

534

534.86

2-94

КИРИШ

Мазкур маърузалар матни муаллифнинг “Электроакустика ва радиоэшиттириш” фанини уқитишдаги кўп йиллик илмий-педагогик тажрибаси, кузатишлари чет эл, “Радио и связь” ва мустақил ҳамдустлик мамлакат нашриётларида охириги йилларда чоп этилган адабиётларни таҳлил қилиш ва айрим муам-моли масалаларни урганиш, ечимини топиш йўлларини 5522100 таълим йўналишидаги бакалаврият талабаларига етказиш мақсадида ёзилган.

1- мавзу “Товуш эшиттириш тизимини шакллантириш”, унинг структуравий тузилмаси, Тошкент овоз ёзиш ва эшиттириш уйи аппарат студия комплексга структура схемаси келтирилган. Шунингдек дастурларни бирламчи ва иккиламчи таксимлаш трактларига таъриф берилган.

2- мавзу “Товуш эшиттириш электр канали ва трактлари”нинг сифат кўрсаткичларини меъёрлаш тамойлари”, чизикли бузилишларнинг келиб чиқиш сабаблари ва уларни камайитириш усулари куриб чиқилган.

3- мавзу “Микрофон, уларнинг классификациялари ва техник тафсиллари та бағишланган бўлиб, микрофон-механоэлектрик узгартиргич, микрофон босим қабул қилгич тизимлари ва ишлаш принциплари куриб чиқилган.

4- мавзу “Микрофон - босим градиенти қабул қилгич, комбинацияланган босим қабул қилгич”нинг ишлаш принципи, уларнинг йўналганлик диаграммалари таҳлил қилинади.

5- мавзу “Ғалтакли электродинамик, тасмали, конденсаторли ва электретли микрофон”ларнинг ишлаш принципи, сезгирликнинг частотага боғлиқ бўлмаслик шартлари, электр – эквивалент схемалари таҳлил қилинган.

Комбинацияланган конденсаторли микрофоннинг электр схемаси келтирилган.

6,7- мавзулар “Радикарнайлар”, техник характеристикалари ёритилган. Тўғридан – тўғри нурлатувчи диффузорли радиокарнайларнинг конструктив тузилиши, ишлаш принципи, электр эквивалент схемаларини тузиш масаларига бағишланган.

8- мавзу “Тўғридан – тўғри нурлатувчи радиокарнайларнинг ишлаш сифатини яхшилаш усуллари - фазоинвертернинг конструктив тузилиши, ишлаш принципи ва электр эквивалент схемалари, радиокарнай тўла кириш қаршилиги модулининг частота характеристикаси келтирилган.

11.06.94

203.22.50

1 O'QUV ZALI

TATU KUTUBXONASI

Ҳар бир кўриб чиқилган мавзу якунида хулоса ва назорат саволлари келтирилган.

Муаллиф, тақризчилар В.С.Мирахмедов ва Б.С.Сабиловга қўлғезмани кўриб билдирган фойдали маслаҳатлари учун миннатдорчилик билдиради.

Муаллиф, уқув - қўлланма масъул муҳаррири ф-м. ф.д., профессор А.С. Юсуповга қўлланмани кўриб, берган қимматли маслаҳатлари учун алоҳида миннатдорчилик билдиради.

1- мавзу. Товуш эшиттириш тизими

1.1. Таърифлар

Товуш эшиттириш деб, турли хилдаги товуш маълумотларни худудий кенг тарқалган тингловчиларга махсус техник воситалар орқали узлуксиз узатиш жараёнига айтилади. Товуш эшиттириш тарғибот ва ташвиқот воситаси сифатида катта оммавий ва сиёсий аҳамиятга эга бўлиб, тингловчиларнинг маданий ва маънавий савиясини оширишга хизмат этади.

Бадий эшиттиришнинг асосий вазифаси товуш эшиттириш дастурларини тингловчиларга ўз вақтида юқори сифатда етказишдир.

Эшиттириш - алоҳида мавзу жиҳатдан яқунланган ахборот. **Дастур** - мўлжалланган каналларга тақсимланадиган эшиттиришлар мажмуи.

Республика радиоси ҳар кун 4 дастур бўйича эшиттиришлар олиб боради. Эшиттиришлар нутқ, мусиқали ва аралаш турда бўлиши мумкин.

Аралаш турдаги эшиттиришларга шундай, бадий - драматик ва бадий монтажлар кирадики, бундай эшиттиришларда матн (нутқ) мусиқа оҳанглари ёки алоҳида мусиқа парчалари билан бирга узатилади.

Эшиттиришлар мазмуни эшиттиришларни шакллантирадиган ва қайта ишлайдиган студияларга бўлган талабларни белгилайди. Шу билан баробар, тингловчиларни студия билан боғловчи алоқа каналларига бўлган талабларни ҳам белгилайди.

Ҳозирги кунда Республикада 72 радиоэшиттириш узаткичлари, 10 телемарказ ва 10 та радио уйлари мавжуд. Республика аҳолисининг 98% дан ортиғи радио ва телевидение эшиттиришлари билан қамраб олинган. Республика радиосининг бир кунлик эшиттиришлари ҳажми 87 соатни, телевидение эшиттиришлари ҳажми эса, 56 соатни ташкил этади.

Республикамызда 2008 йил 1 январигача бўлган маълумотга кўра 4 та телевидение (ТВ) ва 4 та радиоэшиттириш (РЭ) дастурлари тингловчиларга етказилади. ТВ ва Радиоэшиттириш дастурлари билан аҳолини қамраб олиш кўрсаткичлари қуйидагича:

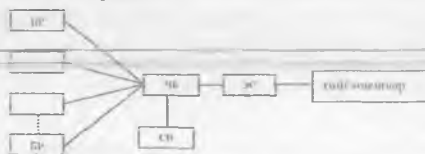
ЎзТВ – 1 + ЎзТВ – 1 “Интер” – 100 %; ЎзТВ – 1 – 99,98%;
 ЎзТВ – 2 – 99,57%; ЎзТВ – 3 – 19,80%; ЎзТВ – 4 – 96,80%;
 ЎзРЭ – 1 + ЎзРЭ – 1 “Интер” – 100%; ЎзРЭ – 1 – 99,98%;
 ЎзРЭ – 2 – 99,57%; ЎзРЭ – 3 – 97,90%; ЎзРЭ – 4 – 23,66%;
 ЎзТВ – 1 ва ЎзРЭ – 1 дастурлари бир вақтнинг ўзида стерео тартибда иккита канал орқали тарқатилади: Ер сунъий йўлдоши орқали (Ўзбекистон “Интер”) ва Ер усти оптик кабеллари, РРЛ линиялари орқали ва узаткичлар ёрдамида тарқатилади.

Товуш эшиттириш техникасининг ҳозирги кундаги асосий вазифаларидан бири, эшиттириш сифатини ошириш. Бу муаммоли масала ечимининг реал йўли - техника воситалари сифатини яхшилаш, сигналларни қайта ишлаш ва узатишда рақамли усулларни қўллашдир.

Шуни таъкидлаб ўтиш жоизки, дастурларни шакллантирувчи рақамли қурилмалар ва рақамли алоқа каналлари яратилган ва амалда қўлланилмоқда.

1.2. Товуш эшиттиришни шакллантириш

Товуш эшиттиришни шакллантириш тизими структураси 1.1-расмда келтирилган.



1.1-расм. Товуш эшиттириш тизимининг структураси

БР- бош редакция;

ЧБ - чиқариш бўлими;

СН -сифат назорати;

ЭС - эшиттириш студиялари.

Товуш эшиттириш дастурларини тайёрлаш, шакллантириш ва чиқариш масалалари билан Давлат телевидение ва радиоэшиттириш қўмитаси (Ўзбекистон миллий телерадиокомпанияси) ва унинг жойлардаги ташкилотлари шуғулланади. Давлат телерадио қўмитаси дастурларни шакллантириш марказларига, овоз ёзиш ва эшиттириш уйларига эга бўлиб, у ерда овоз эшиттириш дастурлари тайёрланади, шакллантирилади ва тингловчиларга узатилади.

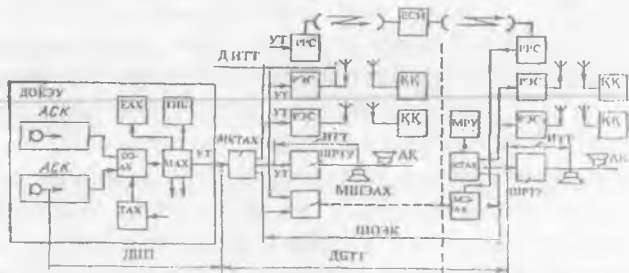
Дастурлар матни бош муҳарририят таркибидаги узатиш турларига мослаштирилган редакцияларда тайёрланади. Улар ахборот, тарғибот, адабий - драматик эшиттиришлар, ёшлар учун мусикали эшиттириш, болалар ва ўсмирлар учун эшиттириш, спорт эшиттиришлари ва бошқаларга бўлинади.

Бош муҳарририят (БР) кундалик, хафталик, ойлик дастурларни ташкил этади, режалаштиради ва уларни узатишни амалга оширади.

Узатиш бўлими (УБ) овоз ёзиш ва қайта эшиттириш уйида дастурларни чиқариш ва узатишни ташкил этади. Эшиттириш дастурларининг техник сифатини кузатиш эса чиқариш бўлими таркибидаги **сифат назорати** бўлимига (СН) топширилган. Дастурлар магнит тасмасига ёзилган ҳолда ёки бевосита тўғридан - тўғри узатилиши мумкин. Тўғридан - тўғри эфирга узатиладиган дастурлар умумий эшиттиришнинг 5- 10% ни ташкил этади. Бундай дастурларга ходиса жойларидан узатиладиган долзарб эшиттиришлар, театр, стадионлардан трансляциялар ва диктор матнлари киради. Дастурларни олдиндан магнит тасмасига ёзишнинг қўлланилиши дастур чиқариш жараёнини автоматлаштиришга ва эшиттириш сифатини оширишга ёрдам беради. Товуш эшиттириш тизимининг структуравий схемаси 1.2- расмда келтирилган.

Дастурларни шакллантириш ва тингловчиларга етказиш товуш эшиттириш электр канали таркибидаги - махсус техник воситалар ёрдамида амалга оширилади. Товуш

эшиттириш электр канали микрофон чиқишидан, то узаткич антеннасигача ёки сим орқали эшиттириш трактида абонент розеткасигача бўлган техник воситаларни ўз ичига олади.



1.2 - расм. Товуш эшиттириш тизимининг структуравий схемаси

- ДОЁЗУ-давлат овоз ёзиш- эшиттириш уйи;
- АСК- аппарат студия комплекси;
- ЁАХ - ёзиш аппаратхонаси;
- ОЭАХ- овоз эшиттириш аппаратхонаси;
- ТАХ - трансляция аппаратхонаси;
- ТНБ - техник назорат бўлими;
- МАХ - марказий аппаратхонаси;
- УТ -уловчи тизим;
- ДШТ - дастурларни шакллаштириш тракти;
- МКТАХ- марказий коммутация тақсимлаш аппаратхонаси;
- ДБТТ - дастурларни бирламчи тақсимлаш тракти;
- ДИТТ - дастурларни иккиламчи тақсимлаш тракти;
- РРС - радиореле станцияси;
- РЭС - радиоэшиттириш станцияси;
- ШРТУ- шаҳар радиотрансляция узели;
- МШЭЛХ — марказий шаҳарлараро эшиттириш аппаратхонаси;
- ШОЭК- шаҳарлараро овоз эшиттириш электр канали;
- ЕСЙ -ер сунъий йўлдоши;
- КҚ - кабул қилгич;

АҚ - абонент қурилмаси;

МРУ- маҳаллий радио уйи;

КТАХ - коммутация тақсимлаш аппаратхонаси;

МЭАХ- маҳаллий эшиттириш аппаратхонаси;

Товуш эшиттириш электр канали, бир - бири билан кетма - кет уланган учта трактдан иборат, булар: дастурларни шакллантириш тракти (ДШТ), дастурларни бирламчи тақсимлаш тракти (ДБТТ) ва дастурларни иккиламчи тақсимлаш тракти (ДИТТ). ДБТТ ва ДИТТ - техник воситаларнинг жами узатиш тармоғини ташкил қилади.

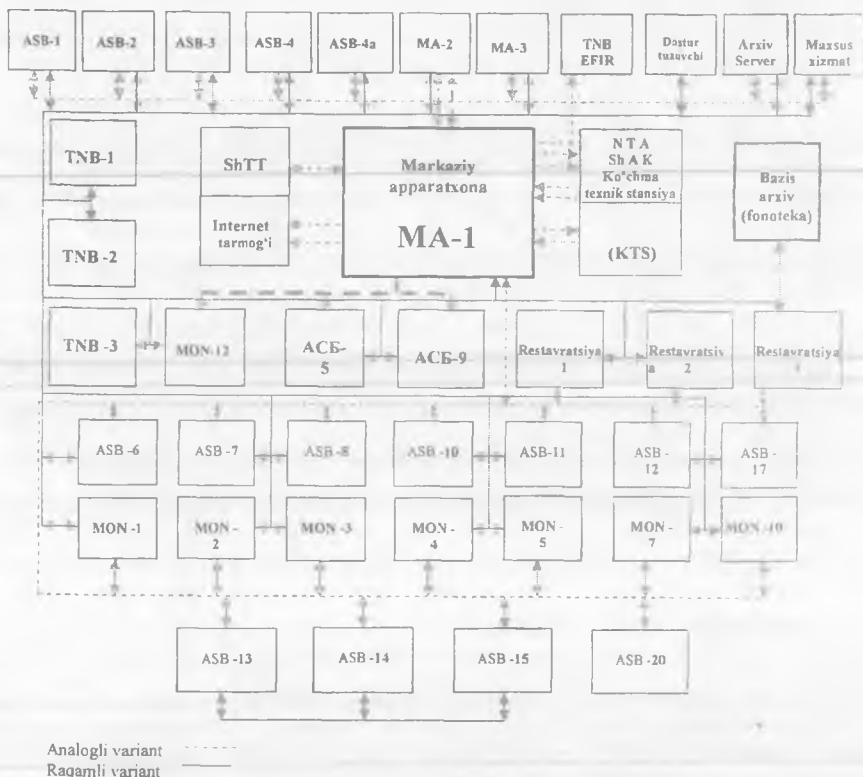
Дастурларни шакллантириш тракти ТЭЭК нинг бир қисми бўлиб, студиядаги микрофон чиқишидан бошланиб, овоз ёзиш ва эшиттириш уйи марказий аппаратхонаси (радиотелемарказ) чиқишида тугайди.

Овоз ёзиш ва эшиттириш уйи - овоз эшиттириш тизимининг бош бўғини ҳисобланади ва шунинг учун дастурларни тақсимлаш трактини ташкил этувчи техник воситалар юқори сифат параметрларига эга бўлиши керак. Тошкент шаҳрида жойлашган радио уйи **Тошкент овоз ёзиш ва эшиттириш уйи**, деб аталади.

1.3- расмда Тошкент овоз ёзиш ва эшиттириш уйи аппарат-студия комплекси структура схемаси келтирилган.

Дастурларни шакллантириш тракти, аппарат - студиялари комплекси (АСК), узатиш аппаратхонаси (УАХ), марказий аппаратхона (МАХ), трансляция аппаратхонаси (ТАХ) ва овоз ёзиш аппаратхоналари (ОЭАХ)дан ташкил топган.

Дастурларни шакллантириш трактининг кириш қисми паст сатҳли (- 30 - 70 дБ) ёки юқори сатҳли (-12 ÷ +12 дБ) сигнал манбаларига уланишга мўлжалланган. Паст сатҳли сигналлар микрофон трактларига ҳос бўлса, юқори сатҳли сигналлар магнитофон, трансляция пунктлари, ҳалқаро, шаҳарлараро овоз эшиттириш каналлари чиқишларидан келади.



