанча катта бўлса РЭВ структурасини ўзгартириш имконияти шунча ошади, ЭММни таъминлаш муаммоси нисбатан осон ечилади. Ташкилий тадбирлар аппаратурага ўзгартиришлар киритишни ва қўшимча маблағларни талаб этади, шунинг учун бу тадбирларнинг самарасини ва мақсадга мувофиқлигини ҳам алоҳида эътиборга олиш керак.

Агар РЭВ тўпланган ҳудуд ажратилган частоталардан фойдаланиш даражаси вақт бўйича ва частотадан фойдаланиш бўйича тифиз бўлса, у ҳолда янги частоталар диапазонидан фойдаланиш тадбирини кўриш керак. Янги частоталар диапазонидан фойдаланишда илм ва техника ютуқларидан фойдаланиш керак бўлади. Шу каби масалалар маълум вақт оралиғида чақириладиган Бутунжаҳон радиоалоқа конференция (БРК) мажлисларида муҳокама этилади. Ушбу конференцияларда баъзи радиохизматлар учун частоталар қайта тақсимланади, янги частота полосалари ажратилади, масалан: денгиз ҳаракатдаги радиоалоқа хизмати, радиоэшиттириш хизмати, Ерни тадқиқ қилиш космик хизмати ва бошқа хизматлар.

1979 йилда Женевада бўлиб ўтган мажлисда 1982 йилдан фойдаланиш учун радиочастоталар жадвали қабул қилинган, бу жадвал 400 ГГц гача бўлган частоталарни қамраб олган. Аммо ҳозирда 75 ГГц гача бўлган частоталар диапазонидан самарали фойдаланилмоқда. Бу частоталар тўғридан-тўғри кўриниш ҳудудида фойдаланиш учун яроқли. Умуман 50 МГц дан ортиқ юқори частоталардан тўғридан-тўғри кўриниш масофасида фойдаланиш мумкин. Бир неча ўн гигагерц частоталар ва ундан юқори частоталарда ҳавонинг намлиги, ёмғир ва қорлар таъсирида сигналларнинг катта миқдорларда сўниши содир бўлади. Бу диапазондан фойдаланиш қўшимча илмий ва технологик ишларни амалга оширишни талаб этади. Ушбу диапазондан фойдаланиш даражасини ва моддий манфаатдорлигини ошириш учун қонун асосида рағбатлантириш, частоталардан фойдаланиш учун бозор иқтисоди механизмларидан фойдаланишни амалга оширилиши, ушбу частоталар диапазонидан фойдаланувчилар учун янги янада юқорирок частоталар диапазонини ўзлаштириш устида илмий ва технологик жараёнларни қўллашга имконият яратади.

Шундай қилиб, электромагнит мослашув муаммосини ечиш учун техник ва ташкилий тадбирлардан лаборатория шароитида ва амалда фойдаланилаётган РЭВ кўрсаткичларини ўлчаш натижалари, уларни илмий асосда таҳлил қилиш орқали олинган маълумотлар тўпламидан фойдаланиш керак бўлади.

Назорат саволлари

1. *Электромагнит халақит таърифни айтинг.*
2. *Радиоэлектрон восита таърифни айтинг.*
3. *Радиоэлектрон воситасининг електромагнит мослашуви деб нимага айтилади?*
4. *Махсус шакллантирилмаган халақитлар деб қандай халақитларга айтилади?*
5. *Махсус шакллантирилмаган халақитларнинг турлари.*
6. *Тўпланган халақитлар деб қандай халақитларга айтилади?*
7. *Импульс халақитлар деб қандай халақитларга айтилади?*
8. *Электромагнит мослашув муаммосининг пайдо бўлиш сабаблари.*
9. *Электромагнит мослашув муаммоларини ечиш босқичларини санаб беринг.*
10. *Радиоқабуллаш қурилмаларига таъсир қилувчи қандай халақитларни биласиз?*
11. *Саноат халақитлари ва уларни ҳосил қилувчи манбалари.*
12. *Электромагнит муҳит таърифи.*
13. *Радиочастоталар диапазонининг бўлиниши ва бўлимларининг номланишини айтиб беринг.*
14. *Электромагнит мослашув муаммосини ечишдаги асосий босқичлар қандай тадбирлардан иборат?*

2-БОБ. ЭЛЕКТРОМАГНИТ ХАЛАҚИТЛАР ВА УЛАРНИНГ ТУРЛАРИ

2.1. Радиоҳалақитлар

Радиоэлектрон қурилмага таъсир этиб, унинг ишлаш сифатини ёмонлаштирувчи электромагнит энергия электромагнит ҳалақит дейилади. 3 кГц-3000 ГГц частоталар диапазониға мос келувчи электромагнит ҳалақитлар радиоҳалақитлар деб аталади.

Радиоэлектрон воситалар турли электромагнит ҳалақитлар таъсир этадиган муҳитда ишлайдилар, ўз олдларига қўйилган вазифаларни бажарадилар. Радиоҳалақитлар пайдо бўлиш сабаби, манбаи, таркиби, спектри ва вақт тавсифлари бўйича турлича бўладилар. Улар табиий ёки сунъий усулда шаклланган бўлишлари мумкин.

Табиий ҳалақитлар инсон фаолиятиға боғлиқ бўлмаган ҳолда ҳосил бўладиган электромагнит жараёнлардир. Уларнинг юзаға келишиға қуйидагилар сабаб бўлиши мумкин:

- атмосферада юзаға келувчи электр жараёнлари (чакмоқлар, қумли ва тупроқли бўронлар натижасида юзаға келувчи статик электр разрядлари, қор қўчкилари ва шимолий қутб ёритувчанлиги ва ҳ.к.);

- ер юзининг ўзидан иссиқлик чиқариши, тропосфера ва ионосферадаги геофизик жараёнлар натижасида ҳосил бўлувчи радионурланишлар;

- ер атропофидаги космик манбалар тарқатувчи радионурланишлар.

Табиий ҳалақитлар ўз табиатиға кўра вақт бўйича узлуксиз ва узлукли (маълум вақт оралиғида радиоэлектрон воситаларға таъсир этувчи) кенг спектрға эға бўлган, радиоқабуллаш қурилмалари сигнал ўтказиш спектрал полосасиға нисбатан нормал тақсимот қонуниға бўйсунувчи оқ шовқин деб қаралиши мумкин.

Сунъий усулда ҳосил бўлувчи ҳалақитлар инсон фаолияти билан боғлиқ бўлиб, уланинг келиб чиқишиға турли электротехник қурилмалардан фойдаланиш натижасида юзаға келувчи электромагнит жараёнлар сабаб бўлади. Бу ҳалақитлар икки турға бўлинади: махсус шакллантирилган радиоҳалақитлар ва махсус шакллантирилмаган радиоҳалақитлар.

Махсус шакллантирилган ҳалақитлар маълум турдаги радиоэлектрон восита(лар)нинг ишлаш шароитини ва натижада фаолиятининг сифат кўрсаткичларини ёмонлаштириш учун хизмат қиладилар. Бундай ҳалақитларни шакллантириш ва улар таъсирини қарши курашиш радиотехника фанининг махсус қисмини ташкил этувчи радиоэлектрон кураш вазифасиға киради. Бу масала ўзига хос хусусиятларға эға бўлиб, электромагнит мослашув муаммосиға кирмайди.

Махсус шакллантирилмаган ҳалақитлар сунъий манбалар томонидан юзаға келтирилади ва бу ҳалақитлар РЭВ ишлаш шароитини атайин ёмонлаштириш учун яратилмаган. Бу ҳалақитлар турли радиоэлектрон, радиотехник ва электротехник қурилмалардан фойдаланиш натижасида юзаға келади. Махсус шакллантирилмаган ҳалақитларни икки гуруҳға бўлиш

мумкин: турли радиоалоқа қурилмалар иш фаолиятида юзага келувчи халақитлар ва турли электрон, электротехник қурилмалар ишлаши натижасида ҳосил бўлувчи халақитлар (электр транспорт, юқори частота медицина қурилмалари, пайвандлаш қурилмалари ва х.к.).

Турли радиоқурилмалар электр занжирлари ва электрон асбоблари орқали ток ўтганда ҳосил бўладиган иссиқлик шовқинлари ҳам махсус шакллантирилмаган халақитлар ҳисобланадилар. Ушбу халақитлар радиоэлектрон қурилмаларда ҳар доим фойдали сигнал билан биргаликда бўлиб, кучсиз фойдали сигнални қабул қилишни қийинлаштиради. Қурилма ток ўтказгичларида кристалл панжаранинг тасодифий иссиқлик тебраниши натижасида ҳосил бўлади. Бундан ташқари шовқинсимон халақитлар турли электрон асбобларда иссиқлик шовқинидан ташқари улар орқали ўтувчи ток қиймати юзини кесиб ўтувчи электронлар сонининг тасодифий ўзгариши ва электродлар орасидаги ток тақсимоти ҳам тасодифий шаклда ўзгариши ҳамда бошқа бир қанча сабаблар натижасида юзага келади. Қаттиқ жисм асбоблари (ярим ўтказгичлар, транзисторлар ва х.к.) да шовқинлар иссиқлик шовқини ва ярим ўтказгичлар *p-n* ўтишидаги электронлар сонининг тасодифий равишда ўзгариши натижасида ҳосил бўлувчи шовқинлар комбинациясидан иборат бўлади. Ушбу тасодифий халақитлар флуктуацион халақитлар деб юритилади ва эҳтимоллик назариясининг марказий интилиш теоремасига асосан нормал тақсимот қонунига бўйсунди ва реал радиоқурилма сигнал ўтказиш полосасида бир текис қийматга (қувватга) эга бўлган спектрал ташкил этувчилардан иборат бўлади.

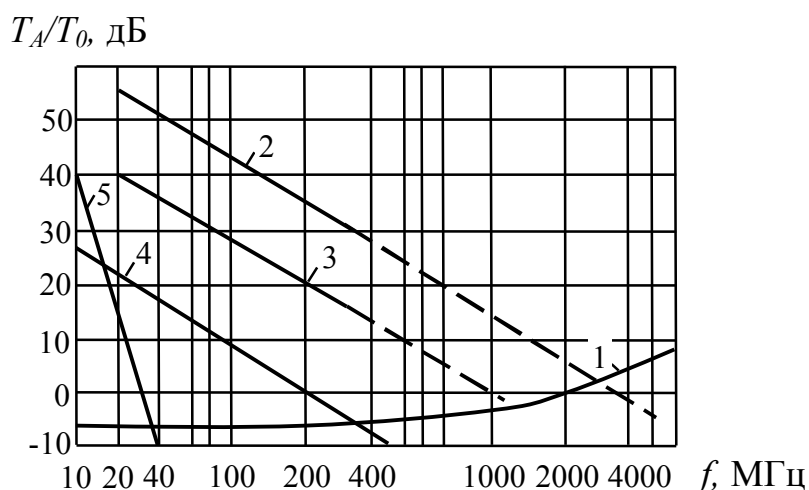
Сигнал қабуллаш қурилмасига нисбатан ташқи электромагнит халақитлар ва ички шовқинлар таъсири энергетик нуқтаи назардан эквивалентлиги асосида ягона (кельвинларда ўлчанувчи) антенна шовқин температураси T_a орқали баҳоланади.

Антенна шовқин температурасига антенна ички қаршилиги шаклида қаралиб, антенна билан мослашган қабуллаш қурилмаси киришига антеннадан берилаётган шовқинсимон халақит $P_{\text{Аш}}$ қувватини аниқлаш имконини беради. Бунда $P_{\text{Аш}}$ қабуллаш қурилмаси сигнал ўтказиш полосаси $2\Delta\omega$ бўлгандаги қувватини англатади, яъни

$$P_{\text{Аш}}=2kT_A\Delta\omega$$

бўлади. Бунда $k=1,38\cdot 10^{-23}$ Дж/К – Больцман доимийси.

Антенна шовқин температураси тушунчасини киритиш ташқи ва ички шовқинсимон халақитларни ягона сигнал ўтказиш полосаси $2\Delta\omega$ га тенг бўлган қабуллаш қурилмаси ички шовқин гепотетик температураси (ҳарорати) T_A орқали аниқлаш имкониятини яратади. 2.1-расмда турли хил халақитларга тегишли антенна температураси нисбий қиймати T_A/T_0 нинг частота бўйича тақсимоти келтирилган ($T_0=273\text{К}$).



2.1-расм. Турли хил халақитларга тегишли антенна температураси нисбий қиймати T_A/T_0 нинг частота бўйича тақсимооти, 1 – ички шовқинлар учун, 2 – шаҳар ичидаги саноат халақитлари учун, 3 – қишлоқ жойлари учун, 4 – космосга оид радиохалақитлар учун, 5 – атмосфера радиохалақитлари, $T_0=273\text{ К}$

Ушбу расмдан кўринадики саноат халақити шаҳар ҳудудида энг катта қийматга эга, қишлоқ жойларда нисбатан кам қувватга эга.

2.2. Электромагнит халақитлар, уларнинг турлари ва қабуллаш қурилмаларига таъсири

Махсус шакллантирилмаган электромагнит халақитларни икки турга бўлиш мумкин: табиий ва сунъий. Уларнинг турларга бўлиниши (классификацияси) 2.2-расмда келтирилган. Табиий халақитлар ўз навбатида шартли равишда иккига бўлиниши мумкин: биринчиси – электромагнит халақитлар манбаи ер устида, шу жумладан атмосферада жойлашган бўлиши мумкин; иккинчиси қуёш, юлдузлар, планеталар ва бошқа фазовий жисмлар нурлатаётган электромагнит нурланишлар.

Ер усти – атмосферадаги халақитларга момақалди роқ вақтида чақмоқлар ҳосил қиладиган электр разрядлар (зарядсизланиш) биринчи навбатда мисол бўлади. Бундай халақитларнинг частоталар спектри жуда кенг бўлиб, назарий нуқтаи назаридан чексиз кенг ва узок масофаларга тарқалади. Қор, ёмғир ва намгарчилик вақтида зарядларнинг йиғилиши, уларнинг антенналар, уларнинг қисмлари яқинида ва ерга уланиш қисмларига яқин жойларда зарядсизланиши ҳам электромагнит халақит (ЭМХ) ҳосил бўлишига сабаб бўлади. Алоқа каналларини ташкил этувчи турли радиоканаллар ва сигналларнинг улар орқали ўтиши натижасида юзага келадиган бузилишлар ҳам халақитлар қаторига киради.

Қуёшнинг фаол ишлаши (портлашлар) даврида катта энергия ажралиб чиқади, натижада ерда электромагнит халақитлар сатҳи кескин катталашади.



2.2-расм. Электромагнит халақитлар классификацияси

Қуёш тизими планеталарининг, юлдузларнинг ва бошқа фазовий жисмларнинг радионурлатишлари ҳам кўшимча космик халақитлар келиб чиқишига сабаб бўладилар ва уларни ультра юқори, ўта юқори ҳамда бундан ҳам юқори частоталар диапазони радиоқабуллаш қурилмаларини лойиҳалашда ва ундан фойдаланишда эътиборга олиш керак бўлади.

Сунъий электромагнит халақитлар турли электромеханик ва радиоэлектрон воситалар иш жараёнида келиб чиқади. Уларнинг баъзилари 2.2-расмда келтирилган. Ишлаш принципи электромагнит тўлқинларни қабуллашга асосланган РЭВларга ишлаши натижасида кераксиз электромагнит нурланишлар келиб чиқишига сабаб бўладиган турли электродвигателлар, генераторлар, двигателларнинг ўт олдириш қисмлари, саноат ва ишлаб чиқаришда фойдаланиладиган бошқа турли жиҳозларнинг нурлатишлари ҳам таъсир этадилар. Ушбу халақитлар – саноат халақитлари деб аталадилар. Бу халақитларни РЭВлардан, айниқса радиоқабуллаш қурилмаларидан фойдаланишда албатта эътиборга олиш керак. Турли манбалар нурлатадиган саноат халақитлари сатҳи ва частоталар диапазони ҳамда полосаси турлича. Кўп ҳолларда саноат халақитлари спектри бир неча юз мегагерц, бир неча гигагерц диапазонни эгаллайди. Саноат халақитлари бирнеча километр узокликдаги радиоқабуллаш қурилмаларига ҳам таъсир этиши мумкин.

Халақитлар сатҳи электромагнит майдон кучланганлиги (В/м, мкВ/м, дБмкВ/м) билан баҳоланади (бунда дБмкВ/м – 1 мкВ га нисбатан дБ ларда баҳолашни англатади). Баъзан дБВт/м², Вт/м² шаклида ҳам баҳоланади (бунда дБВт/м² – юзаси 1 м² бўлган майдончадан ўтувчи ваттга нисбатан ўлчанган қувват оқимини англатади). Частоталар диапазонида халақитлар сатҳи тақсимооти дБМВт/м²·кГц бирликларида ўлчанади.

2.2-расмда келтирилган жадвалда халақитларни улар қайси манбага тегишлилиги ҳам ўз ифодасини топган. Электромагнит халақитлар улар эгаллаган частоталар спектри ва таъсир этиш вақти давомийлигига қараб қуйидаги турларга бўлинадилар: флукуацион, импульс ва тўпланган халақитлар. Тўпланган халақитлар деб ташкил этувчилари спектри нисбатан тор полосада жойлашган халақитларга айтилади. Мисол учун, кўшни радиоузаткичлар тарқатаётган радиосигналлар.

Импульс халақитлар деб радиоқабуллаш қурилмасига қисқа вақт орасида таъсир этувчи энергияси Δt вақт оралиғида тўпланган халақитларга айтилади. Мисол учун, пайвандлаш аппаратлари юзага келтирадиган, чакмоқ чақиши натижасида пайдо бўлувчи электромагнит халақитлар.

Флукуацион халақит – электр нуқтаи назаридан таъсир этиш оралиғи Δt улар таъсир этадиган радиотехник занжирлардаги ўтиш жараёни τ_{jm} га нисбатан анча кичик бўлганда, унинг таъсирида радиотехник занжир (қурилма) чиқишида узлуксиз тасодикий шаклдаги халақит пайдо бўлади. Таъсир этувчи импульсларнинг сатҳи ва таъсир этиш вақти тасодикий бўлгани учун радиотехник занжир (қурилма) чиқишидаги халақит сатҳи эҳтимоллик назариясининг марказий чегаравий интилиш теоремасига асосан нормал тақсимоот қонунига бўйсунди ва спектри деярли чексиз кенг бўлади.

Космик халақитлар ва РЭВларнинг ички шовқинлари ҳам бунга мисол бўлади.

Халақитлар турли тизим ва қурилмаларга таъсир этадилар. Турли электромагнит тўлқинлардан таъсирланувчи қурилмалар ва тирик организмлар – рецептор (қабулловчи-таъсирланувчи)лар деб аталадилар. Табиий рецептор-таъсирланувчиларга одамлар, ҳайвонлар ва ўсимликлар киради (2.3-расм). Тирик организмларга электромагнит халақитлар таъсирини атроф муҳитни ҳимоялаш нуқтаи назаридан ва инсон организмга таъсири нуқтаи назаридан қараш керак бўлади. Радио ва ўта юқори частоталар диапазонидаги халақитлар сатҳи давлат стандартлари билан чегараланган бўлиб, асосан инсон организмга психофизиологик ва биологик таъсири нуқтаи назаридан аниқланган, иккинчи навбатда эса радиоалоқа ва турли радиоэлектрон воситалар иш ҳолатини маълум сифат даражасини сақлаб қолиш нуқтаи назаридан чегараланган.

Сунъий рецепторларни ҳам ўз навбатида икки турга бўлиш мумкин. Булардан биринчисининг иш фаолияти электромагнит тўлқинлардан фойдали ахборотни ажратиб олишга мўлжалланган бўлса, иккинчи тури асосий иш фаолитида электромагнит тўлқинлардан таъсирланмаслиги керак. Биринчи турга радиоқабуллаш қурилмалари киради. Радиоқабуллаш қурилмаларининг халақитлардан энг кам ҳимояланган қисми уларнинг антенналар тракти ҳисобланади, чунки антеннада ҳамма ишлаётган радиоузаткичлар тарқатаётган электромагнит тўлқинлар электр юритувчи куч (ЭЮК) ҳосил қиладилар. Аммо антенна ва радиоқабуллаш қурилмалари маълум бир диапазондаги ва частоталар полосасидаги сигналларни танлаш қобилияти – танловчанлик қобилиятига эга. Радиоқабуллаш қурилмасининг частоталар полосасидан ташқарида бўлган сигналлар кескин сўндириладилар ва улар радиоқабуллаш қурилмалари чиқишида (агар халақитлар қуввати жуда катта бўлмаса) кучланиш ҳосил қилмайдилар. Радиоқабуллаш қурилмаларининг асосий параметрлари: радиоканал частоталар ўтказиш полосаси; асосий канал бўйича сезувчанлиги ва бошқа кераксиз каналлар орқали халақитлардан таъсирланувчанлиги ҳисобланади. Радиоқабуллаш қурилмаси чиқишида маълум сигнал-халақит нисбатини таъминлаш учун унинг киришига (қабуллаш антеннаси чиқишидан) берилиши керак бўладиган кириш сигналининг энг кичик (минимал) қиймати орқали унинг сезувчанлиги аниқланади. Сезувчанлик одатда мкВт, мВ ларда баҳоланади. Радиоқабуллаш қурилмасининг таъсирланувчанлиги деб унинг асосий радиотрактидан ташқаридаги турли халақитларга нисбатан сезувчанлигига айтилади. Таъсирчанлик фойдали сигналга нисбатан сезувчанлик орқали баҳоланади.

Халақитлар радиоқабуллаш қурилмасига унинг нафақат антенна тракти – асосий кириш тракти, балки бошқа йўллар: электр таъминот занжири, алоҳида элементлари ва бошқарув қисми орқали ҳам таъсир этиши мумкин.

Бу турдаги халақитлар сатҳини бошқарув ва электр таъминот қисмини экранлаш ҳисобига камайтириш мумкин.



2.3-расм. Электромагнит халақитлар рецептори

2.3. Турли халақитларнинг РЭВга таъсири

Халақит таркиби, энергияси ва спектрига қараб қабуллаш қурилмасига турли даражада таъсир кўрсатади. Кучли халақитлар таъсирида қабуллаш қурилмаси умуман ишдан чиқиши мумкин, бунга биринчи навбатда қурилмадаги ярим ўтказгич асбобларда қайта тикланмайдиган физик жараёнлар юзага келиши сабаб бўлади. Кучли импульссимон халақит яқка ҳолатда ёки такрорланувчи бўлиши мумкин, бундан ташқари гармоник тебранишлар ва узлуксиз шовқинсимон кўринишда бўлиши мумкин. Радиоэлектрон қурилма турли элементларига яқка ва кетма-кет такрорланувчи кучли халақитлар турлича таъсир кўрсатади. Такрорланувчи импульслар ёки узлуксиз тебранишлар таъсирида электрон схемалар элементларининг ишдан чиқиши яқка импульссимон халақитлар таъсиридагига нисбатан бир неча ўн марта, баъзи ҳолларда юз марта кичик энергия қийматларига мос келади (2.1-жадвал).

2.1-жадвал. Электрон схема элементларининг ишдан чиқиш қийматлари

Элемент тури	Импульс энергияси, мкДж
Нуктавий уланган диод	0,01...12
Кам потенциалли интеграл микросхемалар	10
Кам қувватли (Маломощные) транзисторлар	20 ... 1000
Катта қувватли (Мощные) транзисторлар	1000
Электролиз конденсаторлар	60...1000
Резисторлар (0,25 Вт)	10^4
Реле	$10^3...10^5$

Қабуллаш қурилмасига таъсир этувчи кучли яқка халақитлар уни қайта тиклаб бўлмайдиган бузилишга олиб келмаган ҳолда, узлуксиз халақит таъсирида қабуллаш қурилмасининг функционал қисмлари ишга яроқсиз ҳолга келиши мумкин. Қабуллаш қурилмасининг халақитлардан таъсирланиши унинг таъсирчанлиги орқали аниқланади ва баҳоланади.

РЭВнинг халақитларга бўлган акс таъсири унга таъсир этаётган халақит қувватига боғлиқ. Агар у қурилма актив элементларини ортиқча зўриқишга олиб келса, бу ҳолда актив элемент характеристикасининг ночизиқлилиги эътиборга лойиқ бўлади. Бунинг натижасида қабуллаш қурилмаси созланган частота халақит частотасидан сезиларли фарқ қилганда ҳам унинг сифат кўрсаткичи ёмонлашади. Ушбу ҳолат электромагнит тўлқинларни қабул қилиш учун мўлжалланмаган электрон қурилмаларига ҳам тегишли бўлиб уларнинг ишлаш ҳолатига салбий таъсир этади. Баъзи ҳолларда кучли халақитлар таъсирида бўлган РЭВ ўзининг дастлабки ишчи ҳолатига қайтиши учун маълум вақт ўтиши керак бўлади.

Халақит қуввати қабул қилинаётган фойдали сигнал қувватига яқин бўлса, у ҳолда халақит қабуллаш қурилмасига аддитив халақит шаклида таъсир этади, бу ҳолда

$$x(t) = S(t) + w(t) \quad (2.1)$$

бўлади. Бунда $x(t)$ - фойдали сигнал $S(t)$ ва халақит $w(t)$ йиғиндисига тенг бўлади.

Махсус шакллантирилмаган тасодифий шаклдаги халақит таъсирида қабуллаш қурилмасининг сифат кўрсаткичлари ёмонлашади. Халақитнинг қабуллаш қурилмаси иш сифатига таъсири халақитнинг қуввати, унинг спектри таркиби, қабуллаш қурилмаси тури ва $x(t)$ га ишлов бериш усулига боғлиқ. Мисол учун, қабуллаш қурилмаси турига қараб иш сифати ёмонлашади, радионавигациялаш хатолиги ошади, радиопортлатиш қурилмаси “ёлғон кўрсатма” асосида ўз-ўзидан ишлаб кетади.

Турли махсус шакллантирилмаган халақитларнинг РЭВга салбий таъсирини бартараф этиш, қисман бўлса ҳам камайтириш радиоэлектрон воситаларнинг электромагнит мослашуви муаммосини келтириб чиқаради.

2.4. Махсус шакллантирилмаган халақитларнинг қабуллаш қурилмаларига таъсири

Радиотехник, электротехник ва электрон қурилмалар ишлаши натижасида табиийки турли халақитлар келтириб чиқарадилар, шунинг учун уларни халақитлар манбаи (ХМ) деб атаймиз ва улар таъсиридаги радиоэлектрон қурилмани рецептор (Р) деб аташ мумкин. Халақит манбаи ишлаш жараёнида қабуллаш қурилмасига салбий таъсир кўрсатади. Ушбу таъсир қабуллаш қурилмасига бевосита ёки билвосита бўлиши мумкин. Халақит манбаининг қабуллаш қурилмасига бевосита таъсири турлича амалга ошади. Масалан, халақит манбаи – радиоузаткич (РУ), радиоқабуллаш қурилмаси (РҚК) эса – рецептор бўлса, у ҳолда халақитлар радиоузаткич антеннаси орқали тарқатилади ва радиоқабуллаш қурилмаси антеннаси орқали қабул қилинади. Бошқа ҳолда халақитлар халақит манбаининг турли элементлари, конструкциялари ва ташкил этувчилари орқали электромагнит майдон ҳосил қилинади ва бу электромагнит тўлқинлар атроф муҳитда эркин тарқалади, қабуллаш қурилмаси элементлари ва занжирларида электр юритувчи кучни юзага келтиради. Ҳар бир ҳолатда электромагнит энергия халақит манбаидан қабуллаш қурилмасига турли йўллар билан таъсир этади. Радиоалоқа учун керак бўлган асосий канал бўйича кириб келаётган халақитлардан бошқа қабуллаш қурилмасига кўшимча таъсир этувчи халақитлар канали бўлмаслигини таъминлаш чора тadbирларини кўриш керак.

Очиқ фазода тарқалаётган электромагнит нурланиши шаклидаги халақитнинг қабуллаш қурилмасига таъсири халақит манбаининг чиқиш қувватига, халақит манбаи билан қабуллаш қурилмаси орасидаги масофа r га,

халақит тўлқин узунлиги λ га, тўлқин тарқалиш мухити ва бошқа бир қатор кўрсаткичларга боғлиқ. Қабуллаш қурилмасининг халақит манбаига нисбатан жойлашган оралиқ масофасига қараб, халақит манбаи атрофидаги фазони шартли яқин ($r < \lambda/2\pi$), оралиқ ва узоқ ҳудудларга ажратиш мумкин.

Узоқ ҳудудда энергия фазода эркин тарқалаётган электромагнит тўлқинлар орқали узатилади. Ушбу тўлқинлар электр ва магнит майдонлари кўндаланг кесимга эга бўлиб, уларнинг энергияси зичлиги бир-бирига тенг, тўлқин ҳар икки ташкил этувчисининг ўзгариши $1/2$ га пропорционал электромагнит майдон интенсивлиги(зичлиги)нинг тўлқин тарқалиши бурчагига боғлиқлиги масофа r ўзгаришига боғлиқ эмас (масалан, антенна учун – йўналтирилганлик диаграммаси). Бунда радиохалақитлар узатиш ва қабуллаш антенналари билан қабулланиши билан бирга, турли қурилмаларнинг корпус (қобик)лари, кабеллари (экранлаш даражаси етарли бўлмаган ҳолларда), схема элементлари нотўғри жойлашганда, монтаж қилинганда электр таъминот занжирлари ва бошқариш ўтказгичлари орқали ҳам қабулланиши мумкин.

Оралиқ ҳудудга $\lambda/2\pi < r < r_{max}^2/\lambda$ билан чегараланган фазо киради. Бунда r_{max} – халақит манбаи ва қабуллаш тоқлари энг катта қийматига мос келувчи масофадаги ҳудуд (антенналар учун r_{max} – антенна ўлчамлари энг катта апертураси). Бунда халақит манбаи ток ҳудуди алоҳида қисмлари орқали тарқатилаётган электромагнит майдонлар кўндаланг кесими таркибга боғлиқ бўлиб, тарқалаётган электромагнит тўлқинлар қабул қилиш нуқтаси (жойи)да ушбу тўлқинлар йиғиндиси (суперпозицияси)га тенг бўлади. Бу ҳолда узоқ ҳудуддаги электромагнит тўлқинлардан фарқлироқ ушбу интерференцияланадиган тўлқинлар фазалари ўзаро нисбати халақит манбаи ва қабуллаш қурилмаси орқасидаги масофа ва улар орасидаги бурчак координаталарига боғлиқ бўлади. Одатда электр ва магнит майдонлар кучланиши масофа r га боғлиқ бўлиб, бир текис (монотон) бўлмайди.

Яқин ҳудуд ($r < \lambda/2\pi$) да электр ва магнит майдонлар зичлиги бир-бирига тенг эмаслиги билан фарқланади. Халақит манбаи турига қараб, яқин ҳудудда электр ёки магнит майдони асосий катталиқка эга бўлади. Электромагнит майдон таркиби тўлиқ кўндаланг бўлмайди, яқин ҳудудда электр ва магнит майдонлари қийматлари масофа $1/r^2$ ва $1/r^3$ га пропорционал равишда ўзгаради. Ушбу яқин ҳудудда саноат халақитларининг қабуллаш қурилмасига таъсири катта бўлади.

Электромагнит тўлқинларни кабеллар, тўлқин узаткичлар ва бошқа узатиш линиялари орқали қабуллаш қурилмасининг киришига етказиб бериш мумкин. Бундай турдаги узаткичлар сигналларни узоқ масофаларга нисбатан кам сўнишлар билан етказиб берадилар. Халақитлар халақит манбаи ва қабуллаш қурилмаси бир электр манбасидан фойдаланиши натижасида ҳам юзага келиши мумкин. Бу ҳолда халақит манбаи ва қабуллаш қурилмаси галваник алоқага эга деб қаралади. Халақит манбаи ва қабуллаш қурилмаларининг ўзаро галваник боғлиқ бўлиши натижасида уларга саноат халақитларининг таъсири сезиларли даражада ошади.

Халақит манбаининг қабуллаш қурилмаси билан галваник боғланиши бўлмаган ҳолда халақитнинг қабуллаш қурилмасига тўғридан-тўғри таъсири бўлмайди. Бунда халақит қабуллаш қурилмасига сигнал узатилаётган муҳит кўрсаткичларининг ўзгариши, қурилма элементлари кўрсаткичлари (параметрлари)нинг ўзгариши ёки халақит манбаи таъсирида қабуллаш қурилмаси баъзи каскадларининг ишлаш режими (ҳолати) ўзгариши натижасида ҳосил бўлади. Масалан, кучли радиоузаткичнинг электромагнит тўлқинларни фазога тарқатиши натижасида ионосфера электродинамик кўрсаткичлари ўзгаради, бу ўз навбатида радиолинияда радиотўлқинлар тарқалиши шароитининг ўзгаришига олиб келади. Худди шунингдек ҳаракатдаги радиоалоқа тизимидаги турли электротехник қурилмалар ишлаш ҳолатининг ўзгариши; электр манбаига катта қувватли юкламанинг уланиши натижасида электр манбаи кучланишининг ўзгариши ва бунинг натижасида электр занжирда ўтиш жараёнининг пайдо бўлиши қабуллаш қурилмасининг сифат кўрсаткичларига таъсир этади.

2.5. РЭВлар электромагнит мослашувига сабаб бўлувчи кўрсаткичлар

Халақит манбаи ва қабуллаш қурилмаларининг жойлашишига қараб РЭВнинг ЭММини таъминлаш бир-биридан фарқланади. Масалан, учиш аппаратида, кемаларда, алоқа узелида, ерда ҳаракатланувчи автотехникада ва ҳ.к. Маълум бир ҳудудда доимий жойлашган РЭВларнинг ЭММ масалалари турли усуллар орқали таъминланади. Бундай фарқланиш халақит манбаи ва қабуллаш қурилмасининг ўзаро жойлашган оралиғи, улар олдига қўйилган вазифаларнинг турига боғлиқ. Бундан ташқари РЭВларнинг ЭММини қуйидаги босқичларда ҳам таъминлаш талаб этилади:

- элемент, блок;
- элементлар ва блоклардан ташкил топган алоҳида радиоузатиш ёки радиоқабуллаш қурилмалари даражасида;
- маълум бир вазифани бажарувчи ўзаро бир-бирига боғлиқ бўлган радиотизим – радиокомплекслар;
- маълум мақсадларда сигналларни узатиш ва қабуллашга мўлжалланган қурилма (тизим)лар – радиохизматлар.

Юқорида санаб ўтилган босқичларда ЭММ муаммоларини ечиш ўзига хос усуллар ёрдамида амалга оширилади. Бу махсус шакллантирилмаган халақитларнинг қабуллаш қурилмасига таъсир этиш йўллари, махсус шакллантирилмаган халақитларнинг қабуллаш қурилмаларига таъсирини таҳлил этиш усулига, қабуллаш қурилмаларига махсус шакллантирилмаган халақитларнинг таъсирини камайтириш усулларига боғлиқ.

Ҳар бир босқичда махсус шакллантирилмаган халақитларнинг қандайдир қабуллаш қурилмасига таъсири қуйидаги шароитлар эътиборга олинган ҳолда амалга оширилади.

1. РЭВ тарқатаётган электромагнит тўлқинлар шартли равишда икки қисмга бўлинади. Улардан биринчиси ушбу РЭВ бажариши керак бўлган вазифани амалга ошириш учун керак, иккинчи қисми ушбу РЭВнинг техник

талабларга тўлиқ жавоб бермаслиги натижасида юзага келувчи электромагнит тўлқинлар. Масалан, радиоузатиш қурилмаси маълум частота ва полосада радиотўлқинлар тарқатиши керак, ammo баъзи сабабларга кўра у асосий полосадан ташқарида ҳам радиотўлқинлар тарқатади. Махсус шакллантирилмаган халақитларнинг қабуллаш қурилмасига таъсирини аниқлашда ҳамма турдаги махсус шакллантирилмаган халақитларни эътиборга олиш керак, яъни:

- асосий частота ва полосадаги радиотўлқин тарқатишлар;
- хоҳишдан ташқари частоталардаги тўлқин тарқатишлар;
- электр таъминот занжири, бошқарув тизими, коммутация қисми;
- ерга улаш тизими ва бошқа турли саноат халақитларини назарда тутиш керак бўлади.

Баъзи РЭВларда халақитларни манбанинг ўзида умуман йўқ қилувчи ёки қисман камайтирувчи махсус усуллардан (қурилмалардан) фойдаланилади. Ҳар қандай частотада ва ишчи частоталар полосасидаги халақитлар ўзларининг қувватлари P_{xmj} билан тавсифланадилар.

Халақитларни уларнинг манбаининг ўзида сусайтириш коэффициентини C_{xml} билан белгилаймиз, бунда l радиотўлқиннинг асосий каналга ёки махсус шакллантирилмаган халақитнинг бирон-бир турига боғлиқлигини кўрсатади.

2. Бундан ташқари электромагнит энергиянинг халақит манбаидан қабуллаш қурилмасига узатилиш ҳолати ҳам юз беради. Бу жараён кўп кўрсаткичларга боғлиқ. Масалан, муҳит хусусиятларига, антенна параметрларига, халақит манбаи ва қабуллаш қурилмаси орасидаги масофага ва улар антенналарининг бир-бирига йўналтирилганлик даражасига, радионурланиш кутбланишига ва бошқаларга боғлиқ. Махсус шакллантирилмаган халақитлар – радиотўлқинларни узатиш ва қабуллаш радиоқурилмалар антенналари йўналтирилганлик диаграммалари асосий, ён ёки орқа томон япроқчаларига, қурилмалар корпуслари, антенна тракти фидерлари, элементлари ва бошқаларга боғлиқ.

Махсус шакллантирилмаган халақитларнинг тарқалиш муҳитида сусайиши C_K орқали характерланади, бунда K – халақитнинг қабуллаш қурилмасига таъсир этиш йўли тартиб рақами.

3. Халақит электромагнит энергияси қабуллаш қурилмаси орқали қабул қилинади ва унинг ишлаш жараёнига таъсир этади. Қабуллаш қурилмаси ташқи электромагнит таъсирга турлича акс таъсир кўрсатиши мумкин. Бунда қабуллаш қурилмасига фойдали сигналнинг таъсирини ва қабуллаш қурилмаси техник талабларга тўлиқ жавоб бермаслигини алоҳида эътиборга олиш керак. Масалан, радиоқабуллаш қурилмаси учун маълум частота ва полосадаги фойдали сигнални қабул қилиш асосий бўлиб, асосий бўлмаганга кераксиз қўшни каналлардаги сигнални, антеннадан бошқа йўллар билан сигнални қабуллаш кераксиз (зарарли) ҳисобланади. Махсус шакллантирилмаган халақитларни қабуллаш қурилмаси орқали ўтишдаги сусайишини C_{Skk} билан баҳолаймиз, бунда S – канал тартиб рақами. Қабуллаш қурилмаси киришига махсус шакллантирилмаган халақитларнинг

қуввати унга таъсир этаётган халақит тури – l , S – каналига k йўл билан таъсири қуйидагича аниқланади:

$$P_{KK} = P_{0xm} C_{xm,l} C_k C_{KK,S}, \quad (2.2)$$

бунда, P_{0xm} – ишчи частота ва полосадаги халақитнинг қуввати.

Аниқ бир РЭВ учун аниқ бир халақит тури таъсир этганда унинг сифат кўрсаткичи талаб даражасида бўлиб қолишини таъминлайдиган халақит чегаравий сатҳи $P_{KK,чс}$ ни кўрстиш мумкин, яъни $P_{KK} \leq P_{KK,чс}$. Бундай халақит сатҳи меъерий – рухсат этилган сатҳ деб аталади. Агарда ҳамма ҳосил этилган махсус шакллантирилмаган халақитлар сатҳи ҳамма эътиборга олинган қабуллаш қурилмаси гуруҳи учун меъерий – рухсат этилган сатҳдан кам бўлса, РЭВ гуруҳи учун ЭММ шарти бажарилган ҳисобланади.

Халақит манбаи ва қабуллаш қурилмаси учун ЭММ шароити қуйидаги ҳолатларда бузилиши мумкин:

- халақит манбаи характеристикасининг талаб даражасида эмаслиги, масалан, радиоузатиш қурилмаси асосий ишчи частотадан бошқа частотада ҳам сезиларли қувватдаги радиотўлқинларни тарқатса;

- қабуллаш қурилмаси характеристикасининг талаб даражасида эмаслиги, масалан, радиоқабуллаш қурилмасининг сигнал танловчанлиги натижасида ён полосадаги кўшимча кераксиз сигналларини қабул қилиши;

- РЭВ узеллари, блоклари, умуман РЭВ радиоқабуллаш қурилмаси, радиоузатиш қурилмаси ва унинг антенна фидер тракти етарли даражада экранланмаганлиги;

- аппаратура ва унинг алоҳида қисмларининг техник талаблар даражасида ўзаро жойлаштирилмаганлиги;

- РЭВ орасида частоталар нотўғри тақсимланганлиги.

РЭВлар ЭММини таъминлаш учун махсус шакллантирилмаган халақитларнинг унга таъсир этиш йўллари аниқлаш керак: халақит манбаини ва уни юзага келиш сабабларини аниқлаш керак бўлади. Шу нуқтаи назардан турли РЭВлар ва уларнинг элементлари, қисмларини махсус шакллантирилмаган халақитларни юзага келишига сабаб бўладиган ҳолатларни ва уларнинг электромагнит тўлқинларга нисбатан таъсирланувчанлигини аниқлаш талаб этилади.

2.6. Саноат радиохалақитлари

Радиоузатиш тизимларидан бошқа, турли вазифаларни бажарувчи электр ва электрон қурилмалар, тизимлар томонидан радиочастоталар диапазонида юзага келтириладиган электромагнит халақитлар саноат радиохалақитларини ташкил этади.

Саноат радиохалақитлари электр жиҳозлар ва асбоблар, компьютерлар, радиоқабуллаш қурилмалари ва телевизорлар, электртранспорти ва автомобиллар, катта кучланишли электр узатиш линиялари ва бошқа турли техник воситалар томонидан содир этирилади. Радиохалақитлар турли

электр қурилмаларда ток кучи ва кучланишининг бир онда сакраб ўзгариши, электр двигателлар контакт шеткаларининг коллекторга жипс тегмаслиги, трамвай ва троллейбуслар ток олиш қурилмаларининг контакт симига бир текис тегмаслиги, автомашиналар трамблеридаги юқори кучланишли узибуланишлар натижасида юзага келади. Натижада радиоалоқа, радиоэшиттириш ва телевиденияда фойдаланиладиган радиочастоталар диапазонида узлуксиз радиохалақитлар фойдали сигналга қўшилган шаклда уларга таъсир кўрсатади.

Радиохалақит манбалари одатда худудда етарли даражада зич жойлашган бўлади ва РЭВларга ўз таъсирини кўрсатади. Шунинг учун ушбу радиохалақитларнинг радиочастоталар диапазонидаги қуввати радиоузатиш қурилмалари нурлатаётган қувватдан анча кам бўлишига қарамасдан улар электромагнит муҳитга маълум даражада таъсир қилади. Шунинг учун радиохалақитларни бартараф этиш РЭВларнинг нормал иш шароитини таъминлайди. Шундай қилиб, радиочастоталар спектридан фойдаланишни бошқариш саноат радиохалақитларини тартибга солиш ишларини ҳам амалга оширишни ўз ичига олади.

Табиий халақитлардан фарқлироқ саноат радиохалақитларининг радиоқабуллаш қурилмалари – рецепторларга таъсирини бошқариш, шу билан бирга халақитлар ҳосил қилувчи манбаларни ҳам талаб даражасида ишлашини назоратга олишни талаб этади. Саноат радиохалақитлари (СРХ) сатҳи руҳсат этилган миқдоргача камайтиради. СРХининг руҳсат этилган сатҳи меъёрий ҳужжатлар билан регламентланган, бу регламентлар РЧДК, давлат стандартлари, соҳалар норматив ҳужжатлари шаклида расмийлаштирилган.

СРХини юзага келтирувчи қурилмалар уларни ишлаб чиқишдан аввал ЭММ талабларига жавоб беришлигини аниқлаш бўйича сертификациядан ўтказиладилар. Норматив ҳужжатлардаги талабларга жавоб бермайдиган қурилмалар сертификациядан ўтказилмайди.

СРХини чеклаш мақсадида қурилмаларда халақитларни бартараф этувчи: учқун бартараф этувчилар, акс эттирувчи ва ютувчи филтрлар, экранлар, дросселлар, симметрияловчи қурилмалар ва ерга улашлардан фойдаланилади. Филтрлаш ва экранлашга асосланган халақитлар сатҳини кескин даражада камайтирувчи конструкциялар ишлаб чиқилади.

РЭВ ва СРХи манбаининг ЭММ талабларига мос келишлиги радиоэшиттириш ва телевидение марказларини, амалда эса ҳамма радиоалоқа тизимларини лойиҳалаш ва ишга тушириш жараёнида алоҳида эътиборга олинади. Космик кемалар бортидаги илмий асбоблар ва турли радиоҳизмат тизимларининг ЭММ муаммолари космик лойиҳани амалга ошириш жараёнида эътиборга олинади. СРХи билан курашиш кичик бир худудда жойлашган ҳарбий ва фуқаро объектлари, авиация, денгиз ва дарё флоти, транспорт воситалари ЭММ масаласини ечиш учун ҳам зарур тадбирдир.

СРХи муаммоси борган сари ўзига алоҳида эътиборни талаб қилмоқда. Техник ривожланиш СРХ манбаи бўлаётган қурилмалар ва улар таъсиридаги рецепторлар сонининг кўпайишига олиб келмоқда. Шунинг учун бутун

дунёдаги мутахассислар СРХи сатҳини ва таъсирини камайтириш муаммолари билан шуғулланмоқдалар.

СРХи билан кураш ўтган асрнинг 20-йилларида бошланган эди. 1933 йилда Париж шаҳрида ўтказилган конференцияда электротехник ва электроника маҳсулотларни ўзаро айирбошлашдаги қийинчиликларнинг олдини олиш учун СРХининг ҳамма учун мажбурий бир хил бўлган талаб ва усуллари ишлаб чиқиш кераклиги ҳақида келишиб олдилар. Ушбу учрашув натижасида радиохалақитлар бўйича махсус халқаро комитет тузилди. Бу комитет халқаро электротехника комиссияси таркибига киради. Ушбу комитетда 6 та комитет ости ташкилоти бўлиб, улар дастур асосида иш олиб бормоқдалар, булар:

- радиохалақитларни ўлчаш ва статистик таҳлил этиш;
- саноатга алоқадор, илмий ва медицина қурилмалари, бошқа катта саноат қурилмалари, ҳаво электр узатиш линиялари, юқори кучланишли жиҳозлар ва электр юк ташиш транспорти;
- ички ёниш двигатели бор автомобил ва қурилмалар электр/электрон жиҳозлари келтириб чиқарадиган электромагнит халақитлар;
- маиший уй-хўжалик асбоблари, ёритиш жиҳозлари ва шунга ўхшаш қурилмалар;
- радиохизматларни ҳимоялаш хизмати;
- ахборот технологиялари, мультимедиа ва радиоқабуллаш жиҳозлари электромагнит мослашуви.

Радиоалоқа бўйича махсус халқаро комитет (PMXK-CISPR) томонидан ишлаб чиқилган стандартлар тавсия ҳуқуқига эга бўлиб, регионал ва миллий меъёрий ҳужжатларни ишлаб чиқиш учун асос вазифасини бажаради.

ЭММга тегишли меъёрий ҳужжатлар, шу жумладан СРХига тегишли меъёрий ҳужжатлар халқаро миқёсда бир-бирига мослаштирилмоқда. Шу билан бирга СРХига тегишли ўлчовлар, стандартлаш ва сертификациялашга тегишли ҳужжатлар ҳам халқаро миқёсда муҳокама этилиб ягона бир ечимга келинмоқда.

2.6.1. Саноат радиохалақитлари рецепторлари

Турли кўринишдаги ва турли вазифаларни бажарувчи радиовоситалар халақитлар таъсирида бўладилар. СРХи радиоалоқа, радиоэшиттириш, телевидение сигналларини қабул қилишга халақит беради. Радиоэшиттириш дастурларини қабуллашда СРХи тартибсиз чертишлар, шовқинлар бўлиб эшитилади. ТВ сигналларини қабуллашда СРХи синхронизациянинг бузилишига, экранда қор ёғилишига ўхшаш ҳолатга, рангларнинг аслидан фарқланишига, тасвирнинг бузилишига ва айрим ҳолларда тасвир тўлиқ йўқолишига олиб келади. Радиоалоқа тизими халақитбардошлиги СРХи таъсирида ёмонлашиши ёки алоқа умуман узилиши мумкин.

Иккинчи тур рецепторларга – турли кўринишдаги ва турли вазифаларни бажарувчи (радиохизмат воситаларидан ташқари) электрон

воситалар киради. Бу тур воситаларга СРХининг таъсири тобора ортиб бормокда. Бунга қуйидагилар сабаб: электрон қурилмалардан инсон ҳаётида ва кундалик фаолиятида фойдаланиш тезкорлик билан ўсиб бораётганлиги ҳамда энг кўп тарқалган қобик (корпус)сиз электрон схемаларга ва микропроцессорларга электромагнит майдон кучли таъсир кўрсатишидир.

Электрон қурилмаларнинг СРХидан таъсирланиши бу йўналишдаги жиддий муаммо ҳисобланади, айниқса бу электрон қурилмалардан хавфсизлик ва иқтисод соҳасида фойдаланилган ҳолларда.

Юқорида таҳлил этилган рецепторлар бир-биридан тубдан фарк қилади.

РҚҚ сигналларни ўз антеннаси орқали қабул қилиши керак, бунда унга бир вақтда фойдали сигнал ва халақит таъсир кўрсатади. Бу СРХининг РҚҚга таъсир этишининг асосий йўли ҳисобланади. СРХнинг РҚҚга таъсир этиш кўшимча йўллари қуйидагилардан иборат: ерга уланиш симлари орқали, электр қувват манбаига уланиш занжирлари орқали. Агар РҚҚ ёмон экранланган бўлса, у ҳолда СРХи унинг тебраниш контурлари орқали тўғридан-тўғри қабулланади.

Иккинчи тур электрон қурилмалар – рецепторлар сигналларни қабуллаш учун мўлжалланган эмаслар, булар учун СРХининг асосий таъсири РҚҚ учун кўшимча – иккиламчи бўлган йўл ҳисобланади. Агар ушбу йўллар орқали халақитлар таъсири йўқотилса, у ҳолда электрон қурилмага СРХи таъсир этмайди, аммо РҚҚ СРХ таъсирида бўлади. Шунинг учун РХМКнинг асосий вазифаси радиоалоқа воситаларини СРХидан ҳимоялаш ҳисобланади.

2.6.2. Саноат радиохалақитларининг классификацияси

Саноат радиохалақитларининг тарқалиш муҳити, спектри таркиби, пайдо бўлиш сабаби ва рецепторга таъсирига қараб кўпгина гуруҳ ва кичик гуруҳчаларга бўлинади. Ўзи бажарадиган асосий вазифасига кўра СРХ манбаи қуйидаги асосий гуруҳларга бўлинадилар:

- маиший асбоб ва қурилмалар;
- ёруғлик электр жиҳозлари;
- автомобиллар ва бошқа ички ёниш двигатели мавжуд қурилмалар;
- юқори кучланишли ҳаво электр узатиш линиялари ва электр шахобчалари;
- электр кучи билан ҳаракатланувчи воситалар (электровозлар, трамвай, троллейбус, электрокара, юрувчи электр кранлар ва х.к.);
- радиоэшиттириш ва телевизион қабуллаш қурилмалари ва бошқа маиший РЭВлар;
- ахборот технологиялари жиҳозлари.

Маиший асбобларнинг радиохалақитларни юзага келтирувчи қисмлари бу коллекторли двигателлар, узиб-уловчи қурилма ва тизимлар, ток тўғриловчи ва барқарорлаштирувчи қурилмалар ва бошқалар. Маиший

асбоблар радиоқабуллаш қурилмаларига 0,15...1000 МГц диапазонда халақит бериши мумкин.

Турли ёритиш қурилмалари, шу жумладан люменицент лампалар ва уларни ёқиш қисми. Бу лампаларда СРХининг ҳосил бўлишига сабаб газ разряди вақтида унинг электр характеристикаларининг доимий равишда ўзгариши ва улар техник кўрсаткичларининг бир-биридан катта фарқидир. Ёритиш электр асбоблари 0,15...600 МГц частоталар диапазонида СРХларини ҳосил қилади.

Автомобиллар ва турли ички ёниш двигатели мавжуд бўлган қурилмалар СРХининг энг кўп тарқалган манбаи ҳисобланади. Уларнинг радиоҳалақитларни келтириб чиқарувчи асосий қисми – ўт олдириш тизимидир. Автомашинадан ташқарида жойлашган РЭВларнинг ЭММини баҳолашда, шу жумладан ҳаракатдаги алоқа воситалари учун автомобил оқими ҳосил қилган натижавий СРХи ҳисобга олинади. Бунда СРХ сатҳи автомобил ҳаракатининг тифизлигига (оқимига) боғлиқ. Автомобиллар юзага келтирган саноат халақитлари радиоқабуллашга 0,15 МГц дан 4 ГГц гача частоталар диапазонида салбий таъсир кўрсатади.

Саноат, илмий ва медицина (СИМ) қурилмаларининг СРХ радиочастоталар спектрини бошқариш нуқтаи назаридан алоҳида эътиборга эга. СИМ қурилмаларининг радиоҳалақитни келтириб чиқарувчи асосий қисми унинг генератори ҳисобланади, унинг тебраниш частотаси маълум. СИМ қурилмаларининг асосий нурлатиш частоталари ХЭИ томонидан бирламчи асосли қилиб белгиланган, Россияда эса иккиламчи асосда деб белгиланган. СИМ қурилмалари асосий частота ва унинг гармоникаларида радиоҳалақитлар нурлатадилар. Бундан ташқари уларнинг электр таъминот қисмлари, назорат ва бошқарув қисмлари ҳам СРХ манбаи бўлиши мумкин. СИМ қурилмаларига қуйидагилар киради:

- индукцион диэлектрик ва ЖЮЧ иситгичлари;
- металларни, труба ва пластмассаларни пайвандлаш ускуналари;
- сигнал генераторлари;
- радиочастоталар спектри анализаторлари;
- синхрофазотронлар;
- микротўлқинлар ва қисқа тўлқинлар таъсирида даволаш қурилмалари;
- инфрақизил ва ЖЮЧ маҳсулот тайёрловчи печкалар ва бошқалар.

СИМ қурилмалари учун ажратилган 2,45 ГГц частота гармоникалари радиоқабуллашга 18...20 ГГц частоталар диапазонигача халақит бериши мумкин.

Юқори кучланишли ҳаво электр узатиш линия (ЭУЛ)лари тармоқ бўйича тарқалган халақит манбаи ҳисобланади. ЭУЛларида халақитлар намлик вақтидаги разрядланишлар, чағанок (ажратгич), арматура ва сим орасидаги разрядланишлар натижасида юзага келади. Симлараро разрядлар орасида ҳосил бўладиган СРХи 20...30 МГц частоталар диапазонида бўлади. ЭУЛ чағаноклари ва арматураси орасидаги разрядланишлар натижасида бир неча ГГц частотагача бўлган диапазонда СРХ юзага келади. ЭУЛлари

СРХлари об-ҳаво шароитларига, унинг конструкцияси ва ундаги кучланишга боғлиқ, бу СРХи ҳаво нам вақтида 20 дБга ошиши мумкин.

Электр ёрдамида ҳаракатланувчи турли транспорт воситаларининг халақитларни келтириб чиқарувчи қисмлари: ҳаракатдаги вагонлар, электр тармоғига жипс уланиш даражаси, электр таъминот линиялари, электр таъминот шахобчалари, сигнал бериш, блокировкалаш ва турли бажариш механизмлар. Энг катта СРХ электр транспорт электр таъминотига сурилиб уланиш натижасида ҳосил бўлади, бу қуйидагиларга боғлиқ: уланиш вали шакли ва материали, уланиш сими, сим осилган таянчлар ҳолати, ҳаракат тезлиги, йўлнинг ҳолати. Кўп ҳолларда СРХ алоҳида импульслар, импульслар кетма-кетлиги ва нодаврий такрорланувчи импульслар кўринишида, электр транспорти радиоқабуллашни 1...2 ГГц частоталар диапазонигача бўлган полосада ёмонлашишига сабаб бўлади.

Маиший РЭВларнинг халақитларни юзага келтирувчи қисмлари қуйидагилар: гетеродинлар, генераторлар, модуляторлар, электр таъминот манбалари. РЭ ва ТВ қабуллагичларининг антенналари ҳам СРХ тарқатилувчи ҳисобланади. РЭ ва ТВ қабуллагичлар СРХлари частотаси бир неча ГГц частоталар диапазонида бўлади.

Ахборот технологиялари жиҳозларига: компьютерлар, факсимил ва телефон аппаратлари, касса терминаллари, кодларни ҳисоблаш қурилмалари киради. Бу қурилмаларнинг СРХларини юзага келтирувчи қисмларига уларнинг электр таъминот манбалари (асосан импульсли ток манбалари), узиб-улаш қурилмалари, тебранишларни келтириб чиқарувчи генераторлар киради. Компьютерларнинг генератори асос частотаси бир неча юз МГц, шунинг учун унинг халақитлари тахминан 10 ГГц частоталар диапазонида сезиларли бўлади. Компьютер тармоқларида СРХлари унинг тармоқ кабеллари орқали тарқалиши мумкин. Бундан ташқари кабелли тармоқ СРХларини нурлатиши ҳам мумкин.

СРХ манбаи жойлашган ўрнига қараб қуйидаги асосий гуруҳларга бўлинади:

- саноат зоналарида фойдаланиладиган техник воситалар;
- кам электр қуввати талаб қиладиган саноат зоналарида, тижорат зоналарида ва турар жойларда фойдаланиладиган техник воситалар;
- алоҳида ажратилган ҳудуддаги корхоналар;
- хизматда фойдаланиладиган РҚҚ билан бир хонага ўрнатилган жиҳоз ва аппаратлар.

Биринчи уч гуруҳга кирувчи СРХ юзага келувчи ҳудудда уларда фойдаланиладиган техник воситаларга боғлиқ равишда 100 МГц дан бир неча ўн ГГц гача частоталар диапазонида радиоҳалақитлар юзага келади.

Тўртинчи гуруҳга кирувчи радиоэлектрон воситалар, жиҳозлар ва аппаратлар юзага келтириб чиқариши мумкин бўлган СРХлари сатҳига жуда каттик талаб қўйилади.

СРХлари спектрал таркибига қараб икки турга бўлинади: “тор полосали нурланишлар” ва “кенг полосали нурланишлар”. Кенг полосали нурланишлар атамаси СРХнинг энергетик спектри 3 дБ га тенг сатҳдаги

кенглиги, ўлчов радиоқабуллагичининг 3 дБ сатҳдаги полосаси кенглигидан катта бўлган ҳолатни билдиради. “Тор полосали нурланиш” атамаси СРХнинг энергетик спектрининг 3 дБ сатҳдаги кенглиги, ўлчов радиоқабулқилгич ўтказиш полосасидан кичиклигини билдиради.

Нурланишнинг кенг полосалилигини ўлчаш радиоқабуллагич частота ўтказиш полосасини 2 мартаба торайтириш орқали аниқлаш мумкин. Агар бунда чиқиш кучланиши ΔU 3 дБ дан кўпга ўзгарса, у ҳолда нурланиш кенг полосали ҳисобланади. Худди шунга ўхшаш нурланиш тор полосалилигини ўлчов радиоқабуллаш қурилмаси частоталар полосасини 2 марта кенгайтириш орқали аниқлаш мумкин. Агар бунда ўлчаш радиоқабуллаш қурилмаси чиқиш кучланиши ўзгариши 3 дБ дан кам бўлса, у ҳолда нурланиш тор полосали ҳисобланади.

Частота ўтказиш полосасининг янада кенгайтирилиши чиқиш кучланишини жуда оз ўзгартиради. Агар ҳар икки сигнал учун $\Delta U = 3$ дБ бўлиб сақланиб қолинса, у ҳолда нурланиш спектри кенглиги тор ва кенг полосали нурланишлар орасида бўлади.

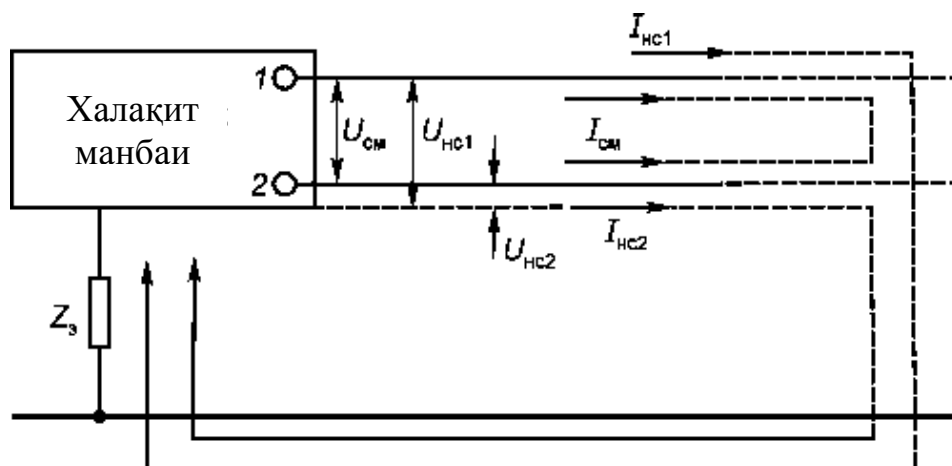
Тор полосали СРХлари саноат ускуналари гуруҳи, илмий, медицина ва маиший юқори частота асбоблари томонидан нурлатилади. Кенг полосали нурлатишлар: трамвай, троллейбус, электропоезд ва унинг электр шахобчалари, юқори кучланиш ЭУЛлари, электр ёрдамида ҳаракатга келувчи станоклар, электррекламалар, электр асбоблар, савдо автоматлари, лифтлар ва ҳ.к. лар томонидан нурлатилади.

Таъсир вақти давомийлигига қараб СРХ икки турли бўлади: қисқа вақт давом этадиган ва узоқ вақт давом этадиган. Узоқ давомийли СРХига регламентда кўрсатилган шароитда ўлчанганда давомийлиги 1 секунддан кам бўлмаган халақитлар киради. Қисқа давомийли СРХ узулишли бўлиб, СРХ кузатиладиган даврнинг жуда кичик қисмини ташкил этади. Қисқа давом этадиган СРХларга давомийлиги 0,2 секунддан кам бўлган халақитлар киради.

Узоқ давом этадиган СРХлари тор полосали (илмий ва медицина асбоблари) ва кенг полосали (ЭУЛ, электртранспорти, доимий ишлаб турадиган коммутация ускуналар) бўлади. Қисқа давом этадиган СРХлар кенг полосали бўлади. Уларнинг аудио ва видео техникасига таъсири нурлатилаётган СРХининг амплитудасига ва такрорланиш частотасига боғлиқ. Қисқа давомийли СРХлари узоқ давомийли халақитга қараганда радиоқабуллаш қурилмасига кам таъсир этади.

Тарқалиш йўлига қараб СРХлар икки турли бўлади: нурланиш орқали ва уланиш орқали. Нурланувчи СРХлар фазода тарқалади, уланиш орқалиси симлар орқали кириб келади. Фазога нурлатилган халақитлар ўнлаб километрларгача тарқалиши мумкин. Аммо регламент бўйича катта қувватли электр қурилмалари нурлатадиган СРХлари қуввати милливатт улушларига тенглиги учун, уларнинг таъсири бир неча ўн метрни ташкил этади ва кўп ҳолларда уларни эътиборга олмаса ҳам бўлади.

СРХи асосан уланиш симлари орқали рецепторга таъсир кўрсатади. Халақитларнинг сим орқали тарқалиш схемаси 2.4-расмда келтирилган.



2.4-расм. Халақитларнинг симлар орқали тарқалиши

Радиохлақитларни уланиш симлари орқали тарқалишида уни пайдо бўлишига сабаб бўлган электр қурилмаларни ушбу симга юқори частота тебранишларини тўғридан-тўғри берувчи манба генератор деб ҳисоблаш мумкин. Аммо у ҳақиқий генератор эмас, электр энергияси ёрдамида ўзига қўйилган вазифани бажарувчи асбоб ёки қурилма СРХ симнинг 1- ва 2- нукталари орасида симметрик $U_{см}$ кучланиш ҳосил қилади. Бундан ташқари ҳар бир уланиш нукта(зажим)лари ва корпус орасида ҳам кучланиш ҳосил бўлишига олиб келади. Бу $U_{нс1}$ ва $U_{нс2}$ кучланишлар носимметрик бўлади. Бу кучланишлар электр таъминот тармоғида симметрик ва носимметрик СРХ кучланишлари пайдо бўлишига сабаб бўлади. Носимметрик тоқлар Z_3 қаршилик орқали қурилма корпуси(қобиғи)ни ерга улайди. Агар ерга уланиш сими (тизими) бўлмаса, у ҳолда Z_3 қаршилик вазифасини қурилма корпуси ва ер орасидаги сизим бажаради. Агар СРХ манбаи уланиш жойлари кўп бўлса, у ҳолда ҳар бир жуфт уланиш нукталари орасида симметрик ва уланиш нукталари ва қурилма корпуси орасида носимметрик кучланишлар ҳосил бўлади. Умумий ҳолда бу кучланишлар ҳар хил катталikka эга бўлади.

Манбадан узоқлашган сари бу халақитлар сатҳи камайиб боради. Сўниш кўрсаткичи сим ёки кабелнинг тўлқин қаршилиги $\rho = \sqrt{4c}$ га, электр тармоғи шаклига ва яна бир қатор эътиборга олиш қийин бўлган жараёнларга боғлиқ. СРХ частотаси ошган сари сўниш катталашади. Аммо ЖЮЧ (СВЧ) диапазонида сўниш даражаси нисбатан оз бўлади, бу СРХини тўғридан-тўғри фазода тарқалишидаги сўнишдан кам бўлади. Кам қувватли СРХ манбаларидан чиққан радиохлақитлар симлар орқали 100 м дан ҳам ортиқ масофага етиб бориши мумкин.

Радиохлақитлар бирламчи электр тармоқлари орқали иккинчи бир тармоққа таъсир этиши мумкин. Иккинчи халақит тармоғи вазифасини узун метал конструкциялар, сув қувири ва иситиш тизими трубалари, лифтлар шахталари ва ҳ.к. лар бажариши мумкин. Автомобиллар ҳам радиохлақитларни етказиб берувчи бўлиб иштирок этишлари мумкин.

Радиохалақитлар фақат фазо орқали тарқалганда унинг қийматини, ушбу СРХ манбаидан маълум масофадаги электромагнит майдон кучланганлиги орқали баҳоланади. Агар радиохалақит симлар орқали тарқалса, у ҳолда аниқ СРХи манбаининг таъсир қиймати электромагнит майдон кучланиши ва унинг уланиш нуқталари ҳамда корпуси орасидаги энг катта носимметрик кучланиш орқали баҳоланади.

СРХи фазода жойлашишига қараб: нуқтасимон, узун тўғри сим шаклида, юза шаклида ва ҳажман ёйилган шаклда бўлиши мумкин. Нуқтасимон СРХи манбаи сифатида шахсий компьютер, радиоқабуллаш қурилмаси, сотали телефон абонент терминали ва бошқалар бўлиши мумкин. Катта йўлдаги автомобиллар оқими ёки ЭУЛ ҳажми ёйилган шаклдаги радиохалақит тарқатувчига мисол бўла олади. Турли СРХи бинонинг бир қаватида жойлашган бўлса (коммутация қурилмаси, бошқариш тизими жиҳозлари ва бошқалар) уни юза шаклидаги манба деб ҳисоблаш мумкин. Ҳажман ёйилган СРХи манбаи сифатида кўп қаватли ишлаб чиқариш биносида фойдаланилаётган турли қурилмаларни мисол қилиш мумкин.

СРХининг маълум бир фазода жойлашганлиги уларнинг РҚҚ жойлашган маълум бир жойдаги СРХи манбалари умумий таъсирини моделлаштиришда эътиборга олинади.

2.6.3. Саноат радиохалақитларини меъёрлаш

Агар фойдали сигнал каналига таъсир этаётган радиохалақит жуда ҳам катта бўлса, у ҳолда фойдали сигнални қабул қилиб бўлмайди. Фойдали сигнални талаб даражасидаги сифат билан қабул қилиш ушбу радиоканалдаги сигнал/халақит (С/Х) нисбатига ва фойдали сигналнинг халақитбардошлигига боғлиқ. Мисол учун, сатҳи нисбатан кичик халақит юқори сифатли радиоэшиттириш тизими учун катта таъсир этади, аммо фойдали сигнал компрессияланган бўлса, у ҳолда унга сезиларли даражада катта импульссимон халақит таъсир этганда ҳам канал орқали товуш шаклидаги хабарларини сифатли узатиш мумкин. Рақамли радиоалоқа тизимлари аналог тизимга нисбатан катта халақитбардошликка эга, фақат халақитлар сатҳи ушбу тизим учун белгилангандан катта бўлган ҳолатда, алоқа ўрнатиш, яъни фойдали сигнални қабул қилишни амалга ошириб бўлмайди, тор ва кенг полосали радиохалақитлар фойдали сигналга турлича таъсир қиладилар. Субъектив синов натижалари шуни кўрсатадики, бир хил субъектив натижа олиш учун тор полосали халақит амплитудаси, кенг полосалиникига қараганда сезиларли даражада кичик бўлиши керак.

Радиоқабуллашда талаб этилган сифатни ишончли таъминлаш учун РҚҚ киришидаги С/Х нисбати, ўрнатишган С/Х нисбатидан кичик бўлмаслиги керак, яъни

$$a = \text{Эхм} \left\{ \frac{E_c}{E_x} > A_0 \right\} = P \left(\frac{E_c}{E_x} > A_0 \right),$$

бунда, $\text{Эхт}\{*\}$ – $\{*\}$ ходиса эхтимоллиги; E_c – сигнал электромагнит майдони кучланганлиги кафолатланган энг кичик қиймати; E_x – халақит электромагнит майдони кучланганлиги; A_0 – С/Х ўрнатилган (талаб этиладиган) минимал қиймати (ҳимоя нисбати).

Шундай қилиб, E_c , E_x ва A_0 лар орқали радиоқабуллаш сифатини талаб этиладиган ишончилилик билан таъминлаш мумкин. E_c ни катталаштириш, радиоузаткич қувватини оширишга ва радиочастоталар спектридан самарали фойдалана олмаслик каби, иложи борича амалга оширилиши керак бўлмайдиган тадбирларни талаб этади.

A_0 – ҳимоя нисбати сигнал қабуллаш қурилмасининг асосий характеристикаси бўлиб, унинг халақитбардошлигини баҳолайди.

Юқори халақитбардошликни таъминлаш, яъни A_0 қийматини камайтириш, РҚҚни лойиҳалаш ва сезиларли моддий харажатларни талаб қилади.

E_x ни камайтириш бу СРХи сатҳини талаб этиладиган сатҳгача камайтиришни, СРХи сатҳини меъёрлашни талаб қилади.

Радиоқабуллаш қурилмалари частоталар полосасига тўғри келадиган СРХи учун нурлатиш меъёрларини ҳисоблаш учун РМХК томонидан қуйидаги модел ишлаб чиқилган. Бу модел ёрдамида радиохизматлар учун ажратилган частоталар полосасида турли хил халақитлар учун ҳимоя нисбатлари аниқланади. Ҳимоя нисбати ҳақидаги маълумотларни ХЭИ ҳужжатларида ва РҚҚларни лойиҳалаш ва ишлаб чиқарувчилар тақдим этадиган техник ҳужжатлардан олиш мумкин.

Ҳимоя нисбати асосида ва фойдали сигнал майдон кучланганлиги минимал (меъёрий) қиймати – E_c орқали қабул антеннасига таъсир этувчи рухсат этилиши мумкин бўлган халақит электромагнит майдон кучланиши – E_x аниқланади. Сўнгра СРХ манбаи ва қабуллаш антеннаси орасидаги энг кичик ишчи масофа ва ҳисоблашлар ёки халақит тарқалишига тегишли эмпирик коэффициентлардан фойдаланиб маълум ўлчаш масофасидаги халақит электромагнит майдони кучланиши аниқланади. Бундан ташқари кузатувлар ва статистик маълумотлар асосида фойдали сигнал ва халақитнинг қабул қилиш нуқтасига етиб келишидаги тасодифий йўқотишларни эътиборга олувчи қўшимча коэффициент ҳам киритилади. Юқоридагилар асосида ҳисоблаш учун меъёрий қийматлар аниқланади ва улар ишчи меъёрларга асос бўлади.

Радиохизматлар фойдали сигналларни қабуллашда халақитларнинг маълум даражадаги таъсирини эътиборга оладилар, аммо турли манбалар нурлатаётган халақитлар ишчи меъёрда ўрнатилган қийматдан катта бўлмаслиги керак (ишчи меъёр – ҳисобланган меъёрдан кўра нисбатан катта сатҳли халақитни белгилайди). Бунда радиохизматлар ва алоқа қурилмаларини ишлаб чиқарувчилар ўзаро келишишлари керак. Ушбу келишувнинг асосий қисми иқтисодий мутаносибликни таъминлаш ҳисобланади. Радиохлақитлар сатҳини камайтириш радиоузаткичлар чиқиш қувватини камайтириш имкониятини беради, бунда турли манбалар томонидан нурлатилаётган халақитлар сатҳини камайтириш нархи ошади.

Иккинчидан катта қувватли радиоузаткичлардан фойдаланиш СРХи сатҳини камайтириш учун сарфланадиган маблағлар миқдорини камайтиради, аммо радиочастоталар спектридан фойдаланиш самарадорлиги камаяди. Ушбу иқтисодий мутаносиблик (баланс) ўтган ўн йилликлар даврида СРХи сатҳига тегишли турли стандартларни ишлаб чиқишда текширувдан ўтган.

СРХининг меъёрлари кўп нусхада ишлаб чиқариладиган қурилмалари учун ўрнатилади. Статистик жараёнлар асосида маҳсулот бир гуруҳининг ўранатилган меъёрларга мослиги баҳоланади. Бунда ушбу гуруҳдаги маҳсулотлардан ихтиёрий биттаси ёки бир нечтасини синов ва ўлчашлар натижаси асосида ушбу гуруҳ маҳсулотлари бўйича асосий кўрсаткичлари баҳоланади. Статистик асосда ўрнатиладиган меъёр гуруҳдаги k -та қурилмадан, камида q фоизи p эҳтимоллик билан яроқли бўлишини талаб қилади.

РМХК “80%-80%” ($p = q = 80\%$) қонидани тавсия этади. Ушбу қоидага мувофиқ оммавий ишлаб чиқилган маҳсулотнинг камида 80 фоизи СРХ меъёрларига 80% дан кам бўлмаган ($p=0,8$) эҳтимоллик билан меъёр талабларига жавоб бериши керак. 20% маҳсулот нурлатаётган СРХи меъёрдан ортиқ бўлса, маҳсулотлар гуруҳи ишга яроқли деб қабул қилинади. Бу талаб, ҳаёт учун хавfli бўлмаган радиохизматлар: радиоэшиттириш, ер усти мобил алоқаси кабилар учун етарли ҳисобланади.

Маҳсулотни меъёрга мослигини баҳолашнинг турли танлаш усуллари мавжуд. СРХини меъёрга мослигини аниқлашда маҳсулот танланган кўрсаткичлар x_n ва S_n лар чизиқли комбинациясидан фойдаланилади. Қуйидаги шарт бажарилганда маҳсулотлар гуруҳи меъёрга жавоб беради деб ҳисобланади:

$$x_n + kS_n \leq L,$$

бунда, L – радиохалақитлар рухсат этилган меъёри (қиймати); x_n – танланган n та маҳсулот нурлатаётган халақит ўртача статистик қиймати; S_n – танланган n та маҳсулот нурлатаётган халақитнинг меъёрдан ўртача квадратик фарқланиши (ЎКФ); k – танлаб олинган маҳсулотлар сонига боғлиқ бўлиб, марказга нисбатан носимметрик бўлган 2.2-жадвал орқали аниқланади.

2.2-жадвал. Гуруҳ маҳсулотларини баҳолаш кўрсаткичлари қийматлари

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	0,04	1,69	1,52	1,42	1,35	1,35	1,30	1,27	1,24	1,20

x_n , S_n ва L қийматлари логарифмик бирликларда келтирилган дБ/мкВ, дБ/мкВ,м.

2.6.4. Саноат радиохалақитларининг ўлчанадиган параметрлари

СРХни ўлчагичларга талаблар ХЭИ махсус маълумотномасида ва стандартларда келтирилган. Умуман олганда бу махсус кириш ва чиқиш мосламалари бор бўлган ўлчаш РҚҚдир. Кириш мосламаси ўлчов РҚҚни СРХ манбаига улашга, чиқиш мосламаси эса ўлчашлар натижасини рўйхатга олиш учун хизмат қилади.

2.3-жадвалда СРХининг меъёрлаштирилган, ўлчанадиган кўрсаткичлари ва ўлчашлар ўтказишда қўлланиладиган кириш мосламаси тури келтирилган, шунингдек СРХ рухсат этилган миқдорини ўлчашларга тегишли частоталар полосаси қиймати ҳам келтирилган.

2.3-жадвал. СРХ меъёрлаштириладиган кўрсаткичлар

СРХ меъёрлаштириладиган кўрсаткичлар	Частоталар полосаси, МГц	Кириш мосламаси тури
Электр тармоғи зажимлари ва қўшимча зажимларидаги кучланишлар	0,009...30	Вольтметр ва уни вазифасини бажарувчи асбоб
Қувват	30...1000	Сўндирувчи қисқичлар
Электромагнит майдон кучланганлиги	30...300; 300...1000	Магнит, электрик антенналар
Нурлатилаётган қувват	1...12,5 ГГц	ЖЮЧ (СВЧ) антенналар
Ток кучи	0,009...30	Ток ўлчагич

Ўрнатилган қоида ва техник талабларга кўра СРХини ўлчагич халақитнинг чўққи, чўққисимон нуқтадаги ва ўртача қийматларини ўлчаши шарт. Бундан ташқари халақитнинг ўртача квадратик қийматини ўлчашни ҳам таъминлаш керак.

Кенг полосали халақит тасодифий вақтларда РҚҚ киришига қисқа давомийли импульс ёки импульслар оқими шаклида таъсир этади. РҚҚ чиқишидаги акс таъсир алоҳида импульс ёки импульслар кетма-кетлиги ҳосил қилган кучланиш бўлади. РҚҚ чиқишидаги акс таъсир сигналининг шакли ўлчаш трактининг ўтиш характеристикасига боғлиқ. Киришидаги алоҳида импульссимон халақитларга мос равишда РҚҚ юқори частота тракти чиқишида радиоимпульс ҳосил бўлади. РҚҚ чиқишидаги акс таъсирлар йиғиндиси СРХи таъсири натижасидир. Чиқишидаги акс таъсир – СРХининг чўққи, чўққисимон ва ўртача қийматларни ўлчаш учун чўққи детектори, чўққисимон детектор ва ўртача қиймат детекторларидан фойдаланилади.

СРХининг ўзига хос амплитудавий характеристикаси унинг квазичўкки қиймати бўлиб, ундан кенг полосали халақитларни баҳолашда фойдаланилади. Ҳозирда қўлланилаётган СРХларни меъёрлаш ва назорат қилиш унинг квазичўкки қийматлари орқали баҳоланади.

Ўлчов РКҚ чиқишидаги юқори частотали радиоимпульс инерцияли квазичўкки детектори ёрдамида аста ўзгарувчан кучланишга ўзгартирилади. Квазичўкки детекторнинг асосий кўрсаткичлари: зарядланиш вақти, разрядланиш вақти ва детекторлаш коэффициентининг импульслар такрорланиш частотасига боғлиқлигини кўрсатувчи импульс характеристикасидир.

2.4-жадвалда СРХи кўрсаткичларини ўлчашда фойдаланиладиган квазичўкки детекторига бўлган талаблар келтирилган.

2.4-жадвал. СРХини ўлчаш асбобларига талаблар

Кўрсаткичлар (параметрлар) номи	Частоталар полосасидаги кўрсаткичлар қиймати, МГц		
	0,009...0,15	0,15...30	30...1000
6 дБ сатҳдаги частоталар полосаси меъёрий кенглиги, кГц	0,2	9	120
Зарядланиш вақти доимийси, мс	45 ± 9	$1 \pm 0,2$	$1 \pm 0,2$
Разрядланиш вақти доимийси, мс	500 ± 100	160 ± 32	550 ± 110

Чўкки қиймат СРХининг амплитудаси кўрсаткичи бўлиб, 30 МГц дан юқори частоталар диапазонида СРХини баҳолашда қўлланилади. Чўкки детектори квазичўкки детекторларга қараганда кичик зарядланиш вақтига ва узоқ разрядланиш вақтига эга бўлади.

Тор полосали сигнал ва халақитларни баҳолашда унинг одатда амплитуда характеристикасини баҳоловчи ўртача қийматдан фойдаланилади.

Кўп ҳолларда СРХини баҳолашда бошқа кўрсаткичлардан ҳам фойдаланилади. Масалан, Гаусс шовқинларини баҳолашда унинг ўртача квадратик қийматидан фойдаланилади, у шовқиннинг энергетик кўрсаткичига мос келади. Бу кўрсаткич маълум вақт орасида унинг оний қиймати квадратидан олинган интеграл орқали аниқланади. Бундан ташқари ўртача қийматни билдирувчи квадратик детекторли ўлчов асбобларидан ҳам фойдаланилади.

Юқорида келтирилган алоҳида СРХ манбаларининг стандарт шароитда ўлчанган ўртача қийматлари халақитларни баҳолашда етарли даражада аниқликни таъминлайди. Шу билан бирга баъзи масалаларни ечишда унинг ўртача қийматларидан фойдаланиб бўлмайди. Булардан бири турли нуқталарда жойлашган ва турли вақтларда ҳосил бўладиган халақитларнинг натижавий қийматларини ўлчаш. Бунда халақитлар бир-бирига боғлиқ

бўлмаган импульслар оқимининг РҚҚ чизикли тракти чиқишида бири-бирининг устига ўтиш жараёни натижасида жамланиши ҳисобланади. Бундай халақит частоталар ўтказиш полосаси 9 кГц дан кичик бўлган РҚҚларга импульс тасодифий вақтда пайдо бўлувчи ва тасодифий амплитудали халақит бўлиб таъсир этади. Бу халақитларни баҳолашда уларнинг оқими эҳтимоллик кўрсаткичларини эътиборга олиш кераклигини таъкидлайди.

Халақитларнинг фойдали сигналга таъсирини баҳолаш учун уларнинг таъсири натижасида юзага келадиган йиғинди радиохалақитни РҚҚнинг ўтказиш полосасига боғлиқ равишда ўрганишни тақозо этади.

2.6.5. Саноат радиохалақитларига тегишли меъёрлар

Давлат стандартлари қўмитаси томонидан миллий стандартлаштириш концепцияси қабул қилинган. Бу концепцияда давлат стандартларини халқаро стандартларга мослаштириш асосий вазифа этиб белгиланган. Ушбу концепция халқаро ташкилотлар билан бирга ягона: СРХини баҳолаш усулини халақит манбаларининг назорат қилиш усулларини ишлаб чиқиш; СРХи алоҳида гуруҳлари учун халақит рухсат этилган сатҳи ягона меъёри; ўлчов асбобларига ягона техник талабларни ишлаб чиқиш ва СРХига оид ягона атамалардан фойдаланиш ва бошқалар вазифа қилиб белгиланган.

Саноат техник воситалари нурлатадиган алоҳида гуруҳ жиҳозлар ва улар нурлатадиган СРХи учун давлат стандарти мавжуд.

Стандартнинг асосий қисмлари қуйидагилар:

“Қўллаш соҳаси” – унда ушбу меъёрий ҳужжат қайси техник қурилмаларга тааллуқлилиги;

“Меъёрлар” – бу бўлимда меъёрлаштириш учун белгиланган частоталар полосасида СРХининг рухсат этиладиган қийматларининг частоталарга боғлиқлиги келтирилган.

СРХ кучланиши, майдон кучланиши, ток ва қувватлар 1 мкВ, 1 мкВ/м, 1 мкА, 1 пВт ларга нисбатан децибелларда ифодаланган.

Ушбу икки қисм учун стандартдан баъзи наъмуналар келтирамыз.

Қўлланиш соҳаси: А ва Б синфга тегишли ахборот технологиялари жиҳозлари (АТЖ). АТЖнинг А синфи саноат шароитида фойдаланишга мўлжалланган. АТЖнинг Б синфи маиший шароитларда фойдаланишга мўлжалланган бўлиб, радио ва теле қабуллаш қурилмалари АТЖдан 10 м масофада ўрнатилган бўлиши мумкин.

Б синф АТЖ ўз ичига қуйидагиларни олади:

- фойдаланиш жойи аниқ белгиланмаган, мисол учун батареяси (электр таъминот қисми) ўзига ўрнатилган жиҳозлар;

- электр таъминот тармоғига уланган оҳирги босқич алоқа жиҳози;

- шахсий компьютерлар ва уларга уландиган қўшимча жиҳозлар.

А ва Б синф АТЖ тармоққа уланиш қискичларидаги кучланишлар меъёри 2.5-жадвалда келтирилган.

2.5-жадвал. СРХи кучланишлари меъёри

Частоталар полосаси, МГц	Кучланиш, дБ/мкВ			
	Квази чўққи қиймати		Ўртача қиймат	
	А синф	Б синф	А синф	Б синф
0,15...0,5	79	66...56	66	56...46
0,5...5	73	56	60	46
5...30	73	60	60	50

Эслатма.

1. Чегаравий частоталарда СРХ кичик қийматлар меъёр ҳисобланади.
2. 0,15...0,5 МГц частоталар полосасида рухсат этиладиган кучланиш қиймати қуйидаги формулалар орқали ҳисобланади:
 $U=66-19,1\lg f/0,15$ квази чўққи қийматлар учун ва $U=56-19,1\lg f/0,15$ ўртача қийматлар учун, бунда f – ўлчанаётган частота, МГц.

А ва Б синф АТЖларидан 10 м масофадаги СРХ майдон кучланганлиги учун меъёрлар 2.6-жадвалда келтирилган.

2.6-жадвал. СРХ майдон кучланганлиги меъёри

Частоталар полосаси, МГц	Майдон кучланганлиги, дБмкВ/м, квази чўққи қиймат	
	А синф	Б синф
30...230	40	30
230...1000	47	37
Чегаравий частотада майдон кучланиши кичик қиймати меъёр ҳисобланади.		

СРХини ўлчашлар махсус ўлчов асбобларини қўллаб, тавсия этилган умумий услубий кўрсатмалар асосида амалга оширилади, бунда ўлчаш майдончасига ҳам талаблар келтирилган. Ўлчаш майдончаси очик ёки унга мос (экранланган ва эхосиз камера) бўлиши керак.

Назорат саволлари

1. Радиоҳалақит деб қандай ҳалақитга айтилади?
2. Радиоҳалақитлар қандай турларга бўлинади?
3. Табиий ҳалақитларнинг юзага келиш сабабларини айтинг ва уларга мисоллар келтиринг.

4. Сунъий халақитлар қандай турларга бўлинади ва уларнинг юзага келиш сабабларини айтинг.
5. Антенна шовқин температураси деб нимага айтилади?
6. Импульс халақитлар деб қандай халақитларга айтилади?
7. Электромагнит халақитлар қандай асосий гуруҳларга бўлинади?
8. Электромагнит халақитлар рецептори қандай асосий гуруҳларга бўлинади?
9. Халақит манбаи атрофидаги фазо қайси ҳудудларга бўлинади?
10. РЭВларнинг ЭММни таъминлаш босқичларини санаб беринг.
11. Махсус шакллантирилмаган халақитларнинг қабуллаш қурилмасига таъсири қандай шароитлар эътиборга олинган ҳолда амалга оширилади?
12. Халақит манбаи ва қабуллаш қурилмаси учун ЭММ шароити қайси ҳолатларда бузилиши мумкин?
13. Санот радиохалақитларини таърифланг.
14. Санот радиохалақитлари қандай асосий гуруҳларга бўлинади?
15. Қайси жиҳозлар ахборот технологиялари жиҳозларига киради?
16. Тор полосали ва кенг полосали халақитларни таърифланг.
17. Таъсир этиш вақти давомийлиги бўйича СРХ қандай турларга бўлинади?
18. Тарқалиш муҳитига қараб СРХ қандай турларга бўлинади?
19. СРХини ўлчаш асбоблари учун қандай частоталар полосаси тавсия этилган?
20. СРХини ўлчаш учун қайси тур мосламалардан фойдаланилади?
21. “Меъёрлаш” нима?
22. РҚҚ талаб даражасидаги сифат билан сигналларни қабул қилиш учун халақитнинг сатҳи қандай баҳоланади?
23. Қандай частоталар полосасида СРХ кўрсаткичлари меъёрланади?
24. Нима учун СРХ манбалари сертификацияланади?
25. Халақит ўлчаш қурилмаси чиқишида кенг полосали халақит ҳосил бўлиш жараёнини тушунтиринг.
26. СРХи соҳасини стандартлашнинг асосий вазифалари нималардан иборат?
27. СРХининг квазичўққи қиймати нимани ангатади?
28. Саноат, илмий ва медицина қурилмаларига нималар киради?

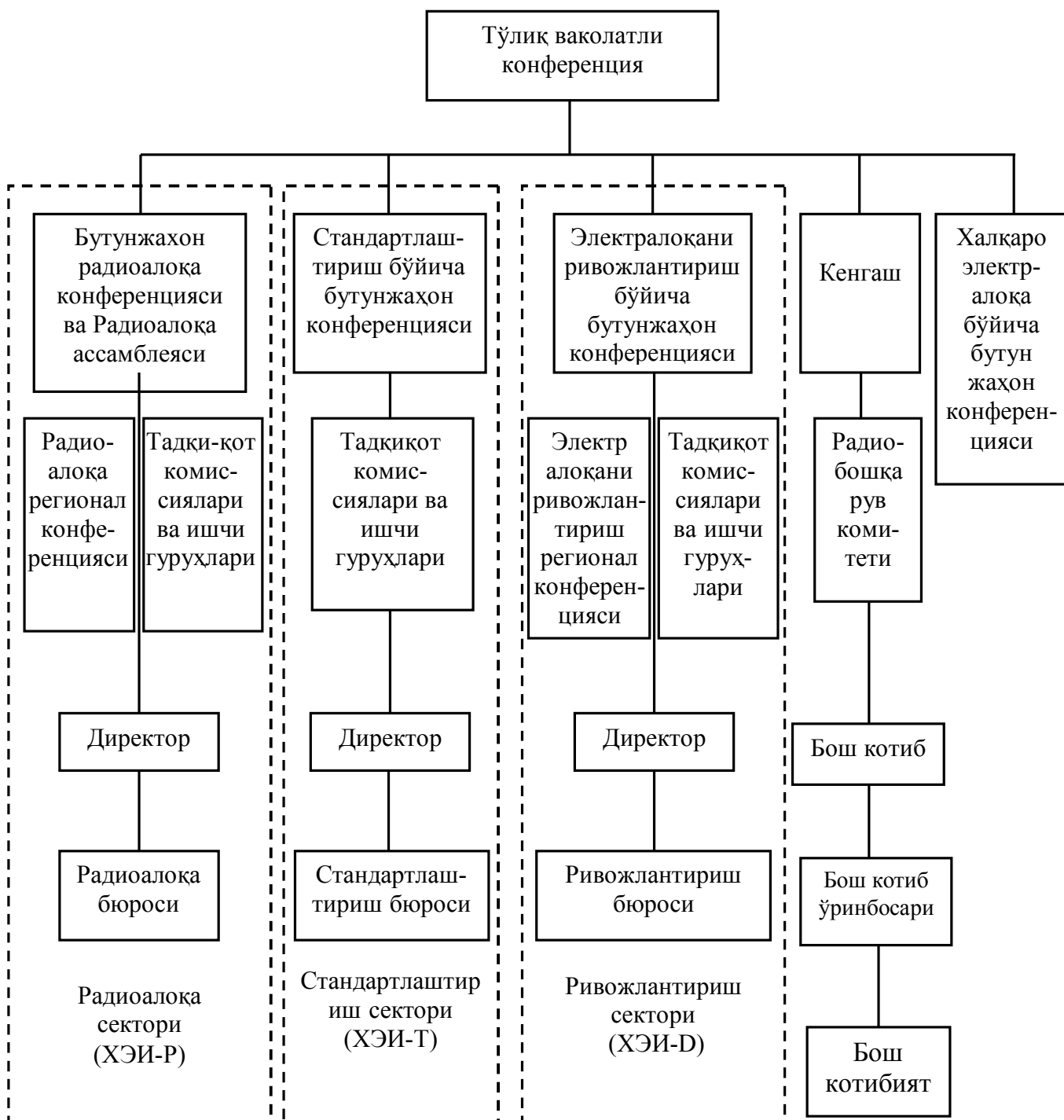
3-БОБ. РАДИОЧАСТОТАЛАР СПЕКТРИДАН ФОЙДАЛАНИШНИ РЕЖАЛАШТИРИШНИНГ ТАШКИЛИЙ ВА ХУҚУҚИЙ АСОСЛАРИ

3.1. Халқаро электралоқа иттифоқи ва радиочастоталар спектридан фойдаланишни бошқариш бўйича халқаро тажрибаси

Электралоқа соҳасида халқаро ҳамкорлик қилиш бўйича биринчи келишув 1865 йилда Парижда халқаро телеграф иттифоқи ташкил этишда расмий рўйхатга олинди. Радиоалоқа бўйича халқаро ҳамкорлик 1903 йилда радиотелеграфия дастлабки конференциясидан бошланди. 1906 йилда Берлин шаҳрида радиотелеграфия бўйича биринчи конференцияда Радиоалоқа регламенти қабул қилинди ва биринчи бор частоталар тақсимоти амалга оширилди ва илк бор “частоталар тақсимоти жадвали” яратилди. Ҳозирда бу жадвал “Радиоалоқа регламенти”нинг 5-моддасида келтирилган.

Ушбу дастлабки частоталар тақсимоти жадвалида 500 дан 1000 кГц гача бўлган частоталар денгиздаги алоқа воситалари орқали аҳоли хабарларини узатиш учун ва 188 кГц дан паст частоталар қирғоқ станциялари орқали узоқ масофада алоқа ўрнатиш учун ажратилди.

Шунга эътибор бериш керакки, бу тадбир электромагнит тўлқинлари ёрдамида сигналларни узатиш ва қабуллаш амалга оширилганидан 11 йил ўтгандан сўнг ўтказилди. Сўнгра халқаро ҳамкорликни амалга оширувчи ташкилот таркиби ва иш юритиш тартиби ишлаб чиқилди. 1927 йилда Вашингтонда бўлиб ўтган конференцияда “Радиоалоқа халқаро маслаҳат кўмитаси” (РХМК) ташкил этилди. Бу кўмита радиоалоқанинг техник муаммоларини ўрганиш билан шуғулланишни бошлади. 1932 йилдан Мадридда бир катор давлатларнинг ваколатли вакиллари алоҳида “Халқаро электралоқа иттифоқи” (ХЭИ)ни ташкил этиш ҳақида қарор қабул қилдилар. 1947 йилда Атлантик Сити шаҳрида ХЭИни ривожлантириш ва таркибига ўзгартириш киритиш ҳақида ваколатли вакиллар иштирокида конференция ўтказилди. ХЭИ Бош котибиат ва уч сектордан иборат этиб ташкил этилди, булар: Радиоалоқа сектори, Электралоқани стандартлаштириш сектори ва Электралоқани ривожлантириш секторлари (3.1-расм).



3.1-расм. Халқаро электралоқа иттифоқининг таркибий тузилиши

1947 йил 15 октябрдан Халқаро электралоқа иттифоқи Бирлашган миллатлар ташкилотининг махсус агентлиги мақомини олди ва ХЭИ конференциясининг асосий иш жойи Женева шаҳрида бўлишига ҳам келишиб олинди.

Радиоалоқа сектори Бутунжаҳон радиоалоқа конференциялари ва регионал конференцияларини ташкил этиш Радиоалоқа ассамблеяларини ташкиллаштиради, Радиорегламентар қўмита, Радиоалоқа бўйича маслаҳат қўмитаси, Тадқиқот комиссияларидан ташкил топган.

Электр алоқа сектори Электралоқани стандартлаш бўйича бутунжаҳон ассамблеясини ҳам ўз таркибига олган бўлиб, унинг асосий вазифаси ХЭИнинг электр алоқага, асосан симли алоқага тегишли стандартлаш масалалари билан шуғулланишидир.

