

**ЎЗБЕКИСТОН АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ АГЕНТЛИГИ
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**«Телевидение ва
радиоэшиттириш»
кафедраси**

**МАЪРУЗАЛАР МАТНИ
«ЭЛЕКТРОАКУСТИКА ВА РАДИОЭШИТТИРИШ»
фанидан**

Мутахассислик: 5311200 – Телевидение, радиоалоқа ва радиоэшиттириш

Тошкент - 2012

МУНДАРИЖА

1.	Маъруза №1 . Адабиётлар. Кириш. Одам эшитиш аъзосининг тузилиши.Товуш майдони. Асосий тарифлар	
2.	Маъруза №2. Частота бўйича эшитиш. Эшитиш ва оғриқ бўсағаси. Ниқоблаш. Хаас эффекти. Бинаурал эффект. Товуш баландлиги эгри чизиқлари. Частота ва динамик диапазонлар.	
3.	Маъруза №3. Товуш тебранишлари ва тўлқинлар. Чизиқли ўзгартиргичларнинг умумий тенгламаси. Ўзгартиргичларнинг эквивалент схемалари. Акустик тизимлар.	
4.	Маъруза №4. Электродинамик микрофон. Электр эквивалент схемаси. Сигимли ва тасмали микрофонлар. Радиокарнайлар. Радиокарнайларнинг асосий техник тавсифлари. Электр эквивалент схемаси. Тўғридан-тўғри нурлатувчи радиокарнайларнинг эшиттириш частота диапазонини кенгайтириш усуллари. Акустик тизимлар.	
5.	Маъруза №5. Электромеханик тизимлар ва элементлар. Электромеханик ўзгартириш	
6.	Маъруза №6. Микрофонлар. Микрофонларнинг классификациялари ва техник тавсифлари. Товуш қабул қилгичлар. Босим ва босим градиенти қабул қилгич.	
7.	Маъруза №7. Ғалтакли микрофон ва унинг техник тавсифлари	
8.	Маъруза №8. РАДИОКАРНАЙЛАР Радиокарнайларнинг асосий техник тавсифлари	
9.	Маъруза №9. Электродинамик радиокарнайларда нозизиқли бузилишлар.	
10.	Маъруза №10. Рупорли радиокарнайлар ва унинг техник тавсифлари	
11.	Маъруза №11. Архитектура акустикаси асослари. Хона акустикасининг статистик назарияси. Акустик нисбат ва эквивалент реверберация. Товуш кучайтириш тизимли заллар. Товуш ютувчи материаллар ва уларнинг конструкциялари.	
12.	Маъруза №12. Товуш эшиттириш электр канали. Товуш эшиттириш каналлари ва трактларининг сифат кўрсаткичларини меъёрлаш принциплари. Товуш эшиттириш каналлари ва трактларининг тузилиши. Радиоэшиттириш трактларининг структура схемалари. Ўзбекистонда телевизион ва овоз эшиттириш тармоғининг бугунги кундаги ҳолати	
13.	Маъруза №13. Овоз ёзишнинг вазифалари. Магнит каллаклари. Ёзув каллагининг статик майдони. Ферромагнитларнинг магнитланиш жараёни. «Идеал» магнитланиш. Радиоэшиттиришда маълумотлар узатиш.	
14.	Маъруза №14. Радиоэшиттиришда дастурларни шакллантириш тракти. Радиоэшиттириш ва телевидение студиялари. Радиоуй эшиттириш аппаратхонаси ва телемарказ аппарат-дастурлаш	

	блоки.Рақамли овоз эшиттириш	
15.	Маъруза №15. Стерефоник ва кўпканалли радиоэшиттириш. Замонавий радиоэшиттириш станцияларининг тузилиши. Рақамли «Эврика-147» радиоэшиттириш тизим.	
16.	Маъруза №16. Товуш эшиттиришда ўлчаш ва назорат. Радиоэшиттиришни автоматлаштириш масалалари. Автоматлаштириш тизимининг тузилиши.	
	АДАБИЁТЛАР РУЙХАТИ.....	
	ИЛОВА.....	

Маъруза № 1.

АДАБИЁТЛАР. КИРИШ. ОДАМ ЭШИТИШ АЪЗОСИНИНГ ТУЗИЛИШИ. ТОВУШ МАЙДОНИ. АСОСИЙ ТАРИФЛАР

Маъруза режаси:

1. Акустика фанининг таркибий тузилиши ва қамраб олган масалалар.
2. Одамнинг эшитиш аъзоси.
3. Турли баландликдаги товуш эшитиш чегарасининг мавжудлиги.

Акустика фанининг таркибий тузилиши ва қамраб олган масалалар доирасини қисқача кўриб чиқамиз.

Акустика - юнончадан (akustikos – эшитиш) физиканинг кенг маънода (энг паст 10^{12} ва энг юқори 10^{13} Гц) частоталаргача эластик тўлқинларни тадқиқот қиладиган, тор маънода – товуш тарқалишини ўрганадиган бўлим ҳисобланади. Умумий ва назарий акустика эластик тўлқинларнинг турли муҳитда нурланиши ва тарқалишини, ҳамда уларнинг муҳит билан ўзаро таъсирини ўрганади.

Акустика фанини 1.1-расмда кўрсатилган бўлимларга ажратиш мумкин.

Архитектура акустикаси - хоналарда товушнинг тарқалишини, тўсиқларнинг товуш қайтиши ва сўнишига бўлган таъсирини ўрганади.

Қурилиш акустикаси - акустиканинг бўлаги бўлиб, бино, иншоотларнинг товуш изоляцияси ва шовқиндан ҳимоялаш масалаларини ўрганади. Қурилиш акустикаси архитектура акустикасидан ажралиб чиққан.

Атмосфера акустикаси - товушни атмосферада тарқалишини, шунингдек атмосферани акустик усуллар билан ўрганади.

Акустоэлектроника – фан ва техниканинг қаттиқ жисм акустикаси, ярим ўтказгичлар физикаси ва радиоэлектроника билан туташган бўлаги. Эластик тўлқинларнинг ярим ўтказгичларда кучайиши ва генерацияланиши, радиосигналларни акустик усуллар билан ўзгартириш ва уларга ишлов бериш, ҳамда шуларга мос қурилмаларни яратиш масалалари билан шуғулланади.



1.1 – расм

Геоакустика – ер қобиғининг тузилиши ва хусусиятларини ўрганиш мақсадида унда эластик тўлқинларнинг тарқалишини (акустик ва сейсмик разведка) ўрганади.

Гидроакустика – товуш тўлқинларининг дарё, денгиз, кўл ва сув хавзаларда - асосан сув ости локацияси ва алоқаси мақсадида тарқалиш, қайтиш ва сўниш хусусиятларини ўрганади.

Музыка акустикаси – музикашунослик ва умумий акустика бўлими, музиканинг объектив физикавий қонуниятларини ўрганадиган фан. Музыка товушларининг частота баландлиги, давомийлиги, консонанс (музыка товушларининг ўзаро оҳангдошлиги, ҳамоҳанглиги, уйғунлиги) ва диссонанс (ҳар хил унли билан келган, лекин шу унлилардан кейинги товушлар бир хил бўлган сўзларни қофиялаш) ходисаларини, музика тизимларини, оҳангдаги музикавий товушларни фарқлаш ва ёдда сақлаш қобилиятини, нисбатларини, одам ва музика асбоблари овозини ўрганиб тадқиқот этади. Физикавий акустика услублари ва маълумотларига таянади. Одам овоз ва эшитиш аъзолари физиологияси ва психологияси билан боғлиқ.

Физиологик акустика – одам ва ҳайвонларнинг товуш чиқарувчи ва товуш эшитувчи аъзоларининг тузилиши ва функциясини ўрганади.

Электроакустика фани – турли ўзгартиргичларнинг назарияси, ҳисоблаш услублари ва уларни лойиҳалаш масалалари билан шуғулланади. Электроакустик ўзгартиргичлар электр энергияни акустик энергияга (эластик тебранишлар энергиясига) ва тескарисига ўзгартиради. Энг кўп тарқалган ўзгартиргичларга микрофон ва радиокарнайлар киради. Электроакустика, акустика фанининг бир бўлаги бўлиб, радиотехникага яқинроқ ва акустика фанининг юқорида қайд этилган деярлик барча бўлакларини ўз ичига олган.

Мазкур ўқув қўлланма кириш, 8 боб ва иловадан иборат. Қўлланманинг дастлабки тўрт бобида физиологик акустика асослари, товуш майдонининг умумий назарияси, товуш сигналларининг хусусиятлари ҳамда электроакустик ўзгартиргичларнинг турли жиҳатлари кўриб чиқилган.

Бешинчи ва олтинчи боблар электроакустик ўзгартиргичлар: микрофон ва радиокарнайларнинг техник тавсифлари, конструктив тузилиши ва ишлаш принципларига бағишланади.

Сўнгги икки боб ўзаро боғлиқ бўлган ҳолда архитектура акустикаси, зал ва майдонларни овозлаштириш, товуш кучайтириш масалаларига бағишланган. Қўлланмада радиоэшиттириш студиясининг реверберация вақтининг акустик ҳисоби, зал товуш кучайтириш ва овозлаштириш ҳисоблари келтирилган.

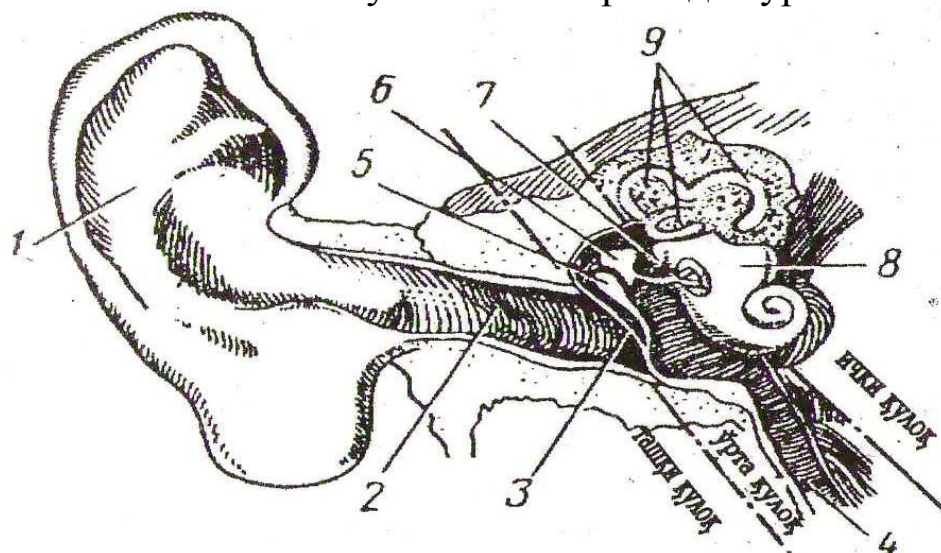
Шуни таъкидлаш лозимки, таржима муаллифлаштирилган бўлганлиги учун қўлланманинг русча матнидаги айрим параграф материаллари ўқув дастуридан четга чиқмаган ҳолда бироз қисқартирилган ёки тўлароқ баён этилган.

Кенг доирадаги электроакустик аппаратлар: телефонлар, микрофон-лар радиокарнайлар, товуш ёзиш ва қайта эшиттириш аппарат-ларига, шунингдек товуш кучайтириш трактлари аппаратларига, радиоэшиттириш ва телевидение дастурлари товуш жўрлигига бўлган талаблар асосан одамнинг эшитиш аъзоси билан белгила-нади. Бу хусусиятларни ўрганиш, одам эшитиш аъзосининг тузили-ши, кўзнинг тузилиши билан биргаликда ўрганишни «экспери-ментал психология» ёки «эшитиш психофизиологияси» деб аталувчи фанлар ташкил этади. Бу текширишларнинг асл моҳияти - одамнинг товуш, ёруғлик ва бошқа таъсир қилувчиларга нисбатан миқдорий реакция ифодасини топишдан иборат. Фақат эшитиш аъзосининг миқдорий тавсифлари билангина товуш ва мусиқаларни узатиш учун радиокарнайларнинг частота

диапазонлари, манбалар-нинг табиий эшитилишига мос бўлган товушнинг шиддатлиги диапазони (муסיқа асбоблари овозлари), нутқ хабарлари ва концерт дастурларини эшитишдаги белгиланган халақит берувчи товуш шиддатлиги ва б.қ. техник талабларни таърифлаш мумкин. Бу хусусиятларни билиш нутқ товушининг қандай таркиблари ахборот ташувчи, электроакустика трактларида узатилаётган сигналнинг қандай бузилиши сезиларли ва у эшиттиришнинг бадийлиги ёки аниқлиги билан қандай боғлиқлигини тушуниш учун зарур. Ниҳоят, одамнинг эшитиш аппарати ўта мукаммал биологик аниқлайдиган тизим. Бу тизимнинг элементлари сунъий акустик ва электрон – акустик аниқловчи тизимларни тузишда фойдали бўлиши мумкин.

