

621.396.57
X 68

А.ҲОТАМОВ
Ҳ.Ҳ.МАДАМИНОВ

РАДИОМОНИТОРИНГ ТИЗИМИДА КЕНГ ДИАПОЗОНДАГИ НУРЛАНИШ МАНБАЛАРНИ АНИҚЛОВЧИ АНТЕННА ТИЗИМИНИ ЯРАТИШ



**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ
РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ
МУҲАММАД АЛ-ХОРАЗМИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ
АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ҲОТАМОВ АБДУҒАФУР
МАДАМИНОВ ҲАЙДАР ХУДАЯРОВИЧ**

**РАДИОМОНИТОРИНГ ТИЗИМИДА КЕНГ
ДИАПОЗОНДАДАГИ НУРЛАНИШ МАНБАЛАРНИ
АНИҚЛОВЧИ АНТЕННА ТИЗИМИНИ ЯРАТИШ**



ТОШКЕНТ 2020

УЎК:621.396.67.01

КБК:

А. Ҳотамов, Ҳ.Х. Мадаминов. Радиомониторинг тизимида кенг диапазондаги нурланиш манбаларни аниқловчи антенна тизимини яратиш. (Монография) – Т.: «Алоқачи», 2020. – 108 б.

ISBN 978-9943-6396-4-5

Монографияда антенналар хусусиятларини таҳлил қилиш асосида радиомониторинг тизими қурилмасининг элемент базаси, ноқонуний ва рухсат этилган частота диапазонларида тарқалаётган радиосигналларни UMS-100 ва PR-100 ўлчов қурилмаси асосида сигнал сатҳи ўртача 2 дан 26 дБ мкВ/м гача ораликда аниқлаш ва таниб олиш, бир вақтда 2 та ўлчов антенна асосида радиочастота спектрларини горизонтал ва вертикал кутбланишда 80 дан 12000 MHz ораликда мониторинглаш мажмуаси, автоматлаштирилган ўлчов тизими асосида радиосигналларни аниқлаш ва топиш вақтини 2 марта камайтириш усули ишлаб чиқилган, ҳамда комплекс антеннадан фойдаланишда реал вақт давомида 2 та ўлчов антенна асосида радиочастота спектрларини горизонтал ва вертикал кутбланиш усулида 80 дан 12000 MHz ораликда мониторинглаш усуллари ва алгоритмлари ишлаб чиқилган.

Монография Ўзбекистон Республикаси олий ўқув жорларининг ахборот технологиялари ва телерадиозшиштириш йўналиши юқори курс талабалари ва докторантларига, электромагнит мослашув маркази, радиотелевизион узатиш маркази ҳамда мобил алоқа корхоналари муҳандислик-техник ходимлари, мўлжалланган.

УЎК:621.396.67.01

КБК:

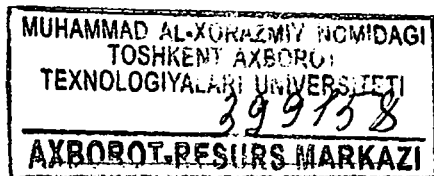
Муҳаммад Ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети Кенгаши қарори асосида нашр қилинган.

Тақризчилар:

А. Абдуқаюмов – техника фанлари доктори, профессор;

Ж.Х. Джуманов – техника фанлари доктори, доцент.

ISBN 978-9943-6396-4-5



© «Алоқачи» нашриёти, 2020.

КИРИШ

Жаҳонда радио, оптоэлектрон алоқа воситалари, радиолокация, телебошқарув, навигация, телеметрия, симсиз алоқа технологиялари, рақамли телевидение ва бошқа шу каби хизматларни интеграциялаш йўналишига алоҳида эътибор қаратилмоқда. «Замонавий ахборотлаштириш босқичининг ўзига хос хусусияти ахборот-коммуникацион технологиялар ва турли хил тармоқ тамойилларининг конвергенцияланиши ҳисобланади. Барча маълумотлар турлари учун универсал алоқа каналлари ва маълумотларига ишлов бериш марказининг тармоқ инфратузилмасини ташкил қилиш имкони яратилмоқда».¹ Жаҳоннинг бир қатор мамлакатларида, жумладан Германия, Япония, АҚШ, Буюк Британия, Франция, Италия, Белгия, Испания, Швецария, Хитой ва Россияда радиомониторинг комплекс тизимида объектларни аниқлаш ва таниб олиш усуллари, технология ва техник воситаларини ишлаб чиқишга катта эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда радиосигналларни спектрал ўзгартиришлари учун радиоалоқалар, сигналларни аниқлаш, радиоэлектрон воситалар ва юқори частотали қурилмаларни мувофиқлаштириш каби илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шу жумладан, телекоммуникация технологияларида радиосигналларни шакллантириш ва уларга ишлов бериш, сигналлар ўхшашлиги ва таниб олиш тизимларини такомиллаштириш, навигации, телеметрия, радиомониторинг каби мукамал тизимларни жорий қилиш ҳамда рақамли алгоритмларни ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Фойдаланувчиларга турли хилдаги телевизион ва радио дастурларда тақдим этиладиган ахборот технологияларини ривожлантириш, радиоэлектрон воситалар ва юқори частотали қурилмаларни жойлашуви, мобиль алоқа ва телевидение, радиоалоқаларни сифатли мониторингини таъминлаш, рақамли телевидение сигналлари ва симсиз алоқалар технологияси ҳамда тизимларини такомиллаштириш долзарб масалалардан бири ҳисобланади.

Республикамизда ахборотлаштиришни ривожлантиришда рақамли телевидения сигналларини сифатли қабул қилишни таъминлашга ҳамда мобиль алоқа тизимларини такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу йўналишда, хусусан, истеъмолчиларга кўплаб турли хилдаги телевизион дастурларни тақдим қилиш учун

¹Нагирная А.В. Глобальный процесс информатизации общества: факторы территориальной неравномерности// Научный журнал «Молодой ученый» - 2014. том11, №70, с.160-165

телебошқарув сигналларни қайта ишлаш жараёнларини аналитик намоёиш қилишда илмий изланишлар олиб борилган ва муайян натижаларга эришилган. Шу билан бирга радио сигналларни аниқлаш ва қабул қилишни автоматлашган тартибдаги лаёқатли тизимлар яратилиши алоҳида аҳамиятга эга. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида бир қатор масалалар, жумладан, «...4 мингдан ортиқ мобиль алоқа станциялари ишга тушириш..., ...66 та юқори қувватли ва 328 та кам қувватли рақамли телевидения узаткичларини ўрнатиш ва улардан фойдаланиш..., ...мобиль, оптиктола ҳамда радио алоқа станциялари ишга тушириш..., ...66 та юқори қувватли ва 328 та кам қувватли рақамли телевидения узаткичларини ўрнатиш ва улардан фойдаланиш..., ...мобиль алоқа операторларининг тармоқлари қамрови ҳудудларини кенгайтириш...»² вазифалари белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда, жумладан узатиладиган телерадио сигналларининг сифатли етказиб берилиш даражасини ошириш, телерадио сигналларни тезкор таниб олиш ва аниқлаш тизимини яратиш, радио, локация, телебошқарув, навигация ва телеметрия хизмат турларини тартибли жорий этишга имкон яратиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 13 февралдаги ПҚ-2772-сон «2017-2021 йилларда электротехника саноатини бошқаришни янада такомиллаштириш, жадал ривожлантириш ва диверсификация қилиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори, Вазирлар Маҳкамасининг 2017 йил 17 июлдаги 502-сон «Рақамли телеэшиттиришларга ўтиш ва ер усти аналог телеэшиттиришларни тўхтатишга доир амалга ошириладиган чора-тадбирлар тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу монография муайян даражада хизмат қилади.

Сўнгги йилларда радиосигнал маълумотлар оқимини мавжуд йўналтирилган симсиз алоқа воситаларига мослаштиришга имкон яратувчи радиосигналларни мониторинглаш усулларини ишлаб чиқиш, радиоалоқа, локация, телебошқарув, навигация, телеметрия,

²Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

симсиз алоқа технологиялар, рақамли телевидение объектларини аниқлаш ҳамда таниб олиш алгоритмлари ва қурилмаларини ишлаб чиқиш бўйича чет элда таниқли олимлардан Д.Н.Киселев, В.И.Сифоров, С.В.Поршнев, С.А.Вакин, Б.Г.Тележный, В.В.Василевский, S.L.Findholt, E.C.White, R. Gonsales, R.Woods, K.Blatter, S.Winkler, K.Talukder, A.B.Коляденко, K.Lees, M.Adler, J.Okumura, E.Ohmori, M.Hata ва бошқалар томонидан илмий тадқиқотлар олиб борилган.

Ўзбекистонда Т.Д.Раджабов, Д.А.Абдуллаев, Ю.С.Сагдуллаев, Т.Г.Рахимов, Г.Ф.Габзалилов, Д.Н.Ликонцов, В.А.Губенко, А.А.Халиков, А.А.Абдуазизов, А.А.Нигманов, Ш.Пулатов, Б.Н.Рахимов ва бошқалар объектларнинг радиомониторингида спектрал характеристикаларни аниқлаш ҳамда таниб олишнинг математик моделлари, алгоритмлари ва қурилмаларини ишлаб чиқишга катта ҳисса қўшганлар.

Монографияда радиомониторинг учун радиоэлектрон воситалар ва юқори частотали қурилмалардан ноқонуний ва рухсат этилган частота диапазонларида тарқалаётган радиосигналларни аниқлаш ва таниб олиш усулини ишлаб чиқишган, ўлчов антенналар асосида индустриал радиохалақитлар характеристикаларини таҳлил қилиш усулини ишлаб чиқилди, антенналар хусусиятларини таҳлил қилиш асосида радиомониторинг тизими қурилмасининг элемент базасини ва назарий ечимини асослашди, радиочастота спектрларини 80 MHz дан 12000 MHz оралиқда мониторинглашнинг иккита антеннали ўлчаш қурилма мажмуасини ишлаб чиқилди, ноқонуний ва рухсат этилган частота диапазонларида тарқалаётган радиосигналларни UMS-100 ва PR-100 ўлчов қурилмалари асосида аниқлаш ва таниб олиш бўйича илмий-амалий тавсияларни ишлаб чиқилган.

Монография кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат.

I БОБ. РАДИОМОНИТОРИНГ ТИЗИМИДА НУРЛАНИШЛАР МАНБАЛАРИНИ АНИҚЛАШ

1.1. Электромагнит нурланишлар манбаларини аниқлаш

XX асрнинг дастлабки йилларида радиоэлектрониканининг ривожланиши билан радиоалоқа воситалари инсониятнинг индивидуал ва жамиятдаги фаолиятининг барча соҳаларига жадаллик билан кириб келди.

Алоқанинг радио ва оптик-электрон воситалари, локация, телебошқарув, навигация, телеметрия, телевидение ҳозирги замонда турли хил топшириқлар воситалари ва кучларини разведка қилиш ва бошқариш масалаларини ечишга имкон беради. Радиомониторинг (РМ) ва радионурланишни қўллаш ва аниқлаш юз йилдан зиёд тарихга эгадир.

Радиоалоқанинг ривожланиши ва такомиллашиши туфайли РМни қўлланилиши кенгайди ҳамда бугунги кунда у ахборот тизимида муҳим ўрин эгаллайди [85; 12-13-б.].

Ҳозирда электромагнит тўлқинлардан радиоалоқа, радиоэшиттириш, телевидение, радиобошқариш, радиолокация, радиотелеметрия, радионавигация, кемаларни бошқаришда, учиш аппаратлари самолёт, космик кемаларни бошқаришда, ҳаракатдаги радиоалоқа тизимларида кенг фойдаланилмоқда [47; 85- б., 86; 446-б.].

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 радиоэлектрон воситалар (РЭВ) сифатини яхшиланишига ва уларнинг сонини кескин кўпайишига олиб келди [14; 38-б].

Монографияда бугунги кунда республика вилоятларида фаолият кўрсатаётган РЭВнинг нурланишлари воситаларнинг турлари бўйича таҳлил қилинган.

Декаметрли диапазон (10...100 м) 27 МГц частота полосасини эгаллайди. Агар радиоканал полосаси кенглигини 3 кГц деб олсак (бир полосали радиоалоқа) у ҳолда ушбу 27 МГц полосага 9000 канал жойлаштириш мумкин. Бугунги кунда жаҳонда декаметрли диапазонда 1,5 млн.га яқин радиоузатгичлар ишлаб турибди ва

уларнинг 1 мингдан ортиғи 100 кВт ва ундан ортиқ чиқиш қувватига эга. Радиочастоталарни рўйхатга олиш Халқаро қўмитасининг маълумотига кўра, жаҳонда ҳар йили 20 минг радиоузатгич рўйхатга олинмоқда [3; 86-б].

РЭВ сони ошиши билан бирга улар бажарадиган вазифалар ҳам сезиларли даражада мураккаблашди, кўрсатадиган хизматлари 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 ҳудудда жойлашган радиоэлектрон мажмуаси мураккаб электромагнит муҳитни келтириб чиқаради. Бундай ҳолатлар самолётларда, космик кемаларда, кемаларда, радиоалоқа узелларида ва ҳ.к. 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 радиореле станциялари сонининг ортиши электромагнит муҳитни янада мураккаблашишига олиб келмоқда. Бундан ташқари турли РЭВ антенналари сони кичик бир ҳудудда ошиб 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 радиоҳалақитларнинг юзага келишига сабаб бўлади. Қўшни радиоузатиш қурилмалари тарқатаётган электромагнит тўлқинлар таъсирида уларнинг қабул қилиш антенналарида баъзи вақтларда бир неча ўн вольтга ҳам етиши, натижада радио қабул қилиш қурилмалари кириш каскадларида кучли блокировкалаш ҳодисаси юз бериши, баъзан эса юқори сезувчанликка эга қурилмаларни ишдан чиқариши ҳам мумкин. Радиолокацион станциялар ва катта қувватли қисқа тўлқин радиоузатгичлари кучли радио ҳалақитларни юзага келтириши мумкин. Радиоузатгич қурилмалари антенналарининг бир-бирига таъсири натижасида уларда ҳосил бўладиган электр юритувчи кучлар ҳам катта хавф туғдиради. Уларнинг фазога тарқатаётган частоталарининг ўзаро таъсири натижасида янги комбинацион ҳалақитлар юзага келиши ёки

уларнинг асосий частотасида радиохалақитлар келиб чиқишига сабаб бўлиши мумкин. Бу эса бошқа РЭВлар иш фаолиятини мураккаблаштиради [31; 256-256-б.].

Ушбу монографияда, РЭВнинг антенналари орасидаги масофаларни катталаштириш имкониятининг чекланганлиги, радиоканалларнинг бир-бирига таъсирини камайтириш имкониятини бермаслиги аниқланди. Бунда нафақат хусусий антенналар, уларни ўрнатиш қисмлари, қўшимча конструкциялари ҳам уларда электр юритувчи кучларни юзага келиши, йўналтирилганлик диаграммалари ён ва орқа томонга радиотўлқинлар тарқатиши натижасида биринчи навбатда радиоқабул қилиш қурилмаларига таъсир этувчи қўшимча радиохалақитлар, қолаверса ушбу ҳудудда жойлашган нисбатан кам қувватли радиоузатгичларга салбий таъсир кўрсатади. Баъзи ҳолларда антенналарнинг бир-бирига таъсири натижасида сунъий равишда уларнинг йўналтирилганлик диаграммалари шакли сезиларли даражада бузилиши ва сигнални баъзи йўналишларга тарқатмаслиги ёки баъзи йўналишлардан амалда умуман қабул қилмаслиги мумкин. Юқорида келтирилган турли нохуш халақит ва ҳолатларнинг РЭВга таъсирини уларнинг ўз вазифаларини талаб даражасидаги сифат кўрсаткичларини 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 жойлаштириш ҳамма вақт ҳам ечилмаслиги мумкин. Бундай ҳолларда бошқа ташкилий ва техник тадбирлар кўришга тўғри келади. Шунга ўхшаш муаммолар турли ҳудудларда (нисбатан узок бўлмаган) жойлашган антенналар орасида ҳам юзага келиши мумкин, аммо бу ҳолда электромагнит мослашув (ЭММ) муаммосини нисбатан осон ташкилий ва техник воситалар, тадбирлар кўриш натижасида ҳал этиш мумкин [56; 75-77-б.].

Муқим ўрнатилган ва ҳаракатдаги радиоэлектрон воситалар сонининг мунтазам ошиб бораётган ҳозирги вақтда улар орасидаги масофалар ҳам кичиклашиб бормоқда. Фойдаланиладиган частоталар имконияти камайиб бориши радиодиапазонларда ишловчи радиоқабул қилиш қурилмалари киришидаги турли халақитларнинг сатҳини ошишига ва РЭВнинг талаб даражасидаги (нормал) сифатни таъминлашини қийинлашишига сабаб бўлмоқда.

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

Радиоэлектрон қурилмаларни яратиш ва лойиҳалаш технологияларининг такомиллашуви радиоузатгичларнинг чиқиш қувватларини катталаштириш, радиоқабул қилиш қурилмаларининг сезгирликларини ошириш ва антенналар кучайтириш коэффициентларини кўпайтириш имкониятини берди. Радиоузатиш қурилмаларининг чиқиш қувватлари узлуксиз режимда бир неча юз киловаттга, баъзи ҳолларда 1 МВт ни ташкил этиши мумкин. Радиолиния станцияси (РЛС) чиқиш қуввати эса импульс режимда бир неча мегаватт бўлиши мумкин. Замонавий радио қабул қилиш қурилмаларининг сезгирлиги 10^{-22} Вт ни ташкил этади. Радиоузатгичлар чиқиш қувватларининг ошиши ва радиоқабул қилиш қурилмалари сезгирлигининг юқори даражада ошганлиги уларнинг биргаликда ишлашини мураккаблаштиради.

РЭВлар олдида қўйилган вазифани бажариши учун унинг чиқиш қувватини оширилиши, у атрофга тарқатаётган кераксиз нурланишлар сатҳини 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 диапазонида тўғри келади. Радионавигацияда фойдаланиладиган радиоузатгичларнинг чиқиш қувватлари эса кўп ҳолларда 200 Вт дан кичик бўлади. Натижада катта қувватли РЛС ишлаши натижасида радионавигация воситалари учун катта сатҳли халақит ҳосил қилади [3;13-15-б.].

Фойдаланиладиган бир қатор РЛС радиоузатгичлари 2...5 гармоникаларида мос равишда 63, 10, 3, 13 Вт радионурланишларга эга. Баъзи чиқиш каскадларида 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.

Радиоалоқа 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 сигналлардан фойдаланилмоқда (T_c ва F_c - мос равишда сигнал давомийлиги ва спектр 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 ажратиш олиш сигнал қувватини шовқин қуввати спектрал зичлиги нисбатига боғлиқ, шунинг учун унинг 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 бир мураккаб сигнал учун ажратилган частоталар полосасида бир неча (юзлаб, минглаб) мураккаб сигналлардан фойдаланиш мумкин. Аммо уларнинг ўзаро ЭММ масаласини ўрганишда мураккаб сигналларнинг бу ҳодисаларини эътиборга олиш керак бўлади.

Радиоқабул қилиш қурилмалари фойдали – асосий каналдаги сигнални қабул қилиш билан бирга, кераксиз қўшимча қабул каналларига ва оралиқ частота орқали қабул қилиш хусусиятига эга. Радиоқабул қилиш қурилмасининг асосий канал бўйича сезгирлигини оширилиши, унинг кераксиз каналлар орқали ҳам турли халақит радиосигналларини қабул қилиш даражасини оширади. Ушбу халақитларга бошқа радиоузатгичларнинг асосий ва қўшимча полосадаги нурлатишлари ҳам киради.

Радиоузатгичлар чиқишидаги кераксиз нурлатишларнинг борлиги ва радиоқабул қилиш қурилмалари сезгирлигининг ошиб бориши ЭММнинг келиб чиқиш сабабларидан асосийси бўлиб ҳисобланади.

Радиоқабул қилиш қурилмаларига турли радиоузатгичлар тарқатаётган кераксиз нурлатишлардан ташқари, яна узиб-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.). Узиб-уланиш натижасида таъсир частоталари кенг халақит пайдо бўлади. Ушбу халақит спектри ташкил этувчилари радиоқабул қилгич қурилмаси асосий қабул қилгич полосасига мос бўлиб, унинг иш сифатини ёмонлаштиради. Бу ҳам ЭММ нуқтаи назаридан яна бир муаммодир.

РЭВ ларининг маълум бир томонга йўналтирилган қувватининг ошиши ҳам ЭММ муаммосини келтириб чиқаради. Замонавий антенналарнинг асосий япроқчаси йўналишида кучайтириш коэффиценти 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 коэффиценти асосий япроқчалар орқали кучайтиришга нисбатан ён япроқча учун -20 дБ ва орқа япроқчаси учун -40 дБ. Бу РЛС антеннаси асосий йўналишида 5 МВт қувват нурлатса, орқа – тескари йўналишга 1 кВт қувват нурлатади.

Электромагнит муҳитнинг шаклланишига турли энергетика, саноат ва маиший электротехник қурилмалари ҳам сезиларли ҳисса кўшадилар. Улар ўз хоссаларига кўра махсус шакллантирилмаган халақитлар турига кирадилар. Бу турдаги халақитлар саноат халақитлари деб аталади.

Индустриал радиохлақитларини ҳосил қилувчи манбаларга қуйидагиларни мисол келтириш мумкин: ўзгармас ва ўзгарувчан ток генераторлари; электр узатиш линиялари; пайвандлаш аппаратуралари; электр транспортлар, автомобиллар ўт олдириш қисмлари; маиший электр асбоблар ва бошқалар. Индустриал радиохлақитлари РЭВлар ўз вазифаларини тўлиқ ва сифатли бажаришларига салбий таъсир кўрсатадилар ва уларнинг биргаликда ишлаш ҳолатини мураккаблаштиради. Индустриал радиохлақитларининг сатҳи шаҳарларда, ҳаракатдаги техника (автомобил, танк, кема ва самолётлар)да сезиларли даражада катта.

Алоқа ва бошқарув тизимига кирувчи РЭВ разведканинг муҳим объектлари ҳисобланади. РЭВ объектлари ҳақидаги маълумотлар таҳлили асосида (жойлашув ўрни, тактик-техник

характеристикалар) объект ҳақида хулосалар қилиши мумкин, унинг мумкин бўлган ҳаракатларига баҳо берилди, алоқа ва бошқарув тизимида заиф (нозик) элементлар аниқланди ва х.к.[48;26-б]

РМнинг ҳар қандай объекти сингари РЭВ ўзига хос бўлган ниқобланган (аниқланадиган) белигиларига эгадир. РЭВнинг ниқоблаш белгиларига унинг ташқи кўриниши яхлит ҳолатда, алоҳида элементларнинг ташқи кўринишига (аввалам бор антенна мосламаси) қарашлидир. РЭВнинг асосий ниқобли белгилари, аввал қайд этилгандек, унинг шахсий электромагнит нурланишларидир.

Радиоалоқа учун фойдаланилмайдиган турли электротехник ва маиший қурилма ва асбоблар тарқатадиган радиохалақит нурланишлар махсус давлат стандарти билан чекланган.

Хулоса шундан иборатки, РМда РЭВларни разведка қилишнинг кўп усул ва воситалари мавжуддир [107;295-б.].

1.2. Радиомониторинг тизимида нурланишлар объектларини аниқлаш усуллари

Маълумки, РМ воситаларининг асосий афзаллиги объектни тахминий аниқлаш имконияти, радионурланиш манбасини (РНМ) аниқлаш, ундан сўнг РНМ ўрнатилган объект турини таъминловчи узоқликни аниқлаш ҳисобланади. Бир вақтнинг ўзида унда ва унинг ён-атрофида ишлаётган РНМнинг мавжуд эмаслиги, объектни таниш имконияти йўқ эканлиги, бир нуқтадан РНМгача бўлган аниқлик ўлчови пастлиги, РНМ координатларини аниқлаш учун бурчак координатларини қўллаш зарурати каби радиоразведканинг камчиликларини ҳам ҳисобга олиш керак [85;25-б].

РМ воситаларининг асосий вазифалари – бу объектни таниб олиш, турини ва унинг координатларини аниқлашдан иборатдир.

Алоқа ва бошқарув воситаларини доимий ривожлантириш ва такомиллаштириш (жумладан, улар ҳаракатларнинг узоқлиги, ахборотларни етказиш тезкор ҳаракати ва х.к.), динамиклиги ва тез ўтиши РМ талабларини оширади.

Объектлар белгиларини ниқоблаш РМ асосида ётади ҳамда объектларнинг белгиларига ташқи кўриниши, шакли, ранги, геометрик ўлчами ва улар орқали яратиладиган физик (электромагнит, электр, магнит, иссиқлик, акустик) майдонлар киради. «Электромагнит мослашиш маркази» Давлат унитар

корхонасида ўтказилган тажрибалар таҳлилига кўра объектлар белгиларини ниқоблаш орқали уларнинг мўлжали ва турларини аниқлаш мумкин.

Барча объектларга истисносиз тааллуқли бўлган мавжуд ниқоблаш белгиларидан бири уларнинг электромагнит нурланиши (ЭМН)дир. ЭМНнинг пайдо бўлиши турлича бўлиб, улар табиий ёки сунъий, бирламчи (хусусий) ёки иккиламчи (акс этувчи) асосида келиб чиқиши мумкин ва хусусий объектларга иссиқлик нурланиши ҳамда радиоэлектр воситаларининг нурланиши киради.

Иссиқлик нурланиши – бу объектлардан таралувчи абсолют нолдан фарқланувчи ҳарорат электромагнит нурланишдир. Иссиқлик нурланиш сунъий пайдо бўладиган нурланишдан фарқи шундаки, ўзининг вақт тизимига кўра тасодифий шовқин характерга эга бўлган тўлқин узунликларнинг (Ўта-юқори частотагача - ЎЮЧ) жуда ҳам кенг диапазонини эгаллайди. Ушбу нурланиш спектри яхлит бўлганлиги боис энергиянинг спектри бўйлаб тақсимланиши бир текисда эмас ва спектр нурланиши зичлиги частота ва ҳароратга боғлиқ бўлади [108;14-15-б].

Радионурланишнинг аниқланиши ва радиомониторинги асослари нурланишнинг 5 маротабалик зичлиги барча частоталарда ўсиб боради, демак, объектнинг умумий нурланиши ҳам ошиб боради. Бунда спектр зичлик максимуми янада қисқа тўлқинлар соҳасига силжийди (Голицин–Виннинг силжиш қонуни). Нурланишининг электромагнит тўлқинлар диапазони барча юза бирлиги бўйлаб тўлиқ энергияси абсолют юза бўйлаб нур таратаётган ҳароратнинг чорагига пропорционалдир (Стефан–Больцман қонуни).

РЭВнинг нурланиши - бу аввалом бор (олдиндан мўлжалга олинган) мўлжалланиш бўйича ишлаб туришини таъминлаш мақсадидаги нурланишдир яъни алоқа воситалари, бошқарув, локация, навигациялардир [43; 42-44-б.].

Нурланишнинг асосий хусусиятлари – улардаги масофа, вақт ва спектрал тизим қонуниятларининг мавжудлиги: нур таратаётган импульсларни изланиш даврида давомийлиги, амплитуда тури ва частотали спектр фазаси, спектр кенглиги ва бошқаларни ушлаб турувчи нурланишнинг йўналиш диаграммасидир. РЭВнинг асосий узаткичларининг иши қаторида асосий бўлмаган нурланишлар мавжуд, яъни частоталар полосалар чегарасидан ташқаридаги нурланиш ахборотларни узатиш учун зарурдир [42; 53-б.].

Иккиламчи электромагнит нурланишлар – нурланаётган объектлар орқали акс этувчи (ёйилиши) ҳисобидан пайдо бўлувчи электромагнит нурланишлардир. Объектга тушаётган электромагнит тўлқинлар барча йўналишларга, шунингдек, нурланиш манба томонига ҳам қараб ёйилади. Бирламчи ва иккиламчи электромагнит нурланишлар аниқланган ва таҳлил қилинган бўлишлари керак. Бошқача айтганда, электромагнит нурланишлар РМ объектларни ва уларнинг аниқлашига олиб келади.

Умуман олганда РМ асоси – бу биринчидан, қидирув, таниш, унинг радио алоқалар нурланишини пеленгациялаш ва радиоканаллар тармоқларда айланаётган ахборотларни ушлаб олиш тўғрисидаги, иккинчидан вақт бўшлиқлари параметрларида РЭВ объекти сигналлари ва ушбу маълумотларнинг таҳлили асосида РЭВ нинг тури ва аҳамияти ҳақидаги ахборотларни топадиган радиоразведкадир. Кўриб турибмизки, РМ билан ечилаётган масалалар оралиғида радиоэлектрон разведкаси (РЭР) фарқдан кўра ўхшашлик кўпроқдир [70; 63-64-б].

РЭВнинг тури ва жойлашувини қабул қилинган сигналлар параметрларнинг ўлчов маълумотларни аниқлашга мўлжалланган. РЭВ нурланиши – бу аввалом бор, вазифасига кўра РЭВнинг ишлаб туришини таъминловчи, уларнинг асосий (шахсий) нурланишларидир.

Асосий нурланишларнинг хусусиятлари – уларнинг бўшлиқли, вақтли ва спектрал тизимларининг детерминирланган (нурланишнинг йўналиш диаграммаси, ташувчи частота, амплитудали ва фазали спектрнинг турлари, спектрнинг кенглиги ва ҳ.к.) нурланаётган импульсларнинг давомийлиги ва давридир [32; 96-97-б].

РЭВнинг потенциал имкониятлари каналлардаги ахборотларни узатишда мавжуд бўлган аддитив ва мультипликатив халақитлар билан чегараланиб қолади. Радиомониторинг масалалари умумий кўринишда қандай ҳал қилиниши кўриб чиқамиз.

РЭВнинг вазифа ва турини аниқлаш, масалалар ечимини аниқлаш каби тасаввур қилса бўлади. Аниқлаш жараёни шундан иборатки, апостериорли ахборотни объекти тизимига кириб келган ҳар бир таққослаш асосида аниқлаш тизими ёки синфларнинг априор тасвири ушбу объектни синфлардан бирига қарашли

эканлиги ҳақидаги қарорни қабул қилади. Аниқлаш тизимини ишлаб чиқиш жараёни математик моделнинг тузилишини талаб қилади. Образларни таниб олиш тизими моделининг тузилиши қуйидаги масалаларнинг кетма-кетликда ечилиши билан таъминланади:

биринчи масала – объектларни таърифловчи белгилар (параметрлар) тўлиқ белгилар йиғиндиси бирор бир чегарасиз шаклланади; ҳеч бўлмаганда аниқланаётган объектларни бир оз бўлсада таърифловчи барча белгиларни аниқлашни талаб қилинади;

иккинчи масала – аниқланувчи объектларнинг бошланғич классификацияси ёки синфларнинг априор алифбоси тузишдаги ходисаларни олиб боришдан иборатдир;

кейинги масала – белгиларнинг априор луғатини тузиш, априор луғати тилида барча синфларни таърифлаш, синфларнинг априор алифбосига мос келган соҳаларга белгиларнинг априор бўшлиғига бўлинишидан иборатдир;

тўртинчи масала – у ёки бу синфга оид аниқланган объектга қарашли бўлган аниқлаш алгоритмларини танлаш;

бешинчи масала – синфларнинг ишчи алифбоси аниқлаш тизими белгиларининг ишчи луғатини аниқлаш;

олтинчи масала – аниқлик тизими самардорлик кўрсаткичларини танлаш ва уларнинг аҳамиятини баҳолашдир [74;74-77-б].

Аниқлаш тизими самардорлиги, биринчи ўринда, аниқлаш объектлари танланган параметрларининг сони, сифатига ва аниқлаш алгоритмига боғлиқдир.

Аниқлаш тизими – берилган объект ва ходиса турлари учун мослашган мураккаб динамик тизимдир. Агарда радиоэлектрон воситаларини аниқлаш объектлари сифатида ишлатилса, унда аниқлаш тизимининг умумий масаласи қуйидагича аниқланади. Қабул қилинаётган радиосигналларни таҳлилига кўра қуйидаги хулосаларни қилиш керак:

- ҳаракат зонасида РЭВни аниқлаш тизимининг мавжудлиги ҳақида;

- ушбу РЭВнинг аниқ синфга қарашли эканлиги ҳақида.

РЭВни аниқлаш ушбу соҳада мавжудлиги ёки мавжуд эмаслиги ҳақида қарорни қабул қилиш, сигналларни ишлаб чиқиш ва қабул натижалари жараёнини ифодалайди. Радиоэлектрон

воситаларнинг классификацияси қуйидаги белгиларда амалга оширилади:

- тўлқинли жараёнларнинг қўллаш табиати;
- ечилаётган масалалар характери;
- тобе бўлиш (иерархия);
- жойлашув шароити;
- ўзаро таъсирнинг характери.

Сигналларнинг қабул қилиниши доим у ёки бу тўсиқлар муҳитида содир бўлади. Радиоҳалақитларнинг мавжудлиги узатилаётган сигналларнинг бузилишига ва ҳолатларни баҳолашда хатоларнинг пайдо бўлишига олиб келади[40;124-132-б].