Электралоқа ривожланиш сектори Электралоқани ривожлантириш бўйича бутунжаҳон ва регионал конференцияларини ҳам қамраб олиш билан бирга БМТ ривожланиш тизими қамровидаги лойиҳаларни бажариш ва амалга ошириш масалалари билан шуғулланади.

ХЭИнинг энг юқори органи унинг ҳар тўрт йилда бир марта ўтказиладиган тўлиқ ваколатли конференцияси бўлиб, у ХЭИнинг умумий стратегияси (йўналиши)ни аниқлаб беради. Конференция ХЭИнинг куйидаги масалалар бўйича стратегиясини ишлаб чиқади: унинг молиявий таъминоти (бюджети)ни ва келгуси тўлиқ ваколатли конференциягача бўлган давр учун молиявий имкониятларини белгилаб беради; Устави ва конвенциясини кўриб чиқади, Кенгаш ва унинг аъзоларини, бош котиб ва унинг ўринбосарларини, “Радиобошқарув комитети”, урта сектор котибияти бошлиғи вазифасини бажарувчи бюро директорларини сайлайди. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, фақат тўлиқ ваколатли конференциялар ва Бутунжаҳон, регионал радиоалоқа конференцияларининг қабул қилган қарорлари давлатлар томонидан Халқаро юридик кучга эга деб ратификация қилиниши мумкин.

Тўлиқ ваколатли конференциялар ўтказиш орасидаги даврда Иттифокнинг бош органи вазифасини унинг номидан Кенгаш олиб боради. Кенгаш ХЭИга аъзо давлатлар умумий сонидан 25 фоиздан кўп бўлмаган, тўлиқ ваколатли конференция сайлаган таркибда бўлиб, у одатда бир йилда бир марта йиғилади.

Халқаро миқёсда Радиочастоталар спектри (РЧС)ни бошқариш тартиби “Радиочастоталар регламенти” (РР) деб номланувчи ҳужжатда белгиланган бўлиб, у частота полосаларини турли хизматлар орасида тақсимланишининг жадвали “Халқаро частоталар тақсимланиш жадвали ” (ХЧТЖ) деб аталади. РРнинг махсус боблари частоталарни Халқаро бириктириш, шу жумладан радиоэлектрон воситаларнинг электромагнит мослашувини баҳолаш усули ва мезонлари, турли давлатларнинг частоталардан фойдаланиш бўйича ҳаракатларини давлатлараро тартибга солиш ва радиохалақитлар билан курашишга бағишланган.

Радиорегламентни ҳар бир навбатдаги қайта кўриб чиқишида фойдаланилаётган частоталар юқори чегараси кўтарилиб бормоқда. Ушбу юқори частоталар чегараси 1927 йилда 60 МГц бўлган бўлса, 1948 йилда 10,5

ГГц, 1959 йилда 40 ГГц, 1979 йилда 225 ГГц этиб белгиланди. 1979 йилда радиоастрономия хизмати учун ажратилган энг юқори частота 348 ГГц, бўлган бўлса, 1990 йил регламентида 363-365 ва 379-381 ГГц этиб белгиланди. Шунини алоҳида таъкидлаш керакки, янги юқори частоталар диапазонини ўзлаштириш жиддий техник қийинчиликларни ечишни талаб қилади, шунинг учун ҳозирда турли радиотизимлар 200 ГГц гача бўлган частоталардан фойдаланмоқда. Радиоалоқа регламенти частоталардан фойдаланиш қоидадини белгилаб бериш билан бирга, ундан фойдаланишдаги ҳуқуқ ва мажбуриятларни ҳам белгилаб беради.

РРнинг кириш қисмида ушбу иттифоқни тузишдан асосий мақсад келтирилган. Иттифоқ аъзолари фойдаланган частоталар сонини камайтириш ва фойдаланилаётган частоталар спектри кенглигини радиоҳизматлар учун қониқарли даражада бўлишини таъминловчи этиб белгилашлари керак. Шунинг назардан фан ва техникани ушбу йўналишдаги ютуқларини соҳага тадбиқ этишни жадаллик билан амалга ошириш керак. Радиоҳизматлар учун частоталар полосасини белгилашда ХЭИга аъзо давлатлар қуйидагиларга алоҳида эътибор беришлари керак: радиочастоталар ва орбиталар, шу жумладан сунъий йўлдошларнинг геостационар орбиталари табиий ва чекланган ресурс (моддий бойлик) эканлигини, унда Радиоалоқа регламенти талаб этгандек юқори самарадорлик ва иқтисодий тежамкорликни орбита ва частоталардан турли давлатлар ёки давлатлар гуруҳлари фойдаланишини, шу жумладан ривожланаётган давлатлар ва баъзи давлатларнинг географик жойлашиш хусусиятларини эътиборга олиш кераклиги таъкидлаб ўтилган. Радиоалоқа регламенти, шу жумладан 1992 йилда Женевада қабул қилинган ХЭИ Уставига асосан Халқаро электралоқа-радиоалоқа тавсиялари Халқаро шартнома келишув даражасидаги юридик ҳуқуққа эга.

Радиочастоталардан фойдаланиш имкониятлари турли хизматлар учун турлича. Масалан, денгизларда ҳаракатланувчи ва ҳавода ҳаракатланувчи радиоалоқа воситаларига халқаро даражада частоталар аниқ тақсимланган, чунки бу хизмат турларида фойдаланиладиган радиоалоқа жиҳозлари техник кўрсаткичлари бир хил бўлиши шарт бўлиб, бу жиҳозлардан техник фойдаланиш ва улардан фойдаланиш қоидалари Халқаро миқёсида кенг меъёрда келишилган бўлиши керак. ХЭИнинг Халқаро частоталар тақсимоти жадвали Радиоалоқа регламентининг асосий ташкил этувчиларидан бири ҳисобланади.

Давлатлар ҳудудида частоталар ушбу жадвалга мос равишда тақсимланади. Баъзи ҳолларда эҳтиёждан келиб чиққан ҳолда, истисно шаклида алоҳида давлатлар частоталар маъмурияти асосли равишда бошқача қарор қабул қилиши мумкин. ХЭИ радиочастоталарни тақсимлаш ва бириктирилган частоталарни рўйхатга олиш орқали турли давлатлар радиостанцияларининг талаб даражасида ишлашини таъминлайди, турли радиостанцияларнинг бир-бирига ҳалақитлари бўлмаслигини ва частоталар спектридан самарали фойдаланишни таъминлаш бўйича давлатлараро келишувларига эришишга раҳбарлик қилади. ХЧТЖ турли хизматлар орасида частоталар тақсимоти блокларидан ва уларга изоҳлардан иборат.

Ҳамма частоталар диапазони (9 кГц - 400 ГГц) Радиоалоқа регламентига асосан 40 дан ортиқ хизмат турларига тақсимланган, алоҳида участка (қисм)ларга бўлинган. Частоталарнинг тайинланиш қоидалари ёки улардан фойдаланиш тартиби РР изохларида келтирилган. Радиоалоқа регламентига баъзи частота полосаларини айрим хизматларга бириктириш режалари ҳақидаги маълумотлар, радиочастоталардан фойдаланишда бажарилиши шарт бўлган жараёнларни бир ечимга келтириш бўйича кўрсатмалар киритилган.

РРда частоталарни тақсимлашнинг икки тури назарда тутилган: биринчиси частоталар полосаси фақатгина битта ягона радиоҳизматга бириктирилган ҳолат ва иккинчиси частоталар полосаси бир неча радиоҳизматларга биргаликда фойдаланиш учун бириктирилган ҳолат.

Частоталар полосаси фақатгина битта ягона радиоҳизматга бириктирилган ҳолат кўп давлатлар бир хил жиҳозлардан фойдаланилганда қулайликларга эга бўлиб, техник фойдаланиш тартиби ва техник усулларини халқаро миқёсда бир-бирига мослаштиришни талаб қилади. Частоталардан биргаликда фойдаланиш бир неча хизматлар томонидан битта ягона частоталар полосасидан иложи борича юқори самарадорликда фойдаланиш талаб этилганда қўлланилади.

Частоталар полосасидан бир неча радиоҳизматлар биргаликда фойдаланишини ташкил этишни бошқариш жараёни, одатда бўсағавий техник мезонларни талаб қилади. Ушбу мезонлар асосида частоталар полосасидан биргаликда фойдаланадиган турли давлатлар билан, ундан фойдаланишнинг энг мақул шартлари ишлаб чиқилади.

Радиочастоталар регламенти частоталарни тақсимлашда ер шарини уч районга бўлишни асос қилиб олган.

I-районга собиқ СССР ҳудудида жойлашган давлатлар, шунингдек Монголия, Африка, Европа;

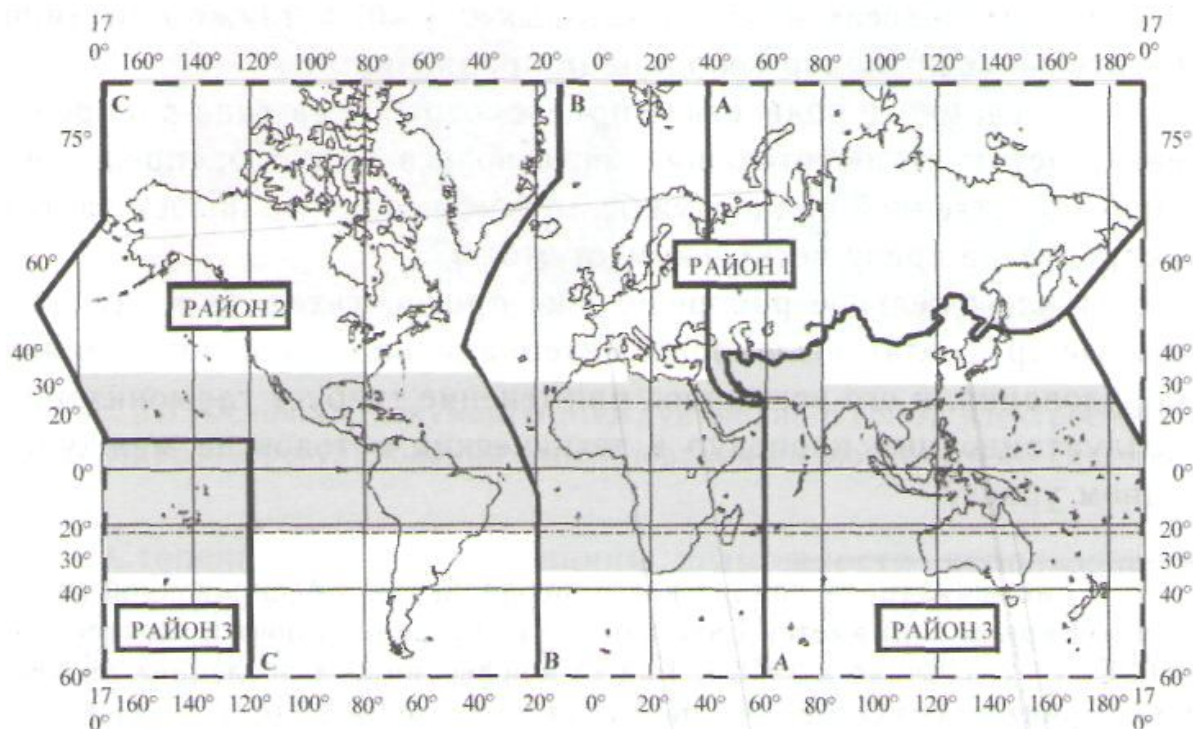
II-районга Америка контингенти ва Гринландия;

III-районга Австралия, Океания, Осио қитъасининг I-районга кирмаган қисми киради. Бундан ташқари регламентдаги махсус зона (ҳудуд)лар ҳам киради.

Рак ва Козерог тропиклари оралиғидаги атмосфера ҳалақитлари сатҳи юқорилигини ва ушбу ҳудудда тўлқин тарқалишининг ўзига хос хусусиятларини эътиборга олиб миллий радиоэшиттириш хизмати – Радиоэшиттириш тропик зонаси ташкил этилган. Ушбу зонада радиоэшиттириш хизмати бошқа ушбу частоталар полосасидан фойдаланувчи хизматларга нисбатан устувор имкониятга эга.

I-район шимолий қисми ва Ўрта ер денгизи атрофида Европа радиоэшиттириш зонаси ташкил этилган. Чунки Ер шарининг ушбу зонаси (ҳудуд)да радиоэшиттириш станциялари жуда зич жойлашганлиги сабабли, бу зона учун частоталар режаси махсус ишлаб чиқилган ва зона чегараси аниқ белгиланган.

Европа денгиз зонасига – Оқ денгиз, Баренц денгизининг жанубий қисми, Шимолий, Болтик, Ўрта ер ва Қора денгиз, шимолий ва марказий Атлантиканинг шарқ қисми киради.



3.2-расм. Район ва зоналар картаси

Халқаро частоталар тақсимланиш жадвали (ХЧТЖ) жаҳоннинг уч райони учун учта устунга эга. Хизматлар номи француз тили алфавитига мос кетма-кетликда келтирилган, бу тартиб бўйича хизматлар ўзаро устуворликка эга эмас. ХЧТЖда ҳар бир хизматга икки бирламчи ёки иккиламчи тоифасидан бири белгиланган. Агар бир частоталар полосаси бир неча хизматларга тақсимланган бўлса, у ҳолда Радиоалоқа регламентида хизматлар қуйидаги тартибда келтирилади. Бирламчи фойдаланиш учун радиохизматлар бош ҳарфлар билан ёзилади (масалан, ТУРГУН/ФИКСИРОВАННАЯ), иккиламчи фойдаланувчи радиохизматлар кичик ҳарфлар билан (масалан, турғун/фиксированная).

Иккиламчи станциялар бирламчи станцияларга, бунда бирламчи радиохизматга частота бириктирилган ёки келгусида бириктирилишидан қатъий назар зарарли ҳалақитлар бермасликлари керак. Бунда иккиламчи станциялар бирламчи станциялар томонидан уларга частоталар бириктирилганлиги ёки келгусида бириктирилишидан қатъий назар, улар зарарли ҳалақитлар бермаслигини талаб қилиш ҳуқуқига эга эмаслар. Аммо иккиламчи станциялар бошқа иккиламчи станциялар ёки бошқа иккиламчи частотаси келгусида бириктириладиган хизмат станцияларидан зарарли ҳалақитлардан ҳимояланишини таъминлашликларини талаб этишлари мумкин.

ХЧТЖдан бирламчи маълумот сифатида фойдаланиб, ҳар бир давлат ушбу давлатга юридик жиҳатдан бўйсунувчи радиохизматлар учун тегишли ўзгаришлар киритиб, ўз миллий частоталар тақсимолини жадвалини шакллантириши мумкин. Агар радиостанциялар бошқа РЭВларга радиохалақитлар берадиган бўлса, у ҳолда унга частотани бириктириш ХЧТЖ асосида амалга оширилади.

ХЭИ даврий равишда Бутунжаҳон радиоалоқа конференцияси (БРК)ни ўтказиб боради, бунда техника ривожини эътиборга олиб, РРдаги радиочастоталар полосаларининг қайта тақсимланиш масаласи кўриб чиқилади ва тегишли қарорлар қабул қилинади. Авваллари бундай конференциялар тахминан 20 йилда бир марта (1959-1979 йиллар) ўтказилган. Ҳозирда бундай конференциялар 2-4 йилда бир марта ўтказилмоқда (1992, 1995, 1997, 2000, 2003, 2007, 2011 йиллар). Радиоалоқанинг регионал конференциялари, одатда алоҳида радиохизматлар ёки бир гуруҳ давлатлар учун частоталар режасини ишлаб чиқиш учун ташкил этилади. Частоталарни бириктириш режасини тузиш ХЭИга аъзо давлатларнинг радиочастоталар ресурсидан оқилона ва тенг ҳуқуқлилиқ асосида фойдаланишини ҳимояловчи механизм ҳисобланади. Бундай режалар у ёки бу частоталар диапазонида ташкилий жиҳатдан фойдаланиш, бунда давлатларнинг келгусида частоталарга бўлган эҳтиёжи уларнинг техник ёки сиёсий нуқтаи назардан ривожланишларига мос равишда эътиборга олинади.

Бу турдаги режалар икки турли бўлади:

- умумжаҳон режа – маълум радиохизматлар ёки маълум частоталар полосаси учун;

- регионал режа – маълум регионда фойдаланиладиган радиохизматлар ва маълум частоталар полосаси учун. Масалан, I-район, Европа радиоэшиттириш зонаси, Африка радиоэшиттириш зонаси, Европа денгизда сузиш зонаси.

Мисол учун, РРнинг асосий қисми фақат денгиз ҳаракатдаги радиохизмати фойдаланиши учун ажратилган 4000 дан 27500 кГц гача частоталар диапазонида ер усти ва қирғоқ радиотелефон станцияларига частоталар бириктирувчи бутунжаҳон режаси ҳисобланади. Регионал режага ер усти рақамли радиоэшиттириш хизматида частоталар бириктириш режаси мисол бўла олади. Ушбу GE06 (PKP-06) режаси бўйича ер усти рақамли радиоэшиттириши учун I- ва III- районларга 174 -230 ва 470-862 МГц частоталар полосаси ажратилган.

ХЭИнинг Радиоалоқа бюроси частоталарни бириктиришни рўйхатдан ўтказиш ва координация қилиш ҳақидаги аризаларни қуйидаги ҳолларда қабул қилади.

- маълум бир частотадан фойдаланиш бошқа давлатларнинг радиохизмат РЭВга зарарли халақит бериши холи мавжудлигида;

- частота имтиёзли албатта халқаро алоқа учун фойдаланиладиган ҳолатда;

- частотадан фойдаланиш халқаро ҳамжамият томонидан тан олинмиши талаб этилишида.

Бир неча давлатлар томонидан радиочастоталардан биргаликда фойдаланиш ҳақидаги келишув жараёни координация деб аталади. Координациядан мақсад янги радиоэлектрон восита ишга тушиши натижасида режалаштирилаётган ва айни вақтда хизмат кўрсатаётган радиоалоқа воситаларига ўзаро халақит бермасликларини таъминлашдан иборат. Частоталарни координациялаш жараёнини частоталар ресурси ва орбиталар ресурсидан самарали фойдаланишни таъминловчи динамик режалаштириш воситаси деб ҳисоблаш мумкин.

Частоталарни координациялаш жараёнига икки ва ундан ортиқ давлат (ёки алоқа маъмурияти) вакиллари жалб этилиши мумкин.

Координациялаш жараёни куйидаги тадбирларни ўз ичига олади:

- дастлабки координация ишларини олиб бориш ва координацион битим тузиш керак бўладиган РЭВларига тайинланган частоталарга тегишли масалалар кўриладиган кўшни ва чегарадош давлатларни аниқлаш;

- Халқаро алоқа ташкилотларининг тавсиялари ва қарорлари асосида пайдо бўлиши кутулаётган халақитлар параметрларини ҳисоблаш ишларини бажариш;

- Радиоалоқа регламенти тавсияси асосида координациялашни бажариш жараёнида маълум ҳажм ва шаклдаги (формат)даги маълумотлар билан ўзаро алмашиш, уларга аввалдан белгиланган вақтда изоҳлар бериш. Олинган натижалар ХЭИнинг Радиоалоқа бюроси тарқатма материали шаклида чоп этилади.

Частоталар полосасидаги частоталарни бириктиришлар космик хизмат, ҳаво ҳаракатини бошқариш радиоалоқа хизмати, фуқаро (граждан) авиацияси самолётларини кўндириш хизмати, частота вақт стандартлари сигналлари ва шу кабилар ХЭИнинг Радиоалоқа бюросида албатта рўйхатдан ўтказилади.

РРда албатта амалга оширилиши шарт бўлган тадбирларга кўшимча регионал келишувлар ҳам мавжуд бўлиб, улар ер усти радиохизматларига бириктирилган частоталарни дастлабки координациядан албатта ўтказиш мажбуриятини талаб қилади.

Халқаро миқёсда фойдаланадиган ҳар қандай бириктирилган частота ҳақидаги маълумот Радиоалоқа бюросига, уни халқаро даражада эътироф этиши учун хабар берилиши шарт. Агар ушбу частотадан халқаро миқёсда фойдаланиш тўхтатилган тақдирда, бу ҳақида уни руйхатдан чиқариш ҳақидаги ариза РБга юборилиши керак.

Радиоэлектрон воситаларнинг параметрларини меъёрлаш ва ундан фойдаланиш учун рухсат бериш ҳам ХЭИнинг иш соҳаларидан бири ҳисобланади. РРда радиостанциялар ўзаро халақитларини йўқотиш учун уларнинг техник характеристикаларига алоҳида талаблар қўйилади.

Ушбу вазифанинг муҳимлиги стандартлаш билан ХЭИнинг икки сектори шуғулланиши орқали ифодаланади.

Радиоалоқа сектори – радиоалоқа воситаларини стандартлаш ва электралоқа сектори – симли алоқани, шу жумладан уларда фойдаланиладиган воситаларни стандартлаш билан шуғулланади.

Радиоалоқа регламентининг 3-моддаси радиоалоқа воситаларининг халақитлар келиб чиқишига сабаб бўлувчи техник характеристикаларга бағишланган стандартларни қўллаш радиотехник тизимлар томонидан уларнинг реал ишлаш жараёнларида электромагнит мослашуви шартининг бажарилишига кафолат бўлади. Улар одатда, узатилаётган сигналлар частоталар полосасининг кенглигини чеклайди ёки унинг асосий ташувчи частотасининг стабиллигини таъминлашни талаб қилади ва зарарли халақитлар пайдо бўлмаслигини таминлайди. Баъзи ҳолларда маъмурият радиоқабуллаш курилмаларининг зарарли халақитларига нисбатан халақитбардошлигига ҳам маълум даражадаги талаб қўйиши мумкин. Радиочастоталар спектридан фойдаланишни халқаро миқёсда мониторинг (назорат қилиш, кузатиш) қилишни ташкиллаштириш умуман ХЭИ вазифалари қаторига киради, хусусан эса радиоалоқа сектори вазифаси ҳисобланади.

Мониторинг тизимини яратиш масалалари, айниқса ривожланаётган давлатларда радиочастоталар мониторингини ташкил этиш билан ХЭИнинг электралоқани ривожлантириш сектори шуғулланади. Ушбу сектор мониторинг бўйича ўқишлар ташкил этади ва мамлакатларга миллий ёки регионал даражада РЧСни мониторинг қилиш тизимини ташкил этиш ҳамда ривожланишида ёрдам беради.

Биринчи марта РЧСдан фойдаланишни мониторинг қилувчи халқаро станция 1929 йилда Белгия (Брюссель-Жур бизе) да ташкил этилган. Халқаро мониторинг тизими станциялардан ташкил топган бўлиб, улар радиоалоқа маъмуриятлари томонидан берилган талабномалар асосида мониторинг ишларини бажаради.

Мониторинг натажалари Радиоалоқа бюросига мунтазам равишда юбориб турилади ва маълумотномалар шаклида эълон қилиб борилади, бунда албатта мониторинг олиб борилган станция кўрсатилади. Мониторинг натижасида Радиоалоқа регламентида рухсат берилмаган нурланишлар аниқланса, у ҳолда ХЭИ Радиоалоқа бюроси тегишли алоқа маъмуриятига ушбу ҳолатга эътибор бериш ҳақида таклиф юборади.

Халқаро мониторинг тизими маълумотларидан Радиоалоқа бюроси томонидан қисқа маълумотлар тайёрлашда ҳам фойдаланилади.

3.2. Радиочастоталар миллий ресурсидан фойдаланишни бошқариш

Миллий маъмуриятлар иқтисодиётни ривожланиши натижасида радиочастоталар ресурсига бўлган талабнинг ошаётганлиги ва фойдаланиши мумкин бўлган частоталар ресурси ҳам чекланганлиги муаммосини ҳал этиш устида ишламоқдалар. Ушбу муаммони ҳал этиш билан шуғулланувчи ташкилотни баъзан бошқарувчи ташкилот деб атайдилар.

ХЭИ радиочастоталар ресурсидан фойдаланишни миллий даражада бошқаришни ташкил этиш учун асосий бошқарув идеологиясини акс эттирувчи махсус тавсияномалар чоп этиб боради. Улардан баъзи мисолларни келтирамиз.

Миллий қонунчиликда шакллантирилган қонунлар радиочастоталар спектридан давлат ва нодавлат корхоналари томонидан фойдаланилганда социал ва иқтисодий ривожланишни эътиборга олиши ҳамда радиочастоталар спектридан самарадор фойдаланишни таъминлаши керак.

Радиочастоталар спектридан фойдаланишни миллий даражада бошқариш ҳукумат қонунчилиги, асосий сиёсий принциплар, радиоалоқа регламенти ва спектрдан фойдаланиш истиқболли режалари билан чамбарчас боғланган.

Частоталар спектридан фойдаланиш билан боғлиқ бўлган миллий масалалардан қуйидагиларни алоҳида таъкидлаш мумкин: шахсий ва манфаатли фойдаланишда умуммиллий ва глобал алоқа тизими хизматларидан фойдаланиш имконияти самарадорлиги, радиоалоқа хизматларини кўрсатиш инфраструктурасига янги технологияларни киритишни қўллашда манфаатдорликни таъминлаш, миллий манфаатдорликни, шу жумладан жамоат хавфсизлигини ва давлат мудофаасини таъминлаш, инсонлар ҳаёти ва соғлиғини химоялаш, жиноятларни олдини олиш ва ҳуқуқ тарғиботни таъминлаш, миллий ва халқаро транспорт тизимини бир текис ишлашини таъминлаш, табиий ресурсларни химоя қилиш ва авайлаб сақлаш, жамоага билим ва тарбия берувчи ахборотларни тарқатишни таъминлаш, табиий бойликларни қидириш, уларга саноат корхоналарида ишлов бериш, маҳсулотлар ишлаб чиқиш ва бошқалар.

Юқоридагилардан кўриниб турибдики, мақсад ва масалалар ҳамма давлатлар учун умумий характерга эга. Ҳар бир давлат юқорида келтирилган тавсияларни ўзича ҳал этишни режалаштириш ва амалга оширишни ўз олдига мақсад қилиб қўяди, аммо миллий частоталар ресурсини тақсимлаш ва бириктиришни ундан фойдаланишни бошқаришда баъзи чеклашларни эътиборга олиш керак бўлади.

ХЭИ тавсиясига кўра частоталар спектридан фойдаланишни бошқариш 3.3-расмда келтирилган таркибда бўлиши ва 3.4-расмда келтирилган вазифаларни бажариши керак.



3.3-расм. Радиочастоталар спектрини бошқариш миллий тизими таркиби



3.4-расм. Радиочастоталар спектрини бошқариш миллий тизимининг вазифалари

3.2.1. Спектрдан фойдаланишни режалаштириш ва регламентлаштириш

Спектрдан фойдаланишни бошқаришни ташкил этишда технологияларнинг ривожланишини эътиборга олиш билан бирга, ижтимоий, иқтисодий ва сиёсий жараёнларни ҳам назарда тутган ҳолда, унинг режасини ишлаб чиқиш, регламенти ва сиёсатини мукаммалаштиришга алоҳида аҳамият бериш керак. Режалаштириш ва тактикани амалга оширишнинг натижаси частоталар полосасини турли радиохизматлар ва бошқа соҳада фойдаланиш учун тақсимлаш бўлиб, у частоталар тақсимооти миллий жадвали орқали регламентланади (тартибга солинади).

Ушбу жадвални яратишда ХЭИ қуйидагиларни эътиборга олишни тавсия этади: жаҳоннинг ушбу районига тегишли бўлган ХЧТЖни максимал (иложи бор) даражада ҳисобга олиш, частоталар спектридан жорий фойдаланиш режасини ишлаб чиқиш ва ундан ушбу режа асосида частоталар спектридан самарали фойдаланишга тўсқинлик қилгунча фойдаланиш, частоталар тақсимоотини ҳукумат манфаатлари ва хавфсизлиги билан мослаштириш ва бошқа мамлакатларнинг ушбу масалаларга муносабатини эътиборга олиш керак.

Частотадан фойдаланишда томонлар манфаатлари бир-бирига қарши бўлса, у ҳолда радиочастоталардан фойдаланишни бошқарувчи ташкилот жамият ва ҳукумат манфаатларини қондириш нуқтаи назаридан энг маъқул ечимни таклиф этиши керак. Лозим бўлса частоталардан биргаликда фойдаланиш учун розилик бериши керак. Частоталарни тақсимлашда фуқаролар ва ҳукумат ташкилотлари қизиқишларини эътиборга олиши керак. Частоталарни қайта тақсимлашда эса – техник чекланиш (имконият)лар, янги технологиянинг келажак ривожини ва молиявий харажатларини эътиборга олиш керак. Частоталар спектрини бошқариш ва регламентация қилувчи асосий ҳужжатлар бу ҳар бир давлатнинг “Спектрдан фойдаланиш”, “Алоқа тўғрисида”ги қонунлари ва “Частоталар тақсимооти жадвали”дир.

3.2.2. Спектрдан фойдаланишни бошқаришни молиялаштириш ва спектрдан фойдаланиш учун ҳақ тўлаш

Радиочастоталар спектрини бошқариш учун тўлов олишнинг асосий сиёсий мақсади қуйидагилардан иборат: радиочастоталар спектридан самарали фойдаланиш орқали мамлакатнинг алоқа инфраструктурасини яхшилаш, радиочастоталар спектридан фойдаланишни бошқариш инфраструктурасини фаолиятини кўллаб туриш учун – солиқлар, радиочастоталар спектридан фойдаланганлик учун маъмурий солиқларнинг миқдори ҳамма частоталар спектридан фойдаланувчилар учун бир хил бўлиши ва частотадан самарали фойдаланувчилар ундан моддий манфаатдор бўлишлари, солиқлар миқдори кўпчилик радиохизматлар учун фойдаланилаётган спектр кенлигига мос бўлиши ва тармоқдаги радиоузаткичлар сонини ҳам ҳисобга олиш, самарадорлик билан

фойдаланилмаётган ёки қабул қилинган низомларга бўйсунмасдан фойдаланилаётган спектрларни қайтариб олиш.

3.2.3. Воситалардан фойдаланиш учун рухсат олиш ва стандартлаштириш

Миллий маъмурият ўз ҳудудида фойдаланиш учун рухсат берилган РЭВларнинг Радиоалоқа регламентига мос келишини таъминлаш учун маъсул ҳисобланади. РЭВларга стандартлар миллий, регионал ва халқаро ташкилотлар (асосан ХЭИ) томонидан яратилиши мумкин. Стандартларга риоя қилиш РЭВлар учун реал иш жараёнида электромагнит мослашув шартининг бажарилишига кафолат беради. Стандартлар узатилаётган сигналлар спектри полосасини ва сатҳини чеклаш, частотасининг нисбий ўзгармаслигига техник талабларни белгилайди, натижада халақитлар пайдо бўлишига йўл қўйилмайди. Баъзи ҳолларда мамурият радиоқабуллаш қурилмаларининг халақит берувчи сигналларга нисбатан барқарорлиги сатҳини белгилаши мумкин. ХЭИ ва радиохалақитлар бўйича махсус халқаро комитет (CISPR) томонидан бир қатор бир-бирига мос келувчи стандартлар яратилган. Бу стандартларга Европа алоқа стандартлари институти (ETSI) томонидан ёки АҚШнинг Алоқа федерал комиссияси (FCC) томонидан яратилган стандартлар мисол бўла олади.

Тажриба, синовлардан ўтган ва самарадор стандартлардан фойдаланиш миллий стандартларни ишлаб чиқиш жараёнини тезлаштиради. Миллий стандартлар мажмуасини яратиш узок муддатларни талаб этади, чунки мавжуд халқаро ва бошқа стандартларни кўриб, ўрганиб чиқиш мураккаб масала ҳисобланади.

Стандартлаштиришнинг асосий қисми, бу воситаларни қўйилган талабларга жавоб беришини тажрибадан ўтказиш учун маъмурий жараёнлар кетма-кетлиги ва талабларни ишлаб чиқишни ўз ичига олади. Воситаларнинг талабларга мослигини тасдиқловчи текширишлар ва маъмурий жараёнлар сонини иложи борича камайтириш тавсия этилади.

Ишлаб чиқарувчи томонидан маҳсулотларни мустақил равишда сертификациядан ўтказиш, керакли ҳужжатлар сонини ва сарф-харажатларни камайтиради. Баъзи алоқа маъмуриятлари, ишлаб чиқарувчилар томонидан маҳсулотларни нодавлат тажриба-текширув лабораторияларида сертификация кўригидан ўтганлиги, радиоалоқа воситаларнинг стандарт талабларига жавоб беради деб ҳисоблайдилар.

3.2.4. Частоталарни бириктириш ва алоқа воситаларидан фойдаланиш учун лицензия бериш

Частоталарни бошқарувчи (регулятор)нинг асосий вазифаси радиохизматларга частоталарни бириктириш ҳисобланади.

Частоталарни бириктириш билан шуғулланувчи бўлим, радиоалоқа тизимига кўпроқ мос келадиган частоталарни таҳлил қилади ва таклиф

этилаётган – бириктирилаётган частотани, бунгача бириктирилган частоталар билан ўзаро мувофиқлаштиришни амалга оширади.

Радиостанцияга частотани бириктириш ва унга лицензия бериш билан бирга амалга ошириладиган ҳолат миллий қонунчилик, регламентлар ва у билан боғлиқ жараёнларга мос равишда амалга оширилади. Частотани бириктириш ва радиоалоқа воситасидан фойдаланиш учун лицензия олиш тартиби одатда қуйидагича амалга оширилади: лицензия олиш учун талабгорнинг аризаси асосида уни лицензия олиш учун ҳаққи бор-йўқлигини юридик ва регулятор нуқтаи назаридан ўрганилади, радиоалоқа воситасининг техник кўрсаткичларга мослигига, аниқ бир радиостанцияга “радиочақириқ” бириктириш, лицензия бериш ва тўловни йиғиш, операторнинг ўз ишига маъсулияти (компетентлиги) текшириб кўрилади.

Агар давлат чегарасидан ташқарида радиохалақитлар пайдо бўлиш эҳтимоллиги юқори бўлса, у ҳолда халқаро координация (келишув)га эришиш керак бўлади ва ХЭИ-Рни частота бириктириш жараёнида қатнашишга талаб этилиши мумкин.

Частоталардан фойдаланиш ҳақидаги сўровлар маълумотлар базаси ва берилган лицензиялар келгусида фойдаланиш учун сақланиши керак. Баъзи алоқа маъмуриятлари фойдаланилмаётган частоталарни аниқлаш учун мониторинг натижаларидан фойдаланадилар.

Мониторинг натижасида фойдаланилмаётган частотани назорат даврдаги кузатишлар вақтида ҳеч қандай радионурланишлар йўқлиги асосида аниқлаш мумкин, аммо ушбу частота маълумотлар баъзасида фойдаланилаётган частоталар сифатида белгиланган бўлиши мумкин.

3.2.5. Мамлакат ичида ўзаро ҳаракатлар ва маслаҳатлар

Миллий алоқа маъмурияти самарали ишлаши учун спектрдан фойдаланувчилар, шу жумаладан коммерция билан шуғулланувчилар, электралоқа саноати, давлат ташкилотлари ва кенг жамоатчилик билан доимий мулоқотда бўлиши ва маслаҳатлашишлари ҳам фойдали ҳисобланади. Маъмурият сиёсати, ишлаш қондаси ва услубий кўрсатмалари ҳақидаги ахборотларни мунтазам тарқатиб туриш керак. Қабул қилинган қарорларни баҳолаш учун частоталардан фойдаланувчилар билан тесқари алоқа ўрнатиш ҳам мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Оммавий ахборот воситалари (ОАВ) билан ишловчи гуруҳ матбуот учун маълумотномалар чиқариши, учрашувлар ташкил этиш йўли билан частоталар спектридан фойдаланувчилар учун халақитлар манбаини аниқлашда текширув ва назорат (мониторинг) натижаларига асосланиши ва шу йўл билан халақитлар ҳақидаги шикоятларни ҳал этиши мумкин бўлади.

Миллий маъмурият, ташкилот ва фуқаролар частоталарни бошқарувчи ташкилотга регламентлар ва частоталарни тақсимлаш тўғрисидаги қарорларга ўзгартириш киритиш тартибини ўрганишни тавсия этади. Регламент асосида киритилган бундай тартиб-қоидалар ўзгартиришлар

киритишни кафолатлайди ва частотани бошқарувчи ташкилот давлатнинг ҳамма фуқаролари талабларини албатта эътиборга олишини таъминлайди.

3.2.6. Халқаро ва регионал ҳамжихатлик, частоталарни бириктиришни координациялаш ва нотификациялаш

Радиоалоқанинг таъсир ҳудуди кўп ҳолларда давлат чегарасидан ташқарига ҳам чиқади. ХЭИнинг бутунжаҳон ва регионал радиоконференциялари ХЭИнинг учта сектори (радиоалоқа, электралоқани стандартлаш ва электралоқани ривожлантириш) ишларида қатнашиш билан бирга халқаро учрашувларга давлат манфаатларини акс эттирувчи ҳужжатларни тайёрлайди ва уларни келишувдан ўтказди. Регионал учрашувларда қатнашиш администрациянинг халқаро учрашувларга пухта тайёргарлик кўришига ёрдам беради.

Иш фаолиятининг яна бир муҳим қисми, бу ХЭИга аъзо давлатлар билан частоталарни бириктириш ишларини координациялаш ва бу частота бириктиришларини Радиоалоқа бюроси орқали нотификация қилиш ҳисобланади. Нотификация деб бир давлатнинг бошқа давлатга маълум халқаро масалага нисбатан муносабатини билдириши ёки маълум бир воқеа ҳақидаги хабарни расмий равишда етказишига айтилади. Кўп ҳолларда нотификациялаш вазифасини частоталардан фойдаланишга рухсат берадиган, мамлакат радиоалоқа тизимини халақитлардан ҳимоялашни ва ушбу вазифани бажариш учун йўналтирилган бошқа хатти-ҳаракатларни координацияловчи ва радиоалоқа бюросини частоталарга боғлиқ халқаро ахборот тарқатма ҳужжатлари пайдо бўлганда амалга оширилади.

Спектрлардан фойдаланишга тегишли келишувлар ва стандартлар муҳокама этиладиган учрашувларда, спектрдан фойдаланиш қоида ва регламентларини ишлаб чиқишда тўғридан-тўғри алоқадор бўлмаган кўпгина бошқа ташкилотлар ҳам қатнашадилар. Масалан, Халқаро авиация ташкилоти, Халқаро денгиз ташкилоти, Бутунжаҳон минералогия ташкилоти, халақитлар бўйича махсус қўмита, Халқаро электротехник комиссия (CISPR). Худди шунингдек, алоқа маъмуриятлари юқорида келтирилган ташкилотлар ва шу кабиларнинг ишчи мажлисларида қатнашишлари керак.

Ҳар икки мобил ишчи гуруҳ ўз олдига қўйган вазифани бажаришда мониторинг ва лицензия берувчи бўлимлардан дастлабки ахборотларни оладилар.

Рухсатсиз радионурлатишлар манбаини аниқлаш ва ушбу радиохалақитлар манбаи эгасига нисбатан тегишли чоралар қўллаш ҳам ушбу гуруҳларнинг вазифалари ҳисобланади. Айниқса, халақитлар пайдо бўлган частоталар спектри умумий фойдаланишдаги (масалан: радиоэшиттириш, телевидение ва ҳ.к.) аҳолига хизмат кўрсатиш воситалари операторлари томонидан катта миқдордаги солиқлар тўланадиган ҳолатларни аниқлаш ва тегишли қонуний чоралар кўриш ушбу назорат гуруҳи вазифаси ҳисобланади.

Назорат (инспекцион) текшириш ва ҳалақитли ҳолатларни аниқлаш ва таҳлил этиш, шу жумладан мониторинг маълумотлари асосида бўлимлари вазифаларига қуйидагилар киради. Ҳалақитлар пайдо бўлгани ҳақидаги аризаларни ўрганиш, радиостанцияларнинг ноқонуний ишлаши ёки лицензияда кўрсатилган шартларни бажармаган ҳолатда узаткич кўрсаткичларини лицензияда белгиланганига ва меъёрий кўрсаткичларга мослаштириш ҳақидаги тавсияларни бажариши, Суд органларига топшириш учун материалларни тайёрлаш ва ноқонуний фойдаланилаётган РЭВни ҳуқуқни химоялаш органлари томонидан конфискация қилинишига кўмаклашиш, операторлар радиостанциялари техник кўрсаткичлари миллий ва халқаро нормаларга мослигини тасдиқлаш, кераксиз нурланишлар қуввати сатҳи, радиоузаткич чиқиш нурланишлари қуввати, частотани аниқ ўрганилганлиги, стабиллиги (мутаносиблиги) ва х.к. лар бўйича техник ўлчашларни ўтказиш.

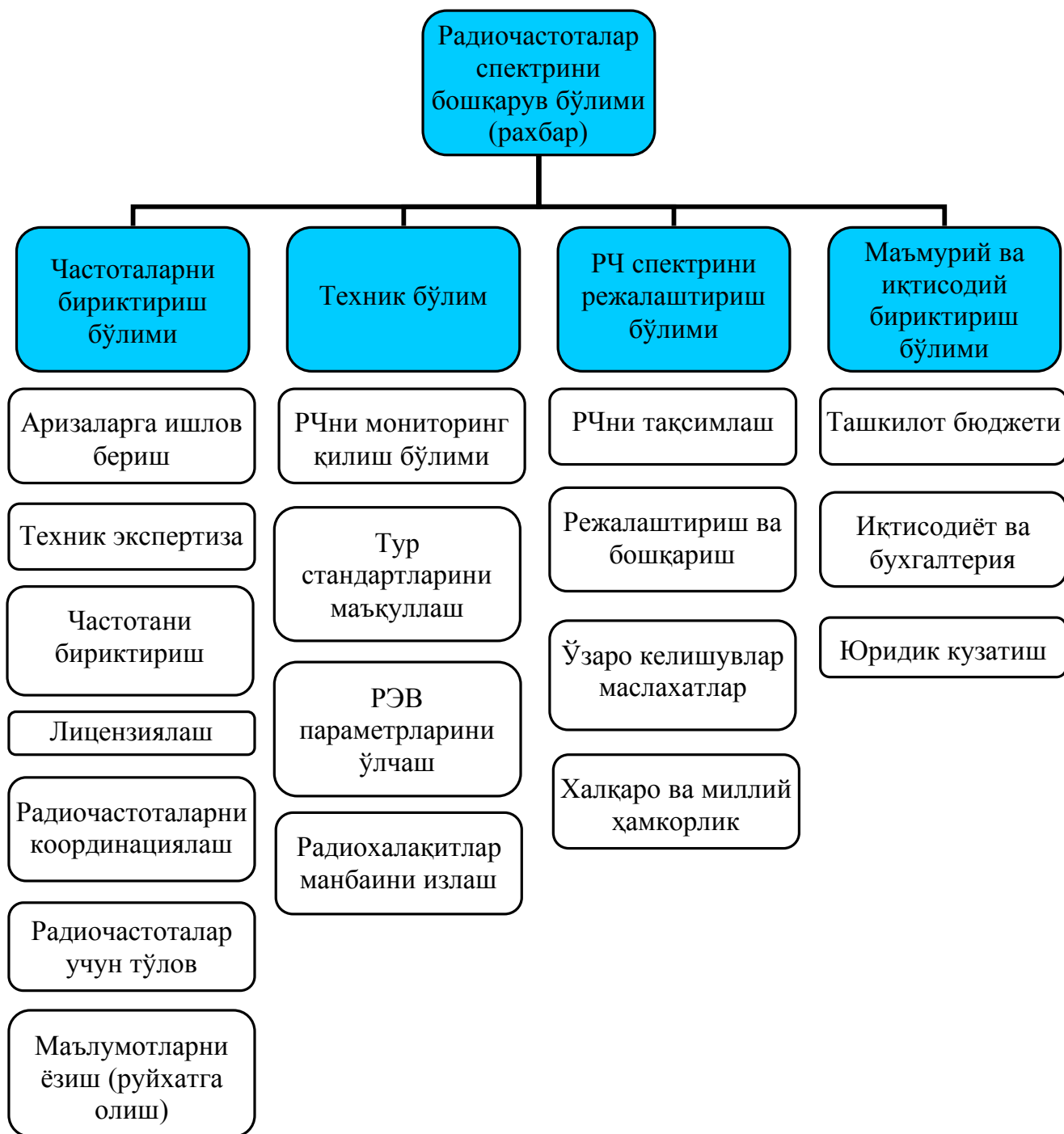
Текшириш ва суриштириш ишларини ўтказишда махсус ташкил этилган усулда РЭВ назоратдан ўтказилади. Бунда одатда РЭВга физик уланишлар орқали ва частоталар спектридан фойдаланувчи иштирокида ўтказилади. РЭВни мониторинг қилиш тўғридан-тўғри РЭВга уланишсиз ва спектрдан фойдаланувчининг қатнашишисиз ўтказилади.

Частоталар спектридан фойдаланишни бошқаришни доимий қўллашга қуйидагилар киради: маъмурий ва юридик, ҳисоблаш ва компьютер технологияларини қўллаб бошқаришни автоматлаштириш, спектрдан фойдаланиш усулларини ишлаб чиқиш ва ўқитиш-ўргатиш, малака ошириш.

Юқорида келтирилган тавсиялар илғор мамлакатларнинг радиочастоталар спектрини бошқариш бўйича тажрибасини ўрганиш ва умумлаштириш натижасида шакллантирилган. Ушбу тавсиялар ривожланаётган давлатлар радиочастоталар спектрини бошқариш ишини ташкил этишда фойдали бўлади деб ҳисобланади.

Мамлакатнинг давлат тузилиши ва алоқа ресурсларига кўра радиочастоталар спектрини бошқариш агентлиги мустақил ёки миллий алоқа агентлигининг таркибида бўлиши мумкин. 3.5-расмда мисол тариқасида ХЭИ тавсия этган РЧСни бошқариш агентлигининг соддалашган таркибий схемаси келтирилган. Ушбу агентлик ўртача катталиқдаги ҳисобланиб, унда ишлайдиган мутахассислар сони 10 дан 50 гача бўлиб, юқорида қўйилган ҳамма масалаларни ечиш учун етарли ҳисобланади.

Мутахассисларнинг бажарадиган вазифалари ўзаро бошқача тақсимланган бўлиши ҳам мумкин. 3.5-расмда умумий бириктирилган частоталар сони 75,0 минг ва яна ҳар ойда 1000та янги частоталар бириктиришни амалга ошириш имкониятига эга бўлган агентлик структураси варианты (моделли) келтирилган.



3.5-расм. Миллий агентлик учун тавсия этиладиган структура схемаси

Ушбу модел тўрт қисмдан иборат бўлиб, улар бир-бири билан қуйидагича боғланган:

- одатда частоталарни бириктирувчи бўлим частоталарни бириктиришда тўлиқ техник тадқиқотдан ўтказмайди. Агар частота бириктириш тўлиқ таҳлил этишни талаб этса, у ҳолда бу вазифани техник бўлим бажаради;

- техник бўлим одатда ўлчашлар натижаси сақланадиган маълумотлар базасидан фойдаланиб автоматлаштирилган тизимдан фойдаланади. Ушбу

бўлим ишлаб чиққан ахборот – маълумотлар частоталарни бириктириш ва режалаштириш бўлимига узатилади, бундан ташқари, бўлим бошлиғи бу маълумотлардан махсус масалаларни ҳал этишда фойдаланади;

- радиочастоталар спектрини режалаштириш бўлими спектрдан фойдаланиш режасини тегишли алоқа маъмуриятлари билан координацияланган ҳолда тузади. Бу жараёнда частоталарни бириктириш ва техник бўлимлардан олинган маълумотлардан фойдаланади;

- Маъмурий ва иқтисод бўлимлари лицензиялар учун тўловларни йиғиш ва частоталарни бошқаришга тегишли турли маъмурий ва иқтисодий вазибаларни бажаради.

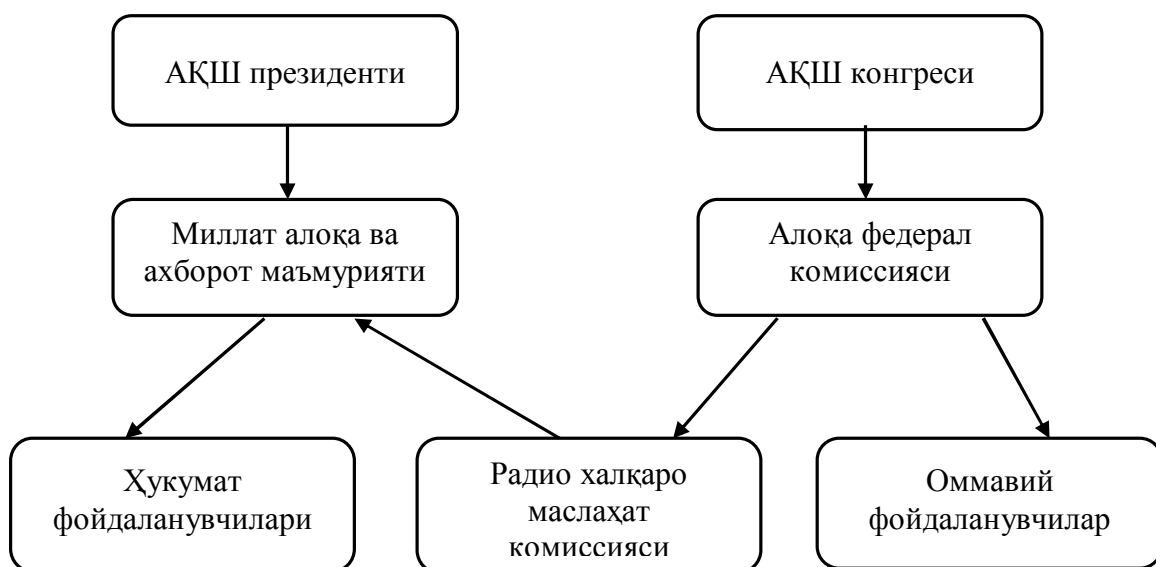
Радиочастоталарни бошқаришга тегишли катта ҳажмдаги ахборотлардан фойдаланишда замонавий автоматлаштирилган бошқарув тизимидан фойдаланиш кам самарали ишларни бажаришдан озод қилади.

Маълумотлар оқими аниқ бўлиши керак, бунда маълумотлар қайси манбалардан келаяпти, бу маълумотларни нима қилиш керак ва маълумотларнинг ҳажмини, уларни модификациялаш, ўзгартириш частотаси ва янгилаш жараёнини аниқлаш керак бўлади (3.6-расм).

Ушбу жараёни тўғри ва тезкорлик билан амалга ошириш талабгорнинг сўровига қисқа муддатда жавоб бериш имкониятини беради. Ариза – талабномаларга жавоб бериш уларнинг мазмунига ва радиочастоталар спектрини бошқарувчи маъмуриятнинг ресурси ва техник имкониятларига қараб бир неча соат, ойлар ва йиллар талаб қилади.

Мисол тариқасида қуйида баъзи ривожланган мамлакатларда радиочастоталар спектридан фойдаланишни бошқариш қандай амалга оширилиши бўйича қисқача маълумот келтирилган.

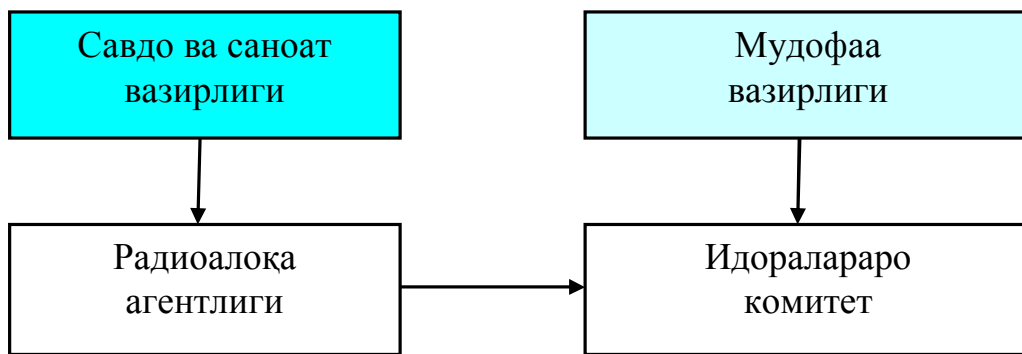
АҚШда РЧСдан фойдаланувчи жамоа, шу жумладан унинг штатлари ва маҳаллий ҳукумат органларига бириктирилган ҳамда бириктириладиган частоталарни бошқариш билан Алоқа федерал комиссияси шуғулланади (3.7-расм).



3.7-расм. АҚШ спектри ресурсидан фойдаланишни бошқариш структуравий схемаси

Ҳукумат даражасидаги фойдаланувчилар, улардан энг фаоллари: Адлия вазирлиги, Мудофаа вазирлиги, Фавқулодда ҳодисалар бўйича федерал агентлик, Федерал полиция, Ўрмон хўжалигини кўриқлаш хизмати, Энергетика вазирлиги, Аэроавтика ва космик фазони тадқиқот қилиш миллий бошқармаси учун РЧСдан фойдаланиш масалалари билан АҚШнинг иккинчи катта ташкилоти Миллий алоқа ва ахборот администрацияси шуғулланади, у АҚШ президенти ҳукумати ташкилоти ҳисобланади. АҚШда РЧСни бошқариш шундай йўлга қўйилганки юқорида келтирилган вазирлик, агентлик ва хизматлар бир-бирларининг қизиқишларини эътиборга олиш билан бирга, 30 ГГц частотадан паст частоталарнинг 93,1 % биргаликда фойдаланиладиган частоталар полосаси бўлиб, фақат 6,9 % частоталар спектри хусусий ва ҳукумат хизматлари томонидан мутлоқ фойдаланилади. АҚШ Миллий алоқа ва ахборот агентлиги РЧСдан фойдаланиш бўйича қарор қабул қилишда Радио ташкилотлараро маслаҳат комиссияси хулосасини асос қилиб олади. Мониторинг ўтказиш учун АҚШ давлати ҳудуди 6-регион ва 31-зонага бўлинган бўлиб, уларнинг марказлари мос равишда регионал ва зона бошқармалари ҳисобланади.

Буюк британияда РЧСни башқариш учун маъсул – Радиоалоқа агентлиги ҳисобланади. Мудофаа вазирлиги РЧСдаги фақат ҳарбий фойдаланишларга тегишлисини бошқаради. Радиоалоқа агентлиги Буюк британия марказий ҳукуматининг савдо ва саноат вазирлиги таркибига киради ва унга фақат бажарувчи вазифаси топширилган. Радиоалоқа агентлиги Буюк британиянинг Халқаро электр алоқа иштирокидаги телекоммуникация соҳаси бўйича муаммолар муҳокамасида қатнашувчи вакили ҳисобланади (3.8-расм).



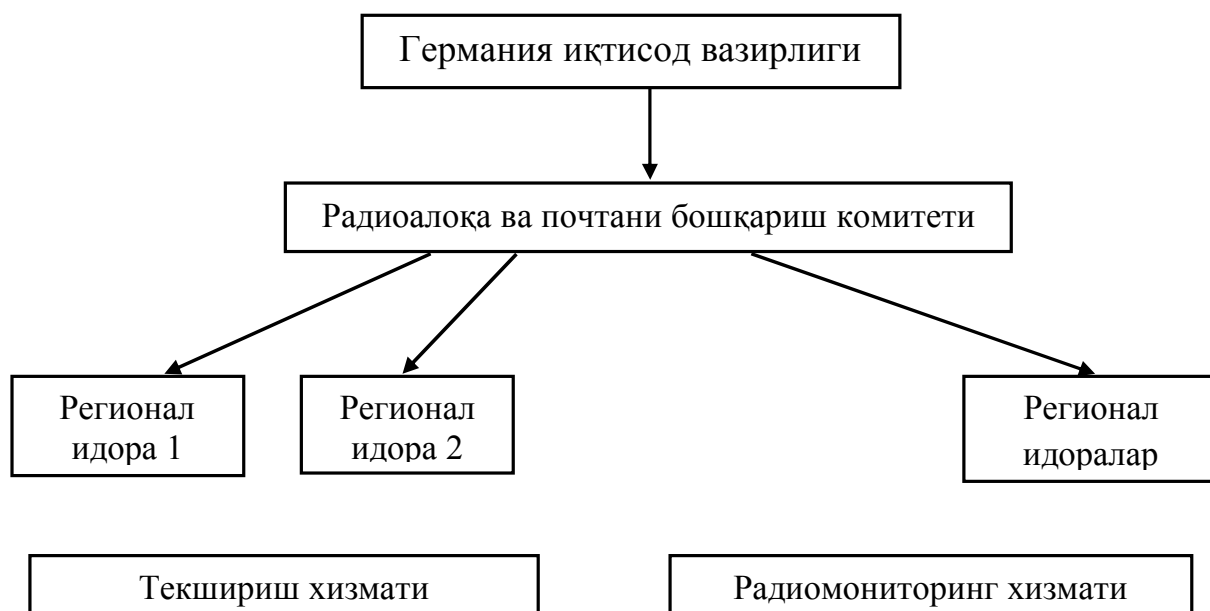
3.8-расм. Буюк Британия РЧСни бошқариш структуравий схемаси

Миллий кўламда частоталар тақсимотини режалаштириш билан идоралараро комитет шуғулланади. У ҳамма фуқаро ва ҳарбий йўналишда фойдаланувчи радиовоситалар учун РЧСдан фойдаланишдаги сиёсат йўналишини муҳокама этиш учун ваколатли форум ташкил этади. Идоралараро комитет таркибига ХЭИ билан ҳамкорликда ишловчи халқаро частоталарни режалаштириш гуруҳи киради. БуюкБритания 5 регионга бўлинган, бу регионларда радиомониторинг асосан ҳаракатдаги радионазорат станциялари томонидан олиб борилади. Буюкбританияда фақат битта радионазорат станцияси Лондондан бир-неча ўн километр шимолдаги Бэлдок шаҳарчасида жойлашган. Бундан ташқари мамлакатнинг турли ҳудудларида жойлашган 8-та лицензиялаш мазказлари бор. Бэлдоқда жойлашган станция учта бўлимга эга, булар: муқим жойлашган радиовоситалар мониторинги, ҳаракатдаги радиовоситалар мониторинги ва космик алоқа воситаларини назорат қилиш бўлимлари.

Германияда РЧСдан фойдаланишни бошқарувчи энг олий ташкилот бу радиоалоқа ва почтани бошқариш комитети ҳисобланади (3.9-расм).

Комитет Германиянинг иқтисод федерал вазирлигига бўйсунди. Ушбу комитетнинг асосий вазифаларидан бири Германия ҳудудида фойдаланилаётган ҳамда ва унинг ҳудудига олиб кириладиган радиовоситаларни назорат қилишдан иборат. Германияда бошқа мамлакатлардагидан фарқлироқ бир-бири билан жипс ҳамкорликда ишловчи икки турдаги, яъни: текшириш ва радиомониторинг хизмати мавжуд. Текшириш хизмати радиомониторинг хизматига қараганда анча кўп регионал офис (идора) ва ҳаракатдаги радиомониторинг воситаларига эга.

Германия ҳудуди 7 та регионга бўлинган. Регионларнинг марказида радиомониторинг хизматларининг марказий идоралари жойлашган. Инспекция (текшириш) масалаларини ҳал этиш учун 53 та регионал идоралар ва 170 та ҳаракатдаги радиомониторинг воситалари мавжуд. Хизматлар орасида вазифалар қуйидагича тақсимланган.



3.9-расм. Германияда радиочастоталар спектридан фойдаланишни бошқариш структуравий схемаси

Текшириш (инспекция) бўлими вазифалари:

- радиожихозлар ўрнатилган жойда уларнинг техник параметр (кўрсаткич)ларини назорат қилиш;
- бозорга чиқарилаётган радиовоситалар техник параметрларини назорат қилиш;
- радиовоситалар чиқараётган нурланишларнинг инсон организмига таъсирини ўлчаш;
- радиоэшиттириш ва телекўрсатувларга таъсир этувчи радиохалақитларни бартараф этишдан иборат.

Комитетнинг радиоалоқа ва почтани бошқариш регионал идоралари РЧ спектрига бўлган талабномаларга лицензия бериш ва частоталарни бириктириш ҳақидаги қарорларни расмийлаштиришни амалга оширади.

Радиомониторинг хизмати РЧ ресурсини ХЭИ тавсияномаси асосида кузатув (мониторинг) ишларини олиб боради.

Йирик ривожланган мамлакатларнинг РЧСни бошқариш тизимини таҳлил этиш натижаси қуйидагилардан иборат:

- РЧСни бошқариш органлари давлат томонидан юқори даражада қонунлар асосида ҳимояланганлиги (мисол, учун АҚШда РЧдан фойдаланишга Президент ўзининг қарор қабул қилиш ҳуқуқини савдо министри ваколатига берган);
- Миллий частоталар ресурсини бошқариш соҳасида кўп сонли юқори квалификацияли мутахасислар ишлайди (шу жумладан тижорат);
- РЧСни бошқариш органлари давлат ва нодавлат ташкилотлари манфаатларини кўриб чиқиш ва қарор қабул қилишда мустақил ва тенг ҳуқуқлилиги;

- Бошқарув органлари лицензия бериш ва электромагнит мослашув параметрлари бўйича радиожихозларга сертификатлар беришда кенг ваколатларга эгалар;

- Давлат ягона структураси шаклида РЧ ресурси муаммоси бўйича стратегик вазифаларни ва давлат сиёсатини, маълум радиотизимларга аниқ бир частоталарни тайинлаш вазифасини бажарувчи бошқарув ташкилотларининг бир-бири билан биргаликда, ҳамжихатликда ишлаш;

- Радиочастоталар спектрини бошқаришда шундай иқтисодий усулларни қўллаш керакки, давлат радиочастоталар спектри ресурсидан сезиларли даромад олишини таъминласин ва радиочастоталар спектрини бошқариш корхонасини ҳамда РЧСни бошқаришни ривожлантиришга кетадиган харажатларни қопласин; РЧСни бошқариш ташкилоти таркибида илмий текшириш ва инженерлик бўлимлари бўлиши, улар тадқиқотлар олиб бориши ва улар томонидан ишлаб чиқилган тавсияномалар асосида РЧС ресурсидан фойдаланиш самарадорлигини ошириши таъминласин.

РЧСдан фойдаланиш ва бошқариш муаммолари тизимини мураккаблашиб бориши муносабати билан ХЭИ муаммоларини ечишда бошқаришни автоматлаштирилган тизимидан фойдаланиш кераклигини қатий тавсия этади.

Назорат саволлари

1. РЧ ресурсини бошқарувчи ташкилот муаммолари нималардан иборат?

2. Бошқарувчи ташкилот мақсадларини айтинг.

3. Спектрдан фойдаланиш миллий маъмурияти олдига қандай вазифалар қўйилган?

4. Бошқарув ташкилотининг вазифалари нималардан иборат?

5. Спектрдан фойдаланиш ва регламентлашда ХЭИ нималарни тавсия этади?

6. Частота бириктириш ва алоқа аппаратурасига лицензия олиш қандай босқичларни ўз ичига олади?

7. Частоталарни бириктиришни координациялаш ва нотификациялаш нима?

8. РЧСдан фойдаланиш шартлари бажарилишини қайси ташкилот таъминлайди?

9. Радиомониторинг тизими қандай мақсадда ташкил этилган?

10. Текшириш ва радиомониторинг хизматлари бир-бирлари билан қандай боғланишдалар?

11. РЧСдан фойдаланишни бошқариш агентлигининг асосий бўлимларини айтинг.

12. Ривожланган мамлакатларнинг РЧСни бошқаришдаги ўзига хос хусусиятлари нималардан иборат?

4-БОБ. ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ХУДУДИДА РАДИОЧАСТОТАЛАР СПЕКТРИДАН ФОЙДАЛАНИШНИ БОШҚАРИШ ТАРТИБИ

Радиочастоталар (радиотўлқинлар) – белгилар, сигналлар, ёзув матнлари, тасвир ва овозларни узатиш ёки қабул қилиш мақсадида фазода сунъий тўлқин ўтказгичсиз тарқатиладиган, шартли равишда уч минг гигагерцдан (3000 ГГц) камроқ қабул қилинган частотали электромагнит тўлқинлар.

Радиочастоталар спектри шартли равишда 3000ГГц гача бўлган ораликдаги частоталар мажмуаси бўлиб, у қайта тикланадиган, фойданланганлиги билан тугамайдиган ресурс (моддий бойлик)дир.

Ўзбекистон Республикаси ҳудудида радиочастоталар спектридан фойдаланишни бошқариш тартиби меъёрий-ҳуқуқий асослар (актлар) асосида амалга оширилади.

I. “Радиочастоталар спектри тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси қонуни;

II. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг “Радиочастоталар спектри тўғрисида”ги қарорлари;

III. Ўзбекистон Республикаси радиочастоталар бўйича давлат комиссиясининг қарорлари;

IV. Адлия вазирлигида рўйхатдан ўтган меъёрий ҳужжатлар;

V. Давлат, соҳа стандартлари ва бошқа меъёрий ҳужжатлар.

4.1. Ўзбекистон Республикасининг “Радиочастоталар спектри тўғрисида”ги қонуни

Қонун 1998 йилда қабул қилинган бўлиб, 21 та моддадан иборат. Ушбу қонуннинг мақсади радиочастоталар спектрини тақсимлаш ва ундан фойдаланиш соҳасидаги ҳуқуқий муносабатларни тартибга солишдан иборат.

Радиочастоталар спектридан фойдаланиш соҳасида давлат бошқаруви қуйидаги йўллар билан амалга оширилади:

- Сертификациялаш;
- Лицензиялаш;
- Солиққа тортиш;
- Қонунчиликда назарда тутилган бошқа усуллар билан ягона илмий-техник сиёсатни шакллантириш.

4-модда. Ўзбекистон Республикаси ҳудуди доирасида радиочастота спектридан фойдаланувчиларга радиочастоталарни тақсимлаш ваколати давлат органларининг мутлақ ҳуқуқидир.

5-модда. Радиочастоталар спектридан фойдаланиш соҳасида давлат бошқарувини Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси томонидан ваколат берилган радиочастоталар спектри бўйича давлат бошқарув органи амалга оширади.

Электромагнит мослашув маркази (ЭМММ)нинг асосий вазифаси қилиб қуйидагилар белгиланган:

- радиочастоталарни ўрганиш вазифаларини бажариш;
- Ўзбекистон Республикаси ҳудудидаги фуқароларга хизмат кўрсатувчи РЭВ ва ЮЧҚларга частоталар бириктириш, ишчи радиочастоталар ва позивной (чақирик)ларини рўйхатга олиш;
- Ўзбекистон Республикаси ҳудудида радиочастоталар спектрини радиомониторинг қилиш;
- частоталарни тақсимлаш ва бириктириш, РЭВларнинг электромагнит мослашувини таъминлаш;
- радиоалоқа воситаларига радиохалақитларни бартараф қилиш;
- радиочастоталарни бириктириш ҳақидаги маълумотларга автоматик ишлов бериш тизимини юритиш ва уни замон талаблари даражасида бўлишини таъминлаш, электромагнит мослашув масалаларини ҳисоблаш;
- радиочастоталар спектрдан фойдаланувчилар томонидан Радиочастоталар бўйича давлат комиссияси (РЧДК) қарорларининг амалда бажарилишини назорат қилиш;
- ХЭИнинг ва бошқа халқаро ташкилотларнинг радиочастоталар спектрдан фойдаланишга тегишли халқаро ҳуқуқ нормалари, резолюциялари ва тавсияларини амалга ошириш.

Республикамизнинг ҳар бир вилоятида ЭМММнинг таркибига кирувчи бўлимлар (хизматлар) фаолият олиб бормоқда ва улар замонавий радиомониторинг техникалари билан таъминланган.

4.2. Ўзбекистон республикаси Вазирлар Маҳкамасининг радиочастоталар спектрдан фойдаланишга оид (фармоишлари) қарорлари

- а. «Ўзбекистон Республикаси радиочастоталар бўйича Давлат Комиссияси тўғрисида» 1992 й;
- б. «Частота спектрдан фойдаланиш, телерадиодастурларни шакллантириш ва тарқатиш ҳамда маълумотлар узатиш самарадорлигини ошириш юзасидан кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида» 1998 й;
- в. «Ўзбекистон Республикасида радиочастота спектрдан фойдаланганлик учун ҳақ тўлаш тартиби тўғрисида» 2001 й;
- г. «Алоқа ва ахборотлаштириш соҳаси фаолиятини янада такомиллаштириш» тўғрисида 2002 й.

4.3. Ўзбекистон Республикаси Радиочастоталар бўйича Давлат комиссияси

Радиочастоталар бўйича давлат комиссияси (РЧДК):

- радиочастота спектрини тақсимлаш ва ундан фойдаланиш соҳасида давлат сиёсатини амалга оширади;

- радиочастота спектрини тақсимлаш ва ундан фойдаланиш масалалари бўйича норматив ҳужжатларни, радиоэлектрон воситалар ва юқори частотали курилмалардан фойдаланиш бўйича давлат стандартлари, техник шартлар, ишлатиш нормалари ва қоидалари ҳамда бошқа норматив-техник ҳужжатларни ишлаб чиқади;

- радиочастота органлари ўртасида радиочастоталар полосаларини тақсимлайди, радиочастоталарни тақсимлаш миллий жадвали ва радиоалоқа миллий регламентини шакллантиради;

- радиочастота органларининг радиочастота спектридан фойдаланиш соҳасидаги фаолиятини мувофиқлаштириб боради;

- ажратиладиган радиочастоталар ёки радиочастоталар полосаларининг техник экспертизасига оид ишларни ташкил этади;

- радиочастота спектридан фойдаланувчиларнинг ҳуқуқлари ва қонуний манфаатларини ҳимоя қилади;

- радиочастота спектри тўғрисидаги қонун ҳужжатларига риоя этилиши устидан назоратни амалга оширади;

- радиочастота спектридан фойдаланиш масалалари бўйича халқаро ташкилотларда Ўзбекистон Республикасининг манфаатларини ифода этади;

- радиочастота спектридан фойдаланиш соҳасида халқаро ҳамкорликни амалга оширади.

Радиочастота спектри бўйича давлат бошқарув органи қонун ҳужжатларига мувофиқ бошқа ваколатларга ҳам эга бўлиши мумкин.

РЧДК бир йилда ўртача олтмишдан ортиқ қарорлар қабул қилади.

4.4. Адлия вазирлигида рўйхатдан ўтказилган меъёрий ҳужжатлар

Адлия вазирлигида рўйхатдан ўтказилган меъёрий ҳужжатлар қуйидагилардан иборат.

“Ўзбекистон Республикаси чегараларидаги божхоналар орқали РЭВ ва ЮЧҚ ларни олиб ўтиш тартиби”.

“Радиочастоталар спектридан ва радиоэлектрон воситалардан фойдаланишни бошқариш ҳақида”.

“Ўзбекистон Республикасида РЭВлар яратиш, ишлаб чиқариш учун радиочастоталар полосасини ажратиш ва чегара ортидан турли соҳаларда фойдаланиладиган РЭВ ва ЮЧҚ тартиби ҳақида”.

“Ўзбекистон Республикасида бириктирилган частоталарни халқаро-ҳуқуқий ҳимоялаш ҳақида”.

“Ўзбекистон Республикасида РЧСни мониторинг қилиш тартиби ҳақида”.

4.5. Давлат ва соҳа стандартлари

Мисол тариқасида бир неча давлат ва соҳа стандартлари номларини келтирамиз.

О‘з DST 1048-2004 I-V диапазонлар рақамли телевизион радиоузаткичлари асосий параметрлари, техник талаблари ва ўлчаш усуллари.

О‘з DST 1165-2008. Радиорелей аппаратураси. Уланиш зоналари, параметрларини ўлчаш усуллари.

О‘з DST 1188-2008. Техник воситаларнинг электромагнит мослиги. Электромагнит мухит. Техник воситалар ўрнатилган жойларда электромагнит халақитларини тоифалаш.

TST 45-045-2008. Каналларни частота-вақт бўйича ажратишга асосланган рақамли сотали алоқа тизими (GSM). Таянч станциялари жиҳозлари. Умумий техник талаблар ва назорат усуллари.

Турли РЭВ ва ЮЧҚларга оид давлат ва соҳа стандартлари билан <http://standart.gov.uz/> сайти орқали танишиш ва улардан фойдаланиш мумкин.

4.6. Радиочастоталар спектридан фойдаланиш тизими структуравий схемаси

Радиочастоталар спектридан фойдаланиш тизими структуравий схемаси 4.1-расмда келтирилган.



4.1-расм. Ўзбекистон Республикаси радиочастоталар спектрини бошқариш тизими структуравий схемаси

4.7. Радиочастоталар спектрини бошқаришда қатнашувчи ташкилотлар

РЧ спектрини бошқариш учун учта радиочастота органлари белгиланган:

- Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги (ўз ваколатини Электромагнит мослашув маркази (ЭМММ)га юклаган);
- Ўзбекистон Республикаси Мудофаа вазирлиги (ЎЗР МВ);
- Ўзбекистон Республикаси Миллий хавфсизлик хизматининг Махсус алоқа хизмати (ЎЗР МХХ МАХ).

Радиочастота органлари ўз фаолиятларини Радиочастота спектри тўғрисидаги қонун ҳужжатларига мувофиқ амалга оширадилар.

4.7.1. Радиочастота органларининг ваколатлари

Радиочастота органлари:

- радиочастоталардан фойдаланиш учун рухсатнома беради;
- радиочастоталар спектри бўйича давлат бошқарув органи томонидан ажратилган радиочастоталар полосалари доирасида радиоэлектрон воситалар ва юқори частотали қурилмаларни Ўзбекистон Республикаси ҳудудига чет эллардан олиб кириш, сотиб олиш (бериш), лойиҳалаш, қуриш (ўрнатиш) ва ишлатиш учун рухсатнома беради;

- радиоэлектрон воситалар ва юқори частотали қурилмалар белгиланган стандартлар ва техник нормаларга номувофиқ бўлган, фуқароларнинг хавфсизлиги, атроф муҳит муҳофазасини таъминламаган тақдирда, шунингдек алоҳида ҳолатларда уларни ишлатишни белгиланган тартибда тақиқлайди;

- фойдаланувчиларга берилган радиочастоталар ҳисобини юритади, шунингдек радиочастота спектридан радиочастота спектри бўйича давлат бошқарув органи томонидан белгиланган тартибга мувофиқ фойдаланилиши устидан назоратни амалга оширади;

- радиоэлектрон воситаларга, шу жумладан халқаро ташкилотлар ва хорижий давлатларнинг халқаро шартномалар ва қоидаларга мувофиқ фаолият кўрсатаётган радиоэлектрон воситаларига бўлган радиохалақитларни бартараф этади;

- бошқа ваколатли органлар билан биргаликда электромагнит мослашувни таъминлаш бўйича ташкилий-техник тадбирларни ишлаб чиқади.

Радиочастота органлари қонун ҳужжатларига мувофиқ радиочастота спектри соҳасида бошқа ваколатларга ҳам эга бўлиши мумкин.

4.8. Ўзбекистон Республикаси Радиочастоталар тақсимланиш жадвали

Ўзбекистон Республикаси Радиочастоталар тақсимланиш жадвали республика ҳудудида радиочастоталар спектридан фойдаланишда меъёрий ҳужжат ҳисобланади. Радиочастоталар тақсимланиш жадвали

радиохизматлар орасида радиочастоталар спектри полосасини тақсимловчи миллий режа (тартиб) вазифаси бўлиб хизмат қилади.

Ҳужжат 9 кГц дан 3000 ГГц радиочастоталар диапазонидаги республика ҳудудида фойдаланилаётган ҳамма радиоузатиш ва қабуллаш радиоэлектрон воситаларга тегишли.

**Ўзбекистон Республикаси радиочастоталар тақсимоти жадвали
75,2-137,175 МГц частоталар диапазони**

Радиохизматлар бўйича тақсимланиши		
1-район (ХЭИ Радиоалоқа регламенти)	Ўзбекистонда тақсимоти, частота МГц	Фойдаланиш категорияси
75,2-87,5 ТУРҒУН ҲАРАКАТДАГИ, ҳаракатдаги ҳаво радиоалоқасидан ташқари 5,175;5,179;5,184;5.187	76,0-87,5 РАДИОЭШИТТИРИШ Турғун. Ҳаракатдаги, ҳаракатдаги ҳаво радиоалоқасидан ташқари 82,92	Ҳамкорликда фойдаланиш ХФ
87,5-100.0 РАДИОЭШИТТИРИШ 5.190	87,5-100.0 РАДИОЭШИТТИРИШ Турғун Куриқликдаги ҳаракатдаги радиоалоқа	Фуқаролар учун фойдаланиш ФФ
ҲАВО РАДИОНАВИГАЦИЯСИ 5.197;5.197А Ҳамма районларда	108,0-117,975 ҲАВО РАДИОНАВИГАЦИЯСИ ҲАВО ХАРАКАТДАГИ РАДИОАЛОҚАСИ(ОР) 88	Ҳукумат томонидан фойдаланиш ХФ

4.8.1. “Бирламчи” ва “иккиламчи” тақсимотлар

Ўзбекистон Республикаси Радиочастоталар тақсимланиш жадвали (РР 5-моддаси)га асосан “бирламчи” ва “иккиламчи” частоталар тақсимоти куйидагича тарифланади ва белгиланади:

2.3 (5.25) а) номлари бош ҳарфлар билан акс этилган радиохизматлар “бирламчи” хизматлар деб аталади. Масалан, “РАДИОЭШИТТИРИШ”;

2.4.(5.26) б) номлари кичик (ёзма) ҳарфлар билан чоп этилган радиохизматлар “иккиламчи” хизматлар деб аталади. Масалан, Турғун. ”Иккиламчи” шаклида радиочастоталар спектридан фойдаланувчи хизматлар “бирламчи” хизматлар станцияларига халақитлар яратмасликлари керак ва улар “бирламчи” хизмат станцияларидан халақитлар бермасликларини талаб этиш ҳуқуқига эга эмаслар.

“Иккиламчи” хизматлар станциялари ушбу хизмат станцияси ёки бошқа “иккиламчи” станциялардан халақитлар яратмасликларини талаб этишлари мумкин.

4.9. Халқаро электралоқа иттифоқи ҳақида қисқача маълумот

ХЭИга 1865 йил 17 майда асос солинган.

ХЭИ Бирлашган Миллатлар Ташкилоти (БМТ)нинг ахборот-коммуникация соҳасидаги етакчи ташкилоти ҳисобланади.

ХЭИга 193 та давлат 700 дан ортиқ сектор аъзолари ва ассоцирланган аъзолар киради.

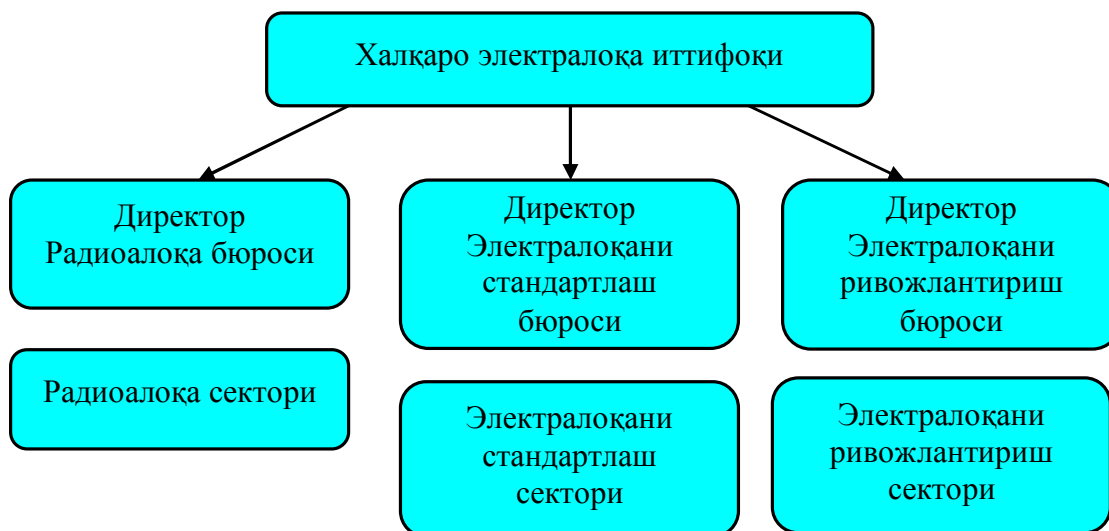
ХЭИ ахборотлашган жамият олий даражадаги Бутундунё учрашувларини ташкил этувчи етакчи ташкилот ҳисобланади.

ХЭИнинг штаб-квартираси Швецариянинг Женева шаҳрида жойлашган.

Халқаро электралоқа иттифоқи (ХЭИ) учта сектордан иборат:

- Радиоалоқа;
- Электралоқани стандартлаштириш;
- Электралоқани ривожлантириш.

4.2-расмда ХЭИ таркиби келтирилган.



4.2-расм. Халқаро электралоқа иттифоқи таркиби

Халқаро электралоқа-радиоалоқа (ХЭИ-R)нинг асосий вазифаси ҳамма радиоалоқа хизматлари томонидан радиочастоталар спектридан рационал, ҳаққоний самарали ва тежамкорлик билан фойдаланишни таъминлаш, шу жумладан геостационар бошқа орбиталардан фойдаланувчи ер сунъий йўлдоши орқали радиоалоқа муаммолари бўйича илмий тадқиқот ишлари олиб бориш ҳам назарда тутилади.

Радиоалоқа сектори қуйидагиларни амалга ошириш ишчи гуруҳларидан ташкил топган:

- Радиоалоқа Бутунжаҳон конференциясини ташкил этиш ва ўтказиш;

- Радиоалоқа Ассамблеясини ўтказиш;
- Радиорегламент комитети;
- Радиоалоқа бўйича маслаҳат гуруҳи;
- Космик радиохизматлар;
- Ер усти радиохизматлари;
- илмий тадқиқот комиссияси (тадқиқотлар ўтказиш ва тавсияномалар ишлаб чиқиш);
- нашр этиш;
- семинарлар ахборот йиғилишлари;
- бошқа секторлар билан ўзаро ҳамкорлик.

4.9.1. Электралоқани стандартлаштириш сектори (ХЭИ-Т)

Электралоқани стандартлаштириш сектори қуйидагиларни амалга оширувчи ишчи гуруҳларга эга:

- Электралоқани стандартлаштириш Бутунжаҳон ассамблеяси (WTSA)ни ташкил этиш ва ўтказиш;
- Тадқиқот комиссияси;
- Электралоқани стандартлаш маслаҳат гуруҳи;
- Техник масалалар;
- Тадбирлар (операцион) муаммоси;
- Тарифлар масаласи;
- ХЭИ-Т га тавсиялар ишлаб чиқиш.

4.9.2. Электралоқани ривожлантириш сектори (ХЭИ-Д)

Электралоқани ривожлантириш сектори қуйидаги вазифаларни бажарувчи ишчи гуруҳлардан ташкил топган:

- Электралоқани ривожлантириш Бутунжаҳон конференциясини ташкил этиш ва ўтказиш;
- Электралоқани ривожлантириш регионал конференциясини ташкил этиш ва ўтказиш;
- Тадқиқот комиссияси;
- Техник ҳамкорлик;
- Регионал бўлимлар билан ишлаш.

4.9.3. Радиоалоқа регламенти (РР)

Радиоалоқа регламенти – ХЭИ-Р хужжати бўлиб, ХЭИ Устави ва Конвенциясини тўлдиради.

Радиоалоқа регламенти қуйидагилардан иборат:

- моддалар;
- иловалар (қўшимчалар);
- Резолюция ва тавсиялар;

- Радиоалоқа регламентига қўшимча киритиш ҳақидаги ХЭИ-Р тавсиялари.

4.10. Халқаро тан олиш ва халқаро ҳимоя

Ўзбекистон Республикаси РЭВларини халқаро-ҳуқуқий ҳимоя частоталарни рўйхатга олиш халқаро маълумотномаси (ЧРХМ)га частоталар бириктирилганлиги ҳақидаги ёзув билан таъминланади. Радиоалоқа регламентининг 8.3-бандига асосан “Маълумотномалар” рўйхатига киритилган ҳар қандай частоталар бириктирилиши халқаро даражада тан олиниш ҳуқуқига эга.

4.11. Частоталарни рўйхатга олиш Халқаро маълумотномаси (ЧРХМ)

Частоталарни рўйхатга олиш хизмати маълумотномаси ХЭИга аъзо давлатлар радиочастоталар спектридан фойдаланиш ташкилотлари томонидан Радиоалоқа бюросига тақдим этилган ахборотлар базаси асосида шаклланади.

Радиоалоқа воситаларидан фойдаланиш имконияти борлиги, кўп ҳолларда уларнинг биргаликда ишлаш шароитлари, шу билан бирга ҳалақитлар манбаи ва тафсилотларини аниқлаш учун ЧРХМ асос бўлиб хизмат қилади. ЧРХМга қуйидагилар киритилади.

№	Adm	Assgn Freq	Assgn ID	Frag-ment	Adm Ref ID	Geo Coord	Intent	Emi Class	Site
1	UZB	153,20000 MHz	102078357	ART 11	UZB/172 6 FB/136	69 ⁰ ,18', 00"	RECOR DED	F3E	TASHKENT

4.12. Бутунжаҳон Радиоалоқа конференцияси (БРК)

БРК одатда ҳар уч ва тўрт йилда бир марта ўтказилади. Охирги конференция 2007 йилда Женевада бўлиб ўтди. БРК 9 кГц дан 3000 ГГц гача частоталар полосасидаги радиоалоқа хизматларига тегишли масалаларни, шу жумладан радиоалоқа хизматлари учун тақсимланган частоталардан самарали фойдаланиш учун регламентларга ўзгартиришлар киритиш ва янги частоталар тақсимотини кўриб чиқади.

БРК Радиоалоқа Регламенти (РР)га қуйидаги масалалар бўйича ўзгартиришлар киритиши мумкин:

- радиоалоқа хизматларига частоталар полосасини тақсимлаш;
- бириктирилган частоталарни ЧРХМда рўйхатга олиш қоидаси;
- маъмурий ва эксплуатация (техник фойдаланиш) тартиб ва қоидаларига (мисол учун, Радиоалоқа Бюроси йўриқномасига, қувват оқими зичлиги нормасига ва х.к.);
- резолюциялар қабул қилади (топшириқлар ва таклифлар).

2007 йил Бутунжаҳон Радиоалоқа конференцияси (РБК-07) Женевада 2007 йил 22 октябр-16 ноябр кунлари бўлиб ўтди. Ушбу конференцияда 164 та ХЭИга аъзо давлатлардан 2800 делегат қатнашди. Конференцияда ер усти ва космик радиохизматлар ва уларни тадбиқ этишлар билан боғлиқ бўлган 30 дан ортиқ масала кўриб чиқилди ва тегишли қарорлар қабул қилинди. Ўзбекистон Республикаси ҳам ўз ҳиссасини қўшди, Алоқа соҳасидаги ҳудудий ҳамдўстлиги алоқа маъмуриятлари томонидан киритилган умумий таклифларни қўллаб қувватлади.

БРКнинг навбатдаги конференциялари 2012 ва 2015 йилларда ўтказилиши режалаштирилган.

Назорат саволлари

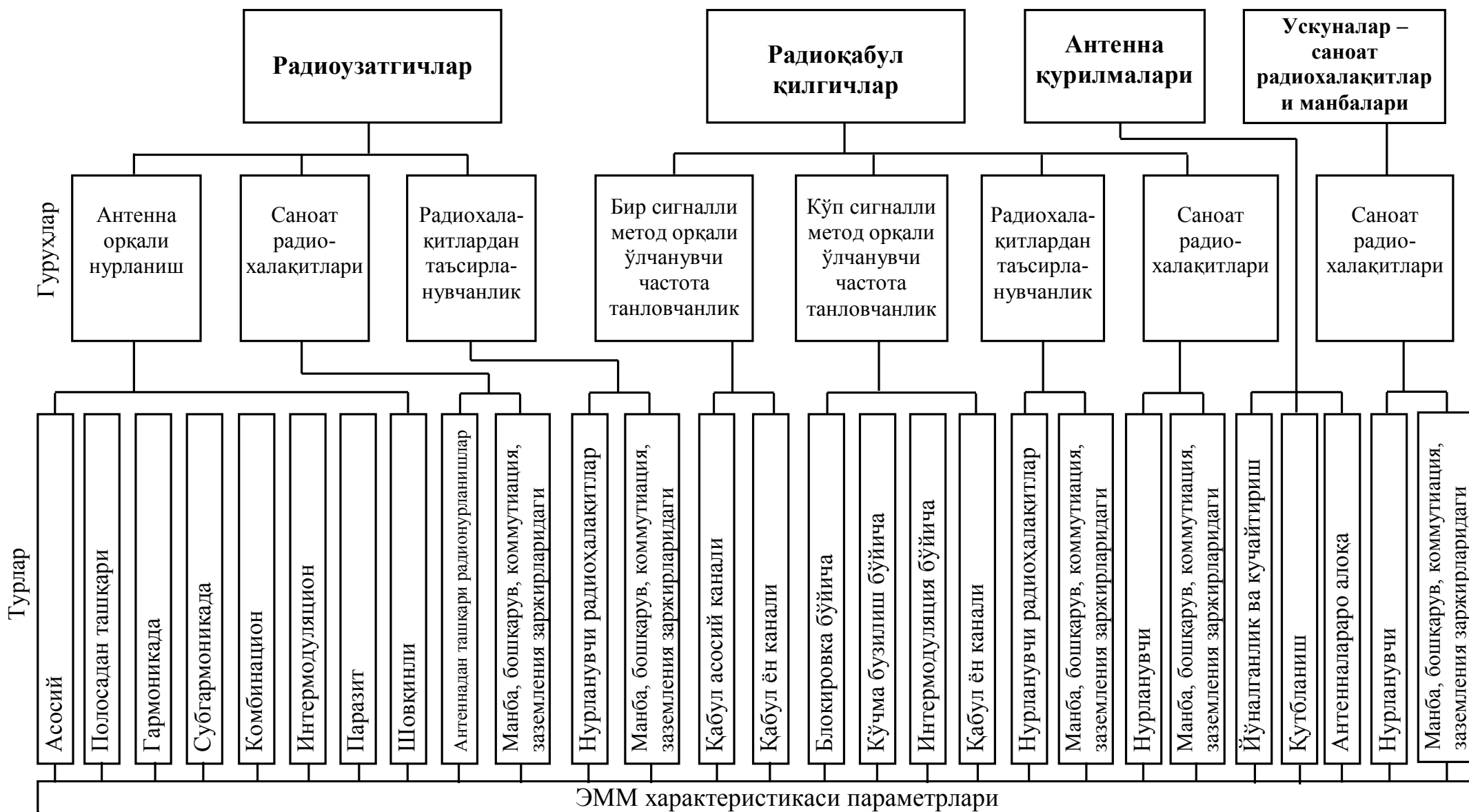
- 1. Радиоалоқа регламенти ташиклоти нечанчи йилда ташикл этилган?*
- 2. ХЭИнинг энг юқори ташиклотини айтинг.*
- 3. ХЭИнинг асосий ҳужжатларини санаб ўтинг?*
- 4. ХЭИнинг асосий мақсадлари нималардан иборат?*
- 5. Халқаро электралоқа иттифоқининг радиочастоталардан фойдаланишини тартибга солувчи ташиклоти қандай номланади?*
- 6. Радиоалоқа регламентининг асосий талаблари нималардан иборат?*
- 7. Халқаро частоталар тақсимоти жадавали нима мақсадда тузилган ва у қандай ташикл этилган?*
- 8. Бирламчи ва иккиламчи радиохизматлар бир-биридан қандай фарқланади?*
- 9. Нурланишлар халқаро назорати (мониторинги)нинг асосий вазифалари нималардан иборат?*
- 10. Халқаро назорат станцияларининг асосий вазифаси нимадан иборат?*

5-БОБ. РАДИОУЗАТИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ АСОСИЙ ЧАСТОТАЛАР ПОЛОСАСИДАН ТАШҚАРИДА НУРЛАТИШЛАРИ

5.1. Асосий тушунчалар

Ҳар қандай РЭВ берилган электромагнит муҳитда ўз вазифасини сифатли бажарилишини таъминловчи кўрсаткичлар мажмуаси билан характерланади. Бу кўрсаткичларни икки гуруҳга бўлиш мумкин. Биринчи гуруҳга РЭВ ўз олдида қўйилган асосий вазифани бажаришни таъминловчи кўрсаткичлар киради. Иккинчи гуруҳга РЭВнинг ЭММига тегишли кўрсаткичлар киради ва унинг бошқа РЭВлари билан бирга ишлаш қобилиятини кўрсатади. Бу кўрсаткичларга радиоузатиш қурилмасининг кераксиз (зарарли) радионурлатишлари қуввати, радиоқабуллаш қурилмаларининг махсус шакллантирилмаган халақитлардан таъсирланиш даражаси қиймат кўрсаткичлари ва бошқа турли РЭВга халақитлар таъсирини характерловчи катталиклар киради. Бундан ташқари баъзи саноат қурилмалари юзага келтирадиган электромагнит майдонлар кучланганликлари ва бошқа кўрсаткичлар ҳам киради.

РЭВларнинг талаб этиладиган сифат кўрсаткичлари билан ишлаши учун унинг асосий функционал кўрсаткичларини билиш етарли эмас. Масалан, радиоузатиш қурилмасининг асосий параметрлари унга қўйилган асосий талабларга жавоб беради ва ундан талаб қилинадиган сифат билан ахборот узатишни таъминлайди. Радиоузатиш қурилмаси асосий ишчи частотада радиотўлқинлар узатиш билан бирга бошқа РЭВ иш сифатини ёмонлаштирувчи иккиламчи радиотўлқинлар тарқатади. Бунда радиоузатиш қурилмаси ўз вазифасининг сифатини талаб даражасида таъминлайди, шу билан бир вақтда унинг чиқишидаги халақитлар қуввати талаб даражасидан катта ва бошқа РЭВга халақит беради. Радиоқабуллаш қурилмалари ўз функцияларини талаб даражасида бажаришини таъминловчи кўрсаткичлар, унга халақитлар таъсир этмаган ҳолатга тўғри келади. Радиоқабуллаш қурилмасига радиохалақитлар таъсир этиши натижасида юзага келадиган блокировка (вақтинча иш ҳолатининг ёмонлашиши), интермодуляция ва кўшимча каналлар орқали халақитлар таъсири натижасида сигнал қабул қилиш сифати ёмонлашади. Шунинг учун РЭВнинг ЭММ кўрсаткичлари катта аҳамиятга эга, айниқса бу кўрсаткичлар турли РЭВлар кичик ўлчамли объектларда, ҳудудларда жойлашганда катта аҳамиятга эга. РЭВнинг ЭММга тегишли параметрлари уларнинг ЭММга боғлиқ кўрсаткичлари микдорини белгилайди. Ушбу характеристикалар радиоузатиш қурилмаси, радиоқабуллаш қурилмаси ва антенна-фидер қурилмалари синфига қараб гуруҳ ва турларга бўлинади.



5.1-расм. ЭММга таъсир қилувчи қурилмаларнинг характеристикалари

ЭММни аниқловчи характеристикалар гуруҳларга ажратилган (5.1-расм), булар:

- радиоузатиш қурилмалари учун – антенна орқали тарқатувчи радиотўлқинлар, саноат халақитларига кирувчи қўшимча нурланишлар;

- радиоқабуллаш қурилмалари учун – бир ва кўп сигналли усул билан аниқланган частота танловчанлик, таъсирланувчанлик, саноат халақити таркибига кирувчи радиоқабуллаш қурилмаси гетеродин нурлатишлари;

- турли вазифаларни бажаришга мўлжалланган радиоэлектрон қурилмалар учун – саноат халақити таркибига кирувчи турли нурланишлар.

Радиоалоқа тизими қурилмаларига тегишли функционал кўрсаткичлар қуйидагилардан иборат:

- радиоузатиш қурилмаси учун – асосий радиотўлқини қуввати (кучланиш), электромагнит майдон кучланганлиги, частотанинг ўзгариши, частоталар эгаллаган полоса ва ҳ.к.;

- радиоқабуллаш қурилмасининг асосий канали учун – унинг сезгирлиги (чегаравий сезгирлик), шовқин коэффициенти, эгаллаган полоса кенглиги ва ҳ.к.;

- антенна учун – унинг асосий япроқчаси йўналтирилганлик диаграммасининг E ва H юзларида 3 дБ сатҳдаги кенглиги, кучайтириш коэффициенти, фойдали иш коэффициенти, қутбланиш тури, қутбланиш векторининг айланиш йўналиши эллиптиклик коэффициенти, ортогонал қутбланиш сатҳи (даражаси) ва ҳ.к.