ShTT-shaharlararo telefon tarmog'i; ASB-apparat-studiya bloki;
 NTA-nazorat taqsimlov apparatxona; MON-montajxona;

1.3- rasml. Toshkent ovoz ёзиш ва ёшиттириш уйи аппарат-студия комплекси структура схемаси.

Ёшиттириш дастурлари радио уйнинг аппарат-студия комплексида яратилади, бу комплекс бир неча студия ва студия - аппарат хоналардан иборат. Аммо, аппарат - студия комплексида дастурларни тўлиқ шакллантириш амалга оширилмайди, балки бу дастурларнинг магнит тасмасига ёзиладиган айрим фрагментларигина яратилади.

Ҳар бир радио уйида фонотекалар мавжуд бўлиб, улардан дастурга талаб қилинадиган ёзувларни олиш мумкин. Дастурнинг айрим фрагментларини радио уйдан эмас, ташқаридан, яъни концерт залларида, театрларда, шаҳар стадионларида жиҳозланган трансляция пунктларидан ва бошқа, шаҳар радио уйларидан, шаҳарлараро овоз эшиттириш каналлари орқали олиш мумкин. Овоз эшиттириш дастурлари фрагментларини қабул қилиш учун ҳар бир радио уйда трансляция аппаратхонаси мавжуд. Эшиттириш аппаратхоналарида тузилган дастурлар марказий аппаратхонага узатилади ва тингловчиларга коммутацияланади. Сўнгра сигналлар марказий аппаратхонадан овоз ёзиш аппаратхонаси (ОЁАХ) ва техник назорат бўлими (ТНБ) га узатилади.

Радио уй ёки телемарказ марказий аппаратхонаси (МАХ) нинг чиқишидан дастурларни бирламчи тақсимлаш тракти (ДБТТ) бошланади. Уловчи линиялар орқали сигналлар марказий аппаратхонадан марказий коммутация тақсимлаш аппаратхонаси (МКТАХ) га узатилади. Дастурларнинг техник назорати узлуксиз амалга оширилади.

Дастурларни иккиламчи тақсимлаш тракти, товуш эшиттириш электр каналининг бир қисми бўлиб, дастурларни тингловчиларга бевосита узатиш учун мўлжалланган.

Шундай қилиб, дастурларни тингловчиларга бевосита узатиш икки усул билан, жумладан: радио узатиш станциялари ёки сим орқали эшиттириш тизимлари ёрдамида амалга оширилади.

Кўп ҳолларда иккала усул ҳам бир вақтда қўлланилади, чунки ҳар бир усул ўзининг афзаллиги ва камчиликларига эга.

Радиоэшиттиришнинг афзаллиги кўп дастурийлик ва узоқ масофага узатилишидир. Сим орқали эшиттириш, шаҳарларда ва бир қатор туман марказларида уч дастурни

эшиттиришни таъминлайди (одатда, биринчи ва иккинчи марказий ва битта вилоят дастурлари). Сим орқали эшиттириш радиоэшиттириш билан такқосланганда унинг юқори ишончлилиги ҳамда абонент қурилмасининг радио қабул қилгичга нисбатан арзонлигини таъкидлаб ўтиш лозим.

Хулоса

1. Товуш эшиттириш тизими кенг тарқалган тингловчиларга тайёрланган дастурларни ойнанг, куннинг исталган вақтида юқори сифатли қилиб етказса, унинг олдида қўйилган вазифа бажарилган, деб ҳисобланади.

2. Дастурларни тингловчиларга бевосита узатиш икки усул билан: радио узатиш станциялари, ёки сим орқали эшиттириш тизимлари ёрдамида амалга оширилади.

Назорат саволлари.

1. Товуш эшиттиришга таъриф беринг ва тизимнинг асосий вазифаларини тушунтириг.

2. Эшиттириш билан дастурнинг фарқи нимада, қандай эшиттириш турларини биласиз?

3. Ҳозирги кунда Республикамизда неча радиоуйлари ва Телемарказ фаолият кўрсатаёпти ва ҳар бирининг бир суткалик эшиттиришлари ҳажми неча соатни ташкил этади?

4. Товуш эшиттириш тизимининг структуравий схемасини чизиб, тушунтиринг.

2-мавзу. Товуш эшипиришининг электр канали

2.1. Асосий таърифлар

Товуш эшиттириш ва телевидениенинг товуш сигналларини узатиш электр канали, студиядаги микрофон чиқишидан, то радио узаткичнинг антеннасигача ёки сим орқали эшиттиришда, абонент розеткасигача бўлган мураккаб техника воситаларини ташкил этади. Радиоэшиттириш электр каналининг функционал схемаси 2.1- расмда келтирилган.



Дастурларни бирламчи тақсимлаш тракти - радио уй ёки теле-марказ марказий аппаратхонаси чиқишидан бошланиб, шаҳарлараро телефон станциясининг овоз эшиттириш канали чиқишида тугайди.

Дастурларни иккиламчи тақсимлаш тракти - овоз эшиттириш дастурларини бевосита тингловчиларга узатиш учун мўлжалланган.

Иккиламчи тақсимлаш тракти - коммутация тақсимловчи аппаратхона, ёки марказий аппаратхона ёки шаҳарлараро телефон станцияси чиқишидаги уловчи тизимларнинг чиқишидан бошланиб, радиоузаткич антеннасининг кириши ёки симли эшиттиришда абонент розеткаси билан тугайди.

2.2. Товуш эшиттириш каналлари ва трактларининг сифат кўрсаткичларини меъёрлаш тамойиллари

Тингловчилар учун товушни қайта эшиттириш сифати етарлича юкори бўлиши учун товуш эшиттириш электр канали трактларининг параметрлари Давлат стандарти (11515- 91) томонидан белгиланган талабларга жавоб бериши лозим.

Товуш эшиттириш канали ва трактларининг параметрлари сифатини меъёрлаш шу канал ва трактларда сигналларнинг рухсат этилган бузилишлари ва рухсат этилган шовқин сатҳларини субъектив-статистик экспертиза йўли билан аниқлашга асосланган.

Бузилишлар қуйидаги босқичлар билаи баҳоланади:

- умуман сезилмайдиган бузилишлар 15% дан кам ҳолларда сезилади;
- амалий сезилмайдиган бузилишлар 30% ҳолларда сезилади;
- ишончсиз сезиладиган бузилишлар 50% ҳолларда сезилади;
- ишончли сезиладиган бузилишлар 75% ҳолларда сезилади.

Бузилишларнинг сезилиши ҳамда техник - иқтисодий кўрсаткичларига караб товуш узатиш аниқлигининг уч класси белгиланган;

оллий класс - бузилишлар юқори малакали экспертларга деярлик сезилмайди ва оддий тингловчиларга умуман сезилмайди;

биринчи класс - бузилишлар юқори малакали экспертларга ишончсиз сезилади ва оддий тингловчиларга амалда сезилмайди;

иккинчи класс - бузилишлар юқори малакали экспертларга ишончли сезилади ва оддий тингловчиларга ишончсиз сезилади.

Ҳар бир класс аниқ рухсат этилган бузилишлар билан характерланади, шу билан бирга куйидаги сифат параметрларини регламентлайди:

узатиш частоталари кенглигини;

-амплитуда - частота характеристикасининг нотекислигини;

-гармоникалар коэффициентини;

-аниқ сезиларли ўтиш халақитлардан ҳимояланганликни;

-стереофоник эшиттиришда чап ва ўнг каналлардаги фазалар фарқини;

-чап ва ўнг каналлар ўртасидаги аниқ сезиларли ўтиш халақитлардан ҳимояланганликни;

-чап ва ўнг каналлар ўртасидаги сатхлар фарқини;

-чиқиниш сатхининг номинал қийматидан оғишини.

Товуш эшиттириш электр канали сифат параметрларини таҳлил қилиб ва каналнинг таркибидаги трактларга таъриф берар эканмиз, табиийки, савол туғилади. Нима учун товуш эшиттириш электр каналнинг бошланғич элементи - микрофон ва охириги элементи радиокарнай электр канал таркибига кирмади? Бу саволга жавоб беришдан олдин изикли бузилишларни кўриб чиқамиз.

2.3. Чизикли бузилишлар

Чизикли бузилишлар сигналнинг чизикли узатиш тизимларидан ўтганда содир бўлади, бу бузилишларни тизимнинг частота характеристикаси билан боғлиқ бўлганлиги учун **частота бузилишлари** деб аталади.

Агарда чизикли тизим киришидаги синусоидал сигнал

$$U_1(t) = U_{m1} \cos(\omega t + \varphi_1) \quad (2.1)$$

кўринишда бўлса, чиқишидаги сигнал ҳам шу частотадаги синусоидал сигнал кўринишида бўлади

$$U_2(t) = U_{m2} \cos(\omega t + \varphi_2) \quad (2.2)$$

Синусоидал сигналнинг кўрилатган тизимдаги узатиш коэффициенти комплекс кўринишда бўлади:

$$K = K e^{j\varphi} \quad (2.3)$$

бунда, K - узатиш коэффициенти амплитудаси; φ - узатиш коэффициенти фазаси.

U_1 синусоидал сигнал учун

$$K = \frac{U_{m2}}{U_{m1}}; \quad \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \quad (2.4)$$

умумий ҳолда узатиш амплитудаси K ва фазаси φ частота функциясидир:

$$K = K(\omega); \quad \varphi = \varphi(\omega) \quad (2.5)$$

Кириш ва чиқиш сигналларининг фаза силжиши φ уларнинг вақт силжиши интервалига тенг

$$\tau = \frac{d\varphi}{d\omega} = \tau(\omega) \quad (2.6)$$

Узатиш коэффициенти модули K нинг частотага боғлиқлиги чиқиш сигнали спектр қувватининг $G_2(\omega)$ кириш сигнали спектр қувватидан фаркланишга олиб келади, чунки чизикли тизимда бу спектрлар ўзаро қуйидагича боғлиқ;

$$G_2(\omega) = K^2(\omega)G_1(\omega) \quad (2.7)$$

Бу турдаги чизиқли бузилишлар амплитуда-частотали бузилишлар деб аталади. Улар овоз тембрининг ўзгариши сифатида субъектив сезилади.

τ нинг частотага боғлиқлиги чиқиш сигнали спектрининг айрим таркиби бир - бирига нисбатан вақт бўйича силжиган, бундай бузилиш фаза - частотавий бузилиш деб аталади. Қуриниб турибдики, фаза силжиши ϕ частотага пропорционал бўлганда, фаза - частота бузилиши бўлмайдиган, хақиқатан бунда,

$$\tau = \text{const} \text{ (агар } \phi - \text{const бўлса } \tau = 0).$$

Шуни таъкидлаб ўтиш лозимки, амплитуда - частотавий ва фаза - частотавий бузилишлар ҳамма вақт биргаликда содир бўлади. Амплитуда - частота бузилишининг бўлмаслиги, фаза - частота бузилиши бўлмаслигига олиб келади.

$K(\omega)$ ва $\phi(\omega)$ функцияларининг ўзаро боғлиқлиги туфайли узатиш тизимининг маълум звеноси киритаётган чизиқли бузилишлар, унинг частота характеристикаси билан тўла аниқланади.

Яъни,

$$N(f) = 201gK(f) - N_0, \quad (2.8)$$

бу ерда, N_0) - ихтиёрий танланган нулинчи сатх.

Одатда, чизиқли бузилишлар частота характеристикасининг f_n (пастки чегара)дан $f_{ю}$ (юқори чегара)гача бўлган полосадаги нотекислиги билан аниқланади. Танланган частота полосасидаги N_{\max} ва N_{\min} қийматлар айирмаси $\Delta N = N_{\max} - N_{\min}$, частота характеристикасининг нотекислиги деб аталади ва дБ ларда баҳоланади. Чизиқли бузилишлар ҳақида тўлиқ маълумотни олиш учун, **биричидан:** амплитуда - частота харак-теристикаси нотекислигининг иккита қиймати, яъни: f_n полосадан $f_{ю}$ гача бўлгандаги қиймати ΔN_1 ва $1,5 f_n$ полосадан $0,65f_{ю}$ гача бўлгандаги ΔN_2 қийматлари 2.1а-расмдан аниқланади.



2.1 - расм. Частота характеристика нотекислигини баҳолашдаги (а), чўкки ва чўкма фрагментлари (б)

Одатда $\Delta N_2 < \Delta N_1$. Шундай қилиб, амплитуда- частота характеристикасининг сунъий чекланиши натижасида полоса кенглиги ҳар икки томондан ярим октавага қисқартирилди. Аниқроқ айтганда, $1,5 f_n$ частота $0,585$ октавага, $0,65 f_0$ частота эса $0,623$ октавага қисқартирилди.

Иккинчидан, радиокарнайлар киритаётган қизиқли бузилишларни баҳолаганда, уларнинг частота характеристикаларидаги кенглиги $1/8$ октавадан тор бўлган чўкки ва чўкмаларни (2.1б – расм) эшиттиш аъзоимиз сезмаганлиги туфайли инobatга олмаслик мумкин. Натижада, радиокарнайнинг амплитуда- частота характеристикаси бироз текисланади.

Амплитуда-частота характеристиканинг бундай баҳолаши частота чегаралари яқинида кескин чўкки ва чўкмалар бўлганда фойдалидир. Бу ҳолда ΔN_1 қиймат катта бўлганда, ΔN_2 кичик бўлади, бу нотекислик ΔN_1 , ва ΔN_2 қийматлари баробар бўлган ҳолатдан яхши.

Учинчидан, радиокарнайнинг амплитуда-частота характеристикаси нотекислигини ХЭЖ 581-7 (Халқаро электротехника комиссияси) тавсиясига биноан 100 ± 8000 Гц диапазонида ўлчанади ва нотекислик ± 4 дБ дан ошмаслиги керак. Бунинг натижасида характеристика нотекислиги яна бирмунча камаяди. Масалан, Нi-Fi классидagi энг яхши акустик тизимлар учун бу кўрсаткичнинг ± 2 дБ гача бўлишига эришилган.

Замонавий радиоэшиттириш қурилмалари ишчи частота диапазони чегараларида частота характеристикаси нотекислиги 2.1- жадвалда келтирилган.

2.1- жадвал

Т.Р.	Радиоэшиттириш қурилмалари	Частота диапазони, Гц	Частота диапазони чегараларидаги нотекислик, ΔN,дБ
1	Микрофонлар	30 ÷ 15000	0,5
2	Кучайтиргич ва линиялар	30 ÷ 15000	0,5
3	Радиоқабулқилгич	30 ÷ 15000	1,0

Хулоса

1. 2.1-жадвалда келтирилган радиоэшиттириш тракти звеноларининг частота бузилишлари нисбатан кичик.

2. Купрок ноқулай бўлган звено, радиокарнайлар, частота диапазони чегараларида, айрим ҳолларда 10 дБ дан ортиқ частота бузилишларини киритади. Бундай ҳолат эшиттириш электр канали параметрлари кўрсаткичларига таъсир этмай қолмайди.

Шундай қилиб, биз юқорида қўйилган «нима учун товуш эшиттириш электр каналининг бошланғич элементи - микрофон ва охирги элементи радиокарнай товуш эшиттириш электр канали таркибига кирмади?» саволига қисман жавоб топдик.

Энди бу қирилмаларни конструктив тузилиши, ишлаш жараёни, ишлаш жараёнида содир бўлиши мумкин бўлган муаммолар ва уларнинг ечимлари ҳақида сўз юритамиз.

Назорат саволлари

1. Товуш эшиттириш электр каналига таъриф беринг, у неча трактдан иборат?

2. Дастурларни шакллантириш, бирламчи ва иккиламчи тақсимлаш трактларига таъриф беринг.

3. Бузилишларни баҳолаш босқичлари ва товуш узатиш аниқлигининг қандай классларини биласиз?
4. Товуш эшиттириш электр каналининг сифат параметрларини айтинг.
5. Қандай бузилишларни биласиз, уларнинг сабаблари нимада?
6. Каналдаги чизиқли бузилишлар кийматини аниқлашда айрим чекинишлар муаммоси нима билан боғлиқ?