Нурланиш манбасининг жойини қуйидаги учта усуллардан бирида аниқлаш мумкин:

- триангуляцион (пеленгацион, бурчак ўлчови);
- фарқли масофани ўлчаш;
- бурчакли ўлчаш.

Триангуляцион усул бурчак йўналишларини ўлчашга, база деб номланган бир неча масофага тарқатилган минимум иккита қабул пунктларида нурланиш манбасига (текислик учун) асосланган. Объектнинг жойлашуви ҳар бири жойлашув чизиғи бўладиган икки туғри чизиқларнинг кесишувидир, яъни текисликда манбанинг жойлашуви мумкин бўлган геометрик нуқталарнинг жойидир. Бўшлиқда объектнинг жойлашган ўрнини аниқлашда икки пунктда азимут пеленгини ва бир жойда бурчак ўрнини аниқлаш зарур, ёки унинг акси, иккита бурчак жойлашган пеленги, азимут эса биттада. Нурланиш манбасининг жойлашуви ҳолатнинг учта текисликлар кесишуви нуқтасига мос келади [35; 28-б].

Тарқатиладиган масофани ўлчаш монографиянинг кейинги бобларида чизмалари билан кўрсатиб ўтилган.

РЭВ ҳақидаги янада аниқ маълумотларни (ишлаш тартиби, ишлаш тамоили ва хусусиятлари, воситалар ва сигналлар параметрлари, уларнинг қўлланилиши ва турлари) РМни киритишда олиш мумкин. Уларнинг воситалари орқали қуйидагилар аниқланади:

- РЭВ га йўналтириш (электромагнит нурланиш манбаи сингари);
- РЭВ нинг жойлашган ўрни;
- f_0 ташувчи частота;
- $f_0(t)$ вақт бўйича ташувчи частота қонуни;

- $S(\omega)$ амплитуда-частотали спектр сигнали $S(\omega)$ ёки унинг кенглиги;
- сигналларнинг вақт параметрлари;
- T_n давомийлиги ва T_n импульсларнинг ўтиш даври;
- кодланган асоснинг давомийлиги ва асоснинг импульслар оралиғидаги вақт оралиқлари;
- РМ станциясида $T_{обд}$ нурланиши (РЭВ сигналининг таъсир қилиш вақти);
- нурланишлар орасидаги вақт оралиғи;
- нурланаётган РЭВ электромагнит тўлқинларнинг кутбланиши;
- РЭВ антеннасининг йўналиш диаграмма шакли;
- РЭВ нинг ишлаш тартиби (узаткичнинг импульсли ёки узлуксиз ва ҳ.к.).

Сигналнинг нозик тизимининг таҳлилига кўра антеннанинг йўналишда диаграммаси аниқ РЭВ аниқлаши идентификация қилиши мумкин.

Ушбу синфнинг ҳар бир РЭВ (алоқа, бошқарув, навигация, локация, разведка) юқорида кўрсатилган параметрлар аниқ йиғиндисига эгадир. РЭВнинг аниқ синфи ва тури белгиларини разведка қилувчи диапазонлари ва параметрлари йиғиндисига қарайди. Бу йиғинди таҳлили асосига кўра РЭВ тизимининг чизмасининг қўлланилиши, тури, ишлаш принципи ва қисқартирилиши аниқланади. РМ натижаларини, РЭВнинг қўлланилиши, тури, жойлашув ўрни ва хусусиятлари аниқлаб бўлиб, бошқарув органлари, кучлар таркиби ва воситаларининг қўлланилиши ва жойини аниқласа бўлади.

РЭВ параметрлари ва унинг сигналлари параметрларини аниқлаш учун турли хил усуллар ва мосламалар қўлланилади. РМ станциясининг қабул қилиш мосламасининг кириши ва ҳаракатланувчи сигналлар параметри РЭВнинг разведка қилаётган нурланаётган сигналлар параметрларидан жиддий фарқ қилади.

Қабул қилиш мосламанинг киришида сигналларнинг шакли ва давомийлиги қабул қилгичнинг сезгирлигига таъсир қилади. Сезгирлигига қараб РЭВ сигнали бир хил қуввати ва разведка станциясининг антенналарига йўналтирилган фақат асосий баргча бўйлаб ёки асосийдаги айлана, ёнбош, орқа баргчаларнинг йўналтирилган диаграммасига қараб қабул қилиши мумкин.

Кўриниб турибдики, сигналлар қанча кўп фарқ қилса, изланган маълумотларнинг ишончсизлиги шунча кам, РЭВ ҳақидаги нотўғри қарорларнинг қабул қилиниши эҳтимоли шунча юқоридир.

РЭВнинг изланаётган параметрлари билан РМ воситаларининг вақт бўшлиқлари ва частотали таърифи билан келишилган ҳолдагина фарқини камайтириш мумкин [18; 58-б].

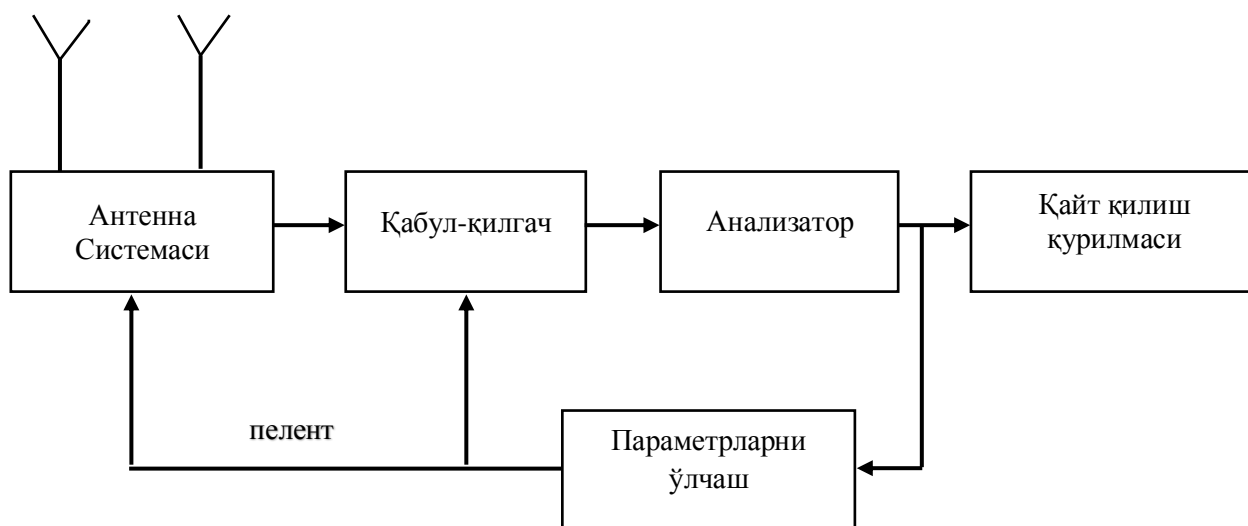
Нурланишларнинг ўзлари ва уларнинг параметрлари сингари ўткир йўналтирилган ўлчовнинг бошқа томонини қабул қилувчи разведканинг самарадорлиги ва ишончлилиги пасаяди (ўткир йўналтирилган антенналарнинг қўлланилиши, антенналарнинг йўналтирилган диаграмма ёнбош баргича даражасининг пасайиши, нурланиш вақтининг қисқариши, ёлғон нурланишлар билан нурланишларнинг ниқобланиши ва ҳ.к.).

1.3. Радиомониторинг тизими станциясининг тузилишини таҳлил қилиш

РМ ечаётган масалаларга мос келган ҳолда РМ станциялари РЭВ сигналларини берилган частота ва йўналишлар диапазонларида қабул қилишини таъминлаши керак, сигналларни ва уларнинг манбалари пеленгациясини топиш, қабул қилинган сигналларни топиш ва таҳлил қилиш, изланганларни ҳужжатлаштириш ва рўйхатдан ўтказиш лозим. Бундан ташқари, тўплаш ва маълумотларни ишлаб чиқиш пунктида олинган маълумотларни узатилиши кўзда тутилиши мумкин.

РМ усуллари ва воситаларининг хилма-хиллигига кўра РМ станциясининг соддалаштирилган структуравий схемасини 1.1-расмдагидек келтириш мумкин [76;43-45-б.].

Барча талабларни биргина антенна билан қондириш мумкин эмас, шунинг учун одатда бутун изланаётган частотали диапазонни тўсадиган бир неча антенналар қўлланилади. РЭВ пеленги мақсади учун шунингдек РМ антеннали тизимининг махсус кўриниши учун қўллайдилар. Разведканинг йўналиш диапазонида берилган бир нечта РЭВ сигналларини қабул қилиш антеннанинг йўналиш диаграммасининг бўшлиғида жойлашуви вақтида кетма-кет ўзгаришлар ҳисобига амалга оширилади [35; 59-б].



1.1-расм. Станциянинг соддалаштирилган тузулмавий схемаси

РМ станциясининг қабул қилиш мосламалари (қабул қилгич) куйидаги асосий параметрлар билан изоҳланади:

- δf диапазон билан изланаётган частоталар;
- δf диапазонида разведканинг тезкорлиги T қайта кўриш вақти билан;
- η сезгирлиги билан;
- Δf кенгайтириладиган имконияти билан.

Олиб борилаётган частота ва уни топилиши эҳтимоли бўйича изланаётган сигналлар қидируви усули билан қидирувчи қабул қилгичнинг янада муҳимроқ техник таърифи унинг ёрдами билан изланаётган сигналларни қидириш амалга ошириш мумкин бўлган частоталарнинг тўлиқ диапазони дир. Рақибнинг муҳим радиоэлектрон мосламалари ишлаши мумкин бўлган биргина қидирувчи қабул қилгич иложи борича частоталарнинг янада кенг диапазонини яшириши мақсадга мувофиқ дир [106; 265-268-б.].

РМ воситалари ёрдамида ечилаётган масалаларнинг хилма-хиллиги қабул қилиш мосламалар турларининг кўплигини аниқлайди. Бунда бир каналли кенг поласали қабул қилгичлар фойдаланишлари мумкин.

Бундай қабул қилгичларнинг ўтказиш поласалари РЭВ объектлар разведкаси ишлаши мумкин бўлган бутун частотали диапазонни тўсиб туради. Янада батафсил разведка учун кўп каналли ва сканер қиладиган тор поласали қабул қилиш каналли мосламаларни қўллайдилар [41;25-б.].



1.2-расм. Сканер қилувчи қабул қилгичнинг тузулмавий схемаси

1.2-расмдаги сканер қиладиган қабул қилгичлар дастурга кўра радиомониторинг диапазонидаги барча частотларга созланади [81;81-82-б.].

Кўпинча қайта кўриш дастури изланаётган δf диапазонининг барча частоталарни кўришга олиб боради (панорамали кетма-кетли частотали таҳлил). Лекин бошқа дастурлар ҳам бўлиши мумкин. Масалан, РЭВ разведкаси учун ноахборотли ишлаётган диапазон қисмларининг ўтказилиши. Портатив сканер қилувчи қабул қилгичлар δf 100 кГц дан 30 ГГц гача частоталар полосасида разведка олиб боришлар мумкин [13;30; 77- 79- б., 39;97- 99-б.].

1.4. Радиомониторинг тизимининг техник воситалари

Ушбу параграфда радиомониторингнинг асосий воситаси – частоталарнинг аниқ диапазонида ишлаш учун мўлжалланган радио қабул қилиш учун мўлжалланган мослама (РҚҚМ) кўриб чиқилган.

Масалага боғлиқ бўлган ҳолда бу радио қабул қилгич ёки спектрнинг анализатори бор. Радио қабул қилгич мосламанинг муҳим элементи частоталар диапазони ва шароитлари қўллашига кўра антенналардир. Радио мониторинг учун мослама частоталарнинг аниқ диапазони ва сигналлар турига қандай

мўлжалланган бўлса, шундай кенг поласали ва универсал бўлиши ҳам мумкин.

РҚҚМ турли хил демодуляторлар, кўринишда акс этувчи ва сигналларни рўйхатга олувчи мосламалар, ёзиб олиш имконияти, техник таҳлилнинг турлича воситалари билан жиҳозланган бўлиши мумкин. Одатда РҚҚМ радиомониторинг учун махсус мўлжалланган, радиосигналларни қидириш учун махсус вазифага эга, чунки берилган диапазондаги қидирув ёки хотира катагини сканер қилиш, спектрни аниқ вақтда акс этиши ёки унинг ёзуви, демодулятор чиқишида сигналларни автоматик равишда рўйхатдан ўтказишга (ёзишга) мўлжалланган. Кўпинча РҚҚМ радио мониторинг учун махсус мўлжалланган комплекс қисмидир ва компьютер бошқаруви остида жойлашган, интерфейсни таъминлайди, маълумотларни рўйхатдан ўтказди. Радиомониторинг мажмуаси учун масофавий бошқарув бўлиши, масалан, радиосигналларни пеленгация қилиш мақсадида ёки электромагнит вазиятлари ортида кузатувни ўчириш мумкин. РҚҚМ шахсий бошқарув органлари билан автоном бўлиши мумкин [106;261-264-б].

РҚҚМ ни таърифга кўра қуйидагиларга ажратиш мумкин:

- портатив;
- ҳаракатланувчи/мобил;
- стационар.

Олиб борувчи ёки стационар радиомониторинг учун мўлжалланган замонавий РҚҚМ нинг маълумот вариантда: UMS-100 бўлиб у, Германиянинг Rohde&Schwarz компаниясида ишлаб чиқарилган [88;347-352-б.]. Бу ўлчов қабул қилгичи юқори характеристикаларга эгадир, унинг сезгирлиги, динамик диапазони (эслаб қолиш ва 3-чи тартиблагич интермодуляция бўйича) фақат стационар вариантыда ишлатиладиган кўплаб қабул қилгичлардан афзал. Автоном қўлланилиши учун ўзининг бошқарув органларига эга ва ишнинг тезлиги ва функционаллигини оширадиган махсус дастурли таъминоти ёрдамида бошқарилиши мумкин.

Қидирув функцияли портатив кенг диапазонли қабул қилгичлар сифатида UMS-100, PR-100 портатив қабул қилгичлари, FSV-40 спектр анализатори ва шунингдек EFL-100 кенг поласали қабул қилгич ишлатилади.

Қидирувчи усуллар берилган частоталар поласасида қабул қилгичнинг қайта тузилишига асосланган. Разведканинг маълум

вақтида олиб борилаётган частотани юқори аниқликда топиш ва ўлчашга имкон беради. Одатда, частотали диапазонни кўриб чиқиш қайта кўриш даври билан аррасимон қонун қуйича амалга оширилади.

Қайта кўриш даври ва сигналнинг давомийлигини мос келишига боғлиқлигини топиш усуллари 3 тага синфланади:

- аста-секин қидирув;
- тезкор қидирув;
- ўртача тезликдаги қидирув.

Аста-секин қидирувда қабул қилгичнинг унинг ўтказиш поласа кенглиги қайталаш вақти сигнални такрорлаш давридан кўпдир. *Аста-секин қидирув* доимий ишлаб турадиган радиоэлектрон воситаларини аниқлаш учун яхши мос келади. Бунда частотани тўғри аниқлаш жуда ҳам юқоридир. *Аста-секин қидирувнинг* жиддий камчилиги сигнални аниқлаш вақтининг кўплиги, ва қисқа вақт оралиғида ишлаётган радиоэлектрон воситаларнинг разведкаси кам эҳтимоли борлигидадир. Бу нуқсонни енгиб ўтиш учун қабул қилгични ўтказиш поласасининг кенглигини оширишга тўғри келади. Бу эса ўз навбатида сезгирликни пасайишига олиб келади [26;23-31-б.].

Қабул қилгичнинг қайта кўриш *тезкор қидирув* вақти бутун диапазонда жуда ҳам оз, қайта кўриш тезлиги жуда ҳам юқоридир (микросекундда юзлаб ва минглаб мегагерц). Ушбу қидирув усулида қабул қилгичнинг бир давр ичида қисқа вақтда ишлаётган радиоэлектрон воситаларини топиш эҳтимоли юқоридир, бироқ, частотанинг ҳал этувчи қобилияти ва частотанинг топилишнинг аниқлиги аста-секин қидирувга нисбатан пастдир. Бу эса қабул қилгичнинг резонансли занжирларининг инерционлиги билан боғлиқдир.

Ўртача тезлик билан қидирувда (*эҳтимолли қидирувда*) биргина қайта кўриш вақти давомида қисқа муддатли сигналларни топиш кафолатланмайди, қолган параметрлари эса радиомониторинг мақсадлари учун етарлича яхшидир [6;16-б].

Қидирувсиз усуллар - гетеродин ва филтёрларни қайта кўришсиз ишлаётган частоталарнинг кенг диапазонда сигналларни бир вақтда қабул қилишга асосланган. Ҳаракатдаги радиоэлектрон воситаларининг частоталари разведка вақти жуда ҳам кам бўлиши мумкин, чунки барча спектрлар бир вақтда ва тўлиқ аниқланадилар. Қидирув усуллариининг турлари:

- интерференцион усуллар;
- бир каналли қабул қилгичларнинг қўлланиши;
- кўп каналли қабул қилгичларнинг қўлланиши;

Интерференцион усул масофанинг узунлиги ва частотасига боғлиқ бўлган фазанинг силжишига асосланган. Сигнал антеннага чиқишда турли узунликдаги иккита фидерли чизикларга айрилиб кетади. Бу чизиклар ўтганидан сўнг сигналларнинг вақтинчалик силжиши содир бўлади. Интерференцион усулнинг афзаллиги аппаратуранинг оддийгина амалга оширишдан иборат, камчилиги эса паст сезгирлик ва разведка диапазонининг кенгайишида аниқликнинг пасайиши демакдир.

Кенг поласали *бир каналли қабул қилгичлар*: уларнинг ўтказиш поласалари изланаётган частоталар диапазониغا тенгдир. Тўғри кучланишнинг кенг поласали содда қабул қилгичи антенна, демодулятор, видео кучайтиргич ва индикатордан иборатдир. Бунда частотани аниқлаш тиниқлиги ва сезгирлиги паст бўлади. Бир каналли қабул қилгичлар фақатгина нурланиш фактини ўрнатиш учун қўлланилади.

Кўп каналли қабул қилгичлар частоталарни аниқлашда юқори тиниқликни таъминлайди. Бу эса, частоталарнинг ишчи диапазони филтрлар тизими бир қатор диапазонлар остига бўлинади. Филтрларнинг мусаффоли поласалари бир бирига туташади. Кўп каналли қабул қилгичлар частоталар ва радиоэлектрон воситаларининг турларини хомаки аниқлаш учун қўлланилади. Уларда бир неча ўнлаб каналлар мавжуд.

Пеленгаторлар - нурланиш манбасининг аниқлаш учун қаратилган мосламадир. Пеленгаторлар изланаётган бўшлиқнинг кетма-кетликда кўриб чиқиш билан нурланиш манбасига йўналтирилган қидирувига (масалан, учқурлик йўналтирилган антеннанинг бурилиши) ва деярли бир зумда нурланиш манбага йўналишни топадиган қидирувчиларга бўлинади. Пеленгациянинг юқори аниқлиги антенналарнинг кўплаб сонини қўллаш билан эришилади. Пеленгаторлар радионавигацияда қўлланилади. Йўналиш бўйлаб қидирув тез ва секин бўлиши мумкин.

Радиомониторинг (РМ) қандай назарий бўлса, шундай амалий аҳамиятга эга бўлган электромагнит ҳолатни (ЭМХ) кузатув ва изланиш билан боғлиқ радиоэлектрониканинг авж олиб ривожланаётган соҳаларидан биридир. РМнинг кенг тарқалиши олинаётган ахборотнинг ишончилиги ва тезкорлиги, ёпиқ ҳолда

ҳаракатланиши ва катта масофали ҳаракати билан боғлиқ бўлади [22; 156-б].

РМ техник воситаларининг ривожланиши шуни кўрсатадики, улардаги самарадорликни оширишдаги муаммо сўнгги йилларда куйидаги сабабларга кўра муҳим аҳамиятга эгадир:

1. Илмий-техник жараённинг авж олиб ривожланиши, радиоэлектрон ва телекоммуникацион воситаларни қўллашнинг глобал таърифи РМни ўтказишдаги ЭМХнинг сезиларли даражада қийинлашуви билан боғлиқдир. Ультра қисқа тўлқинлар (УҚТ) диапазонида киришда радионурланиш манбаларининг (РНМ) оқим зичлиги ҳозирги вақтда 50 ГГц ни ташкил қилади ва ўсиб боришда давом этаверади. Бу эса РМнинг автоматлашган комплексларини (РАК) ўтказиш қобилиятини ва тез ҳаракатланишини ошириш мақсадида махсус чоралар кўриш заруратига олиб келади;

2. РАК кириш йўлида турлича жараёнларнинг кўплиги, уларнинг динамикалиги ва априор ноаниқлик даражаси кўплиги ишлов берилаётган маълумотнинг ишончлилиқ даражаси юқори эканлигини таъминлашига қийинчилик туғдиради. Кўрсатилган муаммони ечиш мақсадида РМда қўлланиладиган жараёнларнинг ахборот белгиларини кўпайтириш ва РАК нинг тўсиқларга чидамлилигини ошириш чораларни ишлаб чиқиш зарурдир. Шуни қайд этиш зарурки, РМ масаларининг ечимида ахборот ноаниқлик даражаси радиолокация, радионавигация ва алоқа ечимларига нисбатан сезиларли даражада каттадир. Бу ҳолат РАКнинг тузилиши амалларини аниқлашда қўшимча қийинчиликларга олиб келади.

3. РАКда маълумотларни биринчи қайта ишлаш жараёни маълумотни бирламчи, иккиламчи ва учламчи қайта ишлаш деб номланувчи бир нечта босқичда содир бўлади. Ахборотли радиотизимлар (РТ) билан таққослаш маълумотни кўчирадиган радиотизим (МКРТ) сингари синфлаштириш имкон беради, чунки улар ўхшаш мақсадларга эга ва шунингдек, уларнинг маълумотларни бирламчи қайта ишлашини радиотизимнинг бирламчи, иккиламчи ва учламчи яхлитлиги деб тасаввур қилса бўлади.

Маълумотни бирламчи ишлаб чиқиш тушунчаси асосида кириш жараёнларининг функционал ўзгаришлари деб тушунилади, улар асосида сигналларнинг ахборотли параметрларнинг баҳолари шаклланади. Уларга топиш, турли параметрлар бўйича

сигналларнинг тахминий селекцияси, жараёнларнинг оқиб киришини меъёрлаш, сигналларнинг энергетик ва нознергетик параметрларини баҳолаш, ҳисоблаб чиқиш учун қулай бўлган чиқиш самарасини мисол келтиришлар киритилади. Агар бирламчи ишлаб чиқишда фойдали сигналларни тўсиқлардан статистик фарқлаш қўлланилса, иккиламчи ишлаб чиқишда эса, улар асосида шундай масалалар ечилади, мана масалан, радионурланиш манба турининг индентификацияси (мақсади) ва унинг ҳаракати траекториясини аниқлаш сигналларнинг информацион параметрлари баҳоларининг вақтинчалик оқимининг статистик таърифлари қўлланилади.

Иккиламчи ишлаб чиқиш кетма-кетлик ёки параллелли бирламчи ишлаб чиқиш натижасида олинган маълумотлар асосида бир мақсадга қарашли ўхшаш ҳодисалар йўли билан амалга оширилади. РМ маълумотларини ўтказишда, комплекслардан бирида олинган иккиламчи ишлаб чиқиш натижалари бошқа бўшлиқларга тарқатилган комплекслардан олинган ўхшаш маълумотлар билан биргаликда фойдаланиш мумкин. Масалан, жойлашув ўрнини аниқлаш, объектлар ёки қуролларни бошқарадиган командаларни шаклланиши, тақсимланишнинг оптимал мақсади, РМ воситаларининг яхлитликнинг тактик ва техник таърифларини яхшилаш чораларини кўриш. Сўнгги ҳолат сигналларнинг маълумотли параметрлари баҳоларининг вақт бўшлиғи оқимининг статистик таърифлари қўлланиладиган учламчи ишлаб чиқишга тўғри келади.

РАКда ташқи муҳит билан бевосита алоқасини амалга оширадиган чиқиши радиотизимининг бирламчи яхлитлиги муҳим роль ўйнайди. Радиотизимнинг бирламчи яхлитлигида олинган маълумотнинг ишончлилиги ва тўлиқлиги РАКнинг самарадорлигига аниқ таъсир кўрсатади. Радиомониторинг автоматлаштирилган комплексларини лойиҳалаштиришда назарий асосларни ривожлантиришда катта ҳисса кўшган Россия ва чет эллик олимлар Берг А.И., Сифоров В.И., Апович А.Ф., Вакин С.А., Вартенесян В.А., Давидов С.Я., Дятлов А.П., Житов Ю.И., Карманов Ю.Т., Мартинов В.А., Перунов Ю.М., Радзиевский В.Г., Грин Д., Джонстон С., Томас Д. ва Муҳаммад Ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университидан академик Т.Д.Раджабов, т.ф.н. Д.Н.Ликинцов,

т.ф.н. В.А.Губенко, Д.А.Давронбеков, А.Ш.Шахобиддинов ва бошқалардир.

РМда мавжуд бўлган таҳлил шуни кўрсатадики, РАКни тузишда амалга оширилишнинг кўплаб усуллар, алгоритмлар ва вариантлар қўлланилади. Бу хилма-хиллик бир томонлама РМни қўллаш соҳаларининг кенгайиши ҳисобига кириш маълумоти оқимининг доимий кўпайиш ўрни ва амалдаги масалаларнинг мураккаблиги ва номенклатурасига сабаб бўлса, иккинчи томондан, услубий ва конструктив-технологик базанинг доимий такомиллашиши содир бўлади.

Сўнгги йилларда Россия корхоналарида (Навигатор, Иркос, Радиосервис, Нелк) ва чет эллик компаниялар билан биргаликда (ESL (CUJA), Delfin Systems (АҚШ), AOR (Япония), Rohde Schwarz (Германия), Tomson (Англия)) ва ҳ. к. УҚТ диапазондаги антенналар, қабул қилиш мосламалар, анализаторлар ва сигналлар параметрини ўлчагичлар, дастурий таъминот, ҳисоблаш техникаси, шунингдек турли хил вазифали автоматлаштирилган комплексларни ўз ичига олувчи техник воситаларнинг кенг номенклатураси ишлаб чиқилган.

РЭВларнинг сони ошиши билан бирга улар бажарадиган вазифалар ҳам сезиларлича мураккаблашди, кўрсатадиган хизматлари 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 ҳудудда жойлашган радиоэлектрон мажмуаси мураккаб электромагнит муҳитни юзага келтириб чиқаради. Бундай ҳолатлар самолётларда, космик кемаларда, кемаларда, радиоалоқа узелларида ва ҳоказоларда юзага келади. 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 станциялар сонининг ошиши электромагнит муҳитни нисбатан мураккаблашишига олиб келмоқда. Бундан ташқари

турли РЭВ антенналари сони кичик бир ҳудудда ошиб бориши ҳам электромагнит муҳитга кучли таъсир кўрсатади.

Тадқиқот ишида радиоэлектрон воситалар антенналари сони кичик бир ҳудуд учун электромагнит муҳит таъсир доирасида ўрганиб чиқилган.

Баъзан антенналар орасидаги масофа бир неча ўн метрлардан километрларгача 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 қабул қилиш антенналарида баъзи вақтларда бир неча 10 вольтга ҳам етиши, натижада радиоқабул қилиш қурилмалари кириш каскадларида кучли блокировкалаш ҳодисаси юз бериши, баъзан эса юқори сезувчанликка эга қурилмаларни ишдан чиқариши ҳам мумкин. Радиолокацион станциялар ва катта қувватли қисқа тўлқин радиоузатгичлари кучли радиохлақитларни юзага келтириши мумкин.

Радиоузатгич қурилмалари антенналарининг бир-бирига таъсири натижасида уларда ҳосил бўладиган электр юритувчи кучлар ҳам катта хавф туғдиради. Уларнинг 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.

Электромагнит мослашув (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 бўлади, бунда РЭВга ЭММ нуқтаи назаридан қўйиладиган асосий талаблар аниқланади. Бу талаблар РЭВнинг асосий вазифани бажаришини таъминлаши учун керакли техник талабларга қарши бўлмаслиги, унинг асосий кўрсаткичларини конструкциялаши ва ишлаб чиқариш технологияларини эътиборга олган ҳолда тузатишлар киритиши лозим бўлади. ЭММни таҳлил этиш усулларида ҳозирда ва келгусида фойдаланиладиган энг самаралиси, бу – электрон ҳисоблаш машинаси (ЭҲМ)да математик моделлаштириш усули бўлиб ҳисобланади, чунки ЭММ масалаларини илмий асосда ўрганиш ва тадқиқ қилишда етарлича

мураккаб жараёнларни жуда кўп маълумотлардан олиш керак бўлади.

ЭММни бу босқичи натижасида радиохалақитлардан зарарланадиган турли рецепторлар, энг хавфли радиохалақитлар манбаи, аппаратурага радиохалақитларнинг таъсир этиш йўллари, турли РЭВнинг катта радиотизим шаклида ЭММ нуқтаи назаридан ҳам жиҳатликда мослашиб ишлашларига таъсирларни баҳолаш, шу жиҳатдан ажратилган частоталар полосасидан самарали фойдаланиш нуқтаи назаридан ҳам баҳолаш керак.

Таҳлиллар етарли даражада ишонарли бўлиши учун, ушбу 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 кўрсаткичларни ўлчаш махсус ўлчаш услубларини билишни, қўллашни талаб қилади ва ўлчашлар натижасида аниқ маълумотлар берувчи, кам шовқинли, ночизиқлилик 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 зарур. 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 етарлича 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 характеристикалари ЭММ нуқтаи назаридан яхшилашга йўналтирилади. Бу тадбирларга анъанавий тадбирлар радиоузатиш қурилмаларининг кераксиз нурлатишларини, радиоқабул қилиш қурилмаларининг ҳалақитга бардошликларини таъминловчи радиотехник усуллар орқали амалга оширилади.

Булардан энг кўп тарқалгани: филтрлаш, экранлаш, ҳалақитлардан ҳимоялаш махсус схемаларни яратиш, РЭВ

радиотракти динамик диапазонини кенгайтириш ва бошқалар ҳисобланади. Бу усуллардан радиоузатиш қурилмалари ва радиоқабул қилиш қурилмалари пайдо бўлган вақтдан бери фойдаланилади ва улар мукаммаллашиб бормоқда.

ЭММга тегишли ташкилий жараёнда РЭВ мажмуаси устида амалга оширилади, бунда ўрганилаётган РЭВ мажмуасининг 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 бошқаришга уларнинг параметрлари ва сигналлари структурасини ўзгартириш орқали улар ёрдамида бажарилиши керак бўлган мақсад амалга оширилади.

Ташкилий тадбирларни лойиҳалаш босқичида ҳам амалга ошириш мақсадга мувофиқдир, 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 тўпланган ҳолда, алоқа узелларида фойдаланиладиган бўлса, у ҳолда модуляция турини ҳам эътиборга олиш керак, чунки ажратилган частоталар полосасидан самарали фойдаланиш сигнал модуляциясига боғлиқ. РЭВда фойдаланилаётган сигналлар параметрларини ўзгартириш имконияти қанча катта бўлса ва аппаратура алоҳида қисмлари ва қурилмаларининг характеристикаларини ўзгартириш имконияти қанча катта бўлса, РЭВ структурасини ўзгартириш имконияти шунча ошади ва ЭММни таъминлаш муаммоси нисбатан осон ечилади.

МноGRAфиянинг ташкилий тадбирларида аппаратурага ўзгартиришлар киритишни ва қўшимча маблағларни талаб этилади, шунинг учун ҳам бу тадбирларнинг самараси ва мақсадга мувофиқлигини алоҳида эътиборга олинган.

Агар РЭВ тўпланган ҳудуд ажратилган частоталардан фойдаланиш даражаси вақт бўйича ва частотадан фойдаланиш бўйича тиғиз бўлса, у ҳолда янги частоталар диапазонидан фойдаланиш тадбирини кўриш керак. Янги частоталар диапазонидан фойдаланишда илм ва техника ютуқларидан

фойдаланиш керак бўлади. бунинг учун махсус халқаро хизмат ташкил этилган бўлиб, у маълум вақт оралиғида чақириладиган бутун жаҳон радиоалоқа конференцияси мажлисларида муҳокама этилади. Ушбу конференцияларда баъзи радиохизматлар учун частоталар қайта тақсимланади, масалан, денгиз ҳаракатдаги радиоалоқа хизмати; телевидение, радиоэшиттириш, космик радиоалоқа ва бошқалар [3;22-б.]

I-боб бўйича хулосалар

1. Радиомониторинг электромагнит нурланишнинг қабул қилиш асосида маълумотларни аниқлаш ва таниб олишни таъминлайди. Маълумотларни қайта ишлашда юқори ишончлилиги ва тезкорлик фарқли хусусиятларга эга бўлган радиомониторингнинг асосий йўналишларидан бири бу экспресс-таҳлили эканлиги кўрсатиб ўтилди.