РЭВларнинг ЭММига таъсир этувчи параметрлар (кўрсаткичлар)и:

- радиоузатиш қурилмасининг асосий ишчи полосадан ташқари нурлатишлари, гармоникалардаги, субгармоникалардаги, комбинацион, интермодуляцион, зарарли радионурланишлар – қуввати, қувват оқими юза зичлиги (электр майдон кучланганлиги), қувват оқими спектри зичлиги, частота;

- радиоузатиш қурилмаси шовқин нурлатиши учун – эгаллаган частота полосасининг кенглиги, қувват спектри зичлиги (кучланиши), шовқин қувватининг асосий частотадаги қувватга нисбати;

- саноат халақитлари учун – қувват оқими юза зичлиги, электр майдон кучланганлиги, магнит майдон кучланганлиги, частотаси, радиочастоталар полосаси кенглиги, кучланиш, ток;

- радиоқабуллаш қурилмаси қўшимча қабул каналлари учун (оралик, акс, комбинацион ва субгармоникаларга созланган частоталар) – таъсирланувчанлик ва частота;

- радиоқабуллаш қурилмаси блокировкаланиши частота сезгирлиги – блокировкаланиш учун таъсирланувчанлик даражаси, блокировкаланиш коэффициенти, блокировка бўлиши динамик диапазоли;

- радиоқабуллаш қурилмаси кесишган бузилишлари учун частота танловчанлиги – кесишган бузилишлар учун таъсирланувчанлик даражаси, кесишган бузилишлар коэффициенти, кесишган бузилишлар динамик дипазони;

- радиоқабуллаш қурилмасининг интермодуляцияга нисбатан частота танловчанлиги учун – интермодуляцияга таъсирчанлик даражаси, интермодуляция коэффиценти, интермодуляция динамик диапазоли;
- радиоқабуллаш қурилмасининг радиоҳалақитлардан таъсирланиш даражаси – электромагнит майдон сатҳидан таъсирланувчанлиги, частота;
- радиоқабуллаш қурилмасининг қурилма электр таъминот занжири, бошқарув, коммутация, ерга уланиш орқали узатувчи радиоҳалақитлардан (кучланиш, ток) таъсирланиш даражаси ва бошқалар.

5.2. Радиоузатиш қурилмаларининг характеристикалари

5.2.1. Асосий ва кераксиз тўлқин тарқатишлар

Радиоузатиш қурилмалари маълум бир частота ва полосада узатилаётган хабарга мос равишда модуляцияланган сигналларни шакллантирувчи ва эфирга узатувчи қурилма ҳисобланади. Унинг сигнали полосаси модуляция тури, узатилаётган хабар синфига, тезлигига ва узатиш сифатига боғлиқ. Маълум бир синфга тегишли хабарни талаб этиладиган тезлик ва сифат билан узатиш учун керак бўладиган частоталар полосаси – керакли радиочастоталар полосаси деб аталади.

Ушбу керакли радиочастоталар полосасидаги тўлқин тарқатишлар асосий нурланишлар деб ва ушбу полосадан ташқаридаги нурланишлар кераксиз (зарарли) нурланишлар деб аталади. Кераксиз нурланишлар бошқа РЭВлар учун ҳалақит ҳисобланадилар. Ушбу кераксиз нурланишлар ҳар қандай радиоузатиш қурилмасига хос бўлиб, уларнинг сатҳини асосий узатилаётган хабар сифатига таъсир этмасдан сусайтириш ёки умуман бартараф этиш мумкин. Ушбу кераксиз (зарарли) нурланишлар полосадан ташқари нурланишлар, шовқинлар ва иккиламчи нурланишларга бўлинади.

Радиоузатиш қурилмасидаги ночизиқли жараёнлар натижасида юзага келувчи ҳар қандай кераксиз (зарарли) радионурланишлар иккиламчи нурланишлар деб ҳисобланадилар (модуляция жараёни бундан мустасно). Иккиламчи нурланишлар қуйидаги гуруҳларга бўлинадилар: асосий ишчи частота гармоникаларида радионурлатиш; субгармоникаларда радионурлатиш, интермодуляцион частоталарда радионурлатиш; комбинацион частоталарда радионурлатишлар. Ушбу нурлатишларнинг барчаси кераксиз (зарарли) бўлиб, хабар узатиш жараёни сифатига таъсир кўрсатмайди. Юқорида айтиб ўтилган кераксиз (зарарли) радиотўлқинлар радиоузатиш қурилмаси таркибидаги ночизиқли актив ва пассив элементлардаги жараёнларга, бундан ташқари антенна-фидер тракти ва антеннадаги баъзи ночизиқли зарарли жараёнларга боғлиқ. Интермодуляцион частоталардаги нурланишлар радиоузатиш қурилмасига ташқи электромагнит майдонлар таъсирида ҳам ҳосил бўлиши мумкин. Иккиламчи кераксиз радионурланишлар уларнинг турларидан қатъий назар қуйидаги кўрсаткичлари орқали тавсифланадилар, булар қувват оқими спектрининг

зичлиги, частотаси ва антенна хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда йўналтирилганлиги ва кутбланганлиги билан ҳам фарқланадилар.

Асосий ишчи частота (f_0) гармоникаларидаги нурланиш бу иккиламчи (кераксиз, зарарли) бўлиб, у асосий ишчи частотадан n марта катта бўлади (бунда n – бутун сон), яъни

$$f_{\text{гар}} = n f_0, \quad (5.1)$$

$n=2,3, \dots$ (5.2a-расм).

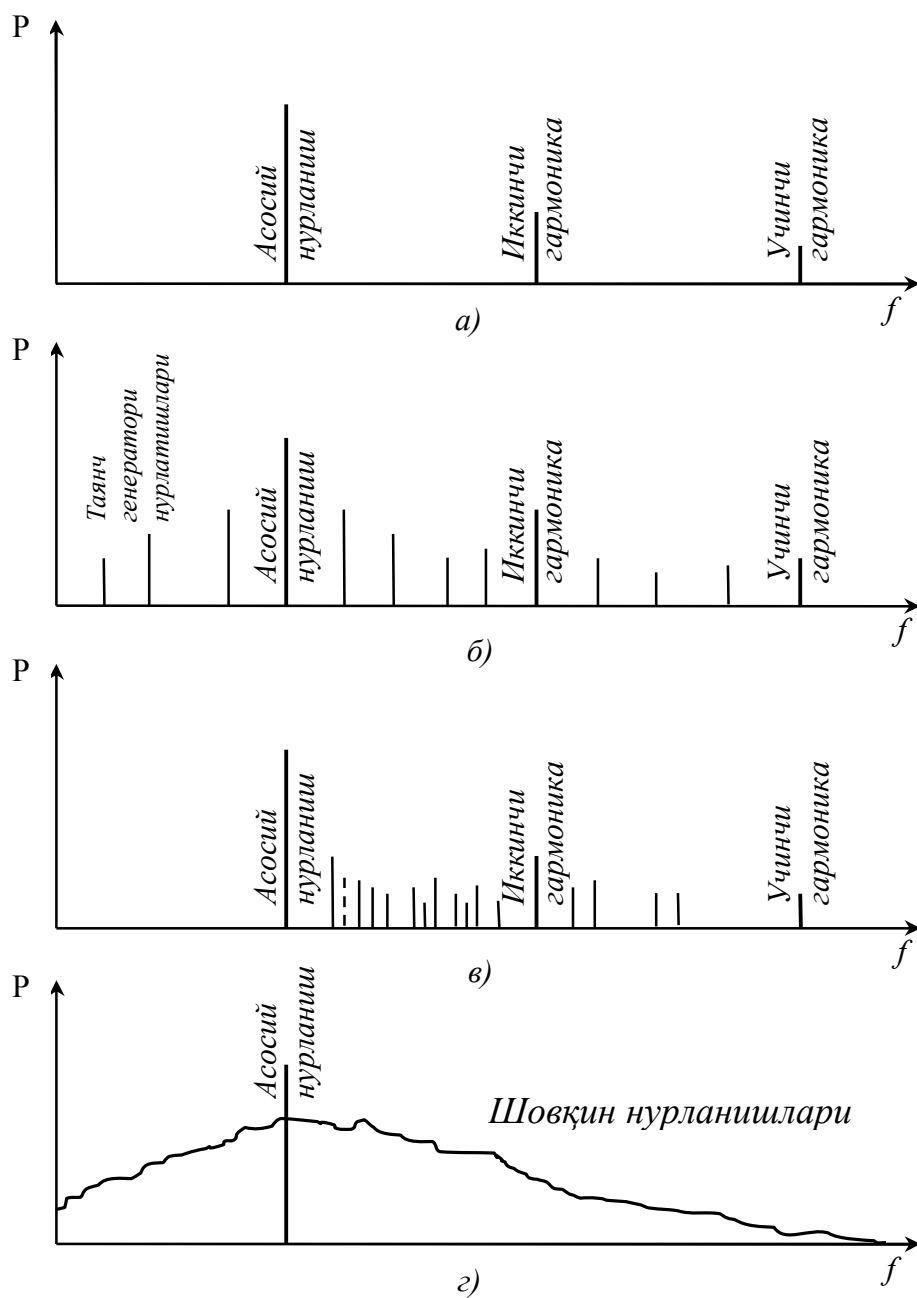
Гармоникалардаги радионурланувчи тебранишлар радиоузатиш қурилмасидаги ночизикли иш ҳолат (режим)ида ишловчи актив ва пасив элементларнинг амплитуда ва фаза характеристикаларига боғлиқ бўлиб, умуман ҳар қандай радиоузатиш қурилмасига хосдир. Натижада радиоузатиш қурилмаси чиқишидаги модуляцияланмаган $u(t)$ тебранишлар гармоник тебранишдан шаклан фарқ қилади, яъни у асосий частота f_0 ва унинг гармоникалари $n f_0$ йиғиндисига тенг бўлади:

$$u(t) = u_0 + u_1 \cos(2\pi f_0 t + \varphi_1) + \sum_{n=2}^{\infty} u_n \cos(2\pi n f_0 t + \varphi_n), \quad (5.2)$$

бунда, u_n – Фурье қатори коэффицентлари, ($n=1,2, \dots$).

Радиоузатиш қурилмаси чиқишидаги $u(t)$ сигнал гармоник ташкил этувчилари сатҳи унинг схемасига, актив ва пасив ночизикли элементлар тури ва ишчи параметрларига, ишлаш режимига ва унинг чиқишидаги гармоникалардаги тебранишлар сатҳини сусайтирувчи филтрлар турига боғлиқ. Ночизикли хусусиятни пайдо бўлиши актив ва пасив элементларни қайси частоталар диапазолида ишлашига ҳам боғлиқ.

Метрли ва сантиметрли диапазонда фойдаланиш учун яратилган лампали ва транзисторли радиоузатиш қурилмаларида гармоникалар улардаги фойдаланилаётган актив элементларнинг амплитуда характеристикаларига боғлиқ. Гармоникалар, айниқса кесиш бурчаги ҳосил қилиб ишлаётган, яъни $\theta < 180^\circ$ бўлган генераторларда юзага келади. Метр ва сантиметр диапазонидан юқори диапазонларда сигналнинг бузилишига олиб келади. Ўта юқори частоталар диапазолида фойдаланиладиган тескари тўлқин лампалари (ТТЛ) ва клистронларда электронларнинг актив элементлар бир электродидан иккинчисига ўтиши учун кетадиган вақт, кучайтирилаётган сигнал тўлқин узунлиги (сигнал даври)дан катта бўлади, унинг фаза характеристикаси ночизиклилиги учун гармоникалар пайдо бўлади.



5.2-расм. Иккиламчи нурланишлар вужудга келишининг турли вариантлари учун нурланиш қувватининг частотага боғлиқлиги: *а* – асосий ва гармоникалардаги нурланиш, *б* – таянч генератори нурланишлари, асосий ва гармоникалардаги нурланиш, *в* – асосий нурланиш ва гармоникалардаги иккиламчи нурланишлар ҳамда асосий частота гармоникалари ҳисобланмайдиган частоталардаги нурланишлар, *з* – асосий ва шовқин нурланишлари

Гармоникаларнинг пайдо бўлиш сабабидан қатъий назар уларнинг қиймати (сатҳи) актив ва пасив элементлар характеристикаларининг нозизиқлилиқ даражасига боғлиқ, нозизиқлилиқ қанча катта бўлса гармоникалар сатҳи шунча катта бўлади, натижада эътиборга олиниши керак бўлган гармоникалар сони кўпаяди. Бундан ташқари радиоузатиш қурилмаси чиқишидаги гармоникалар сатҳи унинг чиқишидаги филтр кўрсаткичларига

(фильтрлаш сифатига) ва радиоузатиш қурилмаси чиқишини унинг юкламаси билан қанчалик мослаштирилганлигига боғлиқ. Бунда радиоузатиш қурилмаси чиқиш контури, фидер линияси ва антенна биргаликда уланганда асосий ишчи частота f_0 гармоникаларидан бири nf_0 да резонанс ҳосил қилмаслиги керак, чунки ушбу шарт бажарилмаса гармоникалардан бирида радиотўлқинларни нурлатиш кескин кучайиб кетади. Тажриба ва кузатишлар шуни кўрсатадики, ҳамма вақт ҳам радиоузатиш қурилмаси тарқатаётган радиотўлқинлар қуввати (сатҳи) унинг тартиб рақамига қараб аста-секин сусаймайди. 5.1-жадвалда радиоузатиш қурилмасида фойдаланиладиган баъзи актив элементлар генерациялайдиган 2-, 3- гармоника тебранишлари сатҳи ва зарарли нурланишлар сатҳи у генерацияладиган биринчи гармоникага нисбатан дБ ларда келтирилган. 5.2-жадвалда баъзи радиоузатиш қурилмаси гармоникаларда тарқатадиган нурланишлар сатҳи унинг асосий биринчи гармоникадаги нурланишларига нисбатан дБ ларда келтирилган.

5.1-жадвал. Актив элементлар генерациялайдиган 2-, 3-гармоника тебранишлари ва зарарли нурланишлар сатҳи

Асбоб тури	Асосий нурлатишга нисбатан қўшимча нурлатишлар ўртача сатҳи		
	Гармоникаларда		Зарарли нурланишлар
	2	3	
Магнетрон	47	44	59
Стабилитрон	14	39	30
М турли ТТЛ	31	51	43
ЮТЛ клистрон	37	44	42
Клистрон			
импульсли нурлатиш	42	46	42
узлуксиз нурлатиш	53	53	53

5.2-жадвал. Баъзи радиоузаткичларнинг гармоникалардаги нурланишлар сатҳи

Радиоузаткич тури	Гармоникалардаги нурлатишлар қуввати сатҳининг асосийга нисбати (максимал/минимал қиймати), дБ									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Магнитронли	$\frac{57}{103}$	$\frac{45}{100}$	$\frac{62}{93}$	$\frac{67}{114}$	$\frac{76}{96}$	$\frac{81}{96}$	$\frac{93}{114}$	-	-	
Клистронли	$\frac{38}{119}$	$\frac{57}{105}$	$\frac{56}{101}$	$\frac{59}{111}$	$\frac{73}{89}$	$\frac{72}{97}$	-	-	-	
Триод ёки тетродда	$\frac{74}{97}$	$\frac{72}{81}$	$\frac{93}{108}$	$\frac{79}{98}$	$\frac{83}{108}$	$\frac{93}{113}$	$\frac{98}{114}$	$\frac{93}{100}$	$\frac{100}{100}$	

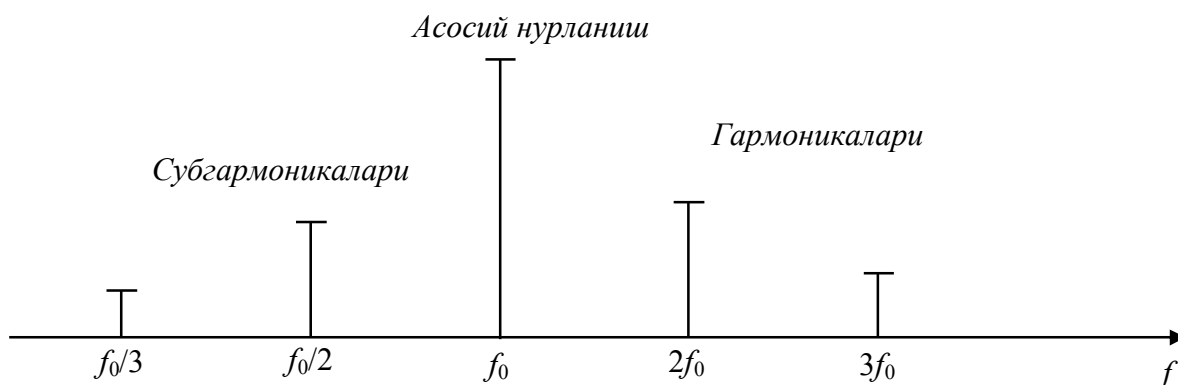
Асосий частота гармоникаларига тенг тебранишлар баъзи ҳолларда антенна-фидер трактида ҳам ҳосил бўлиши мумкин, бу унинг таркибига кирувчи феррит ва ярим ўтказгич элементлар хусусиятларидан келиб чиқади. Баъзи ҳолларда фидерларнинг ночизиклилик хусусиятлари уларнинг тўлқин узаткичлари бир-бирига мустаҳкам (жипс) бириктирилмаганлиги, уларнинг коррозияси, оксидланиши натижасида ҳам юзага келади. Худди шунга ўхшаш антенна мачталарини бир-бирига бириктирувчи болтлар, заклепка (бириктиргич), пайвандланган қисмларнинг турли механик таъсирлар натижасида бўшаши ҳисобига ҳам юзага келиши мумкин. Баъзи ҳолларда антенна-мачта қурилмасининг бўёқлари эскириши ёки умуман бўялмаган бўлиши ҳам унинг қисмлари орасида коррозияланиш ва оксидланиш каби жараёнга сабаб бўлади ва ночизикли ҳолатлар юзага келади. Бу ҳолатларда асосий гармоника қувватига нисбатан гармоникаларда $-40\div-80$ дБ қувватга эга бўлган нурланиш ҳосил бўлади. Ушбу гармоникалар сатҳи об-ҳавога қараб, қурғоқчилик вақтида ± 30 дБ га ва нам ҳавода ± 13 дБ га ўзгариши мумкин. ушбу ходисалар натижасида бириктириш халақитлари юзага келади.

Субгармоникалардаги радионурланишлар – бу асосий ишчи частота f_0 дан n марта кичик частоталардаги нурланишлар бўлиб, уларнинг частоталари куйидагича аниқланади (5.3-расм)

$$f_{\text{суб}} = f_0/n, \quad \text{бунда } n=2,3,\dots \quad (5.3)$$

Субгармоник гармоникалар асосан частота кўпайтиргич каскад(лар)идан фойдаланилган радиоузатиш қурилмасига хос ҳисобланади. Частота кўпайтиргичлардан нафақат паст частота диапазони радиоузатиш қурилмасида, шу билан бирга ўта юқори частота диапазони юқори қисмида ҳам фойдаланилади, чунки диодли ва ярим ўтказгичли генераторларнинг чиқиш қуввати етарли эмас. Масалан, сантиметрли диапазони фазалаштирилган панжарасимон антенна модулларида кам қувватли транзисторли генератор ва варакторли частота кўпайтиргичлардан фойдаланилади.

Частота кўпайтиргичлар чиқишида филтрлар бўлгани билан улар кераксиз гармоник ва субгармоник ташкил этувчиларни тўлиқ сўндирмайдилар, натижада қурилма чиқишидаги спектрда улар қисман бўладилар.



5.3-расм. Сигнал гармоника ва субгармоникаларига оид расм

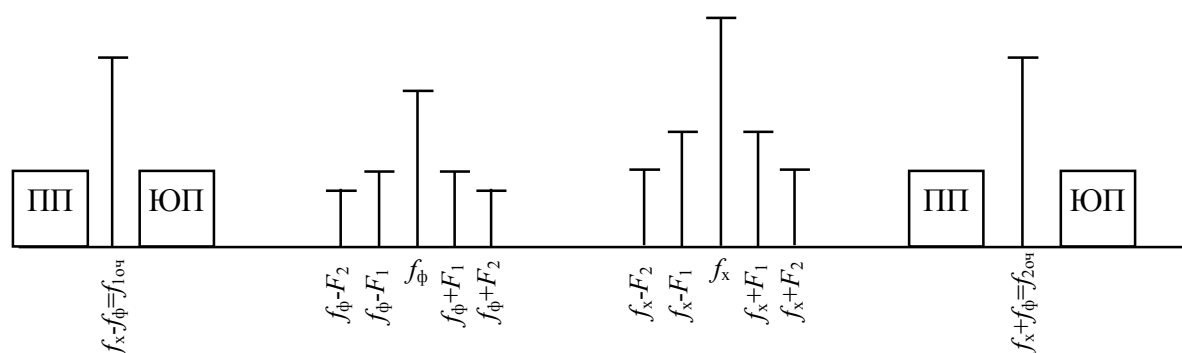
Зарарли радионурланишлар радиоузатиш қурилмаларининг алоҳида элементлари, каскадлари ва қисмлари (генераторлари, кучайтириш каскадлари ва ҳ.к.) орасида зарарли (кераксиз) мусбат тескари боғланишлар пайдо бўлиши ҳисобига вужудга келадилар. Ушбу радионурланишлар частотаси асосий частота билан умуман боғлиқ эмас, яъни $f_3 \neq nf_0$ ва $f_3 \neq f_0/n$. Зарарли нурланишлар асосий ишчи частотадан катта ва кичик бўлиши мумкин. Транзисторли радиоузатиш қурилмасида (генераторларда) ишчи частотадан паст частотадаги ўз-ўзидан қўзғалиш (генерация) асосан схема, қурилма электр таъминоти занжиридаги резонанс натижасида ҳосил бўлади ва уларнинг частотаси асосий ишчи частотадан бир неча ўн марта (бир неча тартиб) паст бўлади. Ишчи частотадан юқори частотада ўз-ўзидан зарарли қўзғалиш керакли чиқиш қувватини бир неча актив элементларни параллел улаш натижасида таъминлайдиган генераторларнинг схема ва қурилмаларда юз беради. Бундай зарарли ўз-ўзидан қўзғалишни пайдо бўлишига сабаб бир неча генераторларни бир-бирига улашда фойдаланиладиган ўтказгич (сим)лар индуктивлиги, актив элементларнинг хусусий уланиш қисмлари, қурилма конструкцияси ва актив элементлар электродлари орасидаги сиғимлар биргаликда бир, баъзан эса бир неча частотада резонанс ҳосил қилишидир. Ушбу ҳолат радиоузатиш қурилмаларининг икки тактли чиқиш каскадларида, радиоузатиш қурилмалари чиқиш контурини нейтраллаш (холислаш) схемаларида ва ҳ.к. ларда юзага келиши мумкин. Баъзи ҳолларда фойдаланилаётган элементларда динатрон ҳодисаси тетрод лампалар ва туннел диодли схемалардан фойдаланиш натижасида ҳам юзага келади. Ўта юқори частота диапазонида радиоузатиш қурилмаси чиқишини антенна билан бирлаштирувчи нисбатни узун фидерни бир-бири билан мослашганлиги бузилиши натижасида ҳосил бўлувчи зарарли резонанс частоталарда зарарли қўзғалиш юз беради. Шунингдек ўз-ўзидан генерация резонатор ва тўлқин узаткичларда улар фойдаланиши керак бўлган частотадан бошқа частотада, бошқа тур тўлқинларда ҳосил бўлиши мумкин. Зарарли генерация қуввати ва частотаси бир турдаги (номдаги) радиоузатиш қурилмалари учун турлича бўлиши мумкин.

Комбинацион радионурланишлар иккиламчи нурланишлар бўлиб, улар радиоузатиш қурилмасининг ночизикли элементига асосий ишчи частота ва унинг гармоникалари таъсири натижасида юзага келади. Комбинацион радиочастоталар асосий ишчи частотани шакллантириш жараёнида унинг таркибида ҳосил бўлиши мумкин. Бу ҳолат асосий ишчи частотани частоталар синтезаторида шакллантиришда у таркибидаги эталон частотани кўпайтириш, бўлиш ва филтрлаш жараёнида юзага келиши мумкин. бу қурилмаларда асосий ишчи частотани аналог усулда шакллантиришда бир неча, баъзан ўнлаб ночизикли жараёнлардан фойдаланишга тўғри келади. Бунда радиоузатиш қурилмаси ночизикли элементи киришига бир вақтда бир неча бир-биридан ўн мартагача катта ёки кичик бўлган частоталар таъсир этади. Натижада умумий ҳолда

$$f_k = |\pm n_1 f_1 \pm n_2 f_{21} \pm n_3 f_{3...}| \quad (5.4)$$

комбинацион частоталар ҳосил бўлади (5.4-расм).

Чиқиш фильтри керакли ишчи частота f_u ни ажратиб олиб, ушбу стабил частотани радиоузатиш қурилмасининг маълум бир полосали кучайтириш қурилмаси киришига беради. Чиқиш фильтрининг танловчанлиги етарли эмаслиги учун, у кераксиз спектрал ташкил этувчилари сатҳини қисман камайтиради. Бу филтер чиқишидаги сигнал кучайтирилгандан сўнг, кучайтириш қурилмаси чиқишида (унинг чиқишида танловчан филтер бўлган тақдирда ҳам) бир қатор кераксиз (зарарли) комбинацион частотадаги радионурланишлар радиоузатиш қурилмаси охириги каскади сигнал ўтказиш полосасида, полосадан ташқаридагиларига нисбатан катта сатҳга эга бўлади. Ушбу асосий полосадаги зарарли комбинацион ташкил этувчилар сатҳи частота синтезатори ишлаб чиққан сигнал сифатига боғлиқ. Замонавий рақамли частота синтезатори чиқишидаги зарарли комбинацион частоталар қуввати асосий ишчи частота қувватига нисбатан -80...-120 дБ кичик. Бу частота синтезаторида (ЧС) рақамли частота кўпайтиргичлар, частота бўлгичлардан ва ҳар бир каскади фазани автоматик сошлаш схемаси билан қамраб олинган актив филтрлардан фойдаланилади.



5.4-расм. Комбинацион ташкил этувчиларга оид расм
(ПП – паст ён полоса, ЮП – юқори ён полоса)

Интермодуляция радионурлатишлари радиоузатувчи қурилманинг ночизиқли режимда ишловчи юқори частота тракти элементларига ишчи фойдали частота сигнали билан бирга ташқи электромагнит майдон (шу жумладан бошқа радиоузатиш қурилмаси тарқатаётган) таъсири натижасида юзага келади. Бу радиоузатиш қурилмасининг ташқи радиоҳалақит таъсирида, шу жумладан ушбу РАҚ билан кучли электромагнит алоқада бўлган бошқа РАҚ ҳалақит бериши натижасида ўз иш ҳолати ёмонлашишига олиб келади. Бундай ҳолат антенналари алоҳида бўлган бир неча бир-бирига жуда яқин жойлашган РАҚларининг бир-бирига таъсири натижасида ҳосил бўлади. Мисол учун, кемаларда, самолётларда, алоқа узелларида ва бир неча

радиоузатиш қурилмалари ягона – битта антенна орқали радиотўлқинлар тарқатган ҳолатда.

Ташқи электромагнит майдон РАҚига унинг чиқиш фильтри, антенна фидери ва антеннаси етарли даражада частота танловчанликни таъминламаслиги; шу билан бирга антеннани етарли даражада экранланмаганлиги; электр таъминот қисми ўтказгичлари нотўғри жойлашиши натижасида, антенна ва антеннани оралаб ўтиб, қурилма корпуси ва унинг айрим қисмларини бирлаштирувчи ўтказгичлар орқали таъсирланиши сабаб бўлади.

Ҳар қандай ночизиклиликлар натижасида, мисол учун, чиқиш актив элементи (лампа, транзистор) ёки фидер элементлари ночизикли режимда ишлаганда радиоузатиш қурилмаси генерация қилаётган f_0 ишчи частотадаги тебраниш ва f_x – халақитнинг ўзаро таъсири натижасида nf_0 , mf_x гармоникалар ҳамда бундан ташқари

$$f_{umm} = |\pm nf_0 \pm mf_x| \quad (5.5)$$

частоталарда интермодуляцион нурланишлар юзага келади (бунда n ва $m=1,2,3\dots$).

Ўта юқори частота диапазонида интермодуляцион радиочастоталар ушбу диапазонда фойдаланиладиган кучайтириш асбобларидаги амплитуда ва частота характеристикаларининг ночизиклиги натижасида ҳосил бўлади. Интермодуляцион ташкил этувчилар сони ва қуввати ночизиклилик даражасига боғлиқ бўлиб, ночизиклилик даражаси қанча катта бўлса интермодуляцион ташкил этувчилар сони шунча кўп бўлади ва амплитудаси катта бўлади. Интермодуляцион ташкил этувчилар қуввати унинг тартиби $N = |n_1 + n_2|$ га боғлиқ бўлиб, унинг тартиби ошган сари камайиб боради.

Агар радиоузатиш қурилмаси генерациялаётган ва унга халақит бераётган тебранишлар частотаси бир-бирига яқин бўлса, интермодуляцион ташкил этувчи генераторнинг ташқи халақит таъсирида синхронизацияланиш энергияси сезиларли ўзгармаслиги мумкин, аммо унинг частотаси ташқи халақит частотаси томон ўзгариши мумкин, яъни ташқи частотага эгалик қилиши мумкин. Бу ҳолда ташқи электромагнит халақит таъсирида асосий тебранишлар частотаси модуляцияланиши юз беради ва унинг амплитудаси, частотаси ҳамда қуввати ўзгариши юзага келади. Бунда чиқиш сигнали спектри ажратилган (бириктирилган) асосий частотага нисбатан носимметрик жойлашади ва бир қатор $n\Delta f_u$ ($n=1,2,\dots$) частотали ён спектр ташкил этувчилари ҳосил бўлади.

Бунда Δf_u асосий ишчи частота ва халақит тебраниши частотаси фарқига тенг бўлади, яъни $\Delta f_u \approx |f_0 - f_x|$ бўлади, унинг аниқ қиймати ва амплитудаси ташқи халақит амплитудаси, частоталар фарқи ва автогенератор параметрларига боғлиқ бўлади. Ушбу интермодуляция жараёни пайдо бўладиган частоталар полосаси сигнал-халақит нисбати -20...-30 дБ бўлганда, автогенератор синхронизацияланиши полосасига нисбатан 15...25 марта

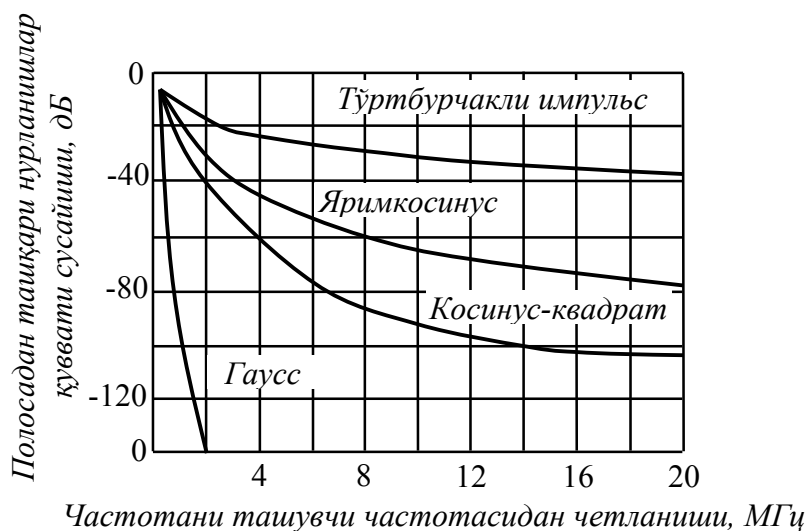
катта бўлади. Бунда интермодуляция ташкил этувчиларининг нисбий катталиги асосий тебранишга қараганда -30...-35 дБ кичик ва частоталар фарқи кам бўлса -10...-15 дБ бўлиши мумкин.

Интермодуляция ташкил этувчилари юқорида келтирилганлардан ташқари радиоузатиш қурилмаси конструкцияси элементлари ва антенна-фидер трактидаги нозизиқлилиқ ҳисобига ҳам пайдо бўлиши мумкин.

Радиоузатиш қурилмасига икки ва ундан ортиқ ташқи электромагнит тўлқинлар таъсир этганда ҳосил бўладиган интермодуляцион ташкил этувчилар сони кескин кўпаяди, яъни $\Delta f_u \approx |\pm n_1 f_0 \pm n_2 f_{x1} \pm n_3 f_{x2} \pm \dots|$ бўлади. Мисол учун 10 та ишлаётган радиоузатиш қурилмаси 100 га яқин иккинчи тартибли ($N_u = 2$) тебранишларни ва 800 га яқин учинчи тартибли ($N_u = 3$) тебранишларни генерациялаши мумкин. Айтиб ўтилганлар модуляцияланмаган асосий сигнал ва маълум бир частотадаги халақитларга хос бўлиб, агар асосий сигнал ва халақитлар модуляцияланган бўлса, интермодуляцион ташкил этувчиларнинг баъзилари модуляцияланган бўлиши ҳам мумкин ва натижада радиоканал полосасидаги турли частотали тебранишлар сони кескин кўпаяди.

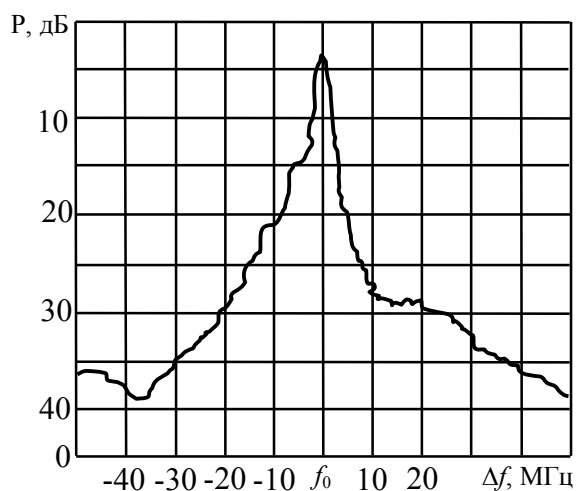
Асосий полосадан ташқаридаги радионурланишлар – асосий полосага юқори ва паст томондан яқин жойлашган бўлиб, модуляция натижасида пайдо бўлади. Полосадан ташқари радионурланишлар бир қатор сабабларга кўра юзага келиши мумкин, улардан асосийлари қуйидагилардан иборат.

1. Сигнални узатиш учун керагидан (талаб этиладиганидан) кенг спектр билан узатиш. Бундай ҳол импульслар ёрдамида радиоалоқа ўрнатиш тизимида учрайди, ортиқча тиклик (қиялик)ка эга импульслардан фойдаланилганда рўй беради. Бунда сигналнинг асосий қуввати тўпланган полоса керагидан ортиқча (кенг) бўлади. Бир давомийликка эга ўровчиси тўғри тўртбурчак шаклида бўлган радиоимпульс ўровчиси ундан бошқа шаклдагиларга қараганда, унинг ўртача частотаси канал ўртача частотасидан фарқланишига қараб спектр ташкил этувчилари амплитудасининг камайиши нисбатан секин бўлади (5.5-расм), демак нисбатан кенг полосага эга бўлади.



5.5-расм. Бир хил давомийли турли шаклдаги импульслар спектри ўровчиси

Радиоимпульслар олди ва орқа fronti ўзгариши қиялигини камайтириш натижасида унинг спектрини торайтириш мумкин. Ҳамма вақт ҳам импульс сигнал олди ва орқа fronti тик бўлиши талаб этилмайди, чунки ҳар қандай радиоқабуллаш қурилмаси чекланган ўтказиш полосасига эга бўлиб, унинг чиқишидаги сигнал фронтлари қиялиги камаяди. Модуляцияловчи импульслар фронтлари қиялигини ошириш полосадан ташқаридаги спектрал ташкил этувчилар қийматларини сезиларли катта бўлишига сабаб бўлади.



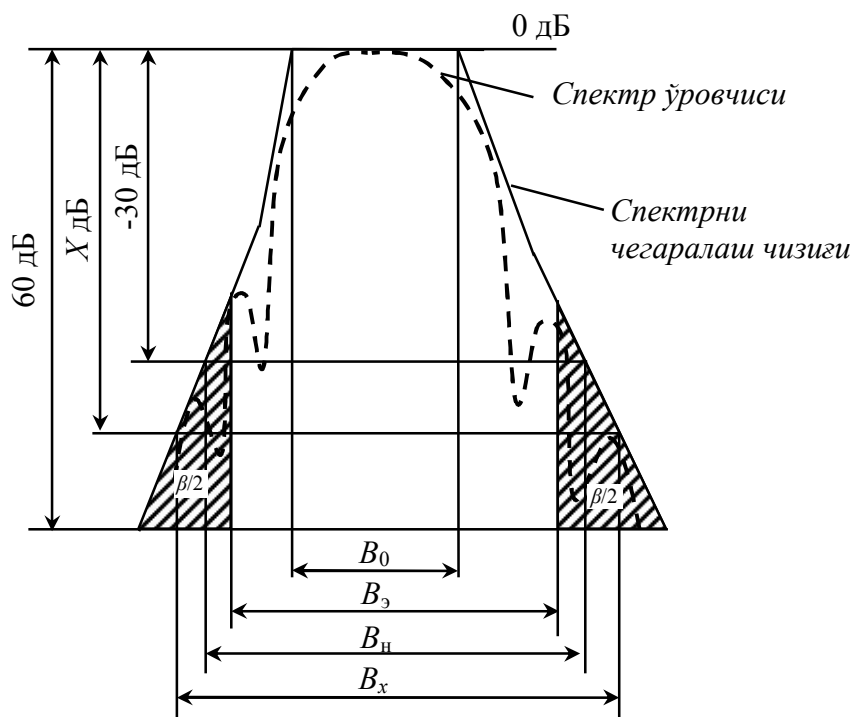
5.6-расм. РЛС узатиш қурилмаси нурлатаётган сигнал спектри ўровчиси

2. Радиоузатиш қурилмаси амплитуда характеристикасининг нозизиқли бўлиши (кучайтиргичлар, модулятор, фидер элементлари) натижасида унинг чиқишидаги модуляцияланган сигнал спектрида фойдали бирламчи спектр ташкил этувчиларнинг айирмаси, йиғиндиси ва гармоникалари ҳосил бўлади. Уларнинг бир қисми радиоканал полосасига тушиб фойдали сигнал шаклининг бузилишига олиб келади, қолганлари канал полосасидан ташқарида сезиларли нурланишларга сабаб бўлади. Радиоузатиш қурилмаси фаза характеристикасининг нозизиқлилиги ҳам юқоридаги ҳолатларга олиб келади. Бу айниқса ўта юқори частота диапазонида чиқиш сигналининг фазаси кириш сигналининг амплитудасига боғлиқлиги ушбу частоталар диапазонида фойдаланиладиган бир қатор кучайтирувчи асбобларга хос бўлиб, натижада чиқишидаги сигнал спектри сезиларли даражада кенгайди. Мисол учун, кучайтириш асбоби сифатида ТТЛдан фойдаланилган зарарли фазавий модуляция натижасида сигнал спектри кенгайди. Импульс режимда ишловчи магнетрон асбобларда сигнал фазаси импульс ўровчиси ўсаётган (олд фронт) ва камаётган (орқа фронт) вақтларда силжийди (ўзгаради), шу билан бирга импульс текис қисми шаклланаётган вақтда зарарли амплитуда ўзгариши (модуляцияси) юз

беради. Натижада полосадан ташқаридаги спектрал ташкил этувчилар пайдо бўлади. Бу ҳолда чиқиш сигнали спектри носимметрик бўлади ва керагидан сезиларли катта полосани эгаллайди.

3. Модуляцияловчи сигнални шакллантириш трактидаги ночизиқли боғланишлар ҳам сигнал спектрининг кенгайишига олиб келади, чунки ҳар қандай ночизиқли режимда ишловчи қурилма киришдаги спектрни бойишига сабаб бўлади. Модуляцияловчи сигнал спектри кенгайди, бу модулятор чиқишидаги модуляцияланган сигнал спектри кенгайишига ва ниҳоят радиоузатиш қурилмаси чиқишидаги радиосигнал спектри кенгайишига олиб келади. Баъзан радиоалоқа учун фойдаланиладиган радиоузатиш қурилмасида уларнинг чиқишидаги модуляцияланган сигнал қувватини ошириш учун керагидан ортиқча модуляциядан ($m > 1$, m – модуляция коэффициенти, модуляция чуқурлиги) фойдаланилади. Масалан, модуляция коэффициенти $m = 100\%$ дагига нисбатан 17% га оширишлиши кўшимча бузилишларга олиб келади ва унинг таркибидаги $f_0 \pm 3F_m$ частотали ёнбош спектр ташкил этувчилари қийматини 8 дБ га ошишига олиб келади. Худди шунингдек амплитуда модулятори киришига берилаётган модуляцияловчи сигнал ҳам дастлаб кучайтирилади ва амплитудаси керакли сатҳда чекланади.

4. Модуляцияловчи аналог (вақт ва сатҳ бўйича узлуксиз) сигнални квантлаш ҳам унинг спектри кенгайишига олиб келади. Пайдо бўлиш сабабидан қатъий назар полосадан ташқари радионурланишлар полосаси кенглиги ва асосий спектрал ташкил этувчиларга нисбатан нисбий сатҳи билан характерланади. Асосий полосадан ташқаридаги радионурланишлар нисбати асосий полосадан ташқаридаги сигнал спектри қувват зичлигининг асосий полосадаги сигнал спектри қувват зичлигига нисбати шаклида аниқланади ва унинг қиймати дБ ларда ифодаланади. Сигнал эгаллаган полоса кенглиги B , унинг умумий ўртача қувватининг β қисми полосадан ташқарида қолган қисми билан аниқланади (5.7-расм).



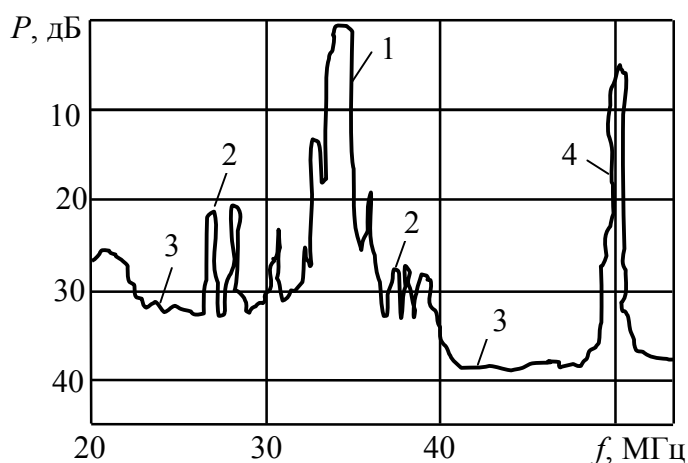
5.7-расм. РУҚсининг полосадан ташқари нурлатишлари
характеристикаси

Баъзан сигналнинг эгаллаган полосаси B_0 ни аниқлашда унинг ташқарисида сигнал умумий ўртача қисмининг 1% и қолган деб, яъни сигнал асосий ўртача қувватининг 99% ни ташкил этувчи спектр ташкил этувчиларини қамраб олган полоса аниқланади. Полосадан ташқаридаги спектр ташкил этувчиларнинг камайишини баҳолаш учун X дБ ($B_с$) сатҳдаги полоса олинади ва полосадан ташқаридаги ҳар қандай спектрал ташкил этувчилари сатҳи ушбу X дБ ($B_с$) га нисбатан X дБ га камайган бўлиши керак (5.7-расм). Бунда пастки сатҳ сифатида қуввати максималдан -60 дБ га камайган сатҳ олинади ва бу сатҳ 0 дБ ҳисобланади. Сигнал эгаллаган полоса $B_с$ ва бир қатор X дБ сатҳдаги B_x полосалар полосадан ташқари радионурланишларни миқдоран баҳолаш учун фойдаланилади, бундан ташқари электромагнит мослашувни таҳлил этиш, назоратлаш ва улар қийматини меъёрга келтириш учун ҳам фойдаланилади.

Амалиётда шунингдек назорат полосаси (B_n) тушунчасидан ҳам фойдаланилади. Назорат полосаси B_n бирламчи 0 дБ сатҳга нисбатан -30 дБ сатҳда аниқланади. Ушбу полоса B_n ташқарисидаги полосадан ташқари радионурланишлар сатҳи унинг полоса ичидаги максимал қийматидан 1000 марта кам бўлади. -30 дБ сатҳдаги сигнал полосасини аниқлашдан радиоузаткичларга номинал частоталарни бириктириш ва радиоузатиш қурилмалари орасидаги частоталар фарқини ҳисоблашда қўлланилади. Полосадан ташқари радионурланишларни баҳолашда ҳозирда амалда бўлган меъерий техник ҳужжатлар (МТХ)да спектрал чегараловчи чизик тушунчасидан фойдаланилади. Бу чизик ҳар бир тур радионурлатиш учун асосий полосадан ташқари радионурлатишлар максимал қиймати чегарасини белгилайди.

Шовқин радионурлатишлари бу кераксиз (зарарли) радионурлатишлар ҳисобланади. Ушбу радионурлатиш ташкил этувчилари радиоузатиш қурилмасининг хусусий шовқинлари генерация этилаётган фойдали сигнални радиоузатиш қурилмаси шовқини билан модуляциялаш натижасида шаклланади. Шовқин радионурлатишлари сатҳи асосий сигнал сатҳидан 60...80дБ кичик ва жуда кенг полосага эгаллиги билан характерланадилар. Шовқин радионурлатиши полосаси асосий сигнал полосасидан ўн ва юз марта кенг бўлади. Шовқин радионурлатишлари қуввати жуда кичик бўлишига қарамасдан яқин масофада жойлашган қўшни радиоканалда ишлайдиган радиоқабуллаш қурилмаларининг ишлашига кучли таъсир кўрсатиши мумкин. 5.8-расмда шовқин радионурлатишига кўп ҳолларда хос спектри келтирилган.

Радиоузатиш қурилмасининг турли элементлари шовқин манбаи ҳисобланадилар: электрон лампалар, чиқиш каскадларидаги ярим ўтказгич диодлар ва транзисторлар, турли функционал қисмлар ва қурилмалар, шу жумладан автогенераторлар, қувват кучайтиргичлар, частота синтезаторлари, модуляторларнинг паст частотани кучайтирувчи қисмлари, электр манбалар ва ҳ.к. Ушбу шовқинлар радиоузатиш қурилмаси асосий тебраниш частотаси – ташувчи амплитуда ва частотасини модуляциялайди ва натижада шовқин радионурлатишлари юзага келади. Катта қувватли радиоузатиш қурилмасида шовқин нурлатишлари асосий частота йўқ ҳолда ҳам пайдо бўлиши мумкин.



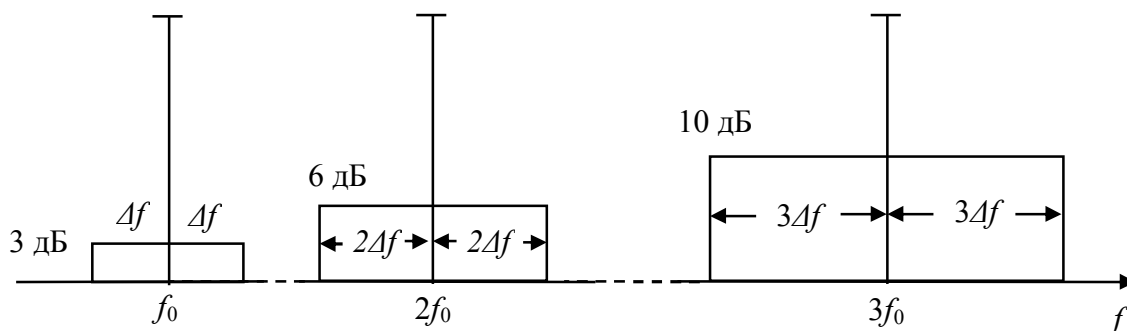
5.8-расм. РУҚ сигнали спектри: 1-асосий нурлатиш 50 дБ га камайтирилган, 2 – комбинацион нурлатиш, 3 – шовқин нурлатиши, 4 – 2-гармоникадаги нурлатиш

Катта қувватли шовқин радионурлатиши ҳосил бўлишининг асосий сабабларидан бири қувват кучайтиргичларнинг фойдали иш коэффициентини ошириш ва шовқинни камайтириш бир-бирига зидлигидир. Масалан, Ганн диоди асосида ишловчи генератор шовқини кўчкисимон ўтишли диодларда яратилган генераторнинг шовқинига нисбатан 10...15 дБ кичик. Аммо у фойдали иш коэффициенти бўйича кўчкисимон ўтишли диодларга нисбатан кўпроқ шовқин ҳосил қилади. Худди шунга ўхшаш жараён ўта юқори частота диапазонида биполяр ва майдон транзисторларидан фойдаланилганда юз

беради, майдон транзистори биполяр транзисторга нисбатан 20 дБ кам шовқин яратади.

Частота кўпайтириш каскади билан турли ночизикли ўзгартиришлар асосида бир неча ёрдамчи частоталар ёрдамида асосий таянч частотани шакллантириб берувчи частоталар синтезатори ҳам сезиларли катталиқдаги шовқинлар ҳосил қилади. Бу қурилмаларнинг ночизикли режимда ишловчи қисмлари керакли частотали сигнал ва шовқинлар таъсирида бўлади. Ночизикли элемент чиқишида асосий частотадаги тебраниш ва ушбу тебранишнинг шовқин тебранишлари билан тўқнашиши яна кўшимча шовқин тебранишлари ҳосил бўлишига сабаб бўлади. Бунда асосий тебранишлар қувватининг шовқин ташкил этувчилари қувватига нисбати камаяди. Масалан, частотани иккига кўпайтиргич чиқишида сигнал-шовқин нисбати тахминан 6 дБ га, частотани учга кўпайтиргич чиқишида эса 10 дБ га ёмонлашади. Худди шунга ўхшаш сигнал-шовқин нисбатининг ёмонлашуви икки частотани аралаштириш натижасида юзага келадиган 2- ва 3-тартибли тебранишларга ҳам хос. Шундай қилиб, бир неча марта частота кўпайтириш ва сигналларни аралаштириш натижасида частоталар синтезатори (кўзгатувчилар) чиқишида сезиларли қувватга эга бўлган шовқинлар, шовқин радионурланишлари келиб чиқишига олиб келади.

Шовқин радионурланишларининг қиймати (сатҳи) унинг спектр қуввати зичлиги асосий частотадан маълум частотага фарқланадиган частотада ўлчанади. Шовқин радионурланишининг қиймати радиоузатиш қурилмаси схемасига, у бажарадиган вазифага, частоталар диапазонида, унда фойдаланиладиган элементларга ва уни ўлчашдаги частота f_y ҳамда асосий нурлатиш частотаси f_0 орасидаги фарқ Δf га боғлиқ. Масалан, лампали ва транзисторли радиоузатиш қурилмалари учун асосий f_0 частотадан 10÷15 фоиз фарқланувчи частотада шовқин нурланишларининг асосий қисмини унинг охириги каскади келтириб чиқаради. Бу частотада шовқин қувватининг частотага боғлиқ камайиши бир октавага 3 дБ ни ташкил этади, частоталар синтезатори шовқинининг сатҳи анчагина – сезиларли даражада кичик. $\Delta f = f_0 - f_y$ частота ошган сари шовқин нурланишлари спектри деярли ўзгармас сақланиб қолади, у антенна фидери ва антеннанинг филтрлаш хусусиятига боғлиқ бўлади. Тор полосали резонансга созланган контурли радиоузатиш қурилмасида Δf созланмаганлик 1,2% бўлганда частоталар синтезатори асосий ҳисобланади, бу ҳолда шовқин спектри ўровчисининг қиялиги бир октавага 15÷18 дБ ни ташкил этади. Бунда шовқин спектри ўровчисининг камайиш даражаси радиоузатиш қурилмасининг дастлабки каскадлари ва охириги чиқиш каскадида фойдаланилган филтрларнинг танловчанлигига ва сонига боғлиқ бўлиб, улар эгаллаган полосани нисбатан чегаралашга олиб келади. Мисол учун, дециметр диапазони радиоузатиш қурилмаси чиқиш каскадида фойдаланилган максимал резонаторлар шаклидаги филтрлар Δf созланмаганлик f_0 га нисбатан ± 2 МГц ва полоса кенглиги 3 кГц бўлганда шовқин радионурланишларини -15 дБ дан -185 дБ га камайтиради. Созланмаганлик Δf катта бўлганда асосан электр таъминот манбаи шовқини қолади.

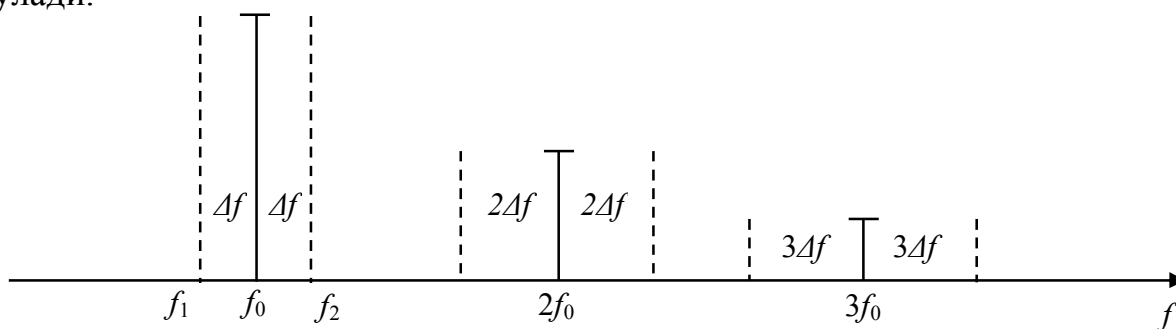


5.9-расм. Частота кўпайтиргичлар чиқишида сигнал-шовқин нисбатининг ўзгаришига оид расм

Шовқин радионурланишлари қувват спектри зичлиги ва эгаллаган полосаси кенглиги билан характерланади. Бунда унинг абсолют қувватини ёки асосий радиочастотадаги нурланиш қувватига нисбатан аниқлаш мумкин. ЭММ нуқтаи назаридан бу параметрлардан унинг қўшни радиоканалларга таъсири қандай бўлишини аниқлашда фойдаланилади, айниқса бу радиоалоқа тизимлари учун муҳим ҳисобланади. Бу шовқин нурланишлари қўшни радиоалоқа қурилмалари ишчи частоталарини ҳисоблашда (аниқлашда) ва дуплексе режимда ишловчи радиостанцияларда частотани тўғри танлашда эътиборга олинади.

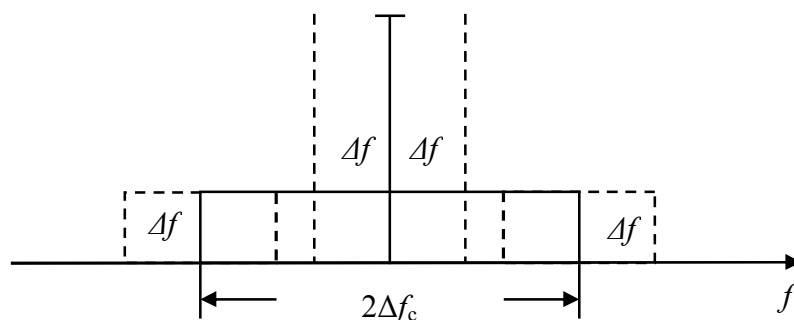
5.2.2. Частота стабиллиги (барқарорлиги)

Радиоузатиш қурилмаларининг асосий техник кўрсаткичларидан бири унинг частотаси ўзгармаслиги (барқарорлиги)дир. Частота барқарорлиги бир қатор фактларга боғлиқ, булар асосан қуйидагилар: радиоузатиш қурилмасининг тузилиш схемаси, частотани барқарорлигини таъминлаш усули, электр манбаи кучланишининг ўзгармаслиги, ташқи ҳарорат, намлик, механик силкинишлар ва ҳ.к. Бунда генератор частотасининг барқарорлигини шартли равишда иккига бўлиш мумкин, биринчиси хусусан генератор частотасининг барқарорлиги бўлиб (5.10-расм), иккинчиси модуляция схемасидаги камчиликлар сабабли частотанинг силжиши (ўзгариши). Кўп ҳолда иккинчи ҳолатга алоҳида эътибор бериш керак бўлади.



5.10-расм. Радиочастотанинг барқарорлигига оид расм

Частотанинг ўзгариши амалда радиоузатиш қурилмаси тарқатаётган радиосигнал спектри кенглигини ўзгартирмайди, аммо унинг частотасини турли сабабларга асосан $\pm \Delta f$ га ўзгаришини ҳисобга олиб, ЭММни таъминлаш мақсадида унга ажратилган частоталар полосаси частота ўзгариши абсолют қийматининг икки баробарига кенгайтирилиши керак бўлади. Бу частоталар диапазониға, радиоузатиш қурилмаси туриға ва у бажарадиган вазифаға боғлиқ. Радиоузатиш қурилмаси частотасининг нисбий ўзгариши 10^{-9} дан 10^{-3} гача бўлиб, частота ўзгариши 1 Герц қисмларидан то бир неча ўн МГц бўлиши мумкин (5.11-расм).



5.11-расм. Ташувчи частотаси барқарор эмаслиги натижасида РҚҚ ёки РУҚ ўтказиш полосасининг силжишиға оид расм

Радиоузатиш қурилмаси частотасининг барқарорлигини меъёрлаш кўрсаткичи сифатида унинг частотасини рухсат этилган катталиқда силжиши қабул қилинган. Рухсат этилган частота силжиши (РЭЧС) бу радиоузаткич учун бириктирилган частоталар полосаси ўртача частотасининг рухсат этилган максимал (энг катта) ўзгариши(силжиши)ни билдиради. Радиоузатиш қурилмасиға бириктирилган частоталар полосаси рухсат этиладиган ўртача қийматининг силжиши катталиги радиоузатиш қурилмасининг қандай вазифани (хизмат) бажаришиға, частоталар диапазониға, унинг чиқиш қувватиға боғлиқ. Кўпчилик тур радиоузаткичлар учун частотанинг рухсат этилган катталиги тегишли давлат стандартларида келтирилган. Ушбу рухсат этилган частота силжишлари баъзи махсус радиоалоқа тизимлари радиоузатиш қурилмалари учун Герцларда абсолют қиймати келтирилади. Бу радиоузатиш қурилмасидан фойдаланиш техникаси ва ундан фойдаланиш хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда белгиланади. Бошқа тур радиоузатиш қурилмалари учун эса унга бириктирилган частоталар полосаси ўртача частотасининг миллионлардан бири, нисбий катталиқда белгиланади.

Назорат саволлари

1. ЭММни аниқловчи характеристикалар қандай гуруҳларға бўлинган?
2. ЭММға таъсир қилувчи қурилмаларнинг характеристикаларини санаб беринг.
3. Радиоалоқа тизими қурилмаларига тегишли функционал кўрсаткичларни айтинг.

4. Радиочастоталар керакли полосаси деб қандай полосага айтилади?
5. Асосий нурланишлар деб қандай нурланишларга айтилади?
6. Полосадан ташқаридаги нурланишлар деб қандай нурланишларга айтилади?
7. Кераксиз (зарарли) нурланишлар қандай нурланишларга бўлинади?
8. Иккиламчи нурланишлар деб қандай нурланишларга айтилади ва улар қандай турларга бўлинади?
9. Субгармоникалардаги радионурланишлар тўғрисида тушунча беринг?
10. Зарарли радионурланишлар тўғрисида тушунча беринг?
11. Комбинацион радионурланишлар тўғрисида тушунча беринг?
12. Интермодуляция радионурлатишлари тўғрисида тушунча беринг?
13. Назорат полосаси деб қандай полосага айтилади?
14. Шовқин радионурлатишлари қайси параметрлар билан характерланади?
15. Частота стабиллиги қайси фактларга боғлиқ?

6-БОБ. РАДИОҚАБУЛЛАШ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

6.1. Радиоқабуллаш каналлари

Радиоқабуллаш қурилмаси хусусан радиоқабуллаш қурилмасидан, антеннадан, фидердан ва қўшимча қурилмалардан иборат бўлиб, радионурланишларни берилган танловчанлик билан маълум полосадаги сигналларни маълум йўналишда қабул қилишни амалга оширади. Унинг фаза танловчанлиги антеннанинг кутбланганлик ва йўналтирилганлик диаграммалари орқали амалга оширилади, частота ва вақт бўйича танловчанлиги эса радиоқабуллаш қурилмасининг ўзи томонидан амалга оширилади. Радиоқабуллаш қурилмасига ташқи халақит радионурланишлари унинг антеннаси, корпуси, электр манбаи занжирлари ва бошқа йўллар орқали таъсир кўрсатади.

ЭММ муаммоси нуқтаи назаридан идеал радиоқабуллаш қурилмаси фақат антенна орқали керакли частоталар полосасидаги хабарни қабул қилиши керак. Ҳар қандай радиоқабуллаш қурилмаси маълум даражада техник талаб билан белгиланган полосадан ташқари полосадаги сигналларни ҳам қабул қилиш хусусиятига эга. Радиоқабуллаш қурилмасининг ташқи электромагнит халақитларни ўз антеннаси, антеннадан бошқа, шу жумладан корпуси, экрани ва электр таъминот занжирлари орқали қабул қилиш хусусияти унинг таъсирланувчанлиги деб аталади.

Радиоқабуллаш қурилмасининг электромагнит халақитлардан таъсирланувчанлиги уларнинг таъсир этиш йўларига, созланган частотанинг халақит частотасидан фарқи ва халақит сатҳи (интенсивлиги)га боғлиқ. Халақитнинг антенна орқали кириши таъсирини “қабуллаш канали” тушунчаси билан таърифланади. Радиоқабуллаш қурилмасининг фойдали сигнални қабуллаш учун белгиланган полоса орқали қабуллаш полосаси “қабуллаш асосий канали” деб аталади. Ҳар қандай радиоқабуллаш қурилмаси “қабуллаш асосий канали” ва унга яқин қўшни полосадаги, шу билан бирга кенгроқ полосадаги сигналлардан “таъсирланиш” хусусиятига эга. Асосий полосадан ташқари полосадаги халақитларни радиоқабуллаш қурилмаси томонидан қабуллаш жараёнларини кўриб чиқамиз.

Халақитларнинг радиоқабуллаш қурилмаси орқали тўғридан-тўғри ўтиши. Радиоқабуллаш қурилмасининг чизиқли режимда ишловчи каскадлари (дастлабки танловчанликни таъминловчи филтрлар, радиочастота сигналлари кучайтиргичлари ва асосан оралик частота кучайтиргичлари) филтрларининг амплитуда-частота характеристикаси идеал П-симон шаклдан фарқланиши унинг танловчанлигини ёмонлашишига олиб келади. Танловчанлик характеристикасининг П-симон (тўғритўртбурчаксимон)лик коэффиценти радиоқабуллаш қурилмасининг X дБ сатҳдаги полосаси кенглигини (мисол учун 60 дБ) унинг 3 дБ сатҳдаги полосаси кенглигига нисбати билан баҳоланади, яъни $K_{\Pi} = \frac{B_x}{B_3}$ шаклида

аниқланади. Кўпчилик радиоқабуллаш қурилмалари юқори даражадаги П-симон частота характеристикасига (K_{Π}) га эга: 90% радиоқабуллаш қурилмалари учун $K_{\Pi} > 2,5$; 50% радиоқабуллаш қурилмалари учун $K_{\Pi} \geq 4$; 20% радиоқабуллаш қурилмалари учун $K_{\Pi} \geq 8$. Радиоқабуллаш қурилмаларининг реал (ҳақиқий) частота танловчанлик характеристикалари тўғритўртбурчак (П-симон) шаклидан фарқланганлиги учун улар қўшни ён полосадаги халақитларни ҳам қабуллашга имконият яратади. Радиоқабуллаш қурилмасининг частота танловчанлиги етарли даражада юқори бўлмаслиги натижасида, унинг чизикли каскадлари орқали халақитларнинг ўтишига халақитларнинг радиоқабуллаш қурилмаси орқали тўғридан-тўғри ўтиши деб аталади.

Радиоқабуллаш қурилмасининг қўшимча каналлар орқали қабуллаш хусусияти. Радиоқабуллаш қурилмаси асосий каналидан ташқари полосадаги сигналларни унинг чиқишида ҳосил бўлиши қўшимча канал орқали қабуллаш деб аталади. Қўшимча каналлар орқали сигнал қабуллашга: оралиқ частота орқали тўғридан-тўғри қабуллаш; комбинацион ташкил этувчиларни қабуллаш; акс канал орқали қабуллаш ва қабуллаш қурилмаси созланган частота субгармоникаларида қабуллашлар киради. Супергетеродин функционал схемаси асосида қурилган қўшимча қабуллаш каналининг юзага келиши ундаги частота алмаштиргич (ўзгартиргич)даги жараёнларга боғлиқ. Радиоқабуллаш қурилмасининг асосий частота танловчанлигини унинг оралиқ частота кучайтиргич каскадлари таъминлайди, чунки дастлабки чизикли танловчан филтёрлар ва юқори частотада сигнал кучайтиргичларнинг частота танловчанлиги одатда жуда кичик бўлади. Шунинг учун радиоқабуллаш қурилмаси частота алмаштиргичи (аралаштиргичи) киришига фойдали сигнал билан бир вақтда амплитудаси етарли даражада катта бўлган халақитлар ҳам таъсир қилади (6.1-расм). Халақитлар нисбий созланмаганлиги $1 \div 10\%$ бўлганда ҳам баъзи ҳолларда халақитлар сатҳи фойдали сигнал сатҳидан сезиларли даражада катта бўлиши мумкин. Частота ўзгартиргич (аралаштиргич) фойдали сигнал, гетеродин сигнали ва халақитларни нозизиқли ўзгартириши натижасида ушбу сигналлар гармоникалари ва комбинацион ташкил этувчилари ҳосил бўлади, яъни $|n_1 f_c + n_2 f_x + n_3 f_c|$. Бунда $n_1, n_2, n_3 = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$ гармоникалар тартиб рақами ва f_c, f_x, f_c – фойдали сигнал, халақит ва гетеродин частотаси. Ушбу уч сигнал гармоникалари ва комбинацион ташкил этувчилари сони ҳамда амплитудалари частота аралаштиргич сифатида фойдаланилган нозизиқли элемент вольт-ампер характеристикасининг нозизиқлилиқ даражасига боғлиқ. Нозизиқлилиқ даражаси қанча катта бўлса уларнинг сони ва амплитудаси шунча катта бўлади. Комбинацион ташкил этувчилар уларнинг тартиби орқали характерланади. Комбинацион ташкил этувчилар тартиби $N = |n_1| + |n_2| + |n_3|$ шаклида аниқланади.

Супергетеродин радиоқабуллаш қурилмаси ишлаш принципига асосан унинг оралиқ частоталар филтёри ва кучайтиргичига фойдали сигнал f_c ва

гетеродин сигнали f_c ларнинг тепкилари: $f_c - f_c$ ёки $f_c - f_c$ таъсир этиши керак. Аммо унинг частоталар полосасига бошқа: f_c, f_x ва f_c ларнинг аралаштирилиши натижасида ҳосил бўлган комбинацион ташкил этувчилар тушиб қолиши мумкин. Ушбу ташкил этувчиларни сусайтириш мумкин эмас, натижада қўшимча канал орқали халақитларни қабуллаш ҳолати юзага келади. Радиоқабуллаш қурилмасининг таъсирланувчанлиги унинг киришидаги ўзгартирилган сигналлар амплитудаларига боғлиқлиги учун, кераксиз ташкил этувчиларни ажратиш ёки улар сатҳини сусайтириш имконияти бўлмайди. Одатда фойдали сигнал ва халақит амплитудаси жуда катта (бир неча тартибга эга) бўлгани учун гетеродин сигнали ва халақитларнинг қуйидаги комбинацион ташкил этувчилари эътиборга лойиқ ҳисобланади: $|n_2 f_x \pm n_3 f_c|$, бунда $n_2, n_3 = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$. Шундай қилиб, супергетеродин радиоқабуллаш қурилмасида қўшимча каналлар орқали қабуллаш ҳолати юзага келади, бунда

$$|n_2 f_x \pm n_3 f_c| \in \left[f_{oc} + \frac{B_{oc}}{2}, f_{oc} - \frac{B_{oc}}{2} \right] \quad (6.1)$$

бўлиб, f_{oc} – оралик частота ўртача қиймати, B_{oc} – радиоқабуллаш қурилмасининг оралик частота сигналларни қабуллаш тракти полосаси.

Биринчи ифодадан қуйидаги хусусий ҳолатлар келиб чиқади:

а) $f_x = f_{oc}$ – бунда частотаси f_{oc} га тенг бўлган халақит тўғридан-тўғри радиоқабуллаш қурилмаси чиқишида ҳосил бўлади ($n_2 = 0, n_3 = 1$);

б) $f_x = f_c \pm 2f_{oc}$ – бунда акс каналдаги халақит қабул қилинади ($n_2, n_3 = 1$);

в) $f_x = \frac{f_c}{m}$ – радиоқабуллаш қурилмаси созланган частотанинг

субгармоникаларида қабуллаш юзага келади ($m = 2, 3, \dots$)

Биринчи ифодага мос келувчи ҳар қандай халақит комбинацион каналлар орқали қабуллаш амалга ошишига сабаб бўлади.

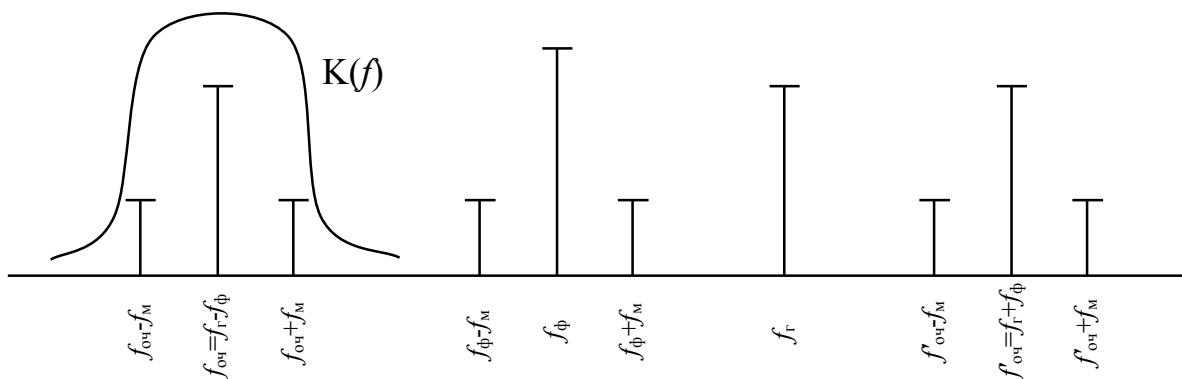
Икки, уч ва ҳ.к. частота алмаштиргичли супергетеродин радиоқабуллаш қурилмаларида юқорида келтирилган кўриниш ҳар бир частота ўзгартиргич каскади учун сақланиб қолади. Бунда комбинацион частоталар сони нисбатан кўпаяди, чунки ҳар бир частота алмаштиргич чиқишидаги тебранишлар ундан кейинги частота алмаштиргичларда янги тепки (биение)лар ҳосил бўлишига олиб келади. Аммо биринчи частота алмаштиргич чиқишидаги фильтр юқори танловчанликка эга қилиб танланса, асосий комбинацион ташкил этувчилар ушбу биринчи частота алмаштиргич чиқишидагилардан иборат бўлади.

Комбинацион канал орқали қабуллашни камайтириш учун частота ўзгартириш каскадларида фойдаланиладиган нозизиқли элементнинг вольт-ампер характеристикаси квадратик боғланиш ($y = ax^2$) шаклида бўлиши керак. Бу ҳолда унинг чиқишида фақат иккинчи тартибли комбинацион ташкил этувчилар пайдо бўлади, яъни $|\pm f_c \pm f_c|$ ва $|\pm f_x \pm f_c|$. Қабул

қилинадиган фойдали сигнал частотаси $f_c = f_c \pm f_{oc}$ га тенг бўлади ва (6.1) ифодага асосан қўшимча $f_x = f_c \pm f_{oc}$ да, яъни акс канал частотасидаги халақит ҳам қабул қилинади, шу билан бирга f_{oc} даги халақит ҳам тўғридан-тўғри частота ўзгартиргич каскади, умуман радиотракт орқали ўтади. Частота алмаштиргич (аралаштиргич) вольт-ампер характеристикасининг квадратик параболадан фарқланиши, қўшимча ўзгартирилган частоталарнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади. Масалан, частота аралаштиргич каскадида фойдаланилган элемент вольт-ампер характеристикасининг ишчи қисми учинчи даражали полином билан аппроксимацияланган, яъни

$$y = a_0 + ax + ax^2 + ax^3 \quad (6.2)$$

кўринишида бўлса, $|\pm 2f_x \pm f_c| = f_{oc}$ ва $|\pm 2f_c \pm f_x| = f_{oc}$ бўлган частоталар $\frac{f_c}{2}$ – фойдали сигнал иккинчи субгармоникаси ва $\frac{f_c}{2} \pm f_{oc}$; $f_c \pm 3f_{oc}$; $2f_c = f_{oc}$ комбинацион частоталардаги халақитлар ҳам қабул қилинади. Частота аралаштиргичдаги элементнинг вольт-ампер характеристикаси квадратик параболадан қанча кўп фарқланса шунча кўп комбинацион ташкил этувчилар частотасида қўшимча қабул каналлари пайдо бўлади. Ушбу қўшимча каналлар орқали радиоқабуллаш қурилмасининг таъсирчанлиги ушбу частотанинг радиоқабуллаш қурилмаси созланган частотадан фарқи қанча кам бўлса, шунча катта бўлади ва бу катталик халақит комбинацион ташкил этувчи тартибига ҳам боғлиқ, комбинацион халақит тартиби қанча кичик бўлса унинг таъсир кўрсатиш натижаси шунча катта бўлади. Частота ўзгартиргичнинг нозизиқлилиқ хусусияти фойдаланиладиган актив элемент турига, унинг характеристикасига, частоталар диапазони ва частота ўзгартиргич схемасига боғлиқ.



6.1-расм. Қўшимча каналлар (оралиқ частота ва акс частота канали) орқали сигнал қабуллашга оид расм

Қўшимча қабул каналларининг ҳосил бўлиши бошқа частоталарни аралаштириш билан амалга ошириладиган қурилмалар, шу жумладан параметрик кучайтиргичларга ҳам хос. Бунда халақитни қабуллаш (кераксиз, зарарли) фойдали сигнал гармоникасига тенг частоталарда ёки таянч

генератори частотаси қийматига қараб, баъзи у билан қаррали боғлиқ бўлмаган частоталарда ҳам пайдо бўлиши тўғридан-тўғри частота алмаштирмасдан қабуллашга асосланган радиоқабуллаш қурилмаларида, уларнинг чизикли режимда ишловчи частота танловчан филтрлари қўшимча паразит (зарарли) каналлари орқали ўтиши мумкин.

Гетеродин шовқинларини аралаштириш. Халақитлар таъсирида радиоқабуллаш қурилмасининг хусусий шовқинлари сатҳи ошиши мумкин. Бу жараёни қуйидагича тушунтириш мумкин. Гетеродин ўзининг хусусий шовқини – спектрал ташкил этувчиларга эга бўлиб, у катта полосани эгаллайди. Ушбу шовқин спектрал ташкил этувчилари ташқи халақит ва фойдали сигнал спектрал ташкил этувчилари билан тепкилар ташкил этади, уларнинг бир қисми оралиқ частота кўпайтиргич полосасига тушиши мумкин. Агар радиоқабуллаш қурилмаси киришида фақат фойдали сигнал бўлса, у ҳолда уларнинг спектри зичлиги $G_e \cdot G_{шг}$ га пропорционал бўлади, бунда $G_{шг}$ – гетеродин шовқинининг спектри ўртача зичлиги. Халақит пайдо бўлган ҳолда қўшимча $G_x \cdot G_{шг}$ шовқинсимон халақит ҳосил бўлиб, унинг амплитудаси $G_x \cdot G_{шг}$ га тенг бўлади. Шундай қилиб, комбинацион қабул қилиш қўшимча каналга мос бўлмаган кучли ($G_x \gg G_c$) халақит аралаштириш натижасида аралаштиргичда шовқиннинг катталашшига ва унинг чиқишида сигнал-халақит нисбатининг камайишига олиб келади.

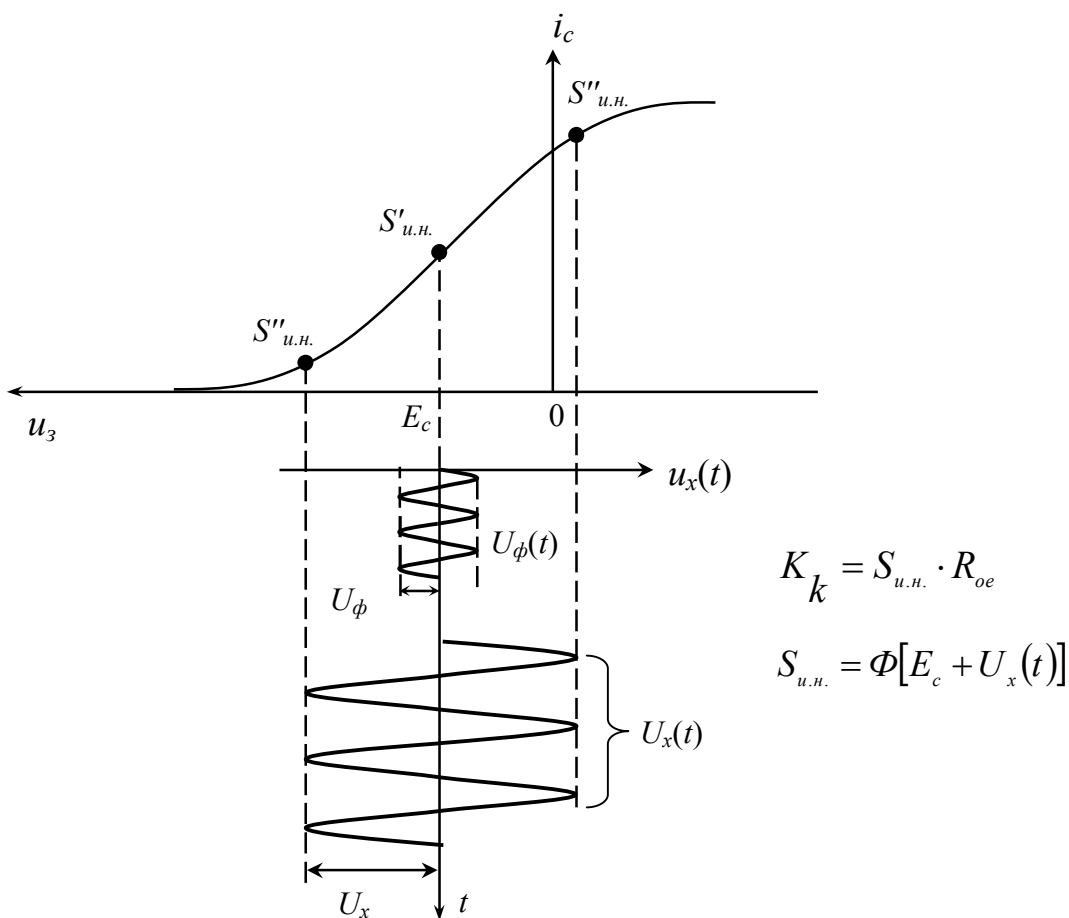
6.2. Радиоқабуллаш қурилмаларида кўчки бузилишлар, интермодуляция ва тўсиқлаш (блокировка)

Радиоқабуллаш қурилмасига кучли (сигнал сатҳидан катта) халақитлар уларнинг асосий ва қўшимча қабул каналларидан ташқари йўллар билан ҳам унга таъсир қилиши мумкин. Бу ҳолда халақит радиоқабуллаш қурилмасини блокировка қилади. Унинг (сезгирлиги) сигнал қабуллаш имкониятини вақтинча камайтиради ёки кўчки модуляцияга сабаб бўлади, баъзан ҳар икки жараён бир вақтда юз бериши мумкин.

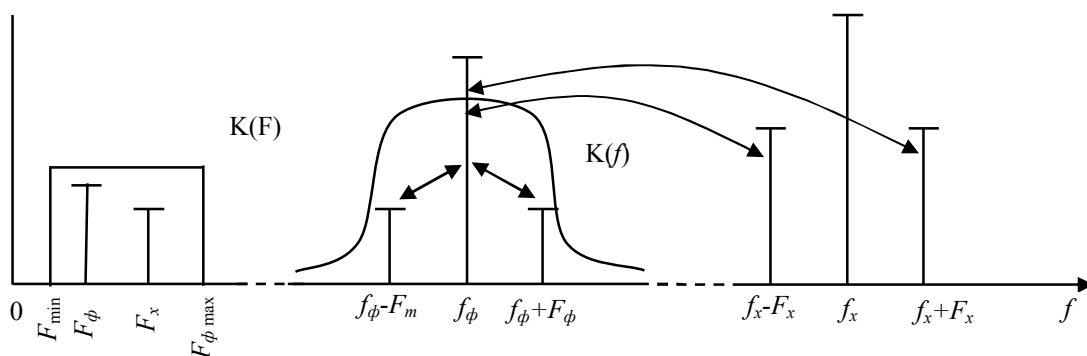
Блокировкалаш деб халақит таъсирида радиоқабуллаш қурилмасининг чиқишидаги фойдали сигнал сатҳининг ёки сигнал-халақит нисбатининг камайишига айтилади, бунда халақит частотаси асосий ёки қўшимча қабул канали полосасида бўлмайди. Блокировка натижасида радиоқабуллаш қурилмасининг сезгирлиги камаяди.

Кўчки (перекрестная) модуляция радиоқабуллаш қурилмаси асосий ва қўшимча қабул канали полосасидан ташқаридаги кучли халақит натижасида ҳосил бўлиб, унинг асосий полосасидаги фойдали сигнал таркибининг ўзгаришига олиб келади. Кўчки модуляция натижасида фойдали сигнал халақит сигнали частоталари билан модуляцияланади. Асосий қабуллаш каналида фойдали сигнал йўқ бўлган ҳолда кўчки модуляция ҳодисаси юз бермайди. АМ сигнални қабуллашда фойдали сигнал (ёки унинг ташувчиси) пайдо бўлиши билан кўчки модуляция ҳодисаси натижасида халақит модуляцияси қонуни асосий каналга кўчади ва бир вақтда кўчки

сигнал ва асосий сигнал модуляцияларини қабулланади (эшитилади, кузатилади).



6.2-расм. Блокировкаланиш ҳодисасини тушунтиришга оид расм



6.3-расм. РҚҚдаги кўчки модуляцияга оид расм

Блокировка ёки кўчки модуляция ҳодисасига радиоқабуллаш қурилмасидаги актив нозикли элемент борлиги сабаб бўлади. Аввал айтиб ўтилганидек, радиоқабуллаш қурилмаси кириш занжири ва частота ўзгартириш каскадигача бўлган юқори частота сигнал кучайтириш каскадларининг танловчанлиги оралиқ частота кучайтиргичи филтрларининг танловчанлигига нисбатан жуда кам бўлиб, радиоқабуллаш қурилмасининг асосий танловчанлигини унинг оралиқ частота кучайтиргичи каскадлари таъминлайди. Оралиқ частота каскадларидан олдинги каскадлар

нисбатан кенг полосадаги халақитлар таъсирида бўлади. Агар фойдали сигнал ва халақитнинг йиғиндиси кучайтириш каскадларининг чизиқли қисмига жойлашса (берилса), у ҳолда фойдали сигнал ва халақитлар бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда кучайтириладилар. Фойдали сигнал ва халақитлар частотаси турлича бўлгани учун халақитларни оралиқ частота кучайтиргичларида филтрлаш мумкин бўлади, радиоқабуллаш қурилмаси чиқишига етиб бормайди. Радиоқабуллаш қурилмасида радиосигналларни кучайтиришда асосан биполяр ва майдоний транзисторлардан фойдаланилади. Биполяр транзисторлар уларнинг киришидаги сигнал амплитудаси 0,03...0,06 В, майдоний транзисторларда эса 5...6 мВ бўлганда сигналларни чизиқли режимда кучайтирадилар. Вольт-ампер характеристикаси квадратик парабола шаклидаги частота ўзгартиргич актив элементи чиқишида фақат унинг киришидаги сигнал ва халақитлар частотаси бир-бирига боғланмаган ҳолда шаклланади.

Сигнал ва кучли халақитнинг йиғиндиси кучайтиргич ёки частота аралаштиргич вольт-ампер характеристикасининг чизиқли қисми кенглигидан катта бўлса, унинг чиқишида янги спектрал ташкил этувчилар пайдо бўлади, чиқишидаги сигнал унинг киришига фойдали сигнал ва халақит алоҳида-алоҳида берилганда юзага келадиган чиқиш сигналлари йиғиндисига тенг бўлмайди. Фойдали сигнал нольга тенг бўлса (йўқ бўлса) радиоқабуллаш қурилмаси чиқишида халақит сигнали пайдо бўлмайди, чунки у частота алмаштиргичдан сўнг оралиқ частота кучайтиргичи полосасига тушмайди. Аммо кучли халақит фойдали сигнални юқори частота кучайтиргичи, частота ўзгартиргичи, баъзи ҳолларда оралиқ частота кучайтиргичи орқали ўтиш шароитини ўзгартиради, натижада блокировкалаш (фойдали сигнал сатҳининг кескин камайиши) ва кўчки бузилиш юз беради. Уларнинг катталиги блокировкалаш ва кўчки бузилиши коэффициентлари орқали миқдоран баҳоланадилар.

Блокировкалаш коэффициенти радиоқабуллаш қурилмаси киришида халақит бор ва йўқ бўлган ҳолатда унинг чиқишидаги сигналлар сатҳи айирмасини, киришида халақит йўқ ҳолатдаги чиқиш сигнали сатҳига нисбати шаклида ҳисобланади, яъни

$$K_{\text{блокировкалаш}} = \frac{U_c(U_c + U_x) - U_c(U_c)}{U_c(U_c)}, \quad (6.3)$$

бунда, U_c , U_x – фойдали сигнал ва халақит кучланишлари амплитудалари, U_c – чиқиш кучланиши амплитудаси.

Кўчки бузилишлари коэффициенти радиоқабуллаш қурилмасида кўчки бузилиш натижасида ҳосил бўладиган сигнал спектрал ташкил этувчилари сатҳининг, унинг чиқишида фойдали сигнал ва халақитнинг берилган кўрсаткичлари (параметрлари)да ҳосил бўлган чиқиш сигнали сатҳига нисбати шаклида аниқланади, яъни

$$K_{\text{кучки бузилиши}} = \frac{U'_u(U_c + U_x) - U'_u(U_c)}{U'_u(U_c)}, \quad (6.4)$$

бунда, $U'_u(U_c + U_x)$ ва $U'_u(U_c)$ – қандайдир чиқиш сигнали спектр ташкил этувчиларининг халақит бор ва халақит йўқ ҳолатдаги сатҳлари; $U'_u(U_c)$ – чиқиш сигналининг халақит йўқ ҳолига мос келувчи амплитудаси. Одатда, турли тушунмовчиликлар келиб чиқмаслиги учун $K_{\text{кб}}$ модуляцияланмаган фойдали сигнал (ташувчи) ва гармоник тебраниш билан модуляцияланган халақит орқали аниқланади.

Блокировкаш ва кўчки бузилишлар ҳодисаси катталиги халақит амплитудасига, актив элементлар амплитуда ва фаза характеристикаларининг нозизиқлилиқ даражасига боғлиқ, ушбу нозизиқлилиқлар қанча катта бўлса блокировкаш ва кўчки бузилиш ҳам шунча катта бўлади. Ўта юқори частота диапазон қабуллаш қурилмаларида блокировкаш ва кўчки бузилишлар қиймати кичик бўлишини таъминлаш учун ундаги актив элементлар амплитуда ва фаза характеристикалари нозизиқлигига алоҳида эътибор бериш керак. Бундан ташқари ушбу блокировкаланиш ва кўчки бузилишлари кучайтириш коэффиенти тақсимланган ЎЮЧ қурилмаларида юз беради, шу жумладан кириш сигнали амплитудасининг ўзгариши актив элемент чиқишидаги сигнал фазасини ўзгартирувчи қурилмаларда юз берадиган амплитуда-фаза конвенцияси ҳам сабаб бўлади.

Кучли халақитлар таъсирида актив элемент катта кучайтириш коэффиентини таъминлаш учун унинг катта қияликка эга қисмида танланган иш нуқтаси, кучайтиришни автоматик равишда бошқариш тизимининг ишлаши натижасида актив элементда ўрнатилган дастлабки иш нуқта унинг кичик қияликка эга бўлган қисмига силжийди, бу унинг кучсиз фойдали сигнални кучайтириш коэффиентини сезиларли даражада камайтиради, яъни $K_{\text{max}} = S_{\text{max}} R_H$ дан $K_{\text{min}} = S_{\text{min}} R_H$ га камаяди (6.2-расм). Бунда K_{max} ва K_{min} актив элементнинг иш нуқталари S_{max} ва S_{min} қийматларига мос равишда энг катта ва энг кичик кучайтириш коэффиентлари; R_H кучайтириш қурилмаси юкламаси. Бундан ташқари кучли халақит таъсирида актив элементнинг кириш комплекс қаршилиги ҳам ўзгаради, бу эса актив элемент ва кириш сигнали мослаштирилган ҳолатини ўзгартиради, натижада кўчки амплитудавий ва фазавий модуляция юз беради. Ва ниҳоят кучли халақит таъсирида схемадаги диод ва транзисторларнинг $p-n$ ўтишларидаги сиғимлар ўзгаради, худди шу ҳодиса схемадаги варикап ва варакторлар сингари созловчи элементлар сиғимининг ҳам ўзгаришига олиб келади, бу ўз навбатида контурлар созланган частотанинг ўзгаришига олиб келади ва радиоқабуллаш қурилмаси кучайтириш коэффиентини камайтиради, амплитудаси модуляцияланган халақит қўшимча фазавий модуляцияланган бўлади.

Халақит таъсирининг давомийлиги. Электр таъминот занжирлари, силжитиш кучланиши, кучайтиришни автоматик бошқариш (КАБ) ва

бошқалар таъсири остида халақит таъсири бир онда тугамасдан, бир қанча вақт давом этади. Халақит таъсирининг давомийлиги ночизиқли блокировкаловчи ҳодисага, кучли халақитнинг асосий ва қўшимча канал орқали таъсири ҳодисасига, кучли халақитнинг КАБга таъсири ва кучайтириш каскадларининг тўйинишига ва бошқа бир қатор шунга ўхшаш ҳодисалар содир бўлишига олиб келади. Ушбу ҳолатлар айниқса радиоқабуллаш қурилмасига узлукли ёки импульссимон халақитлар таъсирида унинг кучайтириш коэффициенти сезиларли даражада камайиб кетади. Ушбу ҳодиса (жараён)нинг давомийлиги, яъни импульссимон халақит таъсиридан радиоқабуллаш қурилмаси кучайтириш коэффициентининг унинг номинал қийматидан талаб (рухсат) этиладиган қийматигача камайиш вақти оралиғи (фарқи) билан аниқланади.

Интермодуляция бунда киришига икки ва ундан ортиқ частотаси асосий ва қўшимча қабул канали частотасидан фарқ қиладиган халақит турининг радиоқабуллаш қурилмаси чиқишида халақит пайдо бўлишига айтилади. Масалан, метр диапазони алоқа тизимида ЭММ муҳити бузилишининг 70% ушбу интермодуляция ҳодисасига тўғри келади. Интермодуляция икки ва ундан ортиқ халақитларнинг радиоқабуллаш қурилмасининг частота ўзгартиргичи (аралаштиргичи) ва ундан олдинги каскадларида рўй берадиган ночизиқли жараён натижасида пайдо бўлади. Частота алмаштиргич (аралаштиргич) каскадидан олдинги каскадларга актив элементларнинг вольт-ампер характеристикаси ночизиқли қисмига тўғри келувчи кучли халақитлар таъсирида юзага келади. Икки ва ундан ортиқ халақитларнинг фойдали сигналга таъсири натижасида ночизиқли элементда частоталар ўзгариш жараёни, бойиш (кўпайиш) жараёни юз беради. Натижада бир қатор янги комбинацион частоталар пайдо бўлади, яъни $|n_1 f_c + n_2 f_{x1} + n_3 f_{x2} + \dots|$ бўлади. Уларнинг сатҳлари ночизиқли элемент вольт-ампер характеристикасининг эгрилик даражасига боғлиқ. Кучайтириш қурилмалари ва частота ўзгартиргичлар фақат кучли халақитлар таъсирида ночизиқли режимда ишлаганини эътиборга олсак, у ҳолда энг катта амплитудали интермодуляция халақитлари унга бир неча кучли халақитлар таъсири $f_u = \left| \sum_{i=2}^m n_i f_{xi} \right|$ га тўғри келади. Ушбу янги комбинацион ташкил

этувчилардан бири ёки бир нечтаси радиоқабуллаш қурилмасининг асосий қабул полосаси оралиғида бўлиши натижасида интермодуляция халақити пайдо бўлади. Ушбу интермодуляцион частоталардан радиоқабуллаш қурилмаси созланган частотага яқинлари унга кучли таъсир этади. Шунинг учун энг хатарли халақитлар унинг тоқ тартиблиларига, улардан асосан 3-тартиблиги $|2f_{x1} - f_{x2}|$ га тўғри келади. Агар халақитлар кучли бўлса, у ҳолда 5- ва 7-тартибли комбинацион ташкил этувчиларни ҳам радиоқабуллаш қурилмаси ишлаш сифатига таъсирини ҳисобга олишга тўғри келади. Баъзи ҳолларда интермодуляция ҳодисаси оралиқ частота кучайтириш каскадларида юзага келиши мумкин.

Радиоқабуллаш қурилмасининг частота ўзгартиргич (аралаштиргич) каскадида ҳам юқорида келтирилган интермодуляция ҳодисаси унинг киришига, аввалги кириш занжири, юқори частота кучайтиргичлари халақитларни тўлиқ сифатли филтрламаганлиги натижасида ва унга фойдали сигнал, гетеродин сигнали биргаликда таъсири натижасида ҳам куйидаги кўринишдаги халақит частоталар юзага келади

$$f_u = \left| n_1 f_c + n_2 f_c + \sum_{i=2}^m n_i f_{xi} \right| \quad (6.5)$$

бунда, $n, m = 1, 2, \dots$ бутун сонлар. Ушбу янгидан ҳосил бўлган комбинацион ташкил этувчилардан биронтаси радиоқабуллаш қурилмаси оралик частота кучайтиргичининг частоталар полосасига тўғри келса, уни кейинги каскадлар ёрдамида филтрлаш мумкин эмас, ва у радиоқабуллаш қурилмасига аддитив халақит шаклида таъсир этади. Агар частота ўзгартиргич (аралаштиргич) киришида кучли халақит бўлса, унда асосий халақит уларнинг ўзаро (тепки)

биениеси натижасида пайдо бўлади, яъни $f_u = \left| \sum_{i=2}^m n_i f_i \right|$ лар катта қийматга эга

бўлади ёки халақит ва гетеродин сигналлари тепки (биение)си натижасида ҳосил бўладиган комбинацион ташкил этувчилари катта қийматга эга бўлади,

яъни $f_u = \left| n_2 f_c + \sum_{i=2}^m n_i f_{xi} \right|$ нисбатан катта қийматга эга бўлади ва

радиоқабуллаш қурилмасининг фойдали сигнал қабул қилиш сифатини ёмонлаштиради. Шундай қилиб интермодуляция ҳодисаси куйидаги шартлардан бири ва шу билан бирга уларнинг қиймати радиоқабуллаш қурилмаси хусусий шовқинидан катта бўлганда юз беради:

$$\begin{aligned} \left| n_1 f_c + \sum_{i=2}^m n_i f_{xi} \right| &\in \left[f_c - \frac{B_n}{2}, f_c + \frac{B_n}{2} \right], \\ \left| n_2 f_c + \sum_{i=2}^m n_i f_{xi} \right| &\in \left[f_{oc} - \frac{B_{oc}}{2}, f_{oc} + \frac{B_{oc}}{2} \right], \end{aligned} \quad (6.6)$$

бунда, $n_1, n_2, n_3 = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Интермодуляция катталигининг миқдори радиоқабуллаш қурилмасининг чиқишида ҳосил бўладиган интермодуляция халақити сатҳининг унинг киришига сезгирлигига тенг сатҳли фойдали сигнал берилганда чиқишида юзага келадиган кучланишга U_{uez} нисбати орқали аниқланади, яъни

$$K_{\text{интермодуляция}} = \frac{U_u(U_c + \sum_{i=2}^m n_i f_{xi}) - U_u(U_c)}{U_u(U_c)} \quad (6.7)$$

бўлиб, бунда, $U_q(U_c + \sum n_i f_{xi})$ ва $U_q(U_c)$ – радиоқабуллаш қурилмаси киришида халақит бор ва халақит йўқ бўлганда, унинг чиқишидаги кучланишлар; $U_{чег}$ – радиоқабуллаш қурилмаси сезгирлигига мос келувчи фойдали сигнал сатҳи.