Одам эшитиш аппарати ахборотларни ўзига хос қабул қилгич бўлиб, эшитиш тизимининг олий бўлимлари ва периферик қисмларидан ташкил топган.

Одам эшитиш аъзосининг тузилиши 1.2 расмда кўрсатилган.



1.2 -расм. Одамнинг эшитиш аъзоси

Эшитиш аъзоси уч қисмдан: ташқи, ўрта ва ички қулоқдан иборат. Ташқи қулоқ, қулоқ чаноғи 1 дан иборат бўлиб, ундан қулоқ пардаси 3 билан туговчи эшитиш йўлакчаси 2 ажралади. Қулоқ пардаси товушни эшитиш жараёнидаги биринчи звено ҳисобланади. Қулоқ пардаси унга етиб келган ўзгарувчан босимли товуш тўлқинларига мос ҳолда тебранади. Атмосфера босими парданинг икки томонида бир хил бўлгандагина унинг нормал тебраниши кузатилади: парда ташқи ва ўрта қулоқнинг чегараси бўлиб ҳисобланади. Парданинг икки томонида товуш босимининг мувозанатлашуви ўрта қулоқдаги махсус Евстахиева турубкаси 4 деб аталув-

чи бурун томоқ билан бирлашувчи канал ҳисобига эришилади. Босим мувозанатининг бузилиши натижасида қулоқда қаттиқ оғрик пайдо бўлади. Бундай ҳисни ташқи атмосфера босимининг самолёт қўниш ва учиш вақтидаги босимга нисбатан ошишини ҳаммамиз сезамиз. Ўрта қулоқ учта катта бўлмаган суякчалардан: болғача 5, ички тоғай 6 ва эшитув суякчаси 7 дан иборат. Суякчаларнинг бундай номланиши уларнинг шу нарсаларга ўхшашлиги туфайлидир. Суякчалар ўзига хос рычаг ҳосил қилиб, қулоқ пардаси тебранишини ички қулоққа узатади. Эшитиш суякчаси ички қулоқнинг мўжазгина ясси овал дарчасига бириктирилган бўлиб, унга қулоқ пардаси қабул қилаётган тебранишларни узатади. Ички қулоқда жойлашган чаноқ 8 мембранани сийпаб ўтувчи илвирик суюқлик билан тўлдирилган. Мембранада 22 мингга яқин нерв толалари мавжуд бўлиб, у толалар тебранишларини бош мия қобиғига узатувчи вазифасини бажаради. Бош мияда товуш тебранишлари онгимиз билан сезувчи маълум товушга айланади.

Ўрта қулоқда ярим доира каналлари кўринишидаги вестибуляр аппарат 9 жойлашган. Бу аппарат эшитишга алоқаси бўлмаган ҳолда мувозанат аъзоси ҳисобланади. Товуш тебранишлари ички қулоққа қулоқ пардасини айланиб, бош мия суяклари орқали ҳам ўтиши мумкин. Маълумки, аста тебранаётган камертон оёғини тишлаб унинг товушини эшитиш мумкин. Гаранглик дардига мубтало бўлган америкалик ихтирочи Эдисон шундай деган эди: **«Мен тишларим ва бош мия суягим ёрдамида эшитаман. Менга бошимни теккизишим етарли, агарда паст товушларни англай олмасам, мен тишларим билан тахта бўлакчаларини тишлайман ва унда менга ҳаммаси аён бўлади».**

Физиологик нуқтаи назардан эшитиш аъзоси мутлоқ ўзига хос аммо, ўта субъектив яъни, реал эшитиш жараёнига мавжуд товушларнинг объектив хусусиятларини киритадиган асбобдир. Айниқса, гап нутқ эшитиш баландлиги, кучи ва товуш тембри ҳақида борганда.

Эшитиш аъзосининг биринчи хусусияти, турли баландликдаги товуш эшитиш чегарасининг мавжудлигида. Қулоқ товуш тарзида частотаси 16 Гц дан 20000 Гц гача бўлган ораликдаги механик тебранишларни эшитади. 16 Гц дан паст частоталардаги тебранишларни биз эшитмаймиз. Бундай товуш тебранишлари **инфра товушлар** деб аталади 20000 Гц дан юқори частота тебранишлари

ультра товушлар деб аталади. Инфра ва ультра товуш тебранишларини ҳам эшитмаймиз. Инфра ва ультра товуш тебранишларини ҳайвонот олами яхши эшитади. Масалан, бир неча герц частотали ер қимирлашини ҳайвонлар безовталаниб қабул қиладилар, бу уларнинг шу кичик частота тебранишларини эшитишидан далолат беради.

16÷20000 Гц оралиғидаги товушларнинг эшитилиши бир хил эмас. Баланд товуш эшитилиш ҳисси унинг частотаси тахминан 14000 Гц ни ташкил этганда йўқолади. Бундан юқори частота товушларини эшитиш аъзоси тенг баландликдаги товушлардек қабул қилади. Частотанинг 14000 Гц дан юқори чегара 20000 Гц томонга ошиши товуш баландлигининг пасаяётгандек туюлишига олиб келади. Ёш ўтиши билан одамнинг эшитиш юқори чегараси 12000 Гц гача пасайиб, товуш баландлигини сезиш ҳам сусаяди. Частота тебранишларининг кичик ўзгаришини эшитиш аъзоси қандай сезади? Эшитиш аъзосининг товуш частотаси ўзгаришига бўлган қобиляти **эшитиш аъзосининг нозиклиги** деб аталади. 1000 Гц ли товуш тебранишида частотанинг 3 Гц га ўзгариши сезиларли бўлади. Бундан чиқди 600 ÷ 4000 Гц оралиғида частотанинг 0,3% га нисбий ўзгариши ҳам сезиларли. Паст ва баланд товушларда бундай ўзгаришни сезиш учун частотани катгароқ қийматга ўзгартириш керак.

Муסיқачиларда муסיқа товуши баландлигини сезиш ва уни баҳолашда иккита тушунча мавжуд бўлиб: **абсолют** ва **нисбий** эшитиш қобилятига ажратадилар.

Абсолют эшитиш қобиляти деб, камдан - кам одамларда учрайдиган берилган товуш баландлиги ва товуш нотасини аниқланишига айтилади. Абсолют эшитиш қобилятига эга бўлган одам исталган нотани бошқа товуш билан солиштирмасдан қайта эшиттириши мумкин. Бундай абсолют эшитиш қобилятига табиатан камдан - кам инсонлар эгадирлар, ҳаттоки кўпгина композитор ва ижрочи - муסיқачилар ҳам бундай қобилятга эга эмаслар.

Назорат саволлари:

1. Акустика фанининг таркибий тузилиши?
2. Электроакустика фани деб нимага айтилади?
3. Эшитиш аппаратнинг асосий қисмларини санаб ўтинг?
4. Инфра ва ультра товушларинг фарқи нимада?
5. Частота тебранишларининг кичик ўзгаришини эшитиш аъзоси қандай сезади?
6. Муסיқачиларда муסיқа товуши баландлигини сезиш ва уни баҳолашда нечта тушунча мавжуд?

Адабиётлар

1. Ковалгин Ю.А. Радиовещание и электроакустика. – М.: Радио и связь, 1999.
2. Зупаров М.З., Катунин Г.Л. Электроакустика. ТУИТ, 2005.
3. Зупаров М.З. Радиоэшиттириш, ТУИТ, 2004
4. Телекоммуникация тармоқлари ва тизимлари, ТУИТ, 2005
5. М.Зупаров «Электроакустика», Тошкент 2011

**ЧАСТОТА БЎЙИЧА ЭШИТИШ. ЭШИТИШ ВА ОҒРИҚ БЎСАҒАСИ.
НИҚОБЛАШ. ХААС ЭФФЕКТИ. БИНАУРАЛ ЭФФЕКТ. ТОВУШ
БАЛАНДЛИГИ ЭГРИ ЧИЗИҚЛАРИ. ЧАСТОТА ВА ДИНАМИК
ДИАПАЗОНЛАР.**

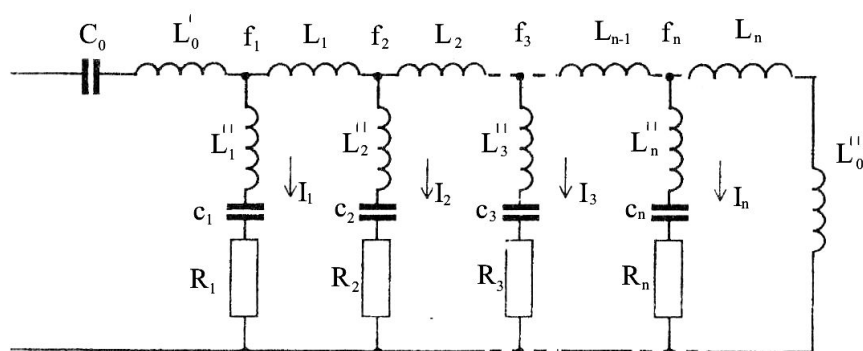
Маъруза режаси:

1. Частота бўйича эшитиш
2. Тон баландлигининг частотага боғлиқлиги
3. Эшитиш ва оғриқ бўсағаси
4. Мураккаб товушларни эшитиш.
5. Бинаурал эффект
6. Динамик диапазон
7. Частота диапазони ва спектрлар

Частота бўйича эшитиш

Юқорида айтилганидек товуш тебраниши таъсирида эшитиш суякчаси овал дарча мембранасини ҳаракатга келтиради, у ўз навбатида лимфани тебратади. Лимфа асосий мембрана юзасига уринма, яъни унинг толаларига кўндаланг тебранади. Лимфанинг тебраниш частотасига боғлиқ ҳолда фақат маълум толаларигина тебранади. Геликотрема ёнида паст частоталарда резонансланадиган узун толалар, чанок асосида эса, юқори частоталарда тебранадиған қисқа толалар жойлашган. Бир неча таркиблардан иборат мураккаб товуш бир неча гуруҳ толаларини кўзғатади. Шундай қилиб, асосий мембрана частота таҳлиллагичи ролини ўйнайди.

Ҳар бир толанинг резонанс частотаси фақатгина тола параметрига боғлиқ бўлибгина қолмай тола билан бирга кўзғалувчи, лимфанинг массасига ҳам боғлиқ. Бу масса резонансланувчи толадан овал дарчагача бўлган масофа билан аниқланади. Шунинг учун паст частоталардаги тебранишларда лимфанинг катта массаси, юқори частоталардаги тебранишларда эса, лимфанинг кичик массаси қатнашади. 2.1 расмда эшитиш таҳлиллагичининг электр - эквивалент схемаси келтирилган.