2. РЭВнинг пайдо бўлиши билан боғлиқ бўлган экспресс таҳлилнинг тезкорлиги ва ишончлилиги бўйича замонавий талабларга тўлақонли жавоб бермайдиган техник воситалар мавжуд эканлиги аниқланди.

3. Ушбу бобда қайта кўриш, қидириш даври ва сигналнинг давомийлигининг мос келишига боғлиқ бўлган учта: аста-секин қидирув, тезкор қидирув, ҳамда ўртача тезликдаги қидирув усуллари фарқлари кўрсатиб ўтилди.

4. Монографияда кўрсатилган муаммони ҳал қилиш мақсадида спектрли ва ўзаро боғлиқ бўлган таҳлил усуллари биргаликда изланиш асосида амалга оширилган электромагнит ҳолатнинг экспресс-анализаторлари изланиши ва ишлаб чиқиши зарурлиги аниқланди.

5. Радиомониторинг соҳасини ўрганиш ва унинг радионурланиш сабабларини аниқлашда Германия, Россия ва Ўзбекистоннинг етук олимлари ўтказган илмий тадқиқотлари ҳамда изланишлари ўрганилган. Улар қолдирган улкан илмий мероси монография тадқиқот ишларида асос бўлиб хизмат қилади.

II БОБ. НУРЛАНИШ МАНБА КООРДИНАТАЛАРИНИ ЮҚОРИ АНИҚЛИКДА РАДИОМОНИТОРИНГ УСУЛИНИ ЯРАТИШ

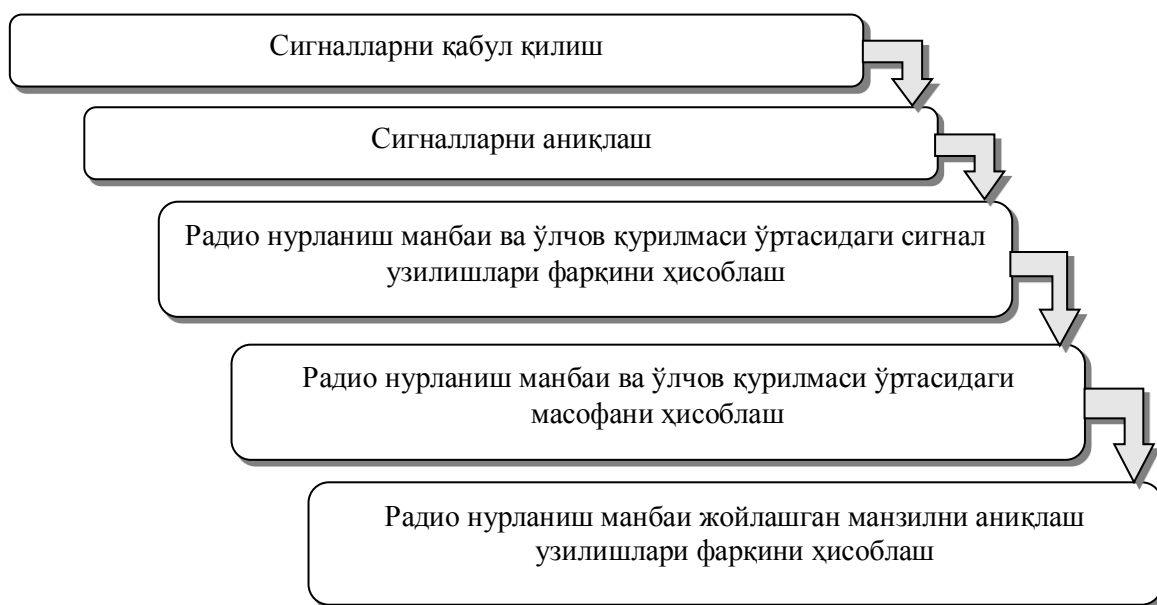
2.1. Нурланиш манба координатларини аниқлашнинг узоқ ўлчовли тарқатма усули

Пассив радиомониторинг тизимида, радионурланиш манбаларининг координаталарини аниқлайдиган узоқ ўлчовли тарқатма усули кенг қўлланилади, бунда ушбу усулнинг нуқсони тақсимланган тизимни ҳар бир қабул қилиш пунктида сигнал қабул қилишнинг турлича вақтини аниқ ўлчашга боғлиқ. Сигнал келиш вақтининг турлича ўлчов аниқлигини ошириш усулларида бири – бу қабул қилинадиган сигнал/шовқин муносабатининг кўпайишидир [5;28-33-б.,57;156-б.].

Радиомониторингнинг шу каби тизимларида маълум бўлмаган қутбланиш билан радионурланиш манбаи координатини аниқлаш вазифаси вужудга келади. Ўхшаш манбаларнинг муваффақиятли топилиши учун ортогонал қутбланиш бўйича икки киришли антеннали тизимли сигналлари алоҳида қабули қўлланилади. Шундай қилиб, сигнал/шовқинга максимал муносабатни таъминлаш мақсади билан қабул қилинган сигналларни ҳамкорликда ишлаб чиқиш талаб қилинади. Сигналларни қабул қиладиган электромагнит майдонининг қутбланиши қабул қилувчи антенна йўналиши диаграммаси билан мос келмаслиги мумкин. Бунинг сабаби шундаки, қутбланиш олдиндан маълум бўлмаслиги мумкин, шунингдек тарқатишда акс этиш сабабли тасодифий характерга эга бўлган ноқутбланиш самараси натижасида ўзгариши мумкин. Бир қутбланишда қабул қиладиган ҳодиса учун сигналнинг келиш вақти фарқини аниқлаш усули мақолада тасвирланган [57;157-б]. Икки ортогонал қутбланишда икки киришли антеннали тизими ёрдами билан сигналларни қабул қилиш олиб борилади, қабул қилинган сигналлар ҳамкорликда ишлаб чиқишни талаб қиладди. Шундай бўлса, икки киришли антенна чиқишлари билан ҳар бир қабул қилиш пунктида иккитадан сигнал мавжуд. Бизнинг ҳолатимизда ҳар бир космик кичик аппаратида (ККА) ортогонал қутбланиш бўйича шартли равишда горизонтал ва вертикал қутбланиш дейилади. Шундай қилиб, тизим сигналларини иккита қабул қилиш пункти учун ҳар бир пунктда иккитадан жами тўртта сигнал қабул қилинади [55; 54-55-б].

Координатларнинг юқори даражадаги аниқлик билан аниқланишига кузатувнинг кўп томонлама тизими ёрдамида эришилиши мумкин. Ўзгарадиган номаълум сигналларни ўлчаб аниқланганда, тенгламалар сони ўзгарувчилар сонидан кам бўлмаслиги керак. Тенгламалар (ўлчовлар) сони ва мақсадли маънолар сони оралиқ фарқи шартлар сони деб аталади [89; 627-645-б].

Кўриладиган мониторинг ҳолат тизимига ўлчовнинг камида учта пункти кириши лозим. Улардан бири марказий (бош) пункт деб ҳисобланади. Марказий пункт қизиқтираётган сигнални топиш ва қабул қилиш, периферия пунктларидаги (ПП) маълумотларни тўплаш ва ишлаш, радионурланиш манбаи (РНМ) координатлари ҳисобини амалга оширади. Мониторинг ҳолати амалга ошириладиган сигналларни қабул қилиш, ПП ташқари, хизмат маълумотларини узатиш ва ретрансляция қилиш учун марказий пункт билан икки томонлама алоқани таъминлаши керак.



2.1-расм. РНМ ўрнини аниқлаш узоқ ўлчовли тарқатма усулининг тузилмавий схемаси

Ўлчовнинг барча пунктлари шахсий координатлар ва соатларнинг синхронизацияси учун навигация тизими билан ишлашни таъминлаши керак. Ушбу тизимнинг тузилиш схемаси 2.1-расмда келтирилган.

Кўриб чиқилаётган мониторинг ҳолат тизимига қуйидаги талаблар қўйилади:

- кўчириладиган универсал модул базасида кўрилиши керак;

- жуда юқори частота, ультра юқори частоталар диапазонида ишлаётган тизим радионурланиш манбаининг мониторинг ҳолатини таъминлаш керак;
- марказий пункт ва РНМдан 4 км масофадаги пунктларни максимал узоқлаштиради;
- бир вақтнинг ўзида тизим 80 МГц гача бўлган частоталар полосасида ишлаши керак;
- периферия пунктлар аппаратураси автоматик равишда ишлаши керак;
- марказий пунктнинг аппаратураси-универсал модул, компьютер кўринишида қўшимча ҳисоблаш воситалари билан тўлдирилади;
- ён-атрофдаги ҳолатга минимал талаблар билан ерда аппаратнинг яширин жойлашуви таъминланиши керак.

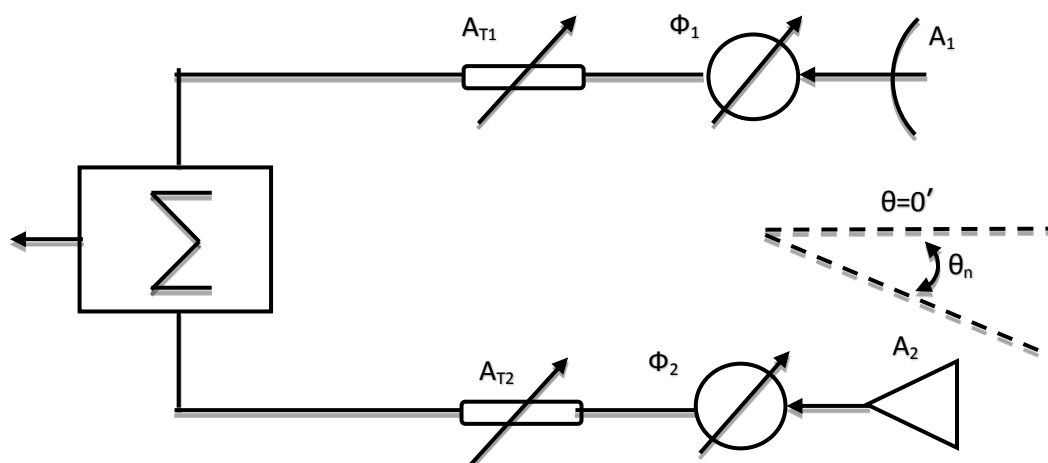
Ушбу тизимнинг ишлаш тамоили шундаки, қабул қилгич сигналини аниқлаши ва қабул қилиши керак бўлади. Шундан сўнг сигнал қайд қилинади, Сўнгра абонентлар орасида кечикишлар ҳисоблаб чиқилади ва масофа қайтадан ҳисобланади. Шундай қилиб, радионурланиш манбаининг жойлашган ўрни аниқланади.

2.2. Ўлчов антенналари асосида индустриал радиохалақитлар характеристикаларини аниқлаш

Радиомагнит нурланишнинг радио қабулида халақитлар радио қабул қилгичнинг занжирига таъсир этувчи сигнални тўғри қабул қилишга тўсқинлик қилади ва маълум бўлган функционал боғлиқлик бу сигнал билан боғлиқ бўлмаган, шунингдек, радио тўлқинларни тарқатишда сигналларнинг бузилишига олиб келади. Радио тўлқинларни қабул қилишда радиохалақитлар табиий ва техник бўлиши, телеграмм матнларини қабул қилишда, телевизор экранида акс этиш шакллариининг бузилишида, радиоэшиттиришда рухсат берилмаган товушларни (кўзда тутилмаган) бузилишларида кузатилади [48;126–125-б, 31;259–261-б.].

Маълум берилган йўналишда нолли даражадаги нурланиш олишни икки аксли антенна мисолида кўриш мумкин. У бирида антенна, бошқарилувчи фаза ўзгартиргич ва аттенюатор жойлашган икки каналдан иборат. Иккала каналнинг чиқишлари бирлаштирилган икки аксли антенна намунаси (2.2-расм). A_{T1} ва A_{T2} аттенюаторларни созлаш орқали, 1 ва 2 каналларда θ_n йўналиш орқали келаётган радиохалақит даражасини тўғрилаш, фаза

Ўзгартиргичлар билан улар орасида 180° га тенг фаза силжишини ҳосил қилиш мумкин.



2.2- расм. Икки акс этувчи антенна намунаси

Бу билан шундай хулосага келинадики, бизга керак бўлган радиотўлқин радиохалакит бардошлиги таъминланади.

Самарқанд вилоятида Электромагнит мослашув хизматида юқори частотали қурилмалар (ЮЧҚ) рўйхатдан ўтган.

Вилоят бўйича жами 9 та рўйхатдан ўтган ЮЧҚ ишлатишга рухсат этилган.

2.1-жадвал

Самарқанд вилоятида рўйхатдан ўтган ЮЧҚлар

№	Корхоналарнинг номлари	ЮЧҚ сони
1.	Геологик изланишларнинг марказий лабораторияси	8
2.	Вилоят стоматологияси	1
3.	Самарқанд вилоятида Электромагнит мослашув хизматида рўйхатдан ўтган ЮЧҚ	9

Самарқанд вилоятидаги тайёр техникаларни ишлаб чиқариш бўйича корхоналар сони 1 сентябрь 2019 йилда 9 донани ташкил қилади:

Индустриал радиохалакитлар (ИРХ)нинг бартараф этилиши, ўз ичига, ИРХга бўлган таъсирни кучсизланишга ёки бартараф этишга қаратилган ташкилий ва (ёки) техник чораларни олади. Бу чоралар электр мосламаларни ишлаб чиқиш, ўрнатиш ва эксплуатация қилиниши орқали олиб борилади. ИРХнинг бартараф

этилишини ИРХнинг ўзида бажарилиши мумкин бўлганидек, радио қабул қилгичда радиоҳалақитни бартараф этилишини мосламалар ва радиоҳалақит бартараф этадиган элементлар ёрдамида амалга оширилади. ИРХнинг тарқалашида ҳам бажарилиши мумкиндир. Радиоҳалақит берадиган элементларга, масалан, ИРХ энергиясини бартараф этиш ёки қайта таксимот қиладиган дроссели, конденсаторлар, филтрлар кирази [31;251–252-б.]. Бир маҳсулотга конструктив бирлашган, радиоҳалақитни бартараф этадиган элементлар йиғиндиси радиоҳалақитни бартараф этадиган мослама деб аталади. Ушбу мослама, радиоҳалақитларни бартараф этиш мақсадида радиоэлектрон воситалар учун зарур бўлган радиоҳалақитни сўндирувчи мосламалар ва элементлардан ташкил топган бўлади.

Ҳар бир радиоҳалақитни сўндирувчи элемент (мослама, ускуна) элементга (мослама, ускуна) меъёрий-техник ҳужжатда кўрсатилган ИРХни бартараф этишни таъминловчи ишчи частота полосасига эгадир [65;29-30-б].

ИРХнинг асосий бартараф этиш усуллари, экранлаштириш ва филтрлашдир. Кожух, девор, тўсиқлар, кўтарма ва бошқа металл экранлар ёрдами билан экранлаштириш амалга оширилади. Экранлаштиришнинг асосий масаласи ИРХнинг электромагнит майдонининг ўраб турган бўшлиқдан локализация ва изоляциясидан иборатдир. Юқори частотали электромагнит майдонларининг сўндирувчи металллар, жумладан: пўлат, мис, алюминийли экранларни – ёки ферропластларни қўлланилади. Паст частотали майдонлар ферромагнит материллар: ферритлар, пермалиодлар ва бошқалар билан кучсизлантиради. [19;16-б].

Экранларнинг ишлаши уларнинг экранли қобиғлар қалинлигидаги ҳаракатга асосланган электромагнит режимга бўлинади. Электромагнитли экранлаштириш экраннинг металл қалинлигидан электромагнит энергиясининг сингиши ва кўп марта акс эттирилиши билан бостирилиши мумкин. Шунинг учун экранлаштириш – паст частоталарда (тахминан 10 МГц гача), юқори частоталарда эса сингиш самаралари акс этишда намоён бўлади. Агар ИРХ манбасига асосан магнит майдонини ҳосил қилса, у ҳолда мис билан экранланади. Экраннинг ўлчови қанчалик кам ва унинг деворлари қалин бўлса, шунчалик пўлатнинг экранлилиги янада яхшироқ бўлади. Экранлилигининг сифати кучли

даражада экраннинг узлуксиз эканлигига боғлиқдир. Ушбу шартни бажариш учун кўтармалар, улоқлар, прокладкалар қўлланилади, экранларнинг алоҳида конструкциялар уланган жойларини эритиб уланади ёки елим билан елимланади.

2.2-жадвал

Самарқанд вилоятида ИРХ чиқиши мумкин бўлган
корхоналар

№	Корхоналарнинг номлари	Ишлаб чиқариладиган маҳсулот номи
1.	АО «SINO»	Алоҳида ташқи эшиклари билан комбинация килинган совутгичлар ва музлатгичлар
2.	ООО «САМАРҚАНД АВТОМОБИЛЬ ЗАВОДИ» ISUZU	Турлича типдаги автомобиллар
3.	СП ООО «JV MAN AUTO UZBEKISTAN»	Турлича типдаги автомобиллар
4.	ООО "EXPERT OF FLOUR PRODUCTION"	Алоҳида ташқи эшиклари билан комбинация килинган совутгичлар ва музлатгичлар
5.	ООО "SAM SILVER PLAST" Ўзбек-Хитой қўшма корхонаси	Маиший, микро тўлқинли печкалар
6.	ООО "IDEAL ELEKTRO LYUKS" Ўзбек-Турк қўшма корхонаси	Маиший, микро тўлқинли печкалар
7.	ООО "ELXOLDING" илмий ишлаб чиқариш бирлашмаси	Бошқа гуруҳларга киритилмаган мотоцикллар; мотоцик аравачалар
8.	ООО "YUANLONG"	Бошқа гуруҳларга киритилмаган мотоцикллар; мотоцик аравачалар
9.	ООО "LIFT GROUP"	Электр бошқармали скипли юккўтаргичлар

ИРХ филтрацияси электр мосламаларнинг тармоқ қисқичларида ҳалақитларнинг пасайишидан иборат – филтрлар ёрдамида ИРХ манбаларини йўқотади [64; Жб].

Филтрлар ҳажмли, индуктив-ҳажмли, бир қисмли ва кўп қисмли бўлиши мумкин.

Радио аниқликнинг бош вазифаси – ҳалақит шароитларида нурланаётган ёки қайта нурланаётган объект билан сигнални топишдир. Радио тўлқинларни акс этиш ва тарқатиш – фаол аниқлашга асосланган икки ҳодисадир. Ҳарорати абсолют нолдан юқори бўлган жисмоний тана, электромагнит тебранишни нурлантиради.

Ҳар бир қурилма ўзининг частотасида ишлашидан ташқари электромагнит шовкинга нур тарқатади. Шунингдек, кўпинча бу ортиқча радио шовкин бошқа мосламаларнинг частотали спектрига тушиб ишдан чиқариши мумкин.

2.3-§. Нурланиш манбаларини аниқловчи антенна комплексини яратиш

Ҳозирги вақтда Электромагнит мослашув маркази Давлат унитар корхонаси қуйидаги антенналардан фойдаланади.

– НЕ-010 актив стерженли антенна, 10 кГц-80 МГц частоталар диапазон, узунликнинг 1м вертикал қутбланишли, диаметри 120 мм бўлган стержен;

– НЕ-023 актив вертикал ва горизонтал қутбланиш сигналларини бир вақтда қабул қилишга мўлжалланган;

– НЕ-309 актив вертикал дипол 20-1300 МГц частоталар диапазонда вертикал қутбланиш билан нурланишни қабул қилиш учун мўлжалланган;

– НН-902 турли томонга йўналтирилган антенна вертикал ва горизонтал қутбланиш сигналларни бир вақтда қабул қилишга мўлжалланган. Кенг поласали пеленгация ва 1-3 ГГц диапазон сигналлари учун ЮЧ(ВЧ) назоратига мос келади;

– 20 дан 3600 МГц гача бўлган частотали диапазонда вертикал қутбланиш сигналларини қабул қилаётган 9 та қабул қилиш элементлар ва рефлекторлардан иборат ADD-295 кенг поласали пеленгация антеннаси;

– Пеленгация хатоси: $20-200 \text{ МГц} \leq 2$ градуснинг, $200-1300 \text{ МГц} \leq 1$ градус, $1300-3600 \text{ МГц} \leq 3$ градусни ташкил қилади.

Рупорли антенна очик нурланувчи учли кесимнинг ўзгарувчан (кенгаяётган) радио тўлқинларни қисқа масофага узатгичининг бир қисмини ташкил қилади. Одатда рупорли антеннани рупорнинг тор учига уланган радио тўлқинларини қисқа масофага узатгич билан кузатади. Шаклига кўра рупор Е-секториалли, Н-секториалли,

пирамидали ва конусли рупорли антенналарга бўлинади [91;13-17-б.].

Монографияда кўрилаётган рупорли антенналар жуда ҳам кенг полосали ва спектрларни таъминловчили чизиғи билан жуда ҳам мос келади, Радио тўлқинларни қисқа масофага узатгични кўзғатувчи хусусиятлари билан антенна полосаси аниқланади. Ушбу антенналарга йўналиш диаграммасининг (-40 dB гача) орқа баргча (лепесток)ларининг паст даражаси билан барқарорлиги, рупорнинг соя томонига юқори частота-оқимлари кам кўринади. Рупорли антенналар унчалик катта бўлмаган кучланиш билан конструктив оддийдир, лекин катта-катта (>25 dB) кучланишга етишда мосламаларнинг (линзалар ёки ойналар) рупорни очилишида фаза тўлқинини текисланишини қўлланилишини талаб қилади. Шунга ўхшаш мосламаларсиз антеннани деярли узун ясашга тўғри келади.

Рупорли антенналарни қандай ҳолда мустақил қўлланилса, шундай ойнали ёки бошқа антенналарнинг нурлантирувчиси сифатида ҳам қўлласа бўлади. Парабола акс этувчиси билан конструктив бирлашган рупорли антеннани кўпинча рупор-парабол антеннаси деб аташади. Унча катта бўлмаган кучланишли рупорли антеннани хусусиятларининг тўғри терилганлиги ва яхши такрорланишлилиги учун кўпинча ўлчагичлар сифатида қўллашади.

Пирамидали рупорли антенна. Рупорли антеннанинг кучланиши унинг очилиш майдони билан аниқланади ва қуйидаги формула билан ҳисобланиши мумкин:

$$S=L_E L_H \quad (2.1)$$

S - рупорни очиш майдони, L_E -рупор юзасини ишлатиш коэффиценти, марказий ва периферий нурларининг тарқалишининг фарқ қилиши учун 0.6 га тенг, лекин мосламаларнинг текисланаётган фаза тўлқинларини қўллашда $\pi/2$ ва 0,8 га яқиндир.

H текислигида нолга тенг бўлган нурланиш бўйича антеннанинг йўналтирилган диаграммасининг бош баргчанинг кенглиги:

$$2\phi_{0.H} = 170^\circ \frac{\lambda}{L_H} \quad (2.2)$$

Е текислигида нолга тенг бўлган нурланиш бўйича антеннанинг йўналтирилган диаграммасининг бош баргчанинг кенглиги:

$$2\phi_{0.E} = 115^\circ \frac{\lambda}{L_E} \quad (2.3)$$

Шундай қилиб, L_E ва L_H антеннанинг йўналтирилган диаграммаси H текислигида тенглигида 1,5 марта кенгдир, кўпинча, иккала текисликларда баргчанинг бир хилда кенгликка эга бўлиш учун қуйидаги танланади:

$$L_H = 1,5L_E \quad (2.4)$$

Йўл қўйилган чегараларда рупорнинг очилишида фазали бузилишининг ушлаб қолиш учун ($\pi/2$ дан кўп эмас) шартнинг бажарилиши зарурдир (пирамидали рупор учун):

$$\frac{\pi}{4\lambda} \left(\frac{L_E^2}{R_e} + \frac{L_H^2}{R_H} \right) \leq \frac{\pi}{2}, \quad (2.5)$$

У ҳолда L_E ва L_H – рупорни ҳосил қилувчи пирамида чегарасининг баландилигидир [31;76-77-б.]..

ЎЮЧ антенналари янада паст частотали антенналар сингари электромагнит энергияни бўшлиқда нурланиши ва ушбу энергияни бўшлиқдан қабул қилиш учун мўлжалланган. Антеннанинг асосий тавсифига қўйилган талаблар унинг мақсадли вазифаси билан аниқланади.

Антенналар маълумотларни узатиш ёки қабул қилиш учун мўлжалланади, лекин одатда улар бу иккала вазифаларни бир вақтда бажариши ҳам мумкин, масалан, радиолокацияда. Агарда антенналар ўзаро мосламаларни ифодаласа, масалан, улар таркибида феррит элементлар бўлмаса, уларнинг тавсифи маълумотларни қабул қилишда ёки узатишда тўлиқ мос келади [3;276-277-б.]..

Антеннанинг асосий хусусияти – электромагнит сигналларни самарали қабул қилинишини ёки аниқ йўналишда электромагнит майдонинг нурланишини таъминлайди. Антенналарнинг йўналишлиги махсус жадваллар билан – **йўналишлик диаграммаси (ЙД)** билан тавсифланади [91;13-17-б.]. Бундай диаграммалар горизонтал ва вертикал текисликларни аниқлайдилар. Бунинг учун декартлилар сингари кутб координаталарда қўлланилади. ЙДнинг йўналиш диаграммасини горизонтал ва вертикал текисликларда ёйилиш бурчакларидан ва шунингдек, ёнбошдаги баргчаларнинг

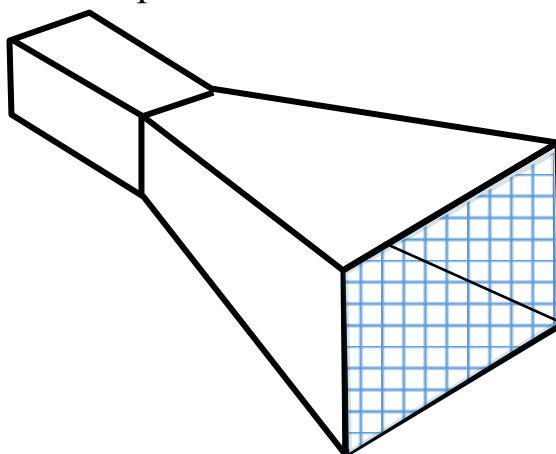
сони, уларнинг жадалилиги ва бўшлиқдаги ўрндан дарак берадиган рақамли маълумотлар билан тасвирласа бўлади.

Антеннанинг янада муҳим таснифи – бу асосий баргча чегарасида жойлашган йўналишлар орасидаги бурчакнинг катталиги билан аниқланадиган ва нурланишнинг бош максимумига нисбатан нурланиш қувватининг (майдон бўйлаб даражаси 0,707 ёки -3 дБ) ярмига мос келадиган (ёки қабулига) ЙДнинг кенглигига айтилади.

Антеннанинг ишлаш самарадорлиги η_A қуйидагича таснифланади [83;39-42-б]:

- *йўналтирилган харакатнинг коэффиценти D (ЙХК)* – антенна орқали келиб чиқувчи йўналишнинг максимал нурланишига, майдоннинг кучланиш квадратининг ўртача қиймати электромагнит майдоннинг кучланиш катталиги квадратига тенглигидир;

- *η_A фойдали харакат коэффиценти* – нурланишнинг бутун нурланиш қувватининг антеннага яқин олиб келинган тўлиқ қувватига қарашлилигидир.



2.3-расм. Пирамидали рупорли нурлатгич

Бу икки коэффицентнинг кўпайтмаси янги параметрни беради – йўқотишсиз бўлган изотроп антенна билан таққослаганда кўрилаётган антеннани ишлатиш натижасида олинган ҳақиқий ютиш қувватини таснифловчи k_y антеннанинг кучайиш коэффицентидир:

$$k_y = D \eta_A. \quad (2.6)$$

Антеннанинг йўналтирилган хусусиятлари $S_{эфф}$ нурланаётган майдоннинг самарали ўлчамлари деб номланганлардан жиддий равишда боғлиқдир

$$k_y = 4 \eta_A S_{эфф} / \lambda^2, \quad (2.7)$$

Бунда λ – антеннадан нурланаётган электромагнит узунлиги.

Экспериментал қисмнинг таснифи:

- қабул қилувчи ўлчагичли антенна П6-23А;
- спектрнинг ўлчов қурилмалари UMS-100, PR-100;
- бошқариш блоки ТЖ 2.287.002;
- коаксиалли кабеллар.

Қабул қилувчи ўлчагичли антенна П6-23А (кейинчалик антенна) коаксиал узатаётган тарқатаётган линия, боғланган майдон энергиясига эркин электромагнит майдоннинг қайта ўзгариши учун мўлжалланган антеннадир.

Антенна қабул қилувчи ўлчовли мосламалар ва генераторлар электромагнит майдонининг қувват оқими, антеннали мосламаларнинг параметрлари, радио электрон воситаларнинг электромагнит параметрлари билан мос келиши ва шунингдек, берилган қувват оқимининг зичлиги билан электромагнит майдоннинг кузатилишини ўлчаш учун қўлланилади [77;107-109-б.].

Чизиқли қутбланувчи бир каналли антенна. Антенналар лабораторияларда, завод шароитларида ва очик ҳаводаги дала шароитларида ишлаш учун мўлжалланган [83;39-42-б]:

Антеннанинг ишлатиш ишчи шароитлари:

- атрофимиздаги ҳаво ҳарорати минус 50 дан плюс 50 °С гача бўлган; - 25 °С ҳароратда атрофимиздаги ҳавонинг нисбий намлиги 98 %;

- минимал атмосфера босими 61 кПа(450 мм рт. ст.);

- антеннанинг частоталар ишчи диапазони 1,0 дан 12, ГГц гача.

Антеннанинг коаксиал кириши тўлқинли қаршилиги 50 Ом га тенг. Антеннага киришда турувчи тўлқинлар коэффиценти(ТТК) 1,5 дан кўп эмас.

Антеннанинг самарали майдони 150 см² дан кам эмас. Ҳар бир частота учун самарали майдон ва кучланиш коэффиценти антеннага узатилаётган жадвал бўйича аниқланади.

Самарали майдоннинг йўл қўйилган нисбий хатоси (камчилиги, нуқсон)± 20% дан $A_{эф}^o$ кўп эмас.

Антенна чизиқли қутбланишга эгадир. Ортогонал қутбланиш сигнали антеннанинг чиқишида минус 20 дБ дан кўп бўлмаган асосий қутбланиш даражасидир.

Ёнбош баргчаларинг йўналишлик диаграммаси бош баргча

даражасининг 1 минус 10 ДБ дан кўп эмасдир.

Антеннадаги таянчли-бурилувчи мослама П6-23А ни таъминлайди:

- антеннанинг азимут бўйлаб бурилиши 0° дан 360° гачадир;
- бурчак ўрни бўйлаб антеннанинг бурилиши минус 30° дан плюс 90° гача;
- қутбланиш текислигининг ўрнатилиши 0° ва 90° ;
- антеннани ўрнатиш баландлиги 1,65 дан 3,5 м. гача.

Антеннанинг гамма-фоизли хизмат муддати 10 йилдан кам бўлмаган ҳолда $\gamma = 95\%$ тенгдир.

Антеннанинг гамма-фоизли сақланишлик муддати иситилаётган омборхоналар учун 10 йилдан кам, иситилмаётган омборхоналар учун 5 йилдан кам бўлмаслиги керак, бунда $\gamma = 90\%$ тенгдир [75;25-26-б].

Габаритли ўлчовлар 1360x530x310 мм антенна оғирлиги 28,6 кг.

Йўналтирилган ҳаракат ва антеннани кучайтириш коэффиценти. Йўналтирилмаган қабул қиладиган антенна барча йўналишдаги сигналларни қабул қилади. Йўналтирилган қабул қилувчи антенна бўшлиқ ихтирочилик қобилиятига эгадир. Бу муҳим аҳамиятга эгадир, чунки қабул қилиш ўрнидаги йўналишнинг кичик даражасида бундай антенна қабул қилинаётган сигналнинг даражасини кўпайтиради ва бошқа йўналишлардан келаётган ташқи халақитни кучсизлантиради [103;281-283-б].

Қабул қилиш антеннанинг йўналиш коэффиценти йўналтирилган антеннанинг телевизорга киришда қабул қилишидаги қуввати йўналтирилмаган антеннанинг телевизорга киришда қабул қилишидаги қувватидан неча марта кўп эканлиги сон билан ифодалайди (майдоннинг бир хил кучланишида эканлигини исботлайди) [25;21-б].

Антеннанинг йўналиш хусусиятлари йўналиш диаграммаси билан таърифланади. Қабул қилиш антеннанинг диаграммаси мос келган текисликда антеннанинг бурилиш бурчагидан телевизорга киришда кучланишга боғлиқ бўлган график тасвирни ифодалайди. Бу диаграмма сигналнинг келиши йўналишидан антеннага электромагнит майдони билан ўтказилган электр юритувчи куч (ЭЮК) боғлиқлиги ифодаланган. У координаталарнинг қутбли ёки тўғри бурчакли тизимида кўрилади.