3-мавзу. Микрофонлар

3.1. Микрофонларнинг классификациялари ва техник таъсирлари

Электроакустик товуш узатишнинг асосий мақсади товуш эшиттиришларни табиийлигича қайта эшиттиришдир. Товуш эшитиш таассуротлари фақатгина товуш босимига боғлиқ бўлмасдан, балки тўлқин фронтлари эгрилигига ҳам боғлиқ. Шунинг учун товушни қайта эшиттириш нуқта-сида товуш босими ва тўлқин fronti эгрилигини табиийлигича сақланишига эришиш зарур. Тўлқин фронтининг эгрилиги ўтиш жараёнлари характерини белгилайди, чунки, уларнинг эгрилик радиуси қанчалик кичик бўлса, яқин товуш майдони шунчалик кучлироқ ва паст частотанинг нисбий кучи шунчалик катта бўлади. Йўналганлик таассуротини ҳосил қилиш учун эса, бир неча узатиш каналларидан фойдаланиш керак ёки эшиттиришларни бир неча радиокарнайлар орқали узатиш лозим. Тўлқин fronti эгрилигини инобатга олмасак, бу ҳолда, тингловчилар ўтиш жараёнларига муносаботларини билдиришлари учун ўрнатилган радиокарнайлардан эшиттиришларни бевосита тинглагандаги масофаларга мос равишда жойлашишлари керак. Аммо, микрофонларнинг сифатли бўлиши учун яна бир қатор омиллар керакки, улардан бири, микрофон чиқишидаги кучланишни шовқин сатҳига бўлган нисбати.

Ҳар қандай микрофоннинг вазифаси фазонинг қандайдир нуқтасида товуш майдонини характерлайдиган параметрларни, электр кучланиши ёки токига ўзгартиришдир.

Микрофонларнинг кўпдан-кўп турлари мавжуд бўлиб, улар радиоэшиттириш ва телевидение тизимларида, телефонияда, овозлаштириш, товуш кучайтириш, овоз ёзиш ва б.к. қўлланилади. Микрофон ҳар қандай электроакустик ва радиоэшиттириш трактларининг биринчи ва энг асосий элементларидан ҳисобланиб, у эшиттириш каналининг сифат кўрсаткичини белгилайди.

Микрофонлар, бир - бирларидан қуйидаги кўрсаткичлари билан фарқланади:

- акустик тебранишларни электр тебранишларига ўзгартириш усули билан;
- товуш тебранишларини микрофон диафрагмасига таъсир этиш усули билан;
- йўналганлик диаграммаси ҳамда белгиланиши билан.

Акустик тебранишларни ўзгартириш усули бўйича микрофонлар:

- электродинамик (ғалтакли ва тасмали);
- конденсаторли (сиғимли, шу жумладан электретли);
- электромагнитли;
- пьезоэлектрик;
- кўмирли;
- транзисторли турларига бўлинади.

Товуш тебранишларнинг микрофон диафрагмасига таъсири бўйича:

- товуш қабул қилгич;
- товуш градиенти қабул қилгич;
- комбинацияланган турларига бўлинади.

Йўналганлик диаграммаси бўйича микрофонлар:

- йўналмаган (доира шаклида);
- бир томонлама йўналган - кардиодала,

- суперкардиодали, гиперкардиодали, икки томонлама йўналган (саккиссимон ва косинусондали) турларига бўлинади.

Микрофонларнинг асосий техник кўрсаткичларни кўриб чиқамиз.

Сезгирлик - эркин товуш майдонда микрофон акустик ўқи бўйича, акустик ўқидан 1 м масофада унга таъсир этаётган товуш босими $P_{\text{тов}}$ микрофон чикшида ривожлантираётган U кучланишни $P_{\text{тов}}$ товуш босимга нисбати билан аниқланади:

$$E = \frac{U}{P_{\text{тов}}} \cdot \left[\frac{\text{мВ}}{\text{Па}} \right] \quad (3.1)$$

Сезгирлик кучланишнинг салт юриши ҳолатида ёки юкламадаги номинал кучланиш қиймати бўйича аниқланади. Микрофоннинг номинал юки сифатида 1000 Гц частотадаги унинг ички қаршилиги модули олинади.

Ўлчаш шароитларига қараб микрофон сезгирлигини эркин майдон ва диффузия майдони бўйича белгилайдилар.

Эркин товуш майдони деб, тўғри товуш майдони устунлик қиладиган, қайтган тўлқинлар бўлмаган, бўлса ҳам кам миқдорда бўлган майдонларга айтилади.

Диффузияли товуш майдони - бу шундай майдонки, ундаги ҳар бир иуқтада товуш энергияси зичлиги бир хил ва унинг турли йўналишларига бир вақтда бир хил энергия оқими йўналади.

Сезгирлик сатҳи - 1 В/Па нисбатан децибелларда ифодаланган сезгирлик.

Сезгирликнинг стандарт сатҳи - 1 В/Па товуш босимда номинал $R_{\text{ном}}$ қаршилиқда ривожланаётган, децибелларда ўлчанадиган кучланишнинг $P_0=1\text{ мВт}$ қувватга мос кучланишга нисбати, яъни $P_{\text{тов}}=1\text{ Па}$ га тенг бўлгандаги микрофоннинг номинал юкланишга бераётган қувват сатҳи.

$$N = 20 \lg \frac{U}{\sqrt{R P_0}} = 20 \lg \frac{E_{\text{ном}}}{\sqrt{R_{\text{ном}} 10^{-3}}} \quad (3.2)$$

Йўналганлик диаграммаси - микрофонга товуш θ бурчак остида тушганда ўлчанган сезgirлиги E_0 унинг ўқи бўйича сезgirлигига нисбати билан баҳоланади:

$$D_v = \frac{E_0}{E_{\text{рк}}} \quad (3.3)$$

Микрофоннинг йўналганлик тавсифлари кутб координаталарида чизилади ва бундай график **йўналганлик диаграммаси** деб аталади.

Микрофоннинг йўналганлиги ҳисобига унинг диффузия майдони бўйича сезgirлиги $E_{\text{диф}}$ акустик ўқи бўйича сезgirлигидан кичик. Бу камайишни ҳисобга олиш учун **йўналганлик коэффициенти** киритилган.

$$\Omega = \frac{E_{\text{рк}}^2}{E_{\text{диф}}^2} \quad (3.4)$$

Децибелларда ифодаланган йўналганлик коэффициенти, **йўналганлик индекси** деб аталади:

$$Q_i = 10 \lg \Omega \quad (3.5)$$

Йўналганлик индекси микрофоннинг иккита товуш манбаларидан: бири микрофон ўқида жойлашган ва бошқаси тарқалган товуш тўлқинлари манбаи ривожлантираётган қувват сатҳлари фарқини кўрсатади (агарда иккала манба микрофон жойлашган жойда бир хил босим яратса). Бошқача қилиб айтганда, йўналганлик индекси микрофон ўқидан ўтаётган сигналга нисбатан шовқиннинг бостирилишини кўрсатади.

Микрофоннинг диффузия майдонидаги сезgirлиги- бу микрофоннинг акустик ўқи бўйича сезgirлигини йўналиш коэффициентининг илдиз ости қиймати нисбати билан аниқланади, яъни

$$E_{\text{диф}} = \frac{E_0}{\sqrt{\Omega}} \quad (3.6)$$

Йўналганлик тавсифи қанчалик ўткир бўлса, микрофоннинг диффузия майдонидаги, яъни реверберацияланувчи товушга бўлган сезgirлиги шунчалик кичик.

Микрофоннинг фронт буйича сезgirлиги - бу олд ярим фазодан тушаётган товушларга бўлган интеграл сезgirлик.

$$E_{\phi} = \frac{E_0}{\sqrt{\Omega_{\phi}}} \quad (3.7)$$

$$\Omega_{\phi} = \frac{2}{\int_0^{\pi/2} D^2(\theta) \sin \theta d\theta} \quad (3.8)$$

«фронт/орка томон» сезgirлиги - микрофон акустик ўқи буйича сезgirлигини $E_{180^{\circ}}$ сезgirлигига нисбати:

$$Q_{\phi 180^{\circ}} = 20 \lg \frac{E_0}{E_{180^{\circ}}} \quad (3.9)$$

Шуни айтиб ўтиш лозимки, микрофонга ҳеч қандай сигнал таъсир этмаганда ҳам унинг чиқишидаги кучланиш нолга тенг эмас. Унинг чиқишидаги мавжуд кучланиш атроф муҳит заррачаларининг флукутацияси ва микрофон электр қисмидаги иссиқлик шовқинлари билан белгиналади.

Хусусий шовқинлар сатҳи, акустик киришига келтирилган бу ўлчамларни эквивалент товуш босими $P_{\text{шов}}$ сатҳи сифатида аниқлайдилар, яъни у микрофонга таъсир этганда, микрофон чиқишидаги кучланиш $U_{\text{шов}}$ микрофоннинг киришида товуш тўлқинлари бўлмагандаги ривожлантираётган кучланиш нисбатига тенг:

$$N_{\text{шов}} = 20 \lg \frac{P_{\text{шов}}}{P_0}, \text{ дБ} \quad (3.10)$$

$$\text{бунда, } P_{\text{шов}} = \frac{U_{\text{шов}}^2}{E_0}, \quad P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$$

Юқорида қайд этилган кўрсаткичлардан ташқари микрофон яна бошқа кўрсаткичлар, шу жумладан частота диапазонида берилган частота тавсифи нотекислиги билан фарқланади.

3.2. Микрофон - механоэлектрик ўзгартиргич

Микрофон генератор - ўзгартиргич бўлиб, механик қисмининг тебраниш тезлиги:

$$v = \frac{F}{z + z_k} \quad (3.11)$$

бунда z ва z_k - ўзгартиргичнинг хусусий ва киритилган механик қаршилиги.

Киритилган қаршилиқ

$$z_k = \frac{|k^2|}{Z + Z_{ю}} \quad (3.12)$$

бунда,

k - электромеханик боғланиш коэффициенти; Z - микрофоннинг чиқиш қаршилиги; $Z_{ю}$ - микрофоннинг юклама қаршилиги.

Микрофонга таъсир этаётган куч F эркин майдондаги товуш босими p га пропорционал

$$F = a p \quad (3.13)$$

Пропорционаллик коэффициенти

$$a = \frac{F}{p}, \quad (3.14)$$

юза ўлчамига эга бўлиб, микрофоннинг акустик характеристикасини аниқлайди. Салт юриши режимда микрофон ривожлантираётган кучланиш

$$U_{i=0} = K_1 v \quad (3.15)$$

юклама қаршилиги $Z_{ю}$ - микрофон ривожлантираётган кучланиш

$$U = U_{i=0} \frac{Z_{ю}}{Z + Z_{ю}} \quad (3.16)$$

Юқоридаги формулаларни комбинациялаш натижасида қуйидаги формулани оламиз;

$$U = \frac{a K_1}{z + z_k} \cdot \frac{Z_{ю}}{z + Z_{ю}} p \quad (3.17)$$

Бунда микрофон сезгирлигини аниқлайдиган умумий формула ҳосил бўлади:

$$E_0 = \frac{U}{p} = \frac{aK_1}{z + z_k} \cdot \frac{Z_{ю}}{Z + Z_{ю}} \quad (3.18)$$

Бундан ташқари, микрофон сезгирлигини қуйидаги нисбатлар қўпайтмаси кўринишида ифодалаш мумкин;

$$E_0 = \frac{U}{p} = \frac{U}{v} \cdot \frac{v}{F} \cdot \frac{F}{p} \quad (3.19)$$

$\frac{U}{v} = \varphi_{эл}$, микрофоннинг электр характеристикаси;

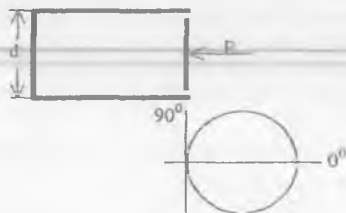
$\frac{v}{U} = \frac{1}{z} = \varphi_{мех}$ микрофоннинг механик характеристикаси, у ўзгартиргичнинг механик хусусиятларини белгилайди;

$\frac{F}{p} = a = \varphi_{ак}$ микрофоннинг акустик характеристикаси.

Микрофонга таъсир қилаётган кучнинг босимга нисбати унинг акустик хусусиятлари, шакли, ўлчами ва товуш тўлқини характеристикаси билан белгиланади.

3.3. Микрофон босим қабул қилгич

Микрофон босим қабул қилгичда таъсир этувчи куч товуш қабул қилувчи элементнинг бир томонидаги босим билан аниқланади. Поршен товуш босими таъсирида шу босимга параллел ўқ бўйлаб ҳаракат қилади. Поршеннинг иккинчи томони босим таъсирига берк 3.1- расм.



3.1- расм. Босим қабул қилгич ва унинг йўналганлик диаграммаси

Диафрагмага таъсир этувчи куч

$$F = p S, \quad (3.20)$$

бунда, p -диафрагмага таъсир этаётган босим.

Бу формула микрофон ўлчами унга тушаётган товуш тўлкин узунлигидан кичик $d \ll \lambda$ бўлгандагина ҳаққоний, айнан шу ҳолда микрофон олдидаги босим эркин майдон босимига тенглик шarti бажарилади. Агарда микрофонга таъсир қилаётган товуш тўлкини узунлиги микрофон ўлчами билан тенглашса, эркин майдон шакли дифракцияланган тўлкинлар қўшилиши ҳисобига бузилади. Натижада, микрофон олдидаги босим кескин ошиб, унинг ортида камаяди. Микрофон ўлчами, товуш тўлкинидан кичик бўлса, дифракция содир бўлмайди ва таъсир этаётган куч, унинг юзасига тенг доимий босим билан боғланган:

$$p_{\text{ак}} = \frac{F}{S} = a = S \quad (3.21)$$

Босим қабул қилгичнинг акустик характеристикаси частотага ва товуш тўлкинининг тушиш бурчагига боғлиқ эмас. $d \ll \lambda$ шarti бажарилганда, микрофоннинг йўналдиқлик диаграммаси доира шаклида бўлади.

Афсуски, бу шарт берилган частота диапазонида бажарилмайди. 100 Гц частотада $\lambda = 3,4\text{м}$, 1000 Гц $\lambda = 34\text{см}$, 10000 Гц $\lambda = 3,4\text{см}$, бу тўлкин узунлиги микрофон ўлчамадан кичик. Бу ҳолат яна бир муаммони келтириб чиқаради. Яъни, микрофон ўлчамларини яна ҳам кичрайтириш керак!

Хулоса

1. Микрофон товуш (механик) энергиясини электр энергиясига ўзгартириб берадаган ўзгартиргич генератор.

2. Микрофонлар ишлаш принципи бўйича:

босим қабул қилгич, босим градиентини қабул қилгич ва комбинацияланган микрофонларга бўлинади.

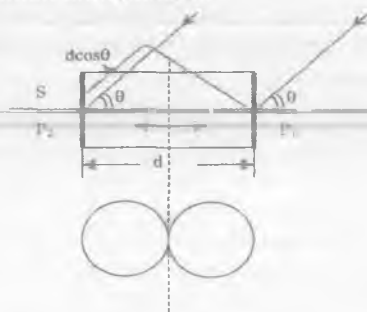
3. Турлари бўйича: динамикли; транзисторли; кўмирли ва гурухларга бўлинади.
4. Йўналганлик диаграммаси бўйича: йўналмаган; бир томонлама йўналтирилган, икки томонлама йўналтирилган микрофонларга бўлинади.

Назорат саволлари

1. Микрофоннинг техник параметрларини айтинг.
2. Микрофон акустик ўқини қандай тушунасиз?
3. Микрофонлар ишлаш принципи бўйича қандай турларга бўлинади?
4. Йўналганлик диаграммаси бўйича қандай микрофонларни биласиз?
5. Микрофон – босим қабул қилгич схемасини чизинг ва тушунтиринг.