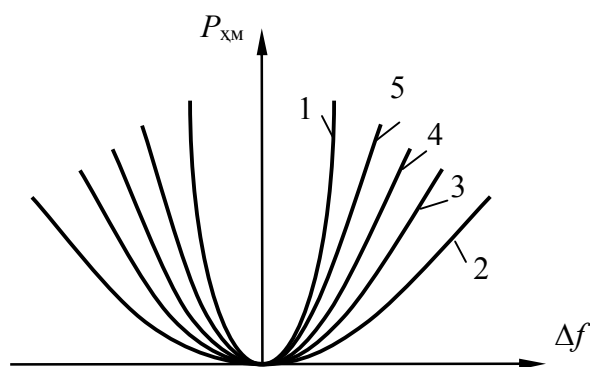
Кўчки модуляция тўғридан-тўғри частота алмаштирмасдан радиоқабуллаш қурилмаси, супергетеродин структурага асосланган ва параметрик кучайтиргичлардан фойдаланилган радиоқабуллаш қурилмаларининг ҳаммасига хос. Радиоқабуллаш қурилмасининг кириш занжирлари, юқори частота кучайтиргичлари танловчанлиги юқори кучайтирувчи актив элементларнинг вольт-ампер характеристикалари чизикли шаклда бўлса, кириш сигнали ва халақитларнинг ҳар қандай қийматларида унинг частота ўзгартиргич (алмаштиргич) каскадида фойдаланиладиган ночизикли элемент вольт-ампер характеристикаси квадратик парабола шаклида бўлса, унинг чиқишида интермодуляция миқдори шунча кичик бўлади. Таҳлиллар шуни кўрсатадики, блокировкалаш ходисаси, кўчки бузилиш ва интермодуляция миқдорлари мос равишда халақит амплитудасининг квадрати ва кубига пропорционал бўлади. Шунинг учун радиоқабуллаш қурилмасининг интермодуляцион халақитларга таъсирланиши кўчки бузилишларга ва блокировкаланишга нисбатан анча катта.

6.3. Радиоқабуллаш қурилмасининг частотавий танловчанлик характеристикаси

Радиоқабуллаш қурилмасининг киришидаги электромагнит тўлқинлар тўплами спектридан керакли частоталар полосасидаги сигнални ажратиб олиш қобилиятига унинг танловчанлиги деб аталади. Радиоқабуллаш қурилмасига халақит таъсир этмаганда, унинг чиқишидаги сигнал сатҳининг киришидаги сигнал частотасига боғлиқлиги унинг бир сигналли танловчанлиги орқали аниқланади. Баъзан унинг синоними шаклида “бир сигнал орқали (ёрдамида) ўлчанган частота танловчанлик характеристикаси” деб ҳам таърифланади. Бир сигнал учун танловчанлик радиоқабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал сатҳи ўзгартирилмаган ҳолда, ушбу сигнал сатҳи унинг радиотрактини чизикли режимда ишлашини таъминлаш шarti бажарилганда, унинг киришига маълум бир частотадаги сигнал берилганда, чиқишидаги кучланишнинг унинг киришига резонанс частотага мос келувчи сигнал берилгандаги чиқишидаги кучланишга нисбати билан аниқланади. Ушбу танловчанлик радиоқабуллаш қурилмасининг киришида фойдали сигнал йўқ бўлган ҳолда, асосий ва қўшимча каналлар орқали ночизикли ходисасиз халақитни қабул қилиш қобилиятини билдиради.

ЭММ нуқтаи назаридан радиоқабуллаш қурилмасининг киришига фойдали сигнал ва халақитлар бир вақтда таъсир этганда, унинг ҳолати (хусусиятлари)ни аниқлаш муҳим аҳамиятга эга. Бунда блокировкалаш ва кўчки бузилишлар ходисаларини, шу билан бирга кучли халақитларни қўшимча каналлар орқали қабулланиш ходисаларини аниқлаш учун

радиоқабуллаш қурилмасининг киришига фойдали сигнал ва халақит вазиғасини бажарувчи иккита сигнал бериш керак бўлади. Ушбу шароитда аниқланган танловчанлик – радиоқабуллаш қурилмасининг кўп сигналли танловчанлиги (кўп сигналлар усулида ўлчанган частота танловчанлик) деб аталади. Бу РҚҚнинг киришидаги фойдали сигнал ва халақитларнинг маълум қийматларида уларнинг резонанс (РҚҚ созланган) частотадан фарқланганда халақитларни камайтира олиш хусусиятини характерлайди. РҚҚнинг хусусиятларини тўлиқ характерлаш учун кўп сигналли танловчанлиги куйидаги ҳодисалар рўй бериши ҳолатида ҳам ўрганилади: булар блокировкалаш танловчанлиги, кўчки бузилишлар бўйича танловчанлик ва интермодуляция нуқтаи назаридан танловчанликлардир.

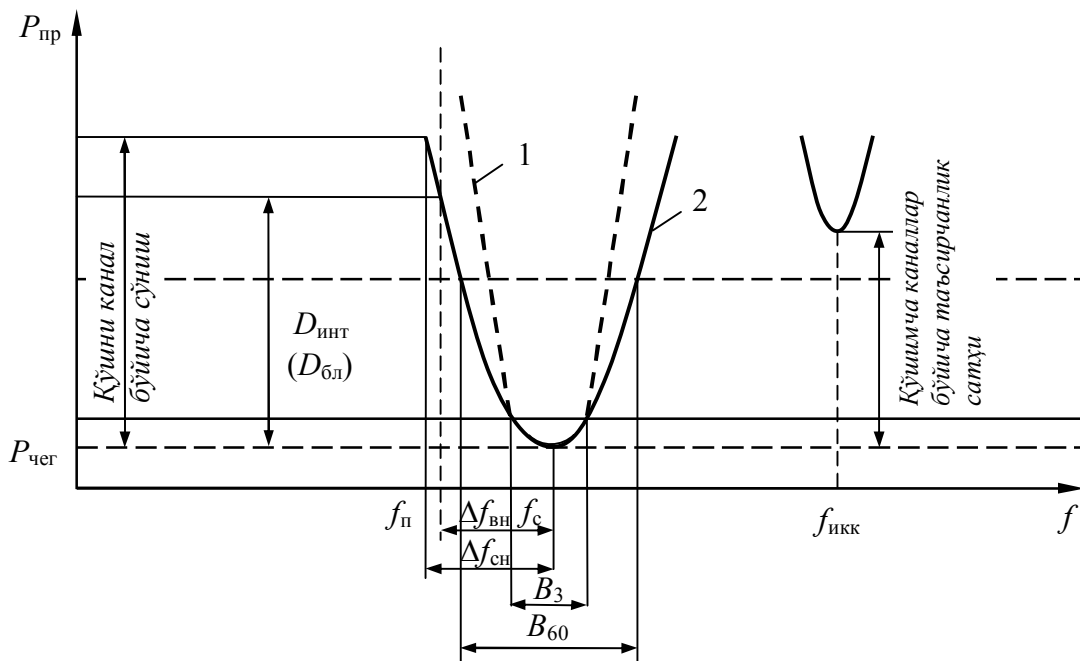


6.4-расм. Бир сигналли (1, 2) ва кўп сигналли (3-5) усулда ўлчанган частота танловчанлик характеристикаси

6.4-расмда РҚҚнинг бир сигналли ва кўпсигналли усулда аниқланган танловчанлиги характеристикаси келтирилган. Бунда унинг киришига созланган частотага тенг частотали фойдали сигнал ва унинг частоталар полосасига тушмайдиган частоталарга эга бўлган халақит(лар) берилган. Ушбу характеристикалар халақитларнинг турли сатҳлари учун келтирилган. Халақитларнинг кичик сатҳида РҚҚ каскадлари чизикли режимда ишлайди, натижада нозичикли эффектлар бўлмайди ва халақитларнинг частоталарга боғлиқлиги (5) бир сигналли танловчанлик (1)дан кам фарқланади. Халақитлар сатҳи ошганда, уларнинг частотаси асосий созланган частотадан анча катта фарқ қилганда ҳам блокировкалаш, кўчки бузилиш ва интермодуляция ҳодисалари юз беради. Бунинг натижасида бир сигнал учун танловчанлик (1) ўзгаради ва 3-, 4-чизиклар шаклини олади. Халақитлар сатҳи ошган сари унинг кўп сигналли усул билан аниқланган танловчанлиги РҚҚ кириш каскадлари танловчанлигига интилади (2). 6.4-расмдаги эгри чизиклар РҚҚ танловчанлигини тўлиқ аниқлаш имкониятини беради. Амалда соддалаштирилган ҳолда характеристикалар ва алоҳида параметрлар, асосий кўп сигналли танловчанлик характеристикаси орқали топиладиган параметрлардан фойдаланилади. Баъзан сигнал ва халақитларнинг аниқ қийматлари келтирилади. Масалан, $U_x = 1$ ёки 3 В, U_c фойдали сигнал сатҳи РҚҚнинг сезувчанлигига мос этиб танланади. Бунда бир сигналли усулда аниқланган частота танловчанлик ва кўп сигналли усулда аниқланган частота

танловчанлик бир-бирига мос келади. 6.5-расмда РҚҚнинг бир сигналли (1) ва кўпсигналли (2) усулларда ўлчанган частота танловчанлиги характеристикалари умумлаштирилган кўриниши келтирилган. Бунда B_3 ва B_{60} РҚҚнинг 3 ва 60 дБ сатҳда аниқланган сигнал ўтказиш полосаси. Расмда f_x – халақит частотаси; $f_{кк}$ – кўшимча қабул канали частотаси; $2\Delta f_{BH}$ – блокировкаганиш, интермодуляция, кўчки бузилиш мумкин бўлган частоталар полосаси кенглиги; $2\Delta f_{ск}$ – кўшни каналда сигнал қабул қилишни назорат этиш частоталар полосаси. Баъзан буни бошқача усулда таҳлил этилади. РҚҚнинг фойдаланиш соҳасига қараб Δf энг кичик частоталар фарқи келтирилади. Сигнал сатҳи ушбу РҚҚ сезгирлиги қийматига тенг қилиб олинади. Бунда халақит таъсирининг меърини баҳолаш учун блокировкалаш, кўчки бузилиш ёки интермодуляция коэффициентларидан бири қабул қилинади ва уни мос келадиган халақит сатҳи аниқланади. Ушбу халақит қуввати (кучланиши)нинг фойдали сигнал қуввати (кучланиши)га нисбати РҚҚнинг ушбу танланган нозичикли ҳодисасига таъсирчанлигини белгилайди. Агар фойдали сигнал сатҳи РҚҚ сезгирлигига тенг қилиб танланган бўлса, юқорида келтирилган усул билан аниқланган катталиқ мос равишда: блокировкалаш динамик диапазоли $D_{ол}$; кўчки бузилиш динамик диапазоли $D_{кб}$ ва интермодуляция динамик диапазоли $D_{им}$ бўлади. РҚҚнинг блокировкаганиш (интермодуляция, кўчки бузилиш) динамик диапазоли унинг мос равишда частота танловчанлик характеристикасининг қийматларини унга таъсир этаётган халақитнинг сигнал қабул қилиш асосий канали частотасидан маълум катталиқда фарқлангандаги қийматининг, ушбу РҚҚ сезувчанлигини билдиради. Кўп тарқалган РҚҚлар учун $D_{ол} = 60...70$ дБ, $D_{кб} = 60...70$ дБ, $D_{им} = 45...60$ дБ бўлиб, унинг катта қиймати РҚҚнинг юқори сезгирлигига мос келади.

ЭММ нуқтаи назаридан РҚҚнинг кўшни канал бўйича танловчанлиги катта аҳамиятга эга. Кўшни канал бўйича танловчанлик бу РҚҚнинг унга таъсир этаётган частоталар фарқи $\Delta f = f_c + f_x$ бўлганда унинг асосий каналдагига нисбатан сусайтирилганлиги орқали баҳоланади. Бунда Δf ушбу диапазонда фойдаланиладиган радиоалоқа қурилмалар (радиоҳизматлар) учун стандарт асосида ажратилган частоталар оралиғи (6.5-расм). РҚҚларнинг частоталар танловчанлигини синчковлик билан аниқлаш анча мураккаб вазифа ҳисобланади. Шунинг учун амалиётда меъерий техник хужжатлар, маълум хусусий кўрсаткичлар ёки бир гуруҳ РҚҚлар кўрсаткичларини ўлчашлар натижасига статистик усул билан ишлов бериш ва тадқиқ этилаётган РҚҚлар мос тури ва ишчи частоталарига тегишли маълумотлардан фойдаланилади. Ушбу таҳлиллар асосида РҚҚнинг ЭММини таъминловчи модели яратилади. ЭММни турли аниқликлар билан аниқлаш имкониятини берувчи бир қатор усуллар мавжуд.



6.5-расм. РҚҚнинг ЭММга таъсир этувчи характеристикалари

РҚҚнинг асосий канал бўйича бир ва кўп сигналли танловчанлигини нисбатан содда модели унинг частота танловчанлик характеристикасини синиқ чизиқ бўлаклари билан аппроксимациялашга асосланган бўлиб, куйидаги ифода орқали аниқланади:

$$S(\Delta f) = S(\Delta f_i) + S_i \lg(\Delta f / \Delta f_i), \quad (6.8)$$

бунда, $S(\Delta f)$ – РҚҚнинг марказий (созланган) частотага нисбатан Δf га фарқланадигандаги қиймати (дБ); $S(\Delta f_i)$ ва S_i – частота танловчанликнинг Δf_i га фарқланишли частотадаги қиймати ва унинг қиялиги. $S(\Delta f_i)$, Δf_i ва S_i одатда РҚҚ частота танловчанлигига тегишли меъерий техник характеристикадан частоталар полосасининг 3 ва 60 дБ сатҳдаги кенглиги шаклида аниқланади.

Кўшимча канал бўйича частота танловчанлик модели ҳам худди бир ва кўп сигналли частота танловчанликка ўхшаш модел орқали аниқланади, яъни

$$S(f_x) = L \lg(f_x / f_c) + J, \quad (6.9)$$

бунда, f_c ва f_x – фойдали сигнал ва халақит частоталари, L ва J – частота танловчанлик характеристикасини чизиқли аппроксимациялаш коэффициентлари (децибелларда).

Кўп ҳолларда частота танловчанлик характеристикасининг ўртача статистик моделидан фойдаланилади. Бунда $\bar{S}(f_x)$ – частота танловчанлик ўртача қиймати ва унинг ўртача фарқи σ_{xi} тушунчаларидан фойдаланилади. $\bar{S}(f_x)$ қиймати (6.9) ифодадан аниқланади ва σ_{xi} одатда ўзгармас катталиқ

шаклида сақланади. L ва J , ва σ_{xi} қийматлари тажриба натижасида олинган қийматларга статистик усулда ишлов бериш орқали танланади. Агар бундай маълумотлар мавжуд бўлмаса L ва J , ва σ_{xi} қийматлари турли РҚҚ частота танловчанлигининг ўртача қиймати орқали аниқланади (6.1-жадвал.)

6.1-жадвал. Турли РҚҚ частота танловчанлигининг ўртача қиймати

Частота	L , дБ/декада	J , дБ	$\sigma_{\text{фи}}$, дБ
<30 МГц	25	85	15
30...300 МГц	35	85	15
>300 МГц	40	60	15
Ўртача	35	75	20

Ночизикли ходисаларни кам аниқлик билан баҳолашда самарали частота танловчанлик характеристикани қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$S(\Delta f) = \begin{cases} \infty, & \text{агар } |\Delta f| > \Delta f_{\text{ош}} / 2; \\ 0, & \text{агар } |\Delta f| \leq \Delta f_{\text{ош}} / 2, \end{cases} \quad (6.10)$$

бунда, $\Delta f = f_c - f_x$ – фойдали сигнал ва халақит частоталари; $\Delta f_{\text{ош}}$ – блокировкаганиш, кўчки модуляция ва интермодуляция юзага келиши мумкин бўлган частоталар полосаси. Турли РҚҚлар учун аниқланган $\Delta f_{\text{ош}}$ қийматлари 6.2-жадвалда келтирилган.

6.2-жадвал. Турли РҚҚлар учун аниқланган $\Delta f_{\text{ош}}$ қийматлари

Частота	$\Delta f_{\text{ВН}}/f_c$, %	σ , %
<30 МГц	30	20
30...300 МГц	20	13
>300 МГц	5	10

Агар $\Delta f_{\text{ош}}$ қиймати (6.10) ифода орқали аниқланган қийматлардан катта бўлса, у ҳолда ночизикли режимда ишлаш натижасида ҳосил бўладиган халақитлар эҳтимоллиги кам. Бундан ташқари $|\Delta f| < \Delta f_{\text{ош}} / 2$ бўлса, ҳамда децибелларда ҳисобланган сигнал ва халақит қувватлари фарқининг РҚҚ сезгирлиги чегаравий қиймати қувватига нисбати блокировкалаш, кўчки бузилиш ва интермодуляция динамик диапазонидан катта бўлмаса халақит таъсири эҳтимоллиги ҳам кичик бўлади.

Назорат саволлари

1. Радиоқабуллаш қурилмасининг таъсирланувчанлиги деб нимага айтилади?

2. *Қабуллаш асосий канали деб нимага айтилади?*
3. *Халақитларнинг радиоқабуллаш қурилмаси орқали тўғридан-тўғри ўтиши.*
4. *Радиоқабуллаш қурилмасининг қўшимча каналлар орқали қабуллаш хусусияти.*
5. *Гетеродин шовқинларини алмаштириш (аралаштириш).*
6. *Блокировкалаш деб нимага айтилади?*
7. *Кўчки модуляция деб нимага айтилади?*
8. *Радиоқабуллаш қурилмасининг частота танловчанлиги деб нимага атилади?*
9. *Радиоқабуллаш қурилмасининг сезгирлиги деб нимага атилади?*
10. *Интермодуляция частоталари амплитудалари қандай аниқланади?*
11. *Радиоқабуллаш қурилмасининг бир частота учун танловчанлиги қандай аниқланади?*
12. *Радиоқабуллаш қурилмасининг икки ва кўп сигналлар учун танловчанлиги қандай аниқланади?*
13. *Кўчки модуляция натижасида юз берадиган бузилишлар қандай баҳоланади?*
14. *Блокировкаланиш коэффициенти қандай баҳоланади?*
15. *Акс частота орқали қабуллаш канали нима сабабдан ҳосил бўлади?*
16. *Акс частотанинг қабуллаш қурилмасига таъсирини камайтириш усуллари нималардан иборат?*

7-БОБ. ЭММДА АНТЕННАЛАР ЙЎНАЛТИРИЛГАНЛИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ ВА ТЎЛҚИНЛАР ТАРҚАЛИШИДАГИ СЎНИШЛАР

7.1. ЭММда антенналар йўналтирилганлик хоссалари

РҚҚ киришидаги халақитлар сатҳи антеннанинг йўналтирилганлик диаграммаси хусусиятларига ва электромагнит энергиянинг тарқалишлар натижасида сўнишига боғлиқ. ЭММ масалаларини таҳлил қилишда антенналар йўналтирилганлик диаграммаларини нафақат асосий йўналганлиги томонидаги япроқчалари, шу билан бирга ён япроқчалари ҳамда яқин ҳудудда унинг шаклига боғлиқ.

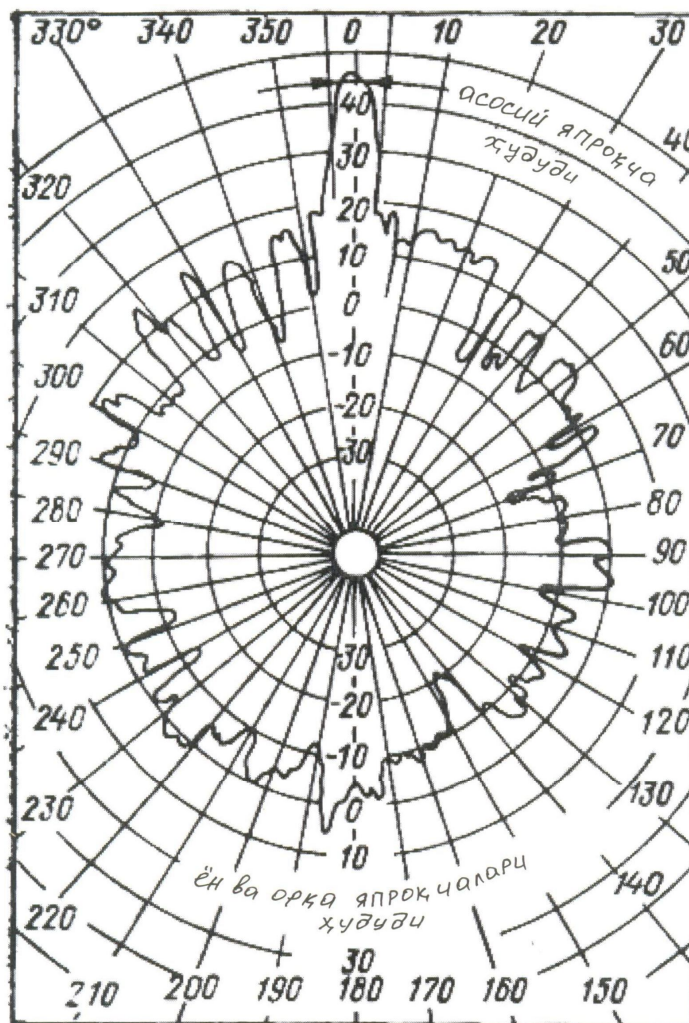
Электромагнит энергиянинг сўниши радиоузатиш ва радиоқабуллаш қурилмалари орасидаги масофа, электромагнит тебранишлар частотаси, радиоузатиш ва радиоқабуллаш орасида тўлқин тарқалаётган муҳит характеристикаларига, тебранишлар частотасига, ҳудуднинг нотекислигига, тўлқин тарқалаётган ҳудуддаги ер намлигига ва бошқа бир қатор кўрсаткичларга боғлиқ. Тўлқин тарқалишидаги сўнишлар (йўқотишлар)ни аниқ ҳисоблаш анча мураккаб масала ҳисобланади ва кутилаётган халақитлар сатҳини аниқлашда анча хатоликларга сабаб бўлади.

Антенналарнинг халақитлардан таъсирланувчанлиги асосий йўналишда у қатта даражада асосий йўналтирилганлик диаграммасига эга бўлишига қарамай, орқа томонга йўналтирилганлик диаграммаси ва ён томонга йўналтирилганлик диаграммалари япроқчаларининг тузилишига қатта даражада боғлиқ. Антеннанинг тажриба йўли билан олинган йўналтирилганлик диаграммаси 7.1-расмда келтирилган.

Антеннанинг ушбу аниқ бир тури учун унинг асосий йўналтирилганлик диаграммаси доимий кўриниш ва ўлчамларга эга ҳар бир антенна ён ва орқа томонга йўналтирилганлик диаграммалари шакли ва ўлчамлари унинг конструкциясига ва ишлаб чиқариш кўрсаткичларига боғлиқ. Антенна ён япроқчалари шакли ва ўлчамлари унинг элементларига ишлов бериш аниқлигига, антенна жойлашган ҳудуд ҳароратига, атрофдаги жисмларга, антеннанинг бир жойда муқобил ўрнатилганлигига ва ҳаракатдаги техникага ўрнатилганлиги ва шунга ўхшаш бир қатор кўрсаткичларга боғлиқ.

Антенна йўналтирилганлик диаграммасининг шакли ва кучайтириш коэффициенти частотага ҳам боғлиқ. Бундан ташқари антенна кучайтириш коэффициенти сигнал қутбланганлигига, радиосигнал тарқатаётган қурилма ва антенна орасидаги масофага, яқин ва узоқ ҳудудлигига ҳам боғлиқ. Антеннанинг аниқ бир йўналтирилганлик диаграммасига турли таъсирларнинг сабабини аниқлаш амалда жуда қийин. Шунинг учун антенна қамраб оладиган бутун ҳудуд иккига бўлинади: биринчиси антенна йўналтирилганлик диаграммаси нисбатан ўзгармас ҳудуд; иккинчиси ён ва орқа томонга нурлатиш ҳудуди, бу томонларда унинг йўналтирилганлик диаграммаси юқорида айтиб ўтилган кўрсаткичлар сабаб бўлади. Антенна

асосий йўналтирилганлик диаграммаси йўналишларда детерминант (аниқ) ёки уни эҳтимоллик назарияси асосида ҳам таърифлаш мумкин. Йўналтирилганлик диаграммасининг орқа ва ён томонган йўналтирилганлигини эҳтимоллик назарияси асосида таърифлаш маъқулроқ ҳисобланади. Бунда ЭММ масалаларини баҳолашда антенна кучайтириш коэффициентининг тақсимот қонунлари моментлари, улардан биринчи навбатда ўртача қиймати ва дисперсияси алоҳида эътиборга эга бўлади.



7.1-расм. Горизонтал юзада РЛС антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси

7.2. Антенна йўналтирилганлик диаграммасининг асосий япроқчаси ҳудуди

Антеннанинг ишчи частоталар диапазонида йўналтирилганлик диаграммаси асосий япроқчаси ҳудудидаги асосий параметрлари: антенна кучайтириш коэффициенти G_0 ; антенна йўналтирилганлик диаграммаси кенглигининг горизонтал юзадаги кенглиги (α_0) ва вертикал юзадаги кенглиги (β_0), бу кўрсаткичлар нурлатилаётган қувватнинг сатҳи 0,5 (3 дБ) га тенг ҳолати учун ўлчанади. Антеннанинг ушбу параметрлари унинг техник

хужжатларида кўрсатилган бўлади ва ундан аналитик усулда ҳисоблашларда фойдаланиш мумкин.

ЭММ масалаларини ечишда антенна асосий нурлатиш ва қабуллаш ҳудуди одатда 10 дБ сатҳда аниқланади. Агар антенна йўналтирилганлик диаграммаси кенглиги бу сатҳда номаълум бўлса, уни 3 дБ сатҳдаги қийматидан икки баробар катта деб олиш мумкин.

Антенна қурилмаларининг йўналтирилганлик хусусияти унинг конструкцияси, вазифаси ва фойдаланиладиган ишчи частоталар диапазониغا боғлиқ. Масалан, паст, ўрта ва юқори частота диапазонларида одатда горизонтал юзада йўналтирилмаган диорасимон йўналтирилганлик диаграммалари антенналардан фойдаланилади.

Йўналтирилган антенналардан ўта юқори частота (ЎЮЧ) ва ультра юқори частота (УЮЧ) диапазонида радиоалоқа тизимида, радиореле линиялари ва сунъий йўлдош орқали алоқа тизимларида фойдаланилади. Радиолокация станциялари антенналари юқори даражада йўналтирилганлиги ва кучайтириш коэффициентига эга бўлиши керак. Нисбатан тор йўналтирилганлик диаграммаси (α_0 ва $\beta_0 < 20^\circ$) ва катта кучайтириш коэффициентига ($G_0 > 20$ дБ) эга антенналар учун кучайтириш коэффициенти тахминий қийматини қуйидаги ифодалар орқали ҳисоблаш мумкин:

$$G_0 \approx 32000 / \alpha_0^0 \beta_0^0 \text{ ёки децибелларда } G_0 = 45 - 10 \lg(\alpha_0^0 \beta_0^0).$$

Кучайтириш коэффициентини антенна асосий йўналтирилганлик диаграммаси асосида детерминант (аниқ) усулда таърифлашда, ушбу асосий йўналтирилганлик диаграммасини ҳисоблаш учун қулай аналитик функция орқали аппроксимациялашдан фойдаланилади. 7.1-жадвалда ушбу мақсадларда энг кўп фойдаланиладиган аппроксимация функциялари келтирилган. Улар қаторига бир текис, тригонометрик, қўнғироксимон аппроксимациялаш функциялари киради.

Электромагнит майдон қуввати оқимининг горизонтал ва вертикал юзаларда бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда антеннанинг йўналтирилганлик диаграммасига максимал йўналишидан унга таъсир этганда аппроксимацияловчи функция қуйидагича аниқланади:

$$G(\theta, \varphi) = G_1(\varphi) \cdot G_2(\theta), \quad (7.1)$$

бунда $G_1(\varphi), G_2(\theta)$ – антеннанинг мос равишда горизонтал ва вертикал юза бўйича йўналтирилганлиги.

7.1-жадвал. Ўткир йўналтирилган антенна йўналтирилганлик диаграммасининг аппроксимация формуласи

Формула рақами	Аппроксимация ифодаси	Изоҳ
1	$G(x) = \begin{cases} G_0 - 0,5x_0 \leq x \leq 0,5x_0 \\ 0, \text{ бошқа } x \text{ лар учун} \end{cases}$	x – аппроксимация учун
2	$G(x) = G_0 \frac{\sin^2\left(2,81\frac{x}{x_0}\right)}{\left(2,81\frac{x}{x_0}\right)^2}$	фойдаланиладиган юза бурчаги (горизонтал ёки вертикал)
3	$G(x) = G_0 \cos^4\left(1,14\frac{x}{x_0}\right)$	x_0 – антенна йўналтирилганлик диаграммасининг 3 дБ сатҳидаги
4	$G(x) = G_0 \exp\left\{-2,78\left(\frac{x}{x_0}\right)^2\right\}$	кенглиги

ЭММ масалаларини ечишда 7.1-жадвалда келтирилган аппроксимацияловчи функцияларининг ҳар бирдан фойдаланиш мумкин, аммо электромагнит оқим антенна асосий япроқчасига бир текис таъсир этиш қисмини аппроксимациялашдан фойдаланилади. Бунда антеннанинг асосий япроқча йўналишидаги ораликда кучайтириш коэффициентининг G га тенг қилиб олиниши ёки

$$\bar{G}_0 = \gamma G_0 \quad (7.2)$$

бунда, $0 < \gamma < 1$ – антенна бош япроқчаси чегарасида унинг кучайтириш коэффициентининг бир хил қийматга эга эмаслигини кўрсатувчи коэффициент. Мисол учун, агар G_0 - антенна кучайтириш коэффициентининг чегаравий қийматларининг ўртача арифметик қиймати бўлса, у ҳолда $\bar{G}_0 = 0,5(G_0 + 0,5G_0) = 0,75G_0$, бу $\gamma = 0,75$ га мос келади. Агар антенна бош япроқчаси кенглиги 10 дБ сатҳда аниқланган бўлса (G_0 сатҳга нисбатан), у ҳолда $\gamma = 0,5$ ва $\bar{G}_0 = G_0 - 3$ (дБ) бўлади. Антеннанинг бош япроқча ҳудудидаги кучайтириш коэффициенти, йўналтирилганлик диаграммаларининг вертикал ва горизонтал юзадаги кенглиги таъсир этаётган сигнал частотаси ва кутбланганлигига боғлиқ. Ушбу боғлиқликларни таҳлил этиш учун антенналар иш диапазонидаги частоталар диапазонидаги кучайтириш коэффициенти уч гуруҳга ажратилади: кичик ($G_0 < 10$ дБ), ўртача ($10 < G_0 < 25$ дБ) ва катта ($G_0 > 25$ дБ). Ҳар бир гуруҳ чегараларида антеннанинг йўналтирилганлик диаграммалари бир-биридан жуд кам фаркланади.

ЭММ масалаларини ечишда антенна асосий япроқчаси кучайтириш коэффициентининг частотага боғлиқлигини таърифлаш учун унинг моделидан фойдаланилади. Бу модел антенна ишчи частоталар диапазоидан ташқари частотада унинг кучайтириш коэффициентининг статистик ўлчашлар асосида антенналарнинг ҳар бир гуруҳи учун қурилган ва шакли радиоузаткичлар қўшимча нурлатишлар шаклига ўхшаш бўлиб, қуйидагича ифодаланади:

$$G(f) = G_0(f_0) + C \lg(f_x / f_0) + D, \quad (7.3)$$

бунда, f_0 – антенна ишчи частотаси; f_x – ҳалақит частотаси; C ва D коэффициентлари ўлчовлар натижаси асосида ҳисобланади.

Антенна кучайтириш коэффициентини ишчи частоталар диапазоида статистик усулда ифодалаганда уни тасодифий катталиқ деб ҳисобланади ва децибелларда баҳоланадиган ўлчов бирлигига эга бўлиб, нормал тақсимот қонунига бўйсунди ҳамда G_0 (ёки \bar{G}_0) ва $\sigma_G = 2$ дБ дисперсияга эга бўлади. (7.3) ифодадан антенна ишчи частоталар диапазоидан ташқари частоталарда унинг ўртача кучайтириш коэффициентини аниқлашда фойдаланилади. (7.3) формула коэффициентларини аниқ ҳисоблаш учун етарли ўлчаш натижалари олиш мураккаблиги сабабли, унинг ўрнига чегаравий моделдан фойдаланилади. Бунда антеннанинг ишчи частоталар диапазоидаги кучайтириш коэффициенти ўзгармас ва G_0 ёки \bar{G}_0 деб олинади ва ишчи частоталар диапазоидан ташқари унинг кучайтириш коэффициентини аниқлашда (7.3) ифодадаги C коэффициентини нольга тенг деб олинади, D коэффициенти тажриба ёки назарий усулда аниқланади.

7.2-жадвал. Ишлаш шароити ўзгарганда антенна моделлари параметрлари

Антенна гуруҳи (тури)	Ишлаш шароити		α	β	D, дБ	σ_G , дБ
	Частота	Қутбланиш				
$G_0 > 25$ дБ	Ишчи	Ишчи	α_0	β_0	0	2
		Ортогональ	$10\alpha_0$	$10\beta_0$	0	3
	Ишчи эмас	Турлича	$4\alpha_0$	$4\beta_0$	-13	3
$10 < G_0 \leq 25$ дБ	Ишчи	Ишчи	α_0	β_0	0	2
		Ортогональ	$10\alpha_0$	$10\beta_0$	-20	3
Резонанс Резонанс эмас	Ишчи эмас	Турлича	$3\alpha_0$	$3\beta_0$	-10	3
		Турлича	α_0	β_0	0	3
$G_0 \leq 10$ дБ	Ишчи	Ишчи	α_0	β_0	0	1
		Ортогональ	$6\alpha_0$	$6\beta_0$	0	2
	Ишчи эмас	Турлича	360°	180°	$-G_0$	2

Антенна йўналтирилганлик диаграммасининг ишчи частота ташқаридан ташқари бўлган ва қутблангани мос тушмайдиган сигнал таъсирида кенглигини ўзгартиришни ифодалашда юқорида айтиб ўтилган

чегаравий моделга ўхшаш моделдан фойдаланилади. Тахминий ҳисоблашлар учун 7.2-жадвалда келтирилган маълумотлардан фойдаланиш мумкин. Сигнал узатувчи ва қабулловчи антенналар қутбланиши мос келмаслигини ҳисобга олувчи тузатиш коэффициенти антенна бош япроқчаси ва ишчи частоталари учун 7.3-жадвалда келтирилган.

7.3-жадвал. Нурланиш манбаи антеннаси халақит рецептори қутбланишлари мос келмаганликлари тузатиш коэффициентлари

Халақитлар рецептори антеннаси қутбланиши		Халақитлар манбаи антеннаси қутбланиши					
		Горизонтал		Вертикал		Доирасимон	
		$G_0 \leq 10$ дБ	$G_0 > 10$ дБ	$G_0 \leq 10$ дБ	$G_0 > 10$ дБ	Чап	ЎнГ
Горизонтал	$G_0 \leq 10$ дБ	0	0	-16	-16	-3	-3
	$G_0 > 10$ дБ	0	0	-16	-20	-3	-3
Вертикал	$G_0 \leq 10$ дБ	-16	-16	0	0	-3	-3
	$G_0 > 10$ дБ	-16	-20	0	0	-3	-3
Доирасимон	Чап	-3	-3	-3	-3	0	-16
	ЎнГ	-3	-3	-3	-3	-16	0

ЭММ масалаларини ҳал этиш учун ва халақитлар сатҳини башоратлаш учун антеннанинг яқин ҳудуддаги нурлатиш характеристикасини билиш керак. Маълумки антенна асосий япроқчасидаги кучайтириш коэффициенти, шакли ва биринчи ён япроқчалари шаклининг яқин ҳудуддаги кўрсаткичлари унинг узоқ ҳудуди учун кўрсаткичларидан фарқ қилади. Антеннанинг яқин ҳудуддаги нурлатиш характеристикалари нафақат бурчак координаталари, шу билан бирга антенналар орасидаги масофага ҳам боғлиқ. Антеннанинг яқин ҳудуддаги характеристикаларини аниқлаш билан боғлиқ масалалар ҳаракатдаги техникага ўрнатилган радиоэлектрон воситаларнинг ЭММчанлигини баҳолашда талаб этилади. Агар антеннанинг максимал геометрик ўлчамини l билан, ишчи тўлқин узунлигини λ билан ва сигнал қабуллаш антеннасига масофани R билан белгиласак, у ҳолда юқори ва ўртача йўналтирилганлик диаграммаси антенна учун узоқ ҳудуд қуйидаги тенгсизлик ёрдамида аниқланади

$$R > l^2 / \lambda. \quad (7.4)$$

Кучсиз (ёмон) йўналтирилган узоқ ҳудуд учун $R > 3\lambda$ шarti бажарилиши керак. Асосий нурлатиш ўқидан оғиш қанча катта бўлса узоқ ҳудуд чегарасигача бўлган масофа сезиларли даражада қисқаради.

Яқин ҳудудда антенна кучайтириш коэффициенти масофа қисқарган сари сезиларли тебранишлар олиши мумкин, аммо у барибир камайиш томон бўлади. Горизонтал юзада йўналтирилганлик диаграммаси бош япроқчаси кенгаяди. Доирасимон йўналтирилганлик диаграммасига ва унча катта кучайтириш коэффициентли антенна кучайтириш коэффициентининг

Ўзгариши яқин ҳудудда кичик бўлади, уни эътиборга олмасам ҳам бўлади. Мисол учун, штир, рамкасимон диполли антенналар учун $G_0 = 2...3$ дБ.

Умуман, антенна кучайтириш коэффициенти қийматига яқин ҳудуд учун қўшимча тузатиш тажрибалар ёки назарий таҳлиллар асосида антенна шаклини ва унинг апертурасида токнинг тақсимотини эътиборга олган ҳолда киритиш керак.

Узоқ ҳудудда катта кучайтириш коэффициентига эга антеннанинг яқин ҳудуд учун кучайтириш коэффициенти қуйидаги ифода орқали аниқланади, яъни

$$G = 11 + 20 \lg R + 10 \lg A, \quad (7.5)$$

бунда, R – масофа, метрларда; A – антенна апертураси юзаси, m^2 . (7.5) формула эмпирик, тахминий.

Стационар, муқим ўрнатилган ва йўналтирилганлик диаграммаси ўзгармас антенналар учун ажратиш коэффициентини ўлчаш мумкин. Ажратиш коэффициенти радиоузатиш қурилмасига берилган радиосигнал қувватининг радиоқабуллаш қурилмасининг антеннаси юқламасида ҳосил бўлган қувватига нибати билан аниқланади ва радиоузатиш қурилмаси радионурланишининг радиоқабуллаш қурилмасига унинг антеннаси орқали кирганда неча марта кучсизланганлигини кўрсатади. Ажратиш коэффициенти антенна йўналтирилганлик хусусияти билан бирга, РКҚ антенна трактидаги сусайишлар, тўлқин тарқалиши жараёнида масофага ва муҳитга боғлиқ сусайишлар, экранловчи тўсиқлар ва ҳ.к. ларни ҳисобга олиш кераклигини кўрсатади. Халақит сатҳини башоратлаш учун ҳисоблаш алгоритмининг амалга оширишда ажратиш коэффициентининг частотага боғлиқлигини эътиборга олиш керак бўлади. Ҳозирги вақтда ажратиш коэффициентини аниқлашнинг асосий усули уни ўлчаш орқали амалга ошириш усулидир. Турдош объектларда ажратиш коэффициентини ўлчашлар натижасида унинг эмпирик моделини қуриш ва ундан келгуси ҳисоблашларда фойдаланиш мумкин.

7.3. Антеннанинг ён томон ҳудудга нурлатиш диаграммаси йўналтирилганлиги

Радиоалоқа тизимида фойдаланадиган кўп турли антенналар горизонтал юзада доирасимон йўналтирилганлик диаграммасига ва вертикал юзада анчагина кенг йўналтирилганликка эга. Антенналар бир-бирига асосан йўналтирилганлик диаграммалари асосий япроқчалари орқали таъсир кўрсатадилар. Радиолокацион станциялар (РЛС) антенналари юқори йўналтирилганликка эга.

Атроф ҳудудни юқори йўналтирилган антенна билан кузатувчи ва назорат қилувчи антенналар бир-бирига қисқа вақт оралиғида таъсир кўрсатадилар. РЛСда кўпчилик ҳолларда фойдаланиладиган тескари тўлқин

лампарлари (ТТЛ) қабуллаш қурилмасининг киришини куйишдан сақлайди. Антенналар учун ўзаро таъсир уларнинг ён ва орқа томон йўналганлик япроқчалари орқали амалга ошади ва уларнинг тузилишига ҳам боғлиқ. Антенна ён япроқлари тузилиши ва сатҳи унинг конструкцияси, электромагнит майдон тақсимоти ва бошқа кўрсаткичларга боғлиқ. Бир қатор антенналар апертураси ва электромагнит майдон тақсимоти асосида унинг биринчи япроқчаси сатҳини асосий япроқчадаги сатҳига нисбатини баҳолаш мумкин. Баъзи апертуралар учун ушбу нисбат 7.4-жадвалда келтирилган.

7.4-жадвал. Антенна бош япроқчасига нисбатан ён япроқчалари сатҳи

Апертура шакли	Майдоннинг апертура бўйича тақсимланиши	Ён япроқчанинг асосий япроқчага нисбатан сатҳи
Тўртбурчаксимон	Бир текис	-13,2
	Параболик $(1-x^2)$	-20,6
	Косинусоидал $(\cos x)$	-23
	Учбурчаксимон	-26
	Косинус квадрат қонуни бўйича	-32
Доирасимон	Бир текис	-17,6
	Параболик $(1-r^2)$	-24,6

Агар антенналар ҳақида тўлиқ маълумот бўлмаса, ушбу жадвал ёрдамида унинг тахминий қийматини аниқлаш мумкин. Амалда ён ва орқа япроқчалар орқали кучайтириш коэффициенти 7.4-жадвалдагидан кичик. Антенна ён япроқчалари тузилиши (кўриниши) ишчи частота ўзгариши, сигнал қутбланиши ўзгариши, антеннага яқин жойда металлдан ясалган қурилма (конструкция) ва бундан ташқари бир тур антенналар нусхалари учун фарқ қилади. Шунинг учун антенналар характеристикаларини статистик усулда таърифлаш, биринчи навбатда унинг кучайтириш коэффицентини аниқлашда фойдаланиш тавсия этилади.

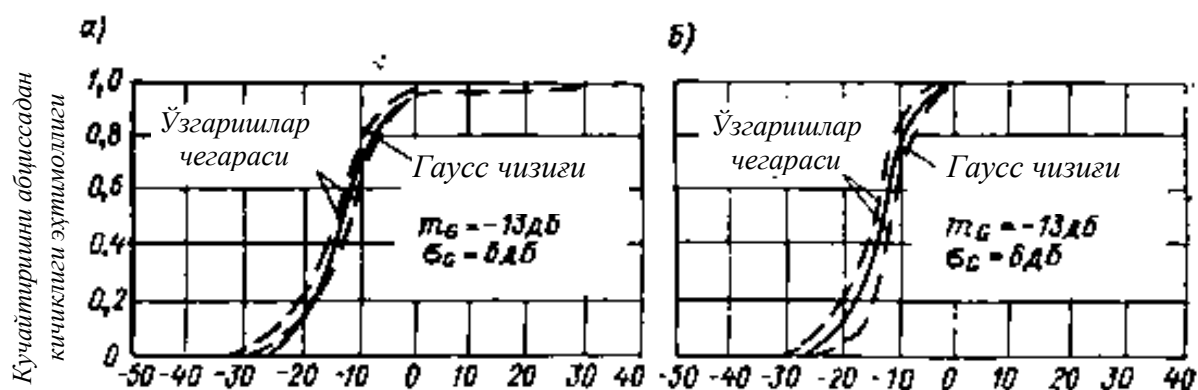
Ён япроқчалар орқали кучайтириш коэффицентини аниқлашда $F(G)$ тақсимот функциясидан фойдаланиш мумкин, яъни

$$F(G) = P(g < G), \quad (7.6)$$

бунда, $P(g < G)$ – кучайтириш коэффициенти берилган ўзгармас катталик G дан кичиклиги эҳтимоллиги. $F(G)$ га тескари $F_1(G) = | -F(G) |$ функция орқали кучайтириш коэффициенти берилган ўзгармас катталик G дан катта бўлиш эҳтимоллигини аниқлаш мумкин.

Йўналтирилган антенналар кучайтириш коэффицентларини кўпчилик ўлчашлар натижаси унинг кучайтириши нормал тақсимот қонунига бўйсунушига ва статистик нуқтаи назардан барқарорлигини тасдиқлайди. АҚШда ҳаво учувчи объектларни қидирув РЛСларни тадқиқоти (частоталар

ишчи диапазони 1250-1350 МГц) ва сув устидаги объектларни (частота 5640 МГц) қидирув РЛСларни тадқиқоти уларнинг ён япроқчалари кучайтириш коэффиценти ± 2 дБ аниқликда такрорланган. Бундан ташқари нурлатилувчи радиосигнал частотаси РЛС ишчи частоталари орасида ўзгариши шу билан бирга узатувчи ва қабулловчи антенналар орасидаги масофанинг ўзгариши ҳам кучланиш катталиги тақсимот қонунининг ўзгармасдан қолганлигини тасдиқлаган. 7.2а ва б-расмларда $m_G = 13$ дБ ва $G_G = 6$ дБ бўлган қийматлари учун Гаусс тақсимот функцияси келтирилган.



7.2-расм. РЛС антеннасининг горизонтал юзада кучайтириш коэффиценти тақсимоти функцияси, Ишчи частоталарда: а – $f = 5640$ МГц, б – $f = 1250...1350$ МГц (Горинозтал поляризация)

Ушбу расмларда кузатув РЛС ишчи частотасининг унга ажратилган частоталар полосаси оралиғида ўзгариши ва масофанинг яқин ҳудуд ичида ўзгаришига мутаносиб равишда антенналар ён япроқчалари кучайтириши тақсимоти функцияси штрих чизиқлар орқали кўрсатилган. Бу боғланишлар тажрибавий ўлчашлар натижасида олинган. РЛС антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси вертикал юзада косеканс-квадрат шаклини олган.

7.2-расмдаги узлуксиз ва штрих пунктирли чизиқларни таққослаш улар орасидаги фарқ частоталар диапазони учун ягона Гаусс тақсимот функцияси билан ифодаланиши мумкин, бунда унинг кўрсаткичлари $m_G = -13$ дБ ва $G_G = 6$ дБ бўлади.

Антенналарнинг ён япроқчалари кучайтириш коэффицентлари сигнал частотаси ва қутбланиши ўзгариши билан деярли ўзгармас сақланиб қолади. Аммо антеннанинг айланувчи қисмларидаги йўқотишлар ишчи частотага кучли даражада боғлиқ бўлади, лойиҳадаги белгиланган ишчи диапазондан ташқаридаги частоталарда ундан ҳам катта бўлади. Антенна қисмларидаги кўшимча конструктив йўқотишлар лойиҳадан ташқари частоталарда ишлаганида частотага боғлиқ ўзгаради. Антенна ён япроқчаларининг кучайтириш коэффицентига унинг атрофидаги турли қурилмалар ва конструкциялар ҳам таъсир кўрсатиши тажриба усулида тасдиқланган.

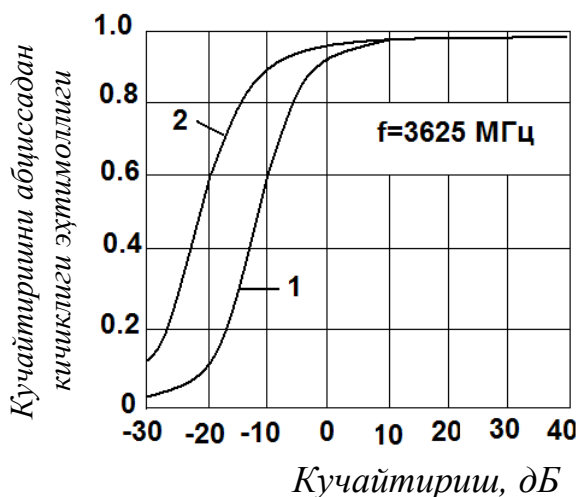
Антенна турли конструкциялар билан нисбатан зичроқ ўраб олинган бўлса, кучайтириш ўртача қиймати 3 дБ гача ошади.

Халақитлар сатҳини тахминан баҳолашда ва тезкор ҳисоблашда 7.5-жадвалда келтирилган маълумотлардан фойдаланиш мумкин.

7.5-жадвал. Антеннанинг ён томонга кучайтириш тақсимоти кўрсаткичлари

Антенна гурухи (тури)	Частота	Қутбланиш	m_G , дБ	σ_G , дБ
$G_0 > 25$ дБ	Ишчи	Ишчи	-10	14
		Ортогональ	-10	14
	Қўшимча	Турлича	-10	14
$10 < G_0 \leq 25$ дБ	Ишчи	Ишчи	-10	11
		Ортогональ	-20	13
	Қўшимча	Турлича	-10	10
$G_0 \leq 10$ дБ	Ишчи	Ишчи	0	6
		Ортогональ	-13	8
	Қўшимча	Турлича	-3	6

Антенналар конструкциясини мукамаллаштириш натижасида ён япроқчалар орқали нурлатишлар сатҳини камайитириш мумкин. 7.3-расмда РЛС игнасимон шаклдаги йўналтирилганлик диаграммасили антеннанинг ён япроқчалари кучайтириш функцияси тақсимоти келтирилган.

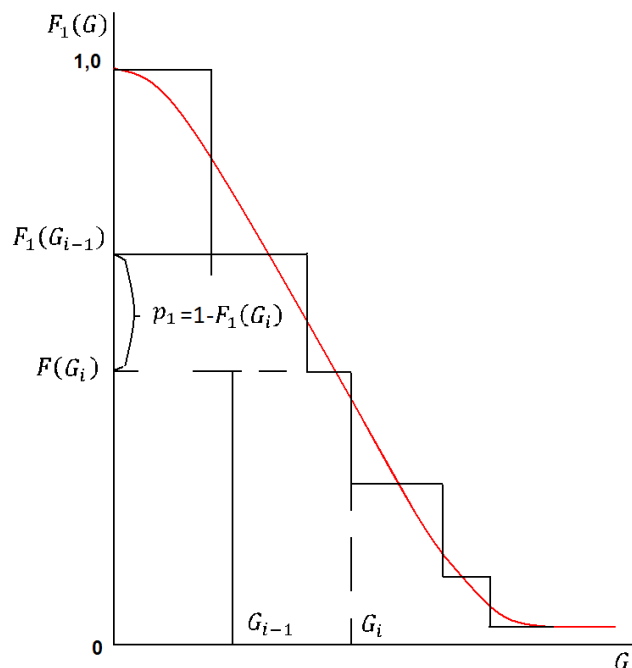


7.3-расм. Игнасимон антеннанинг модернизацияга қадар (1) ва модернизациядан кейин (2) ён томонга кучайтириш тақсимоти функцияси

Бунда 1-чизик антенна конструкцияси мукамаллаштирилишидан олдин унинг ён япроқчалари кучланиши тақсимотини ифодалайди, унинг параметрлари $m_G = -11$ дБ ва $G_G = 7$ дБ. Мукамаллаштирилгандан кейинги кучланиш тақсимоти $m_G = -21$ дБ ва $G_G = 8$ дБ (2-чизик), яъни ён ва орқа

япроқчалар кучайтириш 10 дБ камайган. 7.3-расмда кучайтириш тақсимои мақаммаллаштирилгандан кейин -13 дБ дан -23 дБ га камайган.

Юқорида келтирилган мисоллар, техник муқаммаллаштиришлар натижасида ҳам ЭММ муаммоларини қисман ечишда фойдаланиладиган тадбирлардан бири ҳисобланади. ЭММ масалаларини ечишда тажриба статистик маълумотлари тўпламидан фойдаланиш ҳам самарали ҳисобланади. Бунда тақсимои қонунларидан тўғридан-тўғри фойдаланиш ёки уни аппроксимацияланган шаклидан ва фақат ўртача қиймат, дисперсияларнинг ўзидан фойдаланиш ҳам мумкин.



7.4-расм. Узлуксиз тасодифий катталикни дискрет аппроксимациялаш

7.4-расмда антенна ён япроқчалари узлуксиз кучайтириш функцияси $F_1(G)$ ни аппроксимациялаш натижасида дискрет функция кўриниши келтирилган. Бунда антенна кучайтириш коэффициенти эҳтимоллиги $P_i = F_1(G'_{i-1}) - F_1(G_i)$ бўлган натижавий кучланиш (G_i) ларни аниқлаш мумкин. Узлуксиз функцияни дискрет функция билан алмаштириш кўп ҳолларда ЭММни ҳисоблашни осонлаштиради. Юқорида келтирилган фикрлар йўналтирилган антенналар орасидаги масофа уларнинг геометрик ўлчамларидан катта бўлганда катта аниқлик билан фойдаланиш имкониятини беради. Агар улар орасидаги масофа антенналар геометрик ўлчамларига яқин бўлса, асосий япроқчанинг кенгайиши ва кучайтиришнинг камайиши, унинг ён япроқчалари кучайтириш тақсимои Гаусс тақсимоидан фарқланади. Бу ҳолда унинг кучланишининг медиан қийматидан фойдаланиш керак. Агар масофа бундан ҳам камайса ва антенналар бир-бирига тегадиган ҳолатга келсалар, тажрибалар медиан кучланиш камайишини ва унинг ўртача квадратик фарқланиши ошишини кўрсатади. Агар ҳар бир антенна ён япроқчалари кучайтириши тақсимои Гаусс қонунига бўйсунса, у ҳолда

антенналарнинг ён япроқчалар орқали ўртача кучайтириши Гаусс қонунига бўйсунуши сақланиб қолади, унинг натижавий ўртача қиймати ва ўртача квадратик фарқланишлар йиғиндисига тенг бўлади. Бунда ўртача квадратик фарқланиш ҳар бир тақсимот ўртача квадратик тақсимотлари йиғиндисининг квадрат илдизига тенг бўлади.

7.4. Антенналар ўзаро таъсири ҳудудларини ҳисоблаш

Радиоқабуллаш қурилмаси киришидаги халақитлар сатҳи узатиш ва қабуллаш антенналарининг йўналтирилганлик диаграммаларининг қайси япроқчалари орқали тарқатиши ва қабулланишига боғлиқ. Умуман, алоқа тизими антенналарининг бир-бирига боғлиқлиги тўрт ҳолатда бўлишини таъкидлаш мумкин. Бундан сўнг матнлардаги “у” ва “к” белгилар узатиш ва қабуллаш қурилмаларига тегишли деб ҳисоблаймиз. Узатиш ва қабуллаш антенналари бир-бири билан қуйидаги ҳолатларда бўлиши мумкин:

1. Радиосигналларни тарқатиш узатиш антеннасининг йўналтирилганлик диаграммаси асосий япроқчаси орқали амалга оширилади ва қабуллаш антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси асосий япроқчаси орқали қабулланади;

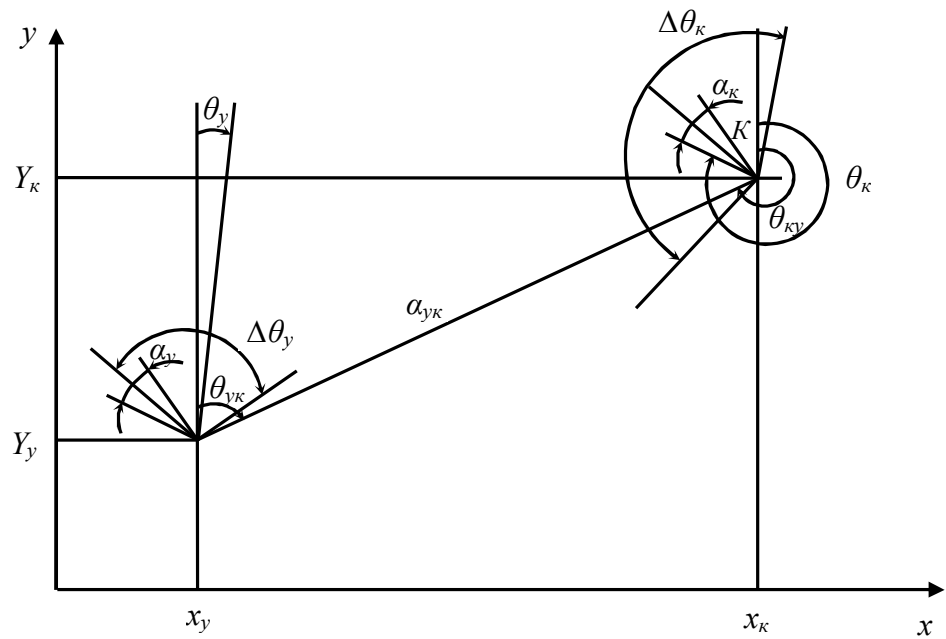
2. Радиосигналларни тарқатиш узатиш антеннасининг йўналтирилганлик диаграммаси асосий япроқчаси орқали амалга оширилади ва қабуллаш антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси ён япроқчалари орқали амалга оширилади;

3. Радиосигналларни тарқатиш узатиш антеннасининг йўналтирилганлик диаграммаси ён япроқчалари орқали тарқалаётгани қабуллаш антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси асосий япроқчаси орқали қабулланади;

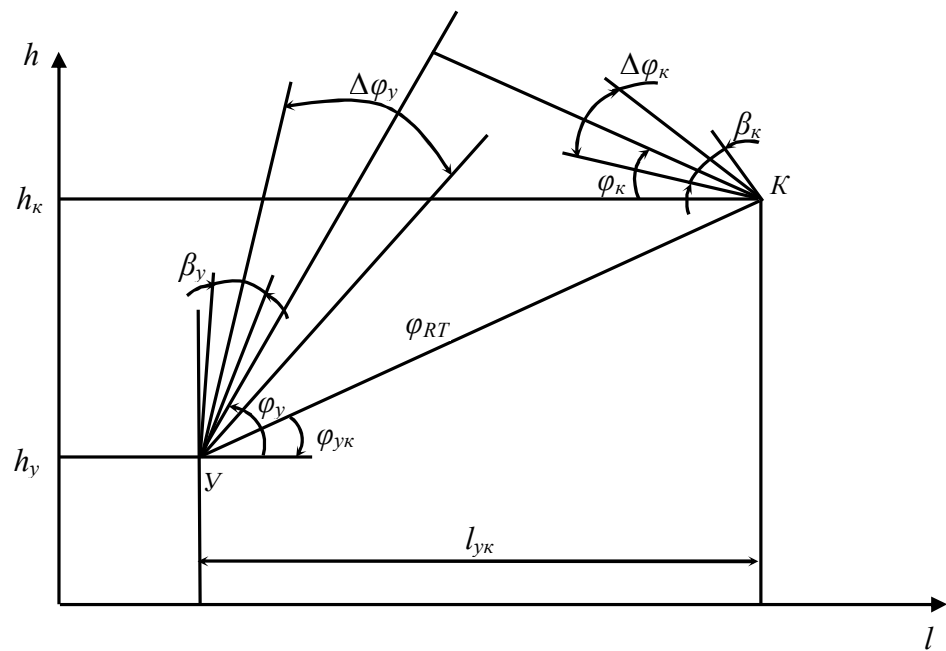
4. Радиосигналларни тарқатиш антеннасининг йўналтирилганлик диаграммаси ён япроқчалари орқали тарқатилади ва қабуллаш антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси ён япроқчалари орқали қабулланади;

Агар узатувчи ва қабулловчи антенналар фазода бир-бирларига нисбатан муқим бўлса, у ҳолда уларнинг доимий ўзаро алоқада бўлиш ҳудудини аниқлаш мумкин. Агар узатиш ва қабуллаш антенналарининг ҳолати фазода ўзгарадиган бўлса, масалан уларнинг айланиши ёки ҳаракатдаги техникаларда ўрнатилган бўлса, унда антенналарнинг йўналтирилганлик диаграммалари ўзаро бир-бирига энг ёмон ҳолатда бузилиши (қабуллаш қурилмаси киришида халақит сатҳи энг катта) бўлишини ва ушбу ҳолатларга умумий вақтнинг неча фоизи тўғри келишини аниқлаш керак.

Сканерловчи (изловчи) антенналарнинг иш ҳолатларини кўриб чиқамиз. 7.5a ва б-расмларда ушбу антенна йўналтирилганлик диаграммаси асосий япроқчасининг горизонтал юзада (a) ва тадқиқотланаётган антенналар орқали унга перпендикуляр XOY юзадан ўтиш ҳолатини кўриб чиқамиз.



a)



б)

7.5-расм. Антенналарнинг ўзаро таъсир кўрсатиш ҳудудини ҳисоблашга оид

Расмларда X_y , Y_y , h_y – узатиш қурилмаси антеннасининг координаталари; x_k , y_k , h_k – қабуллаш антеннасининг координаталари; l_{yk} – узатиш ва қабуллаш орасидаги XOY юзадаги оралиқ масофа; $\Delta\theta_y$, $\Delta\phi_y$ – узатиш антеннасининг горизонтал ва вертикал юзадаги кузатиш сектори; $\Delta\theta_k$, $\Delta\phi_k$ – қабуллаш антеннасининг горизонтал ва вертикал юзадаги кузатиш сектори; θ_y , θ_k – узатиш ва қабуллаш антенналари кузатиш сектори

марказини горизонтал юзадаги қийматлари; φ_y, φ_k – узатиш ва қабуллаш антенналари кузатиш сектори марказини вертикал юзадаги қийматлари; θ_{yk}, θ_{ky} – горизонтал юзада узатиш антеннасини қабуллаш антеннасига йўналтирилганлик бурчаги ва қабуллаш антеннасини узатиш антеннасига йўналтирилганлик бурчаги; $\varphi_{yk}, \varphi_{ky}$ – узатиш антеннасини вертикал юзада қабуллаш антеннасига йўналтирилганлиги ва аксинча, қабуллаш антеннасининг вертикал юзада узатиш антеннасига йўналтирилганлиги; α_y, β_y – узатиш антеннаси йўналтирилганлик диаграммасининг горизонтал ва вертикал юзадаги кенглиги; α_k, β_k – қабуллаш антеннаси йўналтирилганлик диаграммасининг горизонтал ва вертикал юзадаги кенглиги; θ – бурчак $0 \leq \theta \leq 360^\circ$ оралиғида бўлади ва ўқдан соат стрелкаси айланиши бўйича антеннанинг X ўқиға перпендикуляр ўтувчи чизиққа нисбатан ҳисобланади. φ – бурчак $-90^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$ оралиғида бўлади ва XOY юзага параллел ўтувчи чизиқ ва антенна орқали ўтувчи чизиқ орқали топилади (4.5-расм).

7.5a ва б-расмлардан фойдаланиб θ_{yk} ва φ_{yk} қийматларини ҳисоблаймиз:

$$\theta_{yk} = \arcsin \frac{x_k - x_y}{l_{yk}}; \quad \varphi_{yk} = \arctg \frac{h_k - h_y}{l_{yk}}, \quad (7.7)$$

бунда, $l_{yk} = \sqrt{(x_y - x_k)^2 + (y_y - y_k)^2}$ ва $l_{yk} \neq 0$. Агар $l_{yk} = 0$ бўлса, у ҳолда $h_k > h_y$ бўлганда $\varphi_{yk} = 90^\circ$ бўлади ва $h_k < h_y$ бўлганда $\varphi_{yk} = 90^\circ$ бўлади. Узатиш антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси қабуллаш антеннасига мос келиш шартлари қуйидагиларга тенг:

$$\begin{aligned} |\theta_y - \theta_k| &\leq \frac{\alpha_y - \Delta\theta_y}{2}; \\ |\varphi_y - \varphi_{yk}| &\leq \frac{\beta_y + \Delta\varphi_y}{2}. \end{aligned} \quad (7.8)$$

Муқим ўрнатилган антенналар ҳудудини ҳисоблашда (7.8) формулада $\Delta\theta_y = \Delta\varphi_y = 0$ деб ҳисоблаш керак. Шунингдек $\alpha_y + \Delta\theta_y \leq 360^\circ$ ва $\beta_y + \Delta\varphi_y \leq 180^\circ$ шarti ҳам бажарилиши керак. Агар $\alpha_y, \Delta\theta_y; \beta_y, \Delta\varphi_y$ қийматлари номаълум бўлса мос равишда 360° ва 180° қийматларни танлаш керак. Агар (7.8) шарт бажарилмаса, у ҳолда узатувчи антеннани қабулловчи антенна йўналишидаги кучайтириш коэффиценти энг ёмон ҳолат учун антенна йўналтирилганлик диаграммаси модели орқали аниқланади. Бунда ён томонга радиотўлқин тарқалиш шартларидан бири бажарилмаслиги мумкин. Қабуллаш антеннаси йўналтирилганлик диаграммасининг узатиш антеннаси томонга йўналтирилганлигини аниқлашда (7.8) формуладан фойдаланиш мумкин, бунда (7.8) формуладаги “у” белгиси “к” га ва “к” белгиси “у” га

алмаштирилиши ҳамда $\theta_{кy}$ ва $\varphi_{кy}$ лар қийматини $|\theta_{кm} - \theta_{ym}| = 180^\circ$ ва $\varphi_{кy} = -\varphi_{ym}$ лар қийматини θ ва φ аввал ҳисобланган қийматларини эътиборга олиш керак. Бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда горизонтал юзада сканерлаш режимида ишлаётган узатиш ва қабуллаш антенналарининг ўзаро турли ҳолатлари эҳтимолликларини аниқлаймиз:

$$\begin{aligned} P(ay - ak) &= \alpha_y \alpha_k / (\Delta\theta_y + \alpha_y)(\Delta\theta_k + \alpha_k); \\ P(ay - \check{ek}) &= \alpha_y \Delta\theta_k / (\Delta\theta_y + \alpha_y)(\Delta\theta_k + \alpha_k); \\ P(\check{ey} - ak) &= \Delta\theta_y \alpha_k / (\Delta\theta_y + \alpha_y)(\Delta\theta_k + \alpha_k); \\ P(\check{ey} - \check{ek}) &= \Delta\theta_y \Delta\theta_k / (\Delta\theta_y + \alpha_y)(\Delta\theta_k + \alpha_k), \end{aligned} \quad (7.9)$$

бунда, $P(\cdot)$ юқорида кўрсатиб ўтилган узатиш ва қабуллаш антенналарининг ўзаро ҳолатлари эҳтимолликлари.

Узатиш антеннаси атрофни тўлиқ назорат қилса (сканерласа), у ҳолда $\alpha + \Delta\theta = 360^\circ$ бўлади. Агар таҳлиллар натижасида узатиш ва қабуллаш антенналари бир-бирига нисбатан ўз антенналари асосий йўналтирилганлик диаграммалари билан дуч келмасалар (учрашмасалар), у ҳолда (7.9) формулада $\alpha = 0$ деб олиш керак. Масалан, таҳлиллар натижасида агар узатиш ва қабуллаш антенналаридан бири узатиш антеннаси атрофни тўлиқ сканерлаш режимида ишласа, у ҳолда $(ay - \check{ek})$ ҳолати энг ҳавфли ҳолат ҳисобланади. Бунда қабуллаш антеннаси асосий йўналтирилганлик диаграммаси узатиш антеннасига йўналтирилмаган бўлади, бу ҳолда (7.9) формулада $\alpha_k = 0$ деб оламиз ва $\alpha_y + \Delta\theta_y = 360^\circ$ деб ҳисоблаймиз. У ҳолда қуйидагиларни оламиз:

$$\begin{aligned} P(ay - ak) &= P(\check{ey} - ak) = 0; \\ P(ay - \check{ek}) &= \alpha_y \Delta\theta_k / 360^\circ \Delta\varphi_k = \frac{\alpha_k}{360^\circ}; \\ P(\check{ey} - \check{ek}) &= \Delta\theta_k (360^\circ - \alpha_y) / 360^\circ \Delta\theta_k = 1 - \frac{\alpha_k}{360^\circ}. \end{aligned}$$

Мисол учун, агар $\alpha_y = 10^\circ$ бўлса $P(ay - \check{ek}) \cong 0,03$ ва $P(\check{ey} - \check{ek}) \cong 0,97$ бўлади. Натижада узатиш ва қабуллаш антенналари иш жараёнида 97% вақт давомида бир-бирларига антенналари йўналтирилганлик диаграммаларининг ён япроқчалари орқали боғланадилар.

7.5. Халақит берувчи радиоузаткичлар сигналларининг тарқалиши

ЭММ нуқтаи назаридан радиоузаткичлар электромагнит тўлқинларининг кенг фазода, ер усти тўлқин шаклида, тропосфера ва ионосферада тарқалиши катта қизиқиш туғдиради. Бир хил зичликка эга фазода тўлқинлар тўғри чизиқли равишда тарқаладилар. Атмосфера йўқ ва таянчсиз юзада тўлқин fronti кўпайиши сабабли йўқотишлар рўй беради.

Атмосферада таянч юзаси бор мухит тўлқин тарқалиши характерини ўзгаришига ва йўқотишларни ошишига олиб келиши мумкин. Тўлқинларнинг денгиз устида, қуруқликда ва электромагнит энергиянинг ушбу таянч юзасида тарқалиши уларнинг электрик параметрлари (кўрсаткичлари)га боғлиқ, яъни нисбий магнит сингдирувчанлиги μ_m га (одатда у бирга тенг деб ҳисобланади), нисбий электрик сингдирувчанлиги μ_ϵ га ва ўтказувчанлигига боғлиқ, шу билан бирга электромагнит тўлқин тарқалаётган юза геологик таркиби ҳам катта аҳамиятга эга.

Ер юзасига яқин тарқалаётган электромагнит тўлқин ер юзидан қайтиб тарқалаётган тўлқинлар, юза тўлқинларидан ташкил топган бўлиб, бундай тўлқинлар тўғри тўлқинлар деб аталадилар. Декаметрлар ва ундан нисбатан катта тўлқин узунликлари ер устида тарқалувчи тўлқинлар ҳисобланадилар. Частота камайган сари тўлқинлар дифракция ҳодисасига асосан ер тўлқинлари ерни ўровчи шаклида узок масофага тарқаладилар. Ер тўлқинининг сусайишига ер устидаги предметлар, юзани қоплаган физик ва геологик моддалар катта таъсир кўрсатади. Мисол учун, ер устидаги кўкатлар ва зич ўрмонлар ер тўлқинларининг сезиларли даражада сўнишига сабаб бўлади. Ер усти тўлқинларидан фойдаланиб ўрнатиладиган радиоалоқа ўз сифат кўрсаткичларининг доимийлиги (ўзгармаслиги) билан фарқланади.

Атмосферани шартли равишда икки қаватга бўлиш мумкин, булар тропосфера ва ионосфера бўлиб, уларнинг ҳар бири тўлқин тарқалишига турлича таъсир кўрсатади. Тропосфера атмосферанинг бир қисми бўлиб, баландлик ердан узоклашган сари ҳарорат пасайиб боради. Тропосфера ҳароратининг ва зичлигининг ўзгариши тўлқин тарқалиш тезлигининг ўзгаришига олиб келади. Шу сабабли тўлқин тарқалиш траекторияси ерга қараб оғади, эгилади. Ушбу тўлқин тарқалишининг ер томонга эгилиши рефракция деб аталади. Рефракция ҳодисаси алоқа узатиш масофасини радиогоризонтгача узайтиришни таъминлайди. Антенна нурлатаётган тўлқинларнинг ер юзасига уринма бўйича тарқалиш нуқталарининг геометрик ўрнига радиогоризонт дейилади. Антенна тарқатаётган радионурланишлар тўғри чизикли эмаслиги учун, рефракция ҳодисасини эътиборга олишда унинг тарқалиши тўғри чизиксимон деб ва ер эквивалент радиуси тушунчаси киритилади. Ернинг эквивалент радиуси, у ернинг гипотетик сферасимон юзасигача бўлган радиус бўлиб, у учун тўлқин тўғри чизикли тарқалгандаги горизонтгача масофа ҳақиқий ердаги масофага тенг бўлади. Бунда атмосферадаги ўровчи радиуси $r_s = kr$ га тенг бўлади, бунда r – ернинг ҳақиқий радиуси, r_s – ер радиуси эквиваленти, k – ер гипотетик радиусининг рефракция натижасида ўзгаришини кўрсатувчи катталиқ.

Тропосферанинг бир турли эмаслиги тўлқиннинг тарқалишида ёйилишига ва қайтишига сабаб бўлади. Ёйилган радиотўлқин радиогоризонтдан узок масофада ҳам уни қабуллаш имкониятини яратади. Тропосферада тўлқин ёйилиши ва қайтишига (акс тўлқин ҳосил бўлиши) асосланган тўлқин тарқалиши тропосферада тўлқин тарқалиши деб аталади. Тропосферада тўлқин тарқалишига асосланган радиоалоқа 100÷1000 км

масофагача бўлиши мумкин. Тропосфера радиотўлқинлари частотани асосан 40 МГц дан 10 ГГц гача оралиғида бўлади.

Тропосферада тўлқин тарқалишига асосланган алоқа тизимининг қабуллаш қурилмасига бир вақтда бир неча тасодифий амплитуда ва фазага эга бўлган сигналлар таъсир этгани учун унинг киришидаги сигнал сатҳи сезиларли даражада ўзгарувчан бўлади. Тропосферада тўлқин тарқалишига асосланган радиоалоқаларини лойиҳалашда ЭММни таъминлаш (баҳолаш) нуқтаи назардан бу ҳолатни эътиборга олиш керак бўлади.

Атмосферанинг юқори ионлашган қисми ионосфера деб аталади. Радиотўлқинларнинг ионосферада синиши, ундан қайтиши ва унинг бир таркибли эмаслиги асосида ёйилиши натижасида тарқалишига ионосферада радиотарқалиш деб аталади. Ионлашган газ электр ўтказувчанлиги унда тарқалаётган радиотўлқинлар частотасига боғлиқлиги катта бўлганлиги учун ионосфера қаватида асосан метрлар диапазони тўлқинлари юқори кўрсаткичлар билан тарқалади. Тўлқин узунлиги 4-12 м бўлган радиосигналлар айниқса катта самарадорлик билан тарқаладилар. 50÷150 МГц частоталар диапазонида тўлқинлар худди шунингдек метеоритлар ионлаштирган муҳитлардан қайтиш натижасида қабул қилиниши мумкин. Ионосферада ёйилиш масофаси 800...2500 км бўлиши мумкин. Ёйилган тўлқинлардан ташқари халақитлар ионосферадан қайтган тўлқинлар ҳисобига ҳам юзага келади. Электромагнит тўлқинлар тарқалиш жараёнига қараб, халақитларни қабул қилиш қурилмалари жойлашган ҳудудларни бир неча қисмларга бўлиб, уларда юз берадиган йўқотишлар ҳисобланади. Буларга қуйидагилар киради: радиогоризонтгача бўлган; тўғридан-тўғри таъсир худуди; соя худуди, бу горизонтдан узоқда ва ундан пастда жойлашган ҳудуд, бу ҳудудда электромагнит тўлқинларнинг тўғри нурлари етиб бормайдиган; радиогоризонтгача бўлган ҳудуд; ярим соя худуди, ушбу ҳудудга радиогоризонтга яқин ҳудуд, яъни тўғридан-тўғри кўриниш худуди ва соя худуди (соя ва ним соя ҳудудда ер юзи тўлқини дифракция натижасида юзага келади, шунинг учун уни ягона дифракция ҳудудига бириктирилади); тропосфера ва ионосферада ёйилиш худуди. Юқорида келтирилган ҳар бир ҳудудда тўлқин тарқалишидаги йўқотишлар турли усулларда ҳисобланади. ЭММ масалаларини ечишда юқорида санаб ўтилган тўлқин тарқатишлари натижасида турли халақитлар юзага келишини ҳисобга олиш керак бўлади. Бунда энг эътиборга олинishi керак халақитлар, бу тўғридан-тўғри йўналишда тарқалаётган тўлқинлар дифракция ва тропосферада тарқалиши натижасида юзага келадиган халақитлардир.

7.6. Тўғридан-тўғри кўриниш ҳудудида тўлқин тарқалишлари

Тўғридан-тўғри тўлқин тарқалиши ҳудудидаги йўқотишларни ҳисоблашда ернинг турли моделларидан фойдаланилади: чексиз ёки чекланган ўтказгичли юзада тўлқин тарқалиши; текис сферик юза; статистик нотекис бўлган юзада тўлқин тарқалиши хусусий ҳоллари.

Текис сферасимон ер атмосферасида тўғридан-тўғри кўриниш ҳудуди радиогоризонтгача бўлиб, унғача масофа куйидагича аниқланади:

$$l_{ТТК} = \sqrt{r_э}(\sqrt{h_y} + \sqrt{h_k}), \quad (7.10)$$

бунда, $r_э = kr$ – ер эффе́ктив радиуси ($r = 6370$ км – ер ҳақиқий радиуси); h_k ва h_y – узатиш ва қабуллаш антенналари баландликлари.

Ер стандарт атмосфераси учун $k = 4/3$ ва $r_э = 8500$ км. Бу ҳолда тўғридан-тўғри кўриниш масофаси ҳудуди куйидаги ифода орқали аниқланади:

$$l_{ТТК} = 4,12(\sqrt{h_y} + \sqrt{h_k}), \quad (7.11)$$

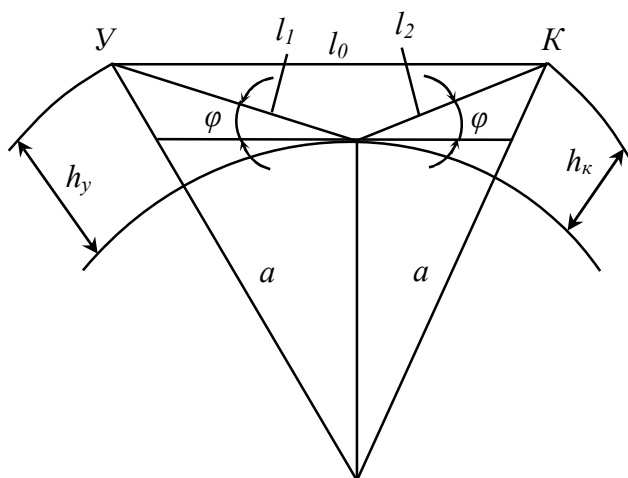
бунда, h_k ва h_y – антенналар биландлиги метрларда ва $r_э$ – ер эквивалент радиуси, км да бўлади.

Очиқ фазода радиотўлқинлар тарқалганда изотроп нурлатгичлар орасидаги сигнал сатҳининг сусайиши $L_{об}$ куйидаги ифодадан аниқланади:

$$L_{офй} = 32,45 + 20 \lg f + 20 \lg d, \quad (7.12)$$

бунда, f – нурлантирилаётган сигнал частотаси, МГц; l – антенналар орасидаги тўғридан-тўғри кўриниш оралиғи, км.

Нурлатиш нуқтасидан тарқатилаётган сферик тўлқин очик фазода ер устида тарқалганда ер тўлқинига айланади. Тўғридан-тўғри кўриниш ҳудудида ер тўлқини тўғри ва қайтган тўлқинлар интерференцияси орқали аниқланади (7.6-расм).



7.6-расм. Тўғридан-тўғри кўриниш ҳудудида интерференция

Баъзан ушбу ҳудуд интерференция ҳудуди деб ҳам аталади. Интерференция ҳодисаси электромагнит майдон кўринишини ўзгартиради ва

шу билан бирга тарқалишдаги йўқотишлар ҳам ўзгаради. Масалан, идеал текис ўтказувчан юзадаги сўниш C , очик фазодагига нисбатан қуйидагига тенг бўлади:

$$C = -6 - 10 \lg \sin^2(\pi \Delta l / \lambda),$$

бунда, λ – радиотўлқин узунлиги; $\Delta l = l_1 + l_2 - l_0$ – ердан йўналтирилган ва ундан қайтган тўлқинлар ўтган масофалар фарқи.

Ер устида жойлашган ва ҳаракатдаги техникада жойлашган РЭВлар ЭММини таҳлил қилишда ер ҳақиқий юзасининг нотекислигини эътиборга олиш керак. Ер юзидан электромагнит энергиянинг ёйилиб кетишини аниқлашда кўп ҳолларда статистик маълумотлардан фойдаланишга асосланган усуллардан фойдаланилади, аммо одатда ер юзаси статистик характеристикалари изотроп-ўзгармас деб ҳисобланади. Гаусс нормал қонунига бўйсунувчи ер нотекисликлари анча тўлиқ ўрганилган. Худди шу каби юзага кучсиз тўлқинланган денгиз юзаси ҳам киради. Ҳақиқий куруқ ер юзаси бундай юзалар турига кирмайди. Шунинг учун кўп ҳолларда тажрибалар натижасида олинган эмпирик моделлардан, ифодалар (формулалар)дан фойдаланилади. Қабуллаш антеннаси жойлашган ерда электр майдон кучланганлиги ва қувватлари, агар улар децибелларда ифодаланган бўлса, нотекис юзада тарқалган ҳолат учун нормал тақсимот қонунига бўйсунди. Радиогоризонт ҳудудидаги текис ер юзасида тарқалаётган электромагнит майдон кучланишини назарий ва тажрибалар асосида ўрганиш натижасида $f = 40$ МГц частотали тўлқин нотекис юзада тарқалгандаги ўртача йўқотишлар учун қуйидаги ифода олинган:

$$C = 120 + 40 \lg l + 20 \lg \frac{f}{40} - 20 \lg h_y h_x, \quad (7.13)$$

бунда, C децибелларда ифодаланади; l км ларда, f МГц да, h_x ва h_y метрларда, бу ўлчашларда ярим тўлқинли тебратгич антеннадан фойдаланилган.

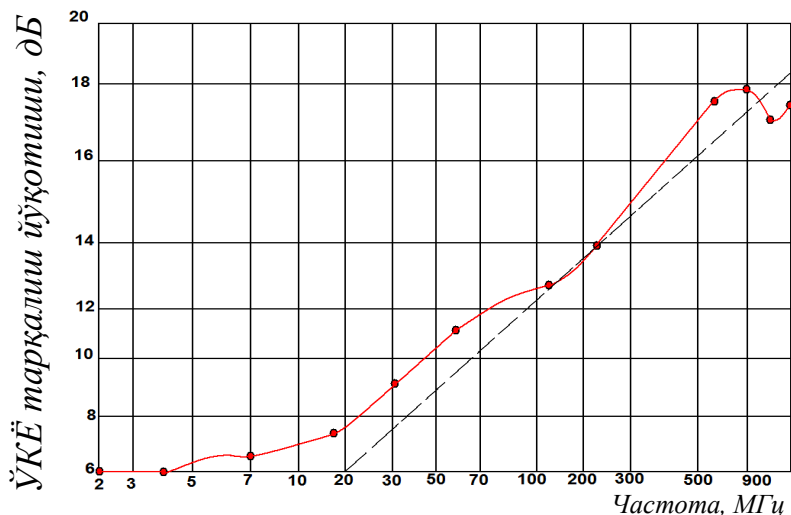
Ўртача йўқотишлар нормал тақсимот қонунига мос келгани учун (7.13) ифода орқали йўқотишларнинг ўртача қийматдан катта бўлиш эҳтимоллиги $P = 0,5$ бўлади. Ҳаракатдаги техникада ва муқим жойлашган РЭВ орасидаги тўлқин тарқалишидаги қувват йўқотиш ўртача квадратик ёйилганлик қиймати (ЎКЁ) қуйидаги ифода орқали аниқланиши мумкин

$$\sigma_{ii} = 5,47 \lg f - 3,32, \quad (7.14)$$

бунда, f МГц ларда, σ децибелларда ифодаланади. Агар алоқа ҳаракатдаги техникага ўрнатилган РЭВлар орқали амалга оширилаётган бўлса, тўлқин тарқалишидаги йўқотишлар ЎКЁ қиймати қуйидаги эмпирик ифода орқали ҳисобланади

$$\sigma_{ii} = 7,75 \lg f - 4,55. \quad (7.15)$$

Узунлиги 3 км дан 30 км гача бўлган радиотрассада 2...900 МГц частотали сигнал тарқалишини АҚШда ўрганиш натижасида олинган ўқотишлар графиги 7.7-расмда келтирилган. Ушбу боғланишлар графигидан кўринадики 1...15 МГц частоталар диапазонида ўқотиш қиймати частотанинг қийматига кам боғлиқ ва 6...7 дБ атрофида. Сигнал частотаси 900 МГц га етганда ўқотиш қиймати 17 дБ га етади. 7.7-расмда (7.15) ифода асосида ҳисобланган ўқотиш графиги ҳам келтирилган.



7.7-расм. Узунлиги 3 км дан 30 км гача бўлган радиотрассада сигнал тарқалишини ўқотиш қиймати

Ярим тўлқин узатиш ва қабуллаш дипол антенналардан фойдаланилганда ер юзи тўлқинлари тарқалишидаги ўқотишлар частотага боғлиқ эмас ва қуйидагича аниқланиши мумкин:

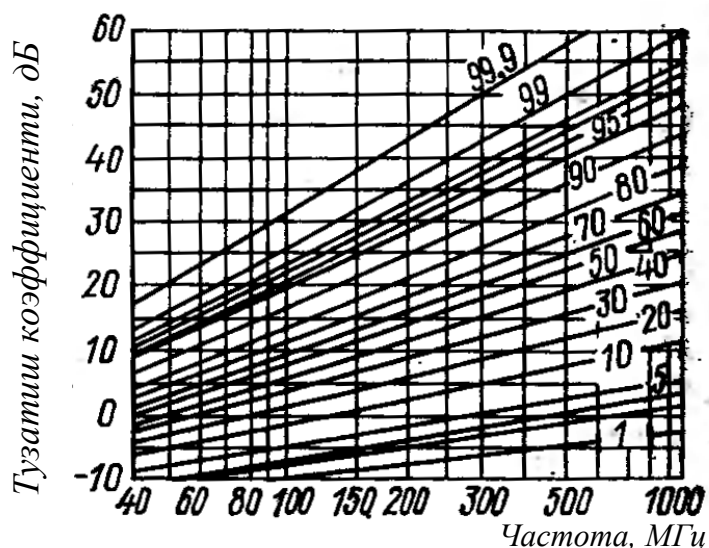
$$C_0 = 120 + 40 \lg l - 20 \lg h_y h_k. \quad (7.16)$$

Нотекис юзада тўлқин тарқалишидаги ўқотишларнинг частотага боғлиқлигини ҳисоблашдаги ноаниқликни тузатиш учун (7.13) ва (7.16) ифодалардан фойдаланиш натижасида қуйидагини оламиз:

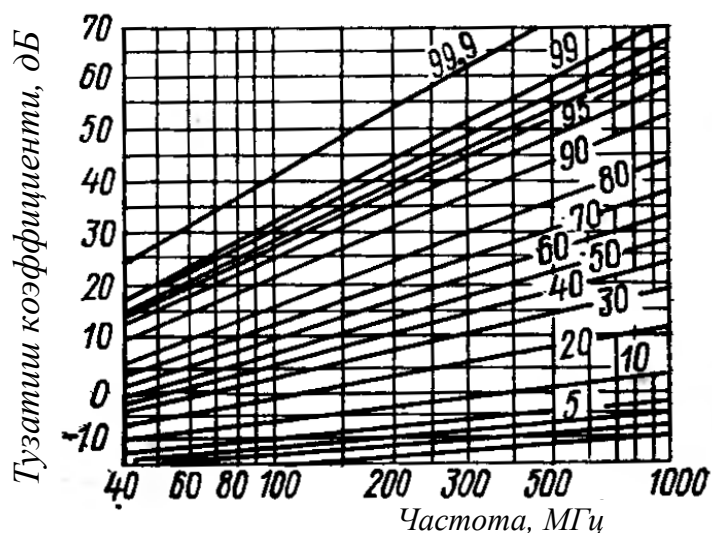
$$\Delta C = C - l_0 = 20 \lg \frac{f}{40}. \quad (7.17)$$

(7.14), (7.15), (7.17) формулалардан ва ўқотишлар нормал тақсимот қонунини эътиборга олган ҳолда ўқотишлар тақсимоти 50% дан ошмаганда процентларни аниқлаш мумкин. Бу коэффициентлар тузатиш коэффициентлари деб аталади. Улар ёрдамида кутилаётган халақитлар сатҳини 0,5 фарқли эҳтимолликда аниқлаш мумкин. Ҳаракатдаги алоқа воситаси билан муқим жойлашган алоқа воситаси орасида тарқалаётган

сигнал қувватини аниқлаш учун киритиладиган тузатиш коэффициентларининг частотага боғлиқлиги 7.8-расмда ва худди шу коэффициентлар қиймати икки ҳаракатдаги алоқа воситалари орасидаги тўлқин тарқалишидаги йўқотишларни аниқ ҳисоблаш коэффициентларининг частотага боғлиқлик графиги 7.9-расмда келтирилган. Эслатиб ўтамиз тақсимот α проценти, бу тасодифий катталиқнинг ($\alpha, \%$) $\cdot 100$ га тенг қийматига мос келади. 7.8 ва 7.9-расмлардаги графиклардан маълум бир сатҳли халақитларни ҳисоблашда ҳам фойдаланиш мумкин.



7.8-расм. Ҳаракатдаги алоқа воситаси билан муқим жойлашган алоқа воситаси орасида тарқалаётган сигнал қувватини аниқлаш учун киритиладиган тузатиш коэффициентларининг частотага боғлиқлиги



7.9-расм. Икки ҳаракатдаги алоқа воситалари орасидаги тўлқин тарқалишидаги йўқотишларни аниқ ҳисоблаш коэффициентларининг частотага боғлиқлиги

Радиоқабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал сатҳини аниқлашда, трассанинг тарқалаётган сигнал сатҳига боғлиқлигини ҳисобга олиш қийин

холларда ЭММ нуқтаи назаридан “энг ёмон ҳолат” шартни қабул қилиш керак ва фақат бўш фазода тўлқин тарқалишидаги йўқотишларни эътиборга олиш керак. Кўп ҳолларда амалиётда радиотўлқинлар тарқалишидаги йўқотишлар радиогоризонтгача бўлган масофа учун (7.12) формуладан олинган натижага 5...7 дБ қўшиш керак. Тавсия этилаётган ифодалардан бири қуйидаги кўринишга эга:

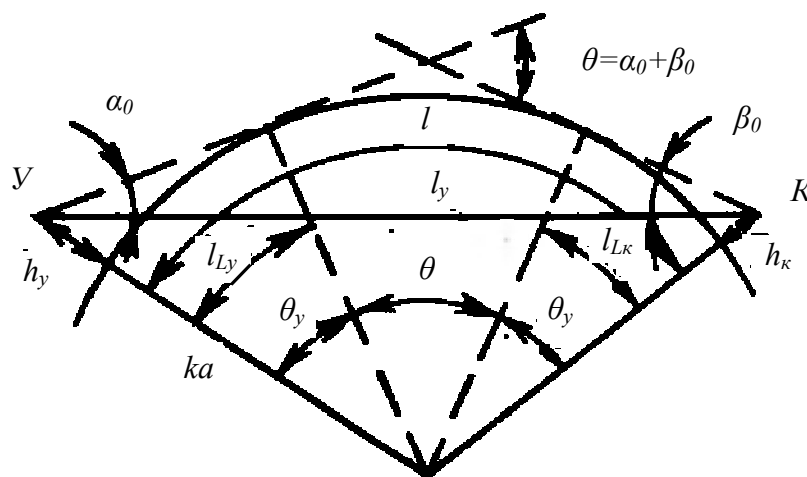
$$C = 38 + 20 \lg f + 20 \lg l, \quad (7.18)$$

бунда, C децибелларда, f мегагерцларда ва l километрларда олинади.

(7.18) ифодадан бир ҳудудда жойлашган антенналар орасида тарқалаётган тўлқинлар сўнишини ҳисоблашда ҳам фойдаланиш мумкин, бунда антенналар орасида бор тўсиқлар алоҳида эътиборга олинади.

7.7. Радиотўлқинлар дифракцияси ва тропосферада тарқалиши

Радиогоризонтдан узоқдаги ҳудудда электромагнит майдон кучланганлиги электромагнит тўлқинларни тепаликлар, сув ажратгичлар ва ер дўнглиги натижасида юзага келадиган дифракция ҳодисасига боғлиқ. Масофа янада ортиб борган ҳудудда электромагнит майдон кучланганлиги тропосферада ёйилишга боғлиқ. Тўғридан-тўғри масофасидан катта узанликдаги радиотрасса учун, ер кесимининг ёй бўйича катта айланаси – θ бурчак масофа орқали белгиланади. θ бурчак радиогоризонт нурларининг катта доира юзаси орасида ҳосил қилган бурчак билан аниқланади. Катта доирада жойлашган антенна учун дифракция энг кичик бурчаги ёки ёйилиш бурчагига тенг бўлади.

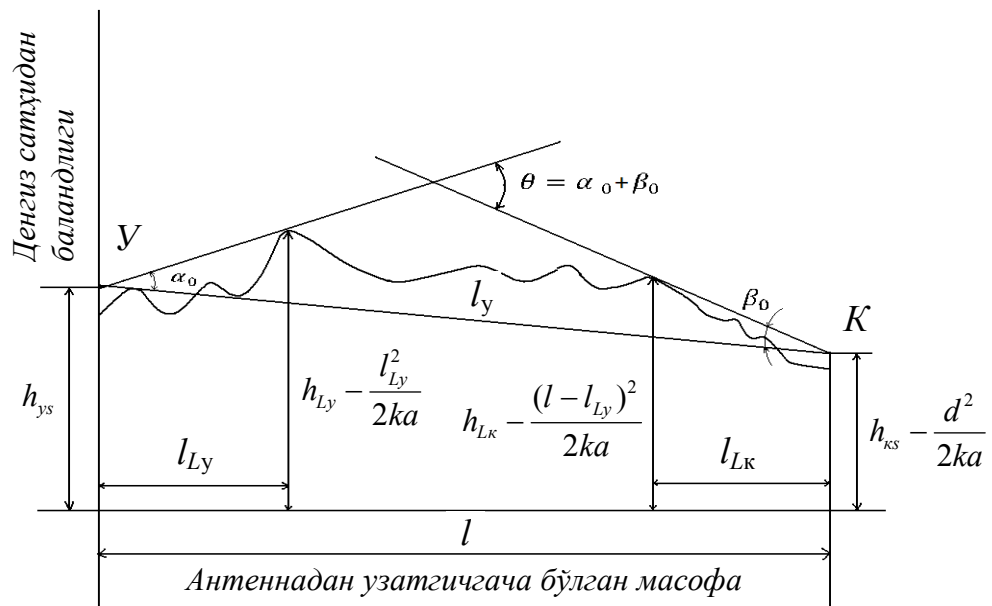


7.10-расм. Радиотўлқин текис ер юзасида тарқалиши учун бурчак масофани аниқлаш

7.10-расмда радиотўлқин текис ер юзасида тарқалиши учун бурчак масофани аниқлаш чизмаси келтирилган. Расмда h_y ва h_k – узатиш ва

қабуллаш антенналари баландликлари, l_{cy} ва l_{ck} – катта айлана ёйи бўйича радиоузаткич ва радиоқабуллагич радиогоризонтларигача бўлган масофа. Қолган белгиланишларни расмдан аниқлаб олиш мумкин. Кичик бурчак оралиғида тўлқин тарқалишининг асосий тури дифракция асосида, катта бурчак оралиғида эса тропосферада тўлқин ёйилиши асосида тарқалади. Катта ва кичик бурчак оралиғида тарқалаётган тўлқин энергияси дифракция ва тропосферада ёйилиш натижасида юзага келади ва уларнинг улушлари бир-бирига яқин бўлади. Бу ҳудудда қабул қилинаётган радиосигнал сатҳи сезиларли даражада қийматларга эга бўлади.