Антенналарнинг йўналиш диаграммаси кўпинча кўп баргчали бўлади. Антеннада максимал ЭЮК юргизилганда, тўлқин келиши йўналишига мос келган баргча асосий деб аталади. Кўпинча йўналиш диаграммаси яна тескари (орқа) ва ён баргчаларга эга. Турли антенналарни ўзаро таққослаш қулайлиги бўлиши учун уларнинг йўналиш диаграммаси меъёрлашади, яъни энг кўп ЭЮКни бирликка қабул қилиб бир қанча катталиқда кўрилади.

Диаграмманинг асосий йўналишлар параметрлари горизонтал ва вертикал текисликларда бош баргчанинг эни (ёйилишнинг бурчаги)дир. Бош баргчанинг энига қараб антеннанинг йўналтирилган хусусиятларига баҳо берилади. Қанчалик ушбу эни кичик бўлса, шунчалик йўналиш кўп бўлади.

Ён ва орқа баргчаларнинг даражаси антеннанинг халақит ҳимояси билан ифодаланади. У антеннанинг ҳимоя ҳаракати коэффиценти (ХХК) ёрдамида аниқланади, яъни антеннадан ажралиб чиқувчи орқа ва ён йўналишни, бош йўналишдан қабул қилишда ўша нагрузка қувватини қабул қилишда келишилган кучланиш юкламаси тушунилади [103;279-280-б.].

Кўпинча ҳимоя ҳаракати коэффиценти логарифм бирликлари децибелларда ифодалади:

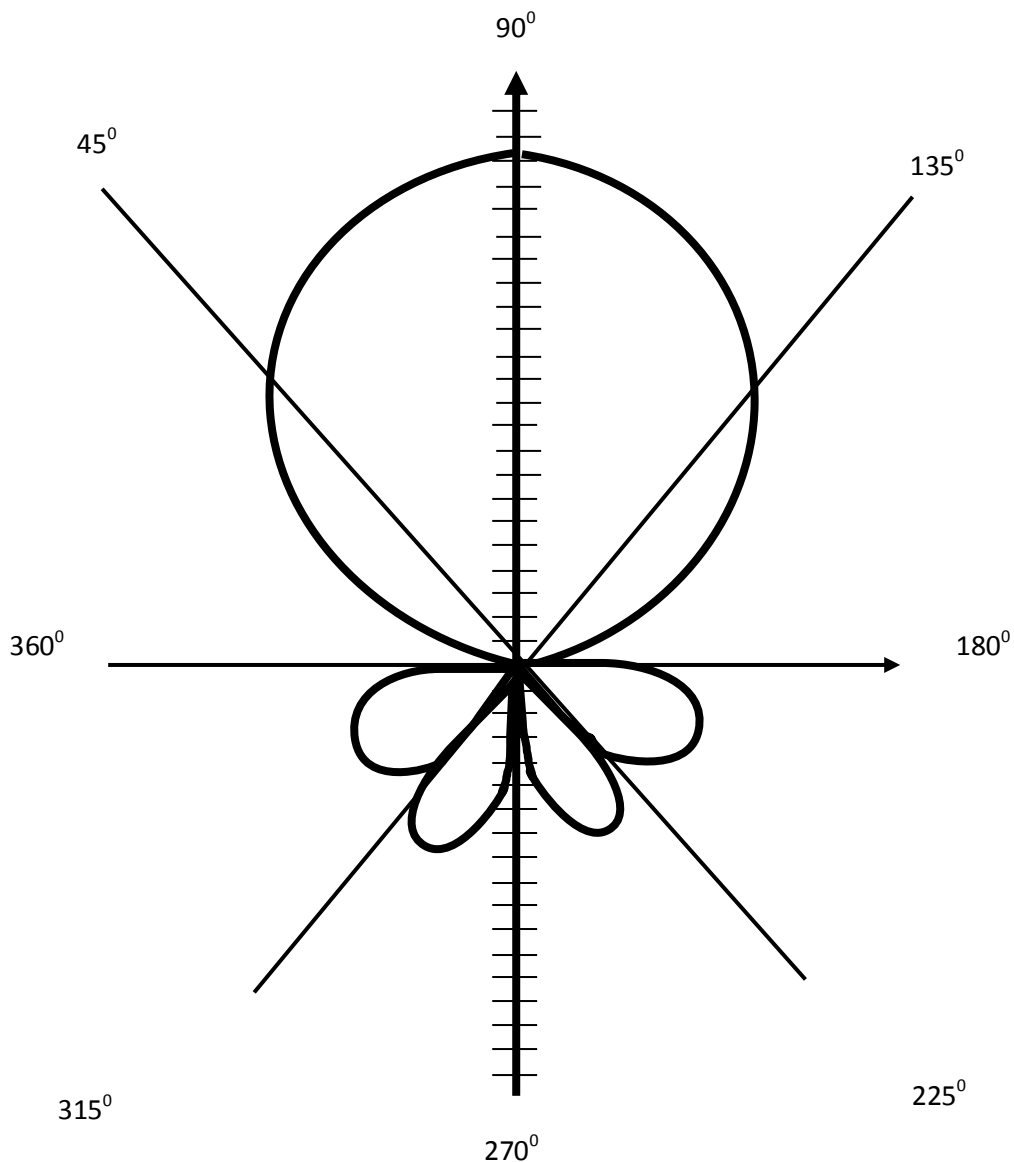
$$\text{ХХК} = 20 \lg \frac{P_{\max}}{P_{\text{об}}} \quad (2.8)$$

Антеннанинг йўналиш хусусиятлари шунингдек йўналтирилган ҳаракат коэффиценти (ЙХК) ушбу йўналтирилган антеннага қабул қилишда телевизорга киришда келаётган сигналнинг қуввати йўналтирилган ёки йўналтирилмаган эталонли антеннага қабул қилишда олиш мумкин бўлган қувватдан неча марта кўп сон билан ҳам ифодаланади. Кўпинча 1,64 (ёки 2,15 дБ) га тенг бўлган гипотетик йўналтирилмаган антеннага боғлиқ бўлган йўналтирилган ҳаракат коэффиценти эталонли антенна сифатида ярим тўлқинли вибратор қўлланилади. Йўналтирилган ҳаракат коэффиценти тахминан ўзининг йўналтирилган хусусиятлари туфайли бериши мумкин бўлган қувват бўйича имкон қадар ютиш билан таърифланади, унда йўқотиш умуман мавжуд эмас. Аслида эса ҳар қандай антенна йўқотишга эгадир ва у орқали бериладиган қувват бўйича ютуқ имконияти етарлича камдир. Қувват бўйича антеннанинг реал ютуғи гипотетик изотропли нурланишга нисбатан ёки ярим тўлқинли вибраторнинг ЙХК нисбати билан боғлиқ

бўлган K_p қуввати бўйича кучайтириш коэффициентига хусусиятига эгадир:

$$K_p = \text{ЙХК} * \eta \quad (2.9)$$

бунда η — антенналарнинг фойдали ҳаракат коэффициенти (ФХК).



--- E текислик

— H текислик

2.4- расм. Антеннани йўналиш диаграммаси акс эттирилган, горизонтал ва вертикал текисликларда бош баргчанинг кенглиги. Шунингдек 1ГГц сигнални қабул қилишда ён ва орқабаргчалар

Антеннанинг ФХК антеннадаги йўқотиш қувватини билдиради ва узатгичдан антеннага узатадиган қувватни ифодалайди:

Унча катта бўлмаган кучланишли рупорли антеннани хусусиятларнинг тўғри терилганлиги ва яхши такрорланишлилиги учун кўпинча ўлчагичлар сифатида қўлланилади.

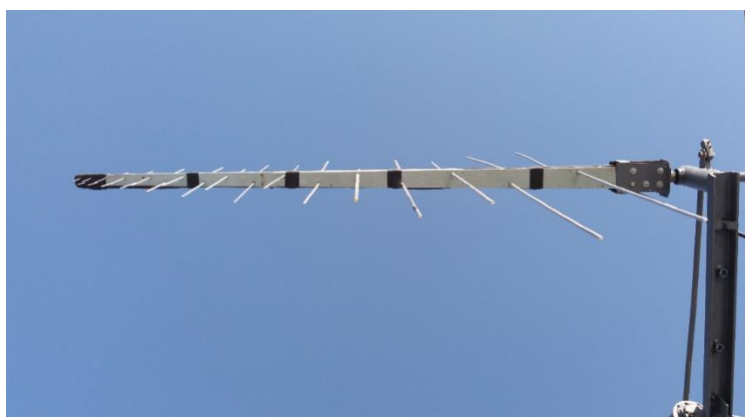
2.4. Логопериодик антенналарда электромагнит жараёни

Кўпчилик антенналарнинг йўналтирилган хусусиятлари ва асосий таснифлари қабул қилинаётган сигналнинг тўлқин ва частота узунлиги ўзгарганда ўзгаради. Антеннанинг ўлчовига мўлжалланган каналига эмас, балки бошқа канал сигнали антенна орқали қабул қилинса, қисқа полосали антенналарнинг кучланиш коэффициентига кескин тушиб кетади, югурувчи тўлқин коэффициенти (ЮТК) ва ушланувчи ҳаракат коэффициенти(УҲК) ёмонлашади, йўналиш диаграмма шакли бузилади, баъзан эса унинг бош баргча йўналиши антеннанинг геометрик ўқидан оғади. Кенг полосали антеннадан қисқа полосали антенна шуниси билан фарқ қиладики, уларнинг таснифлари ўзгариши деярли камроқ экан ва частоталар диапазонида монотонли таснифга эгадир. Йўналиш диаграмма шакли ва частоталарнинг кенг диапазонидаги доимий таснифи деярли ўзгамайдиган антенна турларидан бири структуранинг логарифмли даврийли антенналардир, улар қисқача қилиб логопериодик – ЛПА антенна деб аталади. Бу антенналар частоталарнинг жуда ҳам кенг ишчи диапазони билан ажралиб туради: қабул қилинаётган сигнал тўлқинининг максимал узунлигига минималга нисбатан унда кўп бўлади. Барча диапазонда антеннанинг фидер билан яхши мослашуви таъминланади, кучланиш коэффициенти эса деярли ўзгармайди [68;48-52-б.].

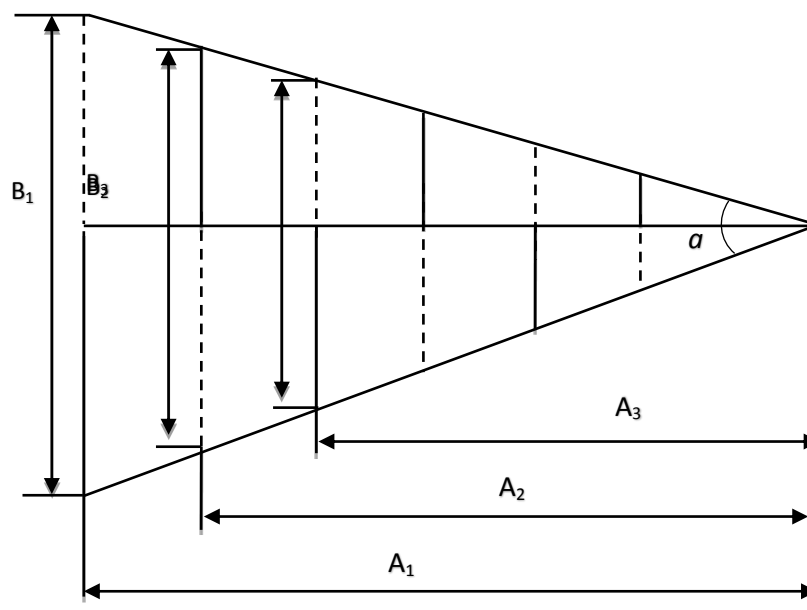
Логопериодик параметрли антеннанинг ташқи кўриниши 2.6-расмда кўрсатилган. Антеннанинг полотноси бири иккинчисининг устига жойлашган иккита тарновлар кўринишидаги йиғма чизик билан ташкил топган, уларга вибраторлар елкалари навбатдагиси билан шундай қотириладики, битта вибраторнинг чап елкаси йиғувчи чизикнинг тепа тарновига қотирилади, ўша вибраторнинг ўнг елкаси эса пастки тарновига қотирилади. Кейинги вибраторнинг V, аксинча, чап елка пастки тарновга, ўнг елкаси эса юқори тарновга қотирилади. Схемали бундай антенна 2.7-расмда кўрсатилган, унда вибраторларнинг елкалари яхлит чизиклар билан тасвирланган, штрихли чизик билан эса – пастки тарнов билан бирлашган. Антенна частоталарининг ишчи полосаси тўлқинларининг энг кўп узунлиги вибраторнинг энг кўп узунлигига

боғлиқ, тўлқинларнинг энг кам узунлиги эса вибраторнинг энг қисқа ўлчовларига боғлиқдир. Энг кўп вибраторга тенг келган вибраторлар чўкки ва асосидаги тенг ёнли учбурчакнинг бурчагига киритилган. Антенна бўшлиқда йўналишини шундай топадики, учбурчакнинг чўкқиси узатгичга қаратилган бўлади. Антеннанинг логарифмик структураси кўшни вибраторлар узунлиги оралиғидаги ва уларнинг масофа оралиғидан структура чўққисигача бўлган оралиқ бир хил нисбат кузатилиши керак. Бу нисбат структуранинг даври деб аталади t :

$$B_2/B_1 = B_3/B_2 = \dots = A_2/A_1 = A_3/A_2 = \dots = t$$



2.6-расм. Логопериодик антеннанинг горизонтал ҳолати



2.7-расм. Логопериодик антеннанинг схемаси

Шундай қилиб, вибраторларнинг ўлчови ва уларнинг учбурчак учидан масофаси t моҳияти қисқараётган геометрик прогрессия қонунига кўра қисқариб боради. Антенна таснифи структуранинг даврийлиги ва тасвирланган учбурчакнинг учи билан аниқланади. Қанчалик бурчак кам ва структуранинг даврийлиги t кўп бўлса (бирдан кам қолса), антеннанинг кучланиш

коэффициенти кўп ҳамда орқа ва ёнбош баргчаларнинг йўналиш диаграммаси камдир. Бироқ структура вибраторларнинг сони, антеннанинг габаритлари ва оғирлиги ошиб боради. Шунинг учун бурчакнинг ва структуранинг даврийлигини танлашда битимли келишув қарорларини қабул қилишга тўғри келади. Кўпинча α бурчаги 30 дан 60° гача бўлган оралик, t структура даврийлиги 0,7 дан 0,9 гача олинади [91;13-17-б.].

2.6-расмда кўрсатилгандек ЛПАга фидернинг уланганлиги куйидаги махсус симметриялашган ва келишилган мосламаларсиз ишлаб чиқилади.

75 Ом қаршилиги бўлган тўлқинли кабель орқа A учидан пастки тарновга киритилади ва олдинги B кабелдан чиқиб туради. Бу ерда кабелнинг ўрама пастки тарновнинг учига, кабелнинг марказий сими эса – юқори тарновнинг учига пайвандланади. Антенна структурасида қабул қилинаётган сигналнинг узунлиги бир нечта вибраторларни қўзғатади, уларнинг ўлчовлари сигнал тўлқинининг узунлигига жуда ҳам яқин. Шунинг учун антеннанинг қабул қилинаётган сигналнинг тўлқин узунлигидан сигналнинг сигнал тўлқини узунлигининг ярмига тенг бўлган бир нечта вибраторлар қўзғалади. Шунинг учун ҳам ЛПАнинг ҳаракат принципига кўра бир нечта антенналарнинг бирлашиши «Тўлқинли канал»га ўхшайди, ҳар бирининг таркибида вибратор, рефлектор ва директор бор. Сигналнинг ҳар бир тўлқин узунлигида фақат биргина учталиқ вибратор қўзғалади, бошқалари эса шунчалик тарқалиб кетганки, антеннанинг ишига таъсир ҳам қилмайди. Бу эса ЛПАнинг кучланиш коэффициенти «Тўлқинли канал» антеннанинг шундай элементлар сонлари билан кучланиш коэффициентига нисбатан кам эканлигига олиб келади, лекин ўтказиш полосаси сезиларлича кенгдир.

Сўнгги йилларда кўп дастурли телевизион хабарлар жуда кенг ривожланиб кетди, метрли ва дециметрли тўлқинлар диапазонини тўсиши мумкин бўлган кенг диапазонли антенналарни ишлатиш зарурати ошиб бормоқда. Кўриниб турибдики, юқори частотанинг кенг полосали кучайтиргичларда ўтказиш полосасининг кенгайиши контурларнинг ўзаро бузилиши сингари - келтирилган югурувчи тўлқинли ва логопериодик антенналарнинг тузилиши, кенг диапазонлилика эришиш учун антенна элементларининг ўзаро бузилиши тамоили қўлланилади. Кенг полосали кучайтиргичларга қандай бўлса, кенг диапазонли антенналар учун ҳам куйидагиларни

умумий тамоил деб ҳисобласа бўлади: антеннанинг ушбу конструкция учун ўтказиш полосасида антеннанинг кучланиш коэффициенти доимий кўпайтмаси бўлади. Ўтказиш полосаси қанча кенг бўлса, антеннанинг габаритлар маълумотларида кучланиш коэффициенти шунча камдир [71;28-29-б].

2.3- жадвал

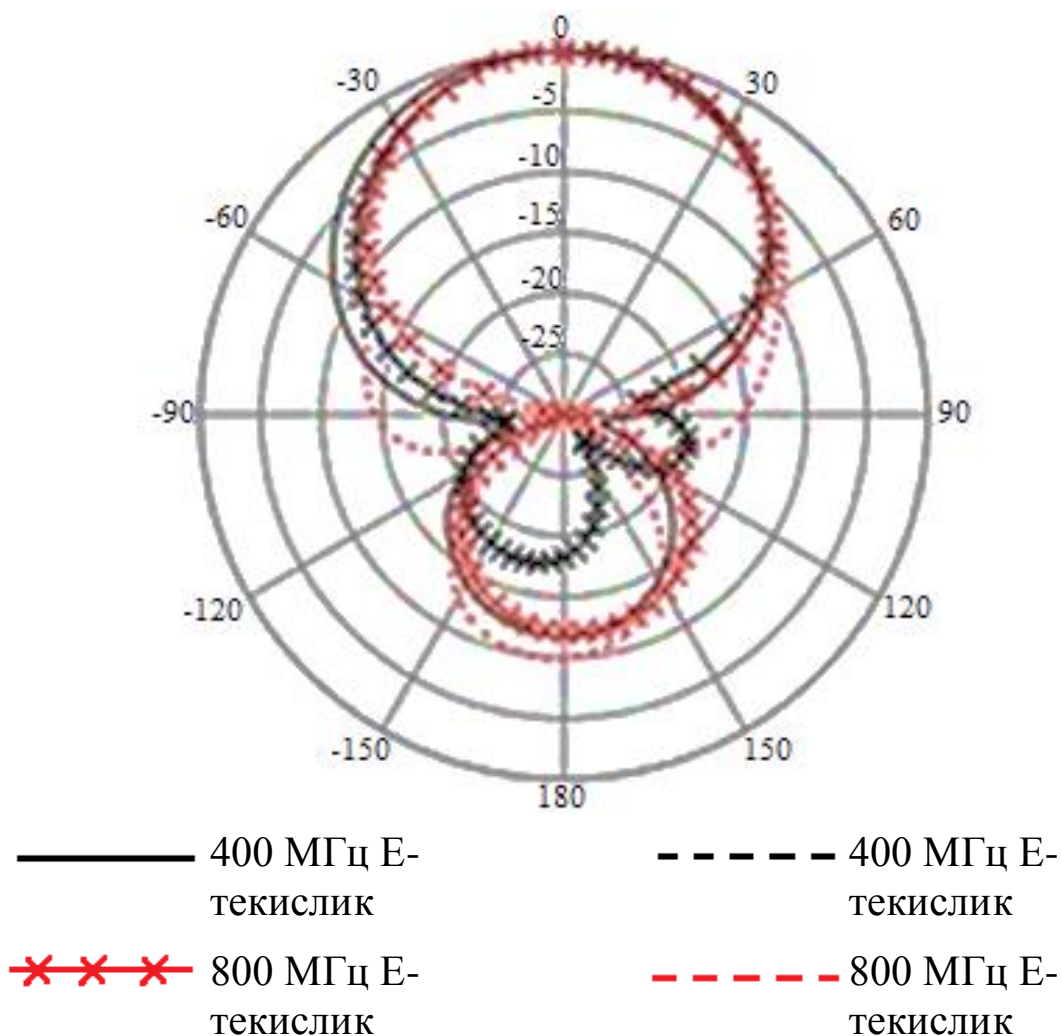
12-каналли логопериодик антеннанинг ўлчовлари

Вибратор-нинг рақами	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
В, мм	40	45	50	55	60	70	80	90	100	110	130	150	180	200	230	310	420	540	620	730	830
А, мм	15	16	18	20	24	28	30	34	38	44	50	55	65	75	80	90	100	110	130	160	180

Радио ишқибозлар адабиётларида ЛПАнинг кўплаб турли вариантлари келтирилган. Бу ерда ўлчови 2.6-расмда кўрсатилган 42 вибраторлар ва 12- метрли каналлар диапазонида ишлашга мўлжалланган логопериодик антеннанинг конструкциясини мисол қилиб келтирса бўлади.

2.6-расмга мувофиқ 2.3-жадвалда ҳар бир вибраторнинг узунлиги келтирилган. Ушбу антенна олдинги ҳолати бўйича 36 вибратордан иборат бўлиб, унинг частота поласа кенглиги 400 МГцдан 1300 МГц гача эди. Қўшимча 6 та вибратор кўшилгач частота поласа кенглиги 320 МГц кенгайиб, антеннанинг қабул қилиш поласа кенглиги 80 МГц дан 1300 МГц гача ошди.

Шундай қилиб, вибраторга бўлган масофани санаб чиқиладиган антеннани тайёрлашда учбурчакнинг учига эришиб бўлмайди, *a* – расмда бир вибратордан кейингисигача бўлган масофа берилган. Йиғма чизиқда ўқ чизиқлари орасида 15...180 мм.тенгёнли трапеция шаклида ҳосил бўлган. Антенна 2..10 мм. диаметрли қувурлардан тайёрланган 42 вибраторлардан иборат. Антеннанинг ҳисоби тасвирланган учбурчакнинг учига бурчакнинг қийматидан $\alpha=45^\circ$ ва тузилиш даврида $t=0,84$ келиб чиққан ҳолда бажарилган. Антеннанинг кучланиш ҳисобли коэффициенти 12 дБдан ташкил топди, бу эса ярим тўлқинли вибратор билан таққослаганда ушбу антеннанинг чиқишида сигналнинг кучланиши 2 марта ошишига мос келади. Кучланиш коэффициенти диапазон бўйлаб деярли ўзгармайди.

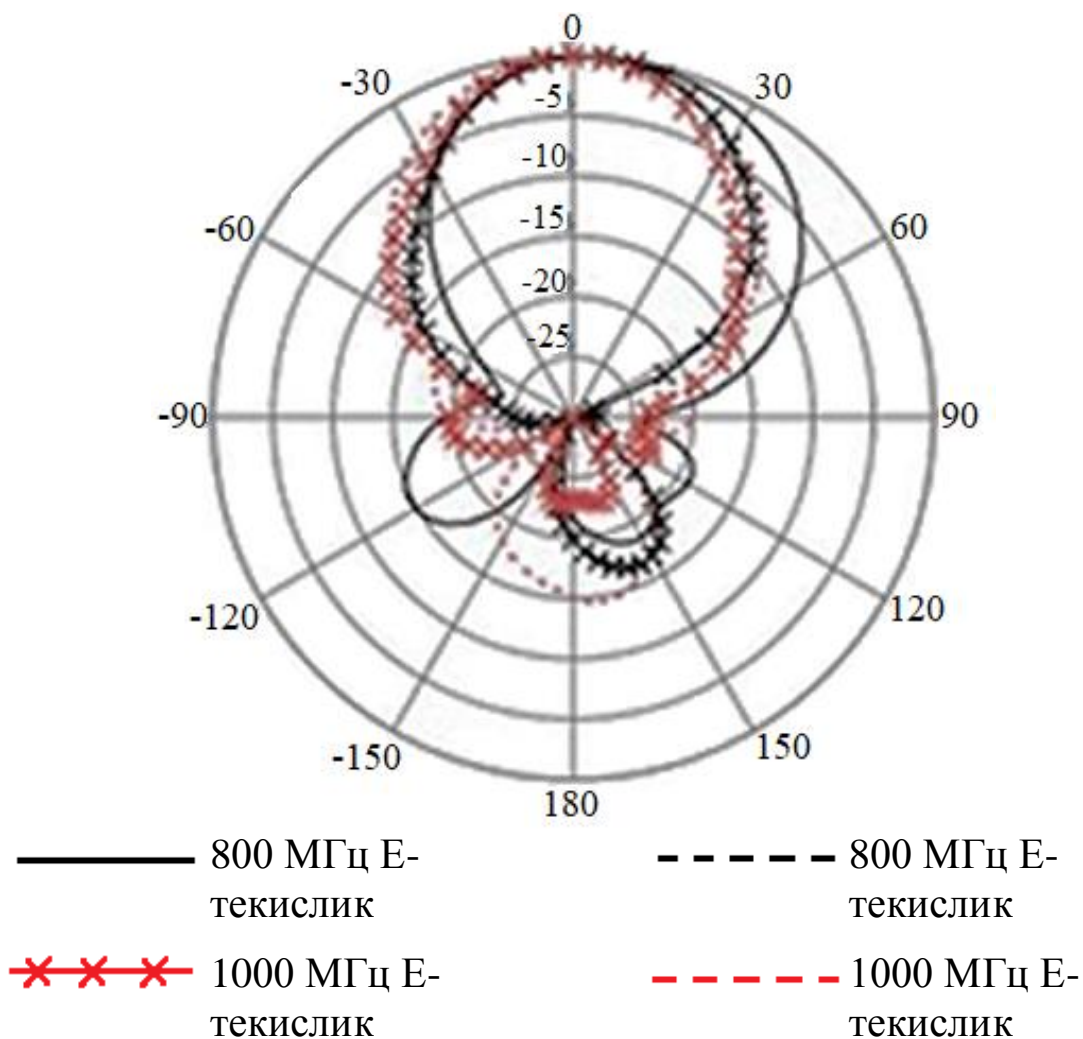


2.8- расм. Логопериодик антеннада вертикал ва горизонтал кутбланиш учун 80МГц-100МГц йўналиш диаграммаси

Логопериодик антеннада электромагнит жараёнларнинг таҳлили фақат моддий нисбатлар билан биргаликда электродинамика тенгламалар тизими асосида бўлиши мумкин.

Бу соҳадаги тадқиқотларга қизиқиш, кузатилаётган санокли ўрганиш, механик, иссиқлик ва электромагнит жараёнларнинг ўзаро боғлиқлигининг самарасини баҳолаш ва уларнинг деярли замонавий талабларини турли соҳаларда, шунингдек радио электроника, радио техника, замонавий ўлчов тизимлар ва ҳоказоларда қўлланилиши янги технологияларни ишлаб чиқиш билан боғлиқдир.

Монографияда Пб-23А турдаги рупор антенна ва ЛРА-2-01 М турдаги логопериодик антенна ёрдамида ўлчовнинг аралаш усули кўриб чиқилган. Ўлчов бир вақтнинг ўзида вертикал ва горизонтал кутбланишда олиб борилган.



2.9- расм. Логопериодик антеннада вертикал ва горизонтал кутбланиш учун 200 МГц-300 МГц йўналиш диаграммаси

Антеннанинг кутбланиш ўзгариши (созлаш) антенна штангга қотирилишида ўрнатилган Д-38Т русумли двигатель ёрдамида 27 В кучланиш, токнинг кучи 3,5 А, қуввати 41 Вт олиб борилмоқда. Антенна мажмуасининг йўналишини созлаш антенна тиргак асосида ўрнатилган ДКВ-3 русумли двигатель, кучланиши 27 В, токнинг кучи 4,2 А, қуввати 75 Вт. иккинчи двигатель ёрдамида амалга оширилади. Иккала двигателларни бошқаришни операторлар масофадан компьютер орқали амалга оширилади.

II- боб бўйича хулосалар

1. Ушбу бобда, РНМ ўрнини аниқлашда радиомониторинг орқали координатларнинг юқори даражадаги аниқлик билан аниқланиши кузатувнинг кўп томонлама тизими ёрдамида

эришилиши мумкинлиги узок ўлчовли тарқатма усуллар орқали амалга оширилиши ишлаб чиқилди.

2. Амалдаги штат антенналар ва П6-23А турдаги рупор антенна техник қийматлар ўлчамлари ва характерларини тўғрисида кенг маълумотлар келтирилиб, рупор антеннаниг частота поласаси юқори кенгликда эканлиги ўрганилди ва таҳлил қилинди.

3. ЛПА-2-01М турдаги логопериодик антенна меъёрий хужжатлари (МХ) асосида техник қийматлар ва характеристикаларни ўлчаш, заводда тайёрланган конструкциялар ҳамда қўшимча ўрнатилган стерженлар, қутбланиш турлари, киришдаги тўлқин қаршилигини ўлчаш ишлари амалга оширилганлиги тўғрисидаги қўшимча маълумотлар тўлиқ ўрганилди.

4. Ушбу монографияда радио сигналларнинг манбаларини ва радио халақитларни логопериодик ва рупорли антеннадан иборат антенна мажмуасидан фойдаланиш билан ўз вақтида аниқлаш ва локализация қилиш усуллари кўриб чиқилди.

5. Ҳар иккала антенналарнинг йўналтирилган диаграммалари ва уларнинг турлари бугунги кундаги радиоэлектрон воситалар ва юқори частотали қурилмаларнинг техник параметрларини ўлчашда муҳим ўрин тутишлиги аниқланди.

III БОБ. НУРЛАНИШ МАНБАЛАРИНИ АНИҚЛАШ ВА ТАНИБ ОЛИШДА РАДИОМОНИТОРИНГ ТИЗИМИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

3.1. Рупор ва логопериодик антенналарнинг эхосиз экрланган камерасида синов ўтказиш

Ўлчов объекти сифатида, П6-23А турдаги рупор антенна (кейинчалик R-антенна) олинган.

R-антенна 1.0-12.0 ГГц диапазон частотада (қабул қилиш ва узатиш учун сигналларни) майдон кучланганлигини ўлчашда, қабул қилувчи ва узатувчи қурилмалар ишида қўлланилади [49,59].

Қисқача тавсифнома:

- R-антенна ишчи частоталар турига қараб ҳар хил (стабил бўлмаган) йўналтирилган диаграмма кенглигига эга;
- конструкция – заводда тайёрланган, ишчи ҳолатда;
- қутбланиш тури – линияли;
- киришдаги тўлқин қаршилиги – 50 Ω;
- кириш муфтаси – тури N.7/3.04 mm.

Синалаётган антеннанинг сони ва серия рақами:

- синовга бир нусхада П6-23А турдаги Рупор антенна;
- серия рақами № 18382.

Ўтказилаётган ўлчовнинг вақти ва манзили:

Ўлчов “UNICON.UZ” ДУК қошидаги ИЛ-02 Телекоммуникация техник ускуналарни сертификациялашган синов маркази (СИЦ ТСТ) эхосиз экранланган камераси (ЭЭК)да амалга оширилди.

Ўлчашдан асосий мақсад П6-23А турдаги R-антеннанинг техник қийматлар ўлчамлари ва характерларини ўлчашдир.

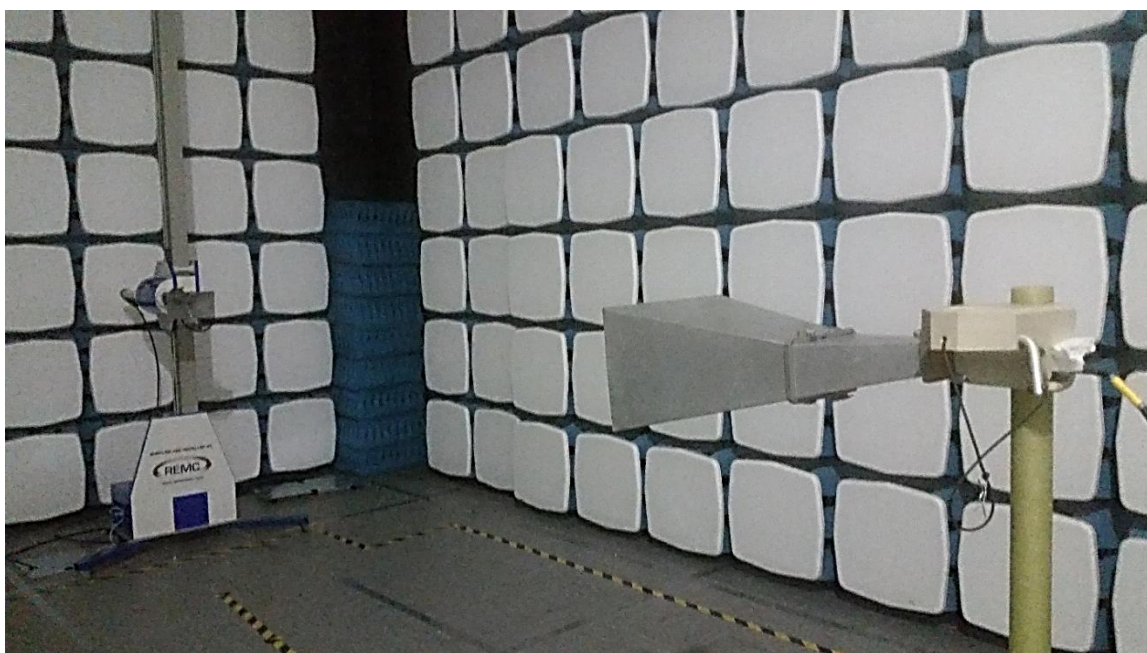
Ўлчаш усуллари: П6-23А турдаги R-антенна қуйидаги меъёрий ҳужжатлар (МХ) асосида техник қиймат ўлчамлари ва характеристикаларини ўлчаш ишлари амалга оширилди.