4-мавзу. 4.1. Микрофон босим градиенти қабул қилгич

Микрофон босим градиенти қабул қилгичнинг силжиш тизими шартли равишда S юзага тенг ва бир - бири билан каттик боғланган ичкита поршендан иборат. Поршен d узунликдаги трубканинг қисқа бўлагиди, 4.1-расм. Товуш майдони силжиш тизимининг иккала томонига таъсир этади, таъсир куч икки томондаги босимлар айирмаси Δp билан аниқланади.



4.1- расм. Босим градиенти қабул қилгич ва унинг йўналганлик диаграммаси

Агарда қабул қилгич улчами тўлқин узунлигидан анча кичик $d \ll \lambda$ бўлса унда,

$$p_2 - p_1 = \Delta p = d|\text{grad}p| \cos\theta \quad (4.1)$$

Ҳақиқатан, босим градиенти қиймати тўлқин тарқалиши йўналишидаги бирлик узунликда p нинг ўзгаришини аниқлайди, Δp эса $d \cos\theta$ булақчадаги босимнинг ўзгаришидир. Қабул қилгичнинг рухсат этилган тўлқин узунлигига нисбатан кичиклигини инobatга олсак, амалдаги босим эркин майдон босимига мос бўлади, шунинг учун қабул қилгичга таъсир куч қуйидагича ифодаланади

$$F = S\Delta p = Sd|\text{grad}p| \cos\theta \quad (4.2)$$

Градиент, вектор катталиқ бўлганлиги сабаб босим градиенти қабул қилгич йўналганлик хусусиятига эса. Яъни ўнг ёки чап томондан келаётган тўлқин, қабул қилгич акустик ўқиға параллел бўлса, тизимга таъсир қилаётган куч максимал, агарда товуш тўлқини ўққа перпендикуляр йўналишда бўлса, таъсир куч нолга тенг ва $\varphi_{\text{ак}}=0$. Босим градиенти қабул қилгичнинг акустик характеристикаси модули қуйидагича аниқланади

$$|\varphi_{\text{ак}}| = Skd \cos\theta \quad (4.3)$$

бу ерда, $k = 2\pi \frac{f}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}$ тўлқин сон.

Бундан, тўлқин узунлигидан кичик бўлган, ясси тўлқин майдонида ишлайдиган босим градиенти қабул қилгичининг акустик характеристикаси частотаға пропорционал ва тўлқин тушиш бурчаги θ боғлиқ. Агарда қабул қилгич шарсимон тўлқин майдонида ишласа, акустик характеристикасининг кўриниши ўзгаради. Энди p_1 ва p_2 босимлар фақат фаза бўйича эмас, амплитуда бўйича ҳам фарқланади:

$$|\varphi_{\text{ак}}| = \left| \frac{F}{P} \right| = Skd \cos\theta \sqrt{1 + \frac{1}{(kr)^2}} \quad (4.4)$$

бунда, r - товуш манбаидан қабул қилгичгача бўлган масофа. Паст частоталарда ва товуш манбаидан яқин

масофаларда, kr кичик бўлганда, $\sqrt{1 + \frac{1}{(kr)^2}}$ қиймат катта бўлади, демак шарсимон тўлқин майдонида ишлаётган босим градиенти қабул қилгичга таъсир этаётган куч, худди шундай шароитда, аммо ясси тўлқин майдонида ишлагандагига нисбатан катта бўлади. $\sqrt{1 + \frac{1}{(kr)^2}}$ қиймат паст частота

томон ўсиб боради. Агарда kr катта бўлса, унда $\sqrt{1 + \frac{1}{(kr)^2}}$ кичик ва шарсимон тўлқинда ишлаётган босим градиенти қабул қилгичнинг акустик характеристикаси ясси тўлқиндаги $\varphi_{ак}$ тенг бўлади. Бу ҳол тушунларли, чунки шарсимон тўлқин майдоннинг узоқ зоналаридаги амплитудалари секин сўнади ва тўлқин ўзининг хусусиятлари бўйича ясси тўлқинга яқинлашади. $\sqrt{1 + \frac{1}{(kr)^2}}$ паст

частота томон ўсиб боради. Шунинг учун босим градиенти қабул қилгич шарсимон тўлқин майдонида паст частоталарни таъкидлаб ўтади. Узоқ зоналарда r_1 ва r_2 босимлар фақат фазалари бўйича фарқланади. Иккала ҳолда ҳам акустик характеристика $\cos\theta$ пропорционалдир. Қабул қилгич йўналганлик характеристикаси

$$D(\theta) = \frac{E_0}{E_0} \quad \text{тенг} \quad (4.5)$$

аммо, унинг сезгирлиги босим тушиш бурчаги билан фақат акустик характеристикасига боғлиқ.

Демак,
$$D(\theta) = \cos\theta \quad (4.6)$$

Йўналганлик характеристикаси поляр координаталарда курилади; косинусида поляр координатада саккизсимон кўринишида бўлади, 4.2- расм.



4.2 - расм. Босим градиенти қабул қилгичнинг йўналганлик диаграммаси

Юқорида кўрганимиздек, йўналмаган микрофон-босим қабул қилгич учун $D(\Theta)=1$, ва йўналганлик диаграмма доирасимон. Доирасимон ва саккизсимон йўналганлик диаграммалари бизни талабимизни қисман қониқтиради. Амалда ўта йўналган диаграммалари микрофонлар билан ишлашга тўғри келади. Бундай характеристикаларга комбинацияланган микрофонлар орқали эришилади.

4.2. Комбинацияланган босим қабул қилгич

Босим қабул қилгич ва босим градиенти қабул қилгич микрофонларни комбинациялаб турли кўринишдаги йўналганлик диаграммасини олиш мумкин. Фараз қилайлик, босим микрофони сезгирлиги E_1 , босим градиенти микрофони сезгирлиги $E_2 \cos \theta$ бўлсин. Агарда бу микрофонларни кетма-кет уласак, уларнинг кучланишлари қўшилади, натижада умумий сезгирлик

$$E_0 = E_1 + E_2 \cos \theta \quad (4.7)$$

Товуш тўлкини микрофон акустик ўқиға параллел тушганда

$$\theta = 1; \cos \theta = 1 \text{ ва } E_0 = E_1 + E_2 \quad (4.8)$$

$q = \frac{E_2}{E_0}$ параметрни киритамиз, бу параметр босим

градиентининг умумий сезгирликдаги хиссасини аниқлайди:

$$E_2 = q E_0 \text{ ва} \\ E_1 = E_0 - E_2 = E_0(1 - q) \quad (4.9)$$

Умумий сезгирлик






$$E_0 = E_0[1 - q + q \cos \theta] \quad (4.10)$$

Йўналганлик диаграммаси

$$D(\theta) = \frac{E_0}{E_0} = 1 - q + q \cos \theta \quad (4.11)$$

ифодаланиб, диаграмма шакли q параметрига боғлиқ. 4.1-жадвалда комбинацияланган микрофонларнинг q параметрига боғлиқ ва амалда учрайдиган йўналганлик диаграммалари келтирилган

4.1 жадвал

Т.Р №	q параметри	$D(\theta)$, йўналганлик диаграммаси	Йўналганлик диаграммаси номи	Йўналганлик диаграммаси шакли
1	0	1	доира	
2	1/2	1/2 (1 + cos θ)	кардиоида	
3	0.63	0.37 + 0.63 cos θ	суперкардиоида	
4	0.75	1/4 (1 + 3 cos θ)	гиперкардиоида	
5	1	cos θ	саккизсимон	

4.1-жадвалда келтирилган йўналганлик диаграммалари назарий бўлиб, микрофонларга бўлган техник талабни тўла қондиргандек.

Амалда, бу назарий натижалар қандай бажарилади ва қандай муаммоларга дуч келинади? Шу ва бошқа муаммолар ечимини билиш мақсадида овоз кучайтириш ва эшиттиришда кенг қўлланиладиган микрофон турларини кўриб чиқамиз.

Хулоса

1. Босим қабул қилгич; босим градиентини қабул қилгич ва комбинацияланган микрофонлар эркин тўлқин тушиш майдонида ишлашлари керак, акс ҳолда юқори частоталарда тўлқин узунлиги микрофон ўлчамига тенглашиб майдон дифракцияси ҳосил бўлади.

2. Микрофон сезгирлиги - поршен сезгирлигига, массаси ва товуш тушувчи юзага боғлиқ. Бир кўришда поршен юзаси катта бўлса, сезгирлиги ошгандек, ammo поршен юзаси

ошса унинг массаси ҳам ошади, натижада сезгирлик пасаяди.

3. 4.1 жадвалдаги йуналганлик диаграммалари назарий бўлиб, амалда бу натижаларга эришиш анча мушкул.

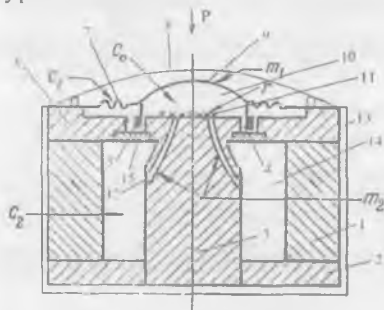
Назорат саволлари

1. Микрофонларни комбинациялаш нима мақсадда амалга оширилади?
2. Электр комбинацияланган микрофонларнинг ишлаш принципини тушунтиринг.
3. Механик комбинацияланган микрофонларнинг ишлаш принципини тушунтиринг.
4. Акустик комбинацияланган микрофонларнинг ишлаш принципини тушунтиринг.
5. Электр, механик ва акустик комбинацияланган микрофонларнинг қандай йуналганлик диаграммаларини била-из?

Уткир йуналтирилган диаграммали микрофонлар қандай мақсадларда қўлланилади?

5-мавзу. 5.1. Ғалтакли электродинамик микрофоннинг ишлаш принципи

Ғалтакли электродинамик микрофоннинг конструкцияси (5.1-расм) да кўрсатилган.



5.1- расм. Электродинамик микрофон конструкцияси

1-ҳалқасимон магнит; 2,6-пастки ва юқори гардишлар; 3-магнит ўзаги; 4-ҳалқасимон тирқиш; 5- товуш ғалтаги; 7-гофрланган илгак; 8- химояловчи тўр; 9-мембрана; 10 - мембранаости ҳажм; 11-чанг тўсувчи ипак; 12-қўшимча каналлар; 13-микрофон ғилофи; 14- ички ҳажм; 15- магнит бўлмаган матёриалдан шайба.

Унинг ишлаш принципи қуйидагича: радиал магнит майдонида жойлашган товуш ғалтаги ташки босим таъсирида ҳаракатланиб, радиал магнит майдони куч чизикларини кесиб ўтади, ғалтақда индукцияланиш натижасида электр юритувчи куч пайдо бўлади, бу куч

$$\varepsilon = B\ell v \quad (5.1)$$

B — магнит майдони индукцияси; ℓ - ғалтак сими узунлиги; v -алтакнинг тебраниш тезлиги. Магнит майдони ҳосил бўлиши учун одатда юқори коэрцитивли ҳалқасимон магнит (1) ва юмшоқ магнит материалдан тайёрланган магнит ўзак (3) ва гардишлардан фойдаланилади. Ўзак (3) ва юқори (6) гардиш орасида ҳалқасимон тирқиш (4) бўлиб, у ерда товуш ғалтаги (5) жойлаштирилади.

Ғалтак қуббасимон мембрана (9) билан маҳкам бириктирилган. Мембрана гоффрировкаланган эгилувчан илгак (7) ёрдамида юқори гардишга бириктирилган, натижада товуш ғалтаги фақат тирқиш вертикал бўйлаб вертикал ҳаракатланади. Мембрана енгил аммо, пишиқ материалдан, масалан, полистиролдан тайёрланади. Микрофон, олд томондан, бузилишдан сақловчи химоя тўри тортилган тирқишли ғилоф (13) га эга.

Микрофон сезгирлиги умумий ҳолда қуйидагича аниқланади;

$$E = \frac{U'}{P} = n \frac{U}{P} = n \frac{aK_1}{z+z_1} \frac{Z_{\infty}}{Z+Z_w} \quad (5.2)$$

бунда, n - микрофон трансформатори коэффиценти; a - пропорционаллик коэффиценти, u микрофон диафрагмасининг юзасига, яъни $a=S$ га тенг; K_1 - электромеханик

боғланиш коэффициенти; z - микрофоннинг механик қаршилиги; z_k - киритилган механик қаршилик; $Z_{Ю}$ – микрофоннинг юклама қаршилиги; Z - микрофоннинг чиқиш қаршилиги.

Киритилган механик қаршилик

$$z_k = \frac{10^{-11} B^2 \ell q}{2\delta} \quad (5.3)$$

бунда, B - магнит индукцияси; ℓ - товуш ғалтаги узунлиги; q - ғалтак симининг қундаланг кесими; δ - симнинг солиш-тирма қаршилиги.

Микрофоннинг механик қаршилиги

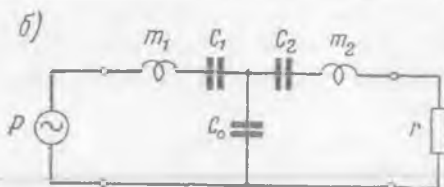
$$z = r_{m2} + j\omega_m + 1/j\omega_c \quad (5.4)$$

Оралиқ амалларни тушириб микрофон сезгирлигини ифодаловчи формулани келтирамыз:

$$E = \frac{10^{-10} B_s}{z + \frac{10^{-11} B^2 \ell q}{2\delta}} \sqrt{\frac{R_{ю} \ell q}{\delta}}, \text{ мВ/Па} \quad (5.5)$$

Формуладан кўриниб турибдики микрофоннинг сезгирлиги ҳаракатланувчи қисми хусусий қаршилигининг частотага боғлиқлиги билан белгиланади, чунки $z = \omega_{ю} M$ га тенг.

Бундай боғлиқлик бўлмаслиги мақсадида микрофон конструкциясининг механика - акустик тизими шундай бўлиши керакки, ишчи диапазонда $z = \text{const}$ шартини қаноатлантирсин. Бу масаланинг ечимини яққолроқ сезиш учун микрофоннинг 5.1- расмда кўрсатилган механика-акустик тизимнинг электр ўхшашлик схемасини тузамиз. Электр-ўхшашлик схемаси 5.2а- расмда келтирилган. Демак, тебраниш тизими массаси кичик ва ўта эгилувчан бўлиши керак. Эгилувчанликнинг ошиши силжиш тизими барқарорлигини камайтиради, яъни товуш ғалтаги қийшиқ ҳаракатланиб оралиқ деворларга тегиши мумкин.



5.2-расм. Электродинамик микрофоннинг механик тизими: а) электр аналог схемаси; б) Т-симон симметрик электр аналог схемаси

5.2а-расмдан кўриниб турибдики C_2 ва r элементлари ўрнини алмаштирадиган r қаршиликка юкланган Т-симон поласали филтр схемасини оламиз, 5.2б-расм.

Бу схема симметрик бўлиши учун қуйидаги шарт бажарилиши керак, яъни $m_1 = m_2 = m$, $C_1 = C_2 = C$

Пастки ва юкори узатиш частота поласаси қуйидаги формулалардан аниқланади;

$$\omega_{\text{п}} = \frac{1}{\sqrt{mC}}, \quad \omega_{\text{с}} = \omega_{\text{п}} \sqrt{1 + 2 \frac{C}{C_0}} \quad (5.6)$$

Т-симон филтр тўлқин қаршилиги

$$w = \omega_{\text{п}} m \sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2 C}{\omega_0^2}\right) \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_{\text{с}}^2}\right)} \quad \text{га тенг} \quad (5.7)$$

Шуни айтиш керакки, узатиш поласасининг асосий қисмда $W \approx \omega_0$ тенг. Агарда r_{m2} тўлқин қаршилигига тенг қилиб танланса, узатиш поласасининг асосий қисмида акустик қаршилик Z_a тўлқин қаршилигига тенг бўлади

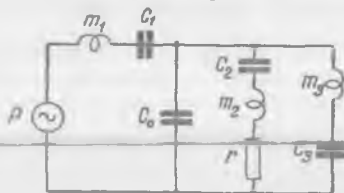
$$Z_a \approx \omega_0 m \quad (5.8)$$

ва частотага боғлиқ бўлмайди. Бу ҳолда тизимнинг механик қаршилиги

$$z \approx \omega_0 m S^2 = \omega_0 m \quad (5.9)$$

Бу эса, бузилишларга олиб келади. Шунинг учун марказий ўзакда кўшимча каналлар очилади ва унинг ёрдамида микрофон сезгирлиги 20 дБ гача ошади, частота характеристикаси эса паст частоталарда коррекцияланади. Натижада, микрофон частота характеристикаси 100–8000 Гц частота диапазонида текис бўлишига эришилади.