Ҳозирда радиотрассада текис сферада дифракция натижасида ва тропосферадаги ёйилишлар натижасида радиотўлқинлар тарқалишидаги йўқотишларни ҳисоблаш усуллари мавжуд бўлиб, бунда асосий параметр сифатида бурчак оралиғи тушунчасидан фойдаланилган. Ушбу усуллар етарли даражада мураккаб, формулалар ҳам анча мураккаб. Бурчак масофаси θ дан фойдаланиш концепциясидан нотекис юзада тарқалаётган тўлқин тарқалишидаги йўқотишларни ҳисоблашда фойдаланилади. Бунда қўлланиладиган усуллардан бири нотекис юзани алоҳида-алоҳида текис юзалар (ёйлар) йиғиндиси билан алмаштиришга (аппроксимациялашга) асосланган. Бунда йўқотишлар текис юзадаги тўлқин тарқалишидаги йўқотишларни аниқлаш усулидан фойдаланилади. Бунда трасса ўрта қисми учун $K_y = K_k = 1$, $K_{ye} = K_{ke} = 4/3$ деб қабул қилинади. Бурчак масофа θ ни трасса топографик кесими асосида аниқлаш усули 7.11-расмда келтирилган. Ушбу расмдаги баъзи белгиланишларга аниқлик киритиш учун 7.10-расмдан фойдаланиш керак.



7.11-расм. Бурчак масофа θ ни трасса топографик кесими асосида аниқлашга оид

Трасса кесимидан фойдаланиб тўлқин тарқалишидаги йўқотишларни ҳисоблаш усулидан амалда ўзгармас оралиқли радиотрассаларда фойдаланиш мумкин. Аммо турли радиотрассалар орасидаги халақитларни ҳисоблаш учун радиотрасса кесими ҳамма вақт ҳам аниқ эмас, айниқса ҳаракатдаги радиоалоқа трассаси учун бу кесимни аниқлаш мумкин эмас, натижада ЭММни ҳисоблашда қийинчиликлар келиб чиқади. Муҳандислик ҳисобларини амалга ошириш учун эмпирик формулалардан фойдаланилади, улар назарий усулда олинган формулаларга тажрибалар асосида тузатишлар киритиш натижасида олинади. Радиотрассадаги сигнал сатҳининг ўртача камайиши сигнал частотасига, узатиш ва қабуллаш антенналари орасидаги масофага, бурчак оралиғига боғлиқ деб олиш усулидан кенг фойдаланилади. Бундан ташқари электромагнит тўлқин тарқалишидаги йўқотишлар асосий тарқалиш турига боғлиқ. Агар тўлқин тарқалиш тури учун θ маълум бўлса, унда ҳисоблаш эмпирик формуласи қуйидаги кўринишда бўлади:

Дифракция асосида тарқалаётган радиотўлқинлар учун

$$C = 53,7 + 30 \lg f + 30 \lg l + 20 \lg \theta ; \quad (7.19)$$

Тропосферада ёйилиб тарқаладиган тўлқинлар учун

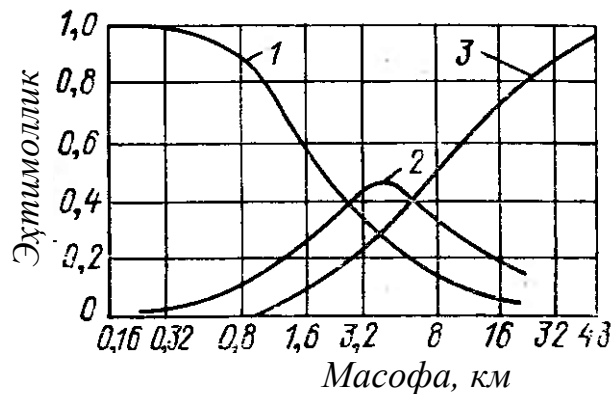
$$C = 152,7 + 20 \lg f + 10 \lg l + 20 \lg \theta . \quad (7.20)$$

(7.19) ва (7.20) формулаларда C децибелларда, f мегагерцларда, l километрларда ва θ радианда ифодаланади.

(7.19) ва (7.20) формулалардан юқори частота (ЮЧ) нисбатан юқори частота (НЮЧ) ва ультра юқори частота (УЮЧ) диапазонларида йўқотишларни ҳисоблашда фойдаланилади. Бу ҳисоблашда атмосфера стандарт ҳолатда ва ер эквивалент радиуси ҳақиқий радиусидан $4/3$ марта катта деб олинади. Ҳаракатдаги алоқа воситалари учун радиотўлқин тарқалишидаги йўқотишларни таҳлил этишда статистик тажриба натижалари Монте-Карло усулидан фойдаланилади. Бу ҳолда радиотрасса лойиҳаланадиган трасса учун тўлқин тарқалишининг турлари эҳтимолликлари маълум бўлиши керак. Бундай маълумотларни трасса топографик харитасидан фойдаланиб трассада тўлқин тарқалишининг статистик моделлаштириш усулини қўллаш керак, бунда трасса бўйича тўлқин тарқалиши тури эътиборга олиниши шарт. Баъзан трассада радиотўлқин тарқалишидаги сатҳнинг камайишини ҳисоблашда трассани ўзгармас кўрсаткичли деб ҳисоблаш ҳам қўл келади. Ушбу усулда бажарилган тадқиқотлар натижаси 7.12-расмда келтирилган.

Қуйида нисбатан осон усули келтирилган. Изотроп антенналар орасида сигнал сатҳининг камайиши (йўқотишлар)ни аниқлашнинг бу усули ўлчамсиз параметр (катталиқ) h/λ қийматига жуда боғлиқ (h – антеннанинг баландлиги, λ – тўлқин узунлиги). Ушбу модел назарий эмпирик ҳарактерга эга бўлиб, дастлабки модел назарий тадқиқотларга асосланган ва уни

инженерлик ҳисобларини амалга ошириш учун қулай шаклга келтириш тажриба натижасида олинган маълумотлар асосида амалга оширилган. Бу усулда h/λ қийматларига қараб радиотрассадаги сўнишларни ҳисоблаш учун икки хил моделдан фойдаланилади: биринчиси h/λ нинг катта қийматлари учун (масалан 15...25); иккинчиси h/λ нинг кичик қийматлари учун (мисол учун 0,5...1,0). Ушбу икки қийматлар орасида $h/\lambda = 3...5$ га тенг бўлиб, ҳар икки моделдан фойдаланиш мумкин. Ҳисоблаш ва ўлчашлар натижасида сигнал сатҳи сўниши учун олинган қийматлардан каттасини танлаш керак. Ушбу моделлар радиосигналларнинг нафақат дифракция ва ионосферада ёйилишини, шу билан бирга уни радионазорат худудида сусайишини эътиборга оладилар.



7.12-расм. Радиотўлқин тарқалиш сатҳининг трасса бўйича ўзгариш эҳтимоллиги, 1 – тўғридан-тўғри кўриниш худудидаги тарқалиш, 2 – дифракция ҳисобига тарқалиш, 3 – радиотўлқинларнинг тропосферада тарқалиши

40 МГц дан 10 ГГц гача диапазонда h/λ нинг катта қийматлари моделидан фойдаланиш тавсия этилади. Бунда ЭММ нуқтаи назаридан учта худудга бўлиш мумкин: қайтган (ер текис); дифракция ва тропосферада ёйилиш. Худудлар чегараси ёрдамчи параметрлар орқали аниқланади:

$$A = \frac{2,08 \cdot 10^8 l_{TT}}{10^3 - 3,75 l_{TT}}; \quad (7.21)$$

$$P = 0,6 + 1,08 \cdot 10^{-8} h_y h_x f, \quad (7.22)$$

бунда, l_{TT} , км (7.11) формула асосида ҳисобланади; h_y, h_x – узатиш ва қабуллаш антенналари баландликлари, м; f – частота МГц ларда ифодаланади.

Худуд чегараларини ҳисоблаш натижасида қуйидагиларни оламиз:

- қайтиш худуди учун

$$l_0 = \frac{1,1 h_y h_x f}{3,47 \cdot 10^5}, \quad h_y h_x f \leq A, \quad (7.23)$$

P ва l_0 ларнинг энг катта қийматлари $P = 0,9$, $l_0 = 0,99l_{TT}$ га тенг,

○ дифракция худуди учун

$$l_{\text{диф}} = l_{TT} - 48,31 \lg f + 163, \quad 10 \text{ МГц} \leq f \leq 10 \text{ ГГц}, \quad (7.24)$$

$$l_{\text{диф}} = l_{TT} - 16,1 \lg f + 91,8, \quad f > 100 \text{ МГц}. \quad (7.25)$$

Тоғли худудлар учун $l_{\text{диф}}$ ни ҳисоблашда 91,8 константа ўрнига тахминан 47...50 олиш тавсия этилади.

Тўлқин тарқалишидаги йўқотишларни ҳисоблаш учун қуйидаги ифодалардан фойдаланиш керак. Қайтишлар худудида:

$$C = C_{\text{оф}} + 5, \quad l \leq l_0, \quad (7.26)$$

бунда, $C_{\text{оф}}$ – очик фазодаги йўқотишлар (7.12 формула асосида ҳисобланади).

Дифракция худуди учун:

$$C = C_{\text{оф}} + 5 + C_{\text{диф}}, \quad l_0 \leq l \leq l_{\text{диф}}, \quad (7.27)$$

бунда, $C_{\text{диф}} = [50(l - l_0)] / (l_{\text{диф}} - l_0)$; $C = C_{\text{оф}} + 55 + C_{TP}$, $l > l_{\text{диф}}$, (7.28)

$$C_{TP} = 20 \lg(l / l_{\text{диф}}). \quad (7.29)$$

Агар радиотрасса узунлиги 400 км дан катта бўлмаса (7.28) ва (7.29) ифодалар амалда фойдаланишга яроқли аниқликдаги қийматларни беради. Бу аниқлик ЭММ масаласини ечиш учун етарли ҳисобланади. Ҳисоблаш аниқлигини ошириш ва 400 км дан ортиқ узунликдаги радиотрассани ҳисоблашда қуйидаги ифодадан фойдаланиш мумкин:

$$C = C_{\text{оф}} + 55 + x \lg(l / l_{\text{диф}}), \quad (7.30)$$

бунда, $x = 20$, агар $1 \leq l / l_{\text{диф}} \leq 4$; $x = 5l / l_{\text{диф}}$ агар $4 \leq l / l_{\text{диф}} \leq 8$ ва $x = 40$ агар $l / l_{\text{диф}} > 8$ бўлса.

Ўлчамсиз коэффициент h/λ нинг кичик қийматларига мос келувчи моделдан 1...1000 МГц диапазонида фойдаланилади. Ундан радиотрассани тўрт турида турлича фойдаланилади, булар: яқин масофада; текис юзада; дифракция ва тропосферик ёйилиш худудида. Буларга худуд чегараларининг уч қийматига мос масофалар тўғри келади ($l_c, l_0, l_{\text{диф}}$). l_c нинг қиймати узатувчи ва қабулловчи антенналар эффектив баландлиги орқали қуйидагича аниқланади: $h' = \sqrt{h_0^2 + h_m^2}$, бунда h_0 – антенна минимал самарадор баландлиги

кўрсаткичи (м), h_m – узатиш антеннасига узаткичдан электромагнит тўлқинлар бериш нуқтасининг ердан баландлиги, (м).

Горизонтал кутбланган тўлқинлардан фойдаланилганда $h_0 = 0$ деб қабул қилинади. Вертикал кутбланган тўлқинлардан фойдаланилганда 7.6-жадвалда келтирилган маълумотлардан фойдаланиш керак. Масофаларнинг чегаравий қийматлари қуйидаги ифодалар орқали ҳисобланади:

$$\lg l_c = \lg f + 0,75h'_y h'_k - 3,92 ; \quad (7.31)$$

$$l_0 = 129 / \sqrt{f} , \quad f \leq 100 \text{ МГц} ; \quad (7.32)$$

$$l_0 = 59,9 / \sqrt[3]{f} , \quad f \geq 100 \text{ МГц} , \quad (7.33)$$

ва $l_{\text{оиф}}$ (7.24), (7.25) формулалар орқали аниқланади.

7.6-жадвал. Тўлқиннинг вертикал кутбланиши учун h_0 параметрлар

Юза тури	$\lg h_0 (h_0, \text{м})$	
	$1 \text{ МГц} \leq f \leq 20 \text{ МГц}$	$20 \text{ МГц} < f \leq 1000 \text{ МГц}$
Денгиз	$-1,61 \lg f + 4,6$	$-2,11 \lg f + 5,4$
Ботқоқ ер	$-2,01 \lg f + 3,98$	$-1,61 \lg f + 3,46$
“Ўртача” намликдаги ер	$-2,01 \lg f + 3,61$	$-1,33 \lg f + 2,74$
Чўл	$-2,01 \lg f + 3,55$	$-1,33 \lg f + 2,68$
Қурук ер	$-2,01 \lg f + 3,48$	$-1,33 \lg f + 2,61$

Ҳар бир ҳудудда сўнишлар турли формулалар орқали ҳисобланади. Яқин ҳудуд учун ($l < l_c$) сўнишлар $C_{\text{оф}} + 5$ дБ этиб олинади. Қолган ҳудудлар учун сўнишлар қуйидаги формулалар орқали аниқланади:

$$C = 111 - 15 \lg h'_y h'_k + 40 \lg l , \quad l_c \leq l \leq l_0 ; \quad (7.34)$$

$$C = C(l_0) + 20 \lg (l / l_0) + 0,62M(l - l_0) , \quad l_0 \leq l \leq l_{\text{оиф}} ; \quad (7.35)$$

$$C = C(l_{\text{оиф}}) + 40 \lg (l / l_{\text{оиф}}) , \quad l > l_{\text{оиф}} ; \quad (7.36)$$

бунда, $C(l_0)$ – масофа $l = l_0$ учун (7.34) формула орқали ҳисобланган ўртача сўниш (йўқотиш) лар; $C(l_{\text{оиф}})$ – (7.35) формула орқали $l = l_{\text{оиф}}$ учун ҳисобланган ўртача сўнишлар. M коэффициент қиймати денгиз юзасида вертикал кутбланиш учун қуйидаги формулалар орқали аниқланади:

$$M = 0,05\sqrt{f} ; 1 \text{ МГц} \leq f \leq 10 \text{ МГц} \text{ частоталар диапазони учун;} \quad (7.37)$$

$$M = 0,5 \lg f - 0,35 ; 10 \text{ МГц} < f < 100 \text{ МГц} \text{ частоталар диапазони учун;} \quad (7.38)$$

нам ер ва вертикал кутбланиш учун

$$M = 0,25 \lg f + 0,06 ; 1 \text{ МГц} \leq f \leq 10 \text{ МГц} \text{ частоталар диапазони учун.} \quad (7.39)$$

Бошқа тур кутбланиш ва ер намлиги ҳолатлари учун $M = 0,143\sqrt[3]{f}$ деб қабул қилинади. Ҳамма ҳолатлар учун M нинг максимал қиймати 0,5 дан кичик бўлиши керак.

Агар $h_y \gg h_k$ ва $l_c \leq l \leq l_0$ бўлса, у ҳолда сўнишлар қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$C = 111 - 10 \lg h'_y - 20 \lg h'_k + 40 \lg l . \quad (7.40)$$

Ҳамма ҳолларда ҳам сўниш (йўқотиш)лар $C_{оф} + 5$ дан кичик бўлмаслиги керак. Агар ҳисоблаш натижасида сўнишлар кичик чиқса, у ҳолда сўнишлар $L_{оф} + 5$ га тенг қилиб олинади. Назарий тадқиқотлар натижасида олинган формулалар ёрдамида ва тажриба натижасида олинган қийматлар юқорида келтирилган моделлардан фойдаланилганда ўртача қиймати 4 дБ дан кўпга фарқ этмайди. Ўлчашлар ва назарий усулда олинган формулалар асосида ҳисоблаш натижаларининг ўртача квадратик фарқланишининг сигнал частотасига боғлиқлиги 7.7-жадвалда келтирилган.

7.7-жадвал. Ўртача квадратик фарқланишининг сигнал частотасига боғлиқлиги

Частоталар диапазони, МГц	Стандарт σ_L , дБ
1...20	6,5
20...100	5 lgf
100...200	13 lgf-16
200...400	14
400...600	-20 lgf+66
600...1000	10
1000...10000	8 lgf-14

Назорат саволлари

1. Антеннанинг йўналтирилганлик диаграммаси деганда нимани тушунасиз?
2. Антенна кучайтириш коэффициенти деганда нимани тушунасиз?
3. Радионурлатиш ва қабуллаш антенналарининг бир-биридан фарқи қайси ҳолатларда юзага келади?
4. Антенналар йўналтирилганлик диаграммасини қандай усуллар билан шакллантириш мумкин?
5. Қайси тур антенналарини биласиз?
6. Базовий станциялар секторли антенналаридан қандай ҳолатларда фойдаланилади?
7. Турли частоталар диапазонида радиотўлқинларнинг ўзига хос тарқалиш хусусиятларини айтиб беринг.
8. Панжарасимон фазалашган антеннанинг йўналтирилганлик диаграммаси қайси усул ёрдамида амалга оширилади?
9. Ер устида, тропосферада ва ионосферада тўлқин тарқалиши қандай бўлади?
10. Метрли ва дециметрли диапазон радиотўлқинлари қандай масофаларгача тарқалиши мумкин?
11. Радиотўлқинлар дифракцияси деганда нимани тушунасиз?
12. Антенналар бир-бирига қандай салбий таъсир этиши мумкин?
13. Антенналарнинг электромагнит мослашувига тегишли қандай хусусиятларини биласиз?
14. Антеннанинг йўналтирилганлик асосий ва ён япроқчалари ЭММга қандай таъсир этади?
15. Радиогоризонт қандай аниқланади?
16. Тропосферада радиотўлқинлар қандай тарқалади ва бу қайси частоталар диапазонида тўри келади?
17. Ионосферада радиотўлқинлар қандай тарқалади ва бу қайси частоталар диапазонида тўри келади?
18. Вертикал ва горизонтал қутбланган тўлқинлар бир-биридан қандай фарқланади?
19. Ҳаракатдаги мобил алоқа тизимларида қайси частоталар диапазонларидан фойдаланиш мумкин?
20. Радиоканаллар орқали узатиладиган электромагнит тўлқин сўнишига нималар таъсир этади?

8-БОБ. РАДИОЭЛЕКТРОН ВОСИТАЛАР ЭЛЕКТРОМАГНИТ МОСЛАШУВИНИ ТАЪМИНЛАШ УСУЛЛАРИ

8.1. Ҳимоя нисбатини аниқлаш усуллари

Юқори частота бўйича ҳимоя оралиғи минимал рухсат этилган қиймати $q_{pэ}$ радиоқабуллаш қурилмаси киришидаги фойдали сигнал қувватининг халақит сигнали қувватига нисбати билан аниқланади, ушбу ҳолда РҚҚ чиқишидаги фойдали сигнал сифати талаб даражасида бўлиши керак, яъни

$$q_{pэ} = (P_{ск} / P_{хк})_{pэ}, \quad (8.1)$$

бунда, $P_{ск}$ ва $P_{хк}$ – мос равишда РҚҚ киришидаги фойдали ва халақит сигналлари қувватлари. Одатда ҳимоя оралиғи децибелларда ифодаланади ва қуйидагича аниқланади:

$$q_{pэ} = 10 \lg(P_{ск} / P_{хк})_{pэ}. \quad (8.2)$$

Ҳимоя оралиғидан аналог ва рақамли радиоалоқа тизимларида ЭММ мезони сифатида фойдаланилади. Ушбу мезоннинг танланишига сабаб одатда РҚҚ чиқишидаги сигнал сифати унинг киришидаги сигнал/халақит (С/Х) нисбати $q_k = P_{ск} / P_{хк}$ билан монотон боғланишдалиги. Халақит таъсирида РҚҚ чиқишидаги фойдали сигнал характеристикалари ёмонлашади, мисол учун, хато қабуллаш эҳтимоллиги ошади, чиқишидаги тасвир ёмонлашади ёки овози ёмонлашади. Ҳимоя оралиғига бир қанча нарсалар сабаб бўлади, масалан, фойдали сигнал ва халақит сигнали ташувчи частоталари орасидаги фарқ, модуляция тури ва модуляция коэффициенти, сигналга ишлов бериш усули, кодлаш усули, РҚҚнинг сезувчанлиги, танловчанлиги ва ҳ.к.

Фойдали сигналнинг унга таъсир кўрсатувчи халақит сигнали бўлган вақтда қабул қилиниш сифати ЭММни таъминловчи мезон учун

$$q_k \geq q_{pэ} \quad (8.3)$$

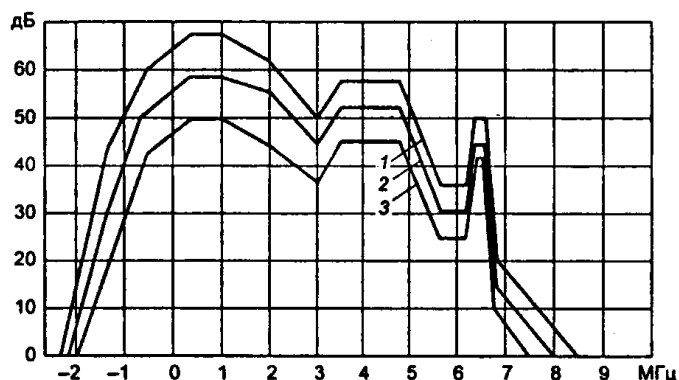
шарти бажарилганда амалга ошади, бунда q_k , $q_{pэ}$ – мос равишда РҚҚ киришидаги сигнал/халақит нисбати ва талаб этиладиган ҳимоя оралиғи (нисбати).

РҚҚ киришида сигнал/халақит нисбати q_k тасодифий равишда ўзгариши натижасида ЭММ шарти маълум вақт оралиғи (T , %) да бажарилмаслиги мумкин, натижада чиқиш сигнали сифати $q_k < q_{pэ}$ бўлган вақтларда талаб даражасидан ёмон бўлади. Мисол учун, рақамли радиоалоқа тизимларида ушбу (T , %) вақт оралиғида хатолик коэффициенти (хатолик

эхтимоллиги) талаб даражасига қараганда ошади. Шунинг учун радиохизматлар учун хатолик коэффициенти рухсат этилганидан катта бўлиши йилнинг қайси ойлигидан қатъий назар аввалдан белгиланган T_6 , % дан катта бўлмаслиги керак. Масалан, тўғридан-тўғри кўринувчи рақамли РРЛга муқим сунъий йўлдош орқали алоқа тизими халақит қилиши натижасида хато қабуллаш эҳтимоллиги 10^{-6} нинг 0,04% дан катта бўлмаслиги керак.

Талаб этиладиган ҳимоя нисбати фойдали сигнал ва халақит сигнали модуляцияси турига ва уларнинг ташувчилари орасидаги фарққа боғлиқ. Одатда тасвир ва товуш сигналлари учун радиосигнал ҳимояланиш нисбати субъектив баҳоланади. Халақит нисбати ХЭИ тавсияси асосида аниқланади ва сифати беш баллик тизим асосида баҳоланади. Телевизион каналларда чиқиш сигналининг 4,5 баллигига, тасвирда сезилмас даражада кичик халақит пайдо бўлади. Халақит таъсиридаги чиқиш сигнали бузилишларини ахборот олувчи ёки юқори малакали мутахассислар гуруҳи баҳолайдилар.

Ушбу экспертлар гуруҳи томонидан берилган баҳоларга статистик усулда ишлов бериш натижалари жадвал ва графиклар шаклида ифодаланади. 8.1-расмда SEKAM D,K стандарти телевизион сигналига гармоник тебраниш ёки ушбу телевизион сигнал ЧМ овоз ташкил этувчиси таъсиридаги ҳолатлар учун ҳимоя нисбати экспертлар баҳолари асосида олинган натижалари келтирилган. Ушбу расмда ҳимоя нисбати фойдали ТВ сигнал ташувчиси ва халақит (ОВЧУМ) радиосигнал ташувчилари орасидаги фарққа боғлиқлиги кўринишида келтирилган. Бундай халақит бешинчи телевизион канал (92-100 МГц) га созланганда, 88...108 МГц частоталар диапазонидаги радиоэшиттириш каналлари таъсирида ҳосил бўлади.



8.1-расм. SEKAM D,K стандарти телевизион сигналига гармоник тебраниш ёки ушбу телевизион сигнал ЧМ овоз ташкил этувчиси таъсиридаги ҳолатлар учун ҳимоя нисбати:

1-сезилувчанлик бўсағаси, 2-яхши сифат, 3-қониқарли сифат

РҚҚ киришидаги халақит нисбатини унинг чиқишидаги халақит максимал рухсат этилган қиймати маълум бўлса (алоқа каналида) ёки рақамли радиоалоқа тизими учун демодулятор киришидаги халақит максимал рухсат этилган сатҳи берилган бўлса, аналитик усулда аниқлаш мумкин. Турли космик ва ер усти радиоалоқа тизимлари учун ЭММни

таъминловчи ўзаро халақитлар сатҳлари учун, чегаравий рухсат этилган сатҳлар учун меёрлар ХЭИ тавсияномасида келтирилган.

Мисол учун, 1 ГГц частотада муқим РРЛ ва сунъий йўлдош алоқа тизими орқали телефон хабарлари аналог кўринишда узатилганда, телефон канали чиқишидаги минутига шовқин ўртача психометрик қуввати (1000 Вт) ой давомида 20% дан кам вақт оралиғида рухсат этилган халақит сатҳидан катта бўлади. Қўзғалмас (муқим) сунъий йўлдошдан рақамли ва ҳаракатдаги радиоалоқа тизимидан биргаликда фойдаланилганда унинг чиқишида 10^{-6} эҳтимоллик билан хатоликка олиб келувчи халақит сатҳи демодулятор киришидаги умумий халақит қийматидан 10% дан камини ташкил этиши керак. Хатолик коэффициентини 10^{-4} гача ошириш мумкин, аммо у бир ойда 0,03% дан ошмаслиги керак.

8.1.1. Аналог радиоалоқа тизими қабуллаш қурилмасига халақитлар таъсири

Фойдали радиосигнал частотаси модуляцияланган частота бўйича ажратиладиган кўп каналли (ЧМ-КЧА) сигнал. Ушбу кўп каналли ЧМ сигнал частотаси телефон хабари билан модуляцияланган халақит сигнали аналог ёки рақамли бўлиши мумкин. Қабуллаш қурилмаси чиқишидаги (тонал частота канали) нисбий сатҳи ноль ($P_c=1$ мВт) бўлган фойдали сигналга нисбатан ўлчанган психометрик халақит қуввати $P_{хк}$ пВт қуйидагича аниқланади:

$$P_{хк} = P_{куп} \Delta F_k k_n^2 10^9 F_k^2 D(\epsilon, \delta) / [P_{ск} F_{сю} B^2(F_k) \Delta f_k^2], \quad (8.4)$$

бунда, $P_{куп}$ – РҚҚ киришидаги халақит сигнали қуввати; $P_{ск}$ – фойдали кириш сигнали қуввати; $\Delta F_k = 3,1$ кГц – ТЧ канали полосаси кенглиги; $k_n = 0,75$ – психометрик коэффициент; F_k – канал ўртача частотаси; $F_{сю}$ – модуляцияловчи сигнал энг юқори частотаси; $B(F_k)$ – бирламчи бузиш коэффициенти; Δf_k – битта каналга мос келувчи частота девиацияси; $D(\epsilon, \delta)$ – фойдали сигнал ва халақит сигналлар энергетик спектрлари сверткалари (кўпайтмалари). Халақит каналнинг энг юқори частотали қисмида ўзининг энг катта қийматига эришади, бунда $F_k = F_{кю}$, $\epsilon = 1$. Бу ҳол учун (8.4) ни эътиборга олган ҳолда ҳимоя нисбати қуйидагича аниқланади:

$$q_{pз} = 88,43 - 10 \lg P_{x_{pз}} + 20 \lg (F_{сю} / \Delta f_k - 10 \lg F_{сю} + 10 \lg D(1, \delta)), \quad (8.5)$$

бунда, $P_{x_{pз}}$ – ТЧ канали чиқишида бир манба (канал) ҳосил қиладиган халақит рухсат этилган энг катта қиймати 800 пВт бўлиб, бу халақит қиймати бир ойда 20% дан кам вақт оралиғида сигнал қувватидан катта бўлади.

8.1.2. Рақамли радиоалоқа тизими қабуллаш қурилмасига халақитлар таъсири

Рақамли космик радиоалоқа тизимларида кўп ҳолларда M -ҳолатли ФМ (M -ФМ) сигналлардан фойдаланилади. Халақитлар таъсирида демодулятор чиқишида хато қабулланган символлар сони ошади. ЭММ мезонига кўра, демодулятор киришида бир манба таъсирида юзага келадиган халақит унинг киришидаги шовқин умумий қуввати $P_{ш}$ нинг “ a ” фоизидан ошмаслиги керак. Шовқиннинг умумий қуввати $P_{ш}$ дан кичик ҳоллар учун алоқа сифатини баҳолаш коэффиценти – халақитбардошлик 10^{-6} дан кичик бўлмаслиги керак. Агар демодулятор киришидаги сигнал шовқин нисбати $C/Ш=C_{ном}=10\lg(P_c/P_{ш})_к$ бўлганда хатолик коэффиценти 10^{-6} бўлса, у ҳолда ЭММ мезонига асосан битта манба учун фойдали сигнал қувватининг халақит сигнали қувватига нисбати қуйидагига тенг бўлади:

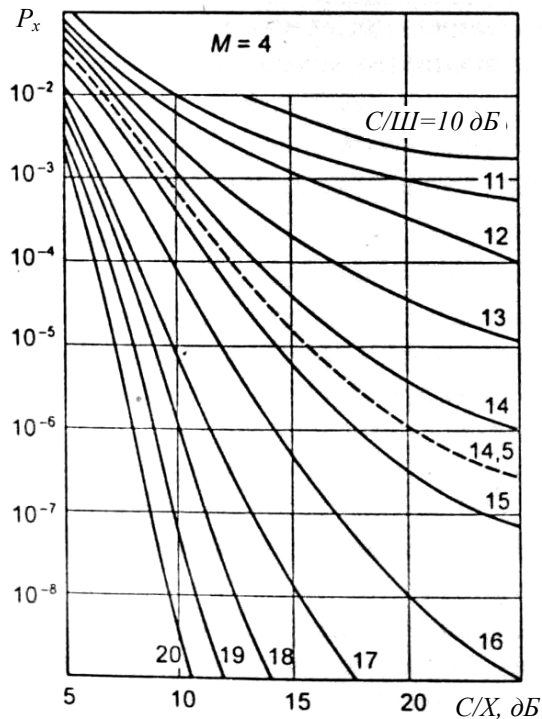
$$q_{мрз} = C_{ном} + 20 - 10\lg a . \quad (8.6)$$

Агар фойдали сигнал спектрига бир вақтнинг ўзида N та бир хил қувватли халақит жойлашса, у ҳолда ҳимоя нисбати N марта катта қилиб олиниши керак, яъни:

$$q_{мрз} = C_{ном} + 20 - 10\lg a + 10\lg N . \quad (8.7)$$

4-ФМ идеал радиоалоқа тизимида 10^{-6} га тенг потенциал халақитбардошлик бўлиши учун унинг демодулятори киришидаги фойдали сигнал қувватининг ҳарорат шовқини қувватига нисбати $C_{ном} = 14$ дБ бўлганда эришилади. Агар РҚҚ киришида ҳарорат шовқинидан ташқари яқка халақит радиосигнал ҳам бўлса, у ҳолда $C_{ном}$ ни ҳисоблашлар натижасида олинган 8.2-расм орқали аниқлаш мумкин. Ушбу графикларда 4-ФМ демодулятор чиқишида пайдо бўладиган хатоликлар P_x нинг РҚҚ киришидаги C/X нисбати турли қийматларига боғлиқликлари келтирилган. Ушбу график $P_x = \Phi(C/X)$ дБ кўринишида келтирилган. Графикдан 10^{-6} хатолик коэффиценти унинг киришида $C/Ш=14$ дБ (сигнал/шовқин нисбати) бўлганда таъминланади.

8.7-формула ва 8.2-расмдаги графиклар идеал алоқа канали учун ҳисобланган бўлиб, реал радиоалоқа канали идеалдан қанча катта фарқланса халақитбардошлик мос равишда монотон камайиб боради ва потенциал халақитбардошликдан анча фарқланади. Бунга асосий сабаблар: реал радиоканал АЧХ ва ФЧХларининг идеалдан фарқи борлиги; синхронизациядаги номуносивбликлар; гетеродин частотасининг ўзгариши; сигнал сатҳининг ўзгарувчанлиги ва ҳ.к.



8.2-расм. Халақитбардошлиқнинг C/X нисбатига ва модуляция турига боғлиқлиги

Тажриба натижалари ва ХЭИ тавсиялари асосида сифат йўқотишлари куйидаги ифода орқали аниқланиши мумкин

$$\Delta = 3 + 0,7 \log_2 M, \quad (8.8)$$

бунда, Δ – энергетик йўқотишлар, дБ; M – радиосигнал фазаси манипуляцияси турли сатхлари сони. Ушбу энергетик йўқотиш коэффициенти идеал радиоалоқа каналида эришиладиган хатолик коэффициенти таъминлаш учун реал радиоканал демодулятори киришидаги сигнал/шовқин нисбатини қанча миқдорда ошириш кераклигини кўрсатади. Юқоридагиларни эътиборга олган ҳолда, 4-ФМ реал алоқа канали демодулятори киришидаги с/ш нисбатини (8.8) ифода ва 8.2-расмдаги чизмалардан фойдаланиб аниқлаш керак, яъни:

$$C'_{ном} = C_{ном} + 3 + 0,7 \log_2 M = 14 + 3 + 1,4 = 18,4 \text{ дБ.}$$

(8.7) дан $a=6\%$ бўлган ҳолат учун химоя нисбати куйидагича аниқланади:

$$q_{мрз} = 8,4 + 20 - 10 \lg a + 10 \lg N = 30,6 + 10 \lg N. \quad (8.9)$$

(8.9) ифодадан ҳамма турли халақитлар таъсир этганда фойдаланиш мумкин.

8.1.3. Ҳар бир ташувчидан битта фойдали рақамли сигнал учун фойдаланилган ҳолат

Одатда ҳалақит берувчи радиосигналлар спектрини оддий бир каналли радиосигналлар спектрдан бир неча марта катта ва тор полосали радиоканал полосасида ҳалақитлар спектри бир текис тақсимланган деб ҳисоблаш мумкин. ЧМ-КЧА аналог ҳалақит сигнал учун ҳимоя нисбати қуйидагича аниқланади:

$$q_{мпз} = C'_{ном} + g_m(0) = 10 \lg(\Delta f_{БК} / F_{мю}) - 10 \lg a, \quad (8.10)$$

бунда, $g_m(0)$ – ҳалақит сигнали нормаллаштирилган спектр зичлиги қуввати максимал катталиги; $\Delta f_{БК}$ – бир канал полосаси кенглиги.

ИКМ-ФМ турли рақамли ҳалақит сигналидан ҳимоя нисбати:

$$q_{мпз} = 30,6 + 10 \lg(\Delta f_{БК} / \beta R), \quad (8.11)$$

бунда, $1/\beta R$ – рақамли ҳалақит сигнали спектр зичлиги қувватининг максимал нисбати; $\Delta f_{БК} / \beta R$ – битта канал полосасига таъсир этувчи ҳалақит сигнали улушини билдиради (аниқлайди). Агар ҳалақит сигнали фойдали сигнал каби бир каналли ва ташувчиларининг частотаси бир-бирига тенг бўлса, у ҳалақитнинг ҳамма қуввати фойдали сигнал демодулятори киришига таъсир қилади. Бу ҳолда ҳимоя нисбати:

$$q_{мпз} = 30,6 \text{ дБ}. \quad (8.12)$$

га тенг бўлади.

8.2. Турли радиохизматлар учун ЭММ мезонлари ва уларни бажариш шартлари

Маълум электромагнит шароит (муҳит)да радиохизматлар учун ЭММ шарти бажарилишини ягона аниқловчи ЭММ мезони деганда ЭММ рухсат этилган кўрсаткичи ёки бир неча ЭММ рухсат этилган кўрсаткичлари (РЭК) тушунилади. Ўз таркибига кўра ЭММ РЭКни уч турга бўлиш мумкин: оддий, гуруҳлар ва умумлашган. Оддий ЭММ РЭКга ЭМШ ифодаловчи (характерловчи) элементар энергетик кўрсаткичлар киради:

- ҳалақит сигнали манбаи (радиостанцияси) ва ушбу сигналдан таъсирланувчи (қабулловчи) қурилма орасидаги масофа;

- ҳалақит келиш йўналиши бурчаги φ_x , яъни қабуллаш қурилмаси антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси (ЙД) ва ҳалақит манбаи жойлашган нуқта орасидаги бурчак;

- фойдали сигнал ва ҳалақит сигнали ташувчи частоталари f_c ва f_x орасидаги фарқ, яъни $\Delta f_\phi = |f_c - f_x|$;

- қабуллаш қурилмаси киришидаги халақит сигнали қуввати $P_{\text{хк}}$, дБВт.

Гуруҳ ЭММ РЭКига элементар энергетик кўрсаткичлар тўплами ёки унга эквивалент бўлган қандайдир ушбу тўплам тизим кўрсаткичлари функцияси киради:

- халақит станция изотроп нурлатаётган эквивалент қувват $P_{\text{из}}$, дБВт;
- халақит станция қувват оқими зичлиги W_x , дБВт/м²;
- сигнал/халақит нисбати q_x ва унинг қабуллаш қурилмаси киришидаги ўзгармас (ўрнатилган) U_x га нисбатан камлиги, фоизда;

- частота-худудий фарқ (ЧХФ), бу кўрсаткичлар гуруҳи оддий масофавий фарқ (МФ), бурчак фарқи (БФ) ва частоталар фарқи (ЧФ) лардан ташкил топган;

- халақитларнинг сўниш коэффиценти C , дБ.

Умумлаштирилган ЭММ РЭК таркибига амалда ўзаро таъсирланувчи ҳамма радиохизматлар элементар кўрсаткичлари киради:

- халақитлар қуввати $P_{\text{хк}}$ ва унинг аналог радиоалоқа тизими қабуллаш қурилмаси чиқишида пайдо бўлиши T_x , фоизларда;

- рақамли радиоалоқа тизими хато қабуллаш эҳтимоллиги P_x ва унинг чиқишида пайдо бўлиши $T_{\text{п}}$, фоизларда;

- радиочастоталар спектридан фойдаланиш самарадорлиги, \mathcal{E}_f ;

- ЭММ шартларини бажариш учун талаб этиладиган кўшимча маблағлар.

Шундай қилиб, ЭММ мезони миқдоран ЭММ РЭКнинг рухсат этилган қийматларидан иборат. Баъзи ҳолларда ЭММ мезони ўзига мос номланишлар олади, масалан:

- халақит манбаи ва РКҚ орасидаги энг кичик масофа, худудий фарқ (ХФ) ёки координаталар оралиғи (КО);

- рухсат этилган халақит сигнали келиш минимал бурчаги - $\phi_{\text{хмп}}$ - бурчак фарқи (БФ);

- фойдали сигнал ва халақит сигнали частоталари орасидаги рухсат этилган минимал фарқ ($\Delta f_{\text{фр}}$ - частоталар фарқи (ЧФ));

- худудий фарқ ва частоталар фарқи биргаликда частота-худудий фарқ (ХЧФ)ни ташкил этади;

- сигнал/халақит минимал рухсат этилган қиймати $q_{\text{мп}}$, ҳимоя нисбати.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, ЭММ мезони фақат маълум ЭМШ учун керакли чекланишга эга бўлиб, у маълум частоталар полосаси ва радиохизматлар муқим жойлашган ҳолатга тегишли.

Халқаро миқёсда ЭММ мезонлари ХЭИ томонидан ишлаб чиқилади ҳамда радиоалоқа регламенти (РР) тегишли тавсияномаларида эълон қилинади. Бунда Миллий алоқа маъмуриятларининг тавсиялари ушбу ЭММ мезонлари тавсияларидан фарқ қилиши мумкин. Мисол учун, бошқа алоқа

маъмуриятлари фаолиятига зарар етказмасдан турли хизматлар орасидаги халақитларни фойдаланилаётган частоталардан биргаликда фойдаланишда ЭММ мезонларига кичик ўзгартиришлар киритилиши мумкин. Юқоридаги ҳолатларни эътиборга олган ҳолда РРда халақитлар сатҳи қуйидагиларга бўлинган:

- рухсат этилган халақит – булар РР ва ХЭИ тавсияларида келтирилган халақитлар миқдори мезонлари ва полосалардан биргаликда фойдаланиш мезонлари бажарилганда кузатиладиган ёки кутиладиган халақит;

- чидаса бўладиган халақит (приемлемая помеха) – рухсат этилган халақитдан каттароқ сатҳли, икки ёки бир неча алоқа маъмуриятлари билан келишган аммо бошқа алоқа маъмуриятлари фаолиятига зарар келтирмайдиган халақит.

Радиоҳизматлар фойдаланадиган кўп сонли станцияларнинг ЭММ нуқтаи назаридан оптимал (мутаносиб) ишлашини таъминлаш мураккаб масала ҳисобланади. Бу ҳолат ер устида муқим жойлашган станциялар, муқим ҳолатда ишлайдиган ер сунъий йўлдошлари орқали алоқа станциялари биргаликда ишлаган ҳудудда юзага келади. Чунки ердаги РРЛ станциялар сони жуда кўп бўлиши мумкин. Бу ҳолларда ЭММни қўшимча таъминловчи оддий ва гуруҳлар учун ЭММни таъминлаш мезонларидан фойдаланилади. Мисол учун, космик алоқа (КА) тизимларида ер устидаги сигнал оқими зичлиги қуввати ер устида муқим жойлашган радиостанциялар ва сунъий йўлдош орқали алоқа тизими (СЙАТ) эффектив (самарали) изотроп нурлантирилаётган қувват (ЭИНҚ), ердаги муқим жойлашган станциялар нурлатишлари асосий йўналишлари ва геостационар космик станция жойлашган нуқта орасидаги бурчак берилган бўлади.

8.2.1. Турли радиоҳизматлар учун ЭММ турлари ва мезонлари қийматларини аниқлаш

ЭММ мезонлари турлари ва қийматларини аниқлашда радиоҳизматлар томонидан радиочастоталар полосасидан биргаликда фойдаланишнинг ўзига хос хусусиятларидан фойдаланиш керак. ЭММ мезонлари биргаликда фойдаланиладиган радиоҳизматлар ривожланишига қийинчиликлар туғдирмаслиги, аксинча улар томонидан бир-бирига халақитлар энг катта рухсат этилган сатҳда ва эффектив изотроп-нурлатиш қувватлари келишилган қийматларда, улар талаб этиладиган сифат билан ишлашлари керак бўлади. Шунинг учун ЭММ мезонлари ушбу частоталар полосасида ўзаро халақитлар сатҳи рухсат этилгандан кичик ҳолатда ишлашини таъминлаш нуқтаи назаридан танланади. Бунда халақитлар сатҳи максимал рухсат этилган сатҳдан 10...20% га катта бўлишига ҳам йўл қўйилади. Бундай ҳолат ерда муқим жойлашган алоқа тизимлари ва муқим жойлашган сунъий йўлдош орқали алоқа тизимларида учрайди.

Шу билан бирга ер усти радиоэшиттириш хизмати ва сунъий йўлдош орқали радиоэшиттириш тизимларида ЭММ мезони сифатида q_m ва T_m

қийматлари меёрланган. Баъзи радиохизматлар учун ЭММ мезони сифатида қабуллаш қурилмаси киришидаги халақит сигнал сатҳи фойдали сигнал сатҳидан 5...10 дБ кичик бўлиши танланган.

Биргаликда ишлайдиган алоқа тизимларининг халақит сигнали учун рухсат этилган сатҳининг оширилиши натижасида уларнинг ишлаш сифатлари ёмонлашиши уларнинг техник кўрсаткичлари яхшиланиши ҳисобига қопланиши ва уларнинг энергетик кўрсаткичлари яхшилаш учун кўшимча сарф-ҳаражатлар ҳисобига ЭММни таъминлаш керак бўлади.

ЭММ мезонларини ишлаб чиқишда халақитларнинг икки тури ҳисобга олиниши керак:

- биринчилик асосида биргаликда фойдаланилаётган частоталар полосасидан фойдаланаётган радиохизматлар пайдо қиладиган халақитлар. Бу халақитлар тўлиқ ёки қисман радиоқабуллаш қурилмаси асосий полосасига тўғри келади.

- биринчилик асосида частоталар полосасидан фойдаланмайдиган радиохизматлар ҳосил қиладиган халақитлар. Бу халақитлар кўп сонли ва турлича бўлиб, уларни нормал тақсимот қонунига – Гаусс қонунига бўйсунадиган шовқинлар деб ҳисоблаш мумкин.

Халақитлар вақт бўйича ўзгарувчанлиги сабабли ЭММ мезонининг битта қиймати ЭММни ҳисоблаш учун етарли эмас. ЭММ мезонининг узок вақт (20%) ва қисқа вақт (1% дан кичик) учун қийматлари адабиётларда келтирилган. Қисқа вақтда таъсир этувчи халақитнинг аниқ қиймати унинг таъсири ўрганилаётган тизим ишлаш сифатига бўлган талабларга боғлиқ. Адабиётларда ердаги муқим алоқа тизими ва муқим жойлашган сунъий йўлдош орқали алоқа тизими учун ЭММ мезонлари келтирилган.

Амалиётда жуда кўп халақитлар манбаи мавжуд бўлиб, улар радиотизимлар ишлаш сифатини ёмонлаштирадиган, бундан ташқари бир халақитнинг ўзи бир радиотизимнинг турли қисмларига бир вақтнинг ўзида таъсир этиши мумкин. Мисол учун, бир неча станциялар кетма-кетлигидан ташкил топган РРЛ алоқа тизими. Бундай ҳолларда умумий сифат кўрсаткичларини ҳар бир участкаларга тақсимлаш ва ҳар бир участкадаги сифат кўрсаткичлари ёмонлашишини халақитлар турли манбаларига бўлиш керак. Юқоридаги усулни узок давом этадиган халақитларга нисбатан қўллаш (халақитлар сатҳининг Релэ қонуни бўйича сўниши) унинг сатҳи қабуллаш қурилмаси хусусий шовқини сатҳидан 10 дБ га кам бўлганда, тизим сифат кўрсаткичи 10% дан ошмайди.

ЭММ мезонини аниқлашда қабуллаш қурилмаси киришида халақитлар пайдо бўлиш эҳтимоллигини ҳам эътиборга олиш керак бўлади. Бу турли баҳолашда радиотўлқинлар тарқалишининг замонавий моделидан фойдаланиш керак. Бунда узатишдаги сигнал сатҳининг камайишига таъсир этадиган турли сабабларни (ходисалар)ни эътиборга олиш керак бўлади. Булар атмосферадаги ютушлар, дифракция ҳодисаси натижасида юз берадиган йўқотишлар, метеорлар ва атмосферанинг бир жинсли эмаслиги, кутбланиш ва кўп нурли тарқалиш ва ҳ.к.лар. Бундан ташқари халақитлар

йиғиндиси сатҳи ва битта халақит сигнал сатҳини эътиборга олиш ҳам баъзан керак бўлади.

ХЭИ томонидан асосий радиохизматлар учун тавсия этилган ЭММ мезонлари [7] адабиётдаги 3.1-3.6-жадвалларда келтирилган. Улар асосида умумий частоталар полосасидан турли РЭВлар (модуляция тури ҳар хил) жойлашиши масаласи ечилади.

8.3. Частота-худудий жойлаштириш (разнос) меъёрларини ҳисоблаш ва РЭВлар учун частоталар канални тайинлаш

РЭВ ЭММ таҳлилининг асосий вазифаларидан бири биргаликда фаолият кўрсатаётган частоталари бир-биридан фарқ қиладиган ва антенналари ўзаро турлича йўналтирилган бир-бири билан мослашмаган турли радиоузаткичлар ва радиоқабуллаш қурилмаларининг худудда энг кам рухсат этиладиган масофасини аниқлаш бўлади. Агар худудий жойлашиш оралиғи талаб этиладиган худудий оралиқ (ХО)дан (баъзан координаталар оралиғи (КО) деб аталади) катта бўлса, бу ҳолда таҳлил этилаётган РЭВлар учун ЭММ шарти бажарилган ҳисобланади.

РЭВлар ЭММ шартларини самарали мослаштириш усулларида бири ўзаро таъсирда бўлган РЭВлар учун ЧХО меъёрларини қўллаш ҳисобланади. ЧХО меъёрлари ўзаро боғлиқ бўлган ЧФ, БФ ва КО алоҳида қийматлари учун ЭММ шартларидан иборат. ЧХО меъёрлари асосида маълум бир худудда жойлашган радиоузатиш ва қабуллашни амалга оширувчи РЭВлар учун аниқ бир ишчи частота аниқланади. Бундан ташқари ЧХО меъёрлари берилган ишчи частота диапазолида РЭВ антенналари йўналтирилганлик диаграммаларига талабларни аввалгидан аниқроқ ифодалаш имкониятини беради.

ЧХО меъёрлари ЭММ мезонлари бажарилиш шарти орқали аниқланади. ЭММ мезонлари эса ўз навбатида фойдали сигнал ва халақит сигнали таъсирида тасодифий ўзгарувчи ЭММ кўрсаткичини статистик меъёрлайди. Фойдали сигнал ва халақит сигналларнинг ўзгарувчан тасодифий сўниш(замирание)и тўлқин тарқалиши натижасида юзага келади. Фойдали сигнал ва халақит сигнали сатҳларининг қабуллаш қурилмаси киришидаги сатҳи ўлчашлар натижасида эмпирик катталиқ шаклида баҳоланади. Ҳаракатдаги алоқа ва радиоэшиттириш тизимлари учун фойдали сигнал ва халақит сигнали сатҳлари логарифмик нормал тақсимот қонунига бўйсунди.

ЭММ мезони ахборот қабуллаш сифати рухсат этилган $T_{pэ}$ вақт оралиғида ёмонлашишига йўл қўяди, ушбу вақт давомида халақит қуввати P_x алоқа тизими чиқишида рухсат этилганидан катта бўлади. Бу ҳолда ЭММ шартининг бажарилиши қуйидаги кўринишни олади:

$$T_x(P_{xpэ}) \leq T_{xpэ}, \quad (8.13)$$

бунда, $T_x(P_{x_{\text{пр}}})$ – халақит $P_x > P_{x_{\text{пр}}}$ шарти учун интеграл тақсимот функцияси (ИТФ).

Кўп каналли телефон сигналлари узатиладиган ерда муқим жойлашган алоқа тизими ва муқим жойлашган сунъий йўлдош орқали алоқа тизими учун ЭММ мезони рухсат этилган халақит қуввати $P_{T_{\text{пр}}}$ сифатида телефон канали чиқишидаги нолинчи сатҳ сифатида қабулланган $P_c = 1$ мВт га нисбатан аниқланади. Аналог телевизион сигналлар учун ЭММ мезони тасвир канали чиқишидаги $q_{TB_{\text{пр}}}$ ва овоз канали чиқишидаги $q_{OB_{\text{пр}}}$ сигнал/халақит нисбати (С/Х)ни ушбу канал синфига қараб меёрлайди. Рақамли ЕМАТ ва МСЙАТ учун ЭММ мезони сифатида символларни хато қабул қилиш рухсат этилган эҳтимоллиги $P_{x_{\text{пр}}}$ дан фойдаланилади. Бунда ЭММ меёрлари алоқа канали сифатига бўлган талабга қараб бир неча қийматларга эга бўлиши мумкин. Одатда ЭММни таҳлил этишда $T_{x_{\text{пр}}}$ нинг кичик қийматларидан фойдаланилади.

Бир қатор радиохизмат тизимлари (ҲАТ, РРЛАТ, ЕРА) учун ЭММ мезони сифатида қабуллаш қурилмаси киришидаги ҳимоя нисбати $q_{x_{\text{пр}}}$ танланади. Бунда РҚҚ киришидаги С/Х q_x қиймати ойига $T_{x_{\text{пр}}}$ процент вақт оралиғида $q_{x_{\text{пр}}}$ дан кичик бўлиши керак. Бу ҳолда ЭММ шарти қуйидагича аниқланади:

$$T_x(q_{x_{\text{пр}}}) \leq T_{x_{\text{пр}}}, \quad (8.14)$$

бунда, $T_{x_{\text{пр}}}$ – ҳимоя нисбати $q_x = q_{x_{\text{пр}}}$ бўлганда С/Х интеграл тақсимот функцияси қиймати.

Ҳаракатдаги алоқа тизимлари (ҲАТ) ва ЕМАТлари учун ЭММ мезони сифатида РҚҚ антеннаси жойлашган нуқтада халақит сигнали электромагнит майдони кучланганлиги $E_{x_{\text{пр}}}$ дан фойдаланилади. Бу ҳолат учун ЭММ шарти (8.14) га ўхшаш бўлади ва қуйидаги кўринишни олади:

$$T_x(E_{x_{\text{пр}}}) \leq T_{x_{\text{пр}}}, \quad (8.15)$$

бунда, $T_x(E_{x_{\text{пр}}})$ – электромагнит майдон кучланганлиги $E_x = E_{x_{\text{пр}}}$ бўлган ҳолат учун ИТФ қиймати.

Баъзи ҳолларда ЭММ мезони сифатида РҚҚ киришидаги халақит сигнали қуввати рухсат этилган қиймати $P_{x_{\text{пр}}}$ дан фойдаланилади. Бу ҳолат учун ЭММ шарти (8.15) га ўхшаш бўлади:

$$T_x(P_{x_{\text{пр}}}) \leq T_{x_{\text{пр}}}, \quad (8.16)$$

бунда, $T_x(P_{xp})$ – халақит қуввати $P_x = P_{xp}$, бўлгандаги ИТФ қиймати. Бу ҳолат учун ЧХОни ҳисоблаш координацион масофа R_k , дБВт ни аниқлаш билан боғланган.

8.3.1. Аналог алоқа тизимлари учун ЧХО меъёрларини аниқлаш усули

Телефон канали чиқишидаги нисбий сатҳи нольга тенг бўлган нуқтага нисбатан халақитлар қуввати [пВт] қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$P_{T\Phi} = 10^9 / \aleph Q_x, \quad (8.17)$$

бунда, \aleph – халақит сусайиши коэффиценти (ХСК) бўлиб, у фойдали сигнал ва халақит сигнали ташувчи частоталари фарқиға, уларнинг спектрлари энергетик параметрларига ва РКҚ характеристикаларига боғлиқ; Q_x – С/Х қиймати (маротаба) ζ коэффиценти ўзгармас бўлиб, унинг қийматларини қабуллаш ва узатиш қурилмаларининг ўзаро турли ҳолатлари учун адабиётлардан топиш мумкин.

$P_{T\Phi}$ учун ИТФни ҳисоблаш учун (8.17) ифодани [7] адабиётдаги (3.28)-(3.30) формулалар асосида $i = 1$ бўлганда, қуйидагича ёзиш мумкин:

$$P_{T\Phi} = Z_{T\Phi} \Delta V_x^2 / \Delta V_c^2, \quad (8.18)$$

бунда, $Z_{T\Phi}$ – ЭММ умумлашган энергетик параметри,

$$Z_{T\Phi} = 10^9 / \zeta Q_{xc}. \quad (8.19)$$

(3.30) асосида (8.18) ни эътиборга олиб, қуйидагига эришамиз:

$$T_x(P_{T\Phi p}) = T_c(\Delta V_c = \sqrt{Z_{\Phi} / P_{T\Phi p}}) + T_x(\Delta V_x = \sqrt{P_{T\Phi} / Z_{T\Phi p}}). \quad (8.20)$$

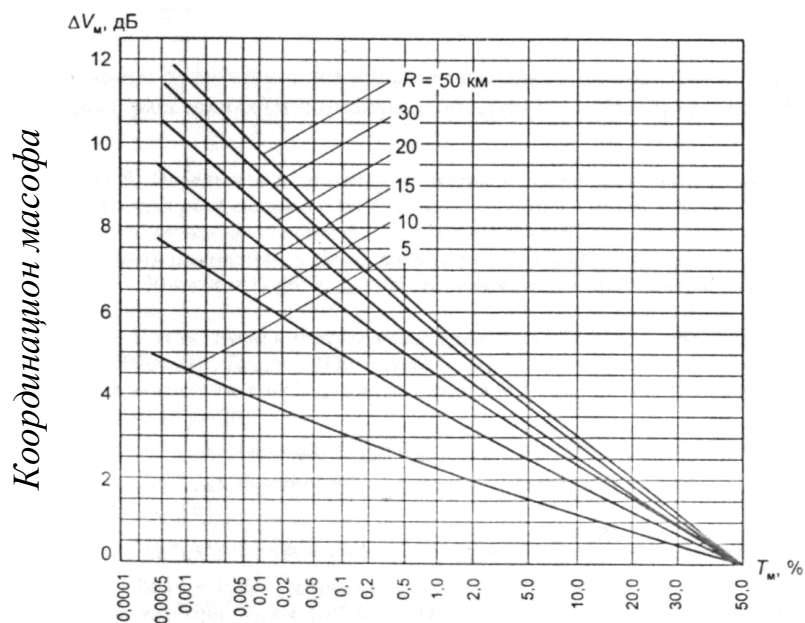
(3.34) ва (3.35) формулалардан фойдаланиб T_{xp} , ΔV_{xp} ва ΔV_{cp} ларни ҳисоблаш учун қуйидаги ифодаларни оламиз:

$$T_{xp} = T_x(P_{T\Phi p}) - T_c(\Delta V_{cp}), \quad (8.21)$$

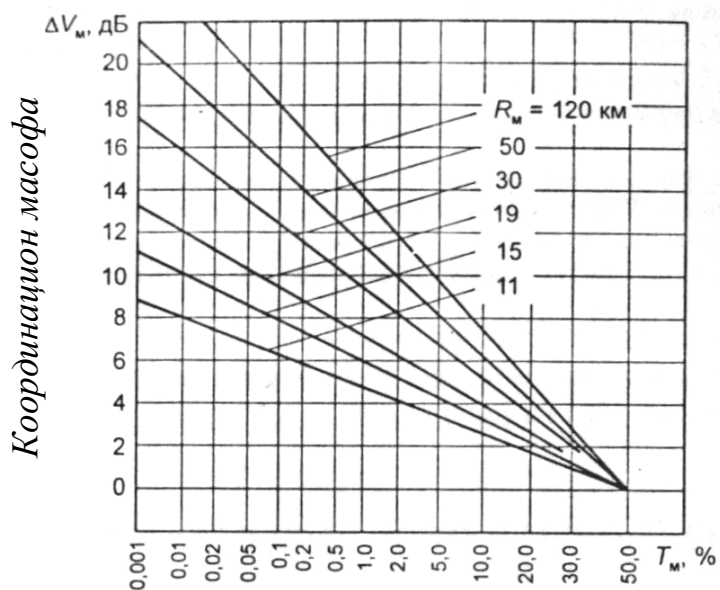
$$\Delta V_{cp} = \sqrt{Z_{T\Phi} / P_{T\Phi p}}, \quad (8.22)$$

$$\Delta V_{xp} = \sqrt{P_{T\Phi p} / Z_{T\Phi}}. \quad (8.23)$$

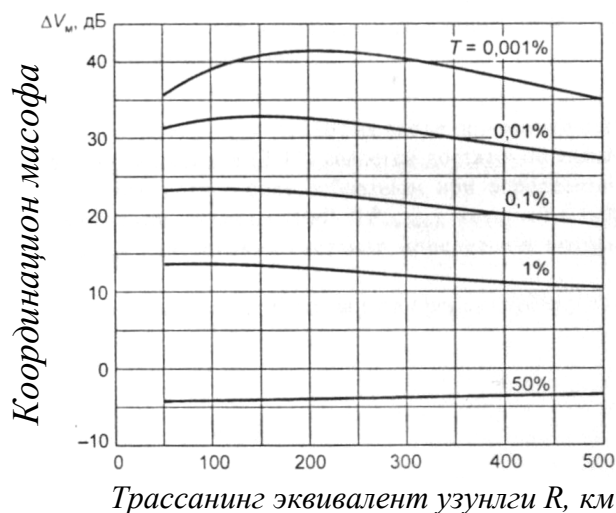
Ушбу олинган қийматлардан ва 8.3÷8.5-расмлардан фойдаланиб координацион масофа (минимал-рухсат этиладиган худудий оралик)ни аниқланади.



8.3-расм. Координацион масофа (минимал-рухсат этиладиган ҳудудий оралик)нинг T_m га боғлиқлиги



8.4-расм. Координацион масофа (минимал-рухсат этиладиган ҳудудий оралик)ни аниқлаш



8.5-расм. Трассанинг эквивалент узунлиги аниқлаш

8.3.2. Рақамли алоқа тизимлари учун ЧХО меъёрларини аниқлаш усули

Рақамли алоқа тизимлари учун ЭММни таҳлил этиш ва ЧХОни аниқлаш юқорида келтирилганлардан фаркланади. Унинг қийматлари фойдали сигнал ва халақит сигналларнинг бир хил тарқалиши ҳолатида модуляция турига боғлиқ равишда ўзгаради. P_x учун функционал боғлиқлик фойдали сигнал, халақит сигнали ва қабуллаш қурилмаси ҳарорат шовқини (ХШ). Одатда бу функционал боғланиш шаклида ифодаланади, яъни:

$$P_x = \Psi(q_u, q_x), \quad (8.24)$$

бунда, q_u – қабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал/шовқин нисбати.

(8.24) формула аналитик ифодаси мураккаблиги учун ЧХОни аниқлаш учун одатда графо-аналитик усулдан фойдаланилади. Бунда $T(T_{хрз})$ учун ИТФни аниқлаш $T(P_{ТФрз})$ учун ИТФни аналог алоқа тизими учун аниқлашдан фарқ қилмайди. СШН (маротабаларда) кўрсаткичи Q_u фойдали сигнал учун унинг сўниш чуқурлиги орқали қуйидагича аниқланади:

$$Q_u = Q_{шмед} \Delta V_c^2, \quad (8.25)$$

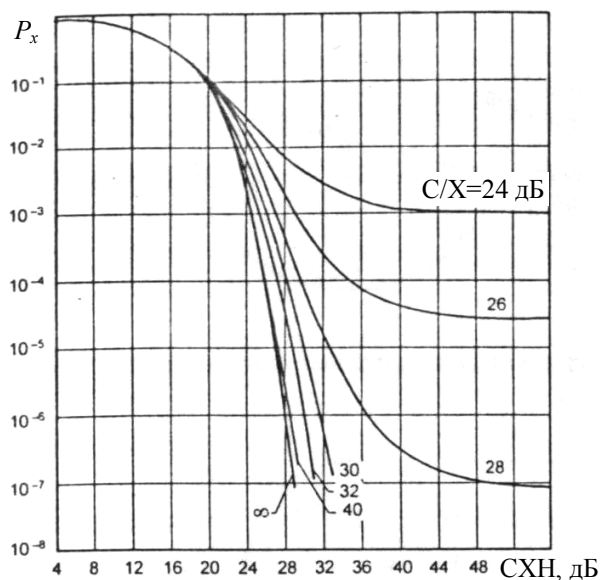
бунда, $Q_{шмед}$ – СШН медиан қиймати,

$$Q_{шмед} = \frac{P_{c0}}{P_u}, \quad (8.26)$$

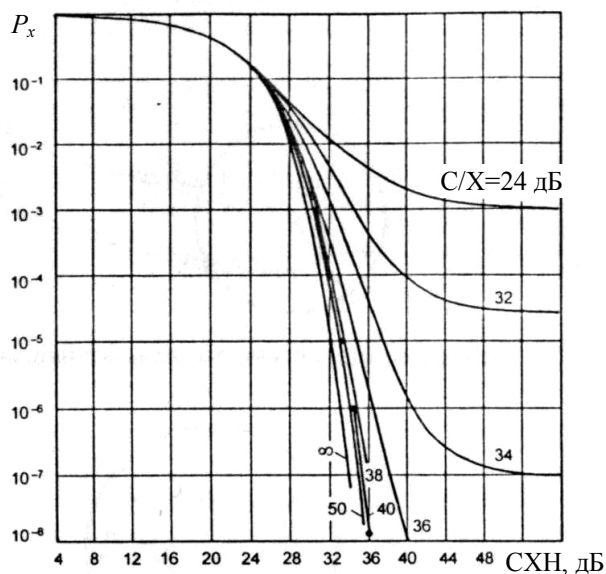
бунда, P_u – қабуллаш қурилмаси киришидаги ҳарорат шовқини қуввати.

(8.24) ифода графиги 64-КАМ учун 8.6-расмда ва 256-КАМ учун 8.7-расмда келтирилган. Фойдали сигнал ва халақит сигнали частоталари

ўзгармас бўлган ҳолда модуляция тури ЭММни ҳисоблаш натижасига сезиларли даражада таъсир этмайди, бу кўрсаткич халақит сигнали сусайиш коэффициентини радиоканал АЧХ ҳисобига юзага келишини кўрсатади.



8.6-расм. Халақитбардошликнинг C/X нисбатига боғлиқлиги



8.7-расм. Халақитбардошликнинг C/X нисбатига боғлиқлиги

(3.34) ва (3.35) формулаларга ўхшаш шаклда $T_{x_{pэ}}$, $\Delta V_{x_{pэ}}$ ва $\Delta V_{c_{pэ}}$ ларни ҳисоблаш учун қуйидаги ифодаларни оламиз:

$$T_{x_{pэ}} = T_x(P_{x_{pэ}}) - T_c(\Delta V_{c_{pэ}}), \quad (8.27)$$

$$\Delta V_{c_{pэ}} = \Psi^{-1}(P_{x_{pэ}}, \Delta V_x = 1), \quad (8.28)$$

$$\Delta V_{x_{pэ}} = \Psi^{-1}(P_{x_{pэ}}, \Delta V_c = 1). \quad (8.29)$$

Юқоридаги ифодалардан ва 8.3-8.5-расмлардан фойдаланиб графоаналитик усул билан ЧХОни аниқлаш мумкин. Бунда ҳисоблашларда 8.6- ва 8.7-расмларда келтирилган $P_x = \Psi[q_u, q_x]$ боғлиқликларидан ҳам фойдаланиш керак бўлади. Қуйида ЧХОни аниқлаш жараёнига аниқлик киритиш учун бир мисолни кўрамиз.

Мисол. Муқим жойлашган РРЛ рақамли алоқа тизими таркибига кирувчи 64-КАМ сигналига шу частоталар диапазонида муқим жойлашган сунъий йўлдош орқали алоқа ер станцияси халақит сигнали таъсирини кўриб чиқамиз. Қуйидаги параметрлар қабул қилинган: радиостанция иш частотаси – 6ГГц диапазонда; РРЛ станциялари орасидаги масофа – 30 км; $q_{шмед} = 60$ дБ, $q_{смед} = 50$ дБ. Радиостанциялар қуруқ ҳудудларда жойлашган; $\Delta_c = \Delta_x = 0$.

Юқорида келтирилган параметрлар учун ЭММнинг мезонлари қуйидагиларга тенг бўлади: $P_{хрэ} = 10^{-3}$; $T_{хрэ} = 0,01\%$ бир ой учун.

$T_c(\Delta V_{срэ})$ ни аниқлаш учун 8.6-расмдан $q_x = q_{хмед} = 50$ дБ учун $P_x = 10^{-3}$ бўлганда $q_u = 24,5$ дБ қийматни топамиз. Бу идеал қабулга мос келади. Энергетик захирани $\Delta q_u = 2$ дБ деб танлаб, реал алоқа тизими учун СШН қиймати $q_{шрэ} = 26,5$ дБ ни оламиз.

(8.45) ифода асосида $\Delta V_{срэ}$ қийматини дБ ларда ҳисоблаймиз:

$$\Delta V_{срэ,дБ} = q_{шрэ} - q_{шмед} = 26,5 - 60 = -33,5 \text{ дБ};$$

$\Delta V_{срэ}$ ни маротабаларга айлантираемиз. $\Delta V_{срэ,мар} = 10^{0,05 \Delta V_{срэ,дБ}} = 2,8 \cdot 10^{-2}$.

Доимий коэффициент $K_Q = 6\%$ учун $T_c(\Delta V_{срэ})$ қийматини (3.43) формула орқали аниқлаймиз:

$$T_{срэ}(\Delta V_{срэ}) = 6 \cdot 8 \cdot 10^{-4} = 4,8 \cdot 10^{-3}\%.$$

(8.27) ифода орқали $T_{хрэ} = 0,01 - 0,0048 = 0,0052\%$.

8.6-расмдаги графикдан $P_{хрэ} = 10^{-3}$ ва $q_u = 60$ дБ қийматлари учун қабуллаш қурилмаси киришидаги СШНни топамиз, $q_{хрэ} = 24$ дБ. Энди $\Delta V_{хрэ}$ қийматини аниқлаймиз:

$$\Delta V_{хрэ(дБ)} = q_{хмед} - q_{хрэ} = 60 - 24 = 36 \text{ дБ}.$$

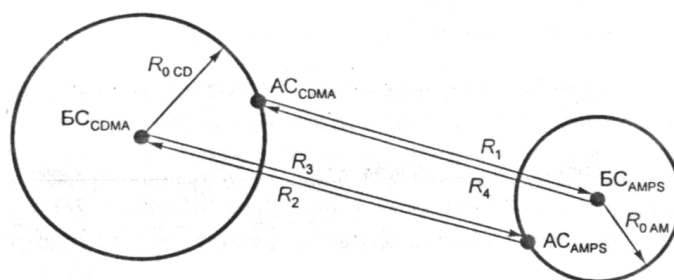
8.3- ва 8.5-расмларда келтирилган графиклардан $T_{хрэ}$ ва $\Delta V_{хрэ}$ қийматларига мос келувчи халақит сигнали трасса узунлиги ва турини аниқлаймиз. Ҳисобланган $T_{хрэ}$ ва $\Delta V_{хрэ}$ қийматлари учун 8.5-расмдан $T_x = T_{хрэ} = 0,0052\%$ ва $\Delta V_x = \Delta V_{хрэ} = 36$ дБ, ҳудудий жойлашиш оралиғи $R_x = R_{хэ} \approx 130$ км.

8.3.3. Ҳаракатдаги сотали алоқа тизимлари учун ЧХОни аниқлашнинг ўзига хос хусусиятлари

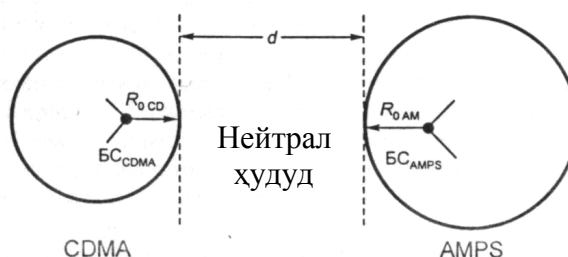
Ҳаракатдаги сотали алоқа тизимларида дастлабки йилларда 800 МГц диапазонидан D-AMPS ва CDMA стандартларида фойдаланилган ва кўп ҳолларда бир-бирига мос келувчи частоталардан бир регионда фойдаланилган. Шунинг учун ЭММни таъминлашга эҳтиёж пайдо бўлди.

Ушбу ҳолат учун ЭММни таъминлашнинг асослари билан танишиб чиқамиз. Турли тизимлар орасидаги ЭММни таҳлил этиш учун бир тизим БСнинг бошқа тизим АСга ва аксинча иккинчи тизим БСнинг биринчи тизим АСга таъсирини кўриб чиқамиз. Бу икки тизимдан биринчиси AMPS стандартига, иккинчиси CDMA стандартига тегишли.

8.8-расмда икки тур сотали алоқа тизими РЭВларининг электромагнит шароитини ўрганишга оид расм келтирилган. Бунда алоқа тармоқлари бир-биридан худудий фарқи ва масофалар R_1, R_2, R_3, R_4 билан белгиланган.



8.8-расм. Иккита базавий станция орасидаги масофани аниқлаш



8.9-расм. Иккита базавий станция орасидаги нейтрал худудни аниқлаш

Бундан кейин матнда D-AMPS ва CDMA стандартларига тегишли ифодалар кўшимча D ва C ҳарфлари билан белгиланадилар. Мисол учун, BC_D ва AC_C . 8.8-расмдан кўринадикки BC_D ва AC_C ораларидаги масофа ЭММни таъминловчи масофалар максимал қиймати R_1 ва R_4 га тенг. Шунга ўхшаш BC_C ва AC_D орасидаги ЭММни таъминлаш учун керак бўладиган максимал масофа R_2 ва R_3 га тенг. Амалиёт нуқтаи назардан ушбу алоқа воситаларининг талаб этиладиган сифат билан ишлашларини таъминлайдиган минимал масофани аниқлаш мақсадга мувофиқ бўлади. $R_1,$

R_2 , R_3 ва R_4 лар аввалги ҳолатлар учун фойдаланилган усул ва кетма-кетликда аниқланади.

РЭВ ЭММини таъминлаш учун БС_С ва БС_Д ораларидаги масофа қуйидаги шартнинг максимуми сифатида аниқланади, яъни:

$$R_{\kappa} = \max[R_{OC} + \max(R_1, R_4); R_{OD} + \max(R_2, R_3)], \quad (8.30)$$

бунда, R_{OD} ва R_{OC} – D-AMPS ва CDMA тизими БСлари хизмат кўрсатиш ҳудуди радиуси.

8.9-расмда D-AMPS ва CDMA тармоғи БСларининг жойлашишининг соддалашган схемаси келтирилган. БСлар сектори антенналари ўзлари хизмат кўрсатадиган ҳудудга йўналтирилган ва қўшни тармоққа ушбу антенна ўз йўналтирилганлик диаграммасининг орқа япроқчаси билан радиохалақит ҳосил қилади. Қўшни алоқа тармоғи ҳудудига ушбу БС хизмат кўрсатиш радиуси R_{OC} расмда кўрсатилган ва у БС_С ҳудудига аксинча БС_Д эса R_{OD} радиусда хизмат кўрсатади.

Бир частоталар диапазонида ишловчи D-AMPS ва CDMA стандарти РЭВларининг ЭММини таъминлаш учун уларнинг энергетик кўрсаткичлари чегараланган ва улар орасида хизмат кўрсатилмайдиган нейтрал ҳудуд бўлиши керак. Бу ҳар икки тармоқ БСларини талаб этиладиган масофада – бир-биридан узоқда бўлишини таъминлаши керак, яъни ҳудудий ораликни таъминлаш керак бўлади. Ушбу нейтрал ҳудуд ўлчамини камайтириш учун БСларда антенналар йўналтирилганлик диаграммалари ён ва орқа япроқчалари сатҳини камайтириш талаб этилади, натижада қўшни алоқа тармоғи томон БС таркатаётган халақитлар сатҳи камаяди.

D-AMPS ва CDMA тармоқлари хизмат кўрсатиш ҳудудлари орасидаги масофа қуйидагича ҳисобланади (8.9-расм):

$$d = \max[\max(R_1, R_4) - R_{OD}; \max(R_2, R_3) - R_{OC}]. \quad (8.31)$$

Ушбу усулда ҳисобланган ҳудудлар оралиғи 8.1-жадвалда келтирилган.

Частота-ҳудудий оралик (ЧХО)ни ҳисоблаш натижалари шуни кўрсатадики БС_С хизмат кўрсатиш ҳудуди $R_{OC} = 1,8$ км ва БС_Д $R_{OD} = 5,3$ км. БСларда ён япроқчалари сатҳи 7 дБ ли секторли антенналардан фойдаланилганда уларнинг асосий йўналишда хизмат кўрсатиш ҳудудлари камаяди: $R_{OC} = 0,5$ км ва $R_{OD} = 1,4$ км бўлади.

8.1-жадвал. D-AMPS ва CDMA тармоқларининг хизмат кўрсатиш
худудлари оралиғи

G_0 , дБ	R_{0CD} , км	R_{0AM} , км	R_1 , км	R_2 , км	R_3 , км	R_4 , км	D , км	d , км
13	1,8	5,3	4,0	3,1	15,4	6,1	20,7	13,6
-7	0,5	1,4	1,0	0,82	4,0	1,6	5,4	3,5
-27	0,12	0,37	0,27	0,21	1,0	0,42	1,37	0,88

Агар БС антенналарини бинолар ён деворига ўрнатилса, у ҳолда антеннанинг орқа томонга нурлатиши 27 дБ га камаяди. Бу ҳолда БС ларнинг ушбу ён япроқчалар томонига хизмат кўрсатиш ҳудуди мос равишда $R_{oc} = 0,12$ км ва $R_{od} = 0,37$ км ни ташкил этади.

Ҳаракатдаги сотали алоқа тизимлари учинчи авлоди фойдаланиши учун 1885...2025 ва 2110...2200 МГц диапазонда частоталар полосаси ажратилган эди. Ушбу частоталар диапазонида ҳудудий РРЛ станциялари ҳам ишлайди. Шунинг учун ушбу частоталар диапазонида CDMA стандарти сотали алоқа тизими ва РРЛ станцияларнинг биргаликда ишлаш имкониятларини аниқлаш керак. Бундай биргаликда фойдаланиш уларга турли частоталар бириктириш ёки уларнинг орасидаги масофаларни ҳудудий оралиқ (ХО) шартини бажариладиган катталиқда бўлишини таъминлаш керак.

Ушбу РЭВлар ЭММини таъминлаш таҳлили ва улар ЧХО меёрларини ҳисоблаш адабиётларда келтирилган. Ушбу усул авваллари фойдаланилган усуллардан кам фарқ қилади. Фақат сотали алоқа тизими БСлари ҳосил қиладиган РРЛ станцияси қабуллаш қурилмасига таъсир этувчи радиохалақитлар қувватини ҳисоблашдан иборат.

Ушбу усулда бажарилган ҳисоблашлар натижаси CDMA стандарти сотали алоқа тизими ва частоталар полосаси 28 МГц га тенг бўлган аналог РРЛ станциялари фойдали сигнал ва халақит сигнали частоталари фарқи 35 МГц дан кам бўлмаслиги керак. Частоталар полосаси 2 МГц бўлган рақамли РРЛ станцияси учун ЭММ шарти фойдали сигнал ва халақит сигнали орасидаги частоталар фарқи 3,4 МГц дан катта бўлганда таъминланади.

Назорат саволлари

1. Ҳимоя нисбати деганда нимани тушунасиз ва у қандай аниқланади?
2. Аналог радиоалоқа тизими қабуллаш қурилмасига халақитлар қандай таъсир этади?
3. Халақитбардошлик деганда нимани тушунасиз?
4. Рақамли радиоалоқа тизими қабуллаш қурилмасига халақитлар қандай таъсир этади?

5. Турли радиоалоқа хизматлари учун ЭММ мезони қандай белгиланади?
6. Радиоалоқа хизматлари ЭММ мезонларини бажаришини қайси усуллар билан амалга оширади ва унинг қийматлари қандай аниқланади?
7. Частоталарни ҳудудий жойлаштириши деганда нимани тушунасиз ва қандай меёрлари мавжуд?
8. Частота-ҳудудий жойлаштириши меёрлари қандай ҳисобланади ва РЭВга ишчи частоталар қандай тайинланади?
9. Аналог радиохизматлар учун частота ҳудудий жойлаштириши меёрлари қандай аниқланади?
10. Рақамли радиохизматлар учун частота ҳудудий жойлаштириши меёрлари қандай аниқланади?
11. Сотали алоқа хизматлари учун частота ҳудудий жойлаштиришининг ўзига хос қандай хусусиятлари бор?
12. Частоталар ресурсидан такрорий фойдаланиши қайси усул билан амалга оширилади?

9-БОБ. РАДИОАЛОҚА, РАДИОЭШИТТИРИШ ВА ТЕЛЕКУРСАТУВ ТАРМОҚЛАРИ ЧАСТОТАЛАРИНИ РЕЖАЛАШТИРИШНИНГ ТЕХНИК ВОСИТАЛАРИ

9.1. Умумий тушунчалар

Тезкорлик билан ривожланаётган радиоалоқа, радиоэшиттириш ва ҳаракатдаги алоқа тизимлари учун частоталарни режалаштириш улар учун частоталар каналини ажратиш масаласини ҳал этиш билан боғлиқ. Фақат частоталарни режалаштириш натижасидагина алоқа тармоқларини ривожлантириш учун ажратилган частоталар полосасидан самарали фойдаланиш мумкин.

Радиотехниканинг ривожланиши дастлабки йилларида фойдаланиш учун киритилаётган янги алоқа воситаларига частоталар режалаштирилганда, фақатгина улар орасидаги ҳалақитлар сатҳини минималлаштириш учун фойдаланилган. Аммо бу частоталар диапазонидан фойдаланиш самарадорлигини жуда ёмон таъминлайди. Кейинги йилларда фойдаланиш учун тавсия этилаётган частоталар ресурси кескин секинлашди, аммо унга бўлган талаб экспонента қонуни бўйича ортиб бормоқда. Шунинг учун частоталар ресурсидан фойдаланишдаги бирламчи мақсад бу ундан иқтисод этиб фойдаланиб РЭВларининг ЭММини таъминлаш биринчи даражали вазифа қилиб белгиланган. Бу масалани ечишда частоталарни бириктириш (присвоения) ва графларни бўйлаш усулидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ, чунки бунда ўзининг афзалликларини тасдиқлаган частоталарни бириктиришда графларни бўйлаш алгоритмидан фойдаланиш имконияти пайдо бўлади.

Частотани бириктиришда радиоузаткичларнинг ҳар бирига у ишлайдиган частота тавсия этилади. Частота бириктириш натижасида радиоузаткич техник кўрсаткичлари чегараланади ва у фойдаланадиган частоталар спектри энг кам қийматига эришилади.

Одатда икки тур чегараланиш назарда тутилади. Улардан биринчиси бу радиоузаткичларни частота ва у жойлашган ҳудуд оралиғини таъминлаш, иккинчиси бу бир кичик ҳудудда (объектда) жойлашган радиоузаткичлар учун частоталар оралиғини таъминлаш. Иккинчи тур чекланишда икки радиоузаткич учун частоталар комбинациясини бириктириш имкониятини бермайди. Бу тур чеклашда фақат радиоузаткичларнинг бир-бирига ҳалақит бермаслигини таъминловчи частоталар оралиғи белгиланади.

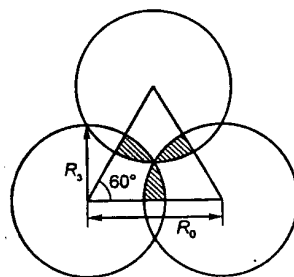
Фойдаланиш учун ажратиладиган частоталар спектри кенглигининг энг кичик қийматига эришиш учун ҳам икки хил масалани ечишга тўғри келади.

Ҳар бир частотани бириктиришда спектрдан иқтисодий самарадорлик билан фойдаланишни таъминлаш керак. Бу дегани, бир неча радиоузаткичлар учун ажратилган частоталар спектри иложи борича кичик бўлиши шарт. Бириктирилган частоталар полосаси ҳар бир радиоузаткичга бириктирилган полоса энг катта ва энг кичик қийматлари орасидаги фарққа тенг. Фойдаланиладиган бириктирилган частоталар полосасини энг кичик

кийматини излаш – частоталар полосаси минимал кенглигини аниқлаш масаласи деб аталади.

Радиоузаткичларга минимал частоталар полосасини бириктириш ушбу ажратилган частоталар полосасидан тўлиқ фойдаланиш имконини берадими? Тасдиқловчи жавоб алоқа каналларига частоталар бириктирилган ҳолда юз беради, чунки бунда халақитлардан чегараланиш ушбу частоталар полосасидан биргаликда фойдаланишдаги халақитдан фарқ қилади. Бу ҳолларда бириктирилган частоталар полосаси кенглиги минимал бўлишини таъминлаш учун одатда уларга талаб этилганидан кўп частоталар бириктирилади. Бунда частоталарни бириктириш минимал ёки минимал бўлмаслиги мумкин. Умуман олганда кўп ҳолларда частоталарни бириктиришда ҳақиқатда ҳам унинг частоталар полосаси минимал бўлган ва фойдаланиладиган частоталар сони минимал бўлишига эришилмайди. Юқоридаги фикр частота бириктириш ҳақидаги масалага янгича ёндошишни талаб қилади. Ҳақиқатда бириктирилган фойдаланилаётган частоталар сони бириктириш тартиби деб аталади ва бириктириладиган полоса минимал кенглигини аниқлаш ва унинг тартибини қўшимча минимизацияловчи бириктириш – минимал тартибли бириктириш масаласи деб аталади.

Аҳолига кўп дастурли телекўрсатувлар, радиоэшиттириш ва сотали алоқа хизматларини кўрсатувчи алоқа тармоғини яратишда ушбу ҳудудда сигнал узатиш қурилмаларининг частота ва жойлашган ҳудуд билан фарқланишини таъминлаш керак. Бу тадбирни частота-худудий фарқланиш (ЧХФ) деб атаймиз. Бу тадбир натижасида турли радиоузаткичларга бир-биридан фарқланадиган частоталар бириктирилади ва улар бир-биридан ЭММ талаби бажариладиган масофаларда ўрнатилади. Ушбу вазифани ечиш учун соддалашган (идеал) тармоқни кўриб чиқамиз. Бунда асос қилиб қуйидаги икки принцип танланади. Булардан биринчиси геометрик тўғри тўрсимон тармоқ ва каналларга частоталар чизиқли схема асосида тақсимланган. Бу принципларни амалга ошириш учун ҳамма радиоузаткичлар бир хил қувватдаги радиотўлқинлар тарқатади, узатиш ва қабуллаш антенналари баландлиги, тарқатилаётган сигнал кутбланганлиги ва тарқалиш шароити бир хил деб ҳисобланади. Идеаллаштирилган алоқа тармоғи узаткичларини тенг томонли учбурчак бурчакларига жойлашган деб ҳисоблаймиз. Ушбу тўғри тенг томонли учбурчакни элементар энг оддий ҳолат деб қараймиз (9.1-расм).

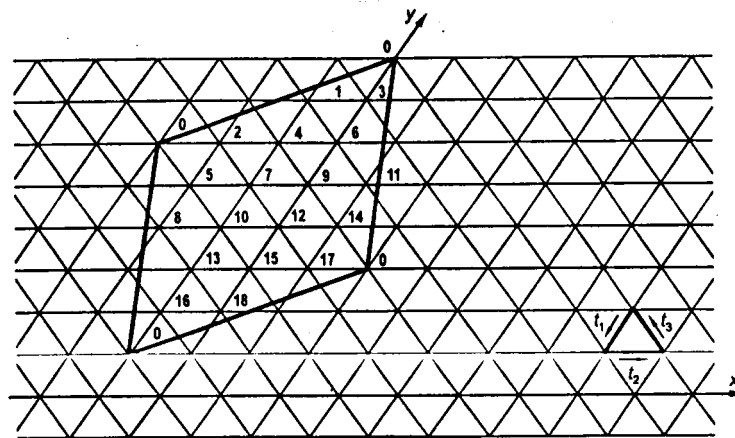


9.1-расм. Мунтазам тармоққа мисол

Бу ҳолда ҳар уч радиоузаткич хизмат кўрсатадиган ҳудуд радиуси R_3 бир хил бўлиб, бу ҳудудлар доираси учбурчакнинг марказида бир-бири билан кесишади. Бу ҳолда ҳар бир станция ўз ҳудудини кўшни ҳудудни энг кам ($\approx 21\%$) қоплаб, алоқа тури билан таъминлайди. (9.1-расмда штирхланган юза). Кўшни узатиш станциялари орасидаги масофа R_0 фойдали хизмат кўрсатиш ҳудуди радиуси билан қуйидаги боғланишга эга:

$$R_0 = \sqrt{3}R_3. \quad (9.1)$$

Энг катта халақит сигнали радиоузаткичлар биргаликда хизмат кўрсатаётган ҳудудда бўлади, шунинг учун радиоузаткичлар орасидаги масофа максимал бўлиши талаб этилади. Радиоузаткичларни тенг томонли учбурчак бурчакларида жойлаштирамиз ва уни биргаликдаги каналлар учбурчаги деб атаймиз. Худди шундай икки учбурчакни қўшиш натижасида ромб шаклини оламиз ва унинг учларини узеллар деб атаймиз. Ушбу ромб биргаликдаги каналлар ромби деб юритилади (9.2-расм). Унинг кутбларида тармоқ узеллари жойлашган бўлади. Ромб ички узелларида радиоузаткичлар жойлашади, булар ичида иккита бир хил тартиб рақамлилиги бўлмайди. Идеаллашган тармоқ бир неча бир-бирига ёпишган ромблардан иборат бўлади ва уларда узеллар бир хилда жойлашган бўлади.



9.2-расм. Радиоканаллар ромбини аниқлаш

Бундай алоқа тармоғи бир турли – бир хусусиятли бўлади. Шунинг учун улардан бирини таҳлил қилиш билан чекланамиз. Биргаликда ишлаётган станциялар орасидаги масофани D деб олсак, унда ҳудудда идеаллаштирилган алоқа тармоғини яратиш учун керакли частоталар сони қуйидагича аниқланади:

$$N = 1 + \text{int}[(D/R_3)^2/3], \quad (9.2)$$

бунда, $\text{int}[x]$ – x сонининг бутун қисми. Идеаллашган тармоқни таҳлил этиш учун қийшиқ координаталар тизимидан фойдаланамиз. Бунда X ва Y ўқлари

орасидаги бурчак 60° га тенг. Бу координаталар тизимида координата бошидан юзадаги ҳар қандай нуқтагача масофа қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$d = \sqrt{x^2 + xy + y^2} .$$

Қўшни ромбларнинг томонларига тегишли узеллар ҳар икки ромбга тегишли бўлгани учун, узеллар сони ҳар бир ромб учун иккига тенг бўлади, ромб томони координаталар ўқиға мос тушмайди. Ушбу координаталар тизими учун икки сон a ва b ларни топиш мумкин. Бу сонлар умумий бўлинувчига эга эмас. Битта бирлашган ромбга тегишли каналлар сони қуйидагича аниқланади: $a^2 + ab + b^2 = N$, ва N – ромб сони деб аталади. Ромбдаги бирлашган каналлар орасидаги масофа \sqrt{N} га тенг. 9.1-жадвалда ушбу ромб сонига тегишли a ва b қийматлари келтирилган.

9.1-жадвал. Ромб сонига тегишли a ва b қийматлар

$b \backslash a$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3	7	13	21	31	43	57	73	91	111	133	157
2			19		39		67		103		147	
3				37	49		79	97		139	163	
4					61		93		133		181	
5						91	109	129	151		201	229
6							127				223	

Идеаллашган тармоқ геометрик шакли аниқлангандан сўнг, ромб ичида N каналларни шундай тақсимлаш керакки, ҳудудни тўлиқ қамраб олишдан ташқари, каналлар бир-бирига энг кам халақит беришини ҳам таъминлаш керак. Умумий ҳудуд бир неча ромблар юзасидан иборат бўлади. Ромблар ичида частоталарнинг тақсимланиши, қолган ромбларда ҳам тизимли такрорланади.

Тармоқнинг бир турли хусусиятлиги учун ҳар бир узелда узаткичлар ҳосил қилган халақитлар комбинацияси бир хил бўлади, шунинг учун учбурчакнинг уч узелидаги халақитлар комбинациясини таҳлил этиш етарли ҳисобланади.

Бир турли такрорланувчи тузилишли (структурали) тармоқларда частоталарни тақсимлашни режалаштиришда триада усулидан фойдаланамиз. Триада – бу учта мусбат i_1 , i_2 ва i_3 бутун сонлар гуруҳи бўлиб, уларнинг йиғиндиси тақсимланадиган частоталар сонига тенг, яъни $i_1 + i_2 + i_3 = N$. Триада сонлари учбурчакда жойлашган радиоузаткичларга бириктириладиган частоталар канали тартиб рақамлари айирмасига тенг.

Y ўқи ва унга параллел тўғри чизиқда ҳамма радиоузаткичларнинг канал частоталари бир-биридан t_1 га фарқ қилади. X ўқи ва унга параллел

жойлашган радиоузаткичларнинг канал частоталари бир-биридан t_2 га фарк қилади. Канал тартиб рақамлари иккилик модули асосида аниқланади. Координаталар ўқи бошида жойлашган канал частотаси тартиб рақами 0 га тенг бўлади.

Триадаларни танлашда қуйидагиларга эътибор бериш керак:

- триадаларда турли сонлардан фойдаланилади, уларнинг ўрин алмаштиришгандан фойдаланилмайди;

- триадаларда каналлар сони N билан бир хил бўлинувчига эга бўлмаслиги керак.

Ромб биргаликда фойдаланиладиган узелларига нолинчи канал тартиб рақамини бириктираемиз. Бунда қолган узеллар орасидаги масофа $0, 1, 2, \dots, N-1$ бўлади. Ушбу қатордан ўзининг ҳимояланиш кўрсаткичи билан тармоқ яқин қўшни узелларида жойлаша олмайдиганларини чиқариб ташлаш керак. 0 тартиб рақамли каналдан ташқари бу каналлар қаторига ± 1 оралиғида жойлашган бирлашган каналлар, $\pm 2f_{oc}$ оралиқ частотадаги акс каналлар, гетеродин частотаси f_2 га мос частоталар шулар қаторига киради, қолган сонлар қаторидан t_1, t_2 ва t_3 оралиқдагилари элементар учбурчакни маълум бир йўналишда айлантиргандаги тартибда бириктирилиши керак (9.2-расм).

Триадалар танлангандан сўнг уларнинг ҳар бири учун биргаликда фойдаланиладиган каналларнинг умумий хизмат кўрсатиш ҳудудида бир текис тақсимланиши таъминланади. Биргаликда ишлайдиган радиоузаткичларнинг ҳудудда жойлашишини аниқлагандан сўнг, қолган радиоузаткичлар параллелограммни тўлдирувчи элементар учбурчаклар бурчакларида жойлашган бўладилар.

9.2-расмда триада усулида каналлар частоталарини тақсимлаш, $N=19$ ва $t_1=3, t_2=2$ ва $t_3=14$ триада учун мисол тариқасида келтирилган. Бу триадалар учун параллелограмм хусусий шакли сифатида ромб кўринишида бўлади. Шундай қилиб идеаллашган алоқа тармоғини тузишда биргаликда фойдаланиладиган каналлар ҳосил қиладиган халақитлар эътиборга олинган ва улардан қўшни каналга таъсир этадиганларидан фойдаланилмайди. Аммо ушбу халақитларни ва ҳимояланиш нисбатини ҳам эътиборга олиш керак. Бунинг учун частоталар тури оралиғи танлангандан сўнг ён каналлар $\pm n, n \neq 2, n \neq 3$ ва ҳ.к. лар орасидаги масофа ҳам аниқланади.

Берилган ҳудуд минимал частоталар сонидан фойдаланиб дастур билан таъминлангандан сўнг кўп дастурли тармоқ қуришга ўтиш мумкин. Тарқатиладиган дастурлар сони m та бўлса, у ҳолда $M=mN$ та частоталар талаб этилади. Уни икки усулда қуриш мумкин.

Биринчи усул бу такрорланувчи (циклик) усул бўлиб, бунда N каналли m та блокдан фойдаланиш назарда тутилади. Бунда бир блокдаги халақитлар шароити ўрганилади, чунки қолган блоklarда ҳам шу ҳолат такрорланади. Блокларни тузишда бир неча каналларнинг бир жойда жойлашган бўлишини ҳам эътиборга олиш керак бўлади. Бунда гетеродинлар ва акс каналлар орқали пайдо бўладиган халақитлар ва бир узатиш марказида жойлашган

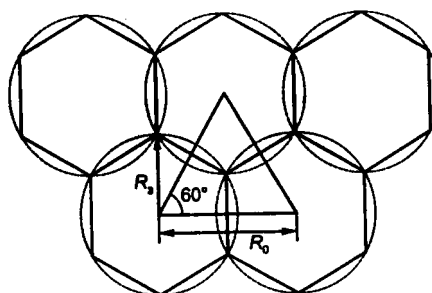
радиоузаткичлар тарқатаётган нурланишларнинг бир-бирига таъсир этишининг даражаси талаб даражасида бўлишини таъминлаш керак.

Иккинчи усулда ҳамма $M=mN$ каналлар частоталар турини битта блок деб қараш керак. Бунда радиочастоталар узатиш маркази бириктирилган частоталардан m тасидан фойдаланади.