Ўлчов ишлари O`z DSt 1061/2005 “Қуруқликда ва ҳаракатдаги радиоалоқа тизимида антенна-фидер қурилмалари. Турлари, асосий қиймат ўлчамлари, техник талаблари ва усуллари” номли Давлат стандарти асосида амалга оширилди .

Ўлчов ўтказиш шартлари бўйича ўлчов ишлари, ўлчов меъёрий иқлим шароитида ўтказилди:

- муҳит ҳавонинг ҳарорати 23 °С;
- намгарчилик даражаси 47%

– атмосфера босими 96.6 кПа.



3.1-расм. ЭЭКда П6-23А антеннаси техник характеристикаларини ўлчаш жараёни

Ўлчов ишлари, завод рақами 233 бўлган, охириги метеорология кўриги 2018 йил апрел ойида ўтказилган, МВ-4М русумли психометрда, ҳамда завод рақами 15398 бўлган, охириги метеорология кўриги 2018 йил апрел ойида ўтказилган ҳамда БАММ-1 русумли метеорологик барометр-анероид ўлчов асбоблари ёрдамида амалга оширилган [80;101-104-б].

Ўлчов жараёнида ишлатилган синов асбоб ускуналари (САУ) ва ўлчов воситалари (ЎВ) рўйхати, ўлчов жараёнида ишлатилган ўлчов воситалари рўйхати 3.1-жадвалда келтирилган.

3.1-жадвал

Ўлчов жараёнида ишлатилган ўлчов воситалари рўйхати

САУ ва ЎВномлари	Тури (ишлаб чиқилган чет эл фирмаси)
ENV216 эквивалент тармоқ селектив микровольтметр жамланмаси	ESU26 «ROHDE&SCHWARZ»
FSH-Z2 қувватни ажратувчи КСВН спектр анализатори	FSQ40 «ROHDE&SCHWARZ»
Рақамли телевизион анализатор	ETL «ROHDE&SCHWARZ»
Акс-садоларсиз ҳимояланган	ЗМЧА «Amideon», Ирландия

камера	
Рақамли мультиметр	VICTOR VC9804A+998130887
Мегаометр	V4100/4

Синов натижалари. 3.0 ГГц танланган частотада П6-23А турдаги Рупор антенна қиймат ўлчамлари ва характеристикаларини ўлчаш ишлари натижалари 3.2-жадвалда келтирилган.

3.2-жадвал

3.0 ГГц танланган частотада П6-23А турдаги Рупор антенна қиймат ўлчамлари ва характеристикаларини ўлчаш ишлари натижалари

Текширилган қиймат ўлчамлари ва характеристикалар номлари	Меъёрий ҳужжатлар	МҲ бўйича талаблар	Синов натижалари
Конструктив талаблар			
маҳкамлаш элементлари мавжудлиги	О`з DSt 1061 п.6.10.2	Антеннада кўтарма конструкцияга маҳкамлаш элементлари мавжудлиги	Антеннада кўтарма мачтага маҳкамлаш элементлари мавжуд
конструкция хавфсизлиги	О`з DSt 1061 п.6.10.3	Антеннада асосий қиймат ўлчамларга салбий таъсир кўрсатадиган қирилиш, ёриқлар ва ифлосланишлар бўлмаслиги	Антеннада асосий қиймат ўлчамларга салбий таъсир кўрсатадиган қирилиш, ёриқлар ва ифлосланишлар мавжуд эмас
маҳкамлаш боғланиши	О`з DSt 1061 п.6.10.4	Антенна маҳкамлаш элементларида ўз-ўзидан ажралиш эҳтимоллиги мавжудлиги	Антенна маҳкамлаш элементларида ўз-ўзидан ажралиш эҳтимоллиги мавжуд эмас

Асосий қиймат ўлчамлари			
фидер уланиши	О`z DSt 1061 п.5.1	Антеннада 50 Ω қаршиликга эга бўлган ўтказгичнинг фидерга уланиш муфтаси мавжудлиги	Антеннада 50 Ω қаршиликга эга бўлган N(7/3.0.4 mm) ўтказгичнинг фидерга уланиш муфтаси мавжуд
изотроп нурланиш билан боғлиқ кучайтириш коэффициентлари	О`z DSt 1061 п.5.4	2 дан 20 dBi гача	9.7dBi (бош баргчага нисбатан)
вертикал текисликдаги йўналтирилган диаграммаси кенглиги	О`z DSt 1061 п.5.5	5 ⁰ дан 78 ⁰ гача	39.8 ⁰ (бош баргчага нисбатан)
вертикал текисликдаги ёнбаргчаларнинг сатҳ бўйича йўналтирилганлик диаграммаси (вертикал майдони)	О`z DSt 1061 п.5.6	-14 dB(-10 dB) дан ошмаслиги керак	14 ,3dB(-10.4dB) (бош баргчага нисбатан)
горизонтал текисликдаги йўналтирилган диаграммаси кенглиги	О`z DSt 1061 п.5.8	30 ⁰ дан 120 ⁰ гача	34.2 ⁰ (бош баргчага нисбатан)
кучланиш бўйича турғун тўлқин коэффициентлари	О`z DSt 1061 п.5.9	1.5 дан ортиқ эмас	1.35 (бош баргчага нисбатан)
йўналтирилган антеннанинг бошбаргчасига қайтган нурланишга муносабати	О`z DSt 1061 п.5.11	минус 20 dB ортиқ эмас	минус 28 dB (бош баргчага нисбатан)

Логопериодик антеннанинг ЭЭЖда синов усуллари

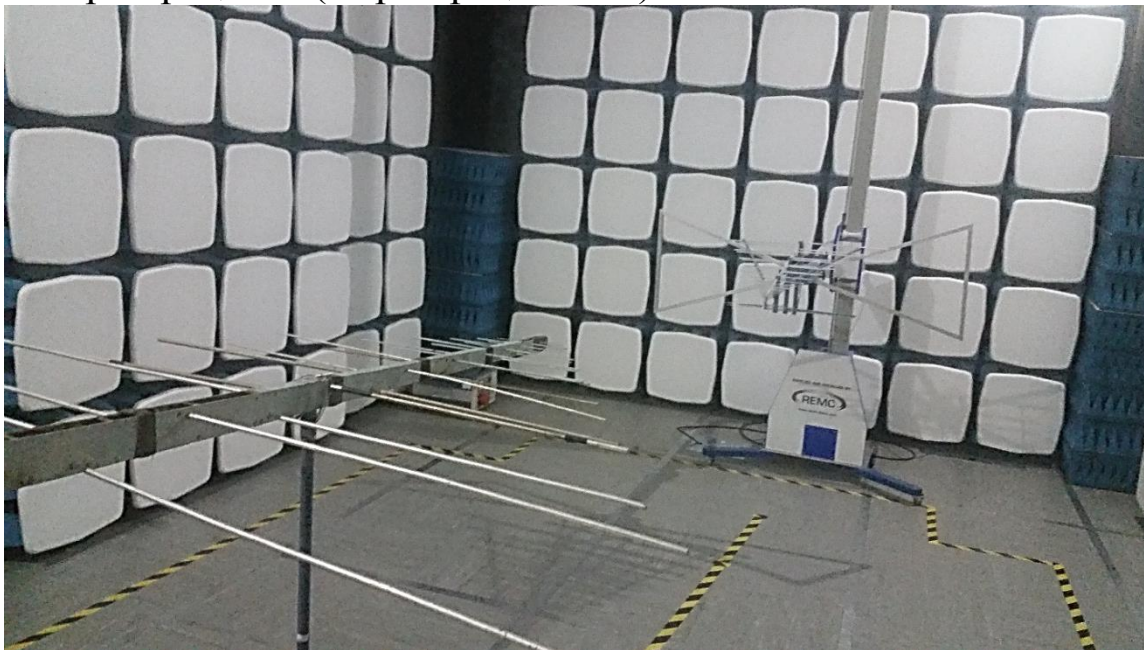
Ўлчов объекти сифатида ЛПА-2-01М турдаги Логопериодик антенна (кейинчалик L-антенна) олинган.

Кисқача тафсифнома:

L-антенна 80-1300 MHz диапазон частотада (қабул қилиш ва узатиш учун сигналларни) майдон кучланганлигини ўлчашда, қабул қилувчи ва узатувчи қурилмалар ишида қўлланилади [80;101-104-б]. L-антенна ишчи частоталар турига қараб ҳар хил (стабил бўлмаган) йўналтирилган диаграмма кенглигига эгадир.

Конструкция – заводда тайёрланган, ишчи ҳолатда. Қутбланиш тури –линияли. Киришдаги тўлқин қаршилиги-50 Ω. Кириш муфтаси – тури BNC-f

Синалаётган антеннанинг сони ва серия рақами:
синовга бир нусхада ЛПА-2-01М турдаги L-антенна.
серия рақами: (серия рақамисиз).



3.2-расм. ЭЭЖда ЛПА-2-01М антеннаси техник характеристикаларини ўлчаш жараёни

Ўлчов ишлари “UNICON.UZ” ДУК қошидаги ИЛ-02 Телекоммуникация техник ускуналарни сертификациялашган синов маркази (СИЦ ТСТ) синов лабораториясида амалга оширилди.

Ўлчаш ишларини амалга оширишдан мақсад: ЛПА-2-01М турдаги L-антеннанинг техник қийматлари ва характеристикаларини аниқлаш.

Ўлчаш усуллари: ЛПА-2-01М турдаги L-антенна қуйидаги меъёрий хужжатлар (МХ) асосида техник қийматлари ва характеристикаларини ўлчаш ишлари амалга оширилди.

Ўлчов ишлари “Қуруқликда ва ҳаракатдаги радиоалоқа тизимида антенна-фидер қурилмалари. Турлари, асосий қиймат, ўлчамлари, техник талаблари ва усуллари” Oz DSt 1061/2005 Давлат стандартида амалга оширилди.

Ўлчов ўтказиш шартлари, ўлчов меъёрий иқлим шароитида ўтказилди:

- об-ҳаво ҳарорати 23 °С;
- намгарчилик даражаси 47%;
- атмосфера босими 96.6 кПа.

Ўлчов ишларни амалга оширилишда, завод рақами 233 бўлган, охириги метеорология кўриги 04.2018 йилда ўтказилган, МВ-4М русумли психометрда ва завод рақами 15398 бўлган, охириги метеорология кўриги 04.2018 йилда ўтказилган ҳамда БАММ-1 русумли метеорологик барометр-анероид ўлчов асбоблари орқали амалга оширилди[80;101-104-б].

3.3-жадвал

ЭЭҚда синов асбоб-ускуналари ва ўлчов воситалари рўйхати

САУ ва ЎВномлари	Тури (ишлаб чиқилган чет эл фирмаси)
ENV216 эквивалент тармоқ селектив микровольтметр жамланмаси	ESU26 «ROHDE&SCHWARZ»
FSH-Z2 қувватни ажратувчи КСВН спектр анализатори	FSQ40 «ROHDE&SCHWARZ»
Рақамли телевизион анализатор	ETL «ROHDE&SCHWARZ»
Акс-садоларсиз ҳимояланган камера	ЗМЧА «Amideon», Ирландия
Рақамли мультиметр	VICTOR VC9804A+998130887
Мегаометр	V4100/4

Ўлчов жараёнида ишлатилган синов асбоб ускуналари(САУ) ва ўлчов воситалари рўйхати, ўлчов жараёнида ишлатилган ўлчов воситалари рўйхати 3.3-жадвалда келтирилган.

Синов натижалари 3.0 GHz танланган частотада LPA 2-01 М турдаги L-антенна қиймат ўлчамлари ва характеристикаларини ўлчаш ишлари натижалари 3.4-жадвалда келтирилган.

1.0 ГГц танланган частотада LPA 2-01 M турдаги L-антенна қиймат
ўлчамлари ва характеристикалари

Текширилган қиймат ўлчамлари ва характеристикалар номлари	Меъёрий ҳужжатлар	МХ бўйича талаблар	Синов натижалари
Конструктив талаблар			
маҳкамлаш элементлари мавжудлиги	O`z DSt 1061 п.6.10.2	L-антеннада кўтарма конструкцияга маҳкамлаш элементлари мавжудлиги	L-антеннада кўтарма мачтага маҳкамлаш элементлари мавжуд
конструкция хавфсизлиги	O`z DSt 1061 п.6.10.3	L-антеннада асосий қиймат ўлчамларга салбий таъсир кўрсатадиган қирилиш, ёриқлар ва ифлосланишлар бўлмаслиги	L-антеннада асосий қиймат ўлчамларга салбий таъсир кўрсатадиган қирилиш, ёриқлар ва ифлосланишлар мавжуд эмас
маҳкамлаш боғланиши	O`z DSt 1061 п.6.10.4	L-антенна маҳкамлаш элементларида ўз-ўзидан ажралиш эҳтимоллиги мавжудлиги	L-антенна маҳкамлаш элементларида ўз-ўзидан ажралиш эҳтимоллиги мавжуд эмас
Асосий қиймат ўлчамлари			
фидер уланиши	O`z DSt 1061 п.5.1	L-антеннада 50 Ω қаршиликга эга бўлган ўтказгичнинг	L-антеннада 50 Ω қаршиликга эга бўлган N(7/3.0.4 mm) ўтказгичнинг

		фидерга уланиш муфтаси мавжудлиги	фидерга уланиш муфтаси мавжуд
изотроп нурланиш билан боғлиқ кучайтириш коэффициенти	O`z DSt 1061 п.5.4	2 дан 20 dBi гача	9.7dBi (бош баргчага нисбатан)
вертикал текисликдаги йўналтирилган диаграммаси кенглиги	O`z DSt 1061 п.5.5	5 ⁰ дан 78 ⁰ гача	39.8 ⁰ (бош баргчага нисбатан)
вертикал текисликдаги ёнбаргчаларнинг сатҳ бўйича йўналтирилганлик диаграммаси (вертикал майдони)	O`z DSt 1061 п.5.6	-14 dB(-10 dB) дан ошмаслиги керак	14 ,3dB(- 10.4dB) (бош баргчага нисбатан)
горизонтал текисликдаги йўналтирилган диаграммаси кенглиги	O`z DSt 1061 п.5.8	30 ⁰ дан 120 ⁰ гача	34.2 ⁰ (бош баргчага нисбатан)
кучланиш бўйича турғун тўлқин коэффициенти	O`z DSt 1061 п.5.9	1.5 дан ортиқ эмас	1.35 (бош баргчага нисбатан)
йўналтирилган антеннанинг бошбаргчасига қайтган нурланишга муносабати	O`z DSt 1061 п.5.11	минус 20 dB ортиқ эмас	минус 28 dB (бош баргчага нисбатан)

3.2. Нурланиш манба координаталарини аниқлаш радиомониторинг тизимининг алгоритмини ишлаб чиқиш

Тадқиқотлар мақсадига асосан радиоэлектрон воситалар ва юқори частотали қурилмалар радионурланиш манбаи йўналишини ҳамда жойлашган ўрнини аниқлашдан иборат бўлганлиги учун асосан иккита ҳар хил частота диапазонида ишловчи антенналар танланган. Уларнинг ишлаш жараёнлари устида иш олиб борилган.

80 МГц дан 1000 МГц гача диапазон частотада (қабул қилиш учун сигналларни) ўлчов ишларни олиб борувчи ЛПА-2-01М турдаги логопериодик антенна ҳамда 1 ГГц дан 12 ГГц гача диапазон частотада (қабул қилиш учун сигналларни) ўлчов ишларни олиб борувчи П6-23А турдаги рупор антенналар қўлланилган.

Антенналардан қабул қилинаётган сигналлар жамлаш тугунида бирлаштирилади ва қўшувчи блокга узатилади. Ушбу блокда ҳар иккала антеннадан келаётган сигналлар 80 МГцдан 12000 МГц гача бўлган ҳолатда қарор қабул қилиш блоки учун бошқарув блокига юборилади.

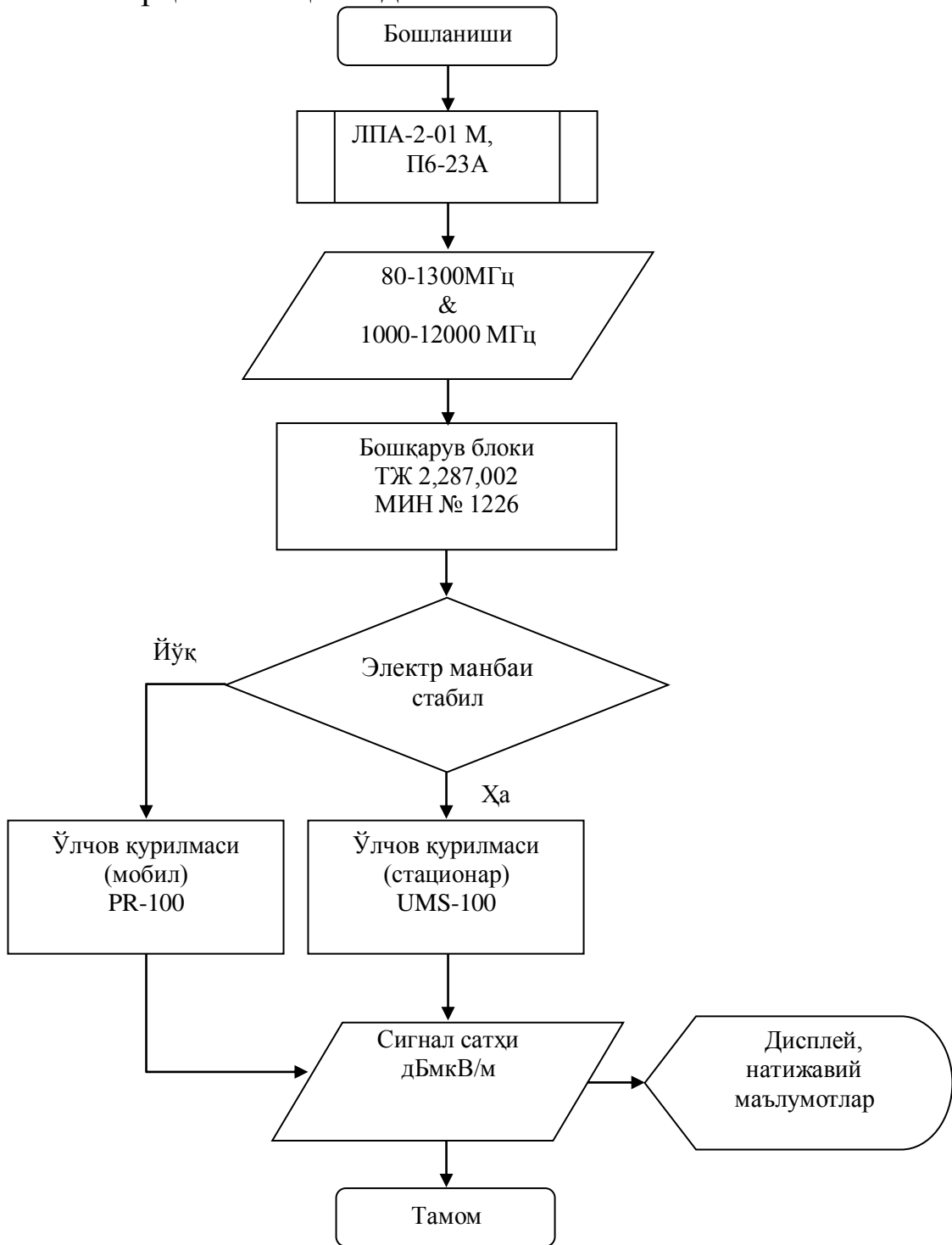
Ушбу блокда 41Вт, 27В, 3,5А қувватга эга бўлган Д-38Т двигатели ёрдамида радиооператор автоматик равишда механик кучини ва вақтини сарфламай, компьютер тармоғи орқали антенналарнинг горизонтал ёки вертикал ўрнатишга қодир механик тизим ҳам ёрдамчи конструктор сифатида антенна қурилмаларини вертикал ёки горизонтал кутбланиш ҳолатига ўтказиш учун қарор қабул қилинади. Қарор қабул қилишнинг яна бир мақсади антенналарни $\varphi=360^0$ кенгликда антеннанинг йўналиш бурчагини бошқариш учун ДКВ-3 СС-405 двигатели қўлланилган (3.3-расм).

Шунинг учун радиоэлектрон воситалар ёки юқори частотали қурилмаларнинг радионурланиш манбаи йўналишини ва ўрнини аниқлашда қарор қабул қилиш қурилмасининг антенналарнинг вертикал ёки горизонтал кутбланиши, ҳамда 360^0 даража кенгликда антеннанинг йўналиш бурчагини бошқарув блоки ҳал қилади[72;89-93-б]..

Бошқарув блоки ТЖ 2,287,002 МИН № 1226 рақамли махсус қурилмадан иборат бўлиб, у навбатчи радиооператор орқали бошқарилади.

3.4-расмда Бошқарув блокининг ишлаш алгоритми чизмаси келтирилган. Сигнал йўналиши диаграммасини аниқлар учун ҳар

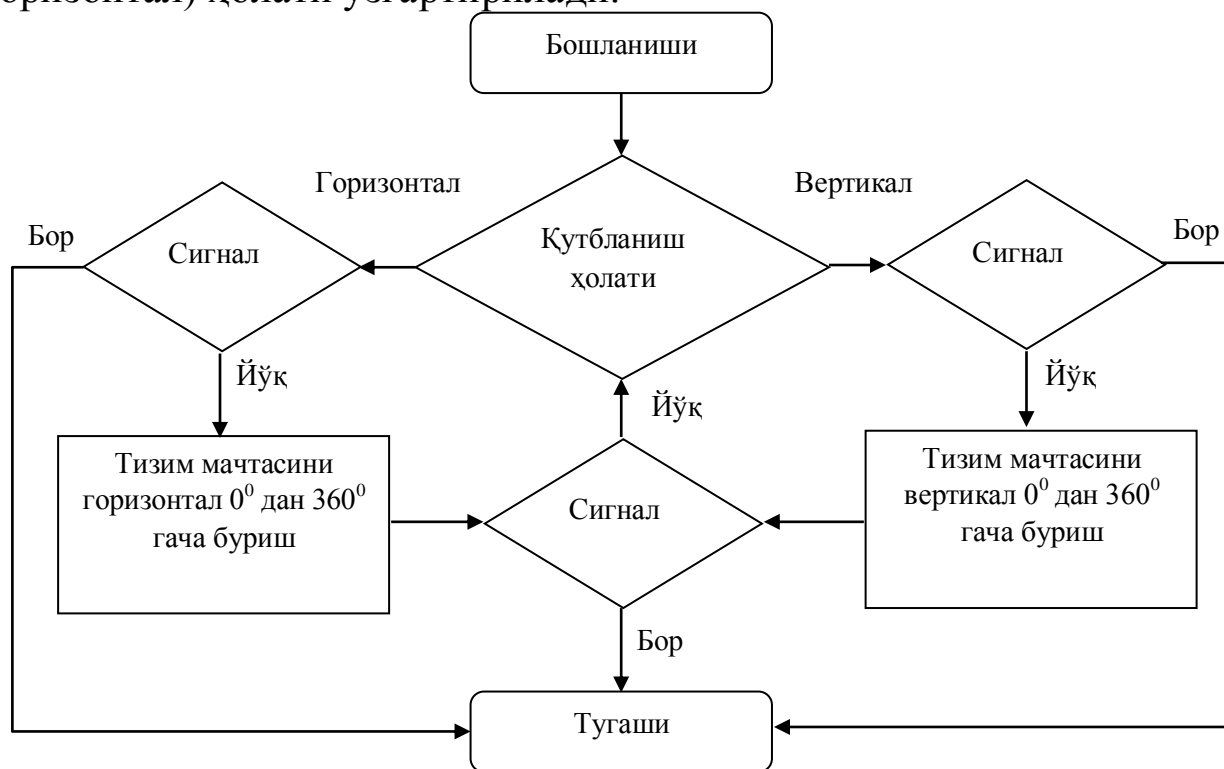
иккала антенна қурилмаси бир вақтда вертикал ёки горизонтал қутбланиш орқали аниқланади.



3.3- расм. Қурилманинг ишлаш алгоритми

Бунинг учун қарор қабул қилиш алгоритми керакли қутбланиш (вертикал ёки горизонтал)ни танлаб олади. Агарда танлаб олинган қутбланишда сигнал аниқланмаса, тизим мачтасини 0 дан 360⁰ га айлантирувчи механизм ёрдамида керакли сигнал аниқлангунга қадар антенналар ўнгга ёки чапга бурилади. Агарда

ДКВ-3 СС-405 двигател қурилмаси ёрдамида тизим мачтаси 0 дан 360⁰га айлантиргунга қадар сигнал ҳар иккала антеннада ҳам аниқланмаса, у ҳолатда қарор қабул қилиш алгоритми бошланғич нуқтага хабар бериб, қутбланишни ўзгартиришга ишора қилади. Ушбу ҳолатда Д-38Т двигатели ёрдамида қутбланиш (вертикал ёки горизонтал) ҳолати ўзгартирилади.



3.4-расм. Бошқарув блокиннинг ишлаш алгоритми

Бошқарув блоки ўз ишини охирига етказгач, ўлчов қурилмасига сигнал юборилади. Сигнал аниқлаб топилгандан сўнг, агар электр манбаи стабил бўлса, стационар UMS-100 ўлчов асбобидан, агар электр манбаи ўчган ёки захира электр манбаи ҳам ишламай турган бўлган ҳолатда бўлса, у ҳолда мобил PR-100 ўлчов қурилмалари орқали сигнал сатҳи ва кучланиш майдони ўлчанади[72;89-93-б].

UMS-100 стационар ўлчов асбоби ёрдамида ёки PR-100 мобил ўлчов асбоби ёрдамида қабул қилинган 80 МГц дан 12 ГГц гача диапазон частотада сигналларни сатҳи дБмкВ/м бирликда ўлчов ишларни олиб борилади.

Амалиётда ўлчов комплекс (рупорли ва логопериодик) антеннани майдоннинг кучланиш даражасини ўлчашда қўллаётиб, параметрларда сезиларли фарқи аниқланди. Булар асосан FM радио, рақамли телевидение

ва мобил алоқа спектрограммаларини ўлчашда уларнинг фарқлари аниқ ва равшан тасвирланганлигини кўриш мумкин.

Ишлаб чиқилган комплекс ўлчов (рупор ва логапериодик) антенналарни амалда қўллаган ҳолда майдон кучланганликлари параметрлари ўлчанганлигида штатли антенналар билан оралиқда бир қанча фарқ борлиги аниқланди.

3.5.жадвал

Электр майдонининг кучланганлиги ўлчови натижалари

№	Частота, МГц (тизимнинг турлари)	Ишлаб чиқилган антеннали тизим ёрдамида ўлчанган кучланиш майдонининг сатҳи (дБмкВ/м)	Штатли антенналар ёрдамида ўлчанган кучланиш майдонининг сатҳи(дБмкВ/м)	Фарқ и % да
		Вертикал/гориз он-тал ҳолатда	Вертикал/гориз он-тал ҳолатда	
1	100,5(FM радиостанция)	87,0	80,0	8.8
2	101,0 (FM радиостанция)	95,2	84,1	13.1
3	554(DVB, 31ТВК стандартда телеузатгич)	78,4	70,0	12.0
4	569(DVB, 33ТВК стандартидаги телехабари)	79,1/74,0	74,0/68,3	6.8/8. 3
5	465,850(CDMA450 стандартидаги мобил алоқа)	95,5	90,5	5.5
6	872,500 (LTE800 стандартидаги мобил алоқа)	99,8	85,4	6.9

7	886,5 (GSM900 стандартидаги мобил алоқа)	103,7	91,7	11.6
8	946 (GSM900 стандартидаги мобил алоқа)	101,7	88,4	10.3
9	1877,4 LTE(GSM1800 стандартидаги мобил алоқа)	101,3	75,0	35,1

3.5-жадвалда UMS-100 ўлчов асбоби таркибига кирувчи ишлаб чиқилган антенналар тизим ва штатли антенналар ёрдамида олинган ўлчов натижалари келтирилган.

Ўлчов натижалари таҳлили шуни кўрсатадики, ишлаб чиқилган антенналар тизими ва штатли антенналар ёрдамида олинган таҳлиллар фарқи 5 дБмкВ/м дан 26 дБмкВ/м ни, ёки 8.8% дан 35,1% гачани ташкил қилади.

Масалан:

-100,5 МГц частотадаги фарқ 7 дБмкВ/м ни ёки 8.8% ни ташкил қилади;

-465,850 МГц частотадаги фарқ 5 дБмкВ/м ёки 3.7% ни ташкил қилади;

-569МГц частотадаги фарқ горизонтал ҳолатда 5,1 дБмкВ/м ёки 6.8% ни вертикал ҳолатда эса, орадаги фарқ 5.7 дБмкВ/м ёки 8.3% ташкил қилади;

-886,500 МГц частотадаги фарқ 12.0 дБмкВ/м ни ёки 11.6% ни ташкил қилади;

-1877,4МГц частотадаги фарқ 26.3 дБмкВ/м ни ёки 35.1% ни ташкил қилади.

Олиб борилган ўлчов натижалари бўйича спектрограммада аниқ кўриш мумкин.

460-470 МГц диапазондаги ишчи частотада, CDMA 450 стандартидаги рақамли уяли алоқа каналларнинг кодли бўлиниши орқали тарқатиш сигналлари ўлчовида, ўлчов ишлари UMS 100 қабул қилгичда амалга оширилди. Оралиқдаги фарқ 8,3 дБмкВ/м ни ташкил қилди.

Ушбу стандарт частотада бутун Республика бўйлаб, жумладан Самарқанд вилоятидаги Uzbek Mobile ҳамда Perfectum Mobile

компаниялари фаолият кўрсатадилар. GSM мобил алоқа компанияларига қараганда, CDMA 450 стандартидаги рақамли уяли алоқа компаниясининг база станциялари сигналлари қамров ҳудуди тоғли ҳудуд бўлмасдан текисликда 80-100 км масофадаги ҳудудни эгаллайди. Бу эса албатта ҳудуд жиҳатдан катта вилоятлар учун жуда мос келади [79;756-759-б].

GSM мобил алоқа компаниялари эса қамров ҳудуди абонентлар ва каналлар сони бўйича 10-15 км масофадаги ҳудудни эгаллайди. Агар мазкур база таянч станцияларида каналлар сони етишмаса, компания ҳисобни аҳоли сонига қараб ҳисоблаб чиқмаган тақдирда қамров ҳудуди жуда кичик масофани, ҳатто база таянч станциясидаги энг яқин масофани ҳам қамраб ололмаслиги мумкин.

Юқорида келтирилган асос ишлаб чиқилган антенналарнинг алгоритмларини яратиш ва қўлланилишида алоқа сифат кўрсаткичларини бир қадар яхшиланишига олиб келганлигини яққол кўрсатиб турибди.

3.3. Антенналар ёрдамида нурланиш манбаларини аниқлаш ва таниб олиш

Ўлчовни ўтказиш учун П6-23А турдаги рупорли антенна ва LPA-2-01 М турдаги логопериодик антенна ўлчов аппаратурасидан иборат ўлчовли антенна мажмуаси қўлланилади. Rohde&Schwarz компаниясининг FS-300 анализатор спектри ва PR-100, UMS-100 ўлчов асбоби ёрдамида Самарқанд вилояти Электромагнит мослашув хизмати корхонасининг ҳажми 6x5x2,5 м бўлган биносидида ўлчов ишлари амалга оширилди.

Ўлчашга тайёргарлик кўришда антеннали комплекс ва ўлчов асбоблари барча механизмларининг тўлиқ созланганлиги ва ишлаш қобилияти текширилди.

Антеннали комплекснинг техник таснифи тактикасини текшириш учун ўлчаш аппаратураси (ўлчов генераторлари, қувватни ўлчагичлари ва ҳоказоларни), ишлатиш бўйича йўриқномада ўрнатилган вақт давомида созланди.

Антеннали комплекс билан ишлашда 12.1.006-84 Давлат стандартига асосида ЎЮЧ нурланиши билан ишлашда умумий техник хавфсизлик қоидаларига амал қилиш кераклиги таъкидланган.

Ўрнатиш ва ишга тушириш тартиби. Антеннали комплекснинг ўрнатилиши қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилади:

Антенналар мажмуаси икки қаватли бино устида, 3 метр баландликда металл тиргакка ўрнатилган. Антеннали комплексда қўлланиладиган таянчли-бурилиш мосламанинг редукторлари йўқ. Азимут бурчаклар ва ўрин бурчаклари лимбалар бўйлаб стопорли винтларнинг қотирилиши билан амалга оширилади. Қутбланиш икки хил ҳолатда рупорли логопериодик антенналар билан ўрнатилган ўтказкичнинг ўрнини алмаштириш билан амалга оширилади: "0°" га E_1 вектори бўйлаб вертикал қутбланишга мос келади ва "90°" га E_1 вектори бўйлаб вертикал қутбланишга мос келади, ва "90°" E_2 вектори бўйлаб горизонтал қутбланишига мос келади.