2.1-расм. Чаноқнинг электр - эквивалент схемаси

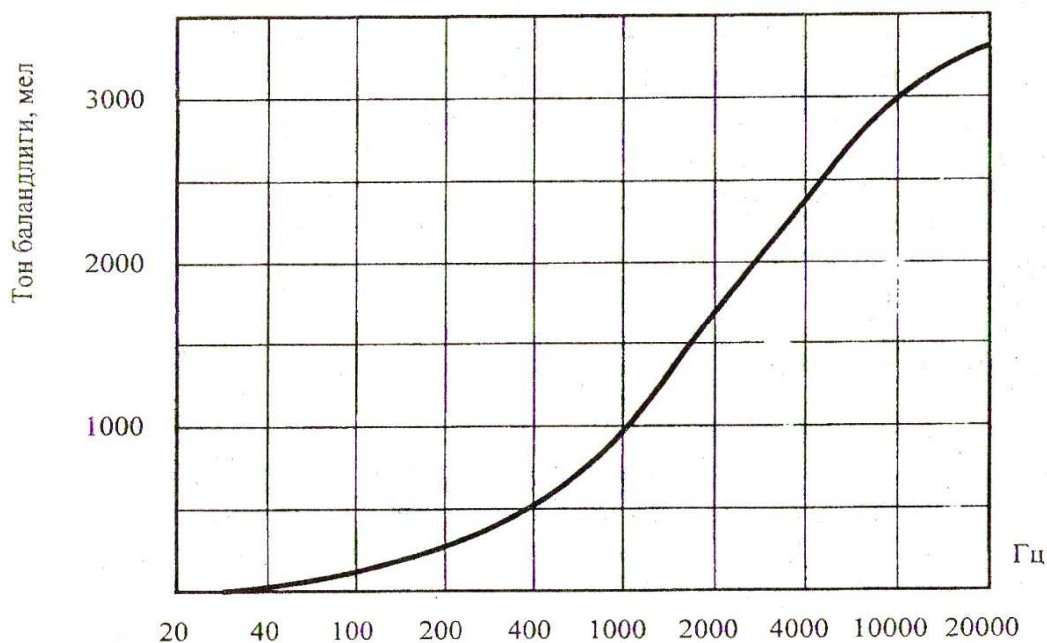
C - овал ва думалоқ дарча мембраналари эквиваленти; L - геликотрема эквиваленти; L_k - лимфа массаси эквиваленти; I_k - толаларнинг тебраниш тезлиги

2.1-расмдан кўриниб турибдики, чаноқнинг электр эквивалент схемаси полосали фильтр схемасига ўхшаш. Эшитиш аъзосининг частота диапазони чегараси кенг бўлиб $16 \div 20000$ Гц ни ташкил этади.

Эшитиш таҳлиллагичининг частота танловчанлиги катта қизиқиш уйғотади, чунки электроакустик аппаратураларга бўлган талаб бу параметрга кўп жиҳатдан боғлиқ.

Одам эшитиш аъзосининг танловчанлик хусусиятини қийматли баҳолаш учун, унинг асосий хусусияти бўлмиш товуш баландлиги тушунчасидан фойдаланамиз. Бу хусусият атроф муҳитдаги товушларни айнан тенглаштириш ва классификациялашда катта аҳамиятга эга, эшитиш қобилятининг бундай хусусияти муסיқали интонация нуктаи назари, яъни, оҳанглар ва гармониялар асосида ётади. АИ81-994. Халқаро стандарт бўйича «**Баландлик (Pitch)** - бу товуш этишнинг ўзига хос хусусияти бўлиб, унда товушларни частота шкаласи бўйича пастдан юқорига жойлаштириш мумкин. Товуш баландлиги асосан уни рағбатлантириш товуш частотасига боғлиқ, шуниндек товушнинг босими ва тўлқин шаклига ҳам боғлиқ». Шундай қилиб, тон баландлиги товуш сигналларининг чизиқли классификацияси бўлиб, кўп-кам деб фикрлаш мумкин бўлган товуш баландлигидан фарқланади, демак бу нисбий классификация.

Дастлаб шуни таъкидлаш лозимки, эшитиш тизими даврий сигналларнинг товуш баландлигини аниқлайди, шунинг учун тон баландлигини фарқлашда асосий параметр бўлиб сигнал частотаси ҳисобланади. Агарда, бу мураккаб товуш бўлса, унда эшитиш тизими товуш баландлигини унинг асосий тони орқали аниқлайди яъни, унинг спектри гармоникалардан ташкил топган бўлади (частоталари бутун сон нисбатидаги обертонлар). Агарда бу шарт бажарилмаса, унда эшитиш аъзоси тон баландлигини аниқлай олмайди. Масалан, тарелкасимон мусиқа асбоблари, бонг ва б.қ. маълум тон баландлигига эга эмаслар. Тон баландлигининг частотага боғлиқлиги 2.2- расмда берилган.



2.2— расм. Тон баландлигининг частотага боғлиқлиги

Тон баландлигининг ўлчов бирлиги-мел. Бир мел частотаси 1000 Гц сатҳ бўйича сезиладиган товуш баландлигининг 40 дБ га тенг қиймати. Расмдан кўришиб турибдики, бу боғланиш чизиқли эмас - масалан, частота уч марта ошганда (1000 дан 3000 Гц), товуш баландлиги фақат икки марта (1000 дан 2000 мел) ошади. Ночизиқли боғлиқлик паст ва юқори частоталарда яққол кўзга ташланади. Частота диапазониининг ўрта қисмида тон баландлигининг мелда ўзгариши частота логарифмига пропорционал.

Частотаси бўйича фарқланувчи иккита турли тонлар баландлиги бўсағаларини ажратишга бағишланган масалалар бўйича кўпгина

тадқиқот ишлари олиб борилган. Соф тон баландлигини сезиш фақат частотага боғлиқ бўлибгина қолмай, товуш жадаллигига ва унинг давомийлигига ҳам боғлиқ.

Қисқа товушлар куруқ чертмадек эшитилади аммо, товуш узайтирилган сари чертма тон баландлиги ҳиссини бера бошлайди. Чертмадан тонга ўтиш вақти частотага боғлиқ: паст частоталарда тон баландлигини аниқлаш учун импульс давомийлиги тахминан 60 мс: 1 кГц дан 2 кГц гача бўлган частоталарда 15 мс ни ташкил этади. Мураккаб товушлар учун бу вақт ортиб боради, нутқ товушлари учун эса, бу кўрсаткич $20 \div 30$ мс га тенг.

Таъкидлаш зарурки, эшитиш аъзосининг келтирилган юқори частота танловчанлик маълумотлари соф тонларни қабул этиш ҳолларига мос. Ҳақиқатда эса, соф тонлар жуда кам учрайди. Шунинг учун мураккаб товушлар таъсир этганда инсон бутун частота диапазонида 250 яқин градацияни аниқлайди, бу градациялар товуш жадаллиги камайиши билан қисқариб 150 яқинлашади. Шундай қилиб, қўшни градациялар ўртача бир-биридан частота бўйича 4% га фарқ қилади. Шунинг учун секундига 24 кадрли кинофильмларни телевидениеда секундига 25 кадр билан намоиш этиш мумкин. Бу ҳолда абсолют эшитиш қобилиятига эга бўлган мусиқачилар ҳам овоздаги фарқни англай олмайдилар, чунки, частота тебранишлари фарқи 4% дан ошмайди. Бу фарқ секундига иккита кадрни ташкил этсагина овоздаги фарқни англай оладилар.

Кенг полосали спектрга эга бўлган товушлар масалан, шовқинлар эшитиш аъзоси асосий мембранасининг барча толаларини қўзғатади. Эшитиш аъзосининг кучсиз танловчанлиги ҳисобига эшитишнинг ҳар бир критик полосасида спектр интеграцияланади, эшитиш аъзоси узлуксиз спектрни дискретлайди яъни, у шовқин частота спектрига тенг критик полосалар сонига айлантиради.

Эшитиладиган частота диапазони бўйича товушни субъектив баҳолаш учун товуш баландлиги тушунчаси киритилган. Эшитишнинг критик полосаси кенглиги ўрта ва юқори частоталарда тахминан частотага пропорционал бўлганлиги учун, эшитишнинг частота бўйича субъектив масшаби логарифмик қонунга яқинроқ. Шунинг учун товуш баландлигининг объектив бирлиги сифатида субъектив эшитишни тахминий акс эттирадиган частоталарнинг икки карралик нисбати **октава** қабул қилинган (1; 2; 4; 8; 16 ва ҳ.к.). Октаваларни бўлакларга бўладилар: ярим октава, учдан бир октава. Учдан бир октава учун қуйидаги чегара частоталари стандарт-

лаштирилган: 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10. Агарда, бу частоталарни частота ўқиға бир-биридан бир хил масофада жойлаштирилса, логарифмик масштаб ҳосил бўлади. Шулардан келиб чиққан ҳолда, барча ўлчовларни субъектив масштабга яқинлаштириш мақсадида, товуш узатиш қурилмаларининг частота тавсифлари логарифмик масштабда чизилади. Товушларни бу частоталарда эшитиш ҳисси аниқроқ бўлиши мақсадида, эшитиш тавсифлари учун алоҳида субъектив - 1000 Гц частотагача деярлик чизиқли масштаб ва ундан юқори частоталар учун логарифмик масштаб қабул қилинган. **Товуш баландлигининг ўлчов бирлиги сифатида «мел» ва «барк» (100 мел = 1 барк) қабул қилинган.** Умумий ҳолда мураккаб товуш баландлигини аниқ ҳисоблаб бўлмайди.

Эшитиш ва оғриқ бўсағаси

Агарда, одам эшитиш аъзоси асосий мембранасининг толаси тебранганида ёнидаги тукли катакчага тегмаса, унда одам товушни эшитмайди. Толанинг тебраниш амплитудаси ошганда ёнидаги тукли катакчага теккан заҳоти нерв толалари кўзғалиб бош мия эшитиш марказига электр импульсларини юборади, натижада товуш эшитилади.

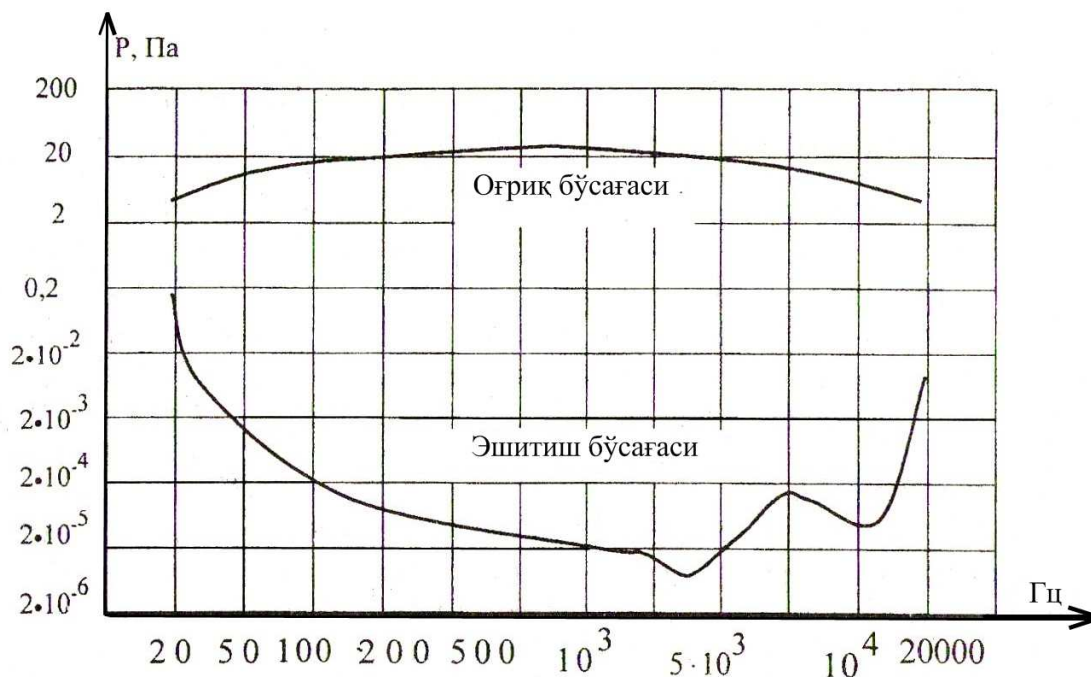
Мутлоқ тинчликда 1000 Гц частотали товуш эшитилиши учун одам қулоғи яқинидаги босим амплитудаси $2,84 \cdot 10^{-5}$ Н/м² (эффektiv қиймати $-2 \cdot 10^{-5}$ Н/м²) бўлиши керак. Бу қиймат атмосфера босимининг $2 \cdot 10^{-5}$ қийматини ташкил этади. Бу ҳолда, ясси тўлқин жадаллиги 10^{-12} Вт/м² га тенг. Шуниси қизиқки, ҳаво заррачаларининг силжиш амплитудаси молекула радиусининг ўндан бир бўлагидан кам.

Қулоқ пардасига таъсир қилаётган флуктуацияларнинг тасодифий иссиқлик молекуляр ҳаракати билан боғлиқ бўлган босим кучининг ўзгариши, мутлоқ тинчликдаги товуш босимидан бор - йўғи 5÷10 марта кичик.