Ҳар икки усул ўзига хос афзаллик ва камчиликларга эга. Биринчи усулда халақитлар шароити ва дастурлардан фойдаланиш ҳудуди бир хил бўлади, аммо бу ҳолда дастурлар сони ҳам бир хил бўлади. Иккинчи усулда ҳар бир кичик ҳудудда дастурлар сони турлича бўлиши мумкин, ҳар бир ҳудуддаги халақитлар шароити ва хизмат кўрсатиш ҳудуди ҳам турлича катталиқда бўлиши мумкин.

Ҳудудда умуман янги тармоқ яратилаётган бўлса биринчи усулдан фойдаланиш тавсия этилади, агарда дастурлар сонини кўпайтириш керак бўлса, у ҳолда иккинчи усулдан фойдаланиш тавсия этилади.

9.1-расмдан кўринадики бир таркибли алоқа тармоғида ҳар уч узатиш станцияларининг хизмат ҳудудлари бир нуқтада кесишади. Бир неча узатиш станцияларининг умумий хизмат кўрсатиш ҳудудлари кесишадиган нуқталарни бирлаштириб олтибурчак шаклидаги хизмат кўрсатиш ҳудудини олиш мумкин (9.3-расм).



9.3-расм. Сотали алоқа тармоғига мисол

Бу кўринишдаги ҳудудни сота деб аталади. Бундай алоқа тармоғи структурасидан сотали алоқа тизимида фойдаланилади. Частоталарни ҳудуд бўйича тақсимлаш режасини тузишда кластер тузилади. Кластер – яқин жойлашган соталар тўплами бўлиб, бу тўпланда частоталардан фойдаланиш такрорланмайди. Кластердаги соталар сони унинг ўлчами деб аталади.

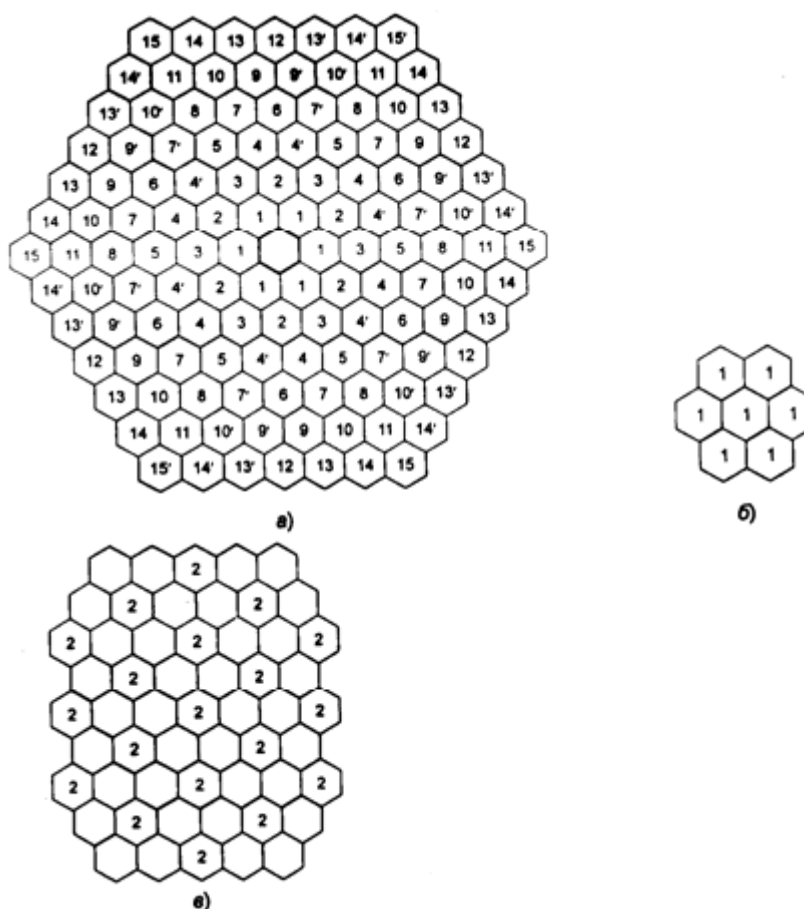
Агар телекўрсатув ва радиоэшиттиришлар учун режалаштирилган бир таркибли тармоқ ва сотали тармоқ тузилишини таққосласак (9.2 ва 9.3-расмлар), у ҳолда кластер бириктирилган каналлар ромбига мос келади. Бунда кластер ўлчами 9.1-жадвалда келтирилган ромбик сонларга тўғри келади. Сотали алоқа тизимларида ўлчами 3, 4, 7, 9, 12 кластерлардан фойдаланилади, булардан 4, 9, 12 ўлчамликлари ромбик кластерлар эмас.

9.2. Бир таркибли тармоқ универсал модели

Модел сифатида бир таркибли такрорланувчи структурани қабул қиламиз, бунда ҳар бир радиоузаткич жойлашиши ва ҳалақитлар таъсири бўйича бир хил шароитда бўлади. Катта бир ҳудудга ягона алоқа хизмати кўрсатишда бир неча бир хил майдонга эга кичик ҳудудларга бўлинади. Бунда радиоузаткични олтибурчакнинг марказида жойлашган деб фарз қиламиз. Ҳақиқатда радиоузатиш ҳудуди доирасимон бўлиб, уни олтибурчаклик деб ҳисобланиши кўшни ҳудудларни энг кам қамрайди ва бу қамраш ҳудуди 18% дан ошмайди. Кўрилатган тармоқда кўшни станциялар орасидаги масофа бир хил бўлиб, уни R_0 билан белгилаймиз ва тармоқ модули деб атаймиз. Агар узатиш станциялари орасидаги масофани R_0 деб ҳисобласак, у ҳолда унинг доирасимон ҳудуди ичига жойлашадиган олтиқирралик радиуси

$$R_s = R_0 / \sqrt{3} \quad (9.3)$$

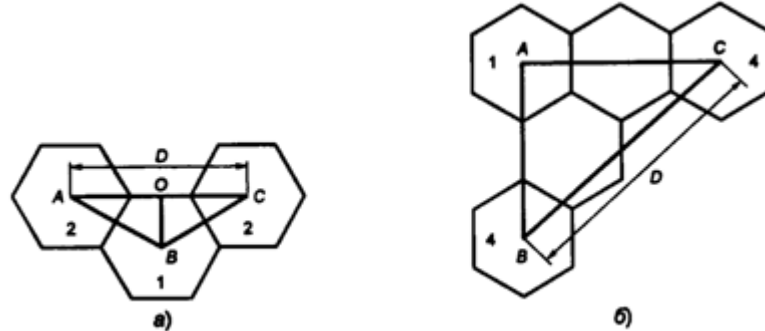
га тенг бўлади.



9.4-расм. Хизмат кўрсатиш ҳудудида частоталар тақсимоми

Бир таркибли радиоэшиттириш тармоғини таҳлил қилиш учун унинг биргаликда ишлайдиган радиоузаткичларининг жойлашишини аниқлаш

керак, бунинг учун бир таркибли универсал моделдан фойдаланиш керак (9.4-расм). Бу ҳолда бир хил тартиб рақамли олтиқарраликлар марказига ўрнатилган станциялар бириктирилган каналлар ромбини ҳосил қилади. Радиоузаткичлар орасидаги масофалар бир хил бўлгани учун уни тармоқ геометрик шаклидан аниқлаш мумкин. Олтиқарраликка тармоқда тартиб рақами бириктириш жараёнини кўриб чиқамиз (9.4а-расм).



9.5-расм. Бир таркибли тармоқ универсал модели бўйича масофани аниқлаш

Агар биргаликда фойдаланиладиган каналларда радиоузаткичлар 1-рақамли олтиқарралик (ОҚ) марказида жойлашган бўлса (9.4б-расм), у ҳолда улар орасидаги масофа тармоқ модули $D = R_0$ га тенг бўлади, ёки нисбий модулларда

$$r_0 = D / R_0 = 1 \quad (9.4)$$

бўлади. Агар радиоузаткичлар 2-рақамли ОҚлар марказида жойлашган бўлса, у ҳолда улар орасидаги масофани ABC учбурчак ёрдамида аниқлаш мумкин (9.5а-расм):

$$D = \sqrt{(AB)^2 - (BO)^2} + \sqrt{(BC)^2 + (BO)^2}. \quad (9.5)$$

$AB = BC = R_0$ ва $BO = R_0 / 2$ ни эътиборга олсак (9.5) ифода қуйидаги шаклга келади:

$$D = 2R_0 \sqrt{3/4} = R_0 \sqrt{3}. \quad (9.6)$$

Уч рақами билан белгиланган ОҚ марказида жойлашган радиоузаткичлар орасидаги масофани 9.5а-расм орқали аниқлаш мумкин ва бу ҳолда қуйидагини оламиз:

$$D = 2R_0. \quad (9.7)$$

Тўрт рақами билан белгиланган ОҚ марказида жойлашган радиоузаткичлар орасидаги масофани 9.5б-расм ёрдамида аниқлаймиз, бунда

$AB = 3R_0$, $AC = 2R_0$ эканлигини эътиборга оламиз ва (9.3) ифодадан фойдаланамиз:

$$D = \sqrt{(AB)^2 + (AC)^2} = \sqrt{9R_0^2 + 4R_0^2} = \sqrt{13}R_0 \quad (9.8)$$

Худди шу тартибда 5, 6, 7 ... 10 ва шу каби ОҚ марказида жойлашган радиоузаткичлар орасидаги масофани аниқлаймиз. 4' ва 7' ва шунга ўхшаш белгилар билан бир хил масофага тенг тармоқлар белгиланган, аммо уларда радиоузаткичлар бошқача жойлашган. 9.4a-расм марказидаги элементга ҳисоблашлар натижасига кўра кўриб чиқиляётган тармоқ тартиб рақами ёзилади (9.2-жадвал).

9.2-жадвал. Бир таркибли универсал модел тармоқ тартиб рақамлари

Тармоқ №	1	2	3	4, 4'	5	6	7, 7'	8	9	10, 10'	11	12
D/R_0	1	$\sqrt{3}$	2	$\sqrt{7}$	3	$\sqrt{12}$	$\sqrt{13}$	4	$\sqrt{19}$	$\sqrt{21}$	5	$\sqrt{27}$
N	1	3	4	7	9	12	13	16	19	21	25	27

Турли тармоқлар учун радиоузаткичлар биргаликда фойдаланиляётган каналлар орасидаги масофа D ни аниқлаб, ушбу тармоқни ташкил этиш учун керак бўладиган частоталар сонини аниқлаймиз. Бир таркибли, бир дастурли тармоқ билан берилган ҳудудни таъминлаш учун керакли частоталар сони кўйидаги ифода орқали аниқланади:

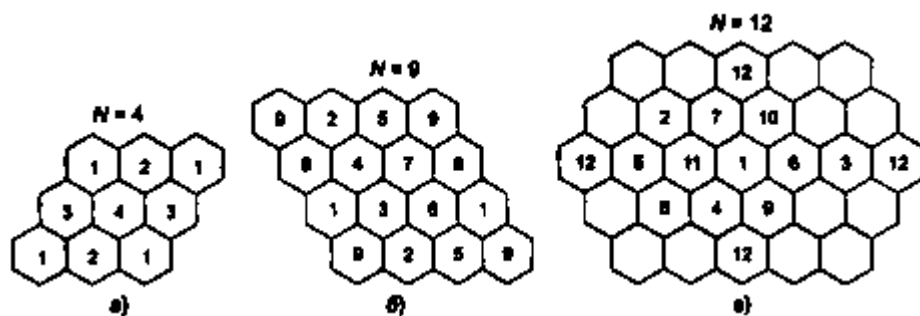
$$N = 1 + \text{int}[(D/R_0)^2 / 3]. \quad (9.9)$$

(9.3), (9.4) ва (9.9) ифодалар ва 9.2-жадвалдан фойдаланиб N керакли каналлар сонини аниқлаймиз

$$N = 1 + \text{int}[(D/R_0)^2 / 3] = r_0^2. \quad (9.10)$$

Шундай қилиб тавсия этилган универсал модел учун бир таркибли тармоқ ташкил этишга керакли частоталар сони унинг нисбий модулига тенг бўлади. Бунда радиоузаткичлар ромблар учларига ўрнатиладилар. Ушбу бир таркибли универсал моделдаги N ва r_0 ларнинг бир-бирига боғлиқликлари асосида ажратилган ҳудудда каналлар сони берилган бўлса, тармоқ тузилишини синтезлаш ва аксинча тармоқ структураси маълум бўлса ушбу радиоэшиттириш билан тўлиқ қамраш учун керакли частоталар сонини аниқлаш мумкин.

9.6-расмда мисол тариқасида кластерлар ўлчамлари $N = 4, 9, 12$ бўлган ҳолат учун бир таркибли универсал моделдан фойдаланиб тузилган тармоқда каналлар тақсимоти келтирилган.



9.6-расм. N=4, 9 ва 12 га тенг бўлганда каналларни тақсимлаш

9.3. Радиоэшиттириш ва телекўрсатув тармоқларида частоталарни тақсимлашни режалаштириш усуллари

Бугун дунёда радиоэшиттириш ва телевидение (РЭ ва ТВ) тизими аналогдан радиочастоталар спектридан самарали фойдаланиш имкониятини янада ошириш учун аналогдан рақамли эшиттириш-кўрсатиш тизимига ўтилмоқда. 2004 йилда Европа худудини рақамли радиоэшиттириш ва телевидение тизимига ўтказиш бўйича Регионал конференция ишлади. Европада рақамли радиоэшиттириш ва телевидениега ўтишни ривожлантириш режаси Регионал конференция томонидан 2005 йилда қабул қилинди. Ушбу иш режаси 1961 йилда Стокгольм шаҳрида қабул қилинган режанинг ўрнини босади. Аналог ва рақамли радиоэшиттириш ва телевидение тармоқларини частотавий режалаштиришнинг техник асослари бир-бирдан тубдан фарқланади.

Ўзбекистон республикасида ер усти рақамли телевидение ва радиоэшиттиришга ўтиш Концепцияси 2004 йилда қабул қилинди. Биринчи рақамли телевизион станциялар 2008 йил Мустақилликнинг 17 йиллиги арафасида Тошкент ва Бухоро шаҳарларида фойдаланишга топширилди. Мустақиллик байрамининг 20 йиллиги арафасида Нукус шаҳрида ва бир қатор вилоятлар марказларида рақамли телевидение сигналларини эфирга тарқатиш бошланди. Натижада республика худудининг 35 % га яқин қисмида телекўрсатувлар DVB-T стандартида MPEG-4 сигналларга рақамли ишлов бериш усулидан фойдаланиб олиб борилмоқда.

2011 йил 29 октябрда Ўзбекистонда Мустақил Давлатлар Ҳамдўстлигига аъзо давлатлар орасида биринчи бўлиб UZ.HD юқори аниқликдаги телевидение ишга тушди. Бу тизимда ҳам телевидение сигналлари рақамли шаклда узатилади.

Қабул қилинган Концепцияга асосан Ўзбекистон республикаси худудида рақамли телевидениега тўлиқ ўтиш 2015 йил охирида тугалланиши керак.

9.3.1. Радиоэшиттириш ва телевидение тармоқларини режалаштиришнинг техник асослари

Ер устида радиоэшиттириш ва телевидение сигналларини узатиш учун 1-районда 47 дан 960 МГц гача бўлган частоталар ажратилган. Телевидение учун ажратилган частоталар полосаси 5 диапазонга бўлинган: I – 48,5...66 МГц; II – 76...100 МГц; III – 174...230 МГц; IV-V – 470...958 МГц.

Ўзбекистонда рангли телевидениенинг D ва K стандарти ва SEKAM тизимидан фойдаланилади. Ушбу стандартлар учун кадрдаги сатрлар сони 625 та ва кадрлар частотаси 25 га ва сатрлар частотаси $f_{\text{сатр}}=15625$ кГц га тенг. Тўлиқ телевизион сигнал 6 МГц полосани эгаллайди. Телевизион узаткичларда тасвир паст (чап) частоталари қисман сўндирилган амплитудавий модуляция (АМ) сигналидан фойдаланилади. Тасвир сигнали билан бирга уни кузатиб боровчи овоз частотавий модуляция (ЧМ) орқали амалга оширилишини эътиборга олиб, тўлиқ телевизион радиоканал учун кенглиги 8 МГц бўлган частоталар полосаси ажратилади.

Ушбу 1-районда УҚТ диапазонида ЧМ орқали радиоэшиттиришни ташкил этиш учун 65,9...74 ва 88...108 МГц частоталар диапазони ажратилган. Монофоник усулда олий тоифали эшиттиришда товуш частоталари спектри 30...15000 кГц полосани эгаллайди. Ажратилган диапазонда радиоэшиттириш частоталар девиацияси 50 кГц бўлган ЧМ сигналдан фойдаланилгани учун битта радиоканал 130 кГц га яқин частоталар полосасини эгаллайди.

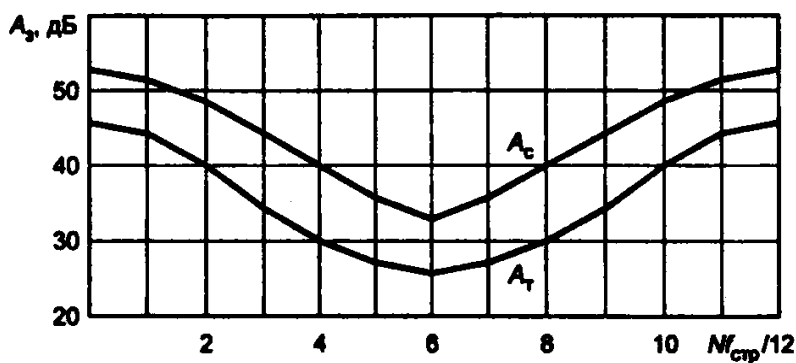
65,9...74 МГц диапазонда кўшни ташувчи частоталар орасидаги фарк 30 кГц ва 88...108 МГц диапазонда 100 кГц қилиб белгиланганлиги учун кўшни частоталар полосасидан ҳам фойдаланилади. Шундай қилиб, 65,9...74 МГц частоталар диапазонида 271 та ва 88...108 МГц диапазонда 200 та радиоканал ташкил этиш мумкин.

Ҳозирда стереофоник радиоэшиттириш ҳам кенг тарқалган бўлиб, дунёда кенг тарқалган кутбли модуляцияли комплекс стереосигнал ёрдамида ташувчи частотаси модуляцияланади, бунда частота девиацияси 50 кГц бўлиб, радиоканал частоталар полосаси 200 кГц га яқин.

РЭВлар ЭММ муаммосини ечишдаги асосий муаммолардан бири мавжуд частота-фазовий чекланиш билан бирга радиоэшиттириш ва телевидение тармоқлари фаолиятини эътиборга олган ҳолда уларни частота-фазовий мутаносиб (оптимал) жойлаштириш ҳисобланади. Радиоэшиттириш ва телевидение радиоузаткичлари бир станцияда (кичик бир ҳудудда) жойлашганда уларга ишчи частоталар тайинлашда радиоқабуллаш қурилмалари киришида талаб этиладиган сигнал/халақит ҳимоя нисбатини албатта эътиборга олиш керак.

Бир неча телевизион узаткичлар ишлаганда биргаликдаги каналларда, кўшни каналларда, акс каналларда гетеродинлар нурлатиши натижасида халақитлар пайдо бўлади. Асосий ва халақит берувчи радиоузаткичлар частоталари бир-бирига тенг бўлганда ҳимоя нисбати $A_{\text{ХИМ}}=45$ дБ бўлиши талаб этилади. Маълумки телевизион сигнал спектри дискрет бўлиб, унинг

асосий қуввати сатрлар ва кадрлар частотасидан каррали маротаба частоталар атрофида жойлашган бўлади. Икки ТВ сигналнинг спектрини шундай жойлаштириш мумкинки, бунда бирининг спектри иккинчисининг тўлдирилмаган частоталар полосасида жойлашса, у ҳолда кам қувватли сигнални катта қувватли сигнални қабуллашдаги таъсири жуда камаяди. ТВ узаткичлар спектрини силжитиш уларнинг ташувчилари частоталарини ўзаро силжитиш натижасида амалга оширилади (ТЧС – ташувчилар частотасини силжитиш). Одатда ТЧСда ТВ сигнал спектри сатрлар частотасига дискрет боғлиқлигини ва тасвир узатиш частотаси стабиллиги ± 500 Гц бўлиши кераклигини эътиборга олиш керак. ТЧСнинг катта аниқликда бўлишини таъминлаш учун ТВ сигнал спектри кадр частотасига дискретлиги эътиборга олиниши керак ва тасвир частотаси стабиллиги ± 1 Гц бўлиши ва сатрлар частотаси стабиллиги $\pm 10^{-6}$ дан ёмон бўлмаслиги керак. Ҳимоя нисбатининг ТЧСга боғлиқлиги 9.7-расмда келтирилган.



9.7-расм. Ҳимоя нисбатининг ТЧСга боғлиқлиги

Ер устида ТВни ташкил этишда ҳимоя нисбати интерференциянинг икки шакли учун меёрланади. Бундан биринчиси флукуацион халақит сатҳи катта қийматларда ўзгаради. Бундай халақит тропосферавий ҳимоя деб аталади ва у 10% ёки 1% вақт оралиғида давом этади. Бундай ҳимоя нисбатини A_t билан белгилаймиз. Иккинчи ҳолатда флукуацион халақит сатҳи деярли ўзгармайди ва бундай халақитни давомий деб аталади, у 50% вақт давомида мавжуд бўлади ва бу ҳимоя нисбатини A_c орқали белгилаймиз.

Юқори ва паст қўшни каналлар учун ҳимоя нисбати -6 дБ га тенг. IV ва V диапазонларда акс каналлар орқали таъсир этадиган халақитларни ҳисобга олиш керак. Бу частоталар товуш сигнали ташувчиси учун $n+8$ ва тасвир сигнали ташувчиси учун $n+9$ шаклида аниқланади. Акс каналдан товуш ташувчиси учун ҳимоя нисбати -9 дБ ва тасвир ташувчиси учун ҳимоя нисбати +13 дБ. Ушбу ҳимоя нисбатларини эътиборга олиб бир пункт(радиостанция)да жойлашган радиоузаткичлар учун частота бириктиришдаги чекланишларни аниқлаш мумкин.

Ҳудуднинг турли нуқталарида жойлашган ТВ радиоузаткичларга канал частоталарини бириктиришда частота-ҳудудий чекланишларни аниқлаш учун сигнал ва халақитлар майдон кучланганликларини ҳисоблаш керак,

Радиостанциялар (радиоузаткичлар) сони жуда кўп, аммо частоталар канали чеклангани учун частоталардан такроран фойдаланишга тўғри келади. Бу кўп сонли халақитлар пайдо бўлишига олиб келади, уларни ҳисобга олиш учун (9.11) ифодада эҳтимоллик назарияси усулидан фойдаланиш керак бўлади.

Агар ҳамма халақитлар эътиборга олинганда унинг эҳтимоллиги $Y = 0,45$ дан катта бўлса қабул натижаси сифатли ҳисобланади. Бу эҳтимоллик куйидаги формула билан ҳисобланади:

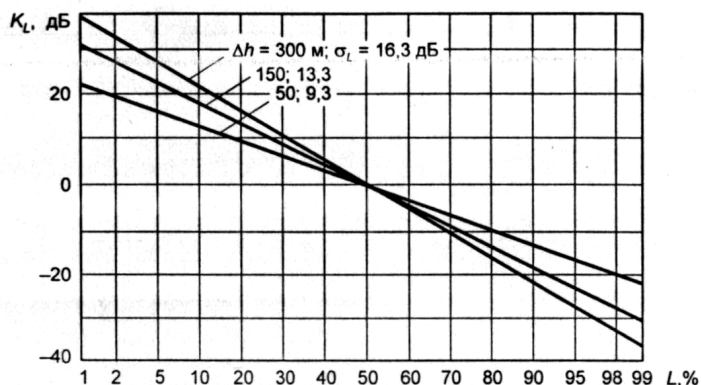
$$Y = \prod_{i=1}^M l_i, \quad (9.13)$$

бунда, M – халақит берувчи узаткичлар сони; $l_i = L_i$ – i -нчи халақит таъсир этганда кузатилаётган нуқтада сигнални сифатли қабул қилиш эҳтимоллиги, %/100; L_i – талаб даражасидаги сифат билан қабул қилинган нуқталар (пунктлар) сони процентлари.

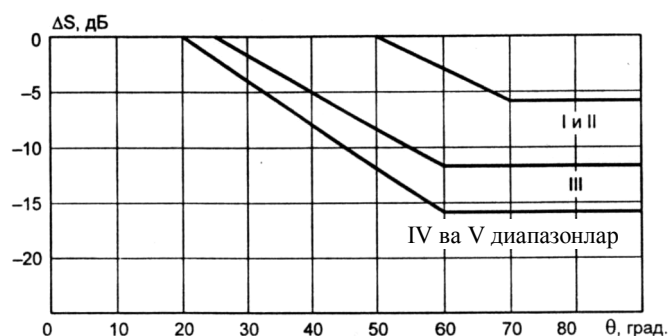
L_i (%) қиймати 9.9-расмдан тузатиш коэффициентлари ($K(L_i)$ дБ) га мос равишда аниқланади. $K(L_i)$ қийматлари (9.11), (9.12) ва (9.13) формулалар орқали ҳисобланади

$$K(L_i) = A_x + E_{xi}(T, 50) + P_{\sum x_i} - P_{\sum c_i} + \Delta S, \quad (9.14)$$

бунда, ΔS – йўналтирилган қабуллаш антеннасидаги сигнал сатҳининг камайиши (9.10-расм); $A_x = A_T T = 10\%$ ёки 1% ; $A_c = A_T T = 50\%$; L_i – талаб даражасидаги сифат билан қабул қилинган нуқталар сони процентлари; $K(L_i)$ – талаб даражасидаги сифат билан қабул қилинган жойларни процентларда ҳисобга олиш учун тузатиш коэффициенти; A_x – ҳимоя нисбати; $E_{xi}(T, 50)$ – кузатиш вақти $T = 10$ ва 1% бўлганда қабул нуқтасида i -халақит сигнали майдон кучланганлиги; $P_{\sum x_i}$ – i -нчи халақит станцияси қуввати; ΔS – халақит сигнали майдон кучланганлигининг қабуллаш антеннаси йўналтирилганлик хусусияти натижасида сусайиши.



9.9-расм. $K(L_i)$ тузатиш коэффициентини аниқлаш



9.10-расм. Қабул қилувчи антеннанинг ҳимояланганлиги

Одатда узатиш антенналари горизонтал юзада доирасимон йўналтирилганлик диаграммасига эга бўлиб, баъзи ҳолларда биргаликда фойдаланилаётган каналларга таъсирини камайтириш учун секторли антенналардан фойдаланилади.

9.3-жадвалда (9.1)÷(9.14) формулалар орқали икки бир хил техник кўрсаткичли ТВ узаткич хизмат кўрсатиш ҳудуди радиуси R_3 ва улар орасидаги координацион масофа R_k қийматлари келтирилган. Бунда $A_3 = A_T$, биринчи диапазон учун $T = 10\%$ ва IV-V диапазонлар учун $T = 1\%$ деб олинган.

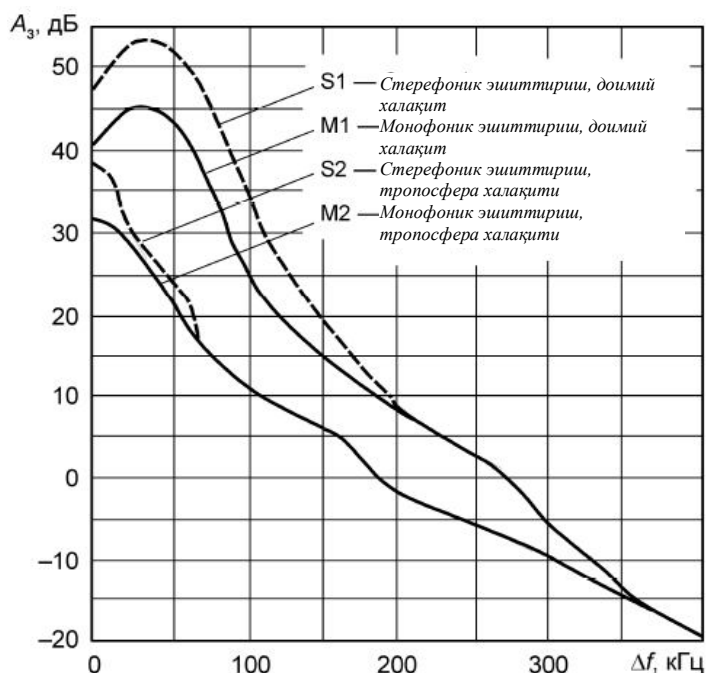
9.3-жадвал. Хизмат кўрсатиш зонаси радиуси ва координацион масофанинг ТВ узаткич параметрларига боғлиқлиги

Диапазон	E_{\min} , дБ/мкВ/м	P_{Σ} , дБкВт	H_a , м	R_3 , км	R_k , км
I	50	-9	75	17	193
		13	150	62	403
		22	300	103	523
IV-V	70	-5	75	6,7	77
		11	150	15	182
		29	300	52	344

Ультра қисқа тўлқинлар (УҚТ) частота диапазонида ЧМ эшиттириш тармоғи учун ҳимоя нисбатининг фойдали сигнал ва халақит сигнал ташувчилари орасидаги фарқ Δf га боғлиқлиги 9.11-расмда келтирилган чизмалар ёрдамида аниқланади.

Бир пунктда жойлашган УҚТ диапазони ЧМ узаткичларига частоталар бириктиришдаги чекланишлар ҳимоя нисбатини таъминлаш нуқтаи назаридан аниқланади ва радиоузаткич ташувчисидан $\pm 1,2$ МГц га фарқланади. Частота-фазовий чегараланишлар худди ТВ тармоқларидаги каби аниқланади. Хизмат кўрсатиш радиуси ва координацион масофа ҳам худди ТВ тизимларидагидек (9.11) ÷ (9.14) формулалар, I÷III диапазон учун РХМК тавсия этган майдон кучланганлиги графикларидан фойдаланган ҳолда аниқланади. Қабул антеннаси асосий йўналишига тескари йўналишдан келган халақитлар сатҳи 12 дБ камайд. Халақитларни ҳисоблашда

моноэшиттиришлар учун майдон кучланганлигининг 10% вақт учун, стереэшиттиришлар учун эса 1% катталигидан фойдаланилади.



9.11-расм. Ҳимоя нисбатининг фойдали сигнал ва халақит сигнал ташувчилари орасидаги фарқ Δf га боғлиқлиги (частота девиацияси ± 50 кГц)

9.4-жадвалда бир хил техник параметрларга эга НЮЧ ЧМ станциялар хизмат кўрсатиш зонаси радиуси ва координацион масофаларини ҳисоблаш натижалари келтирилган.

9.4-жадвал. Хизмат кўрсатиш зонаси радиуси ва координацион масофаларнинг НЮЧ ЧМ радиоузаткичи параметрларига боғлиқлиги

P_{Σ} , дБкВт	H_a , м	E_{\min} , дБ/мкВ/м	R_z , км	R_k , км	P_{Σ} , дБкВт Т	H_a , м	E_{\min} , дБ/мкВ/м	R_z , км	R_k , км
-10	100	46	24	120	-10	100	54	15	225
0	100		40	190	0	100		24	325
+7	150		60	250	+7	150		41	450
+13	250		80	325	+13	250		60	490

ТВ ва УҚТ диапазонида ЧМ радиоузаткичларининг ўзаро таъсирини йўқотиш учун 2- ва 5-канал ТВ узаткичлари ўрнатилган станцияларда УҚТ диапазони ЧМ эшиттиришлар учун 65,9...68 ва 100...102 МГц частоталардан фойдаланиш маън этилади ва аксинча.

9.3.2. Телевидение ва радиоэшиттириш тармоқлари асосий параметрлари

Идеаллашган радиоэшиттириш ва телекўрсатув тармоқларида ҳудудий масофа хизмат кўрсатиш зонаси радиуси $R_{нол}$ ва узатиш станциялари орасидаги минимал масофа $R_{см}$ билан белгиланади. Бунда станциялар частоталар каналидан биргаликда фойдаланадилар ҳамда каналлар орасидаги ҳалақитлар мавжуд эмас деб ҳисобланади. ТВ кўрсатув каналида кўшни $n \pm 1$ ва гетеродиннинг $n \pm 4$ ва акс каналлар (фақат дециметр тўлқинлар диапазонида) $n \pm 8$ ва $n \pm 9$ каналлар таъсирида ҳалақитлар юзага келади. Каналлараро ҳалақитлар сони метрлар диапазонида 4 ва дециметрлар диапазонида 8 тага тенг бўлади. УҚТ диапазони ЧМ диапазонида стереоэшиттиришга кўп ҳалақитлар 66...74 МГц диапазонда кўшни $n \pm 1$; $n \pm 2$; $n \pm 3$; $n \pm 4$ ва 100...108 МГц диапазонида $n \pm 1$; $n \pm 2$ ва $n \pm 3$ каналлар ҳисобига ҳосил бўлади. Каналлараро ҳалақитлар сони мос равишда паст ва юқори диапазонда 8 ва 6 га тенг бўлади.

9.5-жадвал. I-III диапазони идеаллашган тармоқ учун катта қувватли ТВ станцияларни ҳудудий жойлаштириш масофаси

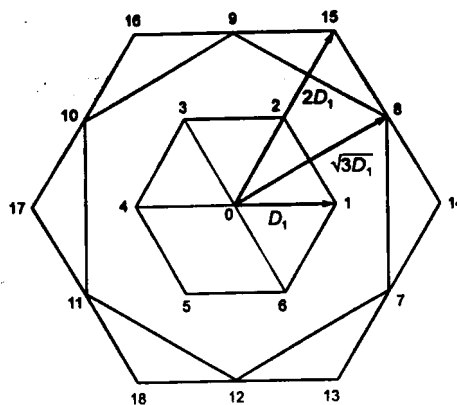
Узаткич қуввати, дБкВт (кВт)	Антенна эффектив баландлиги, м	I диапазон, $E_{мин}=50$ дБ/мкВ/м		II диапазон, $E_{мин}=54$ дБ/мкВ/м		III диапазон, $E_{мин}=57$ дБ/мкВ/м		Тўғрида н-тўғри кўриниш масофаси, км
		R_3 , км	R_k , км	R_3 , км	R_k , км	R_3 , км	R_k , км	
0 (1)		$G = 7,8$ дБ, $\eta = -0,5$ дБ, $P_{\Sigma} = 7,3$ дБкВт		$G = 9,8$ дБ, $\eta = -0,7$ дБ, $P_{\Sigma} = 9,1$ дБкВт		$G = 11,5$ дБ, $\eta = -1,2$ дБ, $P_{\Sigma} = 10,3$ дБкВт		
	100	41	318	34	249	37	300	54
	200	55	333	47	260	51	313	71
	300	65	346	57	271	60	326	84
	400	72	356	63	280	67	336	95
	500	78	366	70	290	74	346	105
7 (5)		$G = 7,8$ дБ, $\eta = -0,5$ дБ, $P_{\Sigma} = 14,3$ дБкВт		$G = 9,8$ дБ, $\eta = -0,7$ дБ, $P_{\Sigma} = 16,1$ дБкВт		$G = 11,5$ дБ, $\eta = -1,2$ дБ, $P_{\Sigma} = 17,3$ дБкВт		
	100	56	381	47	302	51	360	54
	200	70	397	61	315	65	376	71
	300	81	412	72	327	76	390	84
	400	89	423	78	337	83	401	95
	500	96	435	86	347	91	413	105
14 (25)		$G = 9,8$ дБ, $\eta = -0,7$ дБ,		$G = 11,5$ дБ, $\eta = -1,0$ дБ,		$G = 11,5$ дБ, $\eta = -1,5$ дБ,		

		$P_{\Sigma} = 23,1$ дБкВт		$P_{\Sigma} = 24,5$ дБкВт		$P_{\Sigma} = 24,0$ дБкВт		
	100	95	491	77	374	87	461	71
	200	108	508	89	387	99	478	84
	300	116	520	96	397	107	491	95
	400	124	533	104	409	116	503	105
	500	133	546	113	421	123	515	114
17 (50)		$G = 9,8$ дБ, $\eta = -0,7$ дБ, $P_{\Sigma} = 26,1$ дБкВт		$G = 11,5$ дБ, $\eta = -1,0$ дБ, $P_{\Sigma} = 27,5$ дБкВт		$G = 11,5$ дБ, $\eta = -1,5$ дБ, $P_{\Sigma} = 27,0$ дБкВт		
	100	105	525	86	402	96	495	71
	200	118	543	97	416	109	512	84
	300	127	556	106	428	118	525	95
	400	135	569	114	440	126	538	105
	500	143	582	122	452	134	551	114

9.6-жадвал. IV÷V диапазонни идеаллашган тармоқ учун катта қувватли ТВ станцияларни ҳудудий жойлаштириш масофаси

Узаткич қуввати, дБкВт (кВт)	Антенна эффектив баландлиги, м	IV, V диапазонлар, $E_{\text{мин}}=70$ дБ/мкВ/м		Тўғридан-тўғри кўриниш масофаси, км
		R_3 , км	R_k , км	
7 (5)		$G = 14,5$ дБ, $\eta = -1,5$ дБ, $P_{\Sigma} = 20,3$ дБкВт		
	100	26	221	54
	200	36	233	71
	300	45	243	84
	400	48	250	95
	500	50	257	105
13 (20)		$G = 14,8$ дБ, $\eta = -1,5$ дБ, $P_{\Sigma} = 26,3$ дБкВт		
	100	45	277	71
	200	54	288	84
	300	59	296	95
	400	66	303	105
	500	73	311	114

I÷IV диапазонни идеаллашган тармоқ учун катта қувватли ТВ станцияларни ҳудудий жойлаштириш масофасини 9.5- ва 9.6-жадваллар асосида аниқлаш мумкин. Ушбу ҳисоблашларда халақит берувчи каналлар қўшни ОҚ қояларида жойлашган ва уларнинг сони 12 та деб белгиланган. Бунда 9.12-расмдаги ҳолат марказий 0 (нолинчи) узаткич 18 та қўшни каналлар билан қамралган ва улар қўшни уч ОҚнинг бурчакларида D_1 , $\sqrt{3D_1}$, $2D_1$ масофаларда жойлашган деб олинган.



9.12-расм. Кўшма каналлар бўйича халақитлар

ТВ радиоузаткичларнинг ҳудудда жойлаштириш масофаларини ҳисоблаш учун қуйидаги бирламчи маълумотлар керак бўлади: фойдали станция хизмат кўрсатиш зонаси чегарасидаги электромагнит майдон кучланиши мос частоталар диапазонида энг кам минимал катталиққа эга бўлиши керак; фойдали сигнал учун $E(50,50)$ ва метрлар ҳамда дециметрлар диапазонидаги халақитлар учун $E(50,10)$, $E(50,1)$ мос равишда; халақитлари соддалаштирилган усул ёрдамида кўпайтириш 50% ҳудудда 0,5 эҳтимоллик билан сигнал қабулланиши; узаткичлар ТЧС сатр частотасининг $\pm 2/3$ қисмига тенг; ҳимоя нисбати 45 дБ га 9.7-расм асосида тузатиш коэффициентини эътиборга олиб 15 дБ кўшамиз; узатиш антенналарининг ҳаммаси бир хил кутбланган; қабуллаш антенналарининг халақитлардан ҳимояланганлиги ҳар бир диапазонда стандарт қийматга эга (9.10-расм).

Катта қувватли УҚТ диапазони ЧМ станциялардан иборат идеаллаштирилган моно ва стерео тармоқ учун станциялар орасидаги масофалар 9.7-жадвалда келтирилган. Ҳисоблаш усули идеаллашган ТВ станциялар тармоғини ҳисоблашга ўхшаш. Бунда мос равишда ҳимоя нисбати моно ва стерео эшиттиришлар учун 31 ва 42 дБ этиб белгиланган.

Частоталарни тақсимлашни режалаштиришда хизмат кўрсатиш ҳудуди тахминан тўғридан-тўғри кўриниш масофаси билан чегараланади. Ушбу масофадан (радиогоризонтдан) узоқлашган сари тропосферада қайтган ва асосий нурланишнинг бир-бирига турли фазалар билан қўшилиши натижасида сигналнинг вақт бўйича ўзгарувчан сўниши (замирание) ходисаси юз беради ва сигнални қабул қилиш сифати кескин ёмонлашади.

Одатда ТВ ва УҚТ диапазон ЧМ радиоузаткичлардан узатилаётган сигналларни ишончли – талаб даражасидаги сифат билан қабул қилиш зонаси (ҳудуди) радиуси тўғридан-тўғри кўриниш масофасига тенг қилиб олинади. Амалда радиоузаткичлар чиқиш қуввати 25 ва 50 кВт бўлса, сигналларни ишончли қабуллаш масофаси тўғридан-тўғри кўриниш масофасидан 30% га катта бўлади (9.6-9.7-жадваллар).

9.7-жадвал. УҚТ диапазони катта қувватли ЧМ станциялардан иборат идеаллаштирилган моно ва стерео тармоқ учун станциялар орасидаги масофалар

Узаткич қуввати, дБкВт (кВт)	Антенна эффектив баландлиги, м	Моноэшиттириш, $E_{мин}=46$ дБ/мкВ/м		стереоэшиттириш, $E_{мин}=54$ дБ/мкВ/м		Тўғридан-тўғри кўриниш масофаси, км
		R_3 , км	R_k , км	R_3 , км	R_k , км	
6 (4)		$G = 7,8$ дБ, $\eta = -0,7$ дБ, $P_{\Sigma} = 13,1$ дБкВт				
	100	62	456	44	496	54
	200	78	476	59	510	71
	300	89	495	69	521	84
	400	97	508	76	532	95
	500	105	521	83	545	105
11,8 (15)		$G = 7,8$ дБ, $\eta = -1,0$ дБ, $P_{\Sigma} = 18,6$ дБкВт				
	100	94	542	71	570	71
	200	106	562	82	584	84
	300	115	576	90	597	95
	400	123	589	97	609	105
	500	131	603	105	622	114

9.4÷9.5-жадваллардан фойдаланиб биргаликда фойдаланиладиган халақитларни эътиборга олган ҳолда фойдаланиши мумкин бўлган частоталар канали сонини ҳисоблаш мумкин. Мисол учун, идеаллаштирилган ТВ кўрсатув тармоғи учун чиқиш қуввати 5 кВт бўлган (самарали узатиш қуввати 17,3 дБ), узатиш антеннаси баландликлари 200 м бўлса III-частоталар

диапазонида $N = \frac{1}{3} \left(\frac{315}{61} \right)^2 \approx 9$ та частоталар канали ташкил этиш мумкин.

Ҳақиқатда эса каналлар орасидаги ўзаро халақитларни эътиборга олган ҳолда частоталар канали сонини кўпайтириш мумкин. ТВ кўрсатувларда халақитлар кўшни $n \pm 1$ канал, гетеродиннинг $n \pm 4$ ва акс канал ($n \pm 8$ ва $n \pm 9$) частоталардаги халақитлар ҳисобланади. $n \pm 8$ ва $n \pm 9$ частота каналларидаги халақитлар фақат дециметрлар узунлигидаги тўлқинлар диапазонида пайдо бўлади. Юқорида келтирилган ТВ кўрсатиш тармоғи учун биргаликда фойдаланиладиган частоталар каналида юзага келадиган халақитларни ва каналлараро халақитларни эътиборга олиб, идеаллашган тармоқ учун $N = 9 + 4 = 13$ та частоталар канали талаб этилади. 9.1-жадвалдан 13 га энг яқин ромбик сон 13 га тенг, демак идеаллашган ТВ тармоқ учун 13 та частоталар канали керак бўлади. Шундай қилиб метрлар диапазонида фақат битта бир дастурли идеаллашган ТВ тармоқ ташкил этиш мумкин, бу талаб бажарилмаган тақдирда частоталар канали сонини оширишга тўғри келади.

9.4. Рақамли радиоэшиттириш ва телевидениени режалаштиришнинг техник асослари

9.4.1. Рақамли радиоэшиттириш тизими

DAB стандартидаги рақамли радиоэшиттириш тўлқин тарқалиш шароити турлича бўлган ҳудудда мобил, ҳаракатдаги ва муқим жойлашган (турғун) радиоқабуллаш қурилмалари орқали нафақат радиодастурларни шу билан бирга қўшимча бир неча хизматларни етказиб беришга мўлжалланган. Бу стандартнинг ер устида (DAB-T), сунъий йўлдош орқали (DAB-S), кабел орқали (DAB-C) радиоэшиттиришларни ташкил этишга мўлжалланган вариантлари (турлари)дан 3000 МГц гача бўлган ҳар қандай частоталарда фойдаланиш мумкин. DAB стандартидаги рақамли эшиттиришда талабга қараб $8 \div 320$ кбит/с тезликда хабарлар узатиш ва шу билан бирга хабарларни каналлар орқали узатишда бир-неча босқичли кодлашлардан фойдаланиш мумкин. Мобил ва ҳаракатдаги ҳолатда рақамли радиоэшиттириш сигналлари бир сигналга тегишли кўп нурланишларни қабуллаш натижасида қабуллаш қурилмаси киришига сатҳи аста-секин ўзгарувчан шаклда таъсир этади, қабуллаш қурилмаси чиқишидаги сигнал сифати талаб даражасида бўлмайди, ушбу ҳолатларда DAB стандартида частоталар полосаси кенглиги 1,54 МГц бўлган кенг полосали сигналлардан фойдаланилади.

Сигналлар кўп нурли тарқаладиган шароитда уни сифатли қабуллашни таъминлаш учун кўп частотали COFDM сигналлардан фойдаланилади. COFDM сигналларда:

- частота ва вақт бўйича ўрин алмаштириш ва кодлашдан;
- давомийлиги $T_s = 1/\Delta f$ бўлган элементлар ўзаро ортогонал бўлган частоталари Δf га бир-биридан фарқланадиган ташувчилардан;
- элементар сигналлар орасидаги интерференцияни камайтириш учун химоя оралиғи T_0 дан;
- ҳар бир ташувчи QPSK усулида модуляцияланади ва қабуллашда демодуляциядан аввал сигнал дифференцияланади.

DAB тизимида бир частотали тармоқларда пайдо бўладиган частотанинг Допплер эффеќти натижасида силжиши ва ҳаракатдаги қурилма орқали қабуллашда кўп нурланиш (пассив эхо) ва актив (фаол) эхолар таъсирини камайтириш учун қуйидаги 9.8-жадвалда келтирилган тўртта режимнинг биридан фойдаланилади.

9.8-жадвал. DAB тизими иш режимлари

Режим	Режим I	Режим IV	Режим II	Режим III
	VHF диапазон	L диапазон	L диапазон	L диапазон
Ташувчи сони n	1536	768	384	192
Δf , кГц	1	2	4	8
T_U , мкс	1000	500	250	125
T_G , мкс	246	123	62	31
$T_S = T_U + T_G$, мкс	1246	623	312	156

DAB тизимида хатоларни тузатишда ҳар бир хабар манбаи учун сверточный (ўралган) кодлардан фойдаланилади. ETSI стандартида товуш сигналлари 1/3 дан 3/4 гача тезликдаги бешта босқичли ҳимояланган коддан фойдаланиб узатилади. Қўшимча хизмат маълумотларини узатишда эса ўровчи кодларда ўрин алмаштириш амалидан ва саккиз босқичли ҳимоялаш усулидан фойдаланилади.

9.9-жадвал. DAB тизимида ҳимоя сатҳи

Ҳимоя сатҳи	Код тезлиги, Мбит/с	С/Ш нисбати, $P_x = 10^{-4}$ бўлган ҳолда			Узатиш тезлиги, Мбит/с
		Гаусс	Райс	Релэ	
1	0,34	5,9	7,1	12,1	0,78
2	0,43	6,7	8,0	12,6	0,99
3	0,5	7,4	8,8	13,3	1,15
4	0,6	8,4	10,0	14,9	1,38
5	0,75	10,2	12,0	18,6	1,73

9.9-жадвалда DAB тизимида товуш сигналларини турли босқичларда ҳимоялаш кўрсаткичлари келтирилган. Қабуллаш қурилмаси чиқишидаги ўровчи код декодери (Витерби декодери) $P_x = 10^{-4}$ хатоликни таъминловчи қабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал/шовқин нисбатлар келтирилган. Бунда сигнал тарқалиши уч тур: Гаусс, Райс ва Релэ каналлари кўриб чиқилган.

DAB стандарти сигнали ҳамма босқичларда ҳимояланган хатоларни тузатувчи коддан фойдаланган ҳолатдаги натижавий тезлик 2,3 Мбит/с бўлади. Одатда DAB стандарти тизимида уч босқичли ҳимоя тизимидан фойдаланилади. Турли хабарлар биринчи сигналларидан DAB сигналини шакллантириш схемаси 9.13-расмда келтирилган.



9.13-расм. DAB сигнални шакллантириш

Рақамли радиоэшиттириш тармоғини режалаштиришда қабуллаш қурилмаси декодери чиқишида $P_x = 10^{-4}$ ни таъминлаш учун унинг киришидаги сигналнинг минимал сатҳини аниқлаш керак. Сигналнинг бу сатҳи қабуллаш қурилмаси радиоканали частоталар полосаси кенглиги ва шовқин коэффициентини орқали аниқланади, яъни

$$P_u = F + 10 \lg k T_0 B, \quad P_{c, \min} = P_u + C/N = U_{c, \min}^2 / Z_i, \quad (9.19)$$

бунда, B – қабуллаш қурилмаси частоталар полосаси, Гц; C/N – сигнал/шовқин нисбати, дБ; f – радиочастота, МГц; F – қабуллаш қурилмаси шовқин коэффициентини, дБ; P_u – қабуллаш қурилмаси киришидаги шовқин қуввати, дБВт; $P_{c, \min}$ – қабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал минимал қуввати, дБВт; $U_{c, \min}$ – қабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал минимал кучланиши, В; $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Вт/Гц·град – Больцман доимийси; $T_0 = 290$ К – абсолют ҳарорат.

Гаусс канали ва учинчи даражали (босқич) ҳимояланган сигнал учун (9.19) формула асосида ҳисобланган, қабул қилиш қурилмаси киришидаги сигнал минимал қуввати 9.10-жадвалда келтирилган.

9.10-жадвал. Қабул қилиш қурилмаси киришидаги сигнал минимал қуввати

f – частоталар (Ш ва L), МГц	200	1470
B – қабуллаш қурилмасининг эквивалент шовқин полосаси, Гц	$1,536 \cdot 10^6$	$1,536 \cdot 10^6$
F – қабуллаш қурилмаси шовқин коэффициент, дБ	7	6
P_u – қабуллаш қурилмаси киришидаги шовқин қуввати, дБВт	-135,1	-136,1
C/N – сигнал/шовқин нисбати, дБ	7,4	7,4
$P_{c,min}$ – қабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал минимал қуввати, дБВт	-127,4	-127,4
$U_{c,min}$ – қабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал минимал кучланиши, В	11	10

9.4.2. Рақамли телевидение тизими

DVB рақамли телевидение тизими телевизион тасвир ва унга тегишли овоз ҳамда кўшимча ахборотларни узатиш имкониятини беради. DVB-T ер усти телевидение тизимида юқорида келтирилган хабарлар MPEG-2 ёки MPEG-4 транспорт оқимида кодланган пакетлар шаклида бўлиши керак. Ер усти телевидениесида пакетланган рақамли маълумотлар мажмуаси контейнер ёрдамида узатилади. DVB-T тизими контейнердаги маълумотлар мазмуни, уларнинг манбаига боғлиқ бўлмай, MPEG-2, 4 транспорт мултиплексорлари чиқишидаги маълумотларни қабуллаш қурилмаси киришига юқори самара билан етказиб бериш учун мослаштириб беради. DVB-T стандартида белгиланган юқори ёки жуда юқори сифат билан тасвирни қабуллаш қурилмаси киришига етказиб бериш учун керакли канал кодлаши ва модуляцияси усули ёрдамида узатилаётган маълумотлар оқимида айлантирилишини талаб этадиган ўзгартиришлар таркибини белгилаб беради.

DAB-T ва DVB-T стандарти мултисервис транспорт оқимларини MPEG-2, 4 ёрдамида ягона канал кодлаши ва OFDM модуляция усулини қўллаш имкониятини беради. DVB-T тизимида икки тур: ички ва ташқи кодлаш усулидан биргаликда фойдаланилади. Бу икки босқичли кодлаш турли хатоликлардан деярли тўлиқ ҳимояланиш имкониятини беради. Ички ўровчи код ички декодер чиқишидаги хатолик $P_x \leq 2 \cdot 10^{-4}$ бўлишини ва ташқи Рид-Соломон кодидан фойдаланиш MPEG-2, 4 мултиплексори чиқишидаги хатоликни $P_x = 10^{-11}$ бўлишини, яъни деярли хатосиз ишлашини, бир соатда битта хатолик учрашини таъминлайди.

DVB-T стандартида OFDM модуляциясидан икки хил режимда (ҳолатда) фойдаланиш мумкин. Биринчиси 2048 та ташувчилар частотаси

(2k-режим) ва 8192 та ташувчилар частотаси (8k-режим) бўлган ҳолатлар. Якка телеузаткичлар ёки кичик тармоқларда 2k-режимдан ва 8k-режимда катта тармоқларда фойдаланиш мақсадга мувофиқ, аммо ундан кичик тармоқларда ҳам фойдаланиш мумкин. Ер усти DVB-T тизими бошқа рақамли телевидение тизимлари DVB-C (кабел) ва DVB-S (сунъий йўлдош) тизимлари билан юқори даражада бир-бирига мос кўрсаткичлари билан характерланади.

DVB-T тизимининг асосий параметрлари 9.11-жадвалда келтирилган. Фойдали ахборотларни узатиш учун фойдаланиладиган ташувчилар сони унинг иш режимига боғлиқ бўлиб, 2k-режимда 1512 та ва 8k-режимда 6048 тага тенг.

9.11-жадвал. DVB-T тизими асосий кўрсаткичлари

Кўрсаткичлар	Иш режими	
	2k	8k
Ташувчи сони	1705	6817
T_U фойдали оралик давомийлиги, мкс	224	896
T_G ҳимоя оралиғи давомийлиги, мкс	56, 28, 14, 7	224, 112, 56, 28
Ташувчилараро оралик, кГц	4,464	1,116
Энг узок ташувчилараро оралик, МГц	7,61	7,61
Ташувчи модуляцияси	QPSK, 16-QAM, 64-QAM	QPSK, 16-QAM, 64-QAM
Ички код тезлиги	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8

Улар бир-биридан тўрт мартага фарқланади. Агар бир режимдан иккинчисига ўтишда фойдали сигнал узатиш давомийлиги ҳам тўрт мартага ўзгаришини эътиборга олсак, маълумотларни узатувчи символлар тезлиги R_s ҳар икки режимда ҳам бир хил, яъни секундига 6,75 млн. символ бўлади ($R_s = 1512/224 \text{ мкс} = 6048/896 \text{ мкс} = 6,75 \text{ МГц} \approx 6,75 \text{ млн сим/сек}$ бўлади). R_s нинг бу қийматидан фойдаланиб ҳар икки 2k, 8k режим ва бошқа DVB-T кўрсаткичларидан фойдаланиб сигнал узатиш тезлигини ҳисоблаш мумкин:

$$R_e = R_s \frac{\gamma}{2} CR_1 CR_s \frac{T_U}{T_s}, \quad (9.20)$$

бунда, γ – модуляция усули спектрал самарадорлиги, QPSK учун $\gamma = 2,16$, QAM учун $\gamma = 4$ ва 64-QAM учун $\gamma = 6$; CR_1 – ички ўровчи код тезлиги; CR_s – ташқи Рид-Соломон коди тезлиги бўлиб, у 188/204 га тенг; $\frac{T_U}{T_s}$ – фойдали сигнал оралиғи давомийлигининг символ умумий давомийлигига нисбати.

Фойдали маълумотларни узатиш тезлигини ҳисоблаш натижалари 9.12-жадвалда келтирилган. Шунингдек 9.12-жадвалда Гаусс шовқинли алоқа канали учун қабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал/шовқин нисбатини ҳисоблаш натижасида олинган қийматлари ҳам келтирилган. Ушбу С/Ш

нисбати минимал талаб этиладиган қиймати ҳисобланади. Агар С/Ш нисбати жадвалда келтирилган қийматидан катта бўлса, у ҳолда ички декодер учун $P_x = 2 \cdot 10^{-4}$ ва ташқи декодер учун $P_x = 2 \cdot 10^{-11}$ га тенг бўлади.

9.12-жадвал. DVB-T тизимида маълумотларни узатиш тезлиги

Модуляция	CR_1	C/N, дБ	T_c/T_U ҳол учун маълумотларни узатиш тезлиги, Мбит/с			
			1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	3,1	4,98	5,54	5,87	6,05
QPSK	2/3	4,9	6,67	7,42	7,87	8,11
QPSK	3/4	5,9	7,46	8,31	8,80	9,08
QPSK	5/6	6,9	8,30	9,23	9,78	10,08
QPSK	7/8	7,7	8,71	9,69	10,26	10,58
16-QAM	1/2	10,25	9,95	11,08	11,74	12,10
16-QAM	2/3	12,051	13,34	14,84	15,74	16,22
16-QAM	3/4	13,05	14,92	16,62	17,60	18,16
16-QAM	5/6	14,05	16,6	18,46	19,56	20,16
16-QAM	7/8	14,85	17,42	19,38	20,52	21,16
64-QAM	1/2	16,49	14,94	16,62	17,61	18,15
64-QAM	2/3	18,29	20,01	22,26	23,61	24,33
64-QAM	3/4	19,29	22,38	24,93	26,4	27,24
64-QAM	5/6	20,29	24,9	27,69	29,34	30,24
64-QAM	7/8	21,09	26,13	29,07	30,78	31,74

9.4.3. Ер усти рақамли радиоэшиттириш тармоғини яратиш

Ер усти радиоэшиттириши ёрдамида берилган худудни битта станция билан таъминлашнинг иложи бўлмаса, бир неча станциялардан иборат бўлган тармоқдан фойдаланилади. Бу станциялар орасидаги ўзаро халақитларни камайтириш учун турли частоталар каналидан фойдаланишга тўғри келади ва частоталар ресурсидан фойдаланиш самарадорлиги паст бўлади.

Синхрон радиоэшиттиришда битта дастур бир неча бир-бирига яқин жойлашган аналог радиоузаткичлар орқали битта частотада узатилганда улар орасида ўзаро халақитлар пайдо бўлади. Бу халақитлар қабуллаш қурилмаси киришига турли узаткичлар нурлатаётган сигналлар турли вақт онларида келиши натижасида юзага келади, чунки турли нуқталарда жойлашган узаткичлардан тарқатилаётган радионурланишлар турли масофаларни ўтиб қабуллаш қурилмаси киришига таъсир этади. Хизмат кўрсатиш худудининг турли нуқталарида бу кечикишлар вақти турлича бўлганлиги сабабли уларнинг таъсирини кечиктириш линияси (линия задержки) ёрдамида йўқотиш (қоплаш) мумкин эмас.

COFDM модуляцияси ва узатилаётган символлар орасида ҳимоя оралиғи бўлган ер усти рақамли эшиттириш тизимида қабуллаш қурилмаси фойдали сигнал билан бирга, агар кечикиш катталиги ҳимоя оралиғидан кичик бўлса, унда ушбу ҳудуддаги турли тўсиқлардан қайтган сигнални ҳам қабул қилади. Ҳимоя оралиғи етарли даражада катта бўлса (масалан, DVB-T тизимида ҳимоя оралиғи фойдали символ давомийлигининг тўртдан бирига тенг), у ҳолда ушбу ҳудуддаги бир частоталар каналида ишлаётган бошқа станциялар сигналларини ҳам қабуллаши мумкин. Бунда қабуллаш антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси доирасимон бўлса, турли фойдали сигналларнинг бир-бирига синхрон қўшилиши натижасида қабуллаш сифати сезиларли даражада яхшиланади. Турли узаткичлар фойдали сигналнинг қўшилиш ҳодисаси қўшилиш эффекти деб аталади. Бир частотада битта ТВ дастурни синхрон тақатувчи радиоузаткичлар тармоғи бир частотали тармоқ деб аталади. Одатда бир частотали тармоқ битта нисбатан катта чиқиш қувватли радиоузаткич хизмат кўрсатиши мумкин бўлган ҳудудни бир неча нисбатан кичик чиқиш қувватли станциялар билан алмаштириш натижасида ҳосил қилинади. Одатда бундай радиоузаткичлар дастлабкисига нисбатан пастроқ антенна таянғичларига ўрнатилади ва уларга доимий хизмат кўрсатишни талаб этмайди, уларнинг антенналари йўналтирилганлик диаграммалари доирасимон бўлади. Бир частотали радиоэшиттириш тизимидан хизмат кўрсатадиган ҳудуд паст-баланд бўлганда ва бинолар баландлиги турлича бўлган шаҳарларда фойдаланиш катта самара беради, чунки қабуллаш нуқтасига фойдали сигнал турли узаткичлардан келиши, улардан бир нечтасининг сатҳи талаб даражасидан пастлигини қоплайди (тўлдиради). Бир частотали тизимда сигналларни ишончли қабуллаш ҳудуди кенгаяди, ҳаракатдаги қабуллаш қурилмалари орқали сигналларни узлуксиз – ишончли қабуллаш имконияти пайдо бўлади.

Агар фойдали сигналнинг кечикиш вақти ҳимоя оралиғидан катта бўлса, у ҳолда халақитлар ёки тармоқ орасида интерференциянинг келиб чиқишига сабаб бўлади. Тармоқ орасидаги радиоузаткичлар сигналларининг бир-бирига халақит бериши ҳодисаси тармоқ ички интерференцияси деб аталади. Бу ҳолат радиоузаткичлар кўрсаткичлари нотўғри танланган ҳолда ва сигнал тарқалиш трассаси хусусиятлари эътиборга тўлиқ олинмаслиги сабабли келиб чиқади.

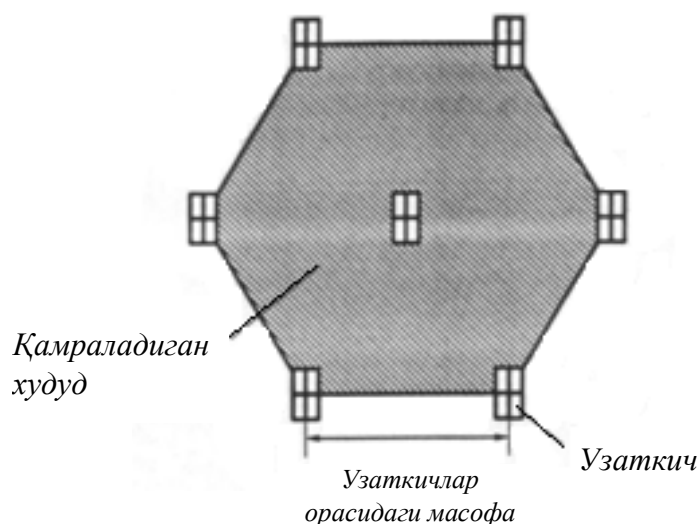
Бир частотали тармоқ ЭММини ҳисоблашда радиосигнал майдонининг кучланганлиги ҳимоя оралиғидан катта бўлса, у ҳолда ички интерференция ҳодисаси юзага келади ва бу сигнални халақит сигнали деб ҳисоблаш керак бўлади, чунки унинг таъсири бошқа тармоқдан халақитга ўхшаш бўлади. Аммо бунда радиоузаткичлар тарқатаётган сигналларнинг ўзаро корреляцияси – боғлиқлигини эътиборга олувчи тузатиш коэффициенти киритиш талаб этилади.

Ички интерференциянинг пайдо бўлиши мумкинлиги бир частотали тармоқ ўлчамлари ва шаклига қўшимча талаблар пайдо бўлишига олиб келади. Ҳозирда Европада диаметри 200 км бўлган ҳудудда бир неча (ўнтадан ортиқ бўлмаган) станциялардан иборат бўлган бир частотали

тармоқдан фойдаланиш бўйича тажрибалар тўпланган. Катта ҳудудларни қопловчи катта қувватли радиоузаткичлардан фойдаланиб бир частотали тармоқ ташкил этиш мақсадга мувофиқ эмас, чунки бунда узаткичларнинг ички халақитлар сатҳи юқори, қабуллаш қурилмаси киришидаги сигналларнинг кечикиш вақти ҳам катта бўлади. Бундай тармоқларда ички халақитлардан ҳимояланиш учун юқори халақитбардошликка эга кодлардан фойдаланишни талаб қилади, натижада рақамли алоқа канали ахборот узатиш имконияти камаяди: шунинг учун ҳозирда бир частотали тизимдан бир ҳудуд ёки унинг қисмларида фойдаланилади.

Катта ҳудудга битта катта қувватли радиостанция ҳисобига хизмат кўрсатиш ўрнига, ушбу ҳудуд майдони ва ер юзи тузилишини эътиборга олган ҳолда кўп частотали тармоқ ташкил этиб хизмат кўрсатиш кўп ҳолларда мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Бунда ҳаракатдаги – мобил қурилмалар орқали қабуллаш сифати ошади, айниқса ЭММ нуқтаи назаридан ҳудудда баланд антенна мачтаси қуриш ва катта қувватли радиоузаткичдан фойдаланишда қийинчиликлар бўлса бир частотали тармоқни ташкил этган тўғри ҳисобланади. Бир частотали тармоқлардан тоғли ҳудудларда, денгиз олди ҳудудларида ва текис ерли ҳудудларда фойдаланиш частоталар ресурсидан самарали фойдаланиш имкониятини яратади ва станциялар орасидаги халақитларнинг сезиларли даражада камайишини таъминлайди.

9.14-расмда бир частотали тармоқнинг энг маъқул модели кўриниши келтирилган.

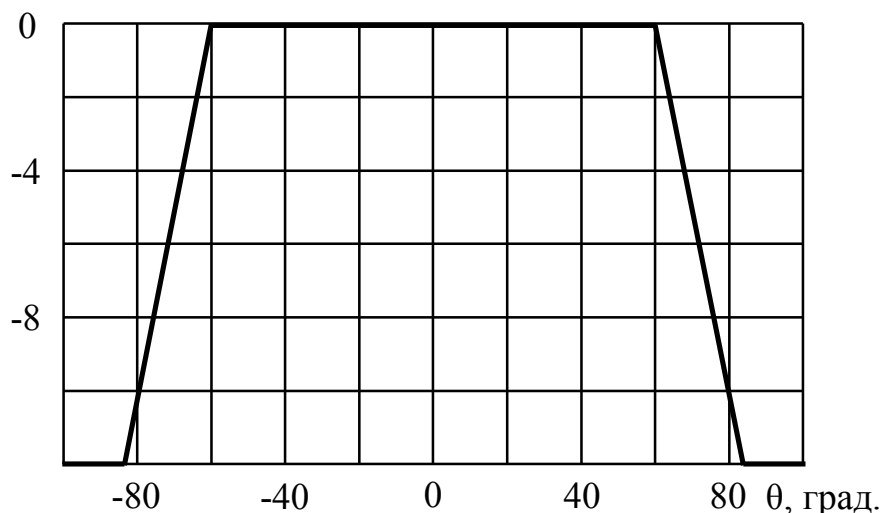


9.14-расм. Бир частотали тармоқ эталон структураси

Ушбу тармоқнинг кўрсаткичлари қуйидагилардан иборат:

- олтибурчакли тузилиш;
- радиоузаткичлар орасидаги масофа 60 км;
- узатиш антеннаси 150 м биландликда ўрнатилган;
- марказда жойлашган радиоузаткичнинг нурлатиш қуввати 100 Вт;
- марказий антенна йўналтирилганлик диаграммаси доирасимон;

- ён атрофдаги радиоузаткичларнинг нурлатиш қуввати – 1кВт;
- ён атрофдаги радиоузаткичлар антенналарининг йўналтирилганлик диаграммалари марказ томонга йўналтирилган (9.15-расм).



9.15-расм. Ён атрофдаги радиоузаткичлар антенналарининг йўналтирилганлик диаграммалари

Кичик қувватли радиоузаткичлардан фойдаланиш узатиш тизимини куришда янгича ёндашишлардан фойдаланишни тақозо этади. Бунда антенналар баланд бинолар ёки табиий тепаликлар устига ўрнатилиши мумкин. Радиоузаткичларга теле ва радиодастурлар сунъий йўлдош ёки замонавий оптик толали каналлар орқали етказиб берилиши мумкин. Ушбу каналлар ҳам радиоузаткичларни синхрон ишлашини таъминлаши мумкин.

Шундай қилиб, бир частотали рақамли радиоэшиттириш тармоғини куришда лойиҳалаш синчковлик билан бажарилишини талаб қилади. Радиоузаткичлар модуляциялаш параметрларини, уларнинг чиқиш қувватини, улар орасидаги масофани ва яна бир қатор кўрсаткичларни нотўғри танлаш улар чиқиш сигналлари орасидаги ўзаро халақитларнинг сатҳи битта узаткич сигналининг кўп нурли тарқалиши натижасида ҳосил бўладиган халақитдан ҳам кучли бўлади, бунда бир частотали тармоқдаги сигналларнинг кечикиши бир хил қувватли бўлганда нисбатан кучли бўлади. Шунга қарамасдан бир частотали тармоқлардан фойдаланиш кўрсатиш ва эшиттиришлар сифатини ошириш билан бирга, частоталар спектридан катта самарадорлик билан фойдаланиш имкониятини яратади.

9.4.4. Рақамли кўрсатув ва эшиттириш тармоқларини лойиҳалашда фойдаланиладиган асосий кўрсаткичлар

Рақамли кўрсатув ва эшиттириш учун электромагнит майдон кучланганлиги худди аналог сигналларни узатиш тизимидагидек фойдали сигнал учун 50% ҳудудда ва 50% вақтда, халақит учун 50% ҳудудда ва 1% вақт учун тўлқин тарқалиш чегаравий чизиқларидан фойдаланишга асосланган (4.9, 4.10, 4.11-расмлар). Бунда мобил ва ихчам қабуллаш

қурилмаси антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси доирасимон ва кучайтириш коэффициентини диполникига қараганда бир оз кичик.

Рақамли телекўрсатув ва эшиттириш тармоғида хизмат кўрсатиш майдони 99% бўлгани сабабли электромагнит майдон кучланганлиги 50% бўлган ҳудуд чегаравий чизиқларидан фойдаланганда 99% майдон кучланганлигини ҳисоблаш учун катталиги 13 дБ га тенг бўлган тузатиш коэффициентини киритилади.

Майдон кучланганлигини ҳисоблаш учун чегаравий чизиқлар антенна ер юзасидан 10 м баландликда ўрнатилган ҳолат учун қурилган. Рақамли эшиттириш одатда мобил қабуллашга мўлжалланган бўлиб, унинг антеннаси баландлиги 1,5 м деб қабул қилинади. Шунинг учун ҳисоблаш натижасида олинган майдон кучланишини чегаралаш чизиғига, 10 м баландлик ўрнига қабуллаш антеннаси баландлиги 1,5 м лигини эътиборга олиш имкониятини берувчи 10 дБ га тенг бўлган тузатиш коэффициентини киритиш керак.

9.13-жадвалда III – УЮЧ диапазонида рақамли эшиттиришни мобил қурилма орқали қабуллаш учун керак бўлган майдон кучланганлиги минимал катталиги қийматлари келтирилган.

Рақамли эшиттириш тармоғини режалаштиришда ушбу тармоқ халақит берувчи узаткичлари интерференцион майдон кучланганлиги рухсат этиладиган катталигини аниқлаш керак, бунинг учун фойдали ва интерференция сигналлари нисбати билан аниқланадиган ҳимоя нисбатини билиш керак.

9.13-жадвал. Майдон кучланганлиги минимал катталиги

Частота диапазони	III
Майдон минимал эквивалент кучланганлиги, дБ/мкВ/м	35
50% дан 99% га ўтишдаги тўлдирувчи коэффициент, дБ	+13
Антенна баландлиги 10 м дан 1,5 м га ўтишдаги тўлдирувчи коэффициент, дБ	+10
Рақамли эшиттиришни мобил қабуллашни лойиҳалашда майдон минимал эквивалент кучланганлиги, дБ/мкВ/м	58

Ер устида DAB-T сигнали 9.14-жадвалда келтирилган частоталар блоки орқали узатилади.

9.14-жадвал. DAB-T частоталар блоки

DAB-T Блок рақами	Марказий частота, МГц	Частота диапазони, МГц	Пастки ҳимоя оралиғи, кГц	Юқори ҳимоя оралиғи, кГц
5A	174,928	174,160...175,696	-	176
5B	176,640	175,872...177,408	176	176
5C	178,352	177,584...179,120	176	176

5D	180,064	179,296...180,832	176	336
6A	181,936	181,168...182,704	336	176
6B	183,648	182,880...184,416	176	176
6C	185,360	184,592...186,128	176	176
6D	187,072	186,304...187,840	176	320
7A	188,928	188,160...189,696	320	176
7B	190,640	189,872...191,408	176	176
7C	192,352	191,584...193,120	176	176
7D	194,064	193,296...194,832	176	336
8A	195,936	195,168...196,704	336	176
8B	197,648	196,880...198,416	176	176
8C	199,360	198,592...200,128	176	176
8D	201,072	200,304...201,840	176	320
9A	202,928	202,160...203,696	320	176
9B	204,640	203,872...205,408	176	176
9C	206,352	205,584...207,120	176	176
9D	208,064	207,296...208,832	176	336
10A	209,936	209,168...210,704	336	176
10B	211,648	210,880...212,416	176	176
10C	213,360	212,592...214,128	176	176
10D	215,072	214,304...215,840	176	320
11A	216,928	216,160...217,696	320	176
11B	218,640	217,872...219,408	176	176
11C	220,352	219,584...221,120	176	176
11D	222,064	221,296...222,832	176	336
12A	223,936	223,168...224,704	336	176
12B	225,648	224,880...226,416	176	176
12C	227,360	226,592...228,128	176	176
12D	229,072	228,304...229,840	176	176

Частота блоки полосасининг кенглиги 1,536 МГц ва кўшни частоталар блоклари орасидаги ҳимоя частоталари полосасининг кенглиги 176 кГц. Битта частоталар полосаси кенглиги 7 МГц бўлган ТВ каналга тўртта DAB-T частоталар блоки жойлашади. Бир хил частотали DAB-T частоталар блоклари учун ҳимояланиш нисбати 10 дБ, кўшни блоклар учун – 30дБ. Интерфренцион сигнал майдон кучланганлигининг максимал рухсат этиладиган қийматини ҳисоблашда юқорида келтирилган ҳимоя нисбатларининг қийматларини эътиборга олиш керак. Шунингдек, фойдали сигнални интерференция сигналидан 50% худудни чегараловчи чизик ичида ҳимоялаш эмас балки 99% майдонда ҳимоялаш керак, бунинг учун 18 дБ га тенг бўлган тузатиш коэффиенти киритилади.

Интерференцияловчи сигнал электр майдон кучланганлигининг максимал қиймати ҳимоя нисбати, тузатиш коэффиенти ва фойдали сигнал

электромагнит майдон кучланганлигининг минимал қийматини эътиборга олган ҳолда аниқланади (9.13- ва 9.15-жадваллар).

9.15-жадвал. Интерференцияловчи сигнал электр майдон кучланганлиги максимал қиймати

Частота диапазони	Фойдали сигнал электромагнит майдон кучланганлигини минимал қиймати, дБ/мкВ/м	Ҳимоя нисбати, дБ	99% жой учун тузатиш коэффициенти, дБ	Интерференцияловчи сигнал электр майдон кучланганлиги максимал қиймати, дБ/мкВ/м
III	58	-10	-18	30

9.5. Ҳаракатдаги алоқа тизимлари тармоқларини частотавий режалаштириш усули

Ҳаракатдаги радиоалоқа, хусусан сотали алоқа тизимини лойиҳалашда БС хизмат кўрсатиш ҳудудини аниқлаш керак бўлади. Ушбу ҳудудда алоқа талаб даражасидаги сифат ва ишончликни таъминлаш билан бирга битта частоталар каналидан фойдаланувчи тармоқ БС орасидаги минимал масофани ҳам таъминлаш керак бўлади, чунки улар бир-бирига халақитлар бериши мумкин.

БС хизмат кўрсатиш ҳудуди ва БСлар орасидаги минимал масофани ҳисоблаш учун қуйидагиларни эътиборга олиш керак:

- БС ва АС радиоузаткичлари чиқиш қувватларини;
- узатиш-қабуллаш тракти антенна-фидер тракти параметрларини (қабуллаш антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси, унинг баландлиги, антенна-фидер трактидаги йўқотишлар ва ҳ.к.);
- қабуллаш қурилмаси киришидаги ташқи ва ички шовқинлар сатҳи ва унинг сезувчанлигини;
- шаҳар қурилишлари ва ясси ҳудудда радиотўлқин тарқалиши статистик қонуниятларини;
- радиоалоқа канали параметрлари (ҳудуд тавсифи, маданийлашганлик даражаси);
- фойдаланиладиган аппаратлар электр параметрларини (ишчи частота, модуляция тури, қабуллаш қурилмаси полосаси кенглиги ва ҳ.к.);
- ҳаракатдаги алоқа тармоғининг тизимий параметрлари (интермодуляция халақитларнинг мавжудлиги, телефон юкламаси интенсивлиги, частотадан қайта фойдаланиш таъсири ва бошқалар).

Юқорида айтиб ўтилган параметрлар ҳаракатдаги алоқа тизими (ҲАТ) стандарти орқали аниқланади. Бундан ташқари шаҳар атрофида тўлқин тарқалиш хусусиятларини ҳам эътиборга олиш керак. Ҳаракатдаги алоқа тизимларида БС ва АС орасида алоқа амалга оширилади, шу билан бирга алоқа канали ёки линияси параметрлари узлуксиз ўзгариб туради. Шунинг учун сигналларни таърифлашда статистик усуллардан фойдаланилади. Радиотўлқинлар шаҳар шароитида тарқалганда сигнал қабуллаш жойида

сигнал параметрининг ўзгаришига бир неча ҳодисалар сабаб бўлади. Сигнал ўртача қиймати асосан БС, АС характеристикалари ва улар орасидаги масофага боғлиқ. Сигнал ўртача сатҳи ХЭИ тавсия этган Окамура-Хата эмпирик модели асосида ҳисобланади. Бунда ер деярли текис деб ҳисобланади. Жой рельефи ва БС билан АС орасидаги ҳудудда жойлашган бинолар БС узатаётган сигналларни тўсиши натижасида дифракция ҳодисаси юз беради. Натижада сигнал сатҳи аста-секин ўзгарувчан бўлади ва логарифмик нормал тақсимот қонунига ёки Гаусс тақсимот қонунига мос равишда ўзгариб туради. Бундан ташқари сигнал қабулланиш нуқтасига турли бино ва тепаликлардан қайтиб тесқари йўналишда тарқалиши натижасида бир неча нурланишлар орқали етиб келади, булар асосий нур орқали етиб келган сигнал билан турли фазаларда қўшилиши натижасида сигнал сатҳи аста-секин ўзгарувчан бўлади. АС ҳаракатда бўлган тақдирда эса қабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал тасодифий равишда тез ўзгарувчан бўлади ва Релэ тақсимот қонунига бўйсунди. Шундай қилиб, АС қабул қилаётган сигнал сатҳи ХАТ техник характеристикаларига, БС ва АС орасидаги масофага боғлиқ ҳолда, ушбу орада жойлашган турли объектлар бир жинсли эмаслиги ҳисобига юзага келган сўнишлар натижасидаги сигнал ўртача қийматлари орқали аниқланади, у аста ва тез тасодифий сўниш хусусиятига эга бўлади. Ушбу сўнишларнинг максимал ва минимал қийматлари орасидаги фарққа бўлган талаб хизмат кўрсатиш ҳудуди рельефи ва АС томонидан сигнални тўғри қабуллашга бўлган техник талабга боғлиқ.

9.5.1. Окамура-Хата модели асосида сигнал сатҳи ўртача камайишини аниқлаш

Окамура-Хата модели ҳаракатдаги ер усти алоқа тизимларидаги медиан бўйича сигнал сатҳининг камайишини ҳисоблашда талаб даражасидаги аниқликни таъминлайди. Бунда қуйидаги дастлабки шартлар бажарилган бўлиши керак:

- сигнал частотаси $f = 100...2000$ МГц;
- алоқа ўрнатиш масофаси $R = 1...50$ км;
- базавий станция (БС) антеннасининг баландлиги $h_{BC} = 30...200$ м;
- абонент станцияси (АС) антеннасининг баландлиги $h_{AC} = 1...10$ м.

Окамура-Хата моделидан фойдаланилганда ҳудуд рельефи (юзаси) қуйидаги турларга шартли равишда бўлинади:

– йирик шаҳарлар. Бунда ҳудудда саноат корхоналари, ташкилотлар, кўп сонли баланд бинолар борлиги ва сутка давомида автотранспорт ҳаракати деярли бир хил жуда серқатнов деб қабул қилинади;

– ўртача катталиқдаги, унча катта бўлмаган шаҳарлар. Зич жойлашган турли корхоналар, шу жумладан оз сонли баланд бинолар. Транспорт ҳаракати сезиларли даражада серқатнов, аммо кундузи ва кечаси катновчанлик фарқ қилади;

– шаҳар атрофи. Асосан бир қаватли аҳоли яшаш ҳудуди, дала ҳовлилар ва ёрдамчи қурилмалардан иборат ҳудуд (омборхона, молхона, кичик магазин ва ҳ.к.), автотранспорт кам қатнов;

– қишлоқ жой. Очиқ, қурилишларсиз ерлар. Ишлов берилмаган ва қисман ишлов берилган ерлар, бир-биридан анча узоқларда жойлашган кичик уй-жойлар.

Ушбу моделга асосан шаҳарда сигнал сатҳининг камайиши (дБ) қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$L = 69,55 + 26,16 \lg f - 13,82 \lg h_{BC} - a(h_{AC}) + (44,9 - 6,55 \lg h_{BC}) \lg R, \quad (9.21)$$

бунда, f – ишчи частота, МГц; h_{BC} – БС антеннасининг жойлашиш баландлиги, м; h_{AC} – АС антеннасининг жойлашиш баландлиги, м; R – алоқа ўрнатиш масофаси, км; $a(h_{AC})$ – қабуллаш антеннаси жойлашиш баландлиги эталон баландлик 1,5 м дан фарқланганда киритиладиган тузатиш коэффициентини.

Тузатиш коэффициентини $a(h_{AC})$ катта, ўртача шаҳарлар ва фойдаланилаётган частоталар диапазониға қараб турлича бўлади:

– ўртача катталиқдаги шаҳарлар учун

$$a(h_{AC}) = (1,1 \lg f - 0,7) h_{AC} - (1,56 \lg f - 0,8); \quad (9.22)$$

– катта шаҳар учун

$$a(h_{AC}) = 3,2(\lg 11,75 h_{AC})^2 - 4,97. \quad (9.23)$$

Шаҳар атрофи тўлқин тарқалишидаги йўқотишлар, дБ:

$$L_s = L - 2 \lg(f/28)^2 - 5,4; \quad (9.24)$$

Очиқ ҳудудда, қишлоқларда тўлқин тарқалишидаги йўқотишлар, дБ:

$$L_0 = L - 4,78(\lg f)^2 + 18,33 \lg f - 40,94, \quad (9.25)$$

бунда, L – шаҳар ҳудудида сигнал сатҳининг камайиши, тарқалишдаги йўқотишлар.

Алоқа ўрнатиш ҳудуди ўлчамлари БС ва АС техник кўрсаткичларига боғлиқ бўлиб, қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$P_{\phi c} = P_{\text{нур}} - L(R, h_{BC}, h_{AC}) - B_T - B_{\text{Э}}, \quad (9.26)$$

бунда, $P_{\text{фс}}$ – кабуллаш қурилмаси киришидаги фойдали сигнал (ФС) қуввати, дБ/мВт; $P_{\text{нур}}$ – узаткич изотроп нурлатаётган сигнал эффектив қуввати, дБ/мВт; $L(R, h_{\text{БС}}, h_{\text{АС}})$ – сигналнинг тарқалиш натижасида сусайиши, дБ; B_T – сигнал сатҳининг АС ихчам антеннадан фойдаланилганлиги учун қўшимча сўниши, $B_T = 3$ дБ; $B_{\text{э}}$ – АС автомобилда ёки бино ичида жойлашгани натижасидаги сўнишлар, (автомобил учун $B_{\text{э}} = 8$ дБ, бино учун $B_{\text{э}} = 15$ дБ).

Радиоузаткич изотроп нурлатаётган қуввати эффектив қиймати сатҳи:

$$P_{\text{нур}} = P_{\text{РВ}} - B_{\text{ФРВ}} - B_{\text{Д,РВ}} - B_{\text{К}} + G_{\text{РВ}}, \quad (9.27)$$

бунда, $P_{\text{РВ}} = 10 \lg P'_{\text{РВ}} + 30$ – радиоузаткич чиқиш қуввати сатҳи, дБ/мВт; $P'_{\text{РВ}}$ – радиоузаткич чиқиш қуввати, Вт; $B_{\text{ФРВ}} = \alpha_{\text{РВ}} l_{\text{ФРВ}}$ – радиоузаткич антеннасидаги йўқотишлар, дБ; $\alpha_{\text{РВ}}$ – антенна фидери хар бир метр узунлигидаги йўқотишлар, дБ; $l_{\text{ФРВ}}$ – радиоузаткич антеннаси фидери узунлиги, м; $B_{\text{Д,РВ}}$ – узатишда дуплексердаги йўқотишлар, дБ; $B_{\text{К}}$ – сигналлар қувватини қўшиш қурилмасидаги йўқотишлар, дБ; $G_{\text{РВ}}$ – узатиш антеннасининг алоқа ўрнатиш томонига кучайтириш коэффициентини, дБ.

Алоқа ўрнатишнинг асосий шарти радиоқабуллаш қурилмаси киришидаги фойдали сигнал қувватининг минимал талаб этиладиган сатҳга мос келувчи қуввати $P_{\text{ФС min}}$ га нисбати, дБ билан баҳоланади ва албатта радиоқабуллаш қурилмаси техник кўрсаткичларига боғлиқ бўлади:

$$P_{\text{ФС min}} = P_{\text{РКК}} + B_{\text{ФРКК}} + B_{\text{ДРКК}} - K_{\text{КШК}} - G_{\text{РКК}}, \quad (9.28)$$

бунда, $P_{\text{РКК}} = 20 \lg P'_{\text{РКК}} - 10 \lg R_{\text{РКК}} - 90$ – радиоқабуллагич нисбий сезгирлиги, дБ/мВт; $P'_{\text{РКК}}$ – радиоқабуллагич сезгирлиги, мкВ; $R_{\text{РКК}}$ – радиоқабуллагич кириш қаршилиги, Ом; $B_{\text{ФРКК}} = \alpha_{\text{РКК}} l_{\text{ФРКК}}$ – РКҚ антеннаси фидеридаги йўқотишлар, дБ; $K_{\text{КШК}}$ – РКҚ антенна тракти кучайтириш коэффициентини, дБ; $G_{\text{РКК}}$ – алоқа ўрнатиш томонида антенна кучайтириш коэффициентини.

Ҳаракатдаги радиоалоқа тизимларида радиоқабуллаш қурилмаси антеннасига таъсир этаётган фойдали сигнал сатҳи тасодифий катталиқка эга бўлади ва уни логарифмик нормал тақсимот қонуни орқали ифодалаш мумкин. Алоқанинг ишончилигини таъминлаш учун РКҚ киришидаги талаб этиладиган фойдали сигнал сатҳини ошириш керак бўлади. Сигнал сатҳини қандай катталиқка ошириш БС ва АС орасидаги ҳудуд ер усти тузилишига (рельефи) ва вақтга боғлиқ бўлади. Бу қўшимча қувватни $P_{\text{ФС К}}$ орқали белгиласак, у ҳолда РКҚ киришидаги сигнал сатҳи қуйидагига тенг бўлади:

$$P_{\text{ФС}} \geq P_{\text{ФС min}} + P_{\text{ФС К}}. \quad (9.29)$$

Юқорида келтирилганлар асосида ҳаракатдаги алоқа тизимида БС хизмат кўрсатадиган ҳудудни, алоқа ўрнатиш масофасини қуйидаги тартибда аниқлаш мумкин:

1. (9.27) ифода орқали изотроп нурлатаётган сигнал эффектив қуввати $P_{НВР}$ ни аниқлаймиз.

2. (9.28) ифода орқали РҚҚ киришидаги сигнал минимал сатҳини $P_{ФС\ min}$ ни аниқлаймиз.

3. Талаб этиладиган даражада алоқа ўрнатиш ишончилигини таъминлаш учун РҚҚ киришига қўшимча берилиши талаб этиладиган сигнал сатҳи $P_{ФС\ К}$ ни аниқлаймиз.

4. Талаб даражасидаги алоқа ўрнатиш ишончилигини таъминлаш учун РҚҚ антеннасига таъсир этиши керак бўладиган сигнал сатҳини ҳисоблаймиз:

$$P_{ФС\ ТЭ} = P_{ФС\ min} + P_{ФС\ К} . \quad (9.30)$$

5. Алоқа трассасида сигнал тарқалиши натижасидаги қувват йўқотишларини ҳисоблаймиз:

$$L_{РЭ} = P_{НВР} - P_{ФС\ ТЭ} - B_T - B_{Э} . \quad (9.31)$$

6. (9.21) формуладан фойдаланиб алоқа ўрнатиш масофаси максимал қиймати R ни аниқлаймиз. Бунда $h_{БС}$ қиймати антенна эффектив баландлигига тенг деб ҳисобланади.

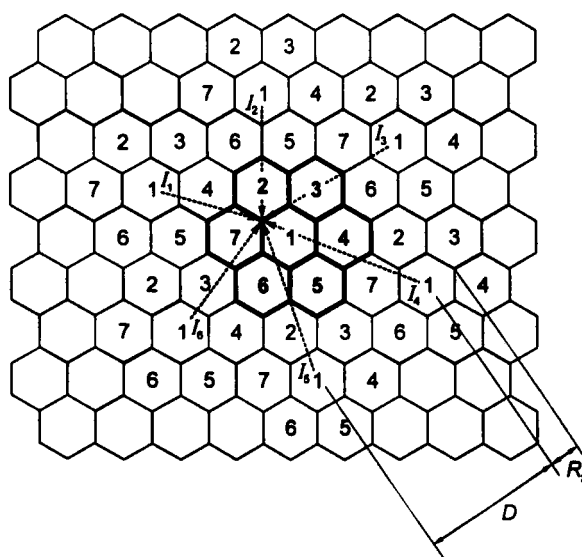
9.5.2. Сотали ҳаракатдаги алоқа тармоғида частота бириктиришни режалаштириш

Сота кластери ўлчамини аниқлаш. Сотали ҳаракатдаги алоқа тармоғини қуриш частота-ҳудуд режасини тузишга асосланади. Бунда умумий хизмат кўрсатилиши керак бўлган ҳудуд бир нечта БС хизмат кўрсатадиган ҳудуд(маконлар)га бўлинади, БС – ушбу макон марказида жойлаштирилади. Агар БСда йўналтирилмаган антеннадан фойдаланилса, у ҳолда у хизмат кўрсатадиган макон доирасимон шаклда деб ҳисобланади. Бу ҳолда учта макон бир нуқтада бир-бири билан кесишади. Ушбу нуқталарни бир-бири билан бириктириш натижасида олтибурчак шакли ҳосил бўлади, бу олтибурчаклар сота деб аталади. Бир-бирига халақит бермаслик учун қўшни БСлар турли частоталарда ишлаши керак. Частоталарни режалаштиришда кластерлар тузилади. Кластердаги соталар сони унинг ўлчамини белгилайди. Бу тушунча ТВ ва РЭ тизимида фойдаланилган ромблар сони тушунчасига ўхшаш. Шунинг учун кластер ўлчамини 9.1-жадвалдан аниқлаш мумкин.

Олтибурчакли соталар учун кластер ўлчами $N=7$ этиб танлаш кулай, бунда битта марказий ва атрофдаги олти сотага турли частоталар бириктирилади (9.16-расм).

Ҳамма канал частоталари кластер БСларига бириктирилади. Ҳар бир БСга каналлар гуруҳи бириктирилади. Агар ҳаракатдаги алоқа тизимида жами $N_f=119$ та частоталар канали бўлса ва кластер ўлчами 7 га тенг бўлса, у ҳолда сотага бириктириладиган частоталар сони куйидагига тенг бўлади:

$$N_k = \frac{N_f}{N} = \frac{119}{7} = 17.$$



9.16-расм. Кластер ўлчами $N=7$ бўлганда частотадан такрорий фойдаланиш модели

Частота-худуд режасини тузишда интерференция халақитларининг сатҳи фойдаланиладиган стандарт учун рухсат этилган сатҳдан катта бўлмаслигини таъминлаш, кластерларни бир неча марта такрорлаш натижасида сотали алоқа афзалликларидан ва частоталар ресурсидан самарали фойдаланиш мумкин бўлади. Бу чекланган частоталар ресурси ёрдамида кўп сонли абонентларга хизмат кўрсатиш имкониятини беради. 9.16-расмда кластери $N=7$ сотали алоқа тармоғи бир қисми учун частота-худуд режаси келтирилган. Сотага бириктирилган ишчи частоталар гуруҳи рақамлар билан белгиланган. Биринчи сотада АСга таъсир этувчи интерференцион халақитлар келиш йўллари пунктир чизиклар орқали белгиланган. Ажратилган частоталар диапазонидан самарали фойдаланиш ва кўшни соталардаги сигналларнинг таъсирида ҳосил бўладиган халақитлар сатҳини камайтириш учун БСларда секторли антенналардан фойдаланилади. Бунда антенналар йўналтирилганлик диаграммаси бош япроқчаси 60° , 90° ёки 120° этиб танланади. Бундан ташқари абонентлар зичлигининг худуддаги тақсимотини ҳам эътиборга олиш натижасида шаҳар марказида жойлашган БС сонини ошириш ва шаҳар чеккаларида улар зичлигини камайтириш мумкин бўлади.

Частотавий режалаштириш. Сотали алоқа тармоғининг тўлик частотавий режасини тузиш учун, яъни БСларга маълум бир частоталарни бириктириш учун қуйидагиларни аниқлаш керак:

- кластер ўлчами N ;
- битта сота хизмат кўрсатадиган секторлар сони ($\theta_{0,5} = 360^\circ$, $M = 1$; $\theta_{0,5} = 120^\circ$, $M = 3$ ва $\theta_{0,5} = 60^\circ$, $M = 6$, бунда $\theta_{0,5}$ – БС антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси кенглиги);
- шаҳар ҳудудида ўрнатилиши керак бўлган БСлар сони K ;
- битта сота радиуси R , км;
- БС радиоузатиш қурилмасининг чиқиш қуввати $P_{\text{БС}}$, дБВт;
- БС антеннаси ўрнатилган жойнинг ерга нисбатан баландлиги $h_{\text{БС}}$, м (АС антеннаси ер юзидан 1,5 м баландликда жойлашган деб ҳисобланади).

Юқоридаги кўрсаткичларни ҳисоблаш учун қуйидагилар маълум бўлиши керак:

- ушбу шаҳарда ҳаракатдаги алоқа тизими (ХАТ) БС учун ажратилган частоталар полосаси F , МГц;
- ХАТ битта частоталар канали эгаллайдиган частоталар полосаси F_k , МГц;
- битта частоталар каналдан бир вақтда фойдаланиладиган абонентлар сони n_a (NMT стандарти учун $n=1$, GSM стандарти учун $n=8$);
- ушбу шаҳарда ХАТ хизмат кўрсатадиган абонентлар умумий сони N_a ;
- битта абонентнинг уланишлар энг кўп бўладиган вақтдаги фаоллиги β , Эрл;
- ХАТ чақириқларни блакировкаланиш эҳтимоллиги P_a ;
- сигнал сатҳи қабуллаш қурилмаси киришида сигнал/халақит нисбати ҳимоя нисбатидан кичик бўлиш вақти P_t , фоизда;
- ХАТ хизмат кўрсатаётган шаҳар умумий майдони S , км²;
- сигнал сатҳининг қабуллаш жойида ўзгаришлари α , дБ ($\alpha=4\dots 10$ дБ);
- АС қабуллаш қурилмаси сезувчанлиги $P_{\text{АС}}$, дБВт;
- БС антеннаси кучайтириш коэффициенти $G_{\text{БС}}$, дБ.
- қабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал/халақит ҳимоя нисбати ρ_0 .

Ҳаракатдаги радиоалоқа тармоғи частоталарини режалаштириш асосий кўрсаткичлари қуйидаги кетма-кетликда аниқланади:

1. Берилган шаҳарда ХАТни ташкил этиш учун режалаштирилиши керак бўладиган частоталар канали умумий сони:

$$n_k = \text{int}(F / F_k),$$

бунда, $\text{int}(x)$ - x сонининг бутун қисми.