Таянч-бурилиш мослама иккита узелдан иборат: мўлжал механизми ва азимутли механизми.

Мўлжал механизми ўринли бурчак редуктори ва қутбланиш редукторидан иборат. Ўрин бурчак редуктори червякли, ўзини тормозлайдиган, люфт билан танлайдиган червяклидир. Ўрин бурчаги бўйича антенна ҳолатининг фиксацияси червяк валига таъсир этувчи стопор винти билан амалга оширилади. Қутбланиш редуктори иккита турли диаметрли тишли ғилдираклардан ташкил топган. Тишли ғилдиракнинг кам тишли валига бошқарув ручкаси қотирилган. Қутбланиш бўйича антенна ҳолатининг фиксацияси ўтказкич вали бўйлаб стопорли винт билан амалга оширилади.

Ўлчовли антенналар унинг фланцеда мавжуд бўлган иккита қайтарма винтлар ёрдамида мўлжал механизмига қотирилади.

Механизмдаги бурчаклар ҳисоби шкалалар ва визирли рискалар ёрдамида амалга оширилади.

Азимутли механизм ўлчов вақтида антеннанинг ҳолатининг турғунлигини таъминлайди.

Азимутли механизм антеннани азимут бўйлаб икки томонга айланишини таъминлайди.

Антеннанинг азимут бўйлаб ҳолатининг фиксацияси стопор винт билан амалга оширилади. Антеннанинг айланиши учун механизм штурвалга эгадир, бурчакларни ҳисоблаш учун - 5° га бўлинишлари билан лимбалар ва 0,1° га бўлинишлари билан лимбаларга қотирилади. Азимутли механизм редуктори червякли, ўзини тормозлантирадигандир. Азимутли механизмнинг чиқиш

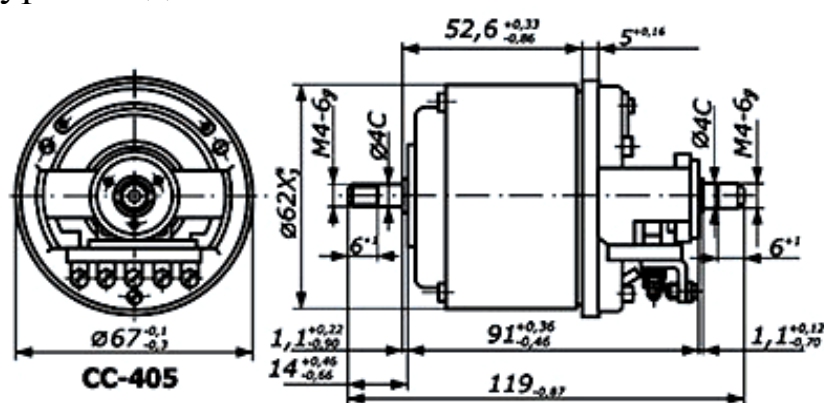
вали стопор винти ёрдамида мўлжалга олиш механизми билан бирлашади.

Ўлчов антенналарда керакли баландликда ўрнатилигандан сўнг ўрнатилган азимутли механизмнинг вали стопор винти ёрдамида қотирилади, оҳиста кўтариш механизми эса азимутли механизм билан конструктив ҳолда бирлашган бўлади. Вертикал қутбланиш ҳаракатдаги қайтарма ручка билан айланаётган винт ёрдамида кўтарилиш амалга оширилади.

Азимутли механизмда антеннани буриш ручкаси ва баландлик бўйлаб ҳолатни фиксациялаш учун стопор винт жойлашган. Азимутли бурчакнинг ҳисоби лимбалар бўйлаб бўлинишлар билан амалга оширилади. Ноль буриладиган визир ва аниқ лимба ёрдамида ўрнатилади.

Антенна мажмуасининг мўлжал бошқаруви дастурли таъминотдан узоқ масофадан амалга оширилади. Дастурнинг бош ойнасида тугмачалар жойлашган, компьютер сичқончаси ёки клавиатураси ёрдамида оператор антеннани азимут ёки қутбланиш бурчаги бўйлаб, радиомониторингни амалга ошириш бўйича олиб борилаётган ишнинг турига қараб мўлжални алмаштириб туради. Антеннали комплекснинг ўлчов антенналарининг тўлиқ мўлжали компьютер экранида акс этади.

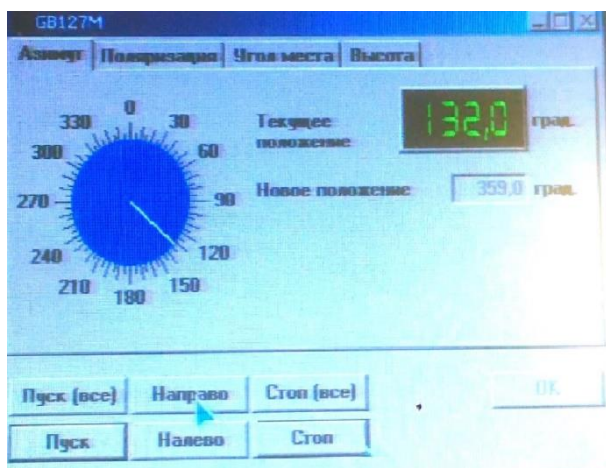
Азимутли механизм валига антенна мажмуаси билан мўлжал механизми ўрнатилди.



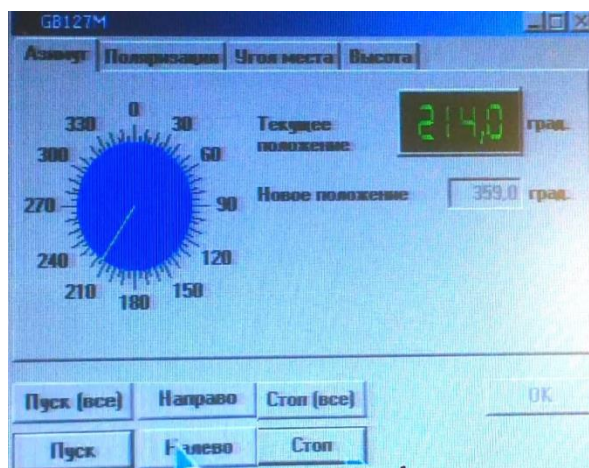
3.5-расм. Трансформаторли СС-405 сельсин–датчик қабул қилгичнинг чизмаси

3.5-расмда трансформаторли сельсин–датчик қабул қилгич СС-405 чизмаси тасвирланган. Трансформаторли режимда ишлаш учун мўлжалланган ушбу қурилманинг асосий вазифаси ишлаб чиқилган антенналарнинг керакли сигналларни аниқлаш ва таниб олишда асосий ўрин тутаяди. Қабул қилиниётган сигналлар

горизонтал ёки вертикал ҳолатда бўлишидан 360° қабул қилинади. Трансформаторли сельсин–датчик–қабул қилгич СС-405 ёрдамида оператор сигналларни 360° кенгликда топиш имкониятига эгадир .



а)



б)

3.6-расм. а) дастурли таъминот ёрдамида ўнгга айланиш ҳаракатининг қўшилиши, б) дастурли таъминот ёрдамида чапга айланиш ҳаракатининг қўшилиши кўрсатилган

3.6-расмда дастурли таъминот ёрдамида ишлаб чиқилган антенна қурилма мажмуасини ўнгга ва чапга айланиш ҳаракатининг қўшилиши тасвирланган



3.7-расм. Бошқарув блоки ТЖ 2,287,002 МИН № 1226

Бошқарув блоки ТЖ 2,287,002 МИН № 1226 3.7-расмда тақдим этилган. Блокнинг асосий вазифаси ишлаб чиқилган антенналарнинг горизонтал ёки вертикал қутбланишга ўтказишдан иборатдир.

Монография ишининг 3.2-параграфида ушбу қурилманинг ишлаш алгоритми келтирилган бўлиб, бошқарув тизими алгоритми чизмаси орқали барча маълумотлар тўлиқ баён этилган.

Антенналар мажмуасини сигналларини бир вақтнинг ўзида горизонтал ва вертикал қутбланишда ҳамда, 360° кенгликда қабул қилиш имкониятини беради. Бу эса ўз ўрнида, корхонада ишлаб келаётган радиооператорнинг иш сифатини бир қанча оширилишига сабаб бўла олади.

III боб бўйича хулоса

1. Ушбу бобда, рупор ва логопериодик антенналарнинг “UNICON.UZ” ДУК қошидаги ИЛ-02 Телекоммуникация техник ускуналарни сертификациялашган эхосиз экранланган камерасида синов маркази (СИЦ ТСТ) синов лабораториясида синов ўлчов ишлари амалга оширилганлиги ёритилган.

2. 80 МГц дан 1000 МГц гача диапазон частотада (қабул қилиш учун сигналларни) ўлчов ишларни олиб борувчи ЛПА-2-01М турдаги логопериодик антенна ҳамда 1 ГГц дан 12 ГГц гача диапазон частотада (қабул қилиш учун сигналларни) ўлчов ишларни олиб борувчи П6-23А турдаги рупор антенналарнинг алгоритмлари ишлаб чиқилган.

3. Амалдаги ўлчов асбоблари ёрдамида ишлаб чиқилган антенна тизим ва штатли антенналар ёрдамида олинган ўлчов натижалари келтирилган.

4. Ўлчов объектларни аниқлаш ва таниб олишда антенналарни бошқарув тизими тартиб ва қоидалари ва уларнинг ишлаш жараёни тўлиқ ёритилган.

IV-БОБ. ИККИ АНТЕННАЛИ ТАКОМИЛЛАШГАН РАДИОМОНИТОРИНГ ЎЛЧОВ ТИЗИМИНИ ЯРАТИШ

4.1. Такомиллашган радиомониторинг тизимининг хусусиятлари

Ҳозирги вақтда тизимдаги, радио электрон воситалар, шунингдек, турли электрон ва электромеханик қурилмаларнинг ривожланиши билан боғлиқ электромагнит ресурсининг фаол қўлланилиши ҳам оддий бўлмаган халақит жойлашувининг ҳолатини қийинлаштираётган электромагнит мослашувчанлик муаммоларининг чуқурлашиши кўшимча электромагнит фоннинг сезиларли даражада пайдо бўлишига олиб келади.

Айниқса, ўта электромагнит ҳолат йирик шаҳарларда жойлашгандир, у жойларда радио частотали диапазонда электромагнит майдонларнинг асосий манбалари бўлиб эфирга электромагнит майдонларнинг нурланиши бўлган телевизион ва радио узатувчи марказлар, мобил алоқа базавий станциялари ҳамда бошқа тизим ва мосламаларнинг хилма-хиллиги ҳисобланади.

Радио частотали ресурсининг радио ва электрон мосламаларнинг биргаликда ишлашида оптимал тақсимооти ва коллизияси учун радио эфир мониторингини локал ва умумий таснифдаги халақит муаммоларини аниқлаган ҳолда доимий равишда кузатув олиб бориш керак. Шу нуқтаи назардан юқорида кўрсатилган масалани ечишга йўл кўядиган юқори аниқликдаги ўлчаш асбобларни ишлатиш зарурдир.

Бундай ўлчов мосламанинг асосий элементларидан бири антеннадир. Кўп ҳолларда айнан антенна ўлчовнинг аниқчилигини ва ишончилигини аниқлайди.

Радио эфир мониторинги учун ишлатиладиган ўлчов комплексларига кирадиган ўлчов антенналарнинг турли хиллиги мавжуд. Бироқ ҳозиргача минимал хатолар билан частоталарнинг жуда кенг полосада ўлчаш мумкин бўлган универсал антеннанинг яратилиш ечимлари қидирилмоқда. Бундай ечилиши мумкин бўлган масалалардан бири аниқ частоталар диапазонида ишлаётган, бироқ радио эфирнинг изланаётган частоталар диапазонини биргаликда тўсаётган бир неча антенналардан иборат бўлган антеннали тизимнинг яратилишидир [54;135-137-б].

Ушбу монографияда радио эфир мониторинги учун ўлчов мосламаси таркибида ишлатиш мумкин бўлган антеннали тизими таклиф қилинган ҳолда кўриб чиқилган.

Радиомониторингнинг асосий мақсади, частоталар полосасида радио эфирнинг изланиши, барча асосий радио тизим ва мосламаларнинг ишлаши орқали аниқланади. Аниқлаш деганда самарали пеленгация, турли радио манбаларнинг нурланиши, уларнинг электромагнит майдонининг даражасини ўлчови ва радио частотали спектрнинг юкланиш таҳлилини тушунилади. Антенна ўлчов асбобнинг биринчи ва муҳим элементи бўлиб, у қуйидаги техник таснифга эга бўлиши керак:

- ишчи частоталарнинг кенг полосасига;
- кучланишнинг коэффицентининг юқори стабиллигига;
- ишчи частоталарнинг бутун полосаси бўйлаб бош текисликларда йўналиш диаграмма шаклининг юқори стабиллигига;
- ёнбош нурланишнинг паст даражасига;
- ҳимоя ҳаракати коэффицентининг юқори вазифасига;
- кросс кутбланишнинг юқори вазифасига;
- конструкциянинг ишлатилиш ва бир хиллаштиришнинг қулайлигига.
- Ўлчов асбобнинг таркибида қуйидагилар ишлатилади:
- турлича қўлланиладиган кенг диапазонли антенналар;
- турғун постлар учун ва манзиллар, ҳаракатларда автоматик пеленглаш учун антеннали тизимнинг тўплами;
- очик ва ёпиқ фойдаланишнинг ручкали пеленгаторлари учун йўналтирилган хусусиятлари билан антеннали модуллар тўплами.

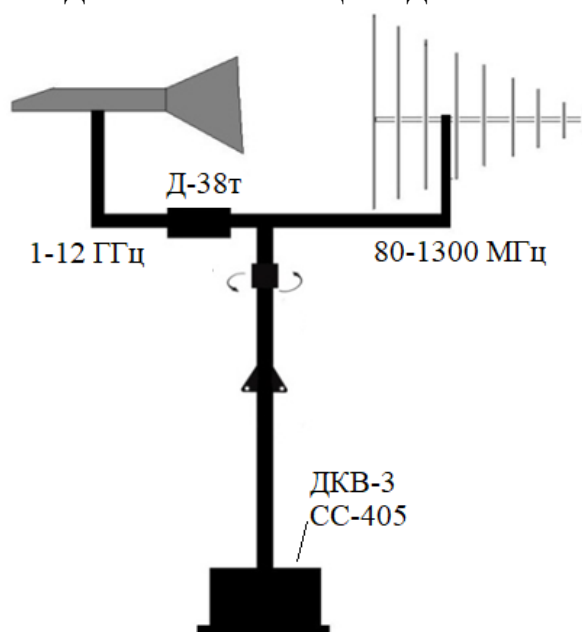
Кўриниб турибдики, кўпинча ўлчов асбобнинг таркибида ҳар бири ўзининг диапазонли ва йўналтирилган хусусиятларига эга бўлган антенналар тўпламидан фойдаланилади. У ёки бу полосанинг радио частота спектри мониторингида ишчи частоталарнинг мос келадиган полосаси билан антеннани ишлатиш талаб қилинади. Шунинг учун ёки универсал кенг полосали антеннани, ёки антеннани бир диапазондан иккинчисига ўтишда алмаштиришга тўғри келади.

Радио эфирнинг мониторинги учун ўлчов асбобнинг таркибида ишлатиш учун мўлжалланган антеннали тизим биз томондан ишлаб чиқилган. Тизим иккита антеннадан иборат:

80...1000 МГц частоталар полосасида ишлаётган логопериодик ва 1...12 ГГц частоталар полосасида ишлаётган рупорли антенналардир [56;75-77-б].

Логопериодик антенна структуранинг даври $\tau=0,84$ ва полотно бурчаги $\alpha=450$ тенг бўлган йигирма битта элементдан иборат. Антеннанинг йиғма чизиқнинг узунлиги 1,57 метрни ташкил қилади. Энг узун вибраторнинг узунлиги 0,83 метрни, энг қисқаси – 0,04 метрни ташкил қилади.

Антенналарда олиб борилган изланишлари шуни кўрсатдики, ишчи частоталар полосасида кучланиш коэффиценти деярли ўзгармайди ва 12 дБ ни ташкил қилади, ҳимоя ҳаракат коэффиценти эса 18 дБ ни ташкил қилади.



4.1-расм. Икки антеннали тизимнинг умумий чизмаси

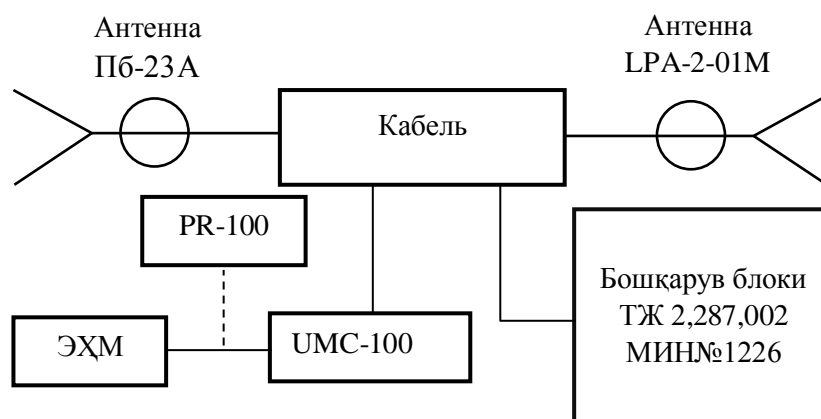
Иккинчи антенна сифатида қуйидаги техник таснифларга эга бўлган рупор ўлчовли антенна П6-23А қўлланилади:

- частоталар диапазони– 1...12 ГГц;
- самарали майдон (эффективная площадь):
- 6 ГГц – 150 см² гача бўлган частотада;
- 6 ГГц – 150 см² дан юқори бўлган частотада;
- ВЧ тракт – 50 Ом;
- самарали майдоннинг хатолиги– 20%;
- КСВ – 1,5;
- антеннанинг кириши (сечение А-А) – коаксиалли;
- киришнинг қарама-қаршилиги – 50 Ом;
- сатҳ:
- ёнбош баргчалари –10 дБ дан кўп эмас;

– кўндаланг қутбланиш – 20 дБ дан кўп эмас.

4.1-расмда антеннали тизимнинг умумлашган чизмаси кўрсатилган. Иккала антенна ҳам умумий траверсга қотирилган, ўз навбатида, вертикал мачтага қотирилган. Меридионал (горизонтал) текисликда мониторинг йўналиши ўзгариш, шунингдек антенналарнинг қутбланишини ўзгартириш имконияти тизимда мавжуд.

Антенналар орасидаги горизонтал фарқ 1,5 метрни ташкил қилади, бу эса антенналарнинг бир-бирига ўзаро таъсири муаммоси ҳал қилишда имкон беради [27;1769-1778-б.].



4.2-расм. Антеннали тизимнинг структурали схемаси

4.2-расмда ишлаб чиқилган антеннали тизимдан, Rohde&Schwarz UMS-100 радиомониторингнинг коммуникация тизимидан, турғун тизимидан ташкил топган тизимнинг тўлиқ структурали схемаси Rohde&Schwarz UMS-100 портатив қабул қилгичнинг, антенналарни бошқариш блоки, компьютерли терминалнинг қўшилиш имкониятлари билан келтирилган. Ишлаб чиқилган антеннали тизимининг конструктив хусусиятларини кўриб чиқамиз.

Тизимда компьютер терминали (ЭХМ) орқали буйруқ бериб, масофада туриб бошқариш мумкин бўлган электродвигатель ёрдамида иккала антенналарнинг қутбланишининг ўзгариши имкони мавжуд. Ҳар бир антенна учун алоҳида ёки иккала антенна учун бир хил бўлган қутбланишни ўрнатса бўлади.

Антенналар ўрнатилган мачта компьютер терминали орқали буйруқ бериб масофада туриб бошқариш мумкин бўлган электродвигатель ёрдамида иккинчи двигатель ёрдамида ўзининг жойлашини ўзгартириши мумкин.

Шундай қилиб, аниқ вақт масшбабда 0 дан 360 градусгача бўлган кенгликда тадқиқот олиб борилаётган сигнал нуқтасига

кузатилаётган антеннали тизимнинг бурчагини ўзгартирган ҳолда тезкорлик билан бошқарса бўлади.

Бурилиш тизимда компьютер терминалига оператор орқали берилаётган антеннанинг бурилиш бурчагининг 0,1 градусгача вазифаси аниқлик билан синхрон равишда ўрнатилган сельсин-датчик-қабул қилгич ишлатилади.

Антеннали тизимнинг ташқи кўриниши 4.3-расмда кўрсатилган.

Ишлаб чиқилган антеннали тизим ёрдамида Ўзбекистон Республикаси Самарқанд вилоятининг турли туманларида радио нурланишнинг турли хил манбаларини яратиб электр майдонининг кучланишини ўлчаш ишлари олиб борилган.

Шундай қилиб, шундай фактни қайд қилмоқ керакки, ўлчов асбоблари таркибига кирадиган штатли антенналарни ишлатишдан кўра ишлаб чиқилган антенналар тизими янада аниқ натижаларни беради.

Бундан ташқари, антеннали тизимнинг масофавий бошқарувини кўзда тутган ҳолда (кўл ёки автоматик режимда), Ўзбекистон Республикасининг иссиқ ҳудудларида оғир дала шароитларида ўлчаш жараёни сезиларли даражада қисқартирилади.



4.3-расм. Ишлаб чиқиладиган антеннали тизимнинг ташқи кўриниши

Ушбу тадқиқотда радиомониторинг тадқиқотлари учун замонавий ўлчов асбоби таркибидаги ишлатиш мумкин бўлган, электрон-механикли ишлаб чиқилган антеннали тизим таърифи берилган.

Ишлаб чиқишнинг фазилати шундаки, ўлчаш жараёнида ўлчов антенналарнинг баландлигини тез-тез ўзгартириб туришга тўғри келиши ўлчов ишларини сезиларли даражада қисқартиради.

Компьютерли бошқарув тизими билан биргаликда сельсиндатчиклар ва двигателларни ишлатиш ўлчовни ўтказётган операторларга ўлчовнинг аниқлигини ошириш ва жисмоний юкломани камайтиришни йўл қўяди. Бу айниқса радиомониторинг мобил терминалига оғир дала шароитларида ёки бизни ўраб турган ҳавонинг паст ҳароратида ва бошқа иқлимнинг узоқ тадқиқотларни олиб боришда таъсири муҳимдир.

4.2. Тақомиллашган радиомониторинг тизимининг ишлаш негизи

Қўлланиладиган ўлчов асбоблари. Таҷрибада қуйидаги ўлчов асбоблари қўлланилган:

PR-100 ўлчов қабул қилгич,
FS-300 спектр анализатори,
UMS – 100 ўлчов қабул қилгич.

PR-100 ўлчов қабул қилгичи. Антеннанинг қисмларга ажралишидан бошлаб, сигнал трактида частота 8 ГГц билан чегараланган, унда кейин, частоталар диапазониға боғлиқ бўлган ҳолда сигналнинг ишлаши учта турли занжирларида содир бўлади. 9кГц дан 30МГц гача бўлган сигналлар бевосита А/Д дастлабки кучайтиргич орқали йўналтирилади. 20 МГц дан 3.5 ГГц гача бўлган сигналлар дастлабки сараловчи (преселектор) ва дастлабки кучайтиргич IF (Intermediate Frequency – оралик частота) қаториға ёки сигналнинг юқори даражада аттенюатор орқали киради. Дастлабки сараловчи аттенюатор сингари, IFсекцияни ортиқча юқдан самарали ҳимоя қилади (4.4-расмға қаранг). Бу айниқса сигналнинг максимал даражали ўрни бўлган берилган частотали диапазонда муҳимдир. 3.5 МГц дан 8 ГГц гача бўлган сигналлар IF секциясига кучайтиргич орқали тушади. Уч каскадли IF секцияси кейинги А/Д конвертер учун 20 МГц дан 8 ГГц гача бўлган сигналларни ишлаб чиқади. Асбобнинг максимал даражада сифатли ишлашини таъминлаш учун фақатгина 7.5 ГГц гача бўлган сигналлар қайтадан ишланади.

Рақамли сигналларни қайта ишлаш жараёни. А/Д сигналнинг ўзгартирилишидан сўнг, тракт сигнал тугилади: биринчи трактда А/Д спектр рақамли пастлашаётган ўзгартирувчи

ёрдамида(DDC) рақамли полосали ва FFT зинага мўлжалланади. Рақамли фильтр полосаси кенглиги 10 кГц ва 10 МГц оралиғида танланган бўлиши мумкин. Унгача IF спектри дисплейга ёки LAN интерфейс орқали чиққунга қадар, натижалар AVERAGE, Min HOLD, ёки Max HOLD функциялар ёрдамида ишлаб чиқилади, фойдаланувчининг қайси бирини танлаганига боғлиқ бўлган ҳолда, иккинчи трактда сигнал даража ўлчови ёки демодуляция учун ишлаб чиқилади. Бу ерда шунингдек сигнал DDC ёки полосали фильтр орқали танланади [54;116-б].

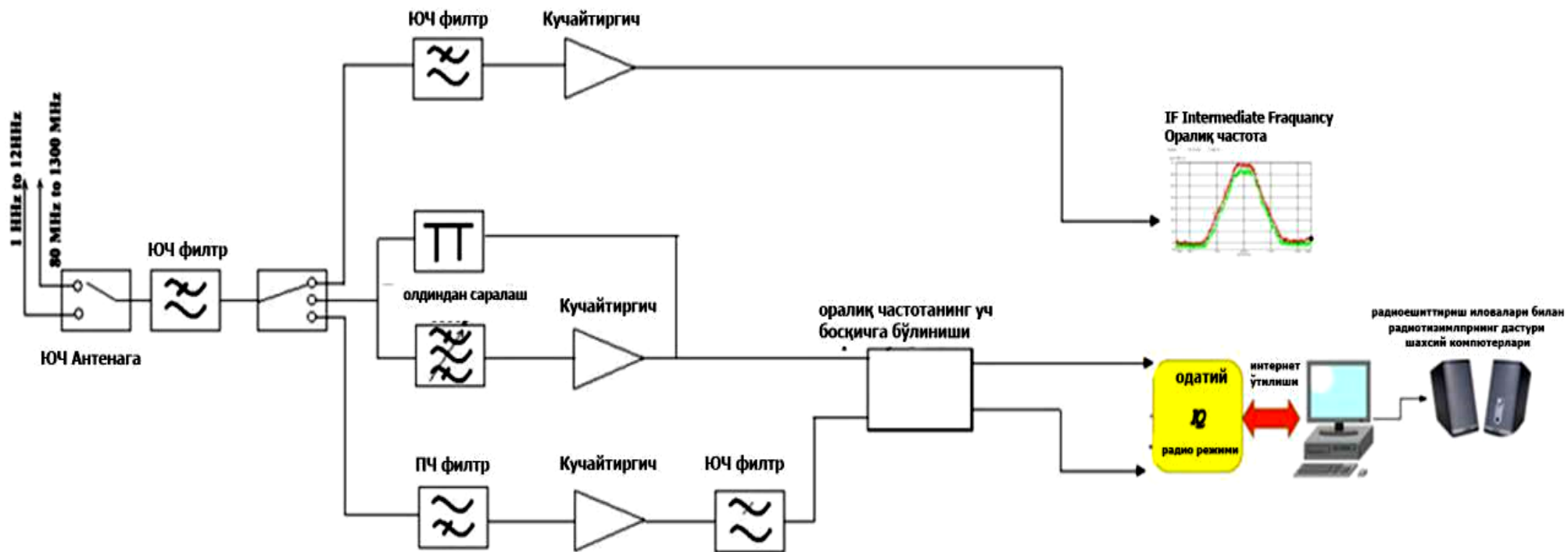
Сигнал-шовқиннинг оптимал нисбати турли сигналларни ишлаб чиқишда, IF полоса кенлигидан боғлиқ бўлмаган ҳолда танланадиган қабул қилгич 150 Гц дан 500 кГц гача бўлган демодуляция кенлиги IF филтрини сақлайди. Ундан кейин, ўлчанган даража дисплейга ёки LAN интерфейс орқали узатилади. Ўхшаш сигналларнинг демодуляцияси учун узатилаётган маълумотлар автоматик функцияси ёки филтрни кучайтиришни кўл билан бошқариш орқали ишлов беришга дуч келади, мураккаб модуллашган сигнал кучланишнинг автоматик бошқаруви (AGC) занжиридан ёки (MGC) полосали филтрдан сўнг ўтади. Кейин демодуляция даражасига AM, FM, USB, LSB, ISB, PULSE ёки CW га қараб ҳаракат қилади. Рақамли сигналнинг келаётган частотаси (I/Q data) AGC MGC даражаси орқали кейинги ишлов учун бевосита чиқарилади [89;355-356-б.].

Қабул қилгичнинг юқори сезгирлиги, юқори рухсат этилиши. Rohde&Schwarz PR-100 қабул қилгич 10 МГц гача бўлган IF полоса кенлигига эгадир. Бу жуда ҳам сигналларнинг қисқа импульсларини танлаб олишга имконини беради, чунки сканер заруратсиз марказий частота атрофидаги бир спектрда 10 МГц частоталарнинг катта кенлигини қабул қилгич акс этади. IF полосасининг энг катта кенлиги максимал сезгирликни беради [81;81-82-б.].

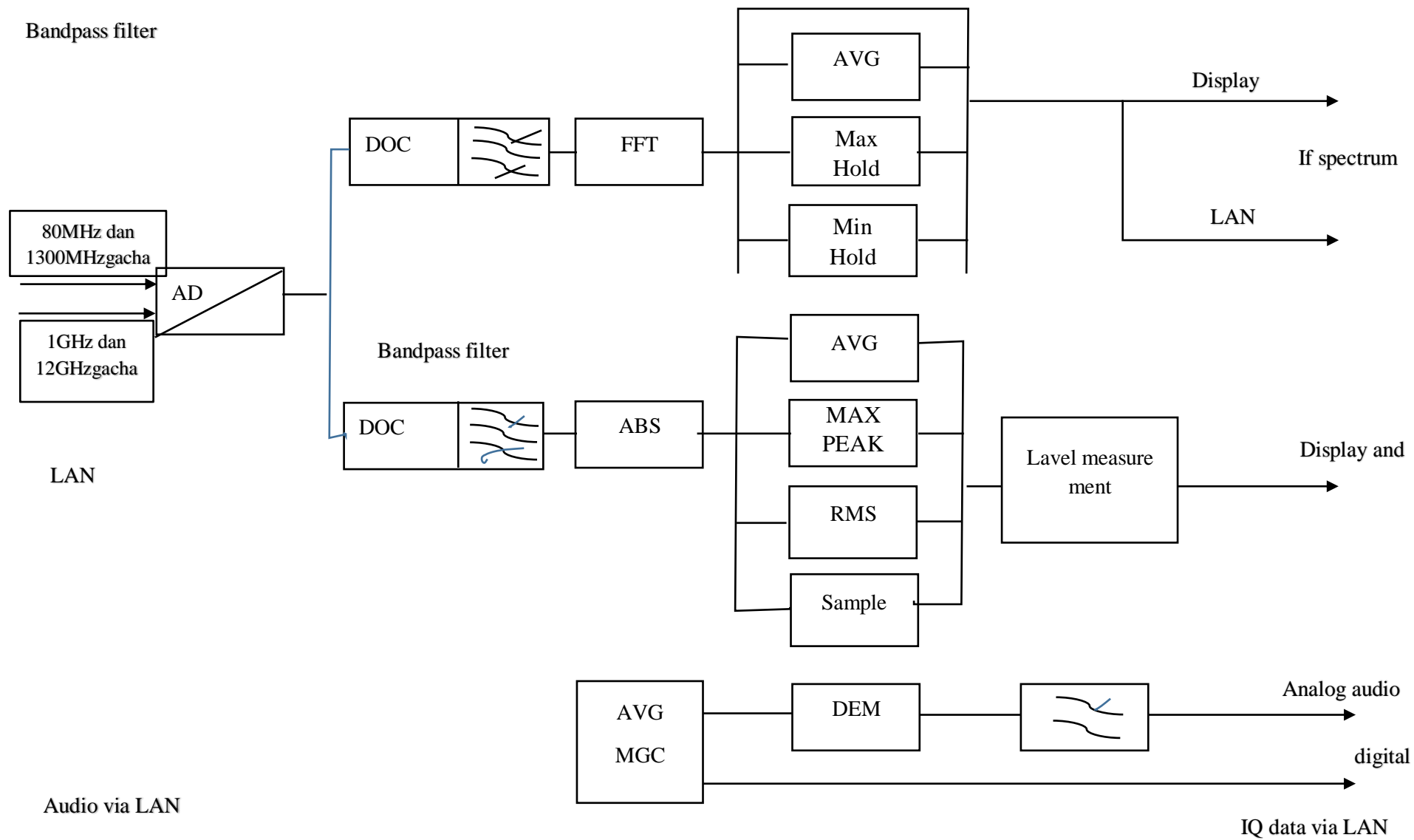
IF спектри функция ёрдамида рақамли кўринишда мўлжалланган, FFT яъни Fast Fourier Transform (тезкор Фурье алмаштириши). FFT усулининг IF ни ҳисоблашда катта ортиқчаликни таъминлайди: қабул қилгичнинг сезгирлиги ва сигналнинг ечими спектр индикациясининг тенг кенлигида оддий ўхшаш қабул қилгичнинг мос параметрларидан анча ошади.