Халақит берувчи шовқин ва бошқа товушлар йўқлигида базўр эшитиладиган товуш босими - **бўсаға қиймати**, ёки базўр эшитилиб эшитилмас қиймати **эшитилиш бўсағаси** деб аталади. Тадқиқотчилар эшитилиш бўсағасини аниқлаш устида талайгина ишлар олиб бордилар. Натижада, шу нарса аниқландики, эшитилиш бўсағаси турли одамларда турлича. Бу фарқнинг ўзгариши бир хил ёшдаги эшитиш аъзоси соғлом одамлар учун тасодифийдир. Эшитиш бўсағаси бир кишининг ўзида, эшитиш шароити,

чарчоқлиги, ҳаяжонланиши ва б.қ, ҳисобига ўзгариши мумкин. Шунинг учун ишончли эшитилиш бўсағаси ҳақидаги маълумотларни фақат статистик йўл билан, яъни маълум шароитларда кўпчилик одамларда ўлчаш билан аниқлаш мумкин.

Бундай статистик тадқиқотлар АҚШ да (1938÷1939 й.й), Англияда (1956÷1957 й.й), собиқ СССР да (1958й) олиб борилган. Халқаро келишувга асосан эшитиш бўсағасининг стандарти сифатида 2.3 - расмда келтирилган соф синусоидал сигналнинг частотага боғлиқлик эгри чизиғи қабул қилинган. Текширишлар 18 ёшдаи 23 ёшгача бўлган эшитиш аъзоси соғлом одамлар билан олиб борилган.



2.3 - расм. Эшитиш ва оғрик бўсағалари эгри чизиғи

2.3 - расмдан кўриниб турибдики, эшитиш бўсағаси частотага ўта боғлиқ. Товушлар 2000 Гц дан 4000 Гц гача бўлган диапазонда товуш босими $2 \cdot 10^{-5}$ Па ва ундан кам бўлган қийматларда сезилади. Шу билан бирга паст ва юқори частоталарда эшитиш бўсағаси сезиларли ошади. Биз товуш жадаллигини 20.000 Гц дан юқорисига қанчалик оширмайлик товуш ҳисси пайдо бўлмайди, яъни бу кўпчилик одамлар учун эшитиш чегарасидан юқори. Худди шундай ҳолат товуш частоталари 16÷20 Гц дан паст бўлганда ҳам кузатилади.

Агарда, эшитилаётган товуш частотасини секин - аста ошира борсак, товуш баландлиги ошаётгандек туюлади. Товуш босимининг

кеийнги қийматида кулоқда оғриқ сезила бошланади. Оғриқ сезила бошлаган товуш босими, **оғриқ сезиш бўсағаси** деб аталади. Оғриқ сезиш бўсағасининг частотага боғлиқлик эгри чизиғи, эшитилиш бўсағаси эгри чизиғига нисбатан, бир мунча текисроқ.

Айрим ўқув қўлланмалар ва сўровномаларда эшитиш бўсағасининг абсолют ва частотага боғлиқликнинг турли қийматлари берилган. Бу фарқ, эшитиш бўсағасини ўлчашнинг турли усулларида фойдаланганлиги натижасидир. Масалан, ўлчашлар бир кулоқда эшитиш ёки икки кулоқда эшитиш учун олиб борилган бўлиши мумкин. Ундан ташқари шундай эшитиш бўсағалари мавжудки, айримлари кулоқ чаноғи ёнгинасида (телефон) аниқланади, бошқалари эса, товуш тўлқинлари фронтал тушиб хонадаги тўсиқлардан бир неча бор қайтиши натижасида аниқланади.

Товуш эшитишнинг юқори чегараси (катта сатҳлар томонидан) частота ўзгаришига камроқ боғлиқ, эшитиш бўсағасининг катта сатҳли қийматлари 2.1 жадвалда келтирилган. Юқори ва паст эшитиш бўсағаларини солиштириб шуни айтиш мумкинки, ўрта частоталарда нормал эшитиш динамик диапазони 120÷130 дБ ни ташкил этади.

2.1-жадвал

Бўсағалар	Соф тонлар	Узлуксиз спектрли шовқинлар
	$P_{эфф} = 2 \cdot 10^{-5}$ Па га нисбатан дБ ларда	
Ёқимсиз сезиш бўсағаси	90	110
Сезиш бўсағаси	112	132
Оғриқ бўсағаси	120	140

Мураккаб товушларни эшитиш.

Ниқоблаш

Шу вақтгача синусоидал қонун бўйича ўзгарувчи соф тонлар кўриб чиқилди. Аммо, соф тонлар табиатда жуда кам учрайди. Кўпгина мусиқа тонлари соф тон эмас, балки мураккаб тонлардир. Мураккаб тон, асосий тон, обертонлар ёки гармоникалардан иборат. Обертонлар асосий тон частоталари билан оддий каррали нисбатда бўладилар. Мураккаб тон битта эмас, бир неча обертонлардан ташкил топиши мумкин. Тажриба шуни кўрсатадики, фазанинг жуда катта оралиқда ўзгариши мураккаб тонлари эшитишга таъсир қилмайди, фақатгина жуда баланд товушлардагина. тонлар ташкил

этувчиларининг фазалари таъсир кўрсата бошлайди. Мураккаб тон ночизикли тавсифга эга бўлган у ёки бу курилманинг чиқишида, ҳатто унинг киришига соф тон берилган ҳолда ҳам олиниши мумкин. Шундай қилиб, бизнинг қулоқ ҳам ночизикли курилма ҳисобланади. Унга етарлича катта жадалликка эга бўлган соф тон билан таъсир этиб, мураккаб тон ҳис этишимиз мумкин. Шу сабабдан қулоғимизга жуда кучли инфратовуш частотали тон билан таъсир этилса, биз бу тонни қулоғимизда пайдо бўладиган гармоникалар ҳисобига эшитамиз. Шовқин товушнинг тонга нисбатан мураккаброқ кўринишидир. Мураккаб тонлардан фарқли равишда шовқин ташкил этувчиларнинг частоталари оддий каррали нисбатда эмас. Бундан ташқари бу ташкил этувчиларнинг частота ва амплитудалари вақт бўйича ўзгариб туради. Субъектив жиҳатдан тон билан шовқиннинг бир биридан фарқи шундаки, биринчисида товуш баландлиги билан тавсифлаш мумкин бўлса, иккинчисига нисбатан, аксари ҳоларда бундай тавсифлаб бўлмайди. Кундалик ҳаётимизда учрайдиган товушлар, шу жумладан инсон нутқининг анчагина қисми ҳам шовқин характериға эга. Кундалик тажрибамиздан биламизки, агар у аниқ ифодаланган бўлса, ҳар қандай товушнинг субъектив тавсифи унинг катталиги ва баландлигидир. Аммо, бундан ташқари деярли барча товушларда уларнинг тембри яъни, товушларнинг табиатини акс эттирувчи бир биридан ажратадиган субъектив ранг билан ажралиб туради. Масалан эркак, аёл ёки бола битта товушни бир хил баландликда чиқарган бўлса ҳам уларни ажратиб олиш қийин эмас. Худди шунга ўхшаш битта нота қандай мусиқа асбоби билан олинганлигини аниқлаш жуда осон. Тембр товуш манба айни дақиқада қандай асосий частотани нурлатаётганидан қатъий назар шу манбага хос частотавий ташкил этувчилар билан аниқланади. Хусусан одам нутқи, ҳар бир одам ўзининг индивидуал хусусиятларига кўра, фақат унга хос томоқ ва оғиз бўшлиқларига эга бўлиб, улар резонатор сифатида нутқнинг у ёки бу частотавий ташкил этувчиларини ажратиб беради.

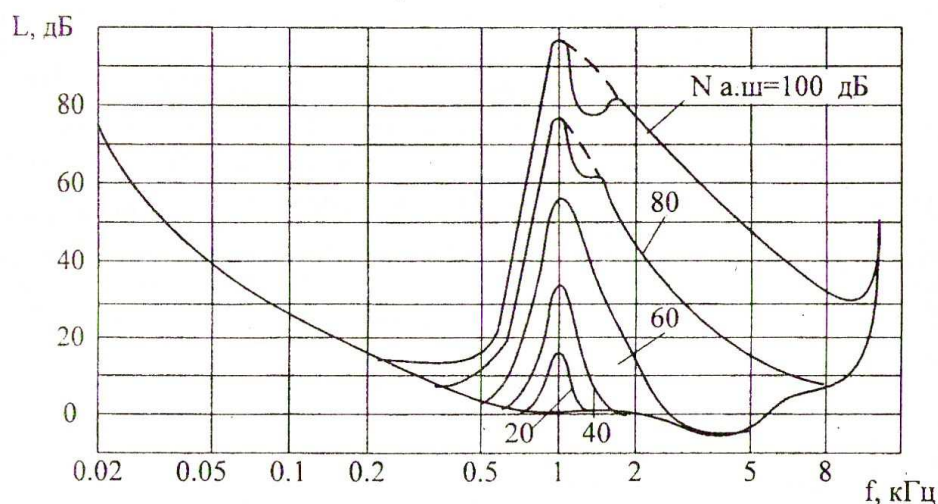
Агарда, эшитиш аъзоимизга бир вақтнинг ўзида турли товушлар таъсир этса, товушларни қабул қилиш кескин ўзгаради. Масалан, тинч пайтда жуда тушунарли бўлган нутқ, кучли шовқин таъсирида эшитилмаслиги мумкин. Бу ҳодиса **ниқоблаш** деб аталади. Эшитилиши керак бўлган товуш, **ниқобланувчи товуш** ва эшитишга ҳалал берувчи товуш эса **ниқобловчи товуш** деб аталади. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, ниқобловчи товуш

қанчалик кучли бўлса ва унинг частотаси ниқобланувчи товуш частотасига қанчалик яқин бўлса, ниқоблаш эффекти шунчалик кучли бўлади. Бунда ниқобловчи товуш частотаси ниқобланувчи товуш частотасидан паст бўлса, ниқоблаш эффекти шунчалик кучли сезилади.

Ниқоблаш қуйидаги формула билан аниқланади

$$\Delta L_m = L_{a.ш.} - L_a \quad (2.1)$$

бунда, $L_{a.ш.}$ ва L_a — шовқин ва тинч ҳолатлардаги эшитиш бўсаға сатҳлари. Халақит берувчи товуш фойдали товуш сатҳидан етарлича катта бўлганда, фойдали товуш эшитилмаслиги мумкин. Тор полосали шовқин сатҳининг тонни ниқоблашга таъсири 1.8 - расмда кўрсатилган. Ниқобловчи шовқиннинг частота полосаси кенглиги 160 Гц ни ташкил этади. Унинг $L_{a.ш}$ сатҳи эса, мос ҳолда 100, 80, 60, 40 ва 20 дБ га тенг. Барча бешта эгри чизик тон частотасига тенг шовқин полосасининг 1000 Гц ли ўртача частотасида аниқ ифодаланган максимумга эга. Частота таркиби қабул қилинаётган товуш частота полосасида ётган, жадаллик сатҳи қабул қилинаётган товуш сатҳидан бир мунча катта бўлган шовқин таъсирида эшитиш бўсағаси ошади, кўзғалган нерв толалари эшитиш марказига шовқинга мос импульслар юборади. Кичик сатҳдаги қабул қилинаётган товуш дискретлиги натижасида эшитишга ҳеч нарса қўшолмайди, шунинг учун биз уни эшитмаймиз.



2.4 расм. Тоннинг эшитиш бўсағаси турли сатҳдаги шовқин билан ниқоблаганда унинг эшитилиш боғлиқлиги

Тажриба йўли билан, паст частотали тонлар юқори частотали тонларни кучлироқ ниқоблаши аниқланган. Бунинг сабаби шундаки, паст частоталарда резонансланадиган ва чанок толалари, овал ойна-

дан узоқда жойлашган, чанок каналларида у ёки бу даражада тебранаётган лимфа овал ойнага яқин барча толаларни, жумладан юқори частотали толаларни ҳам қўзғатади. Юқори частоталарда резонансланадиган толалар овал ойнага яқин жойлашган ва лимфа тебранишлари узоқда жойлашган паст частотали толаларга етмасдан сўнади.