2. ρ_0 ва ρ_t берилган қийматлари учун кластерлар ўлчамини ҳисоблаймиз:

$$p(n) = 100 \int_{[10 \lg(1/\beta_c) - \rho_0]/(\alpha_p)}^{\infty} \exp(-t^2/2) dt,$$

Ушбу формула орқали АС киришидаги сигнал/халақит ҳимоя нисбати ρ_0 дан кичик бўлган вақтлар нисбати аниқланади. β_c ва α_p ларнинг қиймати $q = D/R_3 = \sqrt{3N}$, α ва M ларга боғлиқ. N катталашган сари $p(N)$ эҳтимоллиги камаяди. ρ_0 , α , $M = 1; 3; 6$ қийматлари ва N нинг бир неча қийматлари учун $p(N)$ ҳисобланади. Ушбу ҳисоблашлар натижасида $p(N)$ учун $p(N) \leq p_i$ шартни қаноатлантирадиган ХАТ кластери қиймати танланади.

3. Битта БС бир сектори абонентларига хизмат кўрсатиш учун керакли частоталар канали сонини аниқлаймиз:

$$n_s = \text{int}(n_k / MN).$$

4. Битта сотанинг бир секторига тўғри келадиган телефонлар юкламасини (Эрл) аниқлаймиз:

$$A = \begin{cases} n_0 \left[1 - \sqrt{1 - (p_a \sqrt{\pi n_0 / 2})^{1/n_0}} \right], & p_a \leq 2 / (\pi n_0); \\ n_0 + \sqrt{\pi / 2 + 2n_0 \ln(\sqrt{\pi n_0 / 2})} - \sqrt{\pi / 2}, & p_a > 2 / (\pi n_0), \end{cases}$$

бунда, $n_0 = n_s n_a$.

5. Блокировкаганишлар сони берилган ҳолат учун битта БС хизмат кўрсатадиган абонентлар сонини аниқлаймиз

$$N_{BC} = M \text{int}(A / \beta).$$

6. Сотали алоқа тизимидаги БСлар сони

$$K = \text{int}(N_a / N_{BC}).$$

7. Битта сота радиусини аниқлаймиз

$$R_3 = \sqrt{S / (\pi K)}.$$

8. (9.1) формуладан фойдаланиб $h_{BC} = \text{const}$ учун P_{BC} ни ёки $P_{BC} = \text{const}$ учун h_{BC} ни аниқлаймиз

$$P_{AC} = P_{BC} + G_{BC} - 69,55 - 26,16 \lg(f_{MHz}) + 13,82 \lg h_{BC} - (44,9 - 6,55 \lg h_{BC}) \lg R_3.$$

Юқоридаги 8 босқичли ҳисоблашлар натижасида ҲАТ тармоғи частотавий режасини ҳисоблаш учун керакли кўрсаткичларни аниқлаш мумкин. ҲАТ тармоғи тўлиқ частотавий режасини тузиш учун битта БСга тўғри келувчи частоталар канали сонини, кластер кўринишини билган ҳолда битта кластер ҳамма БС учун ажратиладиган частоталар аниқ қийматларини аниқлаш керак бўлади. Бунда соталарнинг бир-бирига қўшни частоталардан фойдаланилиши натижасида интермодуляция халақитлари минимум бўлишини таъминлаш чора-тадбирини кўриш керак.

Юқоридаги келтирилган усулда NMT ва GSM стандартларидан фойдаланишга асосланган ҳаракатдаги радиоалоқа тизимларини таққослаш натижасида қуйидаги хулосани чиқариш мумкин. Халақитбардошлиги NMT га нисбатан юқори бўлган GSM стандартидан фойдаланиш ҳудудни 2 марта кам сонли БСлар ёрдамида камраб олишни таъминлайди. GSM стандартидаги ҳар бир БС нисбатан катта ҳудудга ва абонентларга хизмат қилади. Шунинг учун GSM стандартидан фойдаланиб ташкил этиладиган ҲАТга NMTдан фойдаланилгандагига нисбатан кам маблағ талаб қилади.

Ҳаракатдаги радиоалоқа тизимларида радиочастоталар спектридан фойдаланиш самарадорлигини таққослаш. 1980-1992 йилларда асосан каналлар сигналлари бир-биридан частота бўйича ажратишга асосланган аналог стандарт эди. Бу NMT ва AMPS стандартлари бўлиб, 450, 900 ва 800 МГц частоталар диапазонидан фойдаланишга мўлжалланган эди.

1992 йилдан бошлаб иккинчи авлод рақамли GSM стандартидан кенг фойдаланиш амалга оширилди, бу тизимларда канал сигналларини вақт бўйича ажратишдан фойдаланилади. GSM стандарти халақитбардошлиги аналог NMT ва AMPS га нисбатан юқорилиги учун хизмат кўрсатиладиган ҳудудда частоталардан такроран фойдаланиш имконини беради, яъни радиочастоталар спектридан фойдаланиш самарадорлиги ошади. GSM стандартидан 900 ва 1800 МГц диапазонларда фойдаланиш мумкин бўлиб, унинг 2 ГГц диапазонида қўллашга мўлжалланган икки тури бор. Биринчиси GSM-1800(8) бўлиб, битта частоталар каналидан 8 та абонент фойдаланиши мумкин. Иккинчиси GSM-1800(16) бўлиб, битта частоталар каналидан 16 та абонент фойдаланиши мумкин. Каналлардаги абонент сигналлари бир-биридан вақт бўйича ажратишга асосланган. AMPS стандарти биринчи авлодида битта каналдан бир абонент, AMPS(3) – рақамли тизимида эса бир каналдан учта абонент фойдаланади.

1993 йилдан бошлаб сигналларни код бўйича ажратишга асосланган CDMA стандартидан фойдаланиш йўлга қўйилди. CDMA стандартидаги ҲАТда радиочастоталар спектридан фойдаланиш самарадорлиги каналдаги абонент сигналларини частота бўйича ажратиш (ЧА) ва вақт бўйича ажратиш (ВА) га нисбатан сезиларли даражада катта.

ҲАТлари абонентларига талаб даражасидаги хизмат кўрсатишни таъминлаш учун тармоқ асосий кўрсаткичларини БС сонига, битта БС хизмат кўрсатадиган абонентлар сонига, БС чиқиш қувватига, сота радиусига бўлган талаблар битта фаол абонентга сарфланиши орқали баҳоланади. Юқоридаги

талабларга жавоб берадиган ҲАТ турли стандартлари 2 ГГц диапазонидан фойдаланилгандаги натижалари адабиётларда келтирилган.

Ушбу ҳисоблашлар натижаларини таққослаш асосида радиочастоталар спектридан самарали фойдаланиш бўйича хулосалар чиқарилади. Турли стандартларнинг асосий кўрсаткичлари ҳақидаги маълумотлар адабиётларда келтирилган.

Ҳисоблашлар ва таҳлиллар натижасида қуйидаги хулосалар олинди:

- ҲАТ учун ажратилган частоталар полосаси кенглигини ошириш битта БС хизмат кўрсатадиган абонентлар сони кўпайишига олиб келади;
- турли стандартларга асосланган ҲАТда битта БС хизмат кўрсатадиган абонентлар сони турлича бўлади;
- CDMA стандартидан фойдаланиш натижасида ажратилган частоталар полосасидан фойдаланувчи абонентлар сони энг кўп бўлади, AMPS(1) стандартидан фойдаланилганда энг кам бўлади;
- БСларда 3 ва 6 секторли антенналардан ва нисбатан кенг частоталар полосасидан фойдаланиш асосида абонентлар сонини ошириш имконияти пайдо бўлади;
- агар ажратилган частоталар полосаси тор бўлса, секторли антенналардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ эмас, чунки алоҳида соталарни секторларга бўлиш абонентлар сонининг камайишига сабаб бўлади ва натижада Эрланг қонунига асосан блокировкаланиш эҳтимоллиги берилган бўлса, ҳар бир секторда алоқа каналидан фойдаланиш самарадорлиги камаяди, бу эса битта сота хизмат кўрсатадиган абонентлар сонининг камайишига сабаб бўлади.

Адабиётларда турли стандартлардан фойдаланиб шаҳар ҳудудида абонентлар сони $N_a = 30000$ ва $G = 8$ дБ учун ҲАТда БСлар сонининг частоталар полосасига боғлиқлиги келтирилган. Таҳлил шуни кўрсатадики, БСлар сонини ошириш натижасида талаб этиладиган частоталар полосасини торайтириш мумкин. Агар частоталар полосаси берилган бўлса, турли стандартлардан фойдаланиб ташкил этилган ҲАТларида берилган абонентлар сонига хизмат кўрсатувчи БСлар сони турлича бўлади. CDMA стандартидан фойдаланилганда бошқа стандартлардан фойдаланилгандагига нисбатан кам сонли БС керак бўлади.

Турли ҲАТларини радиочастоталар спектри (РЧС)дан самарали фойдаланиш нуқтаи-назаридан таққослаймиз. Бунда албатта берилган частоталар полосасидан битта БС тармоқдаги қанча кўп абонентларга хизмат кўрсатса РЧСдан шунча самарали фойдаланилган ҳисобланади. Бу ҳолда ҲАТ тармоғини қуриш учун сарф-харажатлар ва ундан фойдаланишдаги жорий харажатлар ҳам шунча кам бўлади.

Адабиётлардаги жадвалларда турли стандартдаги ҲАТда частоталар полосаси кенглиги $B_f = 11$ МГц бўлганда битта БС хизмат кўрсатадиган абонентлар сони келтирилган. Ушбу ҳолат учун ҳисоблаш натижаларини таҳлил этиш натижасида қуйидаги хулосаларга келиш мумкин, бунда AMPS, GSM ва CDMA стандартларидаги ҲАТ таққосланган:

1. CDMA бошқа стандартларга қараганда берилган частоталар полосасида битта БС хизмат кўрсатадиган абонентлари бўйича энг кўп бўлиб, GSM-1800(16) стандартидан фойдаланилганига нисбатан 3...6 баробар катта афзалликка эга;

2. GSM-1800(8) стандартида битта БС AMPS(3) стандарти хизмат кўрсатадиган абонентлар сонига тенг ёки ундан бироз кўп абонентларга хизмат қилиши мумкин;

3. AMPS(1) тизими маънан эскирган бўлиб, замонавий тизимларга нисбатан РСдан фойдаланиш самарадорлиги паст;

4. CDMA стандартидан ва БСларда уч секторли антенналардан фойдаланиб абонентлар сонини 2 марта кўпайтириш мумкин. Бошқа стандартларда уч секторли антенналардан фойдаланиш абонентлар сонини 20...30% ошириши мумкин, аммо 6 секторли антеннадан фойдаланиш абонентлар сонини камайтириши мумкин.

Абонентлар сони маълум шаҳарда $B_f = 6$ ва 10 МГц частоталар полосасидан фойдаланилганда турли стандартлардаги ХАТини ташкил этиш учун керак бўладиган БСлар сони [7] адабиётда жадвал шаклида келтирилган. Ушбу жадвални таҳлил этиш ҳам CDMA стандартининг бошқаларига қараганда афзаллигини кўрсатади. Агар частоталар полосаси кенглиги $B_f = 6$ МГц бўлса, 100000 абонентга хизмат кўрсатиш учун 11 та БС керак бўлади, DCS-1800(16) стандартидан фойдаланилганда эса тахминан 6 марта кўп БСлар керак бўлади. Бундан ташқари частоталар полосасининг торайиши ХАТда фойдаланиладиган БСлар сонининг кўпайишига сабаб бўлади, аммо бу CDMA тизимида частоталар полосаси 10 МГц дан 6 МГц га камайиши БС сонига кам таъсир қилади, бошқа стандартлар учун БС сонини икки ва ундан ортиқ марта ошишига олиб келади.

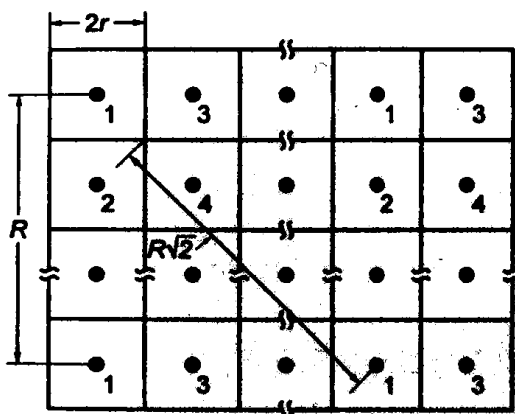
Шаҳар ҳудудида тўлқин тарқалишининг мураккаб ўзига хос хусусиятини эътиборга олиш керак бўлади, натижада БСлар сонини 3, 4 марта ошириш керак бўлади.

9.6. Радиоалоқа ва радиоэшиттириш тармоқларида радиочастоталар спектридан фойдаланиш самарадорлигини баҳолаш

Ажратилган радиочастоталар полосасида радиохизматларни ташкил этишда қуйидаги асосий масалаларга алоҳида аҳамият бериш керак. Агарда ташкил этиладиган радиоканаллар сони маълум бўлса, ҳудуднинг бир-бирига қўшни маконларида радиоалоқани ташкил этиш учун қандай минимал частоталар полосаси талаб этилади. Ушбу масалани ечиш учун биринчи навбатда узатиш ва қабуллаш қурилмаларининг техник характеристикалари, модуляция усули ва қабул қилинган сигнал сифатига бўлган талабни билиш керак. Бунда, ушбу тармоқни яратиш учун фақат керакли частоталар полосаси минимал қийматини; ҳар бир узатишда фойдаланиладиган модуляция турини билиш талаб этилади, шу билан бирга радиоузатиш ва радиоқабуллаш қурилмаларида сигналларга оптимал ишлов берилганда

радиоалоқа ва радиоэшиттириш тармоғини ташкил этиш учун керакли частоталар полосасини иложи борича қисқартириш (торайтириш) чорасини ҳам кўриш керак бўлади. Ушбу радиохизматлар кўрсатиш учун керакли частоталар полосаси минимал оптимал (мутаносиб) қиймати F_{omn} ни ахборот узатиш назарияси асосида аниқлаш мумкин. F_{omn} қиймати асосида оптимал ва реал алоқа тизимида радиочастоталар спектридан фойдаланиш самарадорлигини F_{omn} нинг F_c га нисбати, яъни $\mu = \frac{F_{omn}}{F_c}$ орқали ифодалаш мумкин, бунда F_c реал талаб этиладиган частоталар полосаси кенглиги.

9.16-расмда радиоалоқа ва радиоэшиттириш учун даврий такрорланувчи частоталар тури келтирилган. Бу усул билан ҳудуддаги бир-бирига қўшни хизмат кўрсатиш маконлари радиохизмат тармоғини таҳлил этиш мумкин. Бунда ҳар бир маконлар учун бир ёки бир неча частоталар канали ажратилади ва битта частотанинг ўзидан ҳудуддаги бошқа маконда такроран фойдаланиш мумкин. 9.17-расмда масалани соддалаштириш мақсадида маконлар квадратлар шаклида олинган ва радиоалоқа, ҳаракатдаги алоқа тизимлари радиоузаткичлари ушбу квадратлар марказида жойлашган деб ҳисоблаймиз. Хизмат кўрсатиш макони радиуси r ни берилган деб ҳисоблаймиз. Ушбу расмда бир хил рақамлар билан белгиланган маконларда бир хил частоталардан фойдаланиш учун улар орасидаги масофа R ўзаро ҳалақитлар таъсири талаб даражасида кичик бўлиш шарти орқали аниқланади.



9.17-расм. Частоталардан такроран фойдаланишга оид

Ҳар бир маконда фойдаланиладиган частоталар канали M_c бўлса, у ҳолда ушбу ҳудудни радиохизматлар билан тўлиқ қамраш учун

$$N = M_c \{ \text{int}[R/2r] + 1 \}^2$$

та частоталар канали керак бўлади (int белгиси квадрат кавс ичидаги соннинг бутун қисмини англатади). Агар битта радиоканал частоталар полосаси кенглигини F_m билан белгиласак, у ҳолда радиотармоқ учун талаб этиладиган частоталар полосаси кенглиги

$$F_c = NF_m$$

бўлади. Таҳлилларда ушбу F_m ва F_c частоталарнинг модуляцияловчи сигнал частоталари спектри кенглиги F_0 га нисбати ифодасидан фойдаланиш кулай, яъни $\tilde{F}_m = F_m / F_0$ ва $\tilde{F}_c = F_c / F_0$.

Сигнал $U(t)$ сатҳининг масофа l га боғлиқ равишда сусайиши одатда $U(t) = \alpha / l^k$ ифода орқали аниқланади, бунда k – антенна ўрнатилган мачта баландлигига боғлиқ равишда 2 дан 4 гача бўлган қийматларни олади ва радиоқабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал/халақит қуйидагича аниқланади:

$$\rho = \frac{\beta}{4} \left(\frac{R}{r} \right)^{k+2}; \quad \beta = \frac{2}{1 + 2^{-(k+2)/2}}.$$

$$R/r = (4\rho/\beta)^{1/(k+2)} \quad \text{ва} \quad N = M_c \left\{ \left[(1/2)(4\rho/\beta)^{1/(k+2)} + 2 \right]^2 \right\}. \quad (9.32)$$

Қабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал/халақит нисбати β унинг чиқишида таъминланиши керак бўлган сигнал/халақит нисбатини ρ_0 таъминловчи ҳимоя нисбати ρ_s дан кичик бўлмаслиги керак. $\Psi = \rho_s(\rho_0)$ – функция қийматлари модуляция турига ҳам боғлиқ.

Ахборотларни узатиш назарияси асосида оптимал РЭВ учун $\rho_s(\rho_0)$ ни аниқлашда қуйидаги ифодадан фойдаланиш мумкин:

$$\rho_s(\rho_0) = (1 + \rho_0)^{1/F_m} - 1. \quad (9.33)$$

(9.33) ифода РЭВда Шенон теоремасига мос равишда оптимал бўлган узатиш ва қабуллаш усулларида фойдаланилган ҳолатлар учун мос келади. Агар $\rho_0 = const$ бўлган ҳолларда кенг полосали модуляция турларидан фойдаланилганда ρ_s кичиклашади.

ЧМ сигнал учун ρ_s , ρ_0 ва \tilde{F}_m ларни боғловчи ифода қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\rho_s(\rho_0) = \chi^2 \rho_0 / \left[3\tilde{F}_m (\tilde{F}_m - 2)^2 \right], \quad (9.34)$$

бунда, $\tilde{F}_m = 2(1 + \chi m_c)$; m_c – модуляция индекси; χ – хабар энг катта қийматининг ўртача қийматига нисбати, одатда $\chi = 3 \dots 4$.

Амплитудаси модуляцияланган бир полосали (АМ-БП) сигнал учун $\rho_s = \rho_0$.

М-ҳолатли фазаси модуляцияланган ФМ-М сигналдан фойдаланиб хабар узатиладиган импульс-код модуляцияси (ИКМ) тизими учун

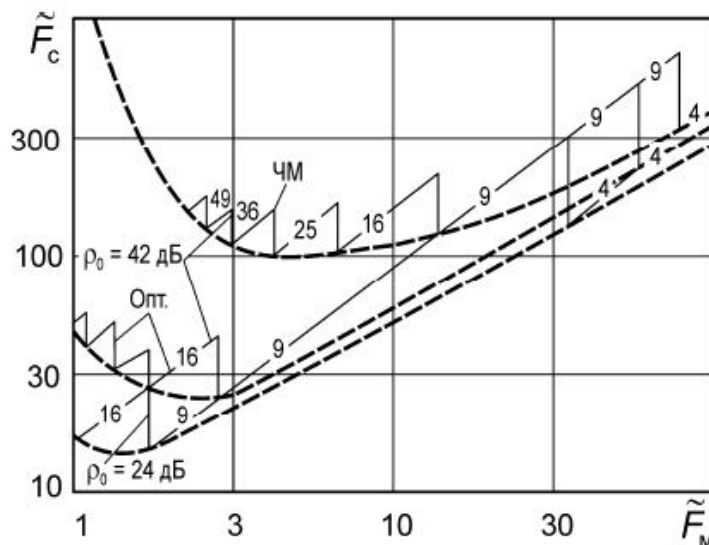
$$\rho_s(\rho_0) = [2(n/\tilde{F}_m + 1)\ln 2 + \rho_0] / \sin^2(\pi 2^{-(2n/\tilde{F}_m)}), \quad (9.35)$$

бунда, $\tilde{F}_m = \frac{2n}{\lg M}$, $\rho_0 = 2^{2n-1} - 1$ ва n – хабар узатиш учун кодлашда фойдаланиладиган элементар сигналлар сони.

16-КАМ (квадратура амплитудали модуляция) сигналидан фойдаланиладиган n -ИКМ сигнал учун

$$\rho_s(\rho_0) = 10 \left\{ \ln \left[180 / \sqrt{10 \ln 180 \rho_0} \right] + \ln \rho_0 \right\}. \quad (9.36)$$

Юқоридаги ифодалардан фойдаланиб олинган $\tilde{F}_c(\tilde{F}_m)$ боғлиқликлар 9.18-расмда келтирилган. Бунда $k=3$ бўлган оптимал РЭВ, ρ_0 нинг иккита қиймати ва ЧМ сигнал учун ρ_0 нинг битта қиймати учун боғланишлар тасвирланган. Ушбу боғлиқликлар аррасимон бўлиб, ундаги узилиш нуқталарида келтирилган бутун сонлар квадрати (4, 9, 16) маконда битта частоталар канали ($M_c=1$) яратиш учун худудда фойдаланиш керак бўладиган частоталар сони N ни билдиради.



9.18-расм. $\tilde{F}_c(\tilde{F}_m)$ боғлиқлик

9.18-расмдан кўринадики \tilde{F}_m ни ошириш фақатгина R/r қиймати сақраб ўзгарадиган ҳолатдагина самарали бўлади, штрихлар билан $\tilde{F}_c(\tilde{F}_m)$ энг кичик қийматлари белгиланган бўлиб, бунда \tilde{F}_m оптимал қийматлари аниқ кўринади. ρ_0 нинг катталашishi билан \tilde{F}_{m0} ва $\tilde{F}_c(\tilde{F}_{m0})$ қиймати ҳам катталашади. Бунда радиохизмат ташкил этиш учун АМ-БП сигналдан бошқа ҳамма модуляция туридан фойдаланилганда 9 та частоталар канали керак бўлади. АМ-БП дан фойдаланилганда керак бўладиган частоталар канали 9.16-жадвалда келтирилган.

9.16-жадвал. АМ-БП дан фойдаланилганда керак бўладиган частоталар канали

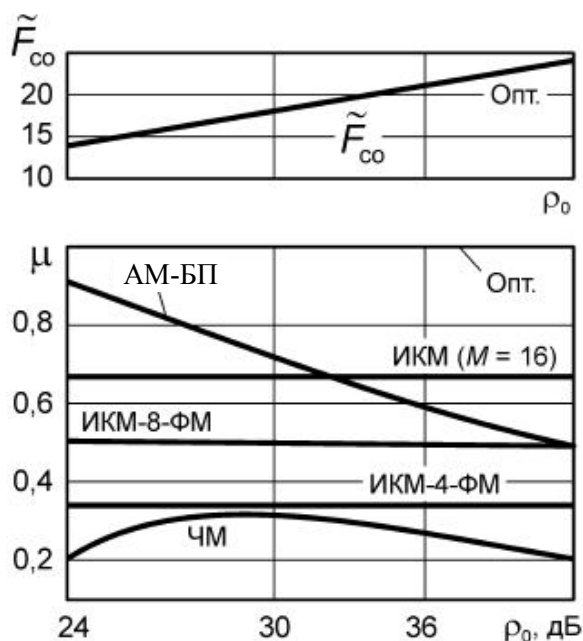
ρ_0 , дБ	24	30	36	42
N_{\min}	16	25	36	49

9.19-расмдаги оптимал РЭВ учун $\tilde{F}_{c0}(\tilde{F}_{m0})$ нинг ρ_0 га боғлиқлиги келтирилган ва бошқа ҳамма нурлатаётган модуляция турлари учун $\mu(\rho_0)$ боғлиқликлари ҳам келтирилган. Ҳамма модуляция турлари учун $\tilde{F}_{c0} = (\tilde{F}_{c0\text{ опт}} / \mu)$. 9.19-расм турли модуляция усуллари учун оптимал РЭВга қараганда радиочастоталар спектридан самарали фойдаланиш (РЧССФ)ни тасвирлайди.

Бунда энг ёмон кўрсаткичлиси ЧМ сигнал бўлиб, оптимал РЭВга қараганда 5 маротабага кенг частоталар полосаси керак бўлади. Энг маъкули 16-ҳолатли квадратура амплитуда модуляциясидан фойдаланишга асосланган ИКМ сигнал бўлиб, бунда оптимал РЭВга нисбатан 1,5 маротаба кенг частоталар полосаси керак бўлади.

ИКМ-М-ФМ рақамли узатиш тизимларида таҳлил этилган ҳолатлар учун энг яхшиси $M=8$ га ва энг ёмони $M=4$ га мос келади.

Қабулланадиган сигналлар сифатига талаб унча юқори бўлмаган ҳолатда АМ-БП оптималга яқин бўлади. Аммо АМ-БП дан фойдаланилганда РЧСдан самарали фойдаланиш сезиларли даражада ёмонлашади, айниқса бу ҳолат фойдаланилаётган радиоузаткичлар частотаси барқарорлигини ҳисобга олинса янада ёмонлашади.



9.19-расм. $\tilde{F}_{c0}(\rho_0)$ ва $\mu(\rho_0)$ боғлиқликлари

Келтирилган мезонларнинг афзаллиги шундаки, модуляция тури ва унинг кўрсаткичлари маълум бўлганда идеал радиотизим томонидан эришилиши мумкин бўлган минимумга нисбатан РЧСдан самарали фойдаланишни аниқлаш имкониятини беради.

“Идеал радиотизим” тушунчаси ҳар бир танланган идеаллашган радиотармоқ учун Шенон теоремасига оптималлик нуқтаи назаридан жавоб берувчи радиоузатиш ва радиоқабуллаш қурилмаларидан фойдаланилганлигига боғлиқ. Ушбу кўрсаткичларга асосланиб радиоузатиш ва радиоқабуллаш қурилмалари характеристикалари идеал қийматларининг фарқланиши рухсат этилган силжишларини аниқлашда РЧСдан самарали фойдаланишнинг ўғаришига таъсирини ҳам эътиборга олиш керак.

Назорат саволлари

1. *Радиоалоқа тармоқларида частоталарни режаслаштириши қандай амалга оширилади?*
2. *Радиочастоталар спектрини режаслаштиришнинг қандай турлари мавжуд?*
3. *Радиоэшиттириши ва телекўрсатув тармоқларида частоталари тақсимлашни режаслаштиришнинг қандай усулларини биласиз?*
4. *Аналог РЭ ва ТВ тармоқларини режаслаштиришнинг техник асослари нималардан иборат?*
5. *Аналог РЭ ва ТВ тармоқларининг асосий параметрларини айтиб беринг?*
6. *Рақамли РЭ ва ТВ тармоқларини режаслаштиришнинг техник асослари нималардан иборат?*
7. *Рақамли РЭ ва ТВ ҳақида нималарни биласиз, унинг радиочастоталар спектрдан самарали фойдаланишидаги афзалликлари нималардан иборат?*
8. *Рақамли РЭ ва ТВ тармоқларини лойиҳалашда эътиборга олинishi керак бўлган асосий кўрсаткичларни айтиб беринг.*
9. *Ҳаракатдаги алоқа тизимлари тармоқларини частота-ҳудудий режаслаштиришида нималарга аҳамият бериши керак?*
10. *Сотали алоқа тизимида частотани бириктириши қандай амалга оширилади?*
11. *РЭ ва ТВ тармоқларида радиочастоталар спектрдан фойдаланиши самарадорлиги қандай баҳоланади?*
12. *Окамура-Хата моделидан қандай шароитларда фойдаланилади?*

10-БОБ. РАДИОЭЛЕКТРОН ВОСИТАЛАРНИ ҚЎЛЛАШГА РУХСАТ ОЛИШ, СТАНДАРТЛАШ, ТЕХНИК ТАЛАБЛАРГА МОСЛИГИНИ ТАСДИҚЛАШ, СЕРТИФИКАЦИЯЛАШ

10.1. Радиоэлектрон воситаларига қўйиладиган техник талаблар

Маъмурият частота танлашдан олдин радиоузатиш курилмаси, радиоқабуллаш курилмаси ва бошқа электромагнит нурланишларни тарқатувчи курилмаларнинг техник характеристикалари радиоалоқа регламентида кўрсатилган талабларга жавоб беришига ишонч ҳосил қилиши керак. Талабларни ишлаб чиқарувчилар талабларнинг тўлиқ бажарилиши, ушбу курилма ва бошқа радиочастоталар спектридан фойдаланувчилар томонидан электромагнит мослашув шартларининг бажарилишига шу билан бирга радиочастоталар спектридан фойдаланишда энг юқори тежамкорликка эришилишига ва фойдаланиш кўрсаткичлари электромагнит мослашув параметрлари янада яхшиланган алоқа тизимини яратишга йўналтирилган бўлиши кераклигини албатта эътиборга олиши керак.

Электромагнит тўлқинларни тарқатувчи курилма унга қўйиладиган талабларга жавоб бериши учун ХЭИ ҳар бир давлат мустақил равишда жиҳознинг техник кўрсаткичларини талаб этиладиган кўрсаткичларга мослигини тасдиқлаш учун маълум бир тадбирлар режасини ишлаб чиқиши керак.

Кўп ҳолларда жиҳознинг талабларга мослигини тасдиқлаш учун ушбу жиҳозга тегишли, унинг техник ҳолатини тасдиқловчи ҳужжатлар етарли ҳисобланади. Баъзи ҳолларда аккредация қилинган (ёки давлат тасарруфидаги) лабораторияда жиҳознинг бир нусхаси аввалдан келишилган техник талабларга жавоб бериши сертификацияланади.

Биринчи ҳолатда талабга мослиги ҳақидаги сертификат эгаси ёки декларация қилаётган алоқа техникасини кузатиб борувчи техник ҳужжатда “талабга жавоб бериши ҳақидаги декларация” рўйхатдан ўтгани ҳақидаги маълумот ёки сертификатни тақдим этувчи ёки деклорант алоқа техникаси “талабга жавоб бериши ҳақидаги сертификат” билан унинг ўрнатилган талабларга мос келишига кафолат берувчи ҳужжатлар бўлиши керак. Агар жиҳозларни талабларга мослиги тасдиқланса ўрнатилган шаклдаги гувоҳнома берилади. Юқорида келтирилган тадбирни ўтказиш тартиби халқаро ва дунёнинг кўп мамлакатларида тўлиқ ишлаб чиқилган ва техник бошқарув ҳақидаги миллий қонунда ўз аксини топган.

Ушбу тадбирга тегишли баъзи ҳолатлар ва ўзига хос хусусиятлар алоқа ҳақидаги ва радиочастоталар спектридан фойдаланиш ҳақидаги қонунларда ёритилган бўлиши мумкин. Қуйида алоқа техникасининг талабларга жавоб беришини тасдиқлаш тўғрисидаги фикрлар ва жараёнларга тегишли изоҳлар келтирилган.

Техник бошқариш – маҳсулотни ўрнатиш, қўллаш ва унга бўлган мажбурий (асосий) талабларни бажариш, ишлаб чиқариш, техник

фойдаланиш, сақлаш, ташиш, сотиш ва рўйхатдан чиқариш ишларини бажариш ёки хизматлар кўрсатиш ва техник талабларга мослигини баҳолаш билан боғлиқ муносабатларни қонунлар асосида бошқаришдан иборат.

Техник регламент – халқаро шартномалар даражасида аниқлик киритилган ҳужжат бўлиб, техник бошқарув объектлари (маҳсулотлар, шу жумладан бинолар, қурилмалар, ишлаб чиқариш жараёни, техник фойдаланиш, ташиш, сотиш ва ҳисобдан чиқариш)да қўллаш ва бажариш талабларидан иборат. Техник регламент ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар рўйхати, ишлаб чиқариш жараёни, техник фойдаланиш, сақлаш, ташиш, сотиш ва рўйхатдан чиқариш, бир жараёнга тегишли тадбирлар тўлиқ талаблардан ва техник бошқариладиган объектни идентификация учун тартибини ўз ичига олган бўлиши керак. Техник регламенти уни қабул қилиш мақсадида талабларга мослигини аниқлашга тегишли қоидалар ва баҳолаш шаклига талаблар, қарор қабул қилишдаги риск(таваккал), талабга мослигини баҳолаш, техник объектни техник талабларга мослигини аниқлашнинг охириги муддати, ва (ёки) атамалар, жойлаш, маркировкалаш ёки этикетка ва уни маҳсулотга ўрнатишлар тартиблари ўз аксини топади.

Техник бошқариш қуйидагиларга асосланади: маҳсулотга, ишлаб чиқариш жараёнига, техник фойдаланиш, сақлаш, ташиш, сотиш, ҳисобдан чиқариш ва ишларни бажариш, бошқаришнинг миллий иқтисодиёт ривожланишига мослиги.

Моддий-техник базанинг ривожланиш суръати, илмий техник ривожланиш даражаси; аккредитация ташкилотларининг мустақиллиги; маҳсулот ишлаб чиқарувчининг сертификация ташкилотларига боғлиқ эмаслиги; сотувчи, бажарувчи ва олувчиларнинг бир-бирига боғлиқ эмаслиги; аккредитация тизими ва қоидасининг ягоналиги; маҳсулотни талабга мослигини аниқлашда ўтказиладиган ўлчовлар ва тажрибадан ўтказиш қоидаларининг ягоналиги; маҳсулотни сотиш ва сотиб олишда унинг талабга жавоб беришнинг ягона усули қўлланишига; аккредитация ва сертификация қилишда конкуренцияни чеклашларга; давлат назорат ва сертификация ташкилотлари бир-бирига тобе бўлмаглиги; давлат назорат ташкилотининг бюджетдан ташқари молиялаштирилмаслигига.

Алоқа электромагнит нурлатувчи қурилма ва тизимларнинг техник талабларга мослиги давлат назорати, аккредитация, синовдан ўтказиш, рўйхатга олиш, талабга мос келишини тасдиқлаш, қабул қилиш ва объектни техник фойдаланишга топшириш, қурилиши тугалланганлиги ва бошқа ҳолатларда амалга оширилади. Техник регламентларда кўрсатиб ўтилган бажарилиши мажбурий талаблар албатта бажарилиши шарт ва фақат техник регламентларга ўзгартиришлар киритилгандан сўнг ўзгартирилиши мумкин. Техник регламентга киритилмаган талабларнинг бажарилиши мажбурий эмас.

Стандартлаштириш – стандартларни киритиш ва улардан фойдаланиш (қандайдир бир фаолиятга тегишли қоида ва меёрларни ўрнатиш).

Техник регламент қуйидаги мақсадларда қабул қилинади: инсонларни ҳаёти ва соғлиғини ҳимоя қилиш; физик ва юридик шахсларнинг мулкини

химоялаш; давлат ва нодавлат ташкилотлари мулкани химоялаш; ҳайвонот оламини ва ўсимликларини сақлаш; фойдаланувчиларни алдашга йўналтирилган ҳаракатлардан химоя қилиш ва х.к. Техник регламентларни бошқа мақсадларда қабул қилинишига йўл қўйилмайди. Техник регламентлар инсон ва табиатга энг минимал зарарли таъсир этишини таъминлаш мақсадида нурланишларнинг ҳафсизлиги; биологик ҳафсизлик ва х.к. лар меърини ўрнатади. Бундан ташқари техник регламент асбоблар ва жиҳозларнинг электромагнит мослашув шарти бажарилган ҳолатда ишлаши ва ўлчовларнинг бир хил усулда бўлишини таъминлайди.

Стандарт (инглизча *standart* – меъёр, нусха) – ўзига ўхшаш предмет, жиҳозлар билан таққослашда бирламчи қилиб қабул қилинадиган нусха, эталон модел ва х.к. Стандартлашга тегишли ҳужжатларни қуйидагилар ташкил қилади: Миллий стандартлар; стандартлаш қоидалари; стандартлашга оид меъерий ҳужжатлар ва тавсиялар; ўрнатилган тартибда қўлланиладиган классификациялар; техник-иқтисодий ва социал ахборотлар классификаторлари; ташкилотлар стандартлари.

ХЭИ ва радиохалақитлар бўйича махсус халқаро комитети бошчилигида бир қатор бир-бирига мос келувчи стандартлар яратилган. Стандартлар шунингдек Европа алоқа стандартлари институти (ЕАСИ) ва АҚШ Алоқа федерал комиссияси томонидан ишлаб чиқилган. Давлат стандартлари мажмуасини яратиш узоқ муддат талаб қиладиган, анча илмий ва ташкилий салоҳият талаб этадиган мураккаб жараён бўлиб, синовдан ўтган самарали стандартлардан фойдаланиш стандартлаштириш миллий дастурини ишлаб чиқишни анча осонлаштиради.

Халқаро электр алоқа иттифоқи умумжаҳон стандартларига тегишли тавсияларни қабул қилади, стандартлар ишлаб чиқарувчи бир қатор ташкилотлар, шу жумладан бир қатор радиоалоқа сектори аъзоси бўлган ташкилотлар билан ҳамкорликда иш олиб боради.

Ушбу ҳамкорлик бўйича ХЭИ яна бир қатор қатнашчилар билан биргаликда фаолият олиб боради: ҳукуматлараро стандартлаштириш комиссияси (ИСО/МЭК и CISPR); интернетни мақсадли ривожлантириш. Лойиҳаларни амалга ошириш учун бирдамлик (CITEL, TIA, EIST, AKIB); стандартлар ишлаб чиқиш бўйича форумлар: сотувчилар ва операторлар; электралоқадан бошқа соҳада фаолият олиб борувчи стандартлаштириш билан шуғулланувчи соҳалар: фойдаланувчилар гуруҳи ушбу муносабатлар тўғридан тўғри ва ваколатли ташкилотлар (шахслар) орқали бўлиши мумкин.

Стандартлаш – маҳсулотлар бозорининг бўлиниб кетишига олиб келади, бу фойдаланувчи (харидор) ва ишлаб чиқарувчи (сотувчи) учун ҳам ноқулайликларга олиб келади. Глобал стандартлар ишлаб чиқишни қўллаш мақсадида ХЭИ қуйидаги асосий принципларга амал қилади: ўзаро келишув; очиқ-ойдинлик; ён босмаслик, давомийлик, олиб борилган ишлар натижасидан жамоа фойдаланишининг очиқлиги; қоидаларнинг ўзгармаслиги, самарадорлик, жавобгарлик ва кетма-кетлик.

Мисол учун, ETSI ўз фаолиятини 1988 йилда ўз таркибида 126 аъзо билан Европа регионал ташкилоти сифатида бошлаган. Ўтган давр ичида у

54 та мамлакат вакиллари иштирок қиладиган йирик халқаро гуруҳга айланди. Булар ETSI томонидан мобил алоқанинг бир қатор стандартлари (GSM), радиокириш (DECT) тизими; DAB радиоэшиттириш тизими, мобил алоқа тармоғи учун ISDN баённомалар алмашув; тизим архитектураси ва электромагнит мослашув стандартлари.

Стандартлаштиришдаги асосий иш ҳажми алоқа техникаси ва электромагнит тўлқинлар таркатувчи қурилмаларнинг техник талабларга мослигини ва бошқа маъмурий талабларга мослигини тасдиқлашга тегишли жараёнлар ҳисобланади.

Талабларга мослигини тасдиқлаш – маҳсулотлар ва бошқа объектларнинг, ишлаб чиқариш жараёнларининг, техник фойдаланиш, сақлаш, ташиш, сотиш ва рўйхатдан чиқариш турли ишларни бошқариш ва хизмат кўрсатишларнинг техник регламентларга, стандартларга ва шартномаларда кўрсатилган талабларга жавоб беришини тасдиқловчи ҳужжат.

Техник талабларга мос келишлигини тасдиқлаш ихтиёрий ёки мажбурий характерда бўлиши мумкин.

Ихтиёрий тасдиқдан ўтиш ариза берувчининг илтимосига кўра илтимос қилувчи ва сертификация қилувчи ташкилот томонидан амалга оширилади. Маҳсулот, масалан алоқа техникасининг миллий стандартларга, ташкилотлар сертификациясига, хоҳиший сертификация тизими ва шартнома талабларига мослиги хоҳишга қараб ўтказилиши мумкин.

Сертификацияловчи ташкилот – хоҳиший объектларнинг талабларга мослигини тасдиқлайди, хоҳиший объектларнинг талабларга жавоб беришини тасдиқловчи сертификат беради; агар ўз хоҳиши билан сертификациялашни илтимос қилиб ариза берилса ва у хоҳиши сертификациялашда назарда тутилган бўлса, уларга маҳсулот мослигини тасдиқловчи белгидан фойдаланиш имкониятини беради, сертификацияловчи ташкилот томонидан берилган сертификатдан фойдаланишни вақтинча ёки умуман тўхтатади.

Маҳсулот, яъни алоқа қурилмасининг техник талабларга мослигини мажбурий тасдиқлаш декларация шаклида ёки сертификат орқали тасдиқланади. Маҳсулотнинг техник регламентларга мослигини маҳсулот ишлаб чиқувчи ёки сотувчи шахсан тасдиқлаши учун ушбу маҳсулот сифатини тасдиқловчи ҳужжатларни шахсан тўплаб назорат ташкилотига топширади. Техник регламентга мослигини тасдиқлаш учун маҳсулотга (алоқа қурилмасига, ўлчов асбобларига) тегишли техник ҳужжатлар ва тасдиқловчи шахсининг ўтказган текширишлари ва синовлари натижасидан фойдаланилади. Ҳужжатларнинг таркиби тегишли техник регламент орқали аниқланади.

Тасдиқловчи ҳужжатларга аввалги икки ҳужжатдан ташқари учинчи томон ўтказган кузатув, текшириш ва лаборатория синовлари натижалари ҳам киритилиши мумкин. Бу ҳолда учинчи лаборатория синови ўтказган ташкилот албатта аккредитациядан ўтган бўлиши шарт.

Маълум турдаги маҳсулотларни сертификациялаш тартиби тегишли техник регламенти кўрсатилган бўлади. Маҳсулотнинг техник регламентлардаги талабларга жавоб бериши унга берилган сертификат билан тасдиқланади. Сертификат ушбу жараёни ўтказишни талаб қилган шахсга ёки ташкилот номига берилади.

Регламент талабларига мослигини тасдиқловчи сертификат маълум бир муддатга берилади.

Сертификациядан ўтказувчи ташкилот тадқиқотлар (текширишлар) ва синовлар ўтказиш учун шартнома асосида бошқа аккредитациядан ўтган лаборатория ёки марказ хизматидан фойдаланиши мумкин. Аккредитация ўтган синов лабораторияси (маркази) кузатувлар ва ўлчашлар натижасини баённома шаклида расмийлаштиради. Ушбу баённома асосида сертификацияловчи ташкилот сертификат бериш ёки бермаслик ҳақида қарор қабул қилади. Аккредитация лаборатория (марказ)си ўзи берган маълумотларнинг текшириш (синов) ва ўлчов натижаларининг тўғрилигига қафолат беради ва қонун олдида жавобгар ҳисобланади.

Сертификациядан ўтган маҳсулот (алоқа қурилмаси электромагнит нурлатишлар манбалари ва х.к.)ларнинг кейинги сифати (ҳолати) сертификациядан ўтган маҳсулотни доимий равишда кузатув назорати ўтказиб туриш орқали амалга оширилади.

Баъзи алоқа маъмуриятлари барча маҳсулотлар, шу жумладан радиоалоқа воситаларини (масалан мобил алоқа абонент терминаллари) марказлашган текшириш мажбурий эмас деб ҳисоблайдилар. Бунда алоқа маъмуриятлари маҳсулотнинг регламент талабларига жавоб беришига маҳсулотни ишлаб чиқарувчи ёки уни етказиб берувчи маъсул деб ҳисоблайдилар. Бу ҳолатда сифати техник регламентга мос бўлмаган маҳсулотларни аниқлаш маҳсулотлардан фойдаланишни назорат қилувчи ташкилотга топширилган. Бутунжаҳон савдо ташкилотининг талаби асосида кўпчилик давлатлар маҳсулот сифатини белгиловчи ва тасдиқловчи ҳужжатларни ўзаро тан олишга розилик бердилар. Ушбу келишувга асосан давлатлар ўзаро маҳсулотга берилган сертификат, мослик тамгалари ва синовлар ҳисоботини ўзаро тан оладилар ва х.к. Ҳозирда маҳсулотнинг асосий талабларга жавоб бериши маҳсулотни ишлаб чиқарувчи ва сотувчи (етказиб берувчи) маъсулиятига ўтказилмоқда. Назорат ташкилотлари фақат талабларга жавоб бермайдиган маҳсулотларни аниқлайдилар ва уларни ишлаб чиққан, сотган (етказиб берган) ташкилотни жаримага тортадилар. Бундай ёндошишга мисол тариқасида, Европа иттифоқи (ЕИ)га аъзо давлатлар томонидан радио ва электралоқа тизими охириги босқичи қурилмаларига нисбатан белгиланганлигини кўрсатиш мумкин.

Радио ва электр алоқа жиҳозларига тегишли 1000 дан ортиқ меъёрий ҳужжатлар ХЭИ томонидан бекор қилинди. Ушбу директива асосида умумий фойдаланадиган электралоқа воситалари радиочастоталар спектридан фойдаланишга асосланган ҳамма жиҳозлар, радиоалоқа тизими охириги қурилмалари бозорда сотилишига ва фойдаланилишига имконият берди. Маҳсулотнинг техник талабларга ва регламентларга мос келишига ишлаб

чиқарувчи маъсул ҳисобланади. Ишлаб чиқарувчи маҳсулот юридик тан олинган лабораторияда кузатувчидан, синовдан ва ўлчашлардан ўтказилгандан сўнг “Талабларга мослиги ҳақидаги декларация”ни эълон қилади ва давлат ташкилотидан уни тасдиқдан ўтказиши ёки гувоҳнома олиши талаб этилмайди.

Агар янги ишлаб чиқарилган маҳсулот турига тегишли стандартлар бўлмаса, ёки уларни қўллаб бўлмаса, у ҳолда маҳсулот ишлаб чиқарувчи маҳсулотни мустақил кўрикдан ўтказишга қўйиши ва техник талабларга жавоб беришини тасдиқлаши мумкин. Европа иттифоқи давлатлари ва ХЭИ радиочастоталардан фойдаланиш ҳуқуқини олиш қоидаларини матбуотда эълон қилишлари керак ва ишлаб чиқарувчилар частоталар тақсимоли миллий фойдаланишларини билишлари, иложи борича кенг маҳсулотлар бозори учун жиҳозлар ишлаб чиқиши керак. Маҳсулот ишлаб чиқарувчилар ўз маҳсулотларидан фойдаланиш қоидалари, фойдаланишдаги чекланишлар ҳақида, унинг қутчасида (упаковкасида) ва йўриқномасида тўлиқ маълумотларни беришлари керак.

Радиоалоқа воситаси учун ундан фойдаланиш йўриқномасида: радиочастоталар полосаси (диапазонлари), модуляция тури, частоталар полосаси кенглиги ва х.к. лар келтирилган бўлиши керак.

Сертификат эгалари ва деклорантлар томонидан ўрнатилган талабларнинг бажарилишини назорат қилиш сертификациялаш ёки текширув (назорат) ташкилоти амалга оширади. Сертификациялаш ташкилоти, агар ушбу фаолият алоқа воситаларини сертификациялаш тартибида (схемасида) назарда тутилган бўлса назорат текширувини ўтказиб туради.

Сертификациялаш тартиби (схемаси) деганда маҳсулот (хизмат, ишлар) сифатини ўрнатилган талабларга жавоб беришини таъминлашга йўналтирилган тадбир ва ҳаракатлар тушунилади. Назорат текширувлари бир йилда камида бир марта ўтказилади. Назорат текшируви даврийлиги, муддатлари, ҳажми сертификациялаш ташкилоти ва сертификатдан фойдаланувчи физик ёки юридик шахс билан келишилган дастур асосида амалга оширилади. Алоқа воситаларининг ўрнатилган талабларга мос ёки мос эмаслигини текширув натижалари асосида хулоса шаклида расмийлаштиради. Агар алоқа воситалари ўрнатилган талабларга жавоб бермаса, у ҳолда сертификат берган ташкилот унинг фаолиятини тўхтатади.

Баъзи ҳолларда алоқа воситаларни назорат текширувидан ўтказиш ҳақидаги таклифни алоқа соҳаси назорат текширув ташкилоти киритади. Назорат текшируви натижасида талабларга жавоб бермайдиган алоқа воситаларига берилган сертификатдан фойдаланиш алоқа соҳаси назорат-текширув ташкилотидан ёзма билдирги олганлиги асосида вақтинча ёки умуман тўхтатилади. Алоқа воситаларининг талабларга жавоб беришини тасдиқловчи тизим уларга берилган сертификат ва декларацияланган кўрсаткичларини етарли даражада, улардан бутун фойдаланиш даврида уларнинг техник кўрсаткичларини техник эксплуатацияси даврида қўшимча назорат қилмасдан фойдаланишни таъминлайди.

Шундай қилиб, радиоэлектрон воситалардан фойдаланиш унинг электромагнит нурлатишлари миллий талабларга жавоб беришини тасдиқловчи рухсатнома, давлат алоқа текширув ва назорат ташкилоти алоқа воситаларининг техник кўрсаткичларининг доимийлигини таъминлаш орқали амалга оширилади.

Расмий эълон қилинган техник кўрсаткичларнинг ўзгармаслиги улар томонидан электромагнит мослашув шартларининг таъминланишини ва эфирдан фойдаланиш учун олинган рухсатнома ёки лицензиянинг тўғри берилганини тасдиқлайди.

10.2. Телерадиоэшиттириш соҳасида фаолият олиб бориш учун танлов асосида радиочастоталарни тақсимлаш ва шахсий лицензиялар бериш тартиби

I. Умумий қисм.

1. Ушбу низом телерадиоэшиттириш (телерадио дастурларни тарқатиш ва трансляция қилиш) соҳасида фаолият олиб бориш учун танлов асосида радиочастоталарни бириктириш ва шахсий лицензиялар олиш тартибини белгилайди.

Танлов радиочастоталар спектридан самарали фойдаланишни таъминлаш ва Ўзбекистон Республикаси ҳудудида юқори сифатли телерадиоэшиттиришларни ташкил этиш мақсадида ўтказилади.

2. Танловнинг предмети телекўрсатув ва радиоэшиттириш дастурларини маълум бир радиочастоталарда тарқатиш фаолиятини амалга оширишга ҳуқуқ берувчи хусусий лицензия олиш ҳисобланади.

3. Давлат телекўрсатув ва радиоэшиттириш дастурларини тарқатиш (трансляция қилиш) асосий иш фаолияти бўлган ёки устав жамғармасидаги давлат ҳиссаси 50% дан кам бўлмаган ташкилотларга частоталарни бириктириш ва телерадио дастурларини тарқатиш ҳуқуқини берувчи лицензия танлов эълон қилинмасдан амалга оширилади (ЎзРВМнинг 16.08.2005йил 200-сонли қарори).

4. Танлов ўтказиш ҳақидаги қарор ахборот ва маълумотларни тарқатишни янада яхшилаш ва самарадорлигини ошириш учун идоралараро координация комиссияси томонидан Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги таклифига биноан қабул қилинади.

Танлов ўтказиш ва хусусий лицензиялар бериш ушбу низом иловасида келтирилган схема асосида амалга оширилади.

II. Танлов ўтказишга тайёргарлик.

5. Танлов ўтказиш муддатларини комиссия белгилайди.

6. Комиссия танлов эълон қилинишини конкурс ўтказиладиган муддатдан камида 60 кун аввал оммавий ахборот воситаларида ушбу хабарни чоп эттиради.

Хабарномада қуйидаги маълумотлар албатта бўлиши керак:

а) танлов ўтказилиш шарти, жойи, куни ва вақти;

б) телерадиокўрсатувларни тарқатиш (трансляция қилиш) учун тақдим этиладиган радиочастоталар канали (радиочастота қиймати, катталиги) ва ундан фойдаланиш шарти, зонаси ҳақидаги маълумотлар;

в) аризалар қабул қилишнинг бошланиши ва охири куни, соати ва тақдим этилиши шарт бўлган ҳужжатлар рўйхати;

г) танловда қатнашиш учун ариза варақаси шакли ва аризага қўшиб тақдим этиладиган ҳужжатлар рўйхати;

д) тўловни ўтказиш учун банкдаги ҳисоб рақами: тўлов Ўзбекистон Республикасидаги энг кам иш ҳақи миқдорининг беш баробари миқдорида белгиланган. Олдиндан тўлов (закалат) лойиҳалаш, қуриш, эксплуатация (фойдаланиш) ва телерадиодастурларни узатиш (трансляция қилиш) хизматлари кўрсатиш ҳуқуқини олишга давлат томонидан лицензия беришилиши учун тўлов (пошлина)нинг йиллик миқдорида этиб белгиланган.

е) ариза ва ҳужжатларни қабул қилиш манзили;

ж) лицензия талаблари ва шартлари.

III. Танловда қатнашиш шарти.

7. Танловда қатнашиш учун Ўзбекистон Республикаси ҳудудида ўрнатилган тартибда рўйхатдан ўтган, ушбу низомга асосан ўз вақтида ариза берган ва талаб даражасида расмийлаштирилган ҳужжатлар топширилган бўлиши шарт.

Лицензияга талабгорлар оммавий ахборот воситалари соҳасига тегишли қонунларга жавоб беришлари, бундан ташқари телерадиодастурларини тарқатиш объектларининг санитария, ёнғин нормалари ва хавфсизлик талабига жавоб бериши ҳақида тегишли ваколатли ташкилотлар томонидан берилган хулоса – маълумотномани тақдим этишлари керак.

8. Телекўрсатув ва радиоэшиттириш дастурларини тарқатиш (трансляция қилиш) билан шуғулланувчи хўжалик субъектлари ушбу фаолиятни олиб бориш учун аввал олган лицензиялари яроқлилик муддати ўтгандан сўнг танловда умумий тартибда қатнашадилар.

9. Лицензия олишга талабгор ушбу низомнинг 2-иловасида келтирилган шаклдаги аризани тақдим этиши керак.

10. Аризага қуйидаги ҳужжатлар қўшиб топширилади:

а) юридик шахснинг Ўзбекистон ҳудудида ўрнатилган тартибда рўйхатдан ўтганини тасдиқловчи гувоҳнома нусхаси;

б) юридик шахс учредителиги ҳақидаги ҳужжатнинг нотариус томонидан тасдиқланган нусхаси;

в) талабгорнинг танловда қатнашиш ҳақидаги таклифини кўриш учун, у томонидан тўлов амалга оширилганлигини тасдиқловчи ҳужжат;

г) лицензияга талабгорнинг закалат тўлаганини тасдиқловчи ҳужжат;

д) телерадиодастурларни тарқатиш жараёни билан тўғридан-тўғри шуғулланувчи шахсларнинг мутахассислик даражасини тасдиқловчи (диплом, гувоҳномалар, сертификатлар) ҳужжатлар;

е) телерадиоэшиттиришлар кенг ёритилган концепция, шу жумладан ижодий, техник ва молиявий таклифлар ва режалаштирилган телерадиоэшиттиришлар жадвали, ўз телерадиодастурлари ҳажми ва танлов мажбуриятлари;

ж) телерадиодастурларни тарқатиш (трансляция қилиш), объектларининг санитар, ёнғин нормалари (талабларига) ва уни қўриқлаш талабларига жавоб беришини тасдиқловчи тегишли ташкилотларнинг ҳужжатлари;

з) агар телерадиодастурларни тарқатиш жиҳозлари бошқа шахсни бўлса, у ҳолда ундан фойдаланиш ҳуқуқини берувчи ҳужжатлар.

11. Аризаларни қабул қилиш танлов эълон қилинганлиги ҳақидаги хабар чоп этилган кундан бошлаб 30 кун давомида амалга оширилади.

12. Ҳужжатлар талабгор томонидан шахсан топширилади ёки почта орқали олганлигини тасдиқловчи хабар берувчи шаклида юборилади.

13. Лицензия олиш учун юборилган ҳужжатлар комиссия ишчи гуруҳи раҳбари томонидан рўйхатга асосан қабул қилинади ва ушбу рўйхат нусхаси лицензия талабгорига юборилади ёки шахсан қўлига ҳужжатларни олганлиги ҳақидаги белги билан берилади.

14. Лицензияга талабгор нотўғри ёки бузилган ҳужжатларни комиссияга тақдим этгани учун қонун олдида жавобгар ҳисобланади.

15. Ўрнатилган муддат ўтгандан сўнг аризаларни қабул қилиш тўхтатилади, лицензия олиш учун танловда қатнашишга ариза берганлар танловда қатнашишлари учун рухсат берилганлиги ҳақида ёзма шаклда хабардор қилинадилар.

Агар ўрнатилган муддатда лицензия олиш учун танловда қатнашишга фақат бир кишидан ариза тушса, у ҳолда танловда қатнашиш учун аризалар қабул қилиш муддати 15 кунга узайтирилади.

IV. Танлов ўтказиш тартиби.

16. Ариза ва танлов таклифлари комиссия томонидан кўриб чиқилади.

17. Битта талабгор қатнашган танлов ўтмаган деб ҳисобланади.

18. Телекоммуникация соҳасидаги фаолиятни лицензиялаш низомига асосан энг яхши ижодий, техник ва молиявий-иқтисодий, оммавий ахборот воситалари ҳақидаги қонун талабларига, лецензиялаш талаб ва шартларига жавоб берадиган қатнашчи танлов ғолиби ҳисобланади.

Комиссия ижодий, техник, молиявий-иқтисодий таклифларни баҳолашда қуйидагиларни эътиборга олади:

а) талабгорнинг ўз дастурларини тарқатиш ҳажми, телерадиодастурларни тарқатиш вақти (хар куни, сутка давомида), телерадиоэшиттиришлар олиб бориладиган тиллар нисбати, давлат тилида тарқатиш (трансляция қилиш) вақти режаси;

б) ахборотларни турли усулда узатиш имконияти борлиги, усуллари ва жиҳозлари (телетекст, овоз икки тилда) бўлиши ва ҳ.к.;

в) замонавий ва юқори технологик студия узатиш жиҳозларидан фойдаланишлиги;

г) теледастурларнинг товуши ва тасвирини юқори сифатларда шакиллантириш ва тарқатиш ҳақидаги мажбурияти;

д) телерадиоэшиттиришлар тармоғини узоқ ҳудудларгача кўпайтириш ҳақидаги мажбурияти борлиги;

е) техник ва иқтисодий кўрсаткичлари (молиялаштириш манбаи, уларнинг ишончилиги, фойда ва харажатлар);

ж) эфирга чиқарилиши мўлжалланган мавзулар ва улар жанрининг нисбатлари;

з) телекўрсатувлар олиб борувчилар, оммавий ахборот воситаларининг мутахассислари ва техникларнинг тайёргарлик даражаси;

и) хусусий дастурларни ва бошқа дастурларни ретрансляция қилиш нисбати;

к) танлов қатнашчисида телерадиодастурларини тарқатувчи ишлаб турган тармоқнинг борлиги.

Агар танлов натижасида икки талабгор бир хил даражада баҳоланса, у ҳолда лицензия учун энг кўп ҳақ тўлаган қатнашчи ғолиб ҳисобланади.

Лицензия олиш учун тавсия этилаётган тўлов миқдори лойиҳалаш, қурилиш, фойдаланиш ва телерадиодастурларни тарқатиш даври учун амалга оширилган давлатга тўловлар миқдоридан кам бўлмаслиги керак.

Лицензия бериш ёки бермаслик, лицензиядан фойдаланишни вақтинча ёки умуман тўхтатиш, уни бекор қилиш комиссия томонидан тавсия этилган ҳужжатларни чуқур, ҳар томонлама таҳлил қилиш ҳамда Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлигининг оммавий ахборот коммуникациялари мониторинги маркази томонидан тақдим этилган хулоса асосида амалга оширилади.

19. Комиссия қарори комиссия раиси, унинг котиби ва танлов ғолиби томонидан имзоланган баённома шаклида расмийлаштирилади.

Танлов натижаси ҳақидаги ушбу баённомада қуйидагилар албатта кўрсатилади:

а) мажлисда қатнашган комиссия аъзоларининг рўйхати;

б) танлов қатнашчиларининг рўйхати;

в) талабгорлар таклифларини баҳолаш ҳақидаги маълумотлар;

г) танлов ғолиби ҳақида маълумотлар.

Танлов қатнашчиларига баённомадан кўчирма берилади.

Танлов натижалари танлов ўтказилган кундан 15 кун муддат ичида танлов ўтказилиши ҳақида хабар эълон қилинган нашрларда эълон қилинади.

20. Баённома имзолангандан сўнг танлов ғолиби танловда қатнашиш учун тўлаган задаток, у олган лицензия учун тўловнинг бир қисми шаклида ҳисобга олинади. Қолган танлов қатнашчиларининг задатоклари танлов ўтказилган кундан 10 кун ўтмасдан эгаларига қайтарилади.

21. Агар танлов ғолиби 10 кун ичида баённомага имзо чекмаса, у ҳолда танловнинг ғолибдан кейинги навбатдаги қатнашчиси ғолиб деб эълон қилинади.

Баённомага имзо чекишдан бош тортган танлов ғолибига у тўлаган задаток қайтарилмайди.

V. Лицензияларни ва лицензиялаш фаолияти билан боғлиқ бошқа рухсат берувчи ҳужжатларни бериш тартиби.

22. Имзоланган баённома асосида Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги қонунда ўрнатилган тартибда оммавий ахборот воситаларини давлат рўйхатидан ўтказишни амалга оширади.

23. Лицензияни расмийлаштириш ва тақдим этиш танлов ғолиби уч кун муддатда у танловда қатнашиш аризасида лицензия олиш учун кўрсатган сумманинг қолган қисмини тўлагандан ва лицензияни расмийлаштириш ҳақидаги келишувга имзо қўйгандан сўнг Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги томонидан амалга оширилади.

24. Танлов ғолиби баённомага имзо чекканидан сўнг уч кун мобайнида, қолган тўловни амалга оширганлиги ҳақидаги ҳужжатни тақдим этмаса ёки лицензия келишувига имзо қўймаса, у ҳолда комиссия танлов натижаларини бекор қилиш ҳуқуқига эга. Бу ҳолда тўланган задаток эгасига қайтарилмайди.

25. Лицензияда фаолиятнинг аниқ тури, радиочастота, телерадиодастурлар билан қамраш ҳудуди ва лицензия амал қиладиган муддат кўрсатилади. Лицензия берилгандан сўнг Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги ўрнатилган тартибда радиочастоталардан фойдаланиш учун рухсатнома ҳужжатларини расмийлаштиради.

26. Танлов ғолиби томонидан лицензия олиш учун тўланган сумма давлат божи деб қаралади ва ўрнатилган тартибда тақсимланади.

27. Лицензия берувчи ташкилот танлов ғолиби танлов вақтида қўйилган шартларни бажаришини даврий равишда назорат қилиб боради, ва у талабларни бажармаган ҳолда комиссия частота ажратиш ҳақидаги қарорни ва лицензияни бекор қилиш ҳақидаги таклифни киритади.

VI. Яқунловчи қисм.

28. Лицензиялар муддатини узайтириш, қайта расмийлаштириш ва лицензияни иккинчи нусхаси (дубликати)ни бериш ЎзРВМнинг 2000 йил 22 ноябр 458-сонли қарори билан тасдиқланган телекоммуникация соҳасидаги фаолиятни лицензиялаш ҳақидаги Низомга асосан ўрнатилган тартибда амалга оширилади.

29. Лицензия эгасининг лицензия талаб ва шартларини назорат қилиш натижалари асосида лицензиядан фойдаланишни вақтинча ва умуман тўхтатишни қонунда ўрнатилган тартибда амалга оширади.

Назорат саволлари

- 1. РЭВдан фойдаланишга рухсат бериш босқичининг мақсади нима?*
- 2. Техник бошқарув ҳақидаги қонун нималардан таркиб топган?*
- 3. Техник регламент нима учун керак?*
- 4. Стандартлаштириш нима?*
- 5. “Техник талабларга мослигини тасдиқлаш” деганда нима тушунасиз?*
- 6. “Мослигини деклорациялаш” ва “сертификациялаш”нинг бир-биридан фарқи нимада?*

7. Сертификат эгалари ва деклорантларнинг ўрнатилган талабларни бажараётганликларини қайси ташиклот назорат қилади?

8. Маҳсулот сифат ва техник кўрсаткичларининг эълон қилинган кўрсаткичларга мослигига ким жавоб беради?

9. Қайси алоқа воситалари албатта сертификациялаш жараёнидан ўтиши керак?

11-БОБ. РЭВ СПЕКТРИНИ МОНИТОРИНГ ВА НАЗОРАТ ҚИЛИШДА ФЙДАЛАНИЛАДИГАН ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИ ВА ЖИҲОЗЛАРИ

11.1. Радиомониторинг тизимининг вазифалари

Радиочастоталар спектрини мониторинг қилишда халақитлар ҳолатини тинтув этиш ва назорат қилишда турли ўлчов воситалари ва кўшимча қурилмалардан фойдаланилади. Радиотекширув станцияларининг ва махсус ўлчов-дастурий воситаларининг ишлаш сифати, унда фойдаланиладиган ўлчаш воситалари ва электр манбаига, ҳисоблаш техникаси ва эргономика воситаларига ва бошқаларга боғлиқ. Радиотекширув станцияларининг асосий ўлчов воситалари қуйидагилардан иборат: антенна тизимлари; радиоқабуллаш қурилмалари; радиопеленгаторлар, майдон назорат кучланганлигини ўлчагичлар ва махсус тинтув-суриштирув ишлари олиб борилганда – спектр анализаторлари, ихчам ўлчов радиоқабуллаш қурилмалари, қувват ўлчагичлари, антенна эквивалентлари, частота ўлчагичлар, декодлаш қурилмалари, GPS қабуллагичлар ва алоқа тизимини синчковлик билан баҳолаш учун керакли бошқа қурилмалардан ҳам фойдаланилади. Ўлчаш натижаларига ишлов бериш учун ҳисоблаш техникаси ва бошқа ёрдамчи чоп этиш, нусха кўчириш воситаларидан ҳам фойдаланилади.

Юқорида эслатиб ўтилган ўлчов воситалари ва ёрдамчи қурилмаларнинг ишлаш принципи билан таништириш бошқа мутахассислик фанларининг вазифаси ҳисобланади. Биз юқорида номи келтирилган баъзи ўлчаш воситалари ва қурилмаларининг спектридан фойдаланишни мониторинг ва текшириш учун фойдаланишга боғлиқ томонларини кўриб чиқамиз.

Қабуллаш антеннаси тизимлари атроф муҳитдан фойдали сигнални тутиб олиш ва уни бир вақтнинг ўзида шовқин ва халақитлар сатҳини кичиклаштириб радиоқабуллагич киришига етказиб беришдан иборат. Антеннани танлашда қуйидагиларга алоҳида эътибор бериш керак: кузатиладиган фойдали сигнал кўрсаткичлари ва кузатилиши керак бўладиган параметрларига, антенна ўрнатилиш жойига ва халақитнинг бор-йўқлигига, сигнални яхши қабуллаш учун у сигнал фронтининг мос қутбланишига созланган бўлиши ва қувватни максимал узатишни таъминлаш учун фидер тўлиқ қаршилиги ва радиоқабуллаш қурилмаси кириш қаршилиги билан мослашган бўлиши керак. Частоталар диапазонини частота-вақт сатҳи бўйича панорамаси (тўлиқ тасвири)ни дастлабки таҳлилдан ўтказишда йўналтирилганлик диаграммаси ҳамма томонга бир хил антеннадан фойдаланилади. Маълум бир сигнални кузатиш, эшитиш ва параметрларини ўлчашда, хусусан бир неча радиоузаткичлар биргаликда фойдаланиладиган частоталарда ўлчашлар олиб боришда йўналтирилган диаграммалардан фойдаланиш керак, бу ҳолда бир ёки бир неча халақит сигналлари сатҳи кескин камаяди ёки фойдали сигнал кучайтирилади.

Электромагнит майдон кучланганлигини ўлчашда, фойдаланилаётган антенна кўрсаткичлари олдиндан частота бўйича аниқ ва вақт бўйича ўзгармас бўлиши керак (калибровкаланган – эталонга таққосланган).

Ҳеч бир антенна барча частоталар диапазонида турли сигналларни самарали қабуллаш хусусиятларига эга эмаслиги учун, мониторинг станцияларида бир неча хил антенналар бўлиши керак. Турли частоталар диапазони учун умумий бўлган антенна кўрсаткичлари қуйидагилардан иборат.

ЎПЧ, ПЧ ва ЎЧ диапазонларида тўлқин узунликлари жуда катта (30 кГц да 10000 м) бўлганлиги учун фойдаланиладиган антенналар ўлчамлари тўлқин узунлигидан кичик бўлади. Бу диапазон сигналлари асосан вертикал (тик) қутбланган. ЎПЧ ва ПЧ диапазонларида антенна элементлари ўлчамлари тўлқин узунлигининг кичик қисми билан чекланганлиги учун актив (фаол) антенна одатда, сигнал/шовқин нисбати катта бўлишига олиб келади. Аммо актив антенналардан фойдаланилганда интермодуляция ходисаси юз бериши мумкинлигига алоҳида эътибор бериш керак.

ЮЧ диапазони антеннаси кузатиладиган ионосфера худудни қамрайдиган бурчак ва азимут томонга йўналтирилганлик диаграммасига эга бўлиши керак. Мисол учун, радиоузаткич мониторинг станциясидан 350 км масофада бўлса, баландлиги 300 км бўлган ионосфера қатлампидан қайтган сигнални қабуллаш учун қабуллаш антеннаси йўналтирилганлик диаграммаси ерга нисбатан 60° бурчак остида бўлиши керак. Радиоузаткич ва қабуллагич орасини тўғри чизиқли деб ҳисобланса, станциядан ионосферагача ва ундан радиоузаткичгача масофа икки ён томони бири-бирига тенг бўлган учбурчак шаклида бўлади. Бу оддий бир акс этишли (қайтишли) траектория бир сакрашли трасса ҳисобланади. Масофа ошган сари бир сакрашли жой бурчаги кичиклашиб боради. Одатда, сигнал узатиш ва қабуллаш нуқталари орасидаги тепаликлар, тўсиқлар ва антенна йўналтирилганлик диаграммасининг қабуллаш нуқтаси орасидаги бурчак уч градусдан кичик бўлмаслиги керак.

11.1-расмда 2...30 МГц диапазонда ишлайдиган горизонтал қутбланган, ўрнатилган жойига нисбатан ҳолатини ўзгартириш имконияти бор логопериодик антенна кўрсатилган. Бу антенна ихчам антенна ҳисобланади.

ЮЧ диапазонида саноат ва атмосфера радиошовқинлари сатҳи нисбатан катталиги учун, бу диапазонда юқори самарали антенналардан фойдаланишга эҳтиёж йўқ, шунинг учун бу диапазонда кичик ўлчамли кам самарали антенналардан фойдаланилади. ЮЧ диапазонида фойдаланиладиган рамкасимон панжарали антенна кўриниши 11.2-расмда келтирилган.



11.1-расм. Горизонтал кутбланган ўрнатилган жойига нисбатан холатини ўзгартириш имконияти бор логопериодик антенна

Базавий (асос) рамка кичик индуктивли катта алюмин трубкадан иборат. Унга нурлантириладиган сигнал-манбадан кенг полосали пассив схема юқори ўрта нуқтаси орқали берилади. Рамкасимон антенналарнинг дипол антенналаридан афзаллиги унинг кириш тўлиқ қаршилигининг нисбатан кичиклигида. Рамкасимон антеннага яқин бўлган ўтказувчи объектлар: дарахтлар, бинолар, қор билан қопланганлик рамкасимон антеннага нисбатан кам таъсир қилади. Пеленглаш учун бир неча рамкасимон антенналар сигналлари фазаси бўйича қўшилиши ёки “нур шакллантириши” мумкин. Рамка элементларининг сонини ошириш антенна кучайтириш коэффициентини ошишига ва унинг йўналтирилганлик хусусиятини яхшилади. Йўналтирилмаган диаграммани шакллантиришда антенна ҳар бир элементидан келаётган сигналлари тегишли узунликдаги коаксиал кабеллар ёки кечиктириш линиялари ёрдамида кечиктирилади, сўнгра йўғувчида тўпланади.



11.2-расм. ЮЧ диапазонда фойдаланиладиган рамкасимон панжарали антенна

Одатда, ЖЮЧ ва УЮЧ диапазони радиотўлқинлари узатиш масофаси узатиш жойидан қабуллагич жойлашган (ёки аксинча) жой кўринадиган масофа билан чегараланади. ЖЮЧ ва УЮЧ диапазон антенналари одатда, радионазорат станцияси биноси яқинида жойлашган мачта устига ўрнатилади. Шу йўл билан коаксиал кабелдаги йўқотишларнинг иложи борича кичик бўлишига эришилади.

11.3-расмда R&S фирмаси ишлаб чиқарган АК-451 антенна кўрсатилган. 11.2-расмда TCI фирмаси ишлаб чиқарган антенналарнинг 612 ва 625 моделлари кўрсатилган.

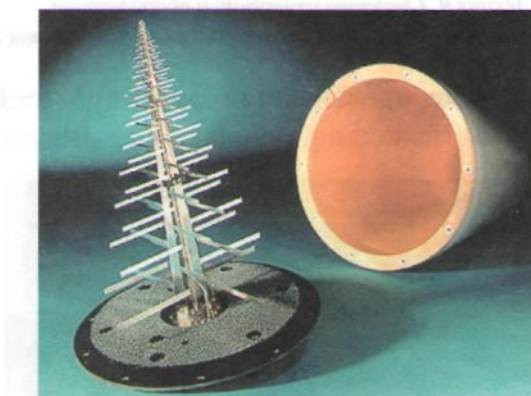


11.3-расм. Муқим жойлашган радионазорат станцияси антенна тизими

R&S фирмаси ишлаб чиқарган радионазорат станцияларида фойдаланиладиган антенна 11.3-расмда кўрсатилган. Антенна тизими бундан ташқари сунъий йўлдош орқали алоқа тизимини мониторинг этишда фойдаланиладиган антеннага ҳам эга (11.4-расм).

40 ГГц гача бўлган диапазонда юқори кучайтириш коэффициентини таъминлаш учун нурлатишларни қабулловчиси бор параболик антенналардан фойдаланилади. Антенна кучайтириш коэффициентини акс эттирувчи диаметрининг тўлқин узунлигига нисбатига ва антенна умумий юзасидан фойдаланиш коэффициентиغا боғлиқ, сигналларни излаб топиш, кузатиш ва ўлчаш учун антенна кучайтириш коэффициенти катта бўлишлиги ва нурнинг кенглиги катта бўлишлиги талаб этилади. Бунда назорат антенна нурлатувчисини фокусга созлаш ва фокусланган ҳолатдан чиқариш учун электродвигател ёрдамида ҳаракатланадиган механик қурилма орқали амалга оширилади. Антенна ўрнатилган платформа ҳолатини электр двигатели

масофадан бошқариладиган блок орқали ўзгартириш мумкин. Антенна кабелидаги йўқотишларни камайтириш мақсадида нурлатувчи юза яқинига кам шовқинли кучайтиргич ўрнатилиши тавсия этилади. Иложи борича яхши натижаларга эришиш учун қабуллагич частота ўзгартиргичини антеннага яқин ўрнатиш керак бўлади.



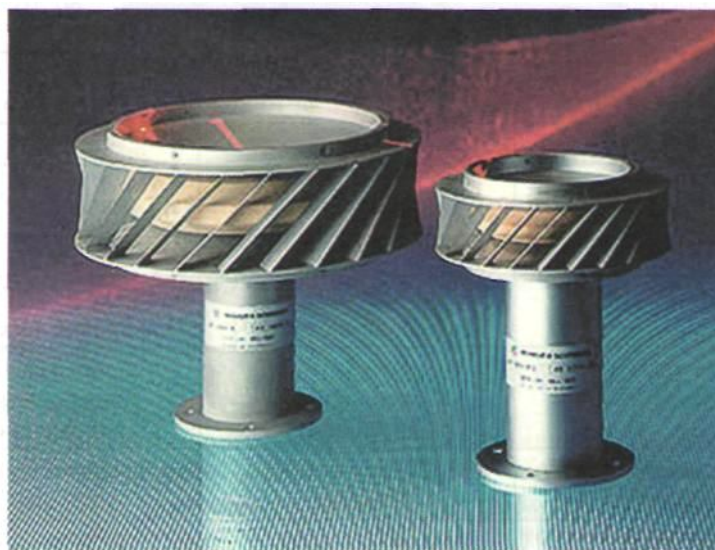
11.4-рasm. Горизонтал ва вертикал кутбланган тўлқинларни (1...18 ГГц) қабулловчи йўналтирилган логопериодик антенна



11.5-рasm. Йўналтирилганлик диаграммаси бошқарилувчи микротўлқинли антенна тизими

Ҳаракатдаги радионазорат ва радиомониторинг станцияларида томнинг юзаси чекланганлиги учун ҳамма томонга бир хил йўналтирилган

антенналардан фойдаланиш мумкин (11.6-расм). Ҳамма томонга бир хил йўналтирилган антенна чизикли кутбланган оғишган антенна-вертикал, горизонтал, ўнг томон ва чоп томонга айланасимон кутбланган турли йўналишлардан келадиган сигналларни қабуллаш имкониятига эга. Учта, энг катта ўлчами 300 мм бўлган антенна 1÷4; 4÷18; 12÷40 МГц диапазонларини қамраш мумкин. антенналар радионурланишларни ўтказувчи қоплама ичига ўрнатилади ва улаш кабелларида йўқотишлар кам бўлишини таъминлаш учун радиоқабуллаш қурилмасидан 3 м дан катта бўлмаган масофага ўрнатилади.



11.6-расм. R&S фирмасининг оғишган чизикли кутбланган кенг полосали, ҳар томонга бир хил йўналтирилган биконуссимон антенна

Радиоқабуллаш қурилмалари радионазорат станциясининг асосий элементи (қисми) ҳисобланади. 11.1-жадвалда ХЭИ томонидан ЎПЧ/ПЧ/ЮЧ ва ЖЮЧ/ЮЧ диапазонларида радионазорат станцияларида фойдаланиш тавсия этилган қабуллаш қурилмалари асосий характеристикалари кўрсатилган.

11.1-жадвал. Радионазорат станциялари ўлчаш радиоқабуллагичлари характеристикалари

Кўрсаткичлар	ЎПЧ/ЮЧ	ЖЮЧ/УЮЧ
Диапазон	9 кГц – 30 МГц	20-3000 МГц
Созлаш қадами	1 ГГц	<10 Гц
Хатолик	10^{-6}	$<0,1 \cdot 10^{-6}$
Антенна кириши қаршилиги	50 Ом	50 Ом
ТТҚ	<3	<2,5
Кесишиш нуқтаси	(>3 МГц)	>10 дБм
Коэффициент	15 дБ	12 дБ
Гетеродин фазавий шовқини	-120 дБ/Гц силжиган 10 кГц	-100 дБ/Гц силжиган 10 кГц
Тўғри канални йўқотиш	80 дБ	80 дБ
Акс канални йўқотиш	80 дБ	80 дБ

ОЧ фильтри полосаси кенглиги		
Танловчанлик	2:1	2:1
Детекторлаш тури	AM, GW, SSB, USB	AM, FM, CW, SSB, USB
КАБ диапазони		120 дБ
ОЧ чиқишлари	455 кГц	455 кГц, 10,7 МГц
ОЧ спектри		
Масофадан бошқариш	ETERNET, GRIB, RS-232C	ETERNET, GRIB, RS-232C
Ҳарорат ишчи диапазони	0° дан 45° гача	0° дан 45° гача

11.1-жадвалда келтирилган радиоқабуллаш қурилмаларининг характеристикалари “ўлчаш радиоқабуллаш қурилмалари”га бўлган талабларга жавоб беради. Мисол учун R&S фирмасининг ESIB ва ESMI радиоқабуллаш қурилмалари ХЭИ талабларига тўлиқ жавоб беради. Бу радиоқабуллаш қурилмаларининг ишлаш диапазони ташқи аралаштиргич ёрдамида 110 ГГц гача кенгайтирилиши мумкин.

ESIB ўлчаш радиоқабуллаш қурилмалари электромагнит халақитларнинг кўрсаткичларини ўлчаш ва тезкор спектр анализаторига тегишли сифат кўрсаткичларига бўлган талабларга тўлиқ мос келади. Бу ўлчаш асбоблари коммерция ва ҳарбий стандартлар томонидан ўлчашларни осонлаштиради ва кам вақт талаб қилади. ESIB радиоқабуллаш қурилмасини коммерцияда “электромагнит халақитларни тестдан ўтказиш қабуллагичи” деб аталади.

R&S фирмасининг радиоқабуллаш қурилмаларидан 20 Гц дан 40 ГГц гача бўлган диапазондаги частоталар спектрини мониторинг қилишда фойдаланиш мумкин. Уларнинг нархи бир неча юз минг долларгача бўлади. Жуда кичик сатҳли сигналларни қабуллаш учун ESIB радиоқабуллаш қурилмалари 9 кГц дан 7 МГц полоса кенглигида 20 дБ га кучайтирувчи дастлабки кучайтириш қисмига эга. Бу қабуллагичлар радиотехник қурилмаларнинг АЧХларини ўлчаш учун кўшимча частотаси ўзгариб турувчи махсус генераторлардан фойдаланилади. Бундан ташқари сигнални вектор кўринишда таҳлил этиш учун, ETSI стандарти талаби даражасида GSM сотали алоқа базавий ва мобил станциялари параметрларини тўлиқ ўлчаш учун керакли аппарат ва дастурий таъминотга ҳам эга.



11.7-расм. ESIB ўлчаш радиоқабуллаш қурилмаси

Американинг TCI фирмаси ишлаб чиқарадиган кўп каналли ўлчаш қабуллагичи ҳам ХЭИ талабларига жавоб беради.

Кўп мамлакатларда радиомониторинг ва радионазорат станцияларини жиҳозлашда нисбатан арзон радиоалоқа қабуллагичларидан фойдаланилади. Бунда кўп ҳолларда Япониянинг “Icom” ва “AOR” фирмалари ишлаб чиқарадиган 1CR8500, 1C9000, AR3000 AR5000 ва R&S фирмаси ишлаб чиқарадиган EB200 турли ўлчашлаш учун махсус яратилмаган қабуллагичларидан ҳам фойдаланилади. Бу қабуллагичлар ўлчашлар ўтказиш учун мўлжалланмаганликлари учун улар ўлчашлар классига жавоб бермайдилар, радиосигналлар параметрларини ўлчаш сифатини белгиловчи метрологик характеристикаларга тўлиқ жавоб бермайдилар. Аммо бу қабуллагичлар ёрдамида радионазорат маълумотнома (йўриқнома)сида келтирилган барча ўлчашларни амалга ошириш мумкин. радиоқабуллагичлардаги асосий танловчанликни таъминловчи филтрлар тўплами ёрдамида ҳозирда фойдаланиладиган ҳамма тор полосали радиоалоқа қурилмалари радионурлатишларини қабуллаш имкониятини беради.

Радиоқабуллаш қурилмаларини компьютерлар орқали бошқариш имконияти мавжуд бўлиб, бу улардан автоматлашган ва автоматик иш ҳолатларида фойдаланиш имкониятини беради. Бу қабуллагичларнинг асосий камчиликлари катта сатҳдаги сигнал ва халақитлар таъсир этганда унинг кириш каскадлари ночизиқли иш ҳолатига ўтиши эҳтимоллигининг катталашидир. Бундай радиоқабуллаш қурилмаларидан сигналлар спектрини мониторинг қилишда фойдаланилганда станция операторлари кириш каскадлари ночизиқли иш ҳолатларини камайтириш учун махсус чоралар кўришлари керак бўлади. Бу чора-тадбирларга: сигналнинг аввалдан халақит таъсирида зарар кўрган қисмини аниқлаш; аттенюаторлардан фойдаланиш; йўналтирилган антенналар ёрдамида радионурланишларни фазода саралаш ва ҳ.к.

Радионазорат станциялари жиҳозларига, хусусан радиоқабуллаш қурилмаларини танлашда мониторинг натижалари асосида радиочастоталар спектрини бошқариш муаммосини ечиш учун керакли бўладиган маълумотларни тўплаш имкониятини бериши асос қилиб олиниши керак. Бундай ёндашиш осон бўлмай, у частотани бошқариш органлари иш тажрибаларига ва мониторинг маълумотларини жиддий таҳлил этишни талаб этади. Шунинг учун ХЭИ ташкилотининг талаб ва тавсияларига тўлиқ жавоб берувчи техник воситалардан фойдаланиш радиомониторинг ва радионазорат станцияларининг тан нархларини жуда катталаштириб юборади.

Спектр анализаторларидан халақитлар юзага келганда ва радиочастоталар диапазонини текширишда фойдаланилади. Янги технологик ютуқлар спектр анализаторлари ва сигналларнинг вектор анализаторлари имкониятларини кенгайтди. Замонавий анализаторларнинг кенг динамик диапазондаги сигналлар амплитудасини акс эттириш имкониятини бериши натижасида уларни монитор экранда кўриб таҳлил қилиш, хулоса чиқариш имконияти пайдо бўлди.

Спектрни анализ қилиш уч класс жиҳозлар ёрдамида таъминланади:

- кенг полосали анализаторлар, спектр танланган қисмини 10 Гц/б.ор дан 100 МГц/б.ор гача анқиликда ва унлан катта (МГц/бир оралик) бўлганда акс эттириш имкониятига эга;

- спектрни акс эттириш панарама модуллари, радиоқабуллаш қурилмаси оралик частота тракти чиқишига уланади ва қабуллаш қурилмаси созланган частоталар полосасидаги сигнал спектрини акс эттиради. Одатда, бу частоталар спектри кенг фойдаланиладиган радиоқабуллаш қурилмалари учун оралик частота тракти частоталар ўтказиш полосасининг 40 % дан катта бўлмайди;

- панарама спектр анализатори – бу қабуллагичлар созланиши мумкин бўлган частоталар диапазонини бутунлай ёки бир бўлагини баъзан иккисини ҳам бир вақтда мониторингда акс эттиради.

Охириги ҳолатда Фурье тез ўзгартириши (ФТЎ) методи ёки оний частотани ўлчаш амалга оширилади. Шундай қилиб, янги технологиялар ва сигналларга ишлов беришнинг янги усуллари ўлчаш радиоқабуллаш қурилмалари ва спектр анализаторларининг иш имкониятларини бир-бирига яқинлаштиради. Мисол учун R&S фирмаси ишлаш частоталари диапазони 9 кГц дан 7 ГГц гача бўлган спектр анализаторли ўлчаш радиоқабуллаш диапазони қурилмасини радиомониторинг станцияларида фойдаланиш учун тавсия этимоқда.

Электромагнит майдон кучланганлигини ўлчаш аппарати одатда бир неча қурилмалардан иборат бўлган битта ускуна шаклида бўлади. Бу қурилмаларга қуйидагилар киради:

- калибровкаланган (эталон билан таққосланган) маълум характеристикали антенна;

- сезгирлиги босқичма-босқич (дискрет) ўзгарадиган антенюаторли радиоқабуллаш қурилмаси;

- тегишли равишда калибровка қилинган ўлчов асбоб.

Ҳозирда баъзи радионазорат станцияларида SMV-8,5 ва SMV-11 русумли ГДРда ишлаб чиқарилган сараловчи (ажратувчи) вольтметрлардан ҳам фойдаланилмоқда. Бу вольтметрлар FSM русумли радиоқабуллаш қурилмаларини калибровка этишда фойдаланиладиган DP-1 ва DP-3 турли ўлчаш антенналари ва генератори бўлган ўлчаш ускунаси таркибига киради.

Майдон кучланганлигини ўлчаш аппаратура(ускуна)си қуйидаги характеристикаларга эга бўлиши керак:

- тракт узоқ вақт даврида қайта калибровка этишни талаб этмасдан ўз кўрсаткичларини сақлаб қолиши керак;

- ўлчашлар кенг диапазонга (бир неча микровольт/метрдан бир неча вольт/метргача) эга бўлиши керак;

- ўлчаш асбобининг шкаласи кўрсаткичи майдон кучланганлиги ўртача квадратик қийматига пропорционал бўлиш керак.

Майдон кучланганлигини ўлчаш қурилмаси узоқ вақт давомида ўлчов натижаларини ёзиш – хотирага киритиш қурилмасини улаш имкониятини берадиган махсус чиқишига эга бўлиши керак. Ҳозирда имкониятлари

чекланган майдон кучланганлигини ўлчаш қурилмаларини ишлаб чиқариш тўхтатилган. Ҳозирда майдон кучланишини ўлчашда фойдаланиладиган ўлчаш радиоқабуллаш қурилмалари ва спектр анализаторлари биргаликда ишлаш имкониятига эга бўлишлари керак.

Радиопеленгация қурилмалари 20 аср бошларида яратадилар. Уларда йўналтирилган диаграммага эга даврий айланиб турадиган антенна ёрдамида қабул қилинган сигнал энг катта қиймати асосида радионурланиш манбаи жойлашган йўналиш аниқланган. Антенналар йўналтирилганлик диаграммаси кенг бўлганлиги ва тор йўналтирилганлик диаграммасига эга мунтазам айланиб турадиган антенналарнинг мураккаблиги фаза методидан фойдаланишга олиб келди. Бу методда оддий йўналтирилмаган диаграммалардан ва радиосигнал нурланиши рақамли методдан фойдаланиб аниқланади.

Сигнал амплитуда ва фазасини фазода тақсимоли ҳақидаги ахборотга ишлов бериш замонавий методлари – амплитуда-фаза корреляцион интерферометрларини қўллашдан фойдаланиш имкониятини беради. Бу интерферометрлар юқори аниқлик, яхши тезкорлик ва юқори ҳалақитбардошликни таъминлайди.

Ҳозирда амплитуда пеленгаторларидан амалда жуда кам ҳолларда фойдаланилади, баъзан тор йўналишли ўлчов антенналаридан радионурлатгич ҳақидаги дастлабки пеленг маълумотларини олиш учун станция операторлари ўз амалий ишларида фойдаланиладилар. Илғор фирмалар 30 МГц гача бўлган частоталар диапазонида Эдкок/Уатсон-Ватт методига асосланган пеленгаторлардан фойдаланишни тавсия этмоқдалар, бу метод бир онда натижани ҳисоблаш имкониятини беради.

Эдкок антеннаси 1918 йилда яратилган бўлиб, бир жуфт симметрик ёки симметрик вибраторли антеннадан иборат. Эдкок антенна панжараси бир жуфт элементи ортогонал ўрнатилган бўлиб, сигнал келиш йўналишига сезгир. Натижавий сигнал сатҳи, биринчи антеннада сигнал жойлашган йўналишга синус қонуни бўйича, иккинчи антеннага сигнал жойлашган йўналишдан косинус қонуни бўйича ўзгаради. Уатсон-Ватт методи асосида радиопеленгация қилишда сигнал келиш йўналишини аниқлаш учун энг камида учта антенна ва фаза бўйича мослашган учта радиоқабуллагичдан фойдаланиш керак бўлади. бунда учинчи антенна ҳамма томонга бир хил йўналтирилганлик диаграммасига эга бўлиши керак.

Уатсон-Ватт пеленгаторининг афзаллиги шундаки, унинг антенна тизимини амалга ошириш осон, ўлчаш натижасини тезда олиш ва ўлчаш аниқлигини пеленгация қилувчи жуфтликлар сонини ошириш йўли билан эришиш мумкин.

R&S фирмаси техник ҳужжатларида Уатсон-Ватт пеленгаторида ADD119 антеннадан фойдаланиб пеленгация аниқлигининг 2° гача бўлишини таъминлаш мумкинлиги таъкидланган. Уатсон-Ватт методининг камчиликларига қуйидагилар киради: радиоқабуллаш қурилмалари радиотрактларининг амплитуда-частота характеристикалари бир хил

бўлишини таъминлашнинг мураккаблиги ва юқори халақитбардошликни таъминлаш имконияти йўқлигидир.

RSS, TCI, Thales фирмалари 30 МГц дан юқори частоталар диапазонида фақат корреляцион (амплитуда-фаза) интерферометрларидан фойдаланишни тавсия этадилар. Улар пеленгация юқори аниқлигини (5° дак кичик) ва юқори халақитбардошликни таъминлайдилар. Бу қурилмалар антенна панжарасидаги сигнал амплитудаси ва фазаси ҳақидаги ахборотларни, турли бурчак остида келаётган сигнал амплитуда ва фазалари матрицалари билан таққослашга ва уларга биргаликда корреляцион ишлов беришга асосланган. Агар антенна панжараси юзаси етарли катта бўлса, бу қурилмалар ёрдамида халақит билан бирга келаётган фойдали сигнал йўналишини аниқлаш ва турли юза ва тўсиқлардан қайтган сигналлар таркибидан асосий сигнални ажратиш олиш имкониятини беради.

Табиийки радиопеленгаторларнинг асосий характеристикаси – кўрсаткичи бу, пеленгациялаш аниқлиги, яъни радионурлатишлар келаётган йўналишни аниқ кўрсатиш, бу кўрсаткич одатда, абсолют ёки нисбий қийматлар орқали ифодаланади. Асбобнинг хато ўлчаши идеал ҳолатда аниқланади. Бунда пеленгатор антеннаси жойлашган жойда берилган сигнал сатҳи ўзгармас, акс этган ва халақит сигналлари бўлмаслиги, қутбланиш бузилишлари бўлмаслиги керак ва ҳ.к. Асбоб хато ўлчаши ҳамма частоталар диапазони ва сигнал келиш бурчаклари учун аниқланади. Одатда, бу хатолик доимий бўлиб, баъзи ҳолларда унинг таркибида тасодикий ташкил этувчиси бўлиши ҳам мумкин. Бу хатоликлар ўлчаш натижаларига ишлов бериш, ўлчов натажаларининг дискрет қийматга эгаллиги ва ҳ.к.ларга боғлиқ. асбоб хатолигини турли частоталар диапазонида ва сигнал келиш турли бурчакларида калоибровка қилиб камайтирилиши мумкин. радиопеленгатор техник характеристикасида одатда аппаратура ўртача квадратик, ўртача ва максимал хатолиги келтирилган бўлади.

Дастлабки фаза методига асосланган пеленгаторда айланаётган антенна вибратори (тебратгичи) ва кўзғалмас антенна вибратори чиқишидаги сигналлар фазасини таққослашга асосланган эди. Бунда кўзғалмас антенна вибратори айланаётган антенна марказида жойлашган бўлади. Бунда фазалар максимуми сигнал манбаи жойлашган томонда бўлади. Кейинчалик айланиб турувчи антенна ўрнига антенна турли йўналишдаги қибраторларини кетма-кет узиб-улаш усулига ўтилди. Бундай пеленгатор антенна тизимидан ташқари умумий гетеродинга уланган икки каналли қабуллагичдан иборат бўлиши керак. Қабуллагич амплитудаси модуляцияланган сигнал амплитуда модуляциясини чеклагич, фаза детектори, сигналга ишлов бериш ва пеленгация натижасини акс эттириш қурилмасига ҳам эга бўлиши керак. Фаза пеленгаторлари антенна тизимини осон амалга ошириш; пеленг қийматларини олишнинг соддалиги ва паразит амплитуда модуляциясининг пеленг натижасига таъсир этмаслиги каби афзалликлари бор. Асосий камчиликлари: иккита бир хил фазавий характеристикага эга бўлган радиотрактни амалда таъминлаш; вақт ва спектр бўйича қуввати тўпланган

халақитлардан кам химояланганлигидан иборат. Бу усулда пеленгация 2° градусгача аниқликни таъминлайди.