Паст частотада коррекцияланган тизимнинг ўхшашлик - электр схемаси 5.3- расмда келтирилган.



5.3-расм. Паст частотада коррекцияланган микрофоннинг ўхшашлик электр схемаси

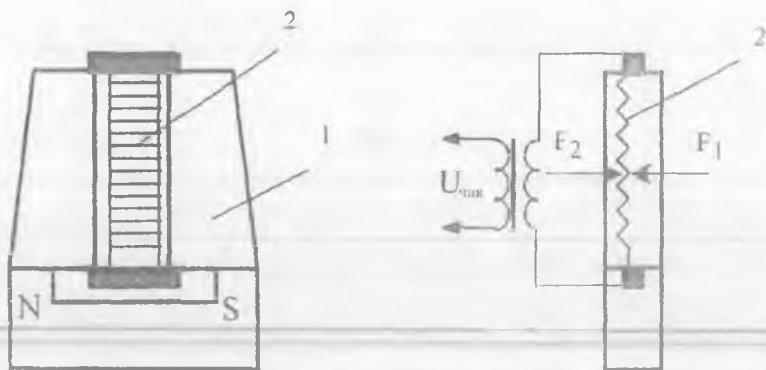
Бундай микрофонлар, чидамлилиги ва қулайлиги тўғрисида нутқ эшиттиришларда қўлланилади. Мусиқа эшиттиришлари учун йўналганлик диаграммаси доира шаклидаги, кенг поласали (50–15000 Гц) микрофонлар қўлланилади.

5.2. Тасмали микрофон

Тасмали микрофоннинг ишлаш принципи ғалтакли микрофон ишлаш принципига ўхшайди, аммо конструктив тузилиши тубдан фарқ қилади (5.4-расм). Магнит тизими тақасимон шаклда бўлиб, магнит кутблари 1 учларида юпка гофрланган тасма 2 жойлаштирилади. Тасма магнит майдони куч чизиқларига параллел жойлашган.

Микрофоннинг ўзи товуш манбаига нисбатан шундай жойлашадик, акустик тўлқин яратаётган куч тасма юзасига перпендикуляр йўналган бўлиши керак.

Тасмага товуш тўлкини икки томондан таъсир этаолади, шунинг учун у иккала томондаги товуш босими айирмаси таъсирида тебранади, шундай қилиб, у товуш босими градиенти қабул қилгичдир. Тасма радиал магнит майдонда тебраниб, магнит майдони куч чизиқларини кесиб ўтади ва унинг қисқичларида акустик сигнални акс эттирувчи ЭЮК индукцияланади. Тасмали микрофон индуктив турдаги ўзгартиргич. Микрофон ўлчами унга таъсир этаётган тўлқин узунлигидан кичик бўлганда, унинг йўналганлик диаграммаси саккизсимон кўринишда бўлади. Микрофон конструкцияси ички қаршилик R_1 ни юклама қаршилик $R_{ю}$ билан мослаштирувчи микрофон трансформаторини ўз ичига олади. Трансформатор бевосита микрофон ёнига ўрнатилиб кабел ёрдамида кучайтиргичга уланади. Микрофон конструкцияси перфорацияланган шойи матоли тортилган ғилоф билан қопланади.



5.4-расм. Тасмали босим градиенти қабул қилгич конструкцияси

Тасмали товуш босим градиенти қабул қилгич микрофоннинг сезгирлиги куйидаги формула орқали аниқланади.

$$E_0 = \frac{\omega S d}{C_{\text{тас}}} \cos \theta \cdot \frac{Bl}{Z_0 + \frac{B^2 l^2}{Z_0 + Z}} \cdot \frac{Z_0}{Z_0 + Z_0} \quad (5.10)$$

Формуладан кўриниб турибдики, микрофон сезgirлиги частотага пропорционал.

Микрофон сезgirлиги частотага боғлиқ бўлмаслиги учун куйидаги шарт бажарилиши керак:

$$\omega_0 \ll \omega \quad \text{ва} \quad \frac{B^2 l^2}{2R} \ll \omega m \quad (5.11)$$

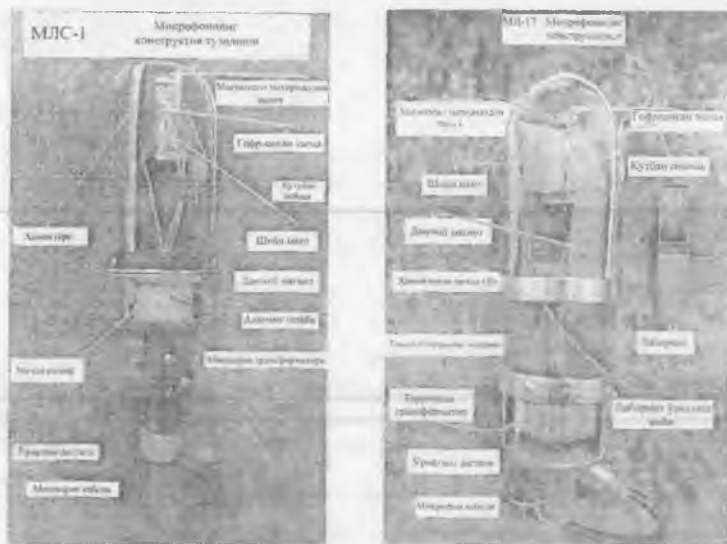
Биринчи шартни бажарилиши жуда осон, бунинг учун тасманинг эластиклигини ошириш керак, бунинг учун уни гофрлайдилар ва шу йўл билан тасманинг резонанс частотаси 10÷15 Гц гача пасаяди. Бу кўрсаткич микрофон паски қабул қилиш частотасидан ҳам паст.

Иккинчи шарт. нисбатан ўрта ва юкори частоталарда осон бажарилади.

Микрофон сезgirлигини тасманинг юзасини ошириш йўли билан эришиш ҳеч қандай натижа бермайди, чунки тасма юзасининг ошиши унинг массасини ошишига олиб келади, у ўз навбатида эгилувчанликни камайтиради ҳамда микрофон ўлчамларини оширади .

Тасмали микрофоннинг энг нозик томони шундаки, тасма кучсиз шамол таъсирида узилиши мумкин. Шу сабабли, бу турдаги микрофон «елвизак» дан кўрқади. Шунинг учун, бу турдаги микрофонлар хоналарда ва биналар ичида, кўпроқ телестудияларда қўлланилади.

5.5-расмда икки турдаги тасмали микрофоннинг кесими кўрсатилган

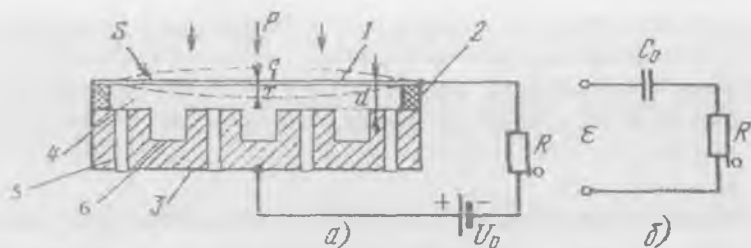


5.5- расм. Икки турдаги тасмали микрофоннинг кесими

5.3. Конденсаторли ва электретли микрофонлар

Конденсаторли микрофон сиғимли ўзгартиргич турига киради. Микрофон капсули, ўзгатирадиган қисми энгил, юпка бўлиб товуш тўлқини таъсирида тебранади. Конденсаторнинг иккинчи пластинкаси қалин материалдан тайёрланиб, статик қўзғалмас бўлади. Конденсаторли микрофон конструктив тузилиши. электр-эквивалент схемаси ва ишлаш принципи 5.6- расмда келтирилган.

Агарда конденсаторга кетма - кет ўзгармас кутбловчи (поляризацияловчи) кучланиш U_0 манбаи ва юклама қаршилик $R_{ю}$ уланса, сиғим ўзгарганда занжирдан ўзгарувчан ток оқади; сиғим ошганда конденсатор зарядланади, сиғим камайганда конденсатор рязрядланади.



5.6- расм. Конденсаторли микрофон а) конструктив тузилиши ва ишлаш принципи; б) микрофоннинг электр-эквивалент схемаси;

1- мембрана; 2- изоляция катлами; 3- қўзғалмас электрод; 4 – электродлар оралигидаги тирқиш; 5 - капилляр тирқиш; 6- тароксимон кесим.

Бу ток юклама қаршиликда тушиш қучланиш ҳосил этиб акустик сигнални ақс эттиради. Микрофоннинг ўлчами, микрофон ўрнатилган нуқтадаги товуш майдонини ўзгартирмаслиги учун, унинг ўлчами унга тушаётган товуш тўлқини узунлигидан кичик бўлиши керак, яъни $d \ll \lambda$.

Конденсаторли микрофон сезгирлиги қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$E = \frac{10^{-5} U_0 S \cdot c}{d \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right) \sqrt{1 + (\omega C_0 R)^2}} \cdot \frac{\text{мВ}}{\text{Па}} \quad (5.12)$$

Микрофон сезгирлиги частотага боғлиқ бўлмаслиги қуйидаги иккита шартнинг бажарилишига боғлиқ:

$$1) R \gg \frac{1}{\omega C_0}; \quad 2) \omega_0 \gg \omega$$

Бу шартлар бажарилганда микрофон сезгирлиги қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$E = \frac{10^{-5} U_0 S \cdot c}{d} \cdot \frac{\text{мВ}}{\text{Па}} \quad (5.13)$$

бунда, c -мембрана эгилувчанлиги.

Биринчи шарт паст частоталарда бажарилиши анча қийин чунки, микрофон сигими C_0 кичик бўлганлиги туфайли $R_{ю}$ жуда катта қийматга эга, масалан, $C_0=100$ пФ ва $f=50$ Гц бўлганда, $R_{ю} = 30$ мОм тенг. $R_{ю}$ нинг бундай қийматга эга бўлиши микрофон хусусий шовқин сатҳини катта бўлишига олиб келади.

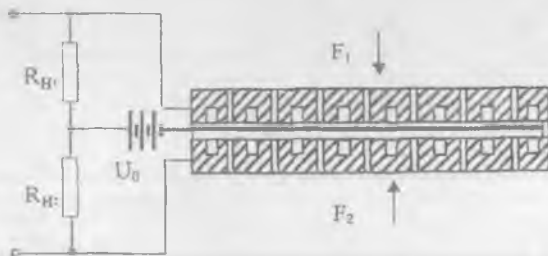
Иккинчи шартнинг бажарилиши тебранувчи пластина-нинг таранг тортилиши ҳисобига осон бажарилади. Микрофоннинг механик резонанс частотасини мембранани таранг тортилиши ҳисобига ошириш мумкин. Аммо, мембрананинг таранглиги чекланган, чунки қўзғалувчан тизимнинг массасини камайтириш мақсадида жуда юққа (20–25 мкм) дюралюминий фолгадан ёки молекуляр тилла суви пуркалган юқори полимерли органик плёнкадан тайёрланади. Иккинчидан, мембрана таранглигининг ошиши унинг эгилувчанлигини камайишига сабаб бўлади. Бу, ўз навбатида микрофон сезгирлигини пасайтиради. Бундай карама-қаршилик конденсаторли микрофон конструкциясида мурасали ҳал этилади. Талаб этилаётган букилувчанлик ҳаво ҳажми қайишқоқлиги ҳисобига эришилади. Одатда конденсаторли микрофон ҳажми берк; ташқи атмосфера босими микрофон сезгирлигига таъсир қилмайди. Конденсатор ҳажми ташқи муҳит билан қўзғалмас электроддаги капилляр каналлар орқали боғланган (5.5-расмга қаранг). Конденсаторли микрофон-нинг кичик сезгирлиги, юқори хусусий шовқин сатҳига тўғри келмайди.

Сезгирликни ошириш мақсадида қўзғалмас (статик) электродда тароксимон кесимлар қилинади, 5.6-расмга қаранг.

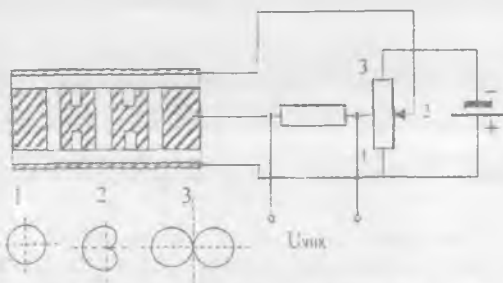
Шу йўл билан конденсатор сигимини ўзгартирмай мембрана ости ҳажми 10 мартагача ошириш мумкин, бу микрофон сезгирлигини 20 дБ га ошириш демакдир.

Конденсаторли микрофонларнинг сифат параметрлари жуда юқори, частота характеристикаси нотекислиги

деярлик ногга тенг. Аммо, конструкцияси анча мураккаб ва таннархи қиммат. Яна бир камчилиги, алоҳида таъминот манбаи кераклигида, шу боис қўлланилиши бироз чекланган. Конденсаторли микрофонлар босим, босим градиенти қабул қилгич ва комбинацияланган турларида ишлаб чиқилади. Кондесаторли босим градиенти қабул қилгич микрофон конструкцияси 5.7-расмда кўрсатилган.



5.7-расм. Конденсаторли босим градиенти қабул қилгич микрофони



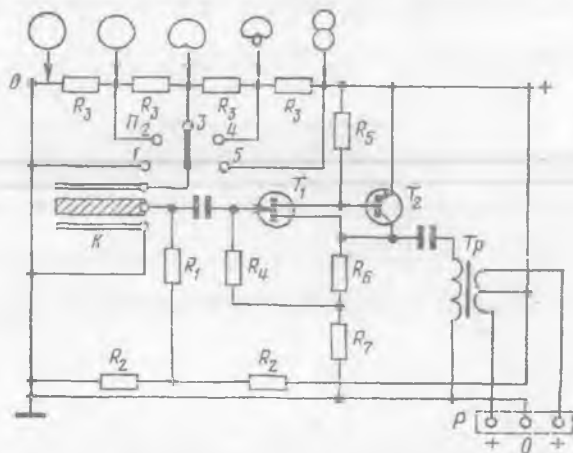
5.8-расм. Йўналганлик диаграммаси масофадан

бошқариладиган конденсаторли микрофон схемаси

Кўзгалмас электрод потенциометр ўртасига резистор R орқали уланади. Чап мембрана таъминот манбаининг мусбат кутбига уланган. Ўнг мембрана потенциометрнинг турли нукталарига уланиши мумкин. 1 нуктага уланиш йўналмаган микрофонга мос, 3 нуктага уланиш эса, икки

томонлама йўналган микрофонга мос. 2 ҳолатда мембрана кўзгалмас электрод олаётган электр потенциалини олади, шунинг учун у электр актив бўлмайди, унинг йўналганлик диаграммаси кардиоида шаклида бўлади.

Комбинацияланган конденсаторли микрофон тузилишининг кўриниши 5.9- расмда берилган.



5.9- расм. Комбинацияланган конденсаторли микрофон электр схемаси

Электретли микрофон. Бу турдаги микрофонда конденсаторли микрофондан фарқли равишда кутбловчи кучланиш, полимердан ёки кутбланувчи керамик материаллардан тайёрланган бир электродини олдиндан электрлаш натижасида олинади. Бундай электрод металл қопламадан иборат бўлиб, у аслида конденсатор электроди ҳисоб-ланади, электрет эса, кутблаш манбаи бўлиб хизмат қилади. Механик, акустик ва конструктив тавсифлари бўйича электретли микрофон конденсаторли микрофондан деярлик фарқ қилмайди.