Бинаурал эффект

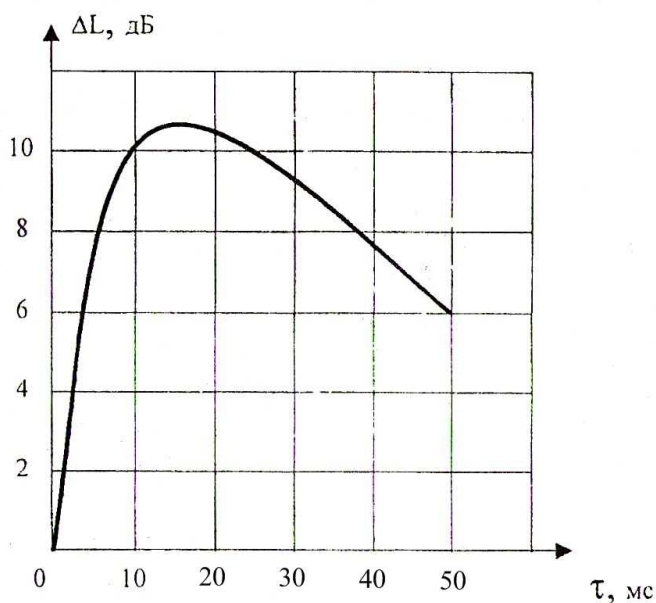
Одатдаги шароитларда товуш манбаи жойлашган жойни аниқлаш осон. Ҳатто, бир неча товуш манбаи бўлганида ҳам биз уларнинг фазода жойлашишини осонликча тасаввур қиламиз. Одамнинг товуш манбаи жойлашган йўналишини топа олиш хусусиятига бинаурал эффект деб аталади. Бинаурал эффект туфайли икки қулоқ билан эшитишимиз натижасида, бир хил фазали товуш тебранишларининг қулоғимизга келиш вақти фарқини ажрата оламиз. Бу, асосан бинаурал эффектни иаст ва ўрта частоталарда аниқлайди. Одам эшитишда товуш тўлқинларининг йўналишини горизонтал текисликда $3\div 4^\circ$ аниқлик билан аниқлайди, вертикал текисликда эса, бу кўрсаткич 20° дан ошмайди. Бир қулоқ билан эшитадиган одам бинаурал эффект хусусиятидан маҳрумдир.

Тинглашдаги стереоакустик эффект шундан иборатки, одам товуш манбаининг «кўндаланг» ўлчамларини, ҳамда унинг «чуқурлигини», яъни товуш тўлқини йўналиши бўйича товуш манбаининг ўлчамларини «сезади». Тингловчи осонгина у ёки бу мусиқа асбобининг оркестрда жойлашган жойини аниқлай олади. Бошқача қилиб айтганда икки қулоқ билан тинглаш акустик истиқболни яратади.

Агарда одам эшиттиришни иккита турли жойда жойлашган ва оралари тингловчига яқин бўлган бир хил товуш манбаидан эшитса, товуш манбалар сатҳи бир хил бўлганда мавҳум товуш манбаи гўё шу икки товуш манбалари ўртасида жойлашгандек бўлади.

Манбалар сатҳи бир хил бўлмаганда мавҳум манба сатҳи баландроқ товуш манбаи томон силжигандек туюлади. Мавҳум манба жойлашган жойни товуш манбалари ҳосил қилаётган жадалликка нисбатан аниқлаш мумкин (жадалликлар нисбати мавҳум манба ва ҳақиқий манбалар оралиқлари нисбатига тахминан тенг).

Агар тингловчи товуш манбаидан (масалан, радиокарнайдан) битта эшиттиришни ўзидан турли масофаларда эшитса, ёки ундан бир хил масофада жойлашган икки манбанинг биридан келаётган сигнал иккинчисидан келаётган сигналга нисбатан бироз кечикса, унда асосий ва кечиккан манбалар сатҳи тенг бўлганда мавҳум манба асосий манба жойлашган ерда жойлашгандек туюлади. Бошқача қилиб айтганда кечиккан сигналнинг, қўшилиши товуш жарангдорлигини оширса ҳам: унинг манбаи гўё йўқдек туюлади. Демак, асосий сигнал кечиккан сигнални (агар уларнинг сатҳи бир хил бўлса) бутунлай босади. Агарда кечиккан сигнал сатҳини аста —секин оширсак, иккала товуш манбаи ҳатто, кечикиш вақти 50 мс дан кам бўлганида ҳам алоҳида — алоҳида эшитилади.



2.5 расм. Сигналнинг кечиккан қайтарилиши мавҳум сигнал манбаини локаллашга таъсири

2.5 расмда кечиккан сигнал сатҳинининг ортиши ва ушланиш вақти орасидаги боғлиқлик эгри чизиғи келтирилган. Ордината ўқи бўйича асосий ва кечиккан сатҳлар фарқи берилган. Ушланиш вақти 15÷20 мс бўлганда иккала сигнал бирдек эшитилиши учун кечиккан сигнал сатҳ бўйича 11 дБ га оширилиши керак. Ушланиш вақти 50 мс бўлганда асосий ва кечиккан манбалар сатҳлари фарқи 6 дБ ни ташкил этади. Бу боғланиш кўпгина олимлар томонидан, жумландан, батафсил тарзда Хаас томонидан ўрганилган. Шунинг учун 2.5 расмдаги эгри чизиқ Хаас эгри чизиғи деб аталади. Юқорида баён этилган хусусиятлар стереоакустик эффект ва акустик истиқбол яратиш учун ишлатилади, яъни стереофоник эшиттиришларда қўлланилади.

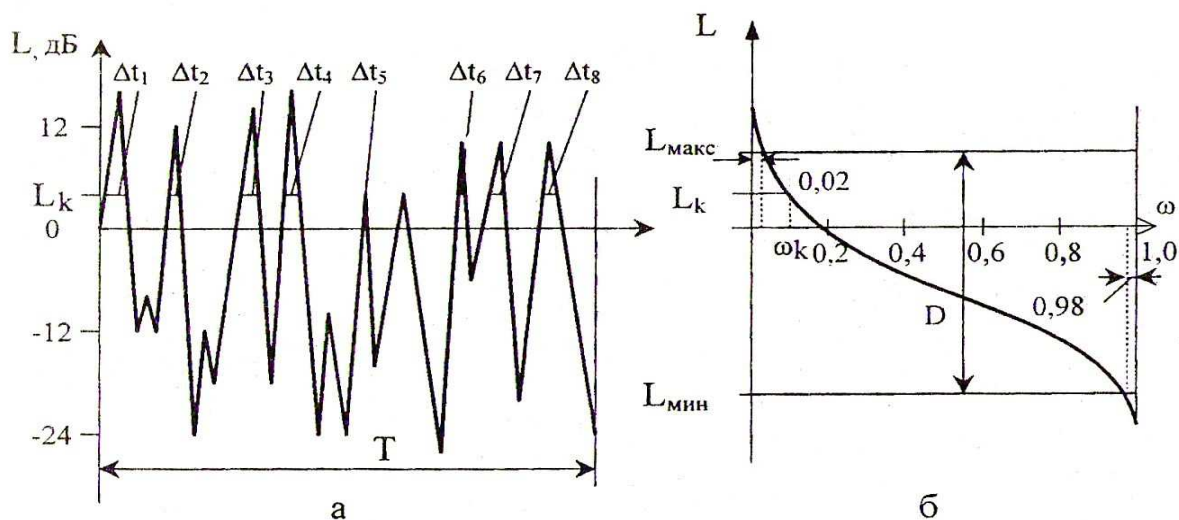
Динамик диапазон

Ҳар қандай эшиттириш жараёнида акустик сигналнинг сатҳи узлуксиз ўзгаради, шу билан баробар унинг ўзгариш диапазони кенг. 2.6а- расмда сатҳграмма деб аталувчи сигнал сатҳининг вақт бўйича ўзгариши кўрсатилган. Одатда уни доимий вақти $150 \div 200$ мс ўлчов асбоби билан аниқланадиган (субъектив сатҳграмма), ёки $20 \div 30$ мс (объектив сатҳграмма) сатҳлар учун берадилар.

Сигнал сатҳи, тасодифий қонун билан ўзгаргани учун, унинг интеграл ва ўртача тақсимотини қуйидагича аниқлаш мумкин. Қандайдир сатҳни, масалан L_k (2.6а - расм) оламиз. Сигналнинг сатҳи L_k кичик бўлмайдиган йиғинди вақтни

$\tau = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \dots + \Delta t_n$, ёзиш мумкин. Бунда, Δt_n - сигнал-нинг вақтий таъсир оралиғи. Демак, берилган сигналдан нисбий ошиш вақти $\omega_k = \tau_k / T$, бунда, T - сигналнинг таҳлил вақти давомийлиги (у етарлича

катта бўлиши керак: нутқ учун 15 с ва музика учун 1 мин.). Шундай қилиб, турли сатҳлар учун ω_k аниқлаб, мазкур сигнал учун интеграл тақсимот эгри чизиғини тузиш мумкин. 2.6б- расмда кўрилатган сатҳграмманинг шундай тақсимот эгри чизиғи кўрсатилган.



2.6 расм. Динамик диапазонни аниқлашга оид:

- а) сатҳграмма;
- б) сатҳграмма бўйича интеграл тақсимот

графиғи.

Шу нарсa белгиланганки бирламчи мусиқа ва нутқ сигналларининг шакли нормал тақсимот қонунига яқинроқ. Товуш сигналларини таҳлил қилиш учун сигналларнинг квазимаксимал $L_{\text{макс}}$ ва квазиминимал $L_{\text{мин}}$ сатҳлари тушунчаси киритилган. Уларни берилган сигнал сатҳидан нисбий вақт бўйича ошиши билан аниқланади. Квазимаксимал сатҳлар учун бу вақтни мусиқа сигналининг 2%, нутқ сигналининг 1% тенг, квазиминимал сатҳлар учун мос ҳолда 98 ва 99% олишга келишилган (3.1б- расм). Айнан шундай қийматларни $L_{\text{макс}}$ ва $L_{\text{мин}}$ учун танлаш, сигналларнинг ўткир чўққи ва чўкмалари амалда эшитилмаслигига асосланган. Сигналнинг квазимаксимал ва квазиминимал сатҳлари айирмаси **динамик диапазон** деб аталади.

$$D = L_{\text{макс}} - L_{\text{мин}} \quad (2.2)$$

Айрим товуш сигналлари учун динамик диапазон 2.2 жадвалда келтирилган.

2.2

жадвал

Сигнал тури	Динамик диапазон, дБ
Диктор нутқи	25÷35
Бадий ўқиш	35÷45
Телефон орқали сўзлашув	35÷45
Катта бўлмаган ансамбллар	45÷65
Синфоник оркестр	75÷55
Рок-мусиқа	118гача
Реактив самолёт мотори	120

Сигналнинг динамик диапазонини товуш узатиш канали динамик диапазони D_k билан солиштириш керак:

$$D_k = 20 \lg \frac{U_{\text{ном}}}{U_{\text{ш}}} - (\Delta N_1 + \Delta N_2) \quad (2.3)$$

бунда, $U_{\text{ш}}$ - каналдаги шовқин сатҳи; $U_{\text{ном}}$ - номинал кучланиш; ΔN_1 - шовқин ва ҳалақитларни босувчи сигнал сатҳи, дБ (одатда 10 дБ кам эмас); ΔN_2 - ортиқча юклама қиймат (3÷6) дБ.

Жадвалдан кўриниб турибдики, табиий сигналларни узатиш учун юқори сифатли аппаратуралар талаб этилади. Кўпчилик ҳолларда бирламчи акустик сигналлар динамик диапазони аналогли алоқа ва эшиттириш воситаларининг имкониятларидан юқори. Шунинг учун уларни ишлатишдан олдин динамик диапазонни сиқиш лозим ёки узатиш трактларида пайдо бўладиган сезиларли бузилишларга кўникиш керак.

Частота диапазони ва спектрлар

Эшиттириш ва алоқа тизимларида қўлланиладиган бирламчи товуш манба-идан чиқадиган акустик сигнал одатда, узлуксиз ўзгарадиган шакл ва спектр таркибга эга. Спектрлар юқори ва паст частотали, дискрет ва узлуксиз бўлиши мумкин. Ҳар бир товуш манбаида, хатто оркестрдаги скрипканинг ҳам товушига хос оҳанг берадиган хусусий спектрлари бор. Бу оҳангни **тембр** деб атайдилар. Скрипка тембри, тромбон тембри, орган тембри ва ҳ.к мусиқа асбоблари тембрлари деган тушунча бор, шунингдек жарангдор ва бўғиқ овоз тембрлари мавжуд бўлиб биринчиси сигналнинг юқори частотали таркибларини чизиб ўтади, иккинчиси эса, уни бостиради. Бизда биринчи навбатда ҳар бир турдаги товуш манбалари учун ўртача спектр, бузилишларни баҳолаш учун эса, давомли вақт оралиғидаги (15 с ахборот сигналлари учун ва 1 мин. табиий сигналлар учун) ўртачалаштирилган спектр қизиқиш уйғотади. Ўртачалаштирилган спектр одатда, узлуксиз ва шакли бўйича нисбатан текис бўлади.