Услубий хатоликлар манбаларини қуйидаги турларга ажратиш мумкин:

- акс этган сигналлар таъсирида ҳосил бўладиган хатоликлар. Мутахассислар бу хатоликларни “когерент халақит”лар деб аташади. Қайта акс этишлар радиотўлқин тарқалиш йўналишида турли тўсиқлар, бинолар, мачталар, катта жисмлар борлиги учун пайдо бўлади, улар келаётган тўлқин фронтини бузадилар;

- вақт ва спектр бўйича қуввати тўпланган халақитлар таъсирида ҳосил бўладиган хатоликлар. Бундай халақитларни “бирлаштирилган канал”даги халақитлар деб аталади. Халақитлар қабуллаш қурилмаси асосий танловчанлигини таъминловчи радиоканал орқали фойдали сигнал билан бирга ўтиб, пеленгация жараёнини қийинлаштиради;

- сигнал модуляцияланганлиги билан боғлиқ хатоликлар. Асосий хатолиги модуляцияланмаган сигнал бериш орқали аниқланади. Модуляцияланган сигнални пеленглашда пеленглаш хатолиги ошади;

- сигнал қутбланганлиги турини билмаслик натижасида ҳосил бўладиган хатолик. Ҳозирда, амалда фойдаланиладиган кўпгина пеленгаторлар сигналнинг вертикал қутбланган ташкил этувчиси асосида пеленглашни амалга оширади, аммо манбалар турли қутбланишли сигналларни нурлатишлари мумкин;

- сигнал тарқалиш каналининг характеристикаси ўзгариши натижасида келиб чиқадиган хатоликлар. Бу хатоликлар ҳаракатдаги пеленгаторлардан ёки радионурлатгичлар ҳаракатда бўлганда ҳосил бўлади. Стационар жойлашган радионурлатгич ва радиопеленгаторлар учун радиоканал характеристикаси кўп ҳолларда ўзгармас – доимий деб қабулланиши мумкин.

Эксплуатация натижавий хатолиги фақат катта ҳажмдаги синовлар натижасида аниқланиши мумкин.

11.2. Радиочастоталар спектридан фойдаланишни мониторинг қилиш технологияси

Мониторинг натижалари радиочастоталарни бошқариш органларига қўйилган вазифаларни асосли равишда ечиш имкониятини яратади. Мониторинг маълумотларининг ишончлилиги ва етарлилиги спектрни иложи борица узлуксиз кузатиб бориш, кузатишлар натижасига сифатли ишлов бериш, қулай шаклда тақдим этиш, сақлаш ва кузатишлар натижасида олинган маълумотларни доимий янгилаб боришни талаб қилади. Радионазорат станцияларида ҳамма керакли ўлчаш ва кузатиш натижалари юқори ишонччилик ва ундан фойдаланишни осонлаштириш мониторинг олиб боришни ўрнатилган талаб даражасида ташкил этишни тақозо этади. Мониторинг жараёни қуйидагиларни ўз ичига олади: кузатиш ва назоратларни режалаштириш; радионазорат станцияларида бажариш учун вазифалар бериш; ўлчаш ва кузатувлар натижаларига ишлов бериш; архивлаш ва маълумотлар базасига киритиш; маъмурият учун ҳисоботлар

тузиш ва ҳ.к.лар. Мониторингни бундай ташкил этишни, кўп ҳолларда, радионазорат технологияси деб аталади ва бу атама ўзига вазифаларни шакллантиришдан то маъмурият учун тузиладиган ҳисоботдан фойдаланиш қулай бўлишини таъминловчи тадбирларни ўз ичига олади.

Мониторинг технологияси асосини яратишга қуйидагилар киради:

1. Мониторинг муқим ўрнатилган (стационар), ҳаракатдаги (мобил) ва олиб юрадиган – ихчам станциялардан фойдаланиб амалга оширилади. Баъзи ҳолларда бир жойдан иккинчи жойга транспорт (масалан, автомобил) ёрдамида кўчириб, талаб этиладиган жойга ўрнатиш мумкин бўлган станция турларидан фойдаланилади.

2. Режа асосида ва режадан ташқари тезкор бажариладиган мониторинг ишлари.

3. Ишларни режалаштириш; бириктирилган радиочастоталар ҳақидаги маълумотлар базасини таҳлил этиш; радионазорат маълумотлар базасини таҳлил этиш натижалари; тезкор бажариш учун тушган талабномалар статистикасини ва уларнинг натижаларини таҳлил этиш натижасида амалга оширилади.

4. Режалаштирилган ишларда ҳаракатдаги ва олиб юриш мумкин бўлган станциялардан маълум географик нуқталарда радиочастоталар спектридан фойдаланиш ҳақидаги тўлиқ ва ишончли маълумотлар олишда фойдаланилади.

5. Радиочастоталар спектридан фойдаланиш ҳақидаги ахборот узок давр (юридик кучга эга ва ундан катта вақт) учун ой, кун ва соатлар кесимида тайёрланиши керак.

Амалда радионазорат станциялари операторларига бериладиган вазифалар, одатда, маълум бир частоталар диапазонида ва берилган географик районда қуйидаги маълумотларни олишни таъминлаши керак:

- берилган частоталар диапазонида нечта ва қайси радионурлатиш манбалари ва уларнинг кимларга, қайси ташкилотларга тегишлилиги, манзили ва бошқалар, қисқа қилиб айтганда радионурлатиш манбаларини идентификациялаш натижалари ҳақидаги маълумотлар;

- аниқланган радионурлатишлар манбалари томонидан частоталардан фойдаланиш қоидаси ва тартиби бажарилаётганлигини, агар иложи бўлса радиоузаткичлар ва юқори частота қурилмаларининг нурлатишлари кўрсаткичларини меъёрий ҳужжатларда белгиланган қийматларга мослигини аниқлаш;

- бириктирилган частотадан нурлатиш манбалари қайси даражада фаол фойдаланадилар (частоталар спектридан фойдаланиш даражаси ва ундан сутка, ойда фойдаланиш даражаси);

- сигнални ишончили қабуллаш зонаси, халақитлар зонаси ва бошқалар фазонинг маълум нуқтасида фойдали сигнал ва халақитлар (частота, сатх, спектр ва вақт) характеристикалари.

Бу ахборотларни одатда радионазорат мутахассислари атроф муҳитдаги электромагнит шароит (ЭМШ) деб атайдилар. Агар ушбу маълумотлар ишончли ва доимий равишда янгиланиб борилаётган бўлса, у ҳолда бу

маълумотлар радионазорат станциясидан олинган энг керакли ахборот ҳисобланиб, радиочастоталар спектрини бошқарув масаласини ечишга маълум даражада ёрдам беради. Юқорида келтирилган фикрларни амалга ошириш, ўлчашлар натижалари юқори малакали мутахассислар томонидан ўз вақтида таҳлил этилишини, радионазоратлар ўтказиш вақти ва давомийлигини, мониторинг ўтказиш керак бўлган ҳудудда тезкор станциялар ёрдамида бориб, ўлчашлар таҳлили ва математик моделлар асосида ҳисоблаб аниқланган жойларда ўлчашлар ўтказиш керак бўлади. Бундай радионазорат технологияси нафақат станция оператори вазифасини бажарувчи, шу билан бирга кузатишлар ва ўлчашлар натижаларини таҳлил этиш ва ишларни режалаштириш қобилиятига эга бўлган юқори малакали мутахассислар томонидан амалга оширилиши кераклигини тақозо этади.

Радионазоратлар олиб борувчи операторлар, мониторинглар натижаларини таҳлил этувчи ва иш режасини тузувчи мутахассислар иши ижодий иш ҳисобланади, шунинг учун бу ишларни тўлиқ автоматлашган ва йўриқнома ҳужжатлар асосида амалга ошириб бўлмайди. Фақат ҳар бир частотада нурлатишлар, шу жумладан халақитлар манбаи ҳақидаги етарли даражада узок вақт орасида тўпланган маълумотлар радиочастоталар спектрини бошқариш билан боғлиқ масалаларни тўғри ечиш имкониятини беради.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, радиомониторинг ва радионазорат станциялари фаолияти учун ажратиладиган молиявий харажатларни ҳам ишни режалаштиришда эътиборга олиш керак бўлади. Режа асосида доимий равишда олиб бориладиган мониторинг ишлари радиочастоталар спектрдан фойдаланиш ҳақидаги маълумотларни тўплаш, сақлаш ва уларни тизимий кўринишга олиб келишни таъминлаш керак. Режадан ташқари мониторинг ишлари радиочастоталар спектрдан фойдаланувчилар ва юқори бошқарув ташкилотлар номидан тушган талабномаларни бошқаришдан иборат.

Радионазорат станцияларида кузатиш ва ўлчашларда келиб чиқадиган биринчи савол, бу нурланиш манбаи нима эканлигига жавоб бериш. Кўп ҳолларда, жавоб аниқ ва ягона, аммо баъзи қизиқарли ҳолатларда бундай эмас. Бу саволга аниқлик киритиш учун “таниш” ва “таққослаш” атамаларига кўйидагича аниқлик киритамиз.

Таққослаш (идентификация) бу кузатишлар, эшитишлар, ўлчашлар ва пеленгация натижалари ва бошқаларни маълумотлар базасидаги радиоузаткичларни рўйхатдан ўтказиш ва частота бириктириш ҳақидаги рўйхатдаги маълумотлар билан солиштириш жараёнини ўз ичига олади.

Таниш бу радионазорат маълумотлар базасидаги маълумотлар билан, радионазорат натижасида олинган радионурланиш характерли белгиларини бир-бирига солиштириш оқибатида уни рўйхатдан ўтмаган радионурлатиш манбаига тегишли – боғлиқ эканлигини аниқлаш жараёнидир.

Амалиёт шуни кўрсатадики, юқорида келтирилган белгиларни асос қилиб олиш етарли эмас. Таниш ва таққослашнинг ишончилиги, уларнинг белгилари сонини ва таққосланадиган кўрсаткичлари сонини ошириш натижасида сезаларли даражада яхшиланиши мумкин. Бу белги ва

кўрсаткичлар радиоэлектрон восита (радиоузаткич)лари портрет (чизма)лари деб аташ қабул қилинган. Аниқроқ қилиб айтиладиган бўлса “РЭВ портрети” бу радионазорат станциясида ўлчанган кўрсаткичларга хос қийматлар тўплами ва мониторинг бошқа натижаларидан иборат. Сигнал ва халақитлар учун уларнинг қийматлари статистик кўрсаткичлари нурлатишнинг асосий ўзига хос параметрлари ҳисобланади.

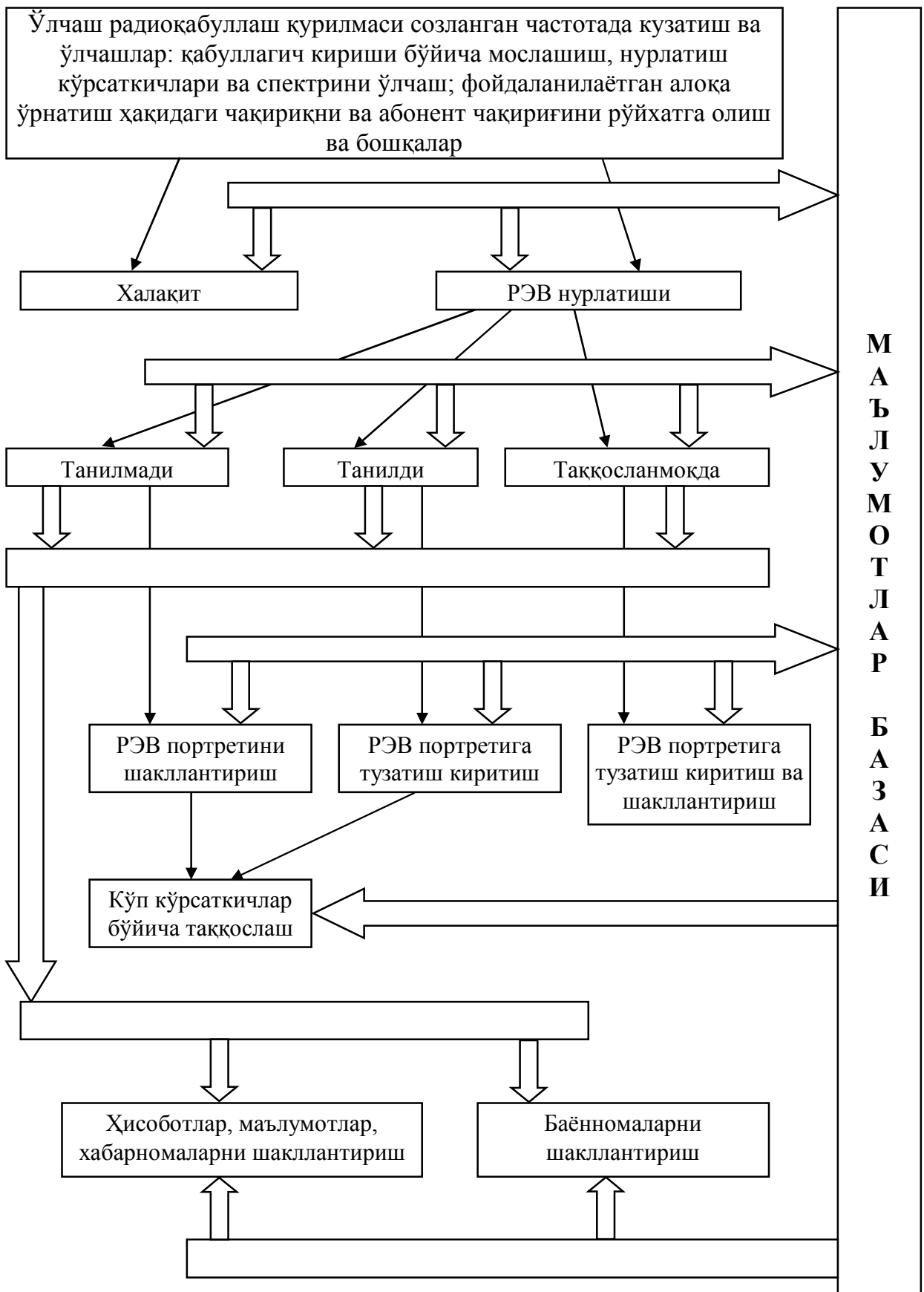
Нурлатиш кўрсаткичлари ва уларнинг статистик кўрсаткичларини танлаш аниқ бир назорат қилинадиган нурлаткич ва дастурий аппарат воситалари имкониятидан келиб чиққан ҳолда танланади. Радионурлатгичлар портретларини уларни фойдаланишга тайёрлаш вақтида шакллантириш ва техник фойдаланиш жараёнида уни таниш ва таққослашни амалга ошириш, керакли ҳолларда унинг портретига тузатишлар киритиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Амалда РЭВларни техник фойдаланишга тайёрлаш даврида ўлчашлар натижасида шаклланган портретлар бўлмайди (рўйхатга олинмайди). Шунинг учун радионурлатгичларнинг портретлари улардан асосий иш жараёнида фойдаланиш даврида шакллантирилади. Бу иш анча меҳнатни талаб қилади.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, радионурлатгич кўрсаткичлари вақт ўтиши билан РЭВлар эскириши натижасида ўзгариши мумкин. Мисол учун радиоузаткич таянч генераторидаги кварцнинг эскириши оқибатида унинг резонанс частотаси ўзгаради. Шунинг учун радионазорат технологияси РЭВ портретларининг нурлатиш портретига тузатишлар киритиш керак бўлади.

Нурлатгичлар портрети тушунчасини халақитларни танишда ҳам қўллаш мумкин. Халақитларнинг портрети бу халақит асосий параметрлари ва спектрига тегишли бўлиб, халақит манбаини эфирда радионазорат маълумотлар базасига киритилган кўрсаткичларидир.

11.8-расмда радионазорат станциясидан фойдаланиб дастлабки ахборотни олиш алгоритми келтирилган. Радионазорат бўйича вазифани бажариш эфирдаги сигнални кузатиш ва нурлатиш параметрларини ўлчашдан бошланади.

Кузатишлар ва сигнал параметрларини ўлчаш натижасида биринчи босқичда, ушбу нурланиш халақит сигналлари ёки қандайдир РЭВ нурланишими эканлиги ҳақида бир қарорга келиш керак. Агар кузатилаётган сигнал қандайдир РЭВ нурланиши бўлса, у ҳолда қуйидаги учта ҳулосадан бирини чиқариш керак бўлади: нурланишни таниб бўлмайди; нурланиш танилмоқда, аммо частоталар бириктириш ҳақидаги маълумотлар базасида у ҳақида маълумотлар йўқ; радионурланиш маълумотлар базасидаги частоталарни бириктириш рўйхатидан ўтган – таққосланиши мумкин.



11.8-расм. Радионазорат станциясидан фойдаланиб ахборот олиш алгоритми

Агар нурланиш танилмади деб қарор қабулланса, у ҳолда кузатиш ва ўлчашлар натижалари радионазорат маълумотлар базасига “танилмаган РЭВ” белгиси билан, кейинчалик бу нурланиш эфирда пайдо бўлиши ва топилганда таниш учун юборилади. Келгусида ушбу нурлатгич танилган нурлатгичлар қаторига ўзига хос шартли белги билан киритиб қўйилади (рўйхатга олинади).

Агар нурлатиш танилди деб қарор қабулланса, аммо маълумотлар базасидаги бириктирилган частоталардан ҳеч бирига мос келмаса – таққослаш натижаси ижобий бўлмаса, у ҳолда кузатишлар ва ўлчовлар натижаси радионазорат маълумотлар базасига киритилади ва РЭВга тегишли шартли белги бириктирилади. Таққослаш натижасида нурланиш танилмаса, у ҳолда ушбу частотада қандайдир РЭВ рухсатсиз нурлатишлар чиқармоқда деган хулосага келинади.

Агар нурланиш радионазорат станциясидаги маълумотлар базасидаги кўрсаткичлар билан таққосланиш натижаси ижобий бўлса, у ҳолда натижалар радионазорат станцияси маълумотлар базасига киритилади. Бунда ускуна ва ўлчаш шароити имкониятида имкон бўлса меъёрий ҳужжатларда келтирилган спектрдан фойдаланиш қоида ва тартиби бузилганлиги рўйхатга олинади. Шу босқичда ушбу РЭВсини мониторингини тўпланган деб ҳисоблаш мумкин.

Агар кузатилаётган сигнал халақит деб қарор қабулланса, у ҳолда қуйидаги икки хулосадан бири чиқарилади: халақит радионазорат станциясида фойдаланиладиган қурилмалари иш фоолияти натижасида пайдо бўлмоқда (мисол учун, ўлчаш радиоқабуллаш қурилмаси радиотрактидаги интермодуляция халақити); халақит ўлчаш радиоқабуллаш қурилмаси антеннаси киришига таъсир этмоқда деган хулосага келинади. Бу ҳолда худди РЭВлар учун ўтказилган тартибда таниш ва таққослаш жараёнларини бажариш керак.

Кўриб чиқилган ҳолларда таниш ва таққослаш жараёнлари нурлатгичларнинг шакллантирилган ва сўнгги ўлчашлар мониторинг натижаларидан олинган статистик маълумотлар асосида тузатишлар, янгиликлар киритилади. Нурлатгичлар ҳақида узоқ муддатда тўпланган белгилар ва портретлар таниш ва таққослаш жараёнида қабул қилинган қарорлар асосли, ишончли бўлишини таъминлайди.

Мониторинг қилиниши керак бўлган РЭВ ва халақит манбалари хилма-хиллиги ва уларнинг портретларини шакллантиришда фойдаланиладиган кўрсаткичлари турлича эканлиги уларни таққослаш учун керакли кўрсаткичларининг ҳам кўплиги, уларни соддалаштириш босқичида ягона дастурий таъминотдан фойдаланиш имкониятини бермайди. Шунинг учун аниқ бир ҳолатдан келиб чиққан ҳолда нурлатгичлар портрети учун керакли асосий кўрсаткичларини танлаш ва уларни маълум бир белгилар бўйича соддалаштириш керак бўлади ва дастурий таъминот яратилгани мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

11.3. Ўзбекистон республикасида радиочастоталар спектрини мониторинг қилиш ва радиопеленгациялаш миллий тизими

Радиомониторинг тизими Ўзбекистон республикасининг ҳамма ҳудудида радиочастоталар спектрини радионазорат қилиш вазифасини бажариш учун хизмат қилади.

Радиомониторинг тизими республиканинг ҳамма ҳудудида РЭВ техник параметрларини ўлчаш ва радионурланишлар манбаини аниқлаш вазифасини бажаради.

Радиомониторинг тизими жиҳозлари республика ҳамма вилоятлари марказида ўрнатилган ва энг фаол фойланиладиган частоталар диапазонини (ЮЧ, нисбатан ЮЧ, ультраЮЧ) камраб олган бўлиб, самарали назорат қилиб туриш имкониятига эга. Бундан ташқари ҳамма вилоятларнинг электромагнит мослашув марказлари радиомониторинг олиб бориш мобил мажмуаси (комплекси), республиканинг бориш қийин бўлган участкаларида радиомониторинг ишларини бажариш учун кўчма ва ихчам радиомониторинг жиҳозлари билан таъминланган.

Жиҳозлар тури (муқим жойлашган ва кўчма – мобил).

Радиочастоталар спектрини мониторинг қилиш назорат техник тизими Германиянинг «Rohde & Schwarz» компанияси жиҳозларидан фойдаланиб ташкил этилган:

- ESMB, EB 200 ўлчаш радиоқабуллагичлари;
- EBD 190, 195 радиопеленгаторлари;
- DDF 255 рақамли сканерловчи радиопеленгаторлари;
- HE 010, HE 309, HF 902 ўлчов антенналари;
- ADD 190, 195, 295, 071 радиопеленгатор антенналари;
- Мобил станциялар HL 023, 033, 040, 050 ўлчов логопериодик антенналари билан қўшимча таъминланган.

Жиҳозлар тури (кўчма ва кўтариб юрадиган портатив-ихчам)

- портатив спектр анализаторлари:
- FSH3 100 кГц-3000 МГц;
- FSH6 100 кГц-6000МГц;
- FSH18 1000-18000МГц.

Спектр анализатори кўчма:

- ADVANTEST 9 кГц-26,5 ГГц;
- TMS (FSP) 9кГц- 26,5 ГГц;
- FSV40 100кГц-40ГГц

Радиоқабуллагич ихчам:

PR100 9кГц-7500МГц.

Микротўлқинлар мониторинг тизими (нисбатан кичик ўлчаши):

UMS100 9КГц-6000кГц.

Тестловчи радиоқабуллагич (ихчам):

EFL100, SAT/TV/FM сигналларни.

Қувват ўлчагичлар:

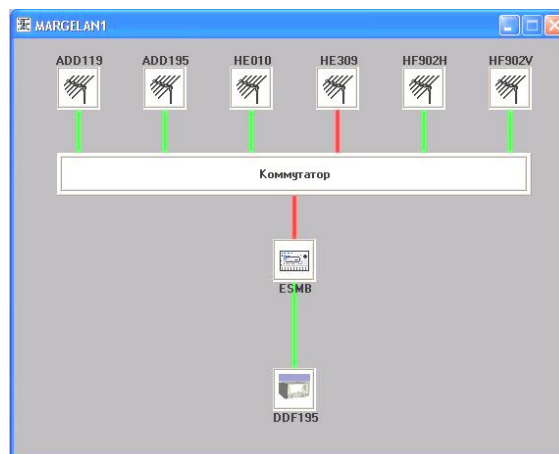
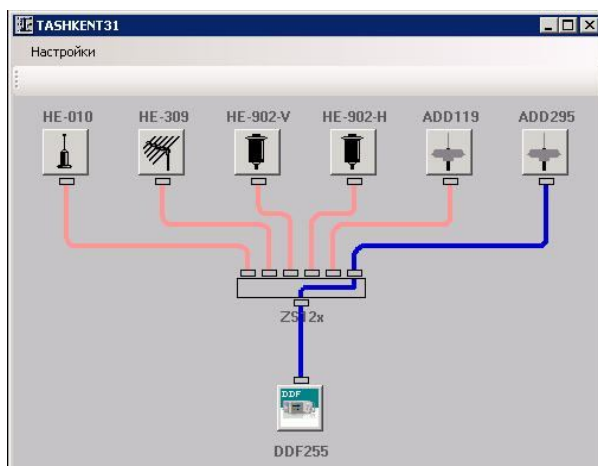
NRT 200 кГц-4ГГц; 0,3мВт-2000Вт.

Муқим (стационар) жойлашган станциялар таркиби ва структураси. Ҳозирда миллий радиомониторинг ва радиопеленгация тизими 19 та стационар станциялардан ташкил топган ва қуйидаги шаҳарларда жойлашган:

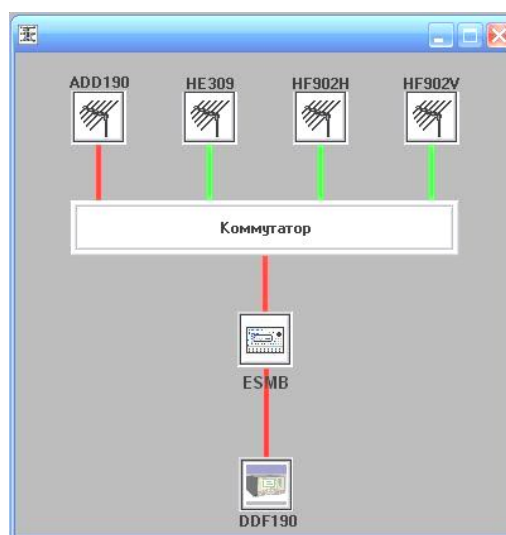
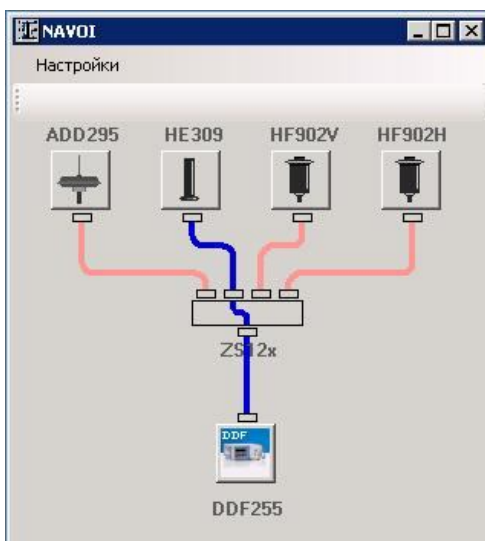
1. Тошкент 3 та станция (10кГц-3600МГц, 1ст.), (20-3000МГц, 2ст.)
2. Андижон (20-3000МГц)
3. Наманган (20-3600МГц)
4. Фарғона 2 станция (20-3000МГц), (20-3000МГц)
5. Гулистон (20-3600МГц)
6. Жизах (20-3600МГц)
7. Самарқанд 3 станция (0,3-30МГц), (20-3000МГц), (20-3600МГц)
8. Бухоро (20-3000МГц)
9. Қарши (20-3600МГц)
10. Термез (20-3000МГц)
11. Навои 2 станция (20-3600МГц)
12. Урганч (20-3000МГц)
13. Нукус (10кГц-3600МГц)

Станциялар республика ҳудудини назорат этилиши керак бўлган ҳамма частоталарда иложи борича тўлиқ қамраб олишни назарда тутиб жойлаштирилган.

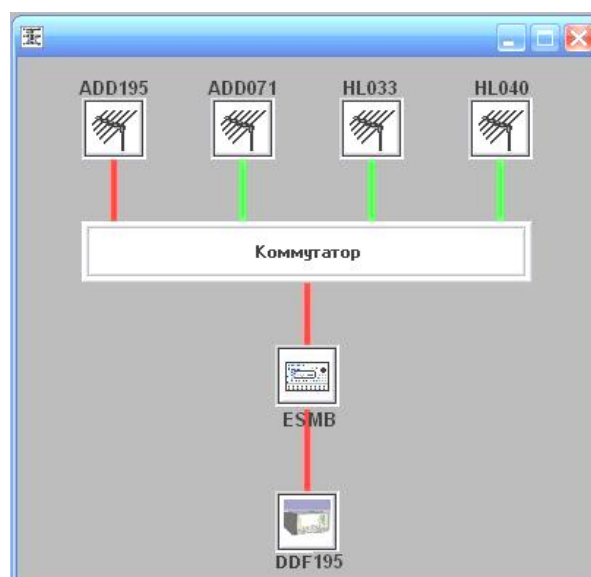
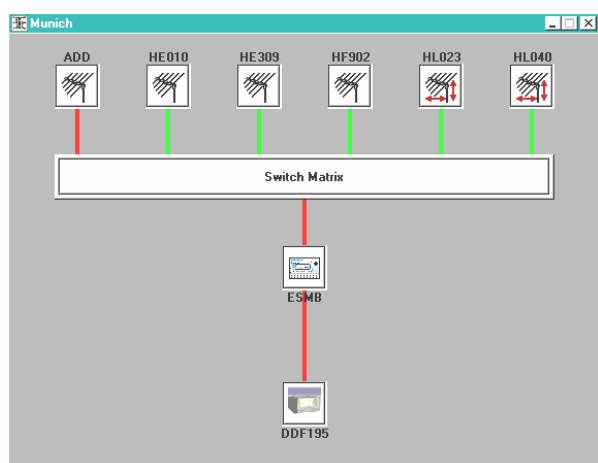
Стационар станциялар тўғридан-тўғри бошқариш ва автоном(мустакил) режимда ишлаши мумкин. Станция автоном режимда ҳам функцияларни тўлиқ бажаради.



ЮЧ, НЮЧ, УЮЧ диапазонлар спектрини назорат станцияси



НЮЧ ва УЮЧ диапазонларини назорат қилиш стационар станцияси



Мобил алоқа тизими спектрини назорат станцияси

Тизимнинг асосий техник характеристикалари.

Ўлчашлар тури:

1. Электромагнит майдон кучланганлигини ўлчаш;
2. Частотани ўлчаш;
3. Спектрнинг бандлигини ўлчаш;
4. Частоталар полосаси кенглигини ўлчаш;
5. Модуляция параметрларини ўлчаш;
6. Радиопеленгация ва радионурлатувчи қурилма жойлашган ерни аниқлаш;
7. Радиоузаткични идентификация (таққослаш)лаш;
8. Частоталар спектрини рухсат берилганига нисбатан бандлигини аниқлаш;

9. Радионурланишлар параметрларини рухсат этилганидан фарқланишини аниқлаш;

10. Сигналларни интермодуляцион таҳлил қилиш;

11. Сигналларни статистик таҳлил қилиш;

12. Автоматик ўлчашлар;

13. Радионазорат частоталари диапазони:

ЮЧ учун 300 кГц-30мГц;

НЮЧ; УЮЧ учун 30 мГц- 3000мГц;

14. Радиопеленгация частоталар диапазони:

ЮЧ учун 300кГц-30мГц;

НЮЧ; УЮЧ учун 30мГц-3000мГц;

15. Сезувчанлик:

Частоталар диапазониға боғлиқ равишда 1мкВ-10мкВ;

16. Демодуляция:

АМ, FM, PM, LSB, USB, IQ, CW, PULS;

17. Оралик частота полосаси кенглиги:

Дискрет 150Гц-1000кГц;

18. Сканерлаш:

Частоталар спектрини рақамли сканерлаш;

Частоталар спектрини сканерлаш;

Частоталарни рўйхат бўйича сканерлаш;

19. Қутбланиш: горизонтал ва вертикал (антенна турига қараб);

20. Пеленгациялаш хатолиги:

Ўртача квадратик қиймати 2 градус;

Пеленгация усули: корреляцион интерферометр;

21. Сигналнинг энг кичик (минимал) давомийлиги:

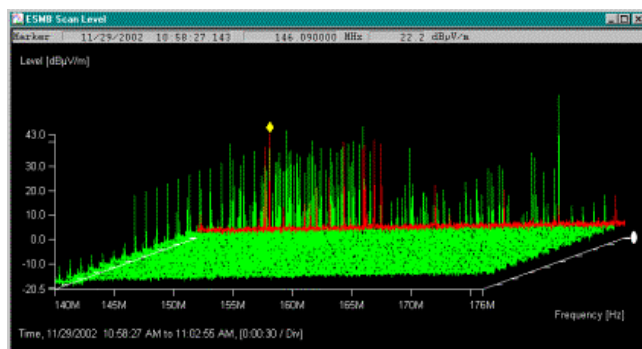
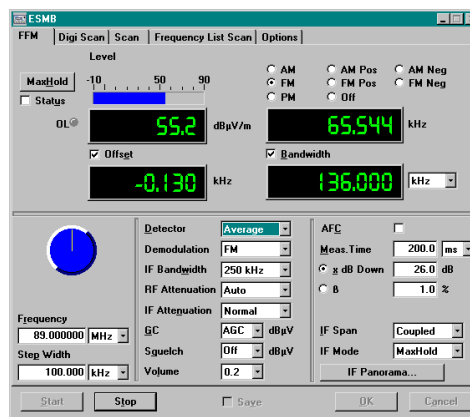
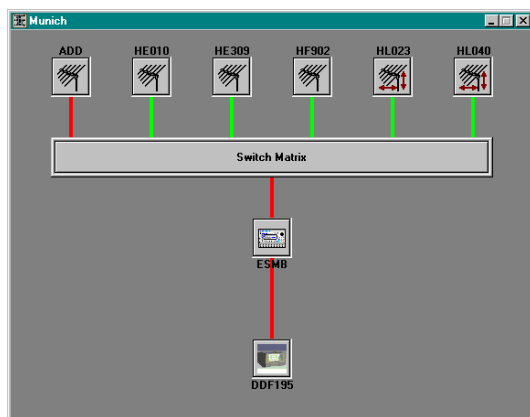
50 мс;

22. Ўртачалаштириш вақти:

100мс-5с.

ARGUS дастури мажмуаси. Спектрни радиотехник текшириш, радиопеленгация қилиш ва олинган натижаларини тизимли асосда баҳолаш ARGUS дастури мажмуасига асосланган.

Ушбу дастурий таъминот ҳамма спектрни радионазорат қилиш масаларини максимал самарадорлик билан ечишда Халқаро электралоқа иттифоқи тавсияларига риоя қилади.



ARGUS дастури мажмуасидан фойдаланишга оид расм

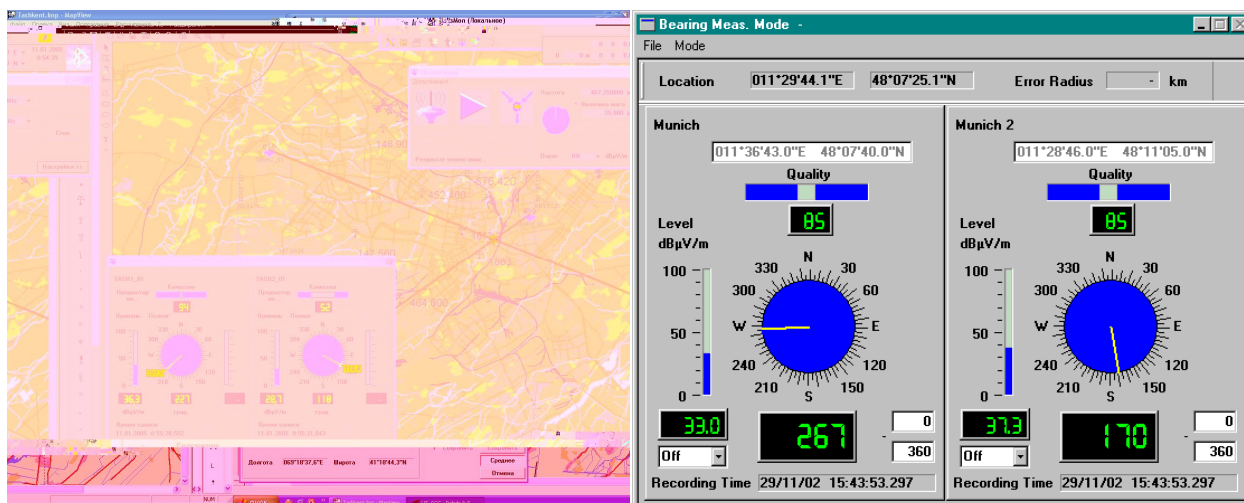
ARGUS дастурий мажмуаси модули структурага эга бўлгани учун радиотехник назорат ва ўлчашларнинг ҳамма талабларига жавоб беради. Мажмуа мониторинг ва пеленгация қилишдан ташқари, ўлчов натижаларини статистик таҳлил қилиш, архивлаш, пеленгация натижаларини рақамли харитада тасвирлаш ва трансляция қилиш имкониятига эга.

Тизимда мобил ва стационар станциянинг ўзаро биргаликда ишлаш CDMA 20001x сотали алоқа операторининг маълумотлари симсиз узатиш тармоғи(internet) ёрдамида амалга оширилади.

Сотали алоқа орқали маълумотлар узатиш тармоғи ишламаган ёки сифати талабга жавоб бермаган ҳолатда РЭВни биргаликда пеленгация қилиш ARGUS дастурий таъминотни “Совмещение (биргаликда)” “пеленгация” режимда амалга оширилади.

Радионурланиш манбаларини пеленгация қилиш.

Радионурланишлар жойлашган ерни юқори аниқлик билан пеленгация қилиш учун 4 тагача станциялар ёрдамида амалга ошириш имконияти бор.



Радионурланишлар манбаини рақамли электрон картада акс эттириш

Назорат саволлари

1. Радиочастоталар спектрини ва РЭВни назоратдан ўтказишда фойдаланиладиган ўлчаи воситаларини бирма-бир айтиб беринг.
2. ЮЧ диапазони антенналари қандай ўзига хос хусусиятларга эга?
3. ЖЮЧ ва ЎЮЧ диапазони антенналарининг ўзига хусусиятлари нималардан иборат?
4. Радионазорат станцияларда фойдаланиладиган радиоқабуллаш қурилмаларига бўлган асосий талаблар нималардан иборат?
5. Спектр анализаторининг ўлчаи радиоқабуллаш қурилмасидан фарқи нимада?
6. Электромагнит майдон кучланганлигини ўлчаи ускунасининг ўзига хос хусусиятлари нималардан иборат?
7. Эдкок/Уатсон-Ватт пеленгация методи қандай физик жараёнга асосланган.
8. Корреляцион (амплитуда-фаза) интерферометрининг ишлаш методи қандай математик (физик) жараёнга асосланган?
9. Пеленгаторларнинг хатоликлар билан ишлаш сабабларидан бир нечтасини айтиб ўтинг.
10. Радиомониторинг ва радионазорат станцияларида фойдаланиладиган антенналар қандай талабларга жавоб бериши керак?
11. Радионазорат технологияси деган атама нимани англатади?
12. Радионазорат технологиясини яратишга қайси принциплар асос қилиб олинади?
13. Спектрни мониторинг қилиш (радионазорат) станцияси қандай маълумотларни тақдим этиши мумкин?
14. Спектрни мониторинг қилишда “таққослаш” атамаси нимани англатади?

15. Спектрни мониторинг қилишда “таниш” атамаси нимани англатади?
16. Нурлатиш манбаи портрети деганда нимани тушунасиз?
17. Радионазорат станциясидан фойдаланиб ахборот олиш алгоритмини чизиб кўрсатинг ва уни тушунтиринг.
18. Таққослашнинг бир неча белгиларини айтиб беринг.
19. Спектрни бошқариш турли ташилотлари томонидан радионазоратнинг қандай натижаларини талаб қилиб олиниши мумкин?
20. Радионазорат ва радиомониторинг станцияларида нурлатишларни кузатиш ва ўлчаш натижалари нима сабабдан маълумотлар базасида узоқ вақт сақланади?
21. Радиочастоталар спектри нима учун назорат қилинади?
22. Радиомониторинг деганда нимани тушунасиз?
23. Ўзбекистон республикаси ҳудудида қайси ташилот радиомониторинг ишларини амалга оширади?
24. Радиомониторинг натижаларидан қандай мақсадларда фойдаланилади?
25. Электромагнит муҳит деганда нимани тушунасиз?
26. Электромагнит мослашув марказининг асосий вазифалари нималардан иборат?
27. Радиопеленгация қандай мақсадларда амалга оширилади?
28. Радиомониторинг олиб боришда қайси тур ўлчов асбобларидан фойдаланилади?
29. Ўзбекистон республикаси ҳудудида радиомониторинг тизими қандай таркибга эга?
30. Ўзбекистон республикаси Давлат радиочастоталар комиссияси таркиби нималардан иборат?
31. РЧДК асосий вазифалари нималардан иборат?

Радиоэлектроника ва электротехник воситаларни электромагнит мослашув кўрсаткичлари бўйича синовдан ўтказиш экранланган эхосиз камераси

Эхосиз экранланган камера (ЭЭК) радиоэлектрон ва электротехник воситаларни электромагнит мослашувга тегишли кўрсаткичлар бўйича синовдан ўтказиш мажмуасининг асосий ташкил этувчиларидан бири ҳисобланади.

ЭЭК икки қисмдан иборат: радионурланишларни ютувчи материаллар билан қопланган ЭММ кўрсаткичлари бўйича синовдан ўтказиш камераси ҳамда синов жараёнини бошқариш ва натижаларини ўлчаш, уларга ишлов бериш оператор хонаси. ЭЭКнинг асосий ўлчамлари: бўйи 9,5 м, эни 6,5 м, баландлиги 6,5 м.



10 кГц ва 18 ГГц частоталар диапазонида ЭЭКнинг экранлиш (тўсиқлик кўрсатиши) самрадорлиги турли частоталар диапазонида турлича ва қуйида келтирилган кўрсаткичлардан ёмон эмас:

- 10 кГц – 60 дБ;
- 100 кГц – 70 дБ;
- 1 МГц – 80 дБ;
- 100 МГц – 100 дБ;
- 400 МГц – 100 дБ;
- 1 ГГц – 80 дБ;
- 10 ГГц – 80 дБ;
- 18 ГГц – 60 дБ.

ЭЭКнинг юқорида келтирилган кўрсаткичлари ундан юқори даражада талаб этиладиган юқори даражадаги аниқлик билан магнит, электрик ва жуда

юқори частота (СВЧ) диапазонларида ўлчашлар ўтказиш имкониятини беради.



ЭЭЖ унинг юқори даражада барқарор электромагнит нурланиш, механик, ташқи ва ички ҳароратнинг таъсирига чидамлилиги қуйидагиларни таъминлайди:

- Ўзбекистон Республикаси ва Халқаро стандартлар талаби даражасида турли радиоэлектрон ва электротехник воситалар тарқатаётган саноат халақитлар сатҳини ўлчаш;
 - Ўзбекистон Республикаси ва Халқаро стандартлар талаблари даражасида 26 МГц дан 18 ГГц гача частоталар диапазонида турли радиоэлектрон ва электротехник воситаларини электромагнит майдон таъсирига чидамлилигини синаш имкониятини;
 - антенна-фидер қурилмаларининг турли кўрсаткичларини ўлчаш;
- ЭЭЖ халқаро стандартларга жавоб берадиган қуйидаги кўрсаткичларга

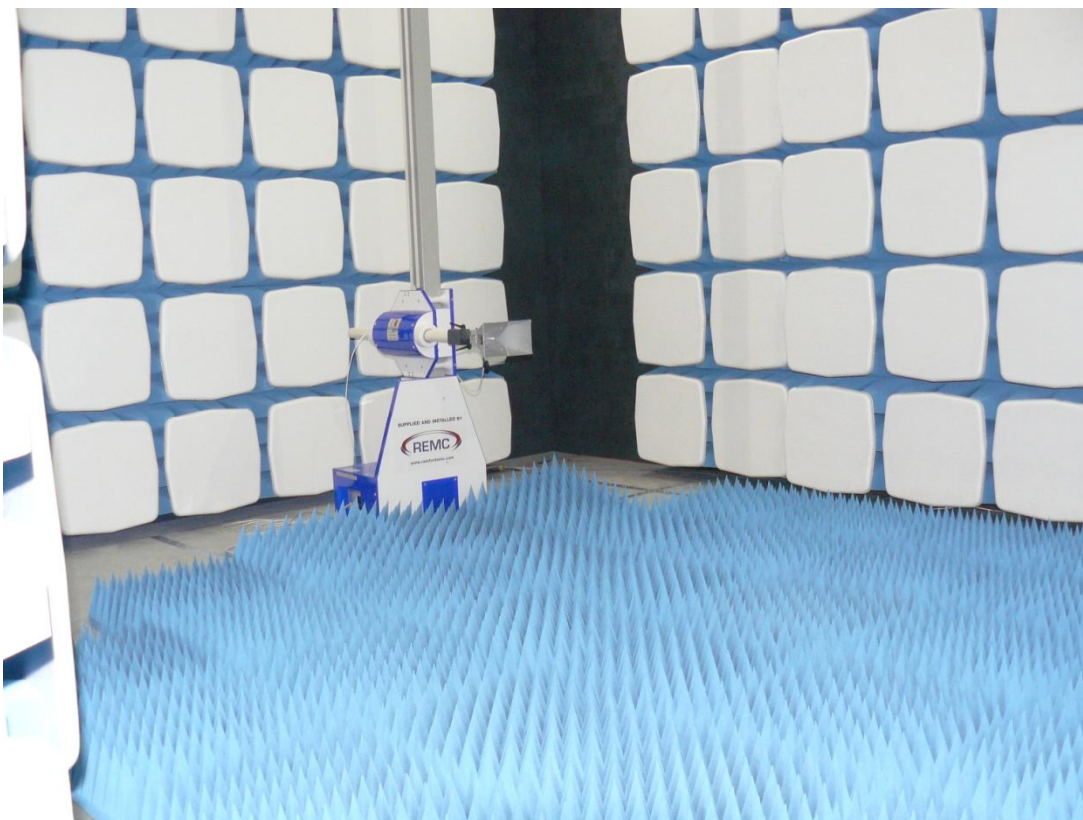
эга:

- камера пастки юзаси (поли) синов вақтида нурланишларни қайтарувчи махсус материал билан қопланган;
- радиоэлектрон ва электротехник воситаларнинг турли нурланишларга нисбатан таъсирланувчанлигини синаш учун махсус қопланган камера пастки юзаси (поли);
- синовдан ўтказилаётган радиоэлектрон ёки электротехник воситани ўз ўқи атрофида буриш платформаси (столи) ва баландлиги 1 метрдан 4 метргача ўзгартириш имконияти мавжуд бўлган антенна қурилмаси.

ЭЭЖ қуйидаги Халқаро талаблари даражасида радиоэлектроника ва электротехника воситаларини электромагнит мослашув кўрсаткичларига мослигини синаш имкониятини беради.

ЭЭК камераси Халқаро ва давлат стандартларига мос равишда қуйидаги жиҳозларни синовлардан ўтказиш имкониятига эга:

- турли телекоммуникация ва радиоалоқа воситаларини;
- электротехника воситаларини;
- ахборот технологиялари воситаларини;
- медицина-даволаш радиоэлектрон воситаларини;
- илмий-текшириш турли ўлчов ва тажриба воситаларини;
- маиший хизмат воситаларини;
- антенна-фидер тизимлари, қурилмалари ва бошқа воситаларни.



ЭЭКда бундан ташқари қуйидаги тажриба-синов ва илмий-текшириш ишларини олиб бориш имконияти яратилган:

- ахборот технологиялари ва ахборот хавфсизлигига тегишли электромагнит мослашувга оид кўрсаткичларни юқори аниқликда ўлчаш;
- турли радиоэлектрон ва электротехник воситаларни электромагнит нурланишлар ва мослашувга тегишли кўрсаткичларини даврий, конструктив, жорий ва ишлаб чиқариш соҳаси талаб қиладиган бошқа турли кўрсаткичлар бўйича ўлчаш ва синовдан ўтказиш.

**Радиочастоталар спектрини бошқариш ва электромагнит мослашув
муаммоларига тегишли
АТАМАЛАР**

- | | | |
|-----|--|---|
| 1. | Антенна йўналтирилганлик диаграммаси – АЙД | Антенна электр магнит майдон амплитудаси кучланишининг бурчак $E(\varphi)$ нинг икки ўзаро ортогонал юзада маълум масофадаги узоқ худудда тақсимоти. |
| 2. | Автоматлашган иш жойи – АИЖ | Мураккаб ва юқори жавобгарлик талаб этадиган ҳисоблаш ишларини бажариш учун керакли ЭҲТ ва дастурий таъминот мажмуаси билан жиҳозланган. |
| 3. | Акс қабуллаш канали – АксҚК | Акс частота $f_{ак} = f_c \pm f_{оч}$ да юзага келадиган кўшимча қабуллаш канали, бунда f_c - гетеродин частотаси ва $f_{оч}$ - оралик частота. |
| 4. | Амалий дастурий таъминот – АДТ | Яратилаётган компьютер дастурий таъминоти (ДТ) таркибига кирувчи унинг операцион тизимига кирмайдиган дастурлар мажмуаси. |
| 5. | Антенна кучайтириш коэффициенти – АКК | Кучайтириш коэффициенти бирга тенг бўлган доирасимон йўналтирилган (изотроп) антеннага берилган радиосигнал қувватининг ушбу антенна сигнал қабуллаш нуқтасида бир хил электромагнит майдон кучланиши пайдо қиладиган қувватига нисбати сифатида аниқланади. |
| 6. | Антенна узоқ худуди – АУҲ | Антеннадан у очик фазода таркатаётган электромагнит майдон амплитудасининг масофага тескари пропорционал бўлган оралик. |
| 7. | Антенна яқин худуди – АЯҲ | Узоқ худуд шарти бажарилмайдиган масофагача бўлган оралик. |
| 8. | Антеннани кроссқутбланишдан химоялаш – АКХ | Кроссқутбланиш тўлқини (кўчма қутбланиш) электромагнит майдонини сусайтиришига сабаб бўлади. |
| 9. | Асосий қабуллаш канали – АКК | Радиоқабуллаш қурилмаси фойдали сигнални қабуллаши учун керак бўлган частоталар полосасида жойлашган канал. |
| 10. | Асосий полосадан ташқари нурланишларни чегаралаш чизиғи – АПТНЧЧ | Бирламчи (берилган) 0 сатҳга нисбатан децибелларда ифодаланган асосий полосадан ташқари нурланишлар максимал – рухсат этилган юқори қийматини чегараловчи сатҳ – частота координаталар тизимидаги чизик. |
| 11. | Асосий полосадан ташқаридаги радионурланишлар – АПТР | Радиоузаткич нурлатадиган радиосигнал асосий полосасидан ташқарида, модуляция жараёнида, радиотракт амплитуда-частота характеристикасининг ночизикчилиги ва модуляцияловчи сигналнинг талаб даражасидагидан фарқланиши натижасида пайдо бўлувчи спектр ташкил этувчилари. |
| 12. | Асосий радионурлатиш – АР | Радиоузаткичнинг радиосигнал узатиши учун керакли частоталар полосасида радионурлатиш. |
| 13. | Атроф қурилмалари – АҚ | Компьютерга маълумотларни киритиш ва чиқариб олишни тўлиқ таъминлаш учун керакли кўшимча қурилмалар. |

14. Бириктирилган частота – БЧ Радиостанцияга бириктирилган частотанинг ўртача қиймати.
15. Бириктирилган частоталар полосаси – БЧП Радиоузаткичга радиосигналлар нурлатиш учун ажратилган частоталар полосасига радиоузаткич частотаси Δf силжишининг иккиланган қиймати кўшилган кенглик билан аниқланади.
16. Блокировкаланиш – БК Қабуллаш қурилмасининг фойдали сигналга ақс таъсирининг унинг киришида камида битта радиохалақит таъсирида ўзгариши. Блокировкалаш ходисаси натижасида РҚҚ чиқишида сигнал-шовқин нисбати унинг киришидаги частотаси РҚҚ созланган радиоканал частоталар полосасидан бошланадиган (у созланган частотадан ҳар икки томонга) кўшни канал частотасидан, халақит сатҳи кириш контури танловчанлиги ҳисобига X дБ гача кучсизланадиган (сўнадиган) частотасигача бўлган частоталар диапазонидаги халақитлар ҳисобига ҳосил бўлади.
17. Бурчак бўйича оралиқ (фарқланиш) – ББО Халақит қабуллаш қурилмаси антеннасининг асосий қабуллаш йўналиши ва халақит сигнали таъсир этаётган йўналиш орасидаги бурчак.
18. Гармоникалардаги радионурлатишлар – ГарР Асосий радионурлатиш частотасидан бутун сон маротаба катта частоталардаги иккиламчи радионурланишлар.
19. Гетеродин радионурлатиши – ГетР Радиоқабуллаш қурилмаси гетеродини радиотебранишлари натижасида пайдо бўладиган зарарли (кераксиз) радионурланишлар.
20. Гетеродин шовқинининг кўчиш ходисаси – ГШКХ Халақит частотаси f_x ва гетеродиннинг шовқини энергетик спектрининг РҚҚ оралиқ частотаси f_{oc} га тенг бир қисми орасидаги частота ўзгартиргич иш фаолияти натижасида ҳосил бўлувчи фарқ Δf бўлган ҳолатда гетеродин шовқини энергетик спектрининг РҚҚ оралиқ частота тракти полосасига мос келадиган қисмининг энергетик спектрига айланиши тушунилади.
21. Гидрометеорлар – ГМ Сув томчиларининг ёки муз парчаларининг концентрацияси шаклида атмосферада борлиги ёки ер устига тушувчи намликлар. Асосий гидрометеорларга қор, ёмғир, булут, дўл, шудринг ва ҳ.к. киради.
22. Дастурий модул – ДМ Махсус ҳисоблаш масаласини ёки бошқариш масаласини ечиш учун мўлжалланган дастурий таъминот.
23. Дастурий таъминот – ДТ Компьютернинг ишлаш тезлиги ва ҳисоблаш турларини таъминлашга бўлган талабларга жавоб берадиган шаклда ишлаши учун керакли дастурлар тўплами (мажмуаси).
24. Ер эквивалент радиуси – ЕЭР Радиотўлқин тарқалиш траекторияси тўғри чизиқ шаклида бўлган, атмосферасиз сферик ер гипотетик радиуси. Бунда баландлиги ва ердаги оралиқ ерни ўраб турувчи атмосферанинг рефракция модули вертикал градиенти ўзгармас ҳолатдаги реал қийматига тенг бўлади. Эслатма, рефракция модулининг стандарт градиентига эга атмосфера учун ернинг эквивалент радиуси тахминан 8500 км бўлиб, ер ҳақиқий радиуси 6370 км
25. Ер эквивалент радиуси Ер эквивалент радиусининг унинг ҳақиқий радиусига

- коэффициенти – ЕЭРК
26. Худуднинг нотекислиги (Δh) – ХН нисбати.
Ер нотекислигини характерловчи катталиқ, одатда, нотекислик Δh тўлқин тарқаладиган трасса маълум қисмидаги 10% ёки 90% баландликлар орасидаги фарқ билан аниқланади.
27. Жойнинг худудий харитаси – ЖХХ
Электрон ташувчида сонлар массиви кўринишида тақдим этилган жой ҳақидаги топографик маълумотлар.
28. Зарарли (кераксиз) радионурлатиш – ЗР
Радиоэлектрон восита, унинг таркибий қисмларининг ахборотни узатиш, қабуллаш ва уни бузиш учун махсус шакллантирилмаган радионурлатишлар.
29. Иккиламчи қабул канали – ИҚК
Супергетеродин радиоқабуллаш қурилмаси частота алмаштиргичи аралаштиргичида ҳосил бўладиган комбинацион частоталар (фойдали сигнал ва гетеродин сигнали гармоникаларидаги кучланишлар) зарарли (кераксиз) қабул канали ҳисобланади.
30. Иккиламчи нурланишлар – ИН
Радиоузаткич юқори частоталар трактида ночизикли жараёнлар натижасида келиб чиқувчи ва асосий частотадан каррали маротаба катта (гармоникалар ва субгармоникалар); фойдали сигнал ва гетеродин комбинацияси частоталари; фойдали сигнал ва бир ёки бир неча халақит сигналлар интермодуляцион частотаси ёки зарарли иккиламчи халақит сигнал частотасида ҳосил бўладиган радионурлатишлар.
31. Иккиламчи радионурланишлар – ИР
Радиоузатиш қурилмасидаги турли ночизикли жараёнлар натижасида (модуляция жараёнидан ташқари) пайдо бўлувчи тебранишларни радиузаткич антеннаси орқали нурланиши.
32. Интермодуляцион радионурлатиш – ИнР
Радиоузатиш қурилмаси юқори частота тракти ночизикли элементларига генерация қилинаётган радиотебранишлар ва ташқи электромагнит майдон ёки радиотебранишлар ўзаро таъсири натижасида юзага келадиган иккиламчи нурланишлар.
33. Қабуллаш жойи – ҚЖ
Ўлчов қурилмаси (аниқроғи унинг антеннаси)нинг кичик худуддаги ўрни.
34. Кенг полосали халақит – КПХ
Частоталар полосаси кенглиги радиоқабуллаш қурилмаси радиоканали частоталар ўтказиш полосасидан кенг бўлган халақит.
35. Керакли частоталар полосаси – КЧП
Берилган нурлатиш синфида хабарни талаб этилаётган тезлик билан узатиш учун зарур бўлган минимал частоталар полосаси.
36. Кичик худуд (майдон) – КХ
Ажратилган худуднинг 100x100 м ўлчами қисмида сигналлар статистик характеристикаларини олишга мўлжалланган майдон.
37. Кластер – К
Фойдаланаётган частоталар канали такрорланмайдиган яқин соталар гуруҳи.
38. Комбинацион радионурлатиш – КР
Радиоузатиш ночизикли элементига ташувчи сигнални шакллантирувчи сигналлар гармоникалари ва уларнинг комбинациялари ўзаро таъсири натижасида пайдо бўладиган частоталардаги иккиламчи радионурланишлар.
39. Комбинацион частотада қабуллаш канали – КЧҚК
Радиоқабуллаш қурилмаси аралаштиргичида $nf_c \pm mf_c$ комбинацион частоталар ҳосил бўлиши сабаб бўладиган

- иккиламчи қабуллаш канали.
40. Кондуктив халақит – КХ
Аппаратура симлари орқали тарқаладиган электромагнит халақит.
41. Қоплаш худуди (макони) – ҚХ
Радиоузаткич томонидан фойдаланиш учун талаб этиладиган ёки ундан катта майдон кучланиши ҳосил қилинадиган майдон.
42. Корреляцион оралиқ – КО
Фойдали радиоузаткич хизмат кўрсатиш худуди чегарасида ҳимоя нисбати шарти бажариладиган, фойдали ва халақит берувчи радиоузаткичлар орасидаги масофа.
43. Кросскутбланиш – КҚ
Қутбланган ташкил этувчининг тарқалиши натижасида кутилаётганига ортогонал кутбланишнинг пайдо бўлиши.
44. Кросскутбланишлар бўйича ажратиш – КҚБА
Ягона частотада узатилаётган иккита ортогонал кутбланган, бир хил қувватли радиотўлқинлар учун қабуллаш қурилмасига таъсир этаётган капиляр сигнал қувватининг ушбу қабуллаш қурилмасига таъсир этаётган кросскутбланган сигнал қувватига нисбати билан баҳоланади.
45. Қувват оқими зичлиги – ҚОЗ
Радиоузаткич нурлатаётган қувватни сигнал сатҳи қиймати баҳоланадиган юзага нисбатини характерловчи кўрсаткич. Одатда дБВт/м² ларда ифодаланади.
46. Қутбланишнинг бузилиш ходисаси – ҚБХ
Маълум кутбланиш билан узатилаётган радиотўлқиннинг барча ёки бир қисм қувватининг тўлқин тарқалиши натижасида ўзгариши.
47. Кўп нурли тарқалиш – КНТ
Узатиш қурилмаси чиқишидан қабуллаш қурилмаси киришига битта ягона сигналнинг бир неча алоҳида-алоҳида йўл (трасса)да тарқалиши натижаси етиб келиши.
48. Кўчма бузилишлар – КБ
Радиоқабуллаш чиқишидаги фойдали сигнал спектрининг унга таъсир этувчи модуляцияланган халақит таъсирида ўзгариши.
49. Майдонча сўндириши (сусайтириши) – МС
Икки маълум нуқтада жойлашган ўлчов майдонлари орасидаги сўниш – бу икки портда ўлчаш натижасида юзага келадиган сўниш, бунда генератор чиқишининг радиоқабуллаш қурилмаси билан электрик боғланиши маълум жойда ўрнатилган узатиш ва қабуллаш антенналари билан алмаштирилади.
50. Махсус шакллантирилмаган халақит – МШХ
Сунъий манба томонидан нурлатилаётган, РЭВ иш жараёнини ёмонлаштириш учун махсус шакллантирилмаган халақитлар.
51. Маълумотлар базаси – МБ
Махсус дастурий таъминот ишлаши учун керакли маълум кўринишдаги сонлар тўплами.
52. Маълумотлар базаси сервери – МБС
Бир ёки бир неча маълумотлар базасига хизмат кўрсатувчи махсус компьютер.
53. Мерцание (пириллаш, липиллаш) – М
Сигнал узатиш муҳитида рефракция индексининг флукуацияси натижасида қабул қилинаётган сигнал (амплитудаси, фазаси, кутбланиши, келиш йўналиши)нинг бир ёки бир неча характеристикаларининг тез ва тасодифий флукуацияси натижасида юзага келади.
54. Мос частотали халақит –
Канал частотаси фойдали сигнал канали частотасига тенг

- МЧХ
55. Нурлатилаётган халақит – НХ бўлган халақит. Фазода тарқалаётган электромагнит халақит.
56. Нурлатишлар синфи – НС Асосий ташувчиси модуляцияси тури ва узатилаётган хабар кўриниши ўрнатилган тартибда белгиланган радионурлатиш параметрлари тўплами.
57. Операцион тизим – ОТ Компьютерни бошқариш дастури.
58. Оралиқ частотада қабуллаш канали – ОЧҚК Радиоқабуллаш қурилмаси оралиқ частотасига мос частотада қабуллаш иккиламчи канали.
59. Радиогоризонт – Р Нуқтавий нурлатгичдан ер юзасига уринма шаклида тарқалаётган радиотўлқин нурланиши нуқталари геометрик ўрни. Эслатма, атмосферавий рефракция натижасида радиогоризонт ва геометрик горизонт бир-биридан фарқ қилади.
60. Радиоқабуллаш қурилмаси динамик диапазони – РҚҚДД РҚҚ ўтказадиган частоталар полосасидаги сигнал максимал қуввати (кучланиши) нинг унинг киришидаги энг кичик (минимал) – рухсат этилган сигнал қуввати(кучланиши)га нисбати билан аниқланади.
61. Радиоқабуллаш қурилмаси сезувчанлиги – РҚҚС Кучсиз сигналларни қабуллашни таъминлай олиш қобилияти. РҚҚ сезувчанлиги унинг чиқишидаги фойдали сигнал берилган сатҳини таъминловчи берилган нисбатдаги сигнал/шовқин кириш радиосигналининг энг кичик (минимал) қиймати орқали аниқланади.
62. Радиоқабуллаш қурилмаси танловчанлиги – РҚҚТ Фойдали сигналнинг маълум белгилари асосида уни радиохалақитлардан ажрата олиш қобилияти.
63. Радиоқабуллаш қурилмаси частоталар ўтказиш полосаси – РҚҚЧЎП Қабуллаш қурилмаси кучайтириш коэффициентининг унинг энг катта қийматига нисбатан берилган сонга децибеллар(одатда 3дБ)га камаядиган частоталар чегаравий қийматлари орасидаги частоталар полосаси.
64. Радиоқабуллаш қурилмасида интермодуляция – РҚҚИ Радиоқабуллаш қурилмаси ночизикли элементига икки ва ундан ортиқ радиохалақитлар таъсири натижасида унинг чиқишида пайдо бўладиган акс таъсир сигнали.
65. Радиоқабуллаш қурилмасининг кўп сигналли танловчанлиги – РҚҚКСТ Радиоқабуллаш қурилмаси чиқишида бўлиши рухсат этиладиган халақит сигналлари қувватининг фойдали сигнал қувватига нисбатини таъминлайдиган, унинг киришида бир ёки бир неча берилган частоталардаги ва РҚҚ созланган частотадаги сигналлари сатҳининг маълум нисбати сифатида аниқланади.
66. Радиоқабуллаш қурилмасининг нисбий танловчанлиги – РҚҚНТ Бу шундай танловчанликки, бунда радиоқабуллаш қурилмаси чиқишидаги сигнал сатҳи ўзгармас сақланган ҳолда, қабул трактида ночизикли бузилишлар юзага келтирмайдиган сатҳли битта сигнал ёрдамида ўлчанганда берилган частотадаги сатҳининг у созланган частотадаги сатҳига нисбати орқали аниқланади.
67. Радиоқабуллаш қурилмасининг таъсирланувчанлиги – РҚҚТ Унинг антенна орқали ва бошқа йўллар (экрэн орқали, электр таъминот занжири ва ҳ.к.) орқали унга таъсир этаётган радиохалақитларга акс таъсир кўрсатиш хусусияти.
68. Радионурлатиш частоталари назорат полосаси кенглиги – Берилган бирламчи 0 дБ сатҳига нисбатан қувват спектри зичлиги ёки ҳар қандай асосий полосадан ташқаридаги сигнал спектри дискрет ташкил этувчилари

- РЧНПК сатҳи камида X дБ га кичик бўлган ($X=30, 60$ дБ) сатҳдаги частоталар полосаси.
69. Радионурланиш эгаллаган частоталар полосаси – РЭЧП Ушбу полосадан ташқарида радиоузаткичга бириктирилган частотадаги нурланишлар ўртача қувватининг маълум қисмигина (масалан 1% ёки 5%) тарқалади.
70. Радиотўлқинлар дифракцияси – РД Радиотўлқинлар электр майдони таркибининг тўлқин тарқалаётган фазо бир жинсли эмаслиги сабабли ўзгариши натижасида радиотўлқин ушбу тўсиқдан эгилиб ўтиши.
71. Радиотўлқинларнинг интерференцион сўниши – РИС Қабуллаш жойида бир неча амплитудаси ва фазаси вақт бўйича ўзгарувчи радиотўлқинларнинг натижавий электромагнит майдонининг ўзгариши.
72. Радиотўлқинларнинг намгарчиликлар сабабли сочилиши ҳисобига тарқалиши – РНССХТ Радиотўлқинларнинг гидрометеорлар, асосан ёмғирлар таъсири натижасида сочилиши натижасида юз беради.
73. Радиотўлқинларнинг очиқ фазода тарқалиши – РОФТ Электромагнит тўлқинларнинг бир жинсли идеал диэлектрик ҳамма томони чексизликка интилган муҳитда тарқалиши. Эслатма, радиотўлқинлар бўш фазода тарқалганда электромагнит майдон кучланишининг қиймати манбадан сигнал қабул қилинаётган нуқтагача бўлган масофага тескари пропорционал камаяди.
74. Радиотўлқинларнинг тропосферадан сочилиши ҳисобига тарқалиши – РТСХТ Радиотўлқинларнинг атмосфера турли нотекикликлари ҳисобига сочилиши ҳисобига тарқалиши.
75. Радиотўлқинларнинг тўғридан-тўғри кўриниш масофасида тарқалиши – РТТКМТ Тўсиқларсиз ҳудудда икки нуқта орасида тўғри чизикли йўналишда нурланаётган радиотўлқинлар, бунда дифракция ҳодисаси жуда кам (эътиборга олинмаслик даражада).
76. Радиотўлқиннинг дифракция ҳисобига тарқалиши – РДХТ Радиотўлқинларнинг тўсиқларни ўраб ўтиши ҳисобига тарқалиши.
77. Радиоузаткич ташувчиси қуввати – РТҚ Радиоузаткичнинг модуляцияланмаган радиочастоталар тебранишининг бир даврига тўғри келадиган чиқиш қуввати қиймати.
78. Радиоузаткич частотасининг рухсат этилган силжиши – РЧРЭС Нурлантирилаётган сигнал ўртача частотаси (f_0)нинг унга бириктирилган частота f_n номинал қийматидан фарқи (Δf_n).
79. Радиоузаткич энг катта қуввати – РЭКҚ Амплитудаси модуляцияланган сигналнинг модуляция коэффиценти $m=1$ бўлган ҳолатдаги радиосигнал бир даврига тўғри келувчи қуввати ўртача қиймати.
80. Радиоузаткичнинг импульс қуввати – РИҚ Модуляцияловчи сигнал бир даври ичида узаткич чиқишидаги қуввати ўртача қиймати.
81. Радиоэлектрон восита – РЭВ Бир ёки бир неча радиоузатиш ва радиоқабуллаш қурилмалари ва ёрдамчи қисмлардан иборат техник восита. Эслатма, РЭВга радиоалоқа станциялари, радиолокацион, радиобошқарув ва ҳ.к. станциялар киради.
82. Радиоузаткичнинг Радиоузаткич генератори ва кучайтириш каскадлари

- зарарли нурлатишлари – РЗН орасидаги зарарли боғланишлар натижасида унда юз берадиган ўз-ўзидан кўзгалишларни юзага келтириб чиқарадиган иккиламчи нурлатишлар.
83. Рефракция – Рф Ер атмосфераси ва ионосфераси турли қатламларидан ўтиши натижасида радиотўлқинлар тарқалиш йўналишининг тўғри чизиқликдан оғиши.
84. Рефракция индекси – РИ Вакуумда радиотўлқин тарқалишининг тадқиқ этилаётган маълум муҳитда тарқалишига бўлган нисбати.
85. Рецепттор – Рц Электромагнит сигнал ва (ёки) электромагнит ҳалақитлардан таъсирланувчи техник восита
86. Саноат радиохалақити – СР Электрон ёки электрон қурилмалар нурлатадиган радиохалақитлар. Эслатма, радиочастоталар диапазонидаги электромагнит ҳалақитлар радиохалақитлар деб тушунилади. Радиоузаткичлар юқори частота (ЮЧ) тракти ҳосил қилаётган нурланишлар радиохалақитларга кирмайди.
87. Саноат радиохалақити меъёри – СРМ 1мкВ, мкВ/м, мкА, пВт ларга нисбатан децибелларда ифодаланган статистик асосда ва норматив-техник ҳужжатларда тавсия этилган кучланиш, электромагнит майдон кучланганлиги, ток ва қувват қайта ҳисобланган саноат радиохалақити рухсат этилган қиймати.
88. Саноат радиохалақити носимметрик кучланиши – СРНК Саноат радиохалақити кутби (зажими), электр манбаи тармоғи ёки ҳар қандай электр тармоғи ва ер орасидаги кучланиш. Саноат радиохалақити носимметрик кучланиши электр тармоғи V-симон эквиваленти ёрдамида ўлчанади.
89. Саноат, илм, медицина, маиший юқори частота қурилмалари – СИММЮЧҚ Саноат, илм, медицина, маиший ва шунга ўхшаш соҳаларда фойдаланиш учун фойдаланиладиган юқори частота энергиялари манбалари. Бу қурилмалардан телекоммуникация ва ахборот технологиялари соҳаларида фойдаланилмайди.
90. Сигнал/ҳалақит нисбати – СХН Қабуллаш қурилмаси киришидаги фойдали сигнал сатҳини ҳалақит сигнали сатҳига нисбати. СХН децибелл ёки маротабаларда ифодаланади.
91. Сигнал/шовқин нисбати – СШН Қабуллаш қурилмаси киришидаги фойдали сигнал сатҳининг ҳарорат шовқинига нисбати шаклида аниқланади. СШН децибелл ёки маротабаларда ифодаланади.
92. Спектрдан фойдаланиш – СФ Радиоалоқани ташкил этиш учун керакли тадбир ва фойдаланиладиган спектрал фазо миқдори ўлчови.
93. Спектрдан фойдаланишни бошқариш автоматлашган тизими – СФБАТ Спектрдан фойдаланишни бошқариш масаласини автоматлашган усулда ечиш учун қўлланиладиган аппарат-дастурий воситалар мажмуаси.
94. Субрефракция – Ср Рефракция модули градиенти стандарт рефракция модули градиентидан катта бўлган рефракция.
95. Субгармоникалардаги радионурлатишлар – СГР Асосий радионурлатиш частотасидан бутун сон марта кичик частоталардаги иккиламчи радионурлатишлар.
96. Спектрдан фойдаланишни Катта ҳажмдаги ҳисоблаш ишларини компьютер тизимини қўллаб автоматик ҳисоблашга алмаштириш

- бошқаришни автоматлаштириш – СФБА
97. Таксимот интеграл функцияси – ТИФ
98. Техник воситалар – ТВ
99. Техник воситалар электромагнит мослашуви – ТВЭММ
100. Тор полосали халақит – ТПХ
101. Тропосфера – Т
102. Тропосфера тўлқин ўтказгичи – ТТЎ
103. Тропосферада узокка тарқалиш – ТУТ
104. Ўлчов майдончаси – ЎМ
105. Фойдаланилаётган майдон кучланганлиги ($E_{\text{фмк}}$) – ФМК
- йўли билан боғлиқ ташкилий ва техник тадбирлар мажмуаси.
- Тасодифий жараён ёки тасодифий қийматлар умумлашган характеристикаси – кузатилаётган (ўрганилаётган) тасодифий жараён кўрсаткичи берилган ўзгармас миқдордан катта ёки кичиклиги эҳтимоллигини кўрсатади.
- Электротехника, радиотехника, электроника қонунларига асосланган маҳсулотлар, аппаратуралар ёки уларнинг функционал қисмлари бўлиб, улар: кучайтириш, генерациялаш, хотирада сақлаш, узиб-улаш, ўзгартириш вазифаларидан бирини ёки бир нечтасини бажарувчи электрон компонентлари ва схемалардан иборат бўлади. Техник восита радиоэлектрон восита (РЭВ), ҳисоблаш техникаси воситаси (ХТВ), электрон автоматика воситаси (ЭАВ), электротехник восита шу билан бирга саноат, илмий ишларни бажариш ва медицина воситалари бўлиши мумкин.
- Техник воситанинг берилган электромагнит муҳитда ўз вазифасини талаб даражасидаги сифат билан бажара олиш ва шу билан бирга бошқа РЭВларга руҳсат этилган меёрдан катта сатҳдаги халақитларни юзага келтирмаслик қобилиятини баҳолайди.
- Частоталар полосаси кенглиги қабуллаш қурилмаси радиоканали полосаси кенглигидан кичик ёки унга тенг бўлган халақит.
- Ер атмосферасининг пастки қисми бўлиб, ер юзасидан баландлашган сари ҳарорати пасайиб борувчи, баъзи локал қаватларда ҳарорат ўзгариши тесқариллиги ҳам кузатилади. Атмосфера бу қисмининг баландлиги ер кутбларида тахминан 9 км ва экваторда 17 км бўлади.
- Бир таркибли атмосферага қараганда анча кам йўқотишлар (сўнишлар) билан тарқаладиган анча юқори частотали радиотўлқинлар энергияси тўпланган қаватлари орасидаги тропосферанинг квазигоризонтал қавати.
- Тропосфера юқори бир тартиблик эмас қаватларидаги қайтиш ва ёйилиш (сочилиш) натижасида тўғридан-тўғри кўриниш масофадан катта масофага радиотўлқинларнинг тропосферада тарқалиши.
- Синовдан ўтказилаётган қурилма нурлатаётган халақитлар, техник воситаларнинг ЭММ кўрсаткичлари ва характеристикаларининг меъёрий талабларга мослигини ўлчаш учун мўлжалланган.
- Шовқин ва шу билан бирга бошқа радиоузаткичлардан таъсир этаётган халақитлар қабуллаш қурилмасига таъсир этганда унинг чиқишида фойдали сигнал техник талаб даражасидаги сифат билан қабуллаш учун талаб этиладиган электромагнит майдон кучланиши минимал (энг кичик) қиймати.

106. Фойдаланилаётган электромагнит майдон минимал (энг кичик) кучланганлиги ($E_{\text{мин}}$) – ФЭММК
107. Халақитларни сусайтириш (камайтириш) – ХС
108. Халақитни сўндириш коэффициенти – ХСК
109. Хизмат кўрсатиш ҳудуди – ХКХ
110. Ҳимоя нисбати – ХН
111. Ҳимоя таъсири кўрсаткичи – ХТК
112. Ҳисоблаш техникаси воситалари – ХТВ
113. Ҳудудий оралик – ХО
114. Частотавий ҳудудий оралик – ЧХО
115. Частотавий оралик (фарқ) – ЧО
116. Частоталар канали – ЧК
117. Частоталар каналини тайинлаш – ЧКТ
118. Частоталар спектридан фойдаланишни бошқариш – ЧСФБ
119. Экранлашган камера – ЭК
120. Электромагнит мослашув кўрсаткич(лар)и – ЭММК
121. Электромагнит муҳит –
- Бошқа радиоузаткичлардан халақитлар йўқ, табиий ва саноат шовқинлари ва халақитлари бор шароитда сигнални талаб даражасидаги сифат билан қабуллаш учун керак бўладиган электромагнит майдон кучланганлиги минимал сатҳи (қиймати).
- Халақитларнинг таъсирини камайтириш ёки умуман йўқ қилишга йўналтирилган тадбирлар.
- Фойдали ва халақит сигнали модуляцияси турлари, улар ташувчи частоталари орасидаги фарққа боғлиқ бўлган ЭММ кўрсаткичи.
- Берилган вақт T (процентларда) ва қабуллаш жойи ($E_{\text{кж}}$ - чегараси) маълум қийматларида фойдали сигнал сатҳи қабуллаш қурилмаси хусусий шовқини ва қўшни каналлар орқали таъсир этувчи халақит берувчи станциялар сатҳидан катта бўлган радиоузатиш қурилмаси атрофидаги ҳудуд. Эслатма, режалаштиришда фойдали радиоузаткич хизмат кўрсатиш ҳудуди сигнал қабул қиладиган ҳудудда майдон кучланиши $E(L, T)$ ёки $E(50, 50)$ медиан қиймати орқали аниқланади.
- Маълум шароитда аниқланган, РҚК чиқишида талаб даражасидаги сифат кўрсаткичини таъминловчи унинг киришидаги фойдали сигнал қувватининг халақит сигнали қувватига бўлган минимал нисбати, бу нисбат одатда дБ ларда ифодаланади.
- Антенна асосий йўналишидаги кучайтириш коэффициенти (дБ) ва тескари (орқа) томонга кучайтириш коэффициент (дБ) лари фарқи.
- Ҳисоблаш амалларини бажариш учун мўлжалланган аппарат-дастурий қурилмалар; компьютерлар, компьютер тизимлари, микропроцессор қурилмалари ва тизимлари, компьютерга уланадиган ташқи ёрдамчи воситалар (принтер, сканер ва шу кабилар).
- Ёр усти радиоузатиш ва қабуллаш қурилмалари нуқталари орасидаги масофа.
- РЭВлар ишлаши сифат кўрсаткичларининг рухсат этилган даражагача ёмонлашишини таъминлайдиган частота-ҳудуд оралиғи.
- Фойдали сигнал ва халақит сигнали ташувчи частоталари орасидаги фарқ (созланмаганлик).
- РЭВ ишлаши учун рухсат этилган частоталар полосаси.
- Частоталар каналига ишчи частоталарни бириктириш.
- Радиочастоталар спектридан самарали (оптимал) фойдаланишни таъминлашга йўналтирилган техник-ташкилий тадбирлар мажмуаси.
- Ички электромагнит шароитни ташқи электромагнит майдондан ажратиш (экранлаш) хусусиятига эга бўлган хона.
- РЭВларнинг ЭММини тўғридан-тўғри аниқловчи параметр(лар)и ва характеристика(лар)и.
- Берилган ҳудудда частота ва вақт диапазонларидаги

- | | | |
|------|--|--|
| | ЭММух | электромагнит ходиса ва жараёнлар. |
| 122. | Электромагнит муҳит кўрсаткич(лар)и – ЭММухК | РЭВларнинг электромагнит муҳитни тўғридан-тўғри аниқловчи (баҳоловчи) кўрсаткич(лар)и ва характеристика(лар)и. |
| 123. | Электромагнит халақит – ЭМХ | Техник воситаларнинг ишлаш сифатини ёмонлаштирувчи электромагнит ходиса ва жараёнлар. |
| 124. | Электромагнит халақитбардошлик – ЭМХ | Алоқа воситаларнинг уларга ташқи кўрсаткич(параметр)лари қийматлари меёрлашган халақит таъсир этганда ушбу алоқа воситасида халақитдан ҳимояловчи қўшимча қурилма бўлмаганда ўз ишлаш сифатини сақлаб қолиш қобилиятини билдиради. |
| 125. | ЭММ мезонлари – ЭМММез | ЭММ рухсат этиладиган кўрсаткичлари қийматлари. |
| 126. | Энергетик йўқотишлар – ЭЙ | Реал (ҳақиқий) ва идеал қабуллаш қурилмалари киришидаги сигнал/шовқин нисбатини унинг чиқишида ахборотни талаб даражасидаги сифат билан қабуллашни таъминлаш учун керакли энергетик сарфларни ошириш катталиги. |
| 127. | Эхосиз камера (хона) – ЭК | Ички юзаси электромагнит тўлқинларни ютувчи махсус қоплама билан экранланган хона. |
| 128. | Юқори даражали рефракция – ЮДР | Рефракция модули градиенти стандарт рефракция модули градиентидан кичик бўлган рефракция. |

Адабиётлар рўйхати

1. И.А. Каримов. 2010 йил 12 ноябр Ўзбекистон Олий мажлиси палаталарининг кўшма мажлисидаги “Мамлакатимизда демократик ислохотларни янада чуқурлаштириш ва фуқаролик жамиятини ривожлантириш концепцияси”даги нутқи.
2. И.А. Каримов 2010 йил 6 декабр Ўзбекистон республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 19 йиллигига бағишланган “Ўзбекистон Конституцияси – Биз учун демократик тараққиёт йўлида ва фуқаролик жамиятини барпо этишда мустаҳкам пойдевори” нутқи.
3. Ўзбекистон республикасининг “Радиочастоталар спектри тўғрисида” ги қонуни. Тошкент ш. 25 декабр 1998й. 725-1 сонли.
4. Закон республики Узбекистан «О телекоммуникации» г. Ташкент, 20 август 1999.
5. Тезисы проекта концепции обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств в республике Узбекистан. ЦНТМИ, Ташкент, 2006.
6. Концепция внедрения наземного цифрового телевизионного и звукового вещания в республике Узбекистан. УзАСИ г. Ташкент, 2004.
7. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. Под ред. д.т.н., проф. М.А. Быховского. М.: Экотрендз, 2006.
8. Бадалов А.Л., Михайлов А.С. Нормы на параметры электромагнитной совместимости РЭС. Справочник – М.: Радио и связь, 1993.
9. Буга Н.Н., Конторович В.Я., Носов В.И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. – М.: Радио и связь, 1993.
10. Справочник по спутниковой связи и вещанию. Под ред. Л.Я. Контора. – М.: Радио и связь, 1997.
11. Бородич С.В. ЭМС наземных и космических радиослужб. – М.: Радио и связь, 1990.
12. Сети телевизионного и ОВЧ ЧМ вещания. Справочник. М.Г. Локшин, А.А. Шур, А.В. Кокорев, Р.А. Краскошеков. – М.: Радио и связь, 1985.
13. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем / В. И. Владимиров, А. Л. Докторов, Ф. В. Елизаров и др.; Под ред. Н. М. Царькова. — М: Радио и связь, 1985.
14. Егоров Е. И., Калашников Н. И., Михайлов А. С. Использование радиочастотного спектра и радиопомехи. — М.: Радио и связь, 1986.
15. Маковеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами. – М.: Радио и связь, 2002.
16. Справочник по управлению использованием спектра на национальном уровне. – Женева: Бюро Радиосвязи. МСЭ, 1995.
17. Справочник МСЭ по радиоконтролю. – Женева, 1995.
18. Князев А. Д. Элементы теории и практики обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. — М.: Радио и связь, 1984.

19. Антенна-фидерные устройства и распространение радиоволн. Учебник для вузов / Под ред. Г.А. Ерохина. – М.: Радио и связь, 1996.
20. Виноградов Е.М., Винокуров В. И., Харченко И. П. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. – Л.: Судостроение, 1986.
21. Уилльямс Т. ЭМС для разработчиков продукции / Пер. с англ. под ред. В.С. Кармашева, Л.Н. Кечиева. — М.: Издательский дом «Технологии», 2004.
22. Радиоприемные устройства / Под ред. проф. Н.Н. Фомина. – М.: Радио и связь, 2008.
23. Радиопередающие устройства / Под ред. проф. В.В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 2006
24. Головин О.В. Радиоприемные устройства. – М.: Радио и связь, 2005.
25. Буга Н.Н., Фалько А.И., Чистяков Н.И. Радиоприемные устройства. – М.: Радио и связь, 1986.
26. Михайлов А. С. Измерение параметров ЭМС РЭС. — М.: Связь, 1980.
27. Проектирование радиопередающих устройств / Под ред. проф. В.В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 2003.
28. В.И. Петровский, Ю.Е. Седельников. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: .Учеб. пособие для вузов. — М.: Радио и связь, 1986.
29. Радиочастота спектри, радиоэлектрон воситалар ва электромагнит мослашувига оид атамаларнинг русча-ўзбекча изоҳли луғати. «UNICON.UZ» ДУК директори А.Файзуллаевнинг умумий тахрири остида. Тошкент, 2010.
30. Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В. Энциклопедия WiMAX Путь к 4G. – М.: Техносфера, 2009.
31. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и непреднамеренные помехи. Справочник. Выпуск 1. Общие вопросы ЭМС, межсистемные помехи. Составитель Дональд Р.Ж. Уайт. Сокращенный перевод с англ. под. ред. А.И. Сапгира. М.: Сов.радио, 1977.
32. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и непреднамеренные помехи. Справочник. Выпуск 2. Внутрисистемные помехи и методы их уменьшения. Составитель Дональд Р.Ж. Уайт. Сокращенный перевод с англ. под. ред. А.И. Сапгира. М.: Сов.радио, 1978.
33. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и непреднамеренные помехи. Справочник. Выпуск 3. Измерение электромагнитных помех и измерительная аппаратура. Составитель Дональд Р.Ж. Уайт. Сокращенный перевод с англ. под. ред. А.Д. Князева. М.: Сов.радио, 1979.

МУНДАРИЖА

КИРИШ.....	3
1-БОБ. ЭЛЕКТРОМАГНИТ МОСЛАШУВ МУАММОСИНИНГ КЕЛИБ ЧИҚИШ САБАБЛАРИ	6
1.1. Радиоузатиш ва қабуллаш қурилмалари ривожланиш қисқача тарихи	6
1.2. Асосий атамалар, таърифлар ва тушунчалар.....	11
1.3. Электромагнит мослашув муаммоларини ечиш босқичлари	14
<i>Назорат саволлари</i>	17
2-БОБ. ЭЛЕКТРОМАГНИТ ХАЛАҚИТЛАР ВА УЛАРНИНГ ТУРЛАРИ ...	18
2.1. Радиоҳалақитлар.....	18
2.2. Электромагнит ҳалақитлар, уларнинг турлари ва қабуллаш қурилмаларига таъсири.....	20
2.3. Турли ҳалақитларнинг РЭВга таъсири.....	25
2.4. Махсус шакллантирилмаган ҳалақитларнинг қабуллаш қурилмаларига таъсири.....	26
2.5. РЭВлар электромагнит мослашувига сабаб бўлувчи кўрсаткичлар.....	28
2.6. Саноат радиоҳалақитлари	30
2.6.1. Саноат радиоҳалақитлари рецепторлари	32
2.6.2. Саноат радиоҳалақитларининг классификацияси	33
2.6.3. Саноат радиоҳалақитларини меъёрлаш	38
2.6.4. Саноат радиоҳалақитларининг ўлчанадиган параметрлари.....	41
2.6.5. Саноат радиоҳалақитларига тегишли меъёрлар	43
<i>Назорат саволлари</i>	44
3-БОБ. РАДИОЧАСТОТАЛАР СПЕКТРИДАН ФОЙДАЛАНИШНИ РЕЖАЛАШТИРИШНИНГ ТАШКИЛИЙ ВА ҲУҚУҚИЙ АСОСЛАРИ.....	46
3.1. Халқаро электралоқа иттифоқи ва радиочастоталар спектридан фойдаланишни бошқариш бўйича халқаро тажрибаси.....	46
3.2. Радиочастоталар миллий ресурсидан фойдаланишни бошқариш	54
3.2.1. Спектрдан фойдаланишни режалаштириш ва регламентлаштириш	58
3.2.2. Спектрдан фойдаланишни бошқаришни молиялаштириш ва спектрдан фойдаланиш учун ҳақ тўлаш	58
3.2.3. Воситалардан фойдаланиш учун рухсат олиш ва стандартлаштириш..	59
3.2.4. Частоталарни бириктириш ва алоқа воситаларидан фойдаланиш учун лицензия бериш	59
3.2.5. Мамлакат ичида ўзаро ҳаракатлар ва маслаҳатлар	60
3.2.6. Халқаро ва регионал ҳамжихатлик, частоталарни бириктиришни координациялаш ва нотификациялаш.....	61
Регионал идоралар.....	68
<i>Назорат саволлари</i>	69
4-БОБ. ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ҲУДУДИДА РАДИОЧАСТОТАЛАР СПЕКТРИДАН ФОЙДАЛАНИШНИ БОШҚАРИШ ТАРТИБИ	70
4.1. Ўзбекистон Республикасининг “Радиочастоталар спектри тўғрисида”ги қонуни	70

4.2. Ўзбекистон республикаси Вазирлар Маҳкамасининг радиочастоталар спектридан фойдаланишга оид (фармоишлари) қарорлари.....	71
4.3. Ўзбекистон Республикаси Радиочастоталар бўйича Давлат комиссияси	71
4.4. Адлия вазирлигида рўйхатдан ўтказилган меъёрий ҳужжатлар.....	72
4.5. Давлат ва соҳа стандартлари	72
4.6. Радиочастоталар спектридан фойдаланиш тизими структуравий схемаси	73
4.7. Радиочастоталар спектрини бошқаришда қатнашувчи ташкилотлар	74
4.7.1. Радиочастота органларининг ваколатлари.....	74
4.8. Ўзбекистон Республикаси Радиочастоталар тақсимланиш жадвали	74
4.8.1. “Бирламчи” ва “иккиламчи” тақсимотлар	75
4.9. Халқаро электралоқа иттифоқи ҳақида қисқача маълумот.....	76
4.9.1. Электралоқани стандартлаштириш сектори (ХЭИ-Т).....	77
4.9.2. Электралоқани ривожлантириш сектори (ХЭИ-D)	77
4.9.3. Радиоалоқа регламенти (РР)	77
4.10. Халқаро тан олиш ва халқаро ҳимоя.....	78
4.11. Частоталарни рўйхатга олиш Халқаро маълумотномаси (ЧРХМ)	78
4.12. Бутунжаҳон Радиоалоқа конференцияси (БРК).....	78
<i>Назорат саволлари</i>	79
5-БОБ. РАДИОУЗАТИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ АСОСИЙ ЧАСТОТАЛАР ПОЛОСАСИДАН ТАШҚАРИДА НУРЛАТИШЛАРИ	80
5.1. Асосий тушунчалар	80
5.2. Радиоузатиш қурилмаларининг характеристикалари	83
5.2.1. Асосий ва кераксиз тўлқин тарқатишлар	83
5.2.2. Частота стабиллиги (барқарорлиги).....	97
<i>Назорат саволлари</i>	98
6-БОБ. РАДИОҚАБУЛЛАШ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ	100
6.1. Радиоқабуллаш каналлари	100
6.2. Радиоқабуллаш қурилмаларида кўкчи бузилишлар, интермодуляция ва тўсиқлаш (блокировка)	104
6.3. Радиоқабуллаш қурилмасининг частотавий танловчанлик характеристикаси	110
<i>Назорат саволлари</i>	114
7-БОБ. ЭММДА АНТЕННАЛАР ЙЎНАЛТИРИЛГАНЛИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ ВА ТЎЛҚИНЛАР ТАРҚАЛИШИДАГИ СЎНИШЛАР	116
7.1. ЭММда антенналар йўналтирилганлик хоссалари.....	116
7.2. Антенна йўналтирилганлик диаграммасининг асосий япроқчаси ҳудуди	117
7.3. Антеннанинг ён томон ҳудудга нурлатиш диаграммаси йўналтирилганлиги	122
7.4. Антенналар ўзаро таъсири ҳудудларини ҳисоблаш	127
7.5. Халакит берувчи радиоузаткичлар сигналларининг тарқалиши	130
7.6. Тўғридан-тўғри кўриниш ҳудудида тўлқин тарқалишлари	132

7.7. Радиотўлқинлар дифракцияси ва тропосферада тарқалиши.....	137
<i>Назорат саволлари</i>	144
8-БОБ. РАДИОЭЛЕКТРОН ВОСИТАЛАР ЭЛЕКТРОМАГНИТ МОСЛАШУВИНИ ТАЪМИНЛАШ УСУЛЛАРИ	145
8.1. Ҳимоя нисбатини аниқлаш усуллари	145
8.1.1. Аналог радиоалоқа тизими қабуллаш қурилмасига халақитлар таъсири	147
8.1.2. Рақамли радиоалоқа тизими қабуллаш қурилмасига халақитлар таъсири	148
8.1.3. Ҳар бир ташувчидан битта фойдали рақамли сигнал учун фойдаланилган ҳолат	150
8.2. Турли радиохизматлар учун ЭММ мезонлари ва уларни бажариш шартлари.....	150
8.2.1. Турли радиохизматлар учун ЭММ турлари ва мезонлари қийматларини аниқлаш	152
8.3. Частота-худудий жойлаштириш (разнос) меъёрларини ҳисоблаш ва РЭВлар учун частоталар каналини тайинлаш	154
8.3.1. Аналог алоқа тизимлари учун ЧХО меъёрларини аниқлаш усули.....	156
8.3.2. Рақамли алоқа тизимлари учун ЧХО меъёрларини аниқлаш усули....	158
8.3.3. Ҳаракатдаги сотали алоқа тизимлари учун ЧХОни аниқлашнинг ўзига хос хусусиятлари.....	161
<i>Назорат саволлари</i>	163
9-БОБ. РАДИОАЛОҚА, РАДИОЭШИТТИРИШ ВА ТЕЛЕКЎРСАТУВ ТАРМОҚЛАРИ ЧАСТОТАЛАРИНИ РЕЖАЛАШТИРИШНИНГ ТЕХНИК ВОСИТАЛАРИ	165
9.1. Умумий тушунчалар	165
9.2. Бир таркибли тармоқ универсал модели.....	171
9.3. Радиоэшиттириш ва телекўрсатув тармоқларида частоталарни таксимлашни режалаштириш усуллари.....	174
9.3.1. Радиоэшиттириш ва телевидение тармоқларини режалаштиришнинг техник асослари.....	175
9.3.2. Телевидение ва радиоэшиттириш тармоқлари асосий параметрлари .	181
9.4. Рақамли радиоэшиттириш ва телевидениени режалаштиришнинг техник асослари	184
9.4.1. Рақамли радиоэшиттириш тизими	185
9.4.2. Рақамли телевидение тизими.....	188
9.4.3. Ер усти рақамли радиоэшиттириш тармоғини яратиш	190
9.4.4. Рақамли кўрсатув ва эшиттириш тармоқларини лойихалашда фойдаланиладиган асосий кўрсаткичлар	193
9.5. Ҳаракатдаги алоқа тизимлари тармоқларини частотавий режалаштириш усули	196
9.5.1. Окамура-Хата модели асосида сигнал сатҳи ўртача камайишини аниқлаш	197
9.5.2. Сотали ҳаракатдаги алоқа тармоғида частота бириктиришни режалаштириш	200

9.6. Радиоалоқа ва радиоэшиттириш тармоқларида радиочастоталар спектридан фойдаланиш самарадорлигини баҳолаш.....	206
<i>Назорат саволлари</i>	211
10-БОБ. РАДИОЭЛЕКТРОН ВОСИТАЛАРНИ ҚЎЛЛАШГА РУХСАТ ОЛИШ, СТАНДАРТЛАШ, ТЕХНИК ТАЛАБЛАРГА МОСЛИГИНИ ТАСДИҚЛАШ, СЕРТИФИКАЦИЯЛАШ.....	212
10.1. Радиоэлектрон воситаларига қўйиладиган техник талаблар	212
10.2. Телерадиоэшиттириш соҳасида фаолият олиб бориш учун танлов асосида радиочастоталарни тақсимлаш ва шахсий лицензиялар бериш тартиби.....	218
<i>Назорат саволлари</i>	222
11-БОБ. РЭВ СПЕКТРИНИ МОНИТОРИНГ ВА НАЗОРАТ ҚИЛИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИ ВА ЖИҲОЗЛАРИ	224
11.1. Радиомониторинг тизимининг вазифалари.....	224
11.2. Радиочастоталар спектридан фойдаланишни мониторинг қилиш технологияси	235
11.3. Ўзбекистон республикасида радиочастоталар спектрини мониторинг қилиш ва радиопеленгациялаш миллий тизими	241
<i>Назорат саволлари</i>	246
1-илова	248
2-илова	251
Адабиётлар рўйхати.....	261

**Амонжон Абдумажидович Абдуазизов
Мухсин Мўминович Муҳитдинов
Альмира Рафаеловна Гатаулина
Абдувосиқ Анварович Арифбаев
Ярашбек Тохирбаевич Юсупов**

**РАДИОЭЛЕКТРОН ВОСИТАЛАР
ЭЛЕКТРОМАГНИТ МОСЛАШУВИ**

Ўқув қўлланма

Халқаро алоқа академияси академиги,
т.ф.н, доцент А.А. Абдуазизов
умумий таҳрири остида.