Хулоса

1. Микрофон - босим қабул қилгичнинг акустик сезгирлиги $F/p=(1-2)S$ га тенг ва деярлик текис.
2. 10кГц ва ундан юқори частоталарда тўлқин узунлиги микрофон ўлчами билан тенглашиб товуш майдони бузилишига олиб келади.
3. Микрофон сезгирлигининг товуш қабул қилиш частота полосаларида нотекслиги нисбатан катта, 6-8 дБ.
4. Конденсаторли микрофоннинг ўлчами кичик бўлишига қарамай, алоҳида таъминот манбаи бўлишлиги уни кенг қўлланилишини чеклайди.
5. Конструктив тузилиши ва ишлаш принципи таҳлил этилмаган тасмали ва пьезоэлектрик микрофонларнинг бир қатор афзалликлари билан бирга камчиликлари ҳам мавжуд, масалан:
 6. а) тасмали микрофоннинг сезгирлиги юқори ва қабул частота диапазони текис, аммо фақат берк хоналардагина ишлатишга мўлжалланган, очиқ фазода эса "ельвизак"дан тасма узилиши мумкин;
 - б) пьезамикрофонлар эса асосан нутқ эшиттиришлари учун мўлжалланган.

Назорат саволлари

1. Конденсаторли микрофонлар қандай ўзгартиргич турига киради?
Унинг конструктив тузилишини тушунтиринг.
2. Конденсаторли микрофон сезгирлиги формуласини ёзинг ва унинг частотадан ўзгармаслик шартларини айтинг.
3. Микрофоннинг юклама қаршилиги нима сабабдан катта ва у қандай камчиликларга олиб келади?
4. Микрофон сезгирлигини оширишнинг қандай усулларини биласиз?

6 - мавзу. Радиокарнайлар

6.1. Радиокарнайларнинг техник характеристикалари

Радиокарнайлар- электр тебранишларни акустик тебранишларга айлантирадиган ўзгартиргич. Радиокарнайларнинг кўп турларида электр энергияси акустик энергияга ўзгарилади. Реле принципига асосланган, шундай радиокарнайлар тури борки, (масалан, пневматик радиокарнайлар) уларда акустик ёки механик тебранишлар таъсирида ҳаво оқимининг доимий энергияси акустик энергияга ўзгарилади.

Радиокарнайларнинг ишлаши қуйидаги техник кўрсаткичлар билан баҳоланади.

Номинал қувват $P_{ном}$ - механик ва иссиқлик чидамлилиги ва берилган қийматдан катта бўлган ночизикли бузилишлар билан чекланган. Радиокарнай киришига бериладиган максимал электр қувват. У, одатда, радиокарнай паспортида келтирилган қийматдан кичик. Бундай қувват таъсирида радиокарнай узок вақт ишлаганда бузилмаслиги керак.

Товуш босими бўйича радиокарнайнинг частота характеристикаси - эркин майдонда радиокарнайнинг ишчи марказидан маълум масофадаги нуқтада ривожлантираётган товуш босимининг частотага боғлиқлиги.

Ишчи марказ - нурлатгичнинг нурланиш тиркиши геометрик симметрия маркази.

Радиокарнайларнинг акустик ўқи, одатда геометрик симметрия ўқи билан мос. Ишчи марказда нурланиш максимал қийматга эга. Мураккаб нурлатгичлар учун ишчи марказ унинг характеристикасида кўрсатилади. Радиокарнайнинг эффектив эшиттириш частота диапазони ва характеристикасининг нотекислиги ишчи ўқида ўлчанган амплитуда - частота характеристикаси бўйича аниқланади.

Ўртача товуш босими $P_{урт}$ - эркин майдонда берилган нуқтада, маълум частота диапазонида радиокарнай

ривожлантираётган товуш босимининг ўртача квадрат қиймати.

Ўртача стандарт товуш босими $P_{\text{ст}}$ - ишчи ўқ марказидан 1м масофада радиокарнай киришига 0,1 Вт қувватга тенг кучланиш берилганда, номинал частота диапазолида радиокарнай ривожлантираётган ўртача товуш босими.

Характеристик сезгирлиги E_x - ишчи марказидан 1м масофада радиокарнай киришига 1,0 Вт қувватга тенг кучланиш берилганда, номинал частота диапазолида радиокарнай ривожлантираётган ўртача товуш босими $P_{\text{ўрт}}$ радио-карнай киришига берилаётган электр қуввати $P_{\text{эл}}$ илдиз ости нисбатига тенг.

$$E_x = P_{\text{ўрт}} / P_{\text{эл}} = P_{\text{ном}} / \sqrt{P_{\text{ном}}} = P_{\text{ўрт}} / \sqrt{0,1}, \frac{\text{Па}}{\sqrt{\text{Вт}}} \quad (6.1)$$

Характеристик сезгирлик билан ўртача стандарт товуш босими тўғридан — тўғри боғланган

$$P_{\text{ст}} = E_x / 0,1 \quad (6.2)$$

Кириш қаршилиги $-Z_{\text{қир}}$ частотага боғлиқ бўлганлиги учун маълумотно-маларда номинал электр қаршилик берилади.

Йўналганлик характеристикаси - эркин майдонда ишчи марказдан бир хил масофадаги нуктада радиокарнай ривожлантираётган товуш босими P_0 нинг, радиокарнай ишчи ўқи ва унга йўналтирилган бурчагига боғлиқлиги. Одатда, бу характеристика ишчи ўқи товуш босимига нисбати билан меъёранди

$$D(\theta) = \frac{P_\theta}{P_{\text{ўқи}}} \quad (6.3)$$

Фойдали иш коэффициентлари - радиокарнай нурлатаётган акустик қувват P_a киришига берилган электр қувватга $P_{\text{эл}}$ нисбати билан аниқланади

$$\eta = \frac{P_a}{P_{\text{эл}}} \quad (6.4)$$

Радиокарнай акустик ўқи бўйича сезгирлиги куйидагича ифодаланади:

$$E_{\text{ухл}} = \frac{P_1}{U} = \frac{P_1}{v_m} \frac{v_m}{F} \frac{F}{i} \frac{i}{U} \quad (6.5)$$

бунда,

P_1/v_m – акустик сезгирлик;

$v_m/F = 1/Z_m$ – механик сезгирлик;

$F/i = K_{эмб}$ – электромеханик боғланиш коэффициентлари;

$i/U = Z_{эл}$ – электр характеристикаси;

Z_m – радиокарнай кўзғолиш тизимининг тўла механик каршилиги;

P_1 – радиокарнайдан 1 м масофадаги товуш босими;

U – радиокарнайга берилаётган кучланиш.

Радиокарнайлар энергияни ўзгартириш принципи бўйича: электродинамик, электростатик ва релелиларга бўлинади.

Турлари бўйича: диффузорли, рупорли ҳамда якка турдаги ва гурухли радиокарнайларга бўлинади.

Электростатик ўзгартириш тури бўйича: конденсаторли, электретли ва пьезорадиокарнайларга бўлинади.

Радиокарнайларнинг релели турига пневматик радиокарнай киради.

6.2. Тўғридан-тўғри нурлатувчи диффузорли радиокарнайлар

Диффузорли радиокарнайлардаги механик ҳаракатланувчан тизим-диафрагма механик тебранишларни акустик тебранишларга ўзгартириб товушни атроф муҳитга нурлатиш вазифасини ўтайди. Шунинг учун диафрагмани диффузор, яъни сочувчи деб атайдилар, радиокарнайни эса бевосита нурлатувчи радиокарнай деб атайдилар. Диффузор мураккаб шаклга эга бўлгани учун, уни поршен каби тебранаётган ясси диафрагмага ўхшатиш мумкин, бундай ўхшашликка диффузорни радиокарнай ғилофига мос равишда бириктириш билан эришилади: биринчидан,

диффузор эгилувчан бўлиши, иккинчидан, акустик ўқи бўйлаб тебраниши керак.

Товуш тўлқинларининг нурланиш жараёни содда: диафрагма ўзининг тебранишида унга бевосита ёндошган муҳит заррачаларини тебратиб унда ўзгарувчан сиқилиш ва сийраклашиш ҳосил қилиб муҳитнинг қўшни қатламига узатади, натижада товуш тезлигида ҳаракатланаётган тўлқин пайдо бўлади. Газсимон (ва суyoқ) муҳит узлуксизлиги принципида диафрагманинг тебраниш тезлиги v_d ва унга ёндошган муҳит заррачалари тезлиги v_m бир хил бўлиши керак, яъни $v_d = v_m$. Диафрагма тебранишига муҳит қаршилиқ кўрсатади. Бу қаршилиқ **нурланиш ($z_{нур}$) қаршилиги** деб аталади. Нурланиш қаршилиги диафрагманинг **механик $z_{мд}$ қаршилигига** қўшилади, яъни

$$\frac{F}{v_m} = z_{мд} + z_{нур} = z_m \quad (6.6)$$

аниқланади.

Нурланиш қаршилиги аслида муҳит билан радиокарнай нурлатгич юзаси туташган жойдаги товуш тўлқинининг акустик қаршилигидир

$$z_{нур} = \delta_{ар} S = R_{нур} + jX_{нур} \quad (6.7)$$

бунда, S - нурлатгич юзаси, $\delta_{ак}$ - нурлатгич яқинидаги муҳитнинг ўртача солиштирма акустик қаршилиги. Тўла нурланиш қувват

$$P_{нур} = v_d^2 \cdot z_{нур} \quad (6.8)$$

Умумий ҳолда нурланиш қуввати, актив- чексизликка кетувчи энергия қуввати ва реактив - товуш майдонида ҳосил бўлиб энергия захирасини белгиловчи таркиблардан иборат.

Нурланиш қаршилигининг реактив ташкил этувчиси **инерцион (киритилган) қаршилиқ $\omega m_{кир}$** дир, бошқача қилиб айтганда, киритилган ҳаво массаси қаршилиги $m_{кир}$ дир:

$$m_{\text{кор}} = \rho SR / \left(\frac{\omega^2 R^2}{c^2} + 1 \right) \quad (6.9)$$

Нурлатгичнинг массаси шу қийматга ошгандек бўлади ва шунинг учун уни **бирга қўзғалувчи масса** дейдилар.

Хулоса

1. Радиокарнайлар электр тебранишларни акустик тебранишларга айлантирадиган ўзгатиригич-двигатель.
2. Радиокарнайларнинг техник параметлари давлат стандарти билан белгиланади.
3. Радиокарнайлар энергияни ўзгатириш принципи бўйича: электродинамикли, электростатик, релели, конденсаторли, пьезорадиокарнайларга бўлинади, турлари бўйича: диффузорли, рупорли, якка турдаги ва гуруҳлиларга бўлинади.

Назорат саволлари

1. Радиокарнайларнинг асосий техник тавсифларини санаб ўтинг.
2. Қандай нурлатгичларни биласиз?
3. Диффузорнинг мембранадан фарқи нима?
3. Электродинамик радиокарнайларда ночизикли бузилишлар сабабларини ва уларни бартараф этиш йўлларини тушунтиринг.
4. Электродинамик радиокарнайларда частотали бузилиш сабабларини тушунтиринг.
5. Тўғридан-тўғри нурлатувчи электродинамик радиокарнайнинг электр-эквивалент схемасини чизинг ва тушунтиринг.
6. Тўғридан-тўғри нурлатувчи электродинамик радиокарнайнинг тўла кириш қаршилиги модулини частотага боғлиқлик графигини чизинг ва тушунтиринг
7. Фазаинверторнинг ишлаш принципини тушунтиринг.
8. Фазаинверторнинг электр-эквивалент схемасини чизинг ва тушунтиринг.

9. Фазаинвертордаги электродинамик радиокарнайнинг гула кириш қаршилигини частотага боғлиқлик графигини чизинг ва тушунтиринг.

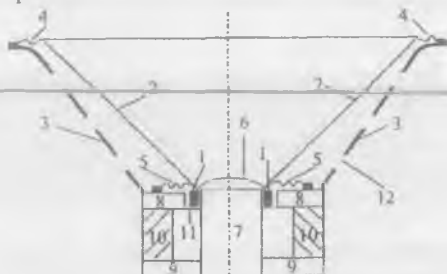
10. Радиокарнайнинг частота диапазонини кенгайтириш усулларини тушунтиринг.

7 - мавзу. Диффузорли электродинамик радиокарнайлар

7.1. Тузилиши ва ишлаш принципи

Диффузорли электродинамик радиокарнайнинг тузилиши

7.1- расмда келтирилган.



7.1- расм. Диффузорли электродинамик радиокарнай
1- товуш ғалтаги; 2- диффузор; 3-диффузор ушлагич (қобик); 4 –гофрировкаланган (кат-кат букланган) илгич; 5- гофрировкаланган марказлаштирувчи шайба; 6-куббасимон қалпоқ; 7- магнит ўзаги; 8,9- пастки ва юқори гардишлар; 10- ўзгармас магнит; 11-халқасимон тирқиш; 12- қобикдаги орка томонга нурлатиш учун тешик.

Диффузорли электродинамик радиокарнайнинг ишлаш принципи, динамикли микрофон ишлаш принципига ўхшаш. Магнит ўзак (7) ва юқори гардиш (8) орасида халқасимон тирқиш (11) бўлиб, унда эркин қўзғалувчи товуш ғалтаги (1) жойлаштирилган. Радиал магнит майдо-

нида жойлашган симли ғалтак (1) дан ўзгарувчан ток ўтказилганда таъсир куч $F = Bli$ тенг, бунда B - магнит тирқишидаги индукция; l - ғалтак сими узунлиги, i - ғалтакдан оқаётган ток.

Бу куч товуш ғалтагининг бир учи қобик (3) ташқи чекка (4) ларига гофрировкаланган илгич билан, иккинчи учи гофрировкаланган марказлаштирувчи «шайба» (5) билан юқори гардишга (8) каттик бириктирилган диффузорни (2) ҳаракатга келтиради. Бунинг натижасида диффузор поршен нурлатгич каби вертикал ўқ бўйича тебранади. Ҳалқасимон ўзгармас магнит (10), юқори, пастки гардишлар (8,9) ва магнит ўзаги (7) орасида магнит майдони пайдо бўлади. Товуш ғалтаги ва мустаҳкамловчи мосламалардан иборат кўзгалувчи механик тизим, паст ва ўрта частоталарда тизими бир бутун тебраниш деб кўрилиши мумкин, яъни барча тебраниш тизими массалари m , бирга кўзгалувчи масса $m_{кр}$, учта кетма-кет уланган эгилувчанлик (илмок эгилувчанлиги C_1 , гофрировкаланган марказлаштирувчи шайба эгилувчанлиги C_2 , ва ҳаво эгилувчанлиги C_3); учта актив қаршиликлардан (ғалтакнинг тирқишидаги ҳавога ишқаланиш қаршилиги r_1 , марказлаштирувчи шайба, илгич ва диффузордаги механик йўқолишлар қаршилиги r_2 , ҳамда нурланиш қаршилиги $r_{нур}$) иборат оддий тебраниш тизими деб, ҳисоблаш мумкин.

Бу ҳолда механик қаршилик

$$r_2 = (r_1 + r_2 + r_{нур}) + j\omega(m_2 + m_{ог}) + \frac{1}{j\omega} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right) - i_4 + j\omega m + \frac{1}{j\omega C_m} \quad (7.1)$$

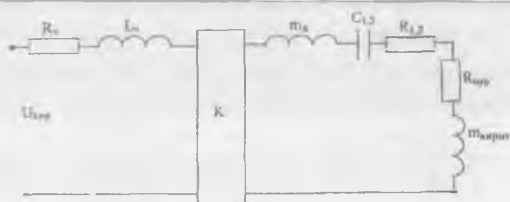
Диффузор мембрана каби букилмаслиги учун унга махсус шакл берилади. Диффузор биқирлигини ошириш мақсадида у доирасимон ёки эллиптик конус шаклида ясалади. Шунга қарамадан юқори частоталарда диффузор мембрана каби тебранади, яъни тўлқин диффузор марказидан унинг четига томон тарқалади.