Узлуксиз спектрлар спектрал зичликнинг частотага боғлиқлиги билан тавсифланади, бу боғлиқликни **энергетик спектр** деб атайдилар. **Спектрал зичлик** деб, бирлик частотага тенг частота полосаси кенглигидаги товуш жадаллигига айтилади. Акустикада бу полоса 1 Гц га тенг. Спектрал зичлик $G = I_{\Delta f} / \Delta f$, бунда, $I_{\Delta f}$ - тор полосали филтрлар ёрдамида ўлчанган жадаллик. Қулай бўлиши учун спектр зичлигини баҳолашда жадаллик сатҳидагидек логарифмик ўлчов киритилган. Бу ўлчамни **спектрал зичлик сатҳи** ёки **спектрал сатҳ** деб атайдилар.

Спектрал сатҳ $V = 10 \lg \frac{J}{I_0}$, бунда, $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² —нолинчи сатҳга мос жадаллик. Кўпинча спектрал зичлик ўрнига спектрни тавсифлаш учун октава, ярим октава ва учдан бир октава частота полосаларида ўлчанган жадаллик ва жадаллик сатҳларидан фойдаланилади.

Спектрал сатҳ ва октава (ярим октава, учдан бир октава) сатҳи полосаларидаги сатҳ ўртасидаги боғланиш

$$V = 10 \lg \frac{I_{\Delta f_{\text{окт}}}}{\Delta f I_0} \quad (2.4)$$

октава полосасидаги сатҳ

$$L_{\text{окт}} = 10 \lg \frac{I_{\Delta f_{\text{окт}}}}{I_0} \quad (2.5)$$

бунда, $\Delta f_{\text{окт}}$ - мос октава полосаси кенглиги.

Сигнал спектри маълум бўлса, унинг йиғинди жадаллигини аниқлаш мумкин. Учдан бир октавали полоса учун спектр жадаллиги сатҳларда берилган бўлса, унда бу сатҳларни ҳар бир полосадаги жадалликка ўтказиш $I_{\text{окт}} = I_0 10^{0.1 L_{\text{окт}}}$ ва барча жадалликларни қўшиш кифоя. Барча $I_{\text{окт}}$ йиғиндиси барча спектрлар учун йиғинди жадаллик $I_{\text{йиғ}}$ ни беради. Йиғинди сатҳ

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \frac{I_{\Sigma}}{I_0} \quad (2.6)$$

Агарда спектр, спектрал сатҳларда берилган бўлса, унда таърифга кўра, барча спектрлар учун аниқ йиғинди сатҳи

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \int_{f_{\Pi}}^{f_{\text{ю}}} 10^{0.1 B} df \quad (2.7)$$

Бунда $f_{\text{ю}}$ ва f_{Π} —частота диапазонининг юқори ва пастки чегаралари. Йиғинди сатҳни частота диапазонининг спектрал сатҳи B_k ўзгармас бўлган эни Δf_k тенг n полосаларга бўлиб аниқлаймиз. Йиғинди сатҳ

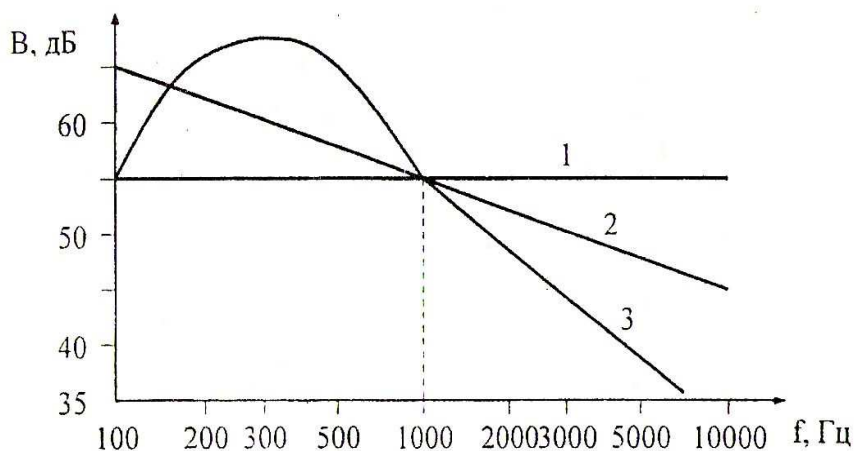
$$L_{\Sigma} \approx 10 \lg \sum_{k=1}^n 10^{0.1 B_k \Delta f_k} \quad (2.8)$$

Акустик сигналнинг частота диапазонини спектрал сатҳларнинг частотага боғлиқлигидан аниқлаш мумкин. Буни спектрал сатҳларнинг пасайишидан ёки эшитиш йўли билан аниқлаш мумкин. 75% тингловчилар учун эшитиш диапазони чегараланишининг сезилиши **субъектив чегара** деб ҳисобланади. 2.3 жадвалда бирқанча бир-ламчи акустик сигналларнинг частота диапазонлари келтирилган.

2.3- жадвал

Товуш манбаи	Частоталар диапазони, Гц
Эркак товуши	100÷ 7000
Аёл товуши	200÷9000
Рояль	100÷5000
Скрипка	200÷15000
Най	250÷14000
Тарелкалар	400÷12000
Ноғора	65÷3000
Бас- труба	50÷6000
Орган	20÷15000
Оёқ товуши	100÷10000
Қарсақлар	150÷15 000

Агарда спектрлар, у ёки бу томонга текис оғса, унда уларни **мойиллик** билан, яъни спектр сатҳларининг паст ёки юқори частоталар томон **ўртача оғиши билан баҳолайдилар**. Масалан, нутқ спектри юқори частота томон 6 дБ/окт оғишга мойиллиги бор. Айрим ҳолларда, акустик сигналлар қаторига акустик шовқинларни ҳам қўшадилар. 2.6- расмда уч турдаги шовқинлар спектри келтирилган: оқ, пуштиранг ва нутқ шовқинлари. «Оқ» иборасига бутун частота диапазонида бир хил спектрал зичликка эга бўлган шовқинлар киради, «пуштиранг» - юқори частота томон зичлиги 3 дБ/окт камайишга мойил шовқинлар киради. Нутқ шовқинларига бир вақтда бир неча киши сўзлашиши натижасидаги шовқинлар киради.



2.6 расм. Шовқинларнинг спектрал сатҳлари (1- оқ шовқин, 2-пуштиранг шовқин, 3-нутқ шовқини)

Назорат саволлари

- 1.Эшитиш апаратининг асосий қисмларини санаб ўтинг.
- 2.Эшитиш аъзосини тавсифловчи асосий катталикларини санаб ўтинг.
- 3.Товушни эшитишнинг қандай бўсағавий сатҳларини биласиз?
- 4.Товуш баландлиги ва баландлик сатҳи ўртасида қандай боғланиш бор?
- 5.Ниқоблаш ҳодисасининг моҳияти нимада?
- 6.Бинаурал эффектнинг моҳияти нимада?
- 7.Хаас эгри чизиғини тушунтиринг.

Маъруза №3.

ТОВУШ ТЕБРАНИШЛАРИ ВА ТЎЛҚИНЛАР. ЧИЗИҚЛИ ЎЗГАРТИРГИЧЛАРНИНГ УМУМИЙ ТЕНГЛАМАСИ. ЎЗГАРТИРГИЧЛАРНИНГ ЭКВИВАЛЕНТ СХЕМАЛАРИ. АКУСТИК ТИЗИМЛАР.

Маъруза режаси:

1. Товуш тебранишлари ва тўлқинлар
2. Товуш сигналлари
3. Таърифлар
4. Чизиқли ўзгартиргичларнинг умумий тенгламаси
5. Ўзгартиргичнинг эквивалент схемалари
6. Акустик тизимлар

Товуш тебранишлари ва тўлқинлар Товуш сигналлари Таърифлар

Товуш сигналлари бирламчи ва иккиламчи сигналларга бўлинади. Бирламчи сигналларга: музика асбоблари, ашула, нутқ; музика ва бадий нутқ эшитти-ришларида қўлланиладиган фонограмма сигналлари (поезд шовқини, денгиз шов-шуви, шамол ҳуштаги ва б.қ) киради. Алоқа ва эшиттириш трактларини баҳолаганда шундай фараз қилинадики, ҳар бир акустик сигнал ҳар доим тасодифий ва ўзида ҳажмига мос ахборот ташийдиган. Тингловчиларга бу сигналлар ахборот эмас, балки эстетик ҳузур баҳшида этади. Музика сигналларининг кўп участкалари даврий тавсифга эга бўлса ҳам катта вақт оралиғида уларни тасодифий деб кўриш мумкин. Шунинг учун товуш сигналлари параметрларини уларнинг сатҳи бўйича, частота диапазони ва вақти бўйича тақсимланишига қараб аниқлайдилар.

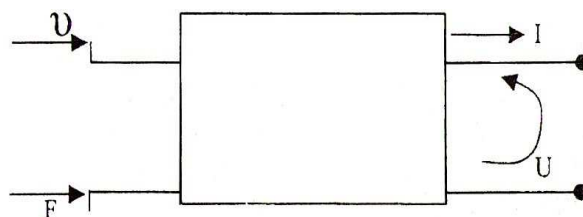
Иккиламчи сигналларга, электроакустик қурилмалар ёрдамида қайта эшиттирадиган сигналлар киради, яъни электроакустик алоқа ва эшиттириш трактларидан ўтган ва мос ҳолда параметрлари ўзгарган бирламчи сигналлар киради.

Чизиқли ўзгартиргичларнинг умумий тенгламаси

Акустик сигналларни электр сигналларга ва аксинча, электр сигналларни акустик сигналларга ўзгартириш эшиттириш каналининг узатиш ва қабул қилиш томонларида амалга оширилади. Юқорида айтилгандек, яна бир бор бундай ўзгартиришларни амалга оширадиган аппаратлар, **электромеханик ўзгартиргичлар** деб аталади, яъни механик тебранишларни электр тебранишларга айлантирадиган ўзгартиргичлар- **генератор**, электр тебранишларни механик тебранишларга айлантира ўзгартиргичлар- **двигатель** деб аталади.

Сигналларни ўзгартириш нозизиқли бузилишларга олиб келмаслиги учун, эшиттириш техникасида қўлланиладиган электромеханик ўзгартиргичлар етарли аниқликда чизиқли ўзгартириш шартини қаноатлантириши керак. Бу шарт вақт бўйича ўзгарувчан қиймат, ўзгартиргичнинг икки томонидаги электр ва механик сигналлар ўзаро чизиқли тенгламалар билан боғланган.

Шартли равишда ўзгартиргичнинг айнан ўзгартиришни амалга оширадиган қисмига бир томондан кучланиш улаш, иккинчи томонини ташқи куч таъсир этиш ёки механик юклама улаш учун муаллақ стержни бўлган қурилма сифатида қабул қиламиз (3.1 - расм). Бундай қурилманинг ишлаш принципи вақт бўйича тўрт кутбликнинг қийматлари ўзгариши билан белгиланади: электр томонида кучланиш V ва ток I , механик томонида эса, куч F ва тебраниш тезлиги U .



3.1- расм. Электромеханик ўзгартиргичнинг умумий схемаси
Бунда ток I ва кучланиш V йўналишлари ўзгартиргичнинг кириш қисмидан чиқиш томонига йўналган бўлса ишораси мусбат агарда, куч ўзгартиргич томон йўналган бўлса, ишораси - мусбат, кучланишнинг йўналиши, ўзгартиргичнинг электр томони қисми бўлганда, йўналиш соат стрелкасига мос бўлса - мусбат агарда, электр томони чиқиш қисми бўлса ва соат стрелкасига тескари бўлганда - мусбат деб қабул қилинади. Демак, ўзгартиргичнинг 4.1- расмдаги кўринишида чап томони кириш ва унинг ўнг томони чиқиш қисми ҳисобланади.