Қуйидаги 4.4-расмда икки антеннали қурилманинг техник параметрларини ўлчаш учун мўлжалланган PR-100 қурилмасининг

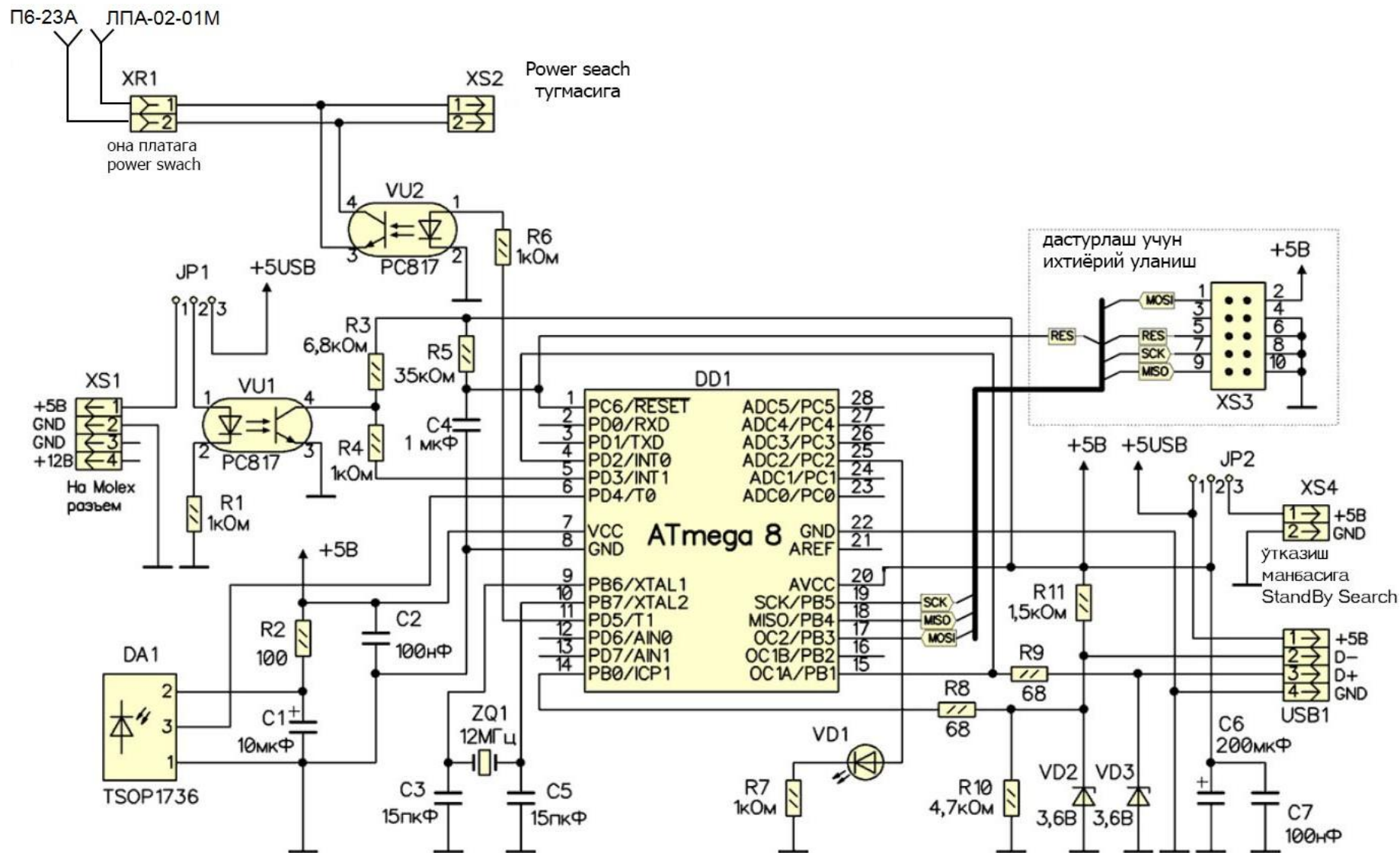
блок схемаси келтирилган. Схепада қўшимча учта блок ўрнатилган. Иккита антенна улаш учун мослама, паст частотали(ПЧ) филтвр ва штат антенналарини ҳам улаш учун мослама



4.4- расм. Икки антеннали ўлчов асбобнинг блок схемаси



4.5-расм. Рупор ва логопериодик антеннали ўлчов асбоби блок схемаси



4.6-расм. UMS-100 ўлчов қурилмаси асосий қизмаси [90;21-22-б.]

4.5-расмда икки антеннали қурилмани техник параметрларини ўлчаш мақсадида фойдаланилган UMS-100 ўлчов асбобининг блок схемаси келтирилган.

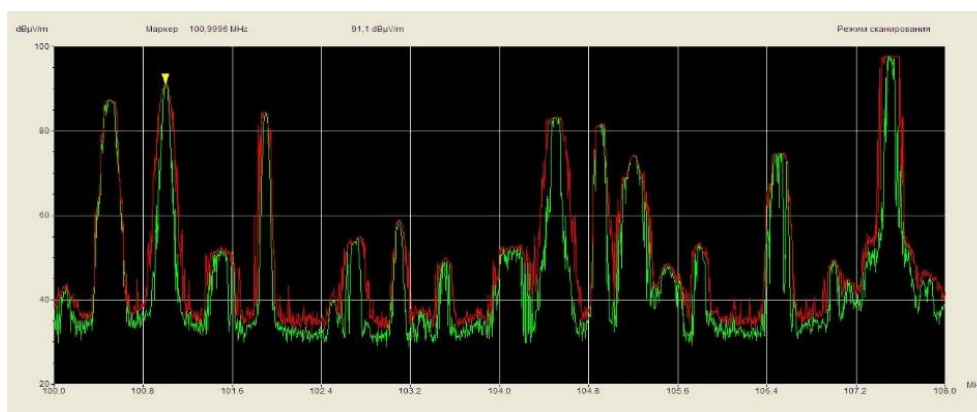
4.6-расмда UMS-100 ўлчов қурилмаси асосий чизмаси келтирилган бўлиб [90;21-22-б.], амалиётда ўлчовли комплексли (рупорли ва логопериодик) антеннани майдоннинг кучланиш даражасини ўлчашда қўллаётиб, параметрларда сезиларли фарқни аниқланди, асосан FM радио, рақамли телевидение ва мобил алоқа спектрограммаларини ўлчашда қуйидаги натижаларни кўриш мумкин.

Комплекс антенна тажрибада ишлаб чиқилган комплекс ўлчов (рупор ва логопериодик) антенналарни амалда қўллаган ҳолда майдон кучланганликлари параметрлари ўлчанганда, штатив антенналар билан ораликда бир қанча фарқ борлиги айниқса, ер усти рақамли телевидение сигналларида олиб борилган ўлчов натижалари бўйича аниқланди, энди спектрограммада аниқ кўрсатамиз.

100,0-108,0 МГц тўлқинли FM диапазон частотасида ишлаётган радиоэшиттириш узатгичлари. Ўлчов ишлари UMS-100 қабул қилгичида амалга оширилди [82;4-8-б.]. Майдон кучланганликлари параметрлари штатли антенналар ёрдамида ўлчов натижалари 80,5дБмкВм ни ташкил қилган бўлса, комплекс антенна (П6-23А ва LPA 2-01 М)лар натижаси 91,1дБмкВ/м ни ташкил қилди. Ораликдаги фарқ 10,6 дБмкВ/м.



4.7-расм. Штатли антенна спектрограммаси



4.8-расм. Комплексантенна спектрограммаси

CDMA 800 стандартидаги рақамли уяли алоқа каналларнинг кодли бўлиниши орқали тарқатиш сигналлари ўлчовида, ўлчов ишлари UMS 100 қабул қилгичида амалга оширилди. Ораликдаги фарқ 15,3дБмкВ/м ни ташкил қилди.

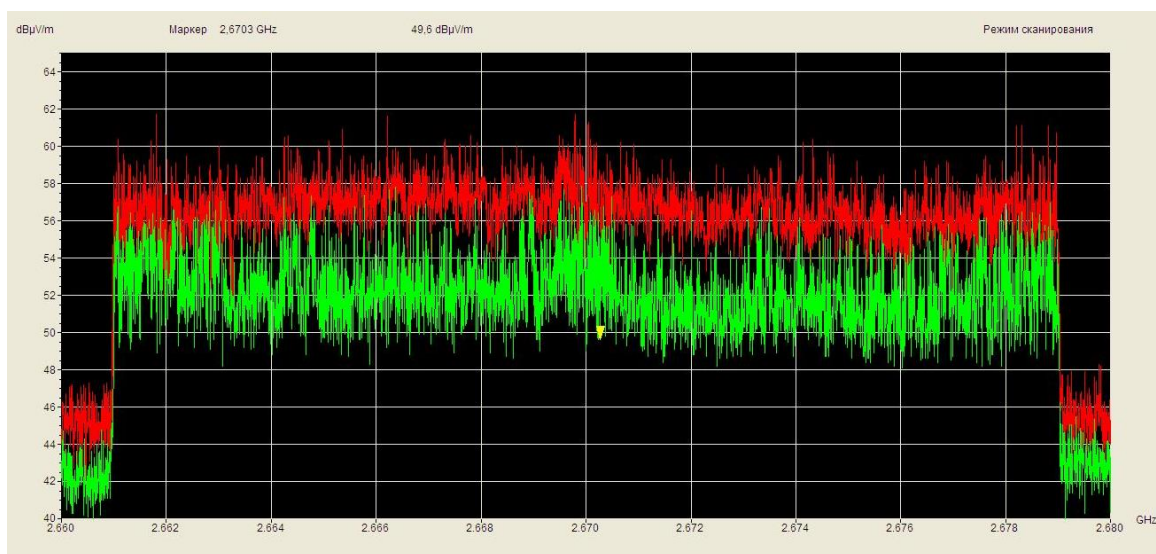


4.9-расм. Штатли антенна спектрограммаси(860,0-892,0 МГц)

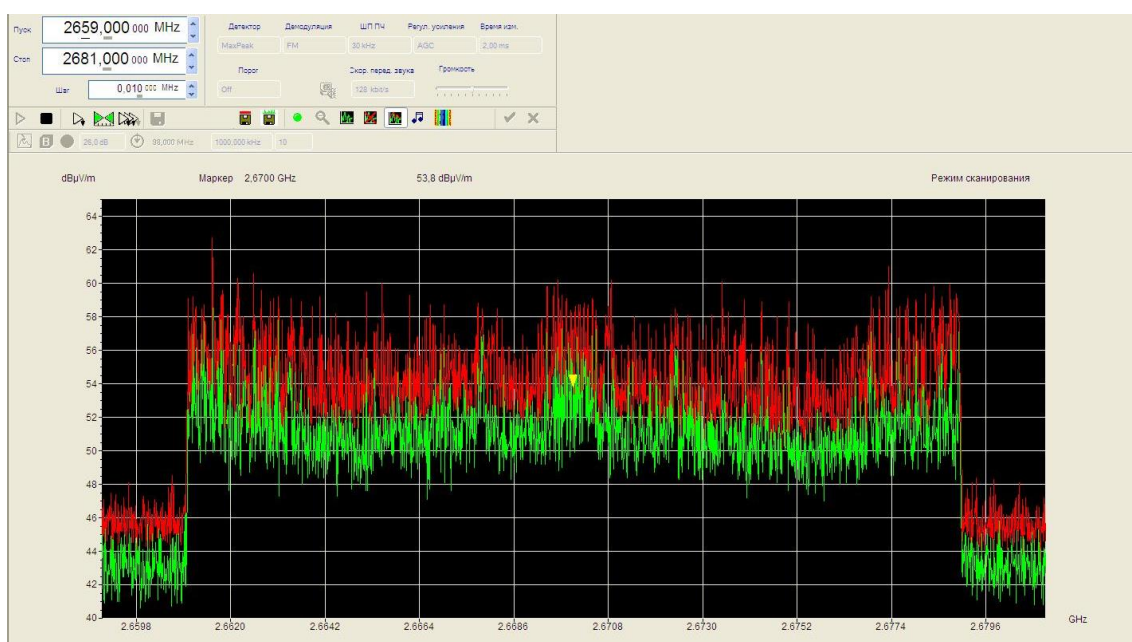


4.10-расм. Комплексантенна спектрограммаси(860,0-892,0 МГц)

LTE (4G) сигналлар параметрлари ўлчовида, ораликдаги фарқ- 4,2 дБмкВ/м

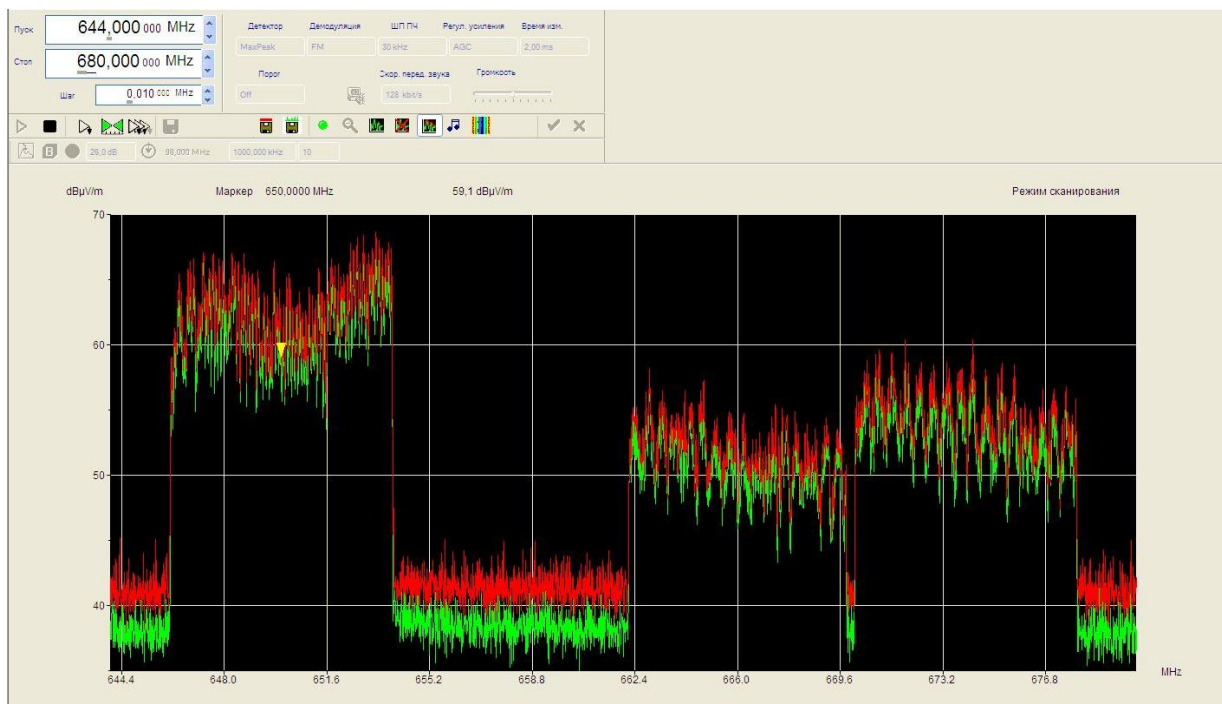


4.11-расм. Штатли антенна спектрограммасы (2660,0-2680,0 МГц)

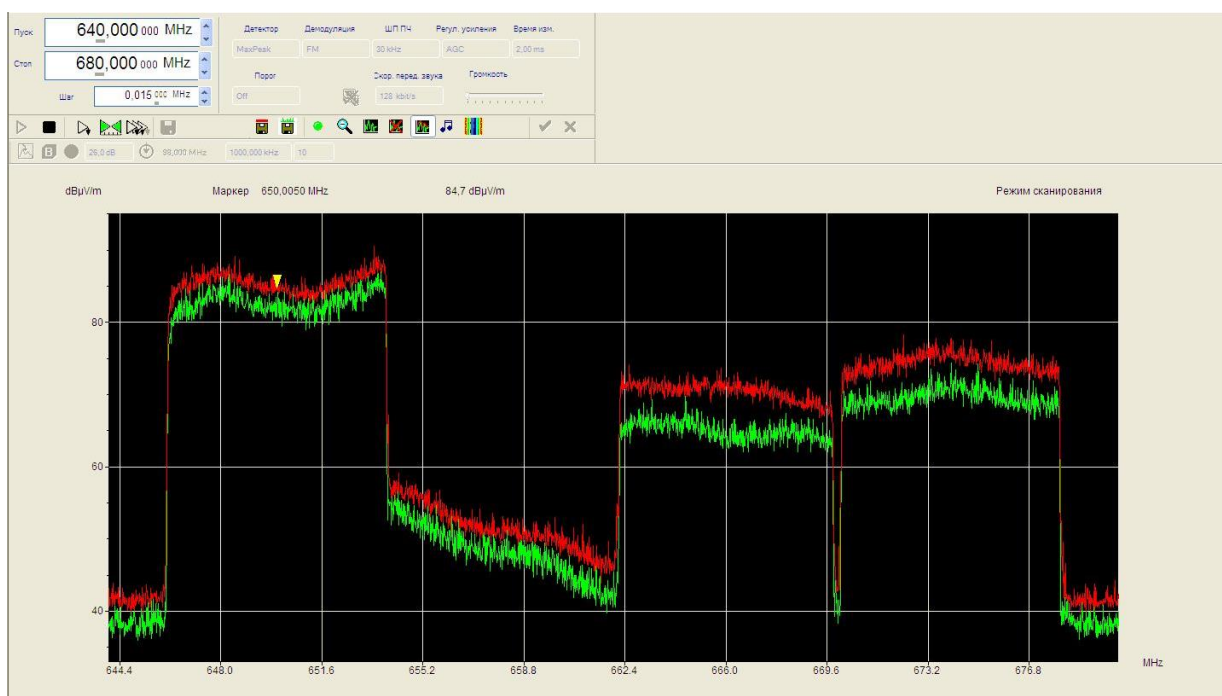


4.12-расм. Комплексантенна спектрограммасы

Ер усти рақамли телевидение узатиш сигналларини ўлчови. Фарқи 25,6 дБмкВ/м ташкил қилади.

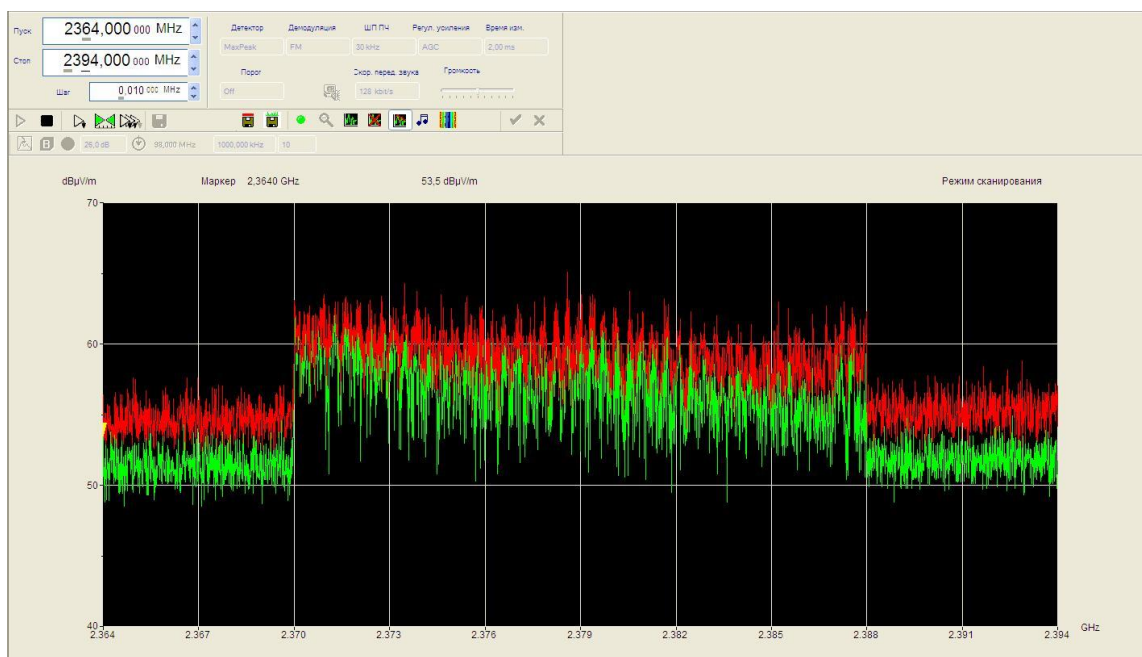


4.13-расм. Штатли антенна спектрограммаси



4.14-расм. Комплексантенна спектрограммаси

SuperIMAX 2,4 симсиз кенг поласали маълумотлар узатиш қурилмалари ўлчовидаги оралиқ фарқи, 13,4дБмкВ/м ни ташкил қилди.



4.15- расм. Штатли антенна спектрограммаси



4.16-расм. Комплекс антенна спектрограммаси

IF спектри. IF спектрнинг ҳисоби FFT услуги билан бир нечта қадам бажарилади. Улар кейинчалик максимал сезгирликни таъминловчи IF 10 кГц (BW спектра = 10 кГц) полоса кенглиги учун қисқартирилган шаклда тасвирланади.

IF филтрнинг чегараланган қиялиги туфайли, IF спектрнинг танланган BW IF полоса кенглигига нисбатан f_s дискретизация частотаси кўп бўлиши керак. Шундай қилиб, базавий

дискретизация частотаси ва IF полос кенглиги 1 га тенг катталикни ифодалайди ва IF филтёрнинг қиялик меъёрида ҳисобланади. Бу нисбат қуйидаги икки формулалар нисбат билан ифодаланади:

$$f_s/B_{IFspectrum} = const \quad (4.1.)$$

ёки

$$f_s = BW_{IFspectrum} * const \quad (4.2.)$$

Доимийлик аҳамияти танланган IF полоса кенглигига боғлиқ, яъни IF полоса кенглиги функцияси сингари ўзгариши мумкин [104;91-93-б.].

IF полоса кенглиги учун $BW_{IF} = 10$ кГц спектр полоса кенглиги доимо 1,28 га эгадир. Шундай экан, IF 10 кГц спектрнинг акс этиши учун қуйидаги $f_s = 12,8$ кГц танлама частотаси талаб қилинади.

R&S PR-100 приемниги. R&S PR-100 IF спектрни яратиш учун 2048 нуқтали ўлчови билан FFT учун N қўлланилади. Бу нуқталарнинг ҳисоби учун юқорида келтирилган мисолда 12,8 кГц дискретизация полосаси 2048 бир хил турувчи частота кесимларга бўлинади, кейинчалик улар «bins», яъни танламанинг элементлари каби аниқланади. BW_{bin} полоса кенглиги частоталар кесими қуйидагича ифодаланади:

$$BW_{bin} = f_s/2048 = 12.8\text{кГц}/2048 = 6.25\text{Гц} \quad (4.3.)$$

Бу дегани, юқорида келтирилган мисолда танловнинг ҳар бир элементи учун акс эттириладиган шовқин даражаси (displayed average noise level – DANL) ҳисобини эътиборга олинган бўлиши керак бўлган фақат 6,25 Гц полоса кенглигига мўлжалланган. Қуйида келтирилган формулада (функция ойна самараси – Blackman window) FFT учун қисқартириш ҳисобга олинмайди:

$$DANL = -174 \text{ дБмВт} + NF + 10 \log(BW_{bin}/\text{Гц}) \quad (4.4)$$

NF параметри қабул қилгич учун умумий коэффициентни ташкил қилади. Юқорида келтирилган мисол шуни кўрсатадики, FFT қўллаш туфайли (RBW) полоса кенглиги учун ҳақиқий ечими кутиладиган 10 кГц да дисплей диапазони учун DANL ни ҳисоблашда ҳисоби олинмиши керак.

FFT қўлланилаётган ҳисобда спектрнинг юқори ечими бошқалардан устунлиги шундаки, яқинда жойлашган сигналлар (масалан, f_1 , f_2 , f_3) IF спектри дискретли эканлигидир. Агарда ўхшаш қабул қилгичда полоса кенглиги ечими танланган бўлса, IF (RBW = BW IF спектр) учта дискрет сигналлар f_1 , f_2 и f_3 ўрнига f_{sum} жамланган сигналлар кўрсатилади.

UMS–100 ўлчов қабул қилгич хусусияти ва назорат босқичлари

UMS–100 қабул қилгич имкониятлари:

UMS–100 радио техник назорат учун қабул қилгич ITU-R талабларга кўра Rohde & Schwarz фирмалари спектрнинг радио техник назорати учун жуда ҳам мос келади. Қабул қилгич қуйидаги сигналларни қабул қилишни ишлаб чиқишга йўл қўяди:

- эшитиш, радио техник назорат ва қайд қилиш билан;
- хотира ва частота бўйлаб қидирув;
- частотали спектрнинг бандлигини ўлчаш билан;
- қамраб олиш зонасини ўлчови билан;
- юқори ва оралик частоталарда сигналлар таҳлили билан.

UMS–100 қабул қилгич ёрдамида қуйидаги ўлчовларни амалга оширса бўлади:

-ITU-R SM-377 йуриқнома асосида частоталар ва частоталардан оғишлар;

-ITU-R SM-378 йўриқнома асосида электромагнит (электр) майдоннинг кучланиши;

-ITU-R SM-328 йўриқнома асосида сигналлар модуляцияси параметрлари;

-ITU-R SM-182 йўриқнома талабларига кўра ташқи шахсий компьютерни ишлатишда индентификацияси ва частотали спектрнинг бандлиги.

Радио техник назорат хизмати учун қуйидаги вазифалар автоматик равишда бажарилиши мумкин:

-берилган частоталар диапазонда рухсат этилмаган радио нурланишларни қидиришда;

-100 каналлар орасида хотирадаги танловда (частоталарни);

-узлуксиз нурланиш, амплитудали модуляция, бир полосали модуляция ва частотали модуляция билан эшиттиришларни текшириш назоратида;

-идентификациялашда;
-шахсий компьютерда кейинги юкланишгача бўлган ўлчовлар натижаларини сақлашда.

4.3. Такмиллашган радиомониторинг ўлчов тизимининг афзалликлари

Олиб борилган илмий натижалар шуни кўрсатдики, Самарқанд вилояти, Электромагнит мослашув хизмати корхонасида 2018 йил давомида 0,1 дан 30 МГц гача бўлган частоталар диапазонида қўшни вилоятлар ҳудудида 537 та, 0,1 дан 30 МГц гача бўлган частоталар диапазонида чегарадош давлатлардан кириб келган сигналлардан 489 та, Самарқанд вилоятида 30 дан 3000 МГц гача бўлган частоталар диапазонида 69 та ноқонуний ишлаётган узатгичлар аниқланди. Амалиётда 69 та аниқланган радио электрон воситаларнинг ишлатиш тартибида йўл қўйилган бузилишлардан 69 тасига зарур бўлган чоралар кўрилди.

Бундай ўлчов ишларини олиб боришда яратилган гибрид комплекс антенналарнинг ҳам роли катта.

Турли алоқа воситаларнинг электромагнит мослашув (ЭММ), санитария меъёрларини ва қонуний чегараларни таъминлаш мақсадида, турли диапазонларда электромагнит тўлқинларни узатиш (нурланиш) учун мўлжалланган электрон воситаларни ўлчами ва назорати олиб борилади.

Аниқ жойларда (ёки объект чегарасида) ишлаётган узатгичлар ҳақида маълумотларни олиш, уларни аниқлаш ва назорат қилиш мақсадида уларнинг турлари, асосий таснифлар, сони ва узатилаётган маълумотнинг манзарали демодуляцияси орқали амалга оширилади.

NF параметри қабул қилгич учун умумий коэффицентни ташкил қилади. Юқори келтирилган мисол шуни кўрсатадики, FFT қўллаш туфайли (RBW) полоса кенглиги учун ҳақиқий ечими кутилаётган 10 кГц да дисплей диапазони учун DANL ни ҳисоблашда ҳисоби олиниши керак.

FFT қўлланилаётган ҳисобда спектрнинг юқори ечими бошқалардан устунлиги шундаки, яқинда жойлашган сигналлар (масалан, f_1 , f_2 , f_3) IF спектри дискретли эканлигидир. Агарда

ўхшаш қабул қилгичда полоса кенглиги ечими танланган бўлса, IF (RBW = BW IF спектр) учта дискрет сигналлар f_1, f_2, f_3 ўрнига f_{sum} жамланган сигналлар кўрсатилади.

Радиомониторинг воситалари ёрдамида олинган маълумотларни топиш, кузатиш, аниқлаш ва ишлаб чиқиш – бу маълумотларни (радиоразведка – радиомониторинг тури) тезкорлик билан олиш воситаларидир [26;23-31-б.].

LPA 2-01 М ва П6-23А комплексли антенналар ва бошқа ўлчов антенналари билан майдон кучланиши ўлчов кўрсаткичларнинг қиёсий таҳлили 4.1. жадвалда кўрсатилган.

4.1-жадвалда келтирилган натижалардан қуйидаги хулоса келиб чиқади, назорат қилинаётган частота диапазони ўлчов сигнали сатҳи 2,7 дБ мкВ/м дан 26 дБ мкВ/м гача бўлган фарқ кузатилди, ёки бу фоизга ҳисобланса, 2.0% дан 35.1% гача фарқ қилишини кўрсатади. Тадқиқ қилинган “LPA 2-01 М ва П6-23А” антенналар билан, мавжуд UMS-100 ўлчов қурилмаси ёрдамида штатли антенналар ва комплекс антенналар майдон кучланишини ўлчанган моҳияти кўрсатиб ўтилди.

Масалан, мониторинг натижасида: 465,850 МГц частотада 5 дБ мкВ/м га, ёки 5.6% юқори, 100.5 МГц частотада 7 дБ мкВ/м га, ёки 8.8% юқори, 872,500 МГц частотада 14,4 дБ мкВ/м га, ёки 16.7% юқори, 2117,5 МГц частотада 16 дБ мкВ/м га, 19.2% юқори. 2670 МГц частотада 13,2 дБ мкВ/м га, 20.4% юқори, 1877,4 МГц частотада 26 дБ мкВ/м га, ёки 35.1% юқори кўрсаткичларга эришилган.

4.1-жадвал.

“UMS-100” ва “LPA 2-01 М ва П6-23А” радиомониторинг назорат ўлчов қурилмаларидан олинган ўлчовлар натижаларини қиёсий таҳлили

№	Частота, МГц	LPA 2-01М ва П6-23А антенналар ёрдамида майдон кучланишини ўлчаниш моҳияти (дБ мкВ/м)	Штатли антенналар ёрдамида майдон кучланишини ўлчаниш моҳияти (дБ мкВ/м)	Фарқ и % да
1	FM100,5	87,0	80.0	8.8
2	FM 101.0	95,2	84.1	13.1

5	FM 101.9	86,0	75.0	14.7
6	FM 103.5	62,0	55.2	12.3
7	FM 104,5	83,5	80.5	3.7
8	FM 105,2	76,2	71.3	6.9
9	FM 105,8	68,1	61.0	11.6
11	FM 106,5	87,2	70.0	10.3
12	FM 107,5	97,5	92.0	6.0
13	191,250/197,750	100,0/93,5	98.0/95.0	2.0
14	31TBK 554DVB	78,4	70.0	12.0
15	33TBK	79.1/74.0	74.0/68.3	6.9
16	38TBK 610DVB	97,3	79.4	22.5
17	623.250/629.750	94.5/91.5	77.4//74.1	22.1
19	43 TBK 650DVB	83.6	67.1	24.6
20	45TBK 666DVB	86,3	64.5	33.8
21	465,850 CDMA450	95.5	90.5	5.6
22	872.500 LTE800	99.8	85.4	16.7
23	886.5 RWC	103.7	91.7	13.1
24	946.0 GSM900	101.7	88.4	15.0
25	1824.4 GSM1800	102.6	92.3	11.1
26	1877.4 LTE (1800)	101.3	75.0	35.1
27	2117.5 3G(2110-2170 МГц)	99.4	83.4	19.2
28	2379 МГц	100.0	80.0	25
29	2670 LTE (2600)	77.7	64.5	20.4

Радиомониторинг комплекс тизими П6-23А рупорли антенна ёрдамида 1,0-12,0 ГГц частоталар диапазонида кутбланишни ўзгатиришдан ўлчовлар олиб боришда ва LPA 2-01-М логопериодик антенна ёрдамида эса ўлчовлар автомобилда мобил вариантыда 80 МГц дан 1,3 ГГц гача бўлган частоталар диапазонида амалга оширилади (3-боб, 2- ва 3- бўлимларда келтириб ўтилган). Бунда агар антеннанинг кутбланишини ўзгартириш зарурати туғилса, масалан, горизонталдан вертикалга, антенна 7,8 метргача пастга туширишга тўғри келади ва антенна конструкциясидан маҳкамланган 5-6 болтларни олиб, қайтадан яна антенна кутбланиши ўзгартирилиб қотирилади, шундагина антенна ўзининг кутбланишини ўзгартирган бўлар

эди. Агарда янада кутбланишни ўзгартириш керак бўлиб қолса, ҳаракатларни тескари амалга оширишга тўғри келади. Бу қийинчилик ва назорат вақтини қисқартириш мақсадида “П6-23А ва LPA 2-01 М” антенналарнинг гибрид комбинациялар тизими ишлаб чиқилди.