Шунинг учун механик тебраниш тизимини паст ва ўрта частоталар учун параметрлари мужассамланган тизим сифатида ва юқори частоталар учун параметрлари тарқок тизим сифатида алохида-алохида қўриш лозим.

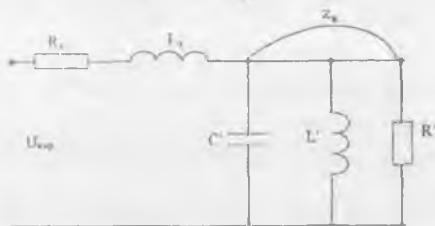
Радиокарнайнинг кириш электр кириш қаршилиги $Z_{ЭК}$ ғалтакнинг хусусий Z_i ва киритилган қаршилиқлар $Z_{Кир}$, йиғиндиси билан аниқланади, яъни

$$Z_{ЭК} = Z_{г} + Z_{Кир} \quad (7.2)$$

Радиокарнайнинг хусусий қаршилиги ғалтакнинг актив R_3 ва индуктив L_3 , қаршилиқларидан иборат. Киритилган қаршилиқ эса тула механик қаршилиқ Z_M ва электромеханик боғланиш коэффиценти $K_{э.м.б.} = V\ell$ билан аниқланади. 7.2-расмда диффузорли электродинамик радиокарнайнинг кириш қаршилиги схемалари келтирилган.



а)



б)

7.2- расм. Диффузорли электродинамик радиокаркайннинг кириш қаршилиқлари схемалари

а) электромеханик аналог схемаси; б) электр- эквивалент схемаси

7.2 б - расмдан киритилган қаршилик

$$z_{\text{ксп}} = B^2 \ell^2 / z_M = B^2 \ell^2 / \left(r_M + j\omega m + \frac{1}{j\omega C_M} \right) \quad (7.3)$$

Киритилган қаршиликни киритилган ўтказувчанлик билан алмаштирамиз:

$$\frac{1}{z_{\text{ксп}}} = Y_{\text{ксп}} = \frac{r_M}{B^2 \ell^2} + \frac{j\omega m}{B^2 \ell^2} + \frac{1}{j\omega C_M B^2 \ell^2} \quad (7.4)$$

Қуйидаги белгиланишни киритамиз:

$$R' = B^2 \ell^2 / r_M ; \quad C' = m / B^2 \ell^2 \quad \text{ва} \quad L' = C_M B^2 \ell^2 \quad (7.5)$$

Бу ҳолда, умумий ўтказувчанлик

$$Y_{\text{ксп}} = \frac{1}{R'} + j\omega C' + \frac{1}{j\omega L'} \quad (7.6)$$

Учта ўтказувчанлик R' , C' ва L' параллел уланган. Шуни айтиб ўтиш керакки, электр- эквивалент схемада инерцион қаршилик сиғим эквивалентига мос, эгилувчанлик қаршилиги индуктив эквивалентига мос.

Механик тизимнинг резонанс частотаси параллел контур элементлари билан аниқланади, яъни

$$\omega_m = \frac{1}{\sqrt{m C_m}} = \frac{1}{\sqrt{L' C'}} \quad \text{Бу частотада радиокарнай кириш}$$

қаршилиги максимум қийматга эришиб, ғалтакнинг актив ва киритилган қаршиликлари йнғиндисига тенг бўлади

$$R_{\text{ксп.м.}} = R_3 + B^2 \ell^2 / k \quad (7.7)$$

Механик резонанс частотасидан паст частоталарда кириш қаршилиги ғалтакнинг актив қаршилиги қийматигача камаяди, (8.3- расм), ундан юкори частоталарда эса (150–400Гц) кетма-кет элементлар $C'L$, резонанси

$$\omega_{\text{р.н}} = 1/\sqrt{L_3 C'} \quad \text{га тенг} \quad (7.8)$$

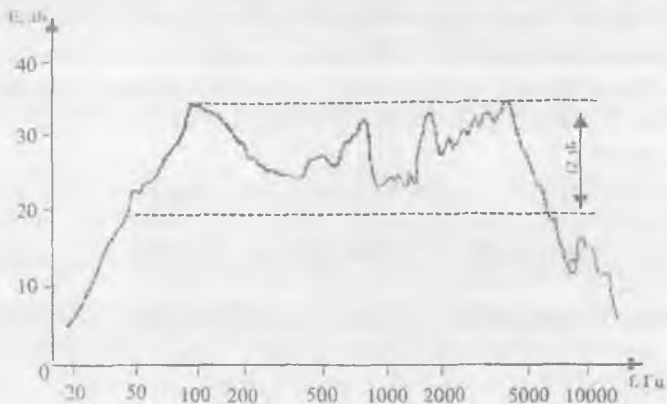
бу резонанс электромеханик частотаси дейилади. Электромеханик резонанс частотада радиокарнайнинг кириш қаршилиги минимал қийматга эга бўлиб, у ғалтакнинг шахсий қаршилиги R_3 билан аниқланади.

Электромеханик частотадан юкори частоталарда $L\alpha$ ошиши хисобига тўла кириш қаршилиги ошади (8.3.1- расм).

Расмдан кўришиб турибдики, механик резонанс радиокарнай сезгирлиги ночизиклигини оширади, механик резонансдан пастки частоталарда эса унинг сезгирлиги кескин пасаяди.

Радиоканай сезгирлиги қўзгалувчи тизим массасига боғлиқ бўлганлиги туфайли механик резонанс частотасини пасайтириш учун диффузорнинг эгилувчанлигини ошириш зарур. Бу йўл билан сезгирликни ошириш, диффузор тебранишидаги барқарорликнинг бузилиши билан чекланади. Демак, сигнални узатиш пастки частота диапазондан $50 \div 60$ Гц дан паст бўлмас экан, кўпчилик ҳолларда бу кўрсаткич $70 \div 80$ Гц ни ташкил этади.

7.3- расмда диффузорли электродинамик радиокарнайнинг сезгирлиги частота характеристикаси келтирилган. Юкори частоталарда диффузор бир бутун мембранадек тебранганда сезгирлик характеристикасида жуда кўп чўкки ва чўкмалар пайдо бўлади. Натижада радиокарнай частота характеристикасининг нотекислиги $12 \div 15$ дБ ни ташкил этади.



7.3- расм. Электродинамик радиокарнай сезгирлигининг частота характеристикаси

Инсон эшитиш аъзоси катта инерционликка эга бўлганлиги туфайлигина бу чўкқи ва чўкмаларни сезмайди. Юқори частоталарда радиокарнай сезгирлигини товуш ғалтаги индуктивлигини камайтириш йўли, масалан Фуко тоқлари ёрдамида ошириш мумкин. Бунинг учун магнит ўзакка ҳалқасимон кесилган қалпоқча кийгизилади.

Хулоса

1. Радиокарнайларнинг магнит тизими юқори коэффциентли ўзгармас магнитдан цилиндр шаклда тайёрланади. Магнит ўтказувчи қисмлар ўзак, пастки ва юқори гардишлардан иборат.
2. Радиокарнайнинг сезгирлиги магнит ўтказувчининг кимёвий софлигига ва диффузор юзасига, унинг эгилувчанлигига боғлиқ.
3. Параметрик бузилишлар содир бўлмаслиги мақсадида радиокарнай ғилофи конуссимон шаклда ясалади. Шу билан бирга марказлаштирувчи шайбанинг аҳамияти ниҳоятда катта.
4. Радиокарнай тўла кириш қаршилиги модули частота характеристикасини таҳлил этиш учун электромеханик ва электр- эквивалент схемалардан фойдаланилади.
5. Унинг характеристикаси бир урқачли эгри чизик кўринишида бўлади.
6. Радиокарнайнинг механик резонанси унинг сезгирлиги частота характеристикаси нотекислигини 12÷15 дБ гача оширади.
7. Диффузорли радиокарнайларнинг фойдали иш коэффциенти механик тизим қаршилиги ҳавонинг акустик қаршилиги билан мослашмаганлиги туфайли жуда кичик, $\eta = 0,3\div 0,7\%$ холос.

Назорат саволлари

1. Диффузорли радиокарнайнинг ишлаш принципини тушунтиринг.

1. Диффузорли радиокарнайнинг электр-эквивалент схемасини чизинг ва тушунтиринг.

2. Радиокарнайнинг сезгирлиги қандай параметрларга боғлиқ?

3. Марказлаштирувчи шайба қандай вазифани бажаради?

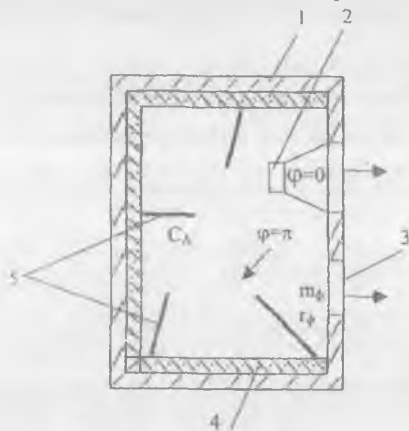
4. Радиокарнайнинг электромеханик ва электр - эквивалент схемалари нима мақсадда тузилади?

8 - мавзу. Фазаинвертор

8.1. Тўғри нурлатувчи радиокарнайлар сифатини яхшилаш усуллари

Пастки частоталарда радиокарнай сезгирлигини фазаинвертор ёрдамида ошириш мумкин.

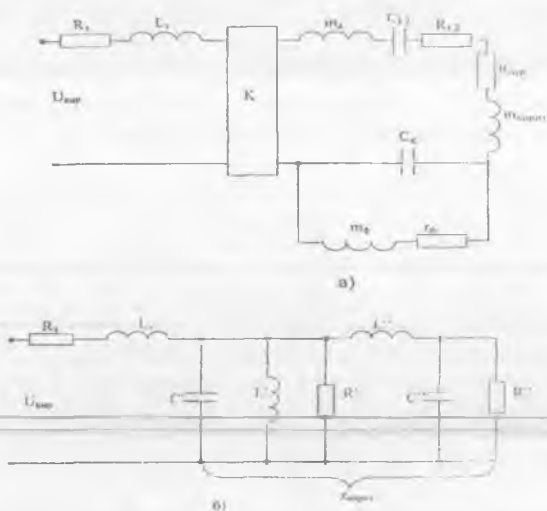
Фазаинвертор 8.1- расм, махсус ўлчамли кути (1) бўлиб, унга радиокарнай (2) ўрнатилган, қутининг олд томонида радиокарнай юзасига тенг тешиги (3) бор, нурлатгичнинг орқа томонга нурлатаётган тўлқинлари ташқарига шу тешикдан чиқади. Қутининг ҳажми ва тешиги параллел уланган кути эгилувчанлиги C_{λ} , массаси m_{ϕ} ва қаршилик r_{ϕ} иборат резонаторни ташкил этади, 8.2а- расм.



8.1- расм. Радиокарнай фазаинверторда

1- кути; 2- радиокарнай; 3-инвертор тиркиши; 4- товуш сўндирувчи материаллардан ички коплама; 5- тўсиқлар.

m_ϕ масса ташқи мухит билан биргаликда тебранаётган кути тешигидаги ҳаво массасига тенг, Γ_ϕ актив қаршилик эса, ҳаво массасини кути тешиги деворларига ишқаланишидаги йўқолишни ва нурланиш қаршилигини ўз ичига олади. Кутининг ички деворлари сўндирувчи материаллар билан копланди. Радиокарнай олд нурланиш фазасини фазаинвертор тирқишидан чиқаётган нурланиш фазасига мослаш мақсадида кути деворларига махсус тўсиқлар ўрнатилади. Бундай резонатор частотасини қўзғалувчи тизимнинг механик резонанс частота ω_m га тенг танлайдилар. Натижада иккита, кетма-кет резонансли ($m_d + m_{\text{хир}}$) ва параллел C_k , m_ϕ , Γ_ϕ элементлардан иборат механик резонанс тизимга эга бўламиз (8.2 а-расм).

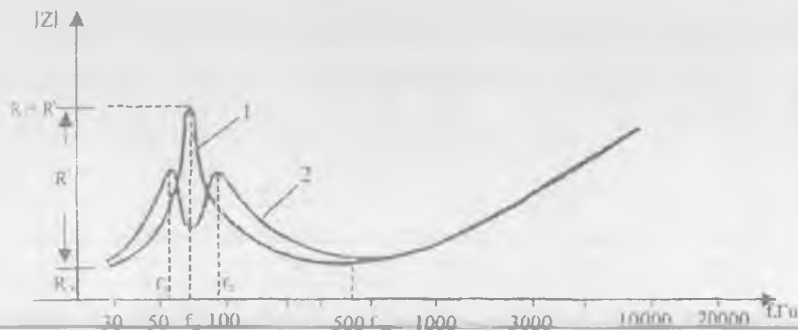


8.2- расм. Фазаинвертордаги радиокарнайнинг кириш қаршилиги схемаси, а) электромеханик аналог схемаси; б) электр- эквивалент схемаси.

8.2б - расмда радиокарнай электр кириш қисмига келтирилган эквивалент схема берилган. Бу схемани 7.2б -расм билан солиштирганда қўшимча $L'' = B^2 \ell^2 C_K$; $C'' = m_\phi / B^2 \ell^2$ ва

$R''_{\phi} = B^2 \zeta^2 / \Gamma_{\phi}$ звенолар пайдо бўлганлигини кўрамиз. 8.3 - расмда фазаинверторсиз ва фазаинвертордаги электродинамик радиокарнай тўла кириш қаршилиги модулининг частота характеристикалари келтирилган.

1- фазаинверторсиз; 2- фазаинверторда



8.3- расм. Радиокарнай тўла кириш қаршилиги модулининг частота характеристикаси

Радиокарнай фазаинверторга жойлаштирилганда унинг тўла кириш қаршилиги модулининг частота характеристикаси икки урқачли эгри чизик кўринишда бўлади, яъни радиокарнай механик частота резонансидан пастда f_1 ва ундан юқори f_2 частоталарда иккита максимум чўққи хосил бўлади. Шунинг учун радиокарнай кириш қаршилиги механик резонансида чўқма ва ундан паст ва юқори частоталарда эса иккита чўққи хосил бўлади, 8.3- расмдаги 2 эгри чизик. Пастки $f_1 < f_m$ резонанс кўзғалувчи тизимнинг $C_{1,2}$ эгилувчанлиги ва m_{ϕ} массаси билан, юқори $f_2 > f_m$ - эса, кўзғалувчи тизимнинг барча массаси m ва кугидаги ҳаво эгилувчанлиги C_k билан аниқланади. Резонанснинг f_1 частотада пайдо бўлиши узатиш диапазоли пастки чегарасини бирмумча кенгайтиради. Бундан ташқари, f_2 резонанс частотада қути тешигидаги тебраниш фазаси қути юзасидаги диффузор тебраниш фазаси билан мос бўлади,



радиокарнай сезгирлигининг амплитуда характеристикаси нотекислиги бирмунча камаяди.

2. Радиокарнайнинг механик резонанс частотаси пастки частота диапазоли томон $8\div 10$ Гц га пасаяди, натижада нурлатиш частота диапазоли бироз кенгаяди.

3. Фазаинвертордаги радиокарнай орқа томонга нурланиши олд томон нурланишига қўшилиши натижасида нурланиш тахминан 3 дБ га, яъни 1,41 марта ошади.

4. Радиокарнай техник характеристикаларини яхшилашнинг кенг тарқалган усуллари:

икки диффузорли, рупорли, гуруҳли ва ниҳоят паст, ўрта ва юкори частоталарни нурлатишга мўлжалланган алоҳида - алоҳида конструкциялардан фойдаланиш максадга мувофик.

5. Қўрилган чора - тадбирлар радиокарнай фойдали иш коэффициентини исталгандек оширмайди ва сезгирлик частота характеристикаси нотекислигини камайтирмайди.

Назорат саволлари

1. Фазаинверторнинг асосий вазифаси нимадан иборат?

2. Фазаинвертор электр - эквивалент схемасини чизинг ва тушунтиринг.

3. Фазаинвертор қайси частоталарда радиокарнай сезгирлигини оширади?