Стационар режимда, ҳамма ўзгарувчан (U, I, F, V) қийматлар вақт бўйича, яъни $e^{j\omega t}$ ўзгарса, улар ўртасидаги чизиқли нисбатларни алгебраик тенглама кўринишида ёзиш мумкин.

$$\begin{cases} U = ZI + K_1 V \\ F = K_2 I + ZV \end{cases} \quad (3.1)$$

Тенгламадаги коэффицентлар маъносини аниқлаймиз.

1) Биринчидан тенглама (4.1) дан

$$Z = \left(\frac{U}{I} \right)_{v=0} \quad (3.2)$$

Z умумий ҳолда тормозланган (тўхтатилган) ўзгартиргичнинг комплекс электр қаршилиги, яъни ўзгартиргичнинг механик томони тўхтатилганда ($V=0$) ўлчанган қаршилик.

2) Иккинчидан (4.1) тенгламадан

$$Z = \left(\frac{F}{V} \right)_{i=0} \quad (3.3)$$

Механик тизимлар тебраниши назариясига биноан таъсир кучнинг стационар режимда куч таъсир этаётган нукта тезлигига нисбати, тизимнинг механик қаршилиги деб аталади (ўлчов бирлиги $1 \cdot 10^{-3}$ Нс/м) (4.3) формуладаги Z - ўзгартиргичнинг электр томони салт юриши режимидаги механик томонида ўлчанган қаршилик.

$$3) \text{ Учинчидан (4.1) тенгламадан } K_1 = \left(\frac{U}{V} \right)_{i=0}, K_2 = \left(\frac{F}{I} \right)_{v=0}, \quad (3.4)$$

қийматлар қурилма бажараётган электромеханик ўзгартир-ришни белгилайди ва **электромеханик боғланиш коэффиценти** деб аталади. Электромеханик боғланиш коэффицентлари, энергияларнинг ўзгартрилиш кўламини аниқлайди.

Кўпчилик электромеханик ўзгартиргичлар қайтарилувчан, яъни улар ўзгартир-ришни икки томонлама бажаради. Қайтарилмайдиган ўзгартиргичлар тури кам, уларга кўмирли микрофонлар мисол бўлаолади.

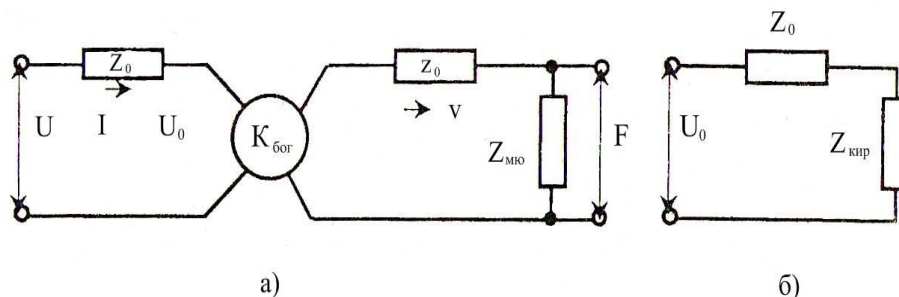
Ишлаш принцигига қараб ўзгартиргичлар индуктивли ва сиғимли ўзгартиргичларга бўлинади:.

Индуктивли ўзгартиргичларда силжитувчи куч тоқларнинг ўзаро таъсири туфайли пайдо бўлади, электр юритувчи куч эса, магнит оқими ўзгаришига боғлиқ.

Сигимли ўзгартиргичларда силжитувчи куч зарядларнинг ўзаро таъсири натижасида пайдо бўлади, ҳосил бўлган ўзгарувчан кучланиш эса, сигимларнинг ўзгариши натижасидир. **Пьезоэлектрик ўзгартиргичлар**ни алоҳида гуруҳга киритадилар аммо, расмий равишда улар сигимли турдаги ўзгартиргичларга киради.

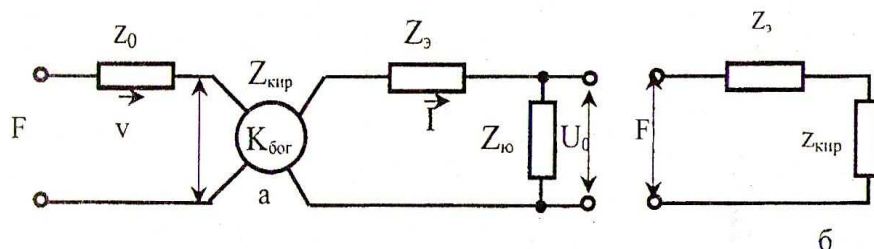
Ўзгартиргичнинг эквивалент схемалари

Ўзгартиргич-двигателнинг умумий эквивалент схемаси 3.2а- расмда келтирилган. K ўзгартиргич бўлиб унинг чап қисми ўзгартиргичнинг электр схемасини кўрсатади, K нинг ўнг томони эса ўзгартиргичнинг механик эквивалент схемаси. 4.5б- расмда иккита электр қаршилик Z_0 ва киритилган электр $Z_{\text{кпр}}$ иборат электр- эквивалент схема келтирилган.



3.2-расм. Ўзгартиргич-двигателнинг а-умумий, б-электр-эквивалент схемалари:

Ўзгартиргич - генераторнинг эквивалент схемаси 3.3- расмда келтирилган.



3.3- расм. Ўзгартиргич- генераторнинг эквивалент схемалари: а-умумий; б- механик.

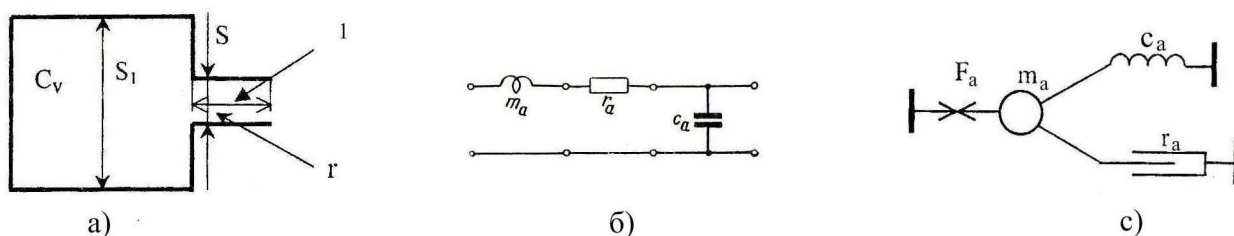
Генераторнинг механик кириш қаршилиги қуйидагича ифодаланади:

$$\frac{F}{V} = z_0 + \frac{K^2}{z_0 + z} = z_0 + z_{\text{кпр}} \quad (3.5)$$

Акустик тизимлар

Механик тебраниш тизимларидан ташқари электроакустик ўзгарткичларда да **акустик тебраниш тизимлари** деб аталувчи тизимлар қўлланилади. Улардаги айрим элементлар газсимон муҳитдан иборат. Акустик тизимлар бўшлиқ, каналлар, ҳажм резонаторлари турида бўлиб, биргаликда мураккаб қурилмаларни ташкил этади, ўзининг ҳаракати билан резонанс контурлари, филтрлар ва б.қ. ўхшайди. Акустик тебраниш тизимининг оддий мисоли сифатида Гельмгольц резонаторини айтиш мумкин (3.4-расм). Резонатор **параметрлари тарқалган тизимни** ифодалайди. Аммо, резонаторнинг ўлчамлари унга таъсир этаётган тўлқин узунлигидан кичик бўлганда, унда бундай тизимни, **параметрлари мужассамлашган тизим** деб қараш мумкин.

Резонатор ҳажми V ва кўндаланг кесими S тенг, бўғиз узунлиги l бўлган колба идишдан иборат. Колбадаги ҳаво шартли равишда икки бўлакка бўлинади: бир қисми идиш тубида, қолган қисми эса резонатор бўғизидида деб фараз этилади.



3.4-расм. Гельмгольц резонатори (а), унинг электр- эквивалент (б) ва механик- эквивалент (с) схемалари

Резонаторнинг барча ҳаво массаси унинг бўғизидида мужассамланган ва амалда сиқилмайди ва қаттиқ поршень каби ҳаракатланади деб фараз

қиламиз. Бундай поршеннинг ҳаракатланишида унинг девори билан

ҳаво заррачалари ўртасида ишқаланиш η пайдо бўлади. Резонаторнинг тубида жойлашган ҳаво эластиклик хусусиятига эга, яъни эгилувчан-

лик C_v ролини бажаради. Бундай тақсимлаш фақат тахминийдир, чунки резонатор тубидаги ҳавонинг бир қисми инерциал

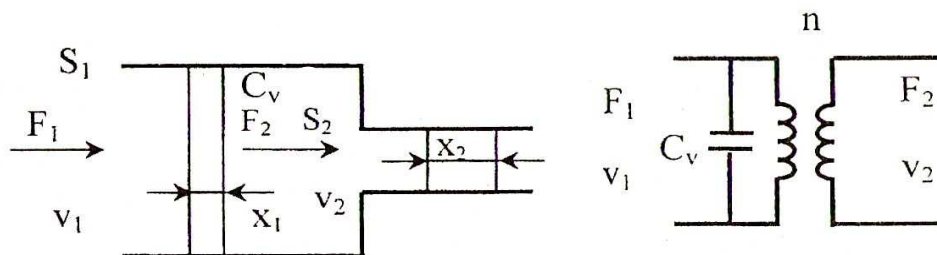
қаршиликка эга. Аммо $\frac{S_1}{S}$ нисбат катта бўлгандагина бундай тахмин қониқарлидир, чунки тебраниш кинетик энергиясининг асосий қисми резонатор бўғизиди бўлади.

Шундай қилиб, биз маълум механик тугун схемасига (3.4- расм) эга бўламиз. Шунинг учун олдинги олинган натижалар акустик тебраниш тизимлари учун ҳам ҳақлидир. Масалан, резонаторнинг механик резонанс

частотаси $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{m_a c_v}}$ тенг.

Резонаторлар амалда кўп қўлланилади. Унинг актив қаршилиги қиймати ва характериға қараб қўлланилиши турлича бўлиши мумкин. Агар актив қаршилигини инобатға олмасак, унда резонатор товуш кучайтиргич вазифасини бажаради. Ишқаланиш қаршилиги сунъий равишда оширилса, унда резонатор товуш энергиясини ютувчи хусусиятға эга бўлади. Резонансли товуш сўндиргичларнинг ишлаши шу принципға асосланган, улардаги ишқаланиш резонатор бўғизини беркитувчи мато ҳисобига ошади.

Акустик трансформатор. Кўпинча электроакустик аппаратлар конструк-циясида тебранувчи ҳаво оқимини ўзгарувчи юза кесими таъминлайдиган қурилмалар қўлланилади. Оддий кўринишда бундай қурилмани иккита идеал турли юзадаги ўзаро туташ камерадаги ҳаво ҳажми орқали боғланган поршен сифатида кўриш мумкин.



3.5 расм. Акустик трансформатор

Фараз қилайлик юзаси S_1 тенг поршен (3.5а -расм) F_1 куч таъсирида v_1 тезликда тебранади. У сиқиб чиқараётган ҳаво оқими $v_1 S_1$ ҳажмий тезликка эга. Камерадаги ҳавонинг сиқилшини инобатға олмаган ҳолда барча сиқиб чиқарилган ҳаво оқими S_2 кесим юзасидан ўтади, шундай қилиб, $v_1 S_1 = v_2 S_2$ ёки:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{S_1}{S_2} = n \quad (3.6)$$

Камерадиги биринчи поршеннинг x қийматга силжиши натижасида, ташқи кучни мувозанатлаштирувчи ортиқча $P_{\text{тов}}$ босим ҳосил бўлади, у $F_1 = P_{\text{тов}} S_1$ тенг.

Бу босим камеранинг барча деворларига таъсир этади, шу жумладан S_2 поршенга ҳам. Шунинг учун $F_1 = P_{\text{тов}} S_2$.

Аммо: $p_{\text{тов}} = \frac{F_1}{S_1}$ тенг бўлгани учун $F_2 = \frac{F_1 S_2}{S_1}$ ёки:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1} = n \quad (3.7)$$

Олинган қийматлар электр трансформаторидаги нисбатларга мос.