Натижада 80 МГц дан 12,0 ГГц гача бўлган частоталар диапазони бир вақтнинг ўзида ўлчаш имкониятини берадиган қурилма яратилди.

Бундан ташқари, 41Вт, 27В, 3,5А қувватга эга бўлган D-38Т двигатель ёрдамида, радио оператор автоматик равишда, механик кучини ва вақтини сарфламай, антенналарнинг горизонтал ёки вертикал ўрнатишга қодир механик тизим ҳам ёрдамчи конструктор сифатида қўлланилган.

Унинг бошқа устунлиги сельсин-узатгич СС-405 антеннали узатгич антеннанинг йўналиш бурчагини 360 градусга ўзгартиришга қодирлигидадир.

Радиога кириши мумкин бўлган зонада ўрнатилган ушбу антенна мосламаси барча радио ва телевидение узатгичлари учун қулай «Чўпон-Ота» радиотелевизион станцияда ўрнатилган юқори частотали бошқа мосламаларни идентификация қилиш имкони мавжуд бўлди (4.1 жадвали).

Ишлаб чиқилган комплекс антеннали қурилманинг афзаллиги шундан иборатки, рупор ва логопериодик антенналар бир вақтнинг ўзида вертикал ёки горизонтал сигналларни қабул қилишидир. Бундан ташқари частота диапазонидаги нурланишларнинг шимолга нисбатан (0-360°) қайси томондан келаётганлигини аниқлашда жуда яхши самара беради.

Самарқанд вилояти Электромагнит мослашув хизмати корхонасида мавжуд Германиянинг Rohde & Schwarz компанияси томонидан ишлаб чиқилган 20-3600 МГц пеленгацион антенналар фақатгина вертикал кутбланишли (поляризация) радионурланишларнинг қайси томондан келишини аниқлай олади. Чунки айнан ушбу пеленгацион антенналарнинг қабул қилувчи қисмлари вертикал кутбли нурланишларни қабул қилиш учун мўлжалланган.

Горизонтал қутбланишли радионурланишларни сифатсиз қабул қилади. Биз томонимиздан яратилган антенна қурилмаларини ўнг ёки чап томонга бурувчи қурилма ҳам радиомониторинг пайтида жуда қўл келади. Яъни бирор ноқонуний радионурланишни аниқлашда, радиохалақит манбаини топишда, кучсиз электромагнит майдон кучланишига эга сигналларни қайси томондан келишини аниқлашда ўлчов хонаси шароитида биргина бошқарув блоки ёрдамида ўта самарали ҳисобланади.

Бу ҳолатда қабул қилинадиган радионурланишни қутбланиши қандай эканлигини аҳамияти йўқ, яъни айнан бошқарув блокадаги биргина тумблер орқали (15 секунд вақт оралигида) қабул қилувчи антенналарнинг қутбланиши горизонталдан вертикалга, вертикалдан горизонтал кўринишига ўзгартириш мумкин.

Яна бир энг муҳим ютуқларидан бири, ўлчов антенналарнинг пассив эканлиги, шу билан бирга аниқ йўналтирилувчи ва кучайтириш коэффициентининг (частота диапазонига қараб) юқорилигидир. Шунингдек, ўлчов антенналарнинг пассив эканлиги ва сигналларни радиомониторинг қилишда актив антенналардагидек баъзи радионурланишларни ўта кучайтириши натижасида техник параметрларидаги бузилишлар муҳандисларни (ўлчовларни амалга оширувчи мутахасисларни) чалғитувчи камчиликларнинг мавжуд эмаслигидир.

Юқорида келтирилган НН-309 ва НН-010 актив антенналар фақатгина вертикал қутбланишли сигналларни қабул қилиш учун мўлжалланган бўлиб, горизонтал қутбланишли сигналларни сифатсиз ҳолатда қабул қилади.

НН-023 ва НН-040 логопериодик пассив антенналар горизонтал ёки вертикал қутбли сигналларни қабул қилиш учун мўлжалланган, лекин сигналнинг қайси йўналишдаги (масалан вертикал) кўриш учун антенна қурилмасини, мобил станциядаги антенна мачтасини қайта пастга тушириб, болт-гайкаларни очиб вертикал ҳолатга ўтказиш, агар горизонтал сигнални ўлчаш керак бўлса, мачта қурилмасини пастга тушириб, уларни

кутбланишида (йўналишини) қайта болт-гайкаларни очиб ўзгартириш керак бўлади.

Бугунги кунда Республикамизда стационар турда 3 ГГц дан ортиқ ўлчов антенналари йўқ, ёки 80 МГц дан паст горизонтал антенна қурилмалари мавжуд эмас.

Бундан ташқари ҳеч бир антеннада ишлаб чиқилган комплекс антеннали қурилма каби 80 МГц дан 12 ГГц оралиқдаги кенгликда бир вақтда вертикал ва горизонтал кутбланишдаги сигналларни ўлчаш имконияти йўқ. Яратилган қурилмадан Самарқанд Электромагнит мослашув хизмати ходимлари фойдаланиб, ўлчов хонасидан чиқмаган ҳолда горизонтал ёки вертикал усулда ўлчашни амалга ошироқдалар [иловага қаранг].

Бундай ўлчов усули вақт жиҳатидан ҳам 2 барабар тез вақтда амалга оширилади. Сабаби, Германиянинг Rohde & Schwarz компанияси томонидан ишлаб чиқилган Volkswagen автомобилига ўрнатилган баландлиги 6,5 метрлик мачтага маҳкамланган антенналарни 2 ходим (чунки мачта қурилмаси жуда оғир бўлганлиги учун бир ходим ётқизиб, тиклашга кучи етмайди, кўтара олмайди) ёрдамида аввалига механик ручка ёрдамида юқорига кўтариб вертикал (ёки горизонтал) равишда ўлчов ишлари олиб борилади. Кейинги ўлчов ишларини олиб бориш учун мачта механик усулда пастга туширилади, антеннанинг ётқизилган ҳолатда 8 та болт-гайкалари ечилади ва горизонтал (ёки вертикал) ҳолатга ўтказилиб, қайта маҳкамланади. Шундан сўнгра қайта тикланиб, механик ручка ёрдамида 6,5 метр баландликга кўтарилади ва ўлчов ишлари давом эттирилади. Бунинг учун корхонанинг 2 ходими билан камида 10-15 минут вақт сарф бўлади.

Монографияда шундай жараён кўриб чиқилдики, янгидан яратилган комплекс антенна қурилмаси бундай камчиликларнинг барчасига барҳам бериб, кўшимча ишчи кучисиз ва кўп вақт сарфламасдан, тез ва қулай ўлчов ишларини амалга оширади.

IV-боб бўйича хулоса

1. Ушбу бобда юқори частотанинг кенг полосали антенналарда ўтказиш полосасининг кенгайиши, келтирилган

югурувчи тўлқинли ва логопериодик антенналарнинг тузилиши, кенг диапазонлиликка эришиш учун антенна элементларининг ўзаро боғлиқлик принципи қўлланилди.

2. Монографияда, П6-23А турдаги рупорли антенна ва ЛРА-2-02 турдаги логопериодикли антенна ёрдамида ўлчовнинг аралаш усули кўриб чиқилган. Ўлчов бир вақтнинг ўзида вертикал ва горизонтал қутбланишда олиб борилган.

3. Бобда, мавжуд назорат вақтини қисқартириш мақсадида “П6-23А ва ЛРА 2-01М” антенналарнинг гибрид комбинациялар тизими ишлаб чиқилди. Бунинг натижасида 80 МГц дан 12,0 ГГц гача бўлган частоталар диапазонини бир вақтнинг ўзида, вертикал ва горизонтал қубланишда ҳамда 360 даража кенгликда ўлчаш имкониятини берадиган қурилма яратилган.

4. Ушбу бобда асосан ишлаб чиқилган комплекс ўлчов (рупор ва логопериодик) антенналарни амалда қўллаб, майдон кучланганликлари параметрлари ўлчанганлигида, штатив антенналар билан ораликда бир қанча фарқ борлиги аниқланди, айниқса ер усти рақамли телевидение сигналларида, мобил алоқа сигналларида ва бошқа шу каби сигналларнинг ҳар хил частоталарида олиб борилган ўлчов натижалари бўйича, спектрограммада аниқ кўрсатиб ўтилиши билан бир вақтда, “UMS-100” ўлчов қурилмаси ёрдамида, “ЛРА 2-01 М ва П6-23А” антенналари орқали радиомониторинг назорат ўлчов қурилмаларидан олинган ўлчовлар натижаларини қиёсий таҳлили жадвал ҳолатида келтириб ўтилган.

5. Монографиянинг асосий мазмун моҳияти ҳам шу бобда яққол намоён этилган бўлиб, эришилган ютуқларнинг барчаси мукамал баён этилган.

ХУЛОСА

«Радиомониторинг тизимида кенг диапазондаги нурланиш манбаларни аниқловчи антенна тизимини яратиш» мавзусидаги монография бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Реал вақтда радиоэлектрон воситалари ва юқори частотали қурилмаларини ноқонуний ва рухсат этилган частота диапазонларида тарқалаётган радиосигналларни аниқлаш ва таниб олиш тизими таснифланган. Бунда тарқалаётган радиосигналларни мониторинглаш реал вақт ва сигнал сатҳини ҳисобга олинишига хизмат қилади.

2. Ўлчов антенналар асосида индустриал радиоҳалақитлар характеристикаларини таҳлил қилиш усуллари ва ўрнатилган Давлат стандартлари асосида такомиллаштирилган тизим ноқонуний ва рухсат этилган частота диапазонларида тарқалаётган радиосигналларни аниқлаш ва таниб олишга хизмат қилади.

3. Магнит электр ўтказувчанликни ҳисобга олган ҳолда, антеннага қўшимча ўрнатилган ток ташувчи стерженнинг магнитоэластиклик боғлаш усулини такомиллаштириш орқали антенналар хусусиятларини таҳлил қилиш асосида радиомониторинг тизими қурилмасининг элемент базасини яратишга, ҳамда частота спектри поласа кенглигини оширишга имкон беради.

4. Комплекс фойдаланиш реал вақт 2 та ўлчов антенна асосида радиочастота спектрларини горизонтал ва вертикал кутбланиш орқали мониторинглаш усуллари мажмуаси ишлаб чиқилган. Унинг қўлланилиши радиомониторинг тизимида 1-антенна қурилмаси 80-1300 MHz, 2-антенна қурилмаси 1000-12000 MHz, яъни 80 дан 12000 MHz оралиқда бўлган радиочастота ўлчов спектрини назорат қилишга имкон яратади. Таклиф этилган усул ҳамда алгоритмлар радиосигналларни аниқлаш ва таниб олиш тезлигини оширишга, назорат радио частота диапазонини кенгайтиришга имкон беради.

5. “Rohde&Schwarz” илмий-ишлаб чиқариш корхонасининг UMS-100 ва PR-100 ўлчов қурилмаси асосида сигнал сатҳини

аниқлаш ва таниб олишда радиомониторинглаш қурилмаси ишлаб чиқилди. Бунда ўлчов қурилмаси сигнал сатҳини ўртача 2 дан 26 дБ мкВ/м гача ораликда аниқлаш ва таниб олиш имконини беради.

6. Радиоэлектрон воситалар ва юқори частотали қурилмалардан ноқонуний ва рухсат этилган частота диапазонларида тарқалаётган радиосигналларни аниқлаш ва таниб олишда радиомониторинг тезлигини ошириш усули ишлаб чиқилган. Мониторинглаш қурилмаси частота диапазонларида тарқалаётган радиосигналларни аниқлаш ва таниб олишда радиомониторинг тезлигини 2 марта оширишга хизмат қилади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг Олий Мажлисга МУРОЖААТНОМАСИ (28.12.2018й.)//Ташкент «Ўзбекистон» -2019. – 80 б.
2. Шавкат Мирзиёев “Билимли авлод – буюк келажакнинг, тадбиркор халқ – фаравон ҳаётнинг, дўстона ҳамкорлик эса тараққиётнинг кафолатидир”. // (Ўзбекистон Республикаси Конституциясининг 26 йиллигига бағишланган тантнали маросимдаги маърузаси 2018 йил 6 декабрь) Тошкент «Ўзбекистон» -2019. – 64 б.
3. Абдуазизов А., Муҳитдинов М.М., Гатаулина А.Р., Арифбаев А.А., Юсупов Я.Т. Радиоэлектрон воситалар электромагнит мослашуви. Ўқув қўлланма. Т.: "Фан", 2012, - 352 б.
4. Абдуазизов А., Давронбеков Д. Радиоузатиш ва қабул қилиш қурилмалари. Ўқув қўлланма. Т.: "Fan va texnologiya", 2011, - 272 б.
5. Александр А., Владимир К., Анатолий Р. Радиомониторинг. Задачи, методы, средства//Горячая Линия – Телеком, 2010, - 624 с.
6. Амбарцумян С.А., Багдасарян Г.Е., Белубекян М.В. Магнитоупругость тонких оболочки пластины- Москва: Наука, 1977. –272 с.
7. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учеб. для вузов по специальности "Радиотехника" //- Изд. 5-е, стер. - М.: Высш. школа, 2005 (ГУП Смол. обл. тип. им. В.И. Смирнова). - 462 с.
8. Бузов А.Л., Быховский М.А., Васехо Н.В., Волкова Ю.В. и др. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. -М.: "Наука", 2006. -372 с.
9. Быстров Р.П., Дмитриев В.Г., Потапов А.А., Перунов Ю.М., Черепенин В.А. Электромагнитные системы и средства преднамеренного воздействия на физические и биологические объекты//РЭНСИТ. 2014. Том 6, №2.
10. Вартапесян В.А. Радиоэлектронная разведка// -М: Воениздат, 1991. -254 с.

11. Виктор К., Владислав Л., Ирина Л. Рассеяние радиоволн морем и обнаружение объектов на его фоне // Монография. - Фазматлит, 2015. – 448 с.
12. Гладышев А.М., Давыденко И.Н. Основы проектирования и эксплуатации радиоэлектронных систем. Рекомендовано УМО по образованию в области информатики и радиоэлектроники в качестве учебно - методического пособия для специальностей 1-39 01 02 «Радиотехнические системы» и 1-39 01 04 «Радиоэлектронная защита информации» //, Минск, БГУИР 2014. - 49 с.
13. Гончаренко И.В., Антенны КВ и УКВ. Компьютерное моделирование. ММАНА // М.: ИП Радиософт, журнал «Радио», 2004.
14. Гончаренко И.В.. Антенны КВ и УКВ. Основы и практика // М.: журнал «Радио», 2006
15. Григоров И.Н. Антенны. Практика коротковолновика. - М.: ИП журнал «Радио», 2010. -352 с.
16. Григоров И.Н.. Практические конструкции антенн. // М.:Пресс, 2006.
17. Гурина Л.А. «Электромагнитные помехи и методы защиты от них» // Благовещенск 2006. – 104 с.
18. Дятлов А.П. Корреляционная обработка широкополосных сигналов в автоматизированных комплексах радиомониторинга / Б.Х. Кульбикаян, А.П. Дятлов .— М. : Горячая линия – Телеком, 2013 .— 333 с. — ISBN 978-5-9912-0332-6
19. Дятлов А.П. Модели радиосистем первичной обработки информации // Методическое руководство по курсовому проектированию. -Таганрог: ТРТИ, 2012.-68 с.
20. Дятлов А.П. Обнаружители и измерители параметров сигналов в радиоконтроле // Учебное пособие. -Таганрог, ТРТИ, 1993. - 159 с.
21. Дятлов А.П., Евдокимов О.Ю. Измеритель девиации частоты 4М сигналов с гармонической модуляцией // Труды 39 научно-технической конференции ТРТИ. -Таганрог, 1993. - С. 109-112.

22. Дятлов А.П., Кульбикаян Б.Х. Рабочие модели электромагнитной обстановки при проведении радиомониторинга. Ростов-на-Дону// Вестник РГУПС, № 1, 1999, - С. 119-124.
23. Дятлов А.П., Кульбикаян Б.Х., Кульбикаян Х.Ш. Выбор принципов построения и основных параметров экспресс-анализатора ЭМО в УКВ диапазоне// Труды межвуз. НТК, "Пути развития теории и техники связи". -Новочеркасск, НВИС, 1999, - С. 77-79.
24. Дятлов А.П., Кульбикаян Б.Х. Алгоритмы классификации компонент электромагнитной обстановки// Труды VI международной НТК "Радиолокация, навигация, связь", - Воронеж, 2000, - С. 1391-1397.
25. Дятлов А.П. Оптимизация радиосистем первичной обработки информации // Учебное пособие. -Таганрог: ТРТИ, 2011. - 97 с.
26. Дятлов А.П., Дятлов П.А. и др. Применение автокорреляционных алгоритмов обработки информации для решения задач радиомониторинга // Вопросы радиоэлектроники. Серия "Общие вопросы радиоэлектроники". -М. НИИЭИР, в. 18, 2008. - С. 23-31
27. Дятлов А.П., Дятлов П.А., Кульбикаян Б.Х. Корреляционно-фильтровой классификатор вида модуляции связных сигналов // Труды VI Международной НТК "Радиолокация, навигация, связь", -Воронеж, 2000, - С.1769-1778.
28. Дятлов А.П., Кульбикаян Б.Х., Кульбикаян Х.Ш. Систематизация задач радиомониторинга в сетях радиосвязи на железнодорожном транспорте". Северо-Кавказский регион. //Технические науки.- Ростов-на-Дону, № 2, 2000, - С. 39-42.
29. Дятлов А.П., Кульбикаян Б.Х. Рабочие модели электромагнитной обстановки при проведении радиомониторинга.// Ростов-на-Дону: Вестник РГУПС, № 1, 2005.–С. 119-124.
30. Дятлов А.П., Кульбикаян Б.Х., Кульбикаян Х.Ш. Выбор принципов построения и основных параметров экспресс-анализатора ЭМО в УКВ диапазоне // Труды межвуз. НТК,

- "Пути развития теории и техники связи". -Новочеркасск, НВИС, 2007, - С. 77-79.
31. Ерохина Г.А. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн// Под редакцией Ерохина Г.А. М.:Горячая линия – Телеком, 2004-142 с.
 32. Зырянов Ю.Т., Белоусов О.А. Основы радиотехнических систем.//[учебное пособие] 2015 - 96 с.
 33. Зырянов Ю.Т. Основы радиотехнических систем: // [учебное пособие] 2011 - 146 с.
 34. Каганов В.И. [101]Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризованный курс: учебное пособие. -М.ФОРУМ: ИНФПА-М, 2011. -432 с.
 35. Киселев Д.Н., Перфилов О.Ю. Радиомониторинг и распознавание радиоизлучений. //Учебное пособие для вузов. — М.: Горячая линия - Телеком, 2015. - 90 с. — ISBN 978-5-9912-0490-3.
 36. Клименко Н.Н. Радиостанции УКВ диапазона (состояние, перспективы развития и особенности применения режима скачкообразного изменения частоты)// Зарубежная радиоэлектроника, № 7,8, 2008. - С.32-41, - С.68-75
 37. Козлова И.С. Справочник по радиотехнике / И.С. Козлова, Ю. В. Щербакова.- Ростов н/Д : Феникс, 2008.- 314,(1) с.: ил.
 38. Кольчугин Ю.И. Расчетный метод определения уровней электромагнитного поля, создаваемого базовыми станциями сотовой радиосвязи // Электросвязь, №3, 1999. - С. 37-38.
 39. Кульбикаян Б.Х. Анализ основных параметров последовательно-параллельного экспресс-анализатора ЭМО в УКВ диапазоне. -Ростов-на-Дону: Вестник РГУПС, № 2, 2000, - С. 97-99.
 40. Кульбикаян Б.Х. Оценка количества и параметров компонент электромагнитной обстановки. -Ростов-на-Дону// Вестник РГУПС, № 1,2009, - С. 124-132.
 41. Кульбикаян Б.Х., Кульбикаян Х.Ш., Мартиросов С. В. Автоматизация систем станционной связи// Тезисы докладов 57 НТК РГУПС, -Ростов-на-Дону, РГУПС, 1998, - С. 24-25.
 42. Кульбикаян Б.Х., Кульбикаян Х.Ш. Предварительный анализ электромагнитной обстановки в сетях технологической

- радиосвязи на железнодорожном транспорте// Материалы отраслевой НТК. РГУПС, -Ростов-на-Дону, 1998, 91 с.
43. Кульбикаян Б.Х., Дятлов А.П., Кульбикаян Х.Ш. Унификация задач радиомониторинга на основе использования теории распознавания образов. "Известия высших учебных заведений". Северо-Кавказский регион. Технические науки. Ростов-на-Дону, № 2, 2000, - С. 42-44.
 44. Куприянов А.И., Сахаров А.В., Теоретические основы радиоэлектронной борьбы, //"Вузовская книга", М., 2007г. - 356 с.
 45. Лезии Ю.С. Введение в теорию и технику РТС. -М. Радио и связь, 2001.-472 е., ил.
 46. Нагирная А.В. Глобальный процесс информатизации общества: факторы территориальной неравномерности// Научный журнал «Молодой ученый» - 2014. том11, №70, - С.160-16.
 47. Никольский В.В., Т.И.Никольская. Электродинамиканический радиоволн//.М.:URSS, 2014. распространение
 48. Никольский, Б.А. Основы радиотехнических систем: учеб. // Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. – 315 с.: ил.[2.3]
 49. Панченко Б.А. Антенны//. Горячая линия – Телеком, 2015
 50. Панченко Б.А., Гизатуллин М.Г. Нано-антенны//. М.:Радиотехника. 2010.
 51. Петров Б.М., Констромитин Г.И., Горемыкин Е.В. Логопериодические вибраторные антенны//.Горячая линия – Телеком, 2005.
 52. Пономарев Л.И., Манкевич Т.Л. Моделирование радиотрасс мобильных систем связи. //Зарубежная радиоэлектроника, №8, 1999. -С.45-58.
 53. «Радиочастота спектри тўғрисида»ги Ўзбекистон Республикаси Қонуни. 25.12.1998й. ЎРҚ-725-І-сон. <http://www.lex.uz/acts/26776>
 54. Разевиг В.Д. Система схемотехнического моделирования Microcap V // -М.: Солон, 2007.-273с.

55. Рахимбеков М.С. Влияние электромагнитных излучений на человека//<https://cyberleninka.ru>
56. Рахимов Б.Н. Хатамов А., Рахимов Т.Г. Усовершенствование радиомониторинга на основе измерительный прибор с двумя антеннами// XXIII-Международной научно-технической конференции . г.Минск, Республика Беларусь, 2018 г. -С.75-77.
57. Рембовский А. М Радиомониторинг: задачи, методы, средства. //Рембовский А. М, Ашихмин А. В., Козьмин В. А. Учебник для вузов под ред. А. М. Рембовского. - "Горячая Линия Телеком", 2010.– 624 с.
58. Рембовский А.М. Комплексы радиоконтроля и выявление каналов утечки информации // Системы безопасности связи и телекоммуникаций.
59. Ротхаммель К. Антенны//. М.:Данвел, 2007-210 с
60. Савченко Е.А. Правовые аспекты использования радиочастотного спектра//Актуальные проблемы российского права. 2016. № 6 (67) С.124-132 с.
61. Сапаев М., Алиев У., Қодиров Ф. Алоқа қурилмаларининг электр таъминоти. (Ўқув қўлланма). –Т.: «Fan va texnologiya», 2011, 248 б.
62. Сомов А.М. Распространение радиоволн и антенны спутниковых систем связи//. М.:Горячая линия – Телеком, 2015
63. Стандарт. O‘zDSt 1038:2003EN 55022:1998 (Инд.Радиопомех)
64. Статистическая теория радиотехнических систем (курс лекций). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://strts-online.narod.ru/files/lec1.pdf>. 2017
65. Стратонович Р.Л., Принципы адаптивного приёма//, М., 2013
66. Тамбиева Д.Т., Гусева Л.Л. Решение задач радиомониторинга // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 6. – С. 63-64.
67. Тузов Е.И., Урядников Ю.Ф., Прыткое В.И. и др. Адресные системы управления и связи // Вопросы оптимизации.- М.:Радио и связь,2003. -478 с.

68. Тяпичев Г. Спутники и цифровая радиосвязь. М.:ДЕСЕ, 2004
69. Федосов В.П Средства радиоэлектронного наблюдения // Текст лекции. Тагонрог 2007. — 88 с.
70. Харкевич А.А., Борьба с помехами//, 2 изд., М., 2005;
71. Хатамов А. Объект координаталари аниқловчи радиомониторинг тизимининг алгоритмини ишлаб чиқиш.//Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари, №1(7), март 2019. -Б.89-93
72. Хатамов А. Индустириал радиотўсиқлар ва уларни бартараф этиш усуллари// Республиканский журнал Biznes-Эксперт. - Ташкент, №9, 2016 г., - С.115-117.
73. Хатамов А. Назначение приемной и передающей антенны// Научно-технический журнал Проблемы архитектуры и строительства.- Самарканд,2018, №1, - С.95-97.
74. Хатамов А. Р.Валетов, Олмасов А. Пассивная мульти-узконаправленная антенна для полиолитической компотации// Расширение интернет-технологий в умных городах и общинах Международный союз электросвязи. Международный семинар. -Самарканд,2017,
75. Хатамов А. Радиомониторинг и распознавание радиоизлучений радиоэлектронных средств// Научный Вестник Самаркандского государственного университета.- Самарканд, 2018, №3(109), - С.43-45.
76. Хатамов А. Распознавания радиоизлучений радиоэлектронных средств//Республиканской научно-практической конференции «Роль современных информационно-коммуникационных технологий в повышении эффективности образовательных и научных исследований».- Карши, 2017, - С.107-109.
77. Хатамов А., Ахмедова Г.Н. Техник тарққийёт ёки электромагнит мослашув муаммолари//Научно-практический и информационно-аналитический журнал «Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари».-Тошкент, 2017
78. Хатамов А., Каримова А.О. Спектриал характеристикалар бўйича радиосигналларни топиш ва аниқлашда радиомониторинг усуллари//International conference on

importance of information communication technologies in innovative development of sectors of economy, Tashkent, 2018, - С. 756-759.

79. Хотамов А. Рупор ва логопериодик антенналарнинг лаборатория шароитида синов усуллари.//Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари, №1(7), март 2019. - Б.101-104
80. Хатамов А., Хайдарова М.М., Норов Э.И. Методов сравнительный анализ результатов измерений радиомониторинга помехоустойчивая передача данных// XXIII- Международной научно-технической конференции . г.Минск, Республика Беларусь, 2018 г. - С.81-82.
81. Хотамов А., Индияминов Р.Ш., Ахмеджанова З. Магнитоупругость токонесущей оболочки с учетом ортотропии проводящих свойств// East European Scientific Journal, №10, 2016. - С. 4-8
82. Чистяков Н.И., Сидоров В.М., Мельников В.С., Радиоприёмные устройства//, 3 изд., М., 2004.
83. Aripov A.N., Aripov I.M. Raqamli radioreleli uzatish tizimlari. -Т.: "Sharq", 2015. -432 b.
84. Findholt, S.L., Johnson, B.K., McDonald, L.L., Kern, J.W., Ager, A., Stussy, R.J. and Bryant, L.D. (2002) Adjusting for radiotelemetry error to improve estimates of habitat use. //Freegard, C. (2009) Ground-based radio-tracking . Standard Operating Procedure. SOP No: 13.4.
85. Gustrau F., Manteuffel D. EM Modeling of Antennas and RF Components for Wireless Communication Systems Gustrau, Frank, Manteuffel//, Dirk, 2006
86. Хотамов А., Индияминов Р., Ахмедов Ф. Magnetoelastic deformation of the current carrying shells with the orthotropy of conductive properties// «International Journal of Engineering Innovation and Research (IJEIR)». Online Journal www.ijeir.org, Notification of Acceptance Date: November 5, 2016 – P. 8-12
87. Warren L. Stutzman , Gary A. Thiele. Antenna Theory and Design. 3rd Edition// John Wiley, 2012.
88. White, E.C., Dikangadissi, J., Dimoto, E., Karesh, W.B., Kock, M.D., Abiaga, N.O., Starkey, R., Ukizintambara, T., White, L.J. and Abernethy, K.A. (2010) Home-range use by a large horde of

- wild *Mandrillus sphinx*. //International Journal of Primatology, 31 (4).–P. 627-645.
89. White, G. and Garrott, R. Analysis of Wildlife Radio-tracking Data // Academic Press: San Diego, CA. 1990. – 78 p.
90. XotamovA., RahimovB.N., GubenkoV.A., BerdiyevA.A. Antenna system for monitoring radiofrequency spectrum// East European Scientific Journal, №9, 2018. - C. 13-17.
91. Zhurbenko V. Electromagnetic Waves//. InTech 2011.

МУНДАРИЖА

I БОБ. РАДИОМОНИТОРИНГ ТИЗИМИДА НУРЛАНИШЛАР

МАНБАЛАРИНИ АНИҚЛАШ..... 6

1.1. Электромагнит нурланишлар манбаларини аниқлаш 6

1.2. Радиомониторинг тизимида нурланишлар объектларини аниқлаш усуллари 12

1.3. Радиомониторинг тизими станциясининг тузилишини таҳлил қилиш 18

1.4. Радиомониторинг тизимининг техник воситалари 20

I-боб бўйича хулосалар..... 30

II БОБ. НУРЛАНИШ МАНБА КООРДИНАТАЛАРИНИ ЮҚОРИ

АНИҚЛИҚДА РАДИОМОНИТОРИНГ УСУЛИНИ ЯРАТИШ 31

2.1. НУРЛАНИШ МАНБА КООРДИНАТЛАРИНИ

АНИҚЛАШНИНГ УЗОҚ ЎЛЧОВЛИ ТАРҚАТМА УСУЛИ 31

2.2. Ўлчов антенналари асосида индустриал радиохалақитлар характеристикаларини аниқлаш 33

2.3-§. Нурланиш манбаларини аниқловчи антенна комплексини яратиш 37

2.4. Логопериодик антенналарда электромагнит жараёни..... 46

II- боб бўйича хулосалар 51

III БОБ. НУРЛАНИШ МАНБАЛАРИНИ АНИҚЛАШ ВА ТАНИБ

ОЛИШДА РАДИОМОНИТОРИНГ ТИЗИМИНИНГ

ХУСУСИЯТЛАРИ..... 53

3.1. Рупор ва логопериодик антенналарнинг эхосиз экранланган камерасида синов ўтказиш 53

3.2. Нурланиш манба координаталарини аниқлаш радиомониторинг тизимининг алгоритмини ишлаб чиқиш..... 61

3.3. Антенналар ёрдамида нурланиш манбаларини аниқлаш ва таниб олиш.....	66
III боб бўйича хулоса	70
4. Ўлчов объектларни аниқлаш ва таниб олишда антенналарни бошқарув тизими тартиб ва қоидалари ва уларни ишлаш жараёни тўлиқ ёритилган.....	70
IV-БОБ. ИККИ АНТЕННАЛИ ТАКОМИЛЛАШГАН РАДИОМОНИТОРИНГ ЎЛЧОВ ТИЗИМИНИ ЯРАТИШ	
4.1. Такомиллашган радиомониторинг тизимининг хусусиятлари	71
4.2. Такомиллашган радиомониторинг тизимининг ишлаш негизи ...	76
4.3. Такомиллашган радиомониторинг ўлчов тизимининг афзалликлари	89
IV-боб бўйича хулоса	94
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....	98

АБДУҒАФУР ҲОТАМОВ
ҲАЙДАР ХУДАЯРОВИЧ МАДАМИНОВ

**РАДИОМОНИТОРИНГ
ТИЗИМИДА КЕНГ
ДИАПОЗОНДАГИ
НУРЛАНИШ МАНБАЛАРНИ
АНИҚЛОВЧИ АНТЕННА
ТИЗИМИНИ ЯРАТИШ**

(Монография)

Тошкент – «Aloqachi» – 2020

Мухаррир: Қ. Матқурбонов
Тех. муҳаррир: А. Тоғаев
Мусаввир: Б. Эсанов
Мусахҳиха: Г. Тагаева
Компьютерда
саҳифаловчи: Б. Бердимуродов

Нашр. лиц. ii № 176, 11.06. 2010.
Босишга руҳсат этилди 12.03.2020.
Бичими 60x84¹/₁₆. «Times Uz» гарнитураси.
Шартли босма табағи 7,25. Нашр босма табағи 6,75.
Адади 60. Буюртма № 45.

«Nihol print» ОК да чоп этилди.
Тошкент шахри, Мухтор Ашрафий кўчаси, 99./101.