Ҳурматли ўқувчи, биз юкорида « Товуш эшиттириш электр каналининг бошланғич элементи - микрофон ва охириги элементи радиокарнай, электр канал таркибига нима учун кирмади?» деган саволга назаримда тула ва қониқарли жавоб олдик. Муаммонинг объектив ва субъектив сабабларини аниқладик.

Телекоммуникация техника ва технологиясининг, айниқса рақамли технологияларнинг жадал суръатлар билан ривожланиши яқин йилларда бу масаланинг ижобий ҳал этилишига олиб келади деган умиддамиз.

ИЛОВА

1. Логарифмик бирлик, децибелга ўтишдаги асосий формулалар кўчланишга нисбатан дБ да ифодаланган

2. Нолловчи (0,775 В)

электр кўчланишлар қиёмати

	Кўчланиш ёки сўсайиш	
	Сонли ўлчамда	дБ ўлчамда
1. Кўчланиш буйича	$\frac{V_1}{V_2}$ марта	$20 \lg \frac{V_1}{V_2}$, дБ
2. Тоқ буйича	$\frac{I_1}{I_2}$ марта	$20 \lg \frac{I_1}{I_2}$, дБ
3. Қувват буйича	$\frac{P_1}{P_2}$ марта	$10 \lg \frac{P_1}{P_2}$, дБ

1дБ = 0,115 Неп

1Неп = 8,686 дБ

4. Асосий нисбатлар жадвали

Неп	дБ	Кўчланиш ва тоқлар нисбати		Қувватлар нисбати	
		$\left(\frac{V_1}{V_2}, \frac{I_1}{I_2} \right)$		$\left(\frac{P_1}{P_2} \right)$	
		Кўчланиш	Сўсайиш	Кўчланиш	Сўсайиш
0	0	1,00	1,00	1,00	1,00
0,0115	0,1	1,01	0,989	1,02	0,977
0,0230	0,2	1,02	0,977	1,05	0,955
0,0346	0,3	1,04	0,966	1,07	0,933
0,0462	0,4	1,05	0,955	1,10	0,912
0,0576	0,5	1,06	0,944	1,12	0,891
0,0392	0,6	1,07	0,933	1,15	0,871
0,0806	0,7	1,08	0,923	1,17	0,851
0,0922	0,8	1,10	0,912	1,20	0,832
0,104	0,9	1,11	0,902	1,23	0,813
0,1151	1,0	1,12	0,891	1,26	0,794
0,127	1,1	1,14	0,881	1,29	0,776
0,138	1,2	1,15	0,871	1,32	0,759
0,150	1,3	1,16	0,861	1,35	0,741
0,161	1,4	1,17	0,851	1,38	0,724
0,173	1,5	1,19	0,841	1,41	0,704
0,184	1,6	1,20	0,832	1,45	0,692
0,196	1,7	1,22	0,822	1,48	0,676
0,207	1,8	1,23	0,813	1,51	0,661
0,219	1,9	1,24	0,804	1,55	0,646
0,230	2,0	1,26	0,794	1,58	0,631
0,253	2,2	1,29	0,776	1,66	0,603
0,276	2,4	1,32	0,759	1,74	0,575
0,299	2,6	1,35	0,741	1,82	0,550
0,322	2,8	1,38	0,724	1,91	0,525
0,346	3,0	1,41	0,708	2,00	0,501
0,368	3,2	1,45	0,692	2,09	0,479
0,391	3,4	1,48	0,676	2,19	0,457

Вольт (вольт-ўлчалари)	дБ	Вольт (вольт-ўлчалари)	дБ
77,5 мкВ	-80	0,440В	-5
138 мкВ	-75	0,490В	-4
0,25 мВ	-70	0,550В	-3
0,44В	-65	0,620В	-2
0,77В	-60	0,690В	-1
1,38 мВ	-55	0,775В	0
2,45 мВ	-50	0,870В	+1
4,36 мВ	-45	0,970В	+2
7,75 мВ	-40	1,09В	+3
13,8 мВ	-35	1,23В	+4
77,5 мВ	-20	1,38В	+5
87,0 мВ	-19	1,55В	+6
97,5 мВ	-18	1,73В	+7
110,0 мВ	-17	1,95В	+8
0,123 В	-16	2,19В	+9
0,138 В	-15	2,46В	+10
0,155 В	-14	2,76В	+11
0,174В	-13	3,1В	+12
0,195 В	-12	3,46В	+13
0,219 В	-11	3,89В	+14
0,240 В	-10	4,35В	+15
0,280 В	-9	7,75В	+20
0,310 В	-8	24,5В	+30
0,350 В	-7	77,5В	+40
0,400 В	-6		

4. Асосий нисбатлар жадвали

Неп	д.Б.	Кучлановш тоқлар нисбати $\left(\frac{V_1}{V_2}, \frac{I_1}{I_2}\right)$		Кувватлар нисбати $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$	
		Кучайиш	Сусайиш	Кучайиш	Сусайиш
0,414	3,6	1,51	0,661	2,29	0,436
0,437	3,8	1,55	0,646	2,40	0,417
0,462	4,0	1,58	0,631	2,51	0,398
0,483	4,2	1,62	0,617	2,63	0,380
0,506	4,4	1,66	0,603	2,75	0,363
0,529	4,6	1,70	0,589	2,88	0,347
0,552	4,8	1,74	0,575	3,02	0,331
0,576	5,0	1,78	0,562	3,16	0,316
0,633	5,5	1,88	0,531	3,55	0,282
0,692	6,0	2,00	0,501	3,98	0,251
0,748	6,5	2,11	0,473	4,47	0,224
0,806	7,0	2,24	0,447	5,01	0,200
0,863	7,5	2,37	0,442	5,62	0,178
0,922	8,0	2,51	0,398	6,31	0,158
0,978	8,5	2,66	0,376	7,08	0,141
1,040	9,0	2,82	0,355	7,94	0,126
1,093	9,5	2,99	0,335	8,91	0,112
1,151	10,0	3,16	0,316	10,00	0,100
1,266	11,0	3,55	0,282	12,6	0,079
1,380	12,0	3,98	0,251	15,8	0,063
1,496	13,0	4,47	0,224	19,9	0,050
1,62	14,0	5,01	0,200	25,1	0,040
1,73	15,0	5,62	0,178	31,6	0,032
1,84	16,0	6,31	0,158	39,8	0,025
1,96	17,0	7,08	0,141	50,1	0,020
2,08	18,0	7,94	0,126	63,1	0,016
2,19	19,0	8,91	0,112	79,4	0,013
2,30	20,0	10,00	0,100	100,0	0,010
2,88	25,0	17,8	0,056	3,16·10 ³	3,16·10 ⁻³
3,46	30,0	31,6	0,032	10 ³	10 ⁻³

5. Асосий нисбатлар жадвали

Неп	д.Б.	Кучлановш ва тоқлар нисбати $\left(\frac{V_1}{V_2}, \frac{I_1}{I_2}\right)$		Кувватлар нисбати $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$	
		Кучайиш	Сусайиш	Кучайиш	Сусайиш
4,03	35,0	56,2	0,018	3,16·10 ³	3,16·10 ⁻⁴
4,62	40,0	100,0	0,010	10 ⁴	10 ⁻⁴
5,18	45,0	178,0	0,006	3,16·10 ⁴	3,16·10 ⁻⁵
5,76	50,0	316,0	0,003	10 ⁵	10 ⁻⁵
6,34	55,0	562	0,002	3,16·10 ⁵	3,16·10 ⁻⁶
6,92	60,0	1000	0,001	10 ⁶	10 ⁻⁶
7,50	65,0	1780	0,0006	3,16·10 ⁶	3,16·10 ⁻⁷
8,06	70,0	3160	0,0003	10 ⁷	10 ⁻⁷
8,65	75,0	5620	0,0002	3,16·10 ⁷	3,16·10 ⁻⁸
9,22	80,0	10000	0,0001	10 ⁸	10 ⁻⁸
9,80	85,0	17800	0,00006	3,16·10 ⁸	3,16·10 ⁻⁹
10,4	90,0	31600	0,00003	10 ⁹	10 ⁻⁹
10,9	95,0	56200	0,00002	3,16·10 ⁹	3,16·10 ⁻¹⁰
11,5	100,0	100000	0,00001	10 ¹⁰	10 ⁻¹⁰
12,0	105,0	178000	0,000006	3,16·10 ¹⁰	3,16·10 ⁻¹¹
12,7	110,0	316000	0,000003	10 ¹¹	10 ⁻¹¹
13,2	115,0	562000	0,000002	3,16·10 ¹¹	3,16·10 ⁻¹²
13,8	120,0	1000000	0,000001	10 ¹²	10 ⁻¹²
15,0	120,0	3,16·10 ⁹	3,16·10 ⁻⁷	10 ¹²	10 ¹³
16,2	140,0	10 ⁷	10 ⁻⁷	10 ¹⁴	10 ¹⁴

6. Асосий нисбатлар жадвали

Нсп.	дБ	Кўчланиш ва тоқлар нисбати		Қувватлар нисбати	
		$\left(\frac{V_1}{V_2}, \frac{I_1}{I_2} \right)$		$\left(\frac{P_1}{P_2} \right)$	
		Кўчайиш	Сусайиш	Кўчайиш	Сусайиш
17,30	150,0	$3,16 \cdot 10^7$	$3,16 \cdot 10^{-8}$	15^{13}	10^{14}
18,40	160,0	10^8	10^{-8}	10^{16}	10^{-16}
19,60	170,0	$3,16 \cdot 10^8$	$3,16 \cdot 10^{-9}$	10^{17}	10^{-17}

Эслатма:

1. Децибел (дБ) – қандайдир икки қийматнинг нисбатини, ёки бу қийматнинг кўчайишини (ёки сусайишини) ифодалайдиган логарифмик ўлчов бирлиги. Радиотехникада дБ электр кўчланиш, ток ёки қувватни ўлчаш учун қўлланилади; акустикада – товуш босимини ёки товуш баландинини, яъни товуш босимлари ёки баландинини нисбатларини ўлчаш учун қўлланилади.

Масалан, дБ ифодаланган кўчланиш буйича 100 марта кўчайиш (яъни кўчланишлар нисбати $V_1/V_2 = 100:1$), тенг $20 \cdot \lg 100 = 20 \cdot 2 = 40$ дБ, дБ ларда ифодаланган қувват буйича 1000 марта кўчайиш (яъни қувватлар нисбати $P_1/P_2 = 1000:1$), $10 \lg 1000 = 10 \cdot 3 = 30$ дБ га тенг.

2. Агардә дБ ифодаланган қиймат олдидә мӯшораси бўлса, унда бу қиймат у билан таққосланаётган қийматдан кичиклигини аниқлатади. Масалан, кўчланишлар нисбати $V_1/V_2 = 1:10$ яъни 10 марта сусайишини; дБ ларда $20 \lg 1/10 = 20(-1) = -20$ дБ га тенг.

Адабиётлар

1. Радиовещание и электроакустика. Учебник для вузов. Под редакцией Ю.А. Ковалгина. М.: Радио и связь, 1989.- 432с.
2. Сапожков М.А. Электроакустика. М.: Связь, 1978.-272с.
3. Римский-Корсаков А.В. Электроакустика. М.:1973.-272с.
4. Катунин Г.П. Звукотехника, часть 1. Новосибирск, 2003.- 184с.
5. Фурдуев В.В. Акустические основы вещания. М.: Связь, 1960.-319с
6. Сталь Г.Н. Курс лекций по электроакутике. М.:1961.-174с
7. Зупаров М.З., Катунин Г.П. Электроакустика. Ўқув қўлланма. Т.:2005.-196 б.
8. Зупаров М. Радиоэшиттириш. Т.:2008.-284 б.
9. ГОСТ 11515-91. Каналы и тракты звуковго вещания. Основные параметры качества. Методы измерения. М.:1991.
10. Горон И.Е. Радиовещание. М.: 1970.-269 с.
11. Радиовещание и электроакустика. Учебное пособие. Под редакцией проф. Гитлица М.В. М.: Радио и связь, 1989.- 429 с.
12. Телекоммуникация тармоқлари ва тизимлари. М. Зупаров таржимаси. Т.:2005-225 б.
13. Зупаров М. Электроакустика ва радиоэшиттириш фанидан муаммоли маърузалар матни. Ўқув қўлланма. Т.:2004.-52 б.
14. РУСЧА - ЎЗБЕКЧА ЛУҒАТ. 1 ТОМ. А - О. Ўзбек Совет Энциклопедияси Бош редакцияси. Тошкент 1983.
15. РУСЧА - ЎЗБЕКЧА ЛУҒАТ. 11 ТОМ. П - Я. Ўзбек Совет Энциклопедияси Бош редакцияси. Тошкент 1983.
16. М. Зупаров. Электроакустика ва радиоэшиттириш. РУСЧА-ЎЗБЕКЧА ЛУҒАТ. А - Я. Тошкент 2004.-70 б.

МУНДАРИЖА

	Бет
Кириш.....	3
1-мавзу. Товуш эшиттириш тизими	5
1.1. Таърифлар.....	5
1.2. Товуш эшиттиришни шакллантириш.....	6
Хулоса.....	12
Назорат саволлари.....	12
2-мавзу. Товуш эшиттиришининг электр канали.....	12
2.1. Асосий таърифлар.....	12
2.2. Товуш эшиттириш каналлари ва трактларининг сифат курсаткичларини меъёрлаш тамойиллари.....	14
2.3. Чизикли бузилишлар.....	16
Хулоса.....	19
Назорат саволлари.....	19
3-мавзу. Микрофонлар.....	20
3.1. Микрофонларнинг классификациялари ва техник таърифлари.....	20
3.2. Микрофон - механоэлектрик ўзгартиргич.....	25
3.3. Микрофон босим қабул қилгич.....	26
Хулоса.....	27
Назорат саволлари.....	28
4-мавзу. 4.1. Микрофон босим градиенти қабул қилгич.....	28
4.2. Комбинацияланган босим қабул қилгич.....	31
Хулоса.....	32
Назорат саволлари	33
5-мавзу. 5.1. Ғалтакли электродинамик микрофоннинг ишлаш принципи.....	35
5.2. Тасмали микрофон.....	37
5.3. Конденсаторли ва электретли микрофонлар.....	40
Хулоса.....	45
Назорат саволлари.....	45
6-мавзу. Радиокарнайлар.....	46
6.1. Радиокарнайларнинг техник характеристикалари.....	46
6.2. Тўғридан-тўғри нурлатувчи диффузорли радиокарнайлар.....	48
Хулоса.....	50
Назорат саволлари.....	50
7-мавзу. Диффузорли электродинамик радиокарнайлар.....	51
7.1. Диффузорли электродинамик радиокарнайларнинг тузилиши ва ишлаш принципи.....	51

Хулоса.....	56
Назорат саволлари.....	56
8-мавзу. Фазаинвертор.....	57
8.1. Тугридан-тугри нурлатувчи радиокарнайлар сифатини яхшилаш усуллари.....	57
Хулоса.....	60
Назорат саволлари.....	61
Илова.....	62
Адабиётлар.....	65

Зупаров Масуд Зупарович

«ЭЛЕКТРОАКУСТИКА ВА РАДИОЭШИТТИРИШ»
фанидан
МУАММОЛИ МАЪРУЗАЛАР МАТНИ

5522100-телевидение, радиоалоқа ва
радиоэшиттириш йуналишидаги
қундузги ва сиртки бакалаврият
талабалари учун

Т ва РЭ кафедранинг (баённома 20.01.10)
мажлисида қуриб чиқилган на босмага
тавсия этилган

Масъул муҳаррир:

Ф-м ф.д., профессор Юсупов А.С.

Муҳаррир: Каримова Р.О.

Компьютер терувчи: Фейзуллаев А.А.

Босма табоғи - 1/3 . Адади - 100
Буюртма - № 5/

Тошкент ахборот технологиялари университети
“АЛОҚАШН” нашриёт-матбаа марказида чоп
этилди.

Тошкент ш, Амир Темур кўчаси, 108 – уй

LIBRARY

10000-10000