Электр трансформатори ўрамлари сонининг аналоги бўлиб камеранинг юзаси ҳисобланади. Шундай қилиб, акустик камера куч ва тезликларнинг **акустик трансформатори** ҳисобланади. Амалда камерадаги ҳаво сиқилади, демак, ҳаракатланаётган S_1 поршендан ҳаво заррачалари S_2 юзага камерадаги ҳаво ҳажмининг эластиклиги орқали ўтади. Бу эластик элемент акустик трансформаторнинг электр аналоги схемасида трансформаторнинг бирламчи, ёки иккиламчи ўрамига параллел уланиши мумкин. Электр трансформаторда бир неча иккиламчи ўрам ҳам бўлиши мумкин. Худди шунга ўхшаш акустик трансформаторда ҳам бир неча чиқиш тешиклари бўлиши мумкин.

Назорат саволлари

1. Электромеханик ўзгартиргичларда қўлланиладиган ўзаролик принципи нимадан иборат?
2. Механик тебраниш тизимларининг электр ўхшашлиги схемаларини тузишни тушунтиринг.
3. Ўзгартиргич-двигатель ва ўзгартиргич - генераторнинг ўхшашлик эквивалент схемаларини чизинг.
4. Электромеханик ўхшашлик услуби принципини тушунтиринг.
5. Акустик тебраниш тизимларининг қандай хусусиятларини биласиз?
6. Гельмгольц резонаторининг механик, электр-эквивалент схемаларини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.
7. Акустик трансформаторнинг ишлаш принципини тушунтиринг.

**ЭЛЕКТРОДИНАМИК МИКРОФОН. ЭЛЕКТР ЭКВИВАЛЕНТ
СХЕМАСИ. СИҒИМЛИ ВА ТАСМАЛИ МИКРОФОНЛАР.
РАДИОКАРНАЙЛАР. РАДИОКАРНАЙЛАРНИНГ АСОСИЙ ТЕХНИК
ТАВСИФЛАРИ. ЭЛЕКТР ЭКВИВАЛЕНТ СХЕМАСИ. ТЎҒРИДАН-
ТЎҒРИ НУРЛАТУВЧИ РАДИОКАРНАЙЛАРНИНГ ЭШИТТИРИШ
ЧАСТОТА ДИАПАЗОНИНИ КЕНГАЙТИРИШ УСУЛЛАРИ.
АКУСТИК ТИЗИМЛАР.**

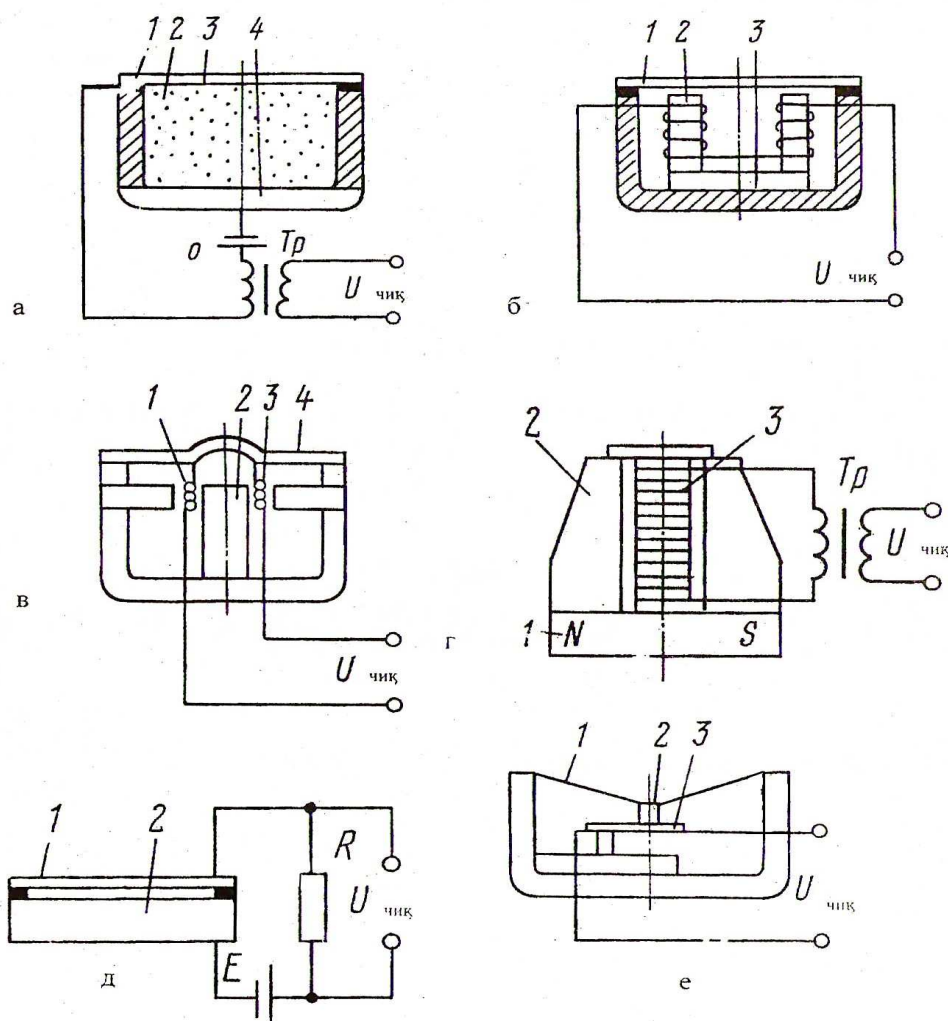
Маъруза режаси:

1. Электродинамик микрофон
2. Радиокарнайларнинг асосий техник тавсифлари
3. Тўғри нурлатувчи радиокарнайларнинг эшиттириш частота диапозонини кенгайтириш усуллари
4. Пастки частоталар области
5. Фазаинвертор
6. Акустик экран
7. Товуш ғалтаги индуктив қаршилигини компенсациялаш
8. Акустик тизимлар

Электродинамик микрофон

Товуш эшиттиришда **электродинамик** микрофоннинг энг кўп тарқалган икки: ғалтакли ва тасмали турлари қўлланилади. Электродинамик ғалтакли микрофон, ҳалқа магнит тизими тирқиши 1 да (4.1и- расм) қўзғалувчи ғалтак 3 диафрагма 4 билан бириктирилган. Диафрагмага товуш босими таъсир этганда у қўзғалувчи ғалтак билан биргаликда тебранади. Натижада, ғалтак ўрамларида микрофоннинг чиқиш кучланиши пайдо бўлади. Ғалтакли микрофон конструктив мустаҳкам, ишлаши барқарор, частота диапозони кенг, аммо частота тавсифининг нотекислиги нисбатан катта.

Тасмали электродинамик микрофоннинг тузилиши ғалтакли мпкрофондан бир мунча фарқланади (4.1г - расм). Магнит тизими икки қутбли 2 ўзгармас магнитдан иборат бўлиб, улар, орасида енгил ва ингичка (2 мкм) гофрланган (букланган) алюмин тасма 3 тортилган. Тасманинг икки томонига товуш босими таъсир этганда у тебранади ва ўзгармас магнит куч чизиқларини кесиб ўтади,



4.1 - расм. Ҳар хил турдаги микрофонларнинг схемалари келтирилган

натижада тасманинг учларида кучланиш пайдо бўлади. Тасманинг қаршилиги кичик бўлганлиги сабабли, уловчи симларда тушиш кучланишини камайтириш мақсадида, тасма учларидаги кучланиш, унга бевосита яқин жойлаштирилган кучайтирувчи трансформатор (Tr) нинг бирламчи ўрамига узатилади. Тасмали микрофон юқори сезгирликка эга, частота диапазони кенг ва частота тавсифининг нотекислиги жуда кичик.

Камчилиги нисбатан ўлчамининг катталиги ва очик майдонларда ишлатиш тавсия этилмайди, чунки “елвизак” дан кўрқади

Радиокарнайлар

Радиокарнайларнинг асосий техник тавсифлари

Радиокарнайлар -электр тебранишларни акустик тебранишларга айланти-радиган ўзгартиргич. Радиокарнайларнинг кўп турларида электр

энергияси акустик энергияга ўзгартирилади. Реле принципига асосланган, шундай радиокарнайлар тури борки, (масалан, пневматик радиокарнайлар) уларда акустик ёки механик тебранишлар таъсирида ҳаво оқимининг доимий энергияси акустик энергияга ўзгартирилади.

Радиокарнайларнинг ишлаши қуйидаги техник кўрсаткичлар билан баҳоланади.

Номинал қувват $P_{нк}$ — механик ва иссиқлик чидамлилиги ва берилган қийматидан катта бўлган нозичлики бузилишлар билан чекланган радиокарнай киришига бериладиган максимал электр қувват. У, одатда, радиокарнай паспортидаги қийматдан кичик. Бундай қувват таъсирида радиокарнай узоқ вақт ишлаганда бузилмаслиги керак.

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

Акустик (ишчи) марказ — нурлаткичнинг нурлатиш тирқишини геометрик симметрия маркази. Радиокарнайларнинг акустик ўқ одатда, геометрик симметрия ўқи билан мос. Ишчи марказда нурланиш максимал қийматга эга. Мураккаб нурлаткичлар учун ишчи марка унинг характеристикасида кўрсатилади. Радиокарнайнинг эффектив эшиттириш частота диапазони ва характеристикасининг нотекислиги ишчи ўқида ўлчанган амплитуда- частота характеристикаси бўйича аниқланади.

Ўртача товуш босими $P_{ўрт}$ — эркин майдонда берилган нуқтада маълум частота диапазонида радиокарнай ривожлантираётган товуш босимининг ўртача квадрат қиймати.

Ўртача стандарт товуш босими $P_{ст}$ — ишчи ўқи марказидан 1м масофада радиокарнай киришига 0,1 Вт қувватга тенг кучланиш берилганда, номинал частота диапазонида радиокарнай ривожлантираётган ўртача товуш босими.

Характеристик сезгирлиги E_y — ишчи марказидан 1м масофада радиокарнай киришига 1,0 Вт қувватга тенг кучланиш берилганда, номинал частота диапазонида радиокарнай ривожлантираётган ўртача товуш босими $P_{ўрт}$ радиокарнай киришига бериладиган электр қуввати $P_{эл}$ илдиз ости нисбатига тенг.

$$E_x = p_{ўрт} / \sqrt{P_{эл}} = p_{ном} / \sqrt{P_{ном}} = p_{ўрт} / \sqrt{0,1}. \quad (4.1)$$

Характеристик сезгирлик билан ўртача стандарт товуш босими тўғридан - тўғри боғланган:

$$p_{ст} = E_x \sqrt{0,1} \quad (4.2)$$

Кириш қаршилиги - $\Gamma_{кнр}$ частотага боғлиқ бўлганлиги учун маълумотномаларда номинал электр қаршилиқ берилади.

Йўналганлик тавсифи - эркин майдонда ишчи марказидан бир хил масофадаги нуқтада радиокарнай ривожлантираётган товуш босими P_e , радиокарнай ишчи ўқи ва унга йўналтирилган бурчагига боғлиқлиги. Одатда, бу тавсиф ишчи ўқи товуш босимига нисбати билан меъёрланади

$$D(\theta) = \frac{P_{\theta}}{P_{\text{ўки}}} \quad (4.3)$$

Ночизикли бузилишлар коэффиценти - берилган частоталарда радиокарнай киришига номинал қувватга мос синусоидал кучланиш бериб ўлчанади.

Фойдали иш коэффиценти - радиокарнай нурлатаётган акустик қувват P_a ни радиокарнай киришига берилган электр қуввати $P_{\text{э}}$ нисбатига тенг:

$$\eta = \frac{P_a}{P_{\text{эл}}} \quad (4.4)$$

Акустик ўқи бўйича сезгирлиги қуйидагича ифодаланади:

$$E_{\text{ўк}} = \frac{P_1}{U} = \frac{P_1}{v_m} \cdot \frac{v_m}{F} \cdot \frac{i}{U}, \quad (4.5)$$

бу ерда:

$\frac{P_1}{v_m}$ - акустик сезгирлик;

$\frac{v_m}{F} = \frac{1}{Z_m}$ - механик сезгирлик;

$\frac{F_1}{K_{\text{эмб}}}$ - электромеханик боғланиш коэффиценти;

$i/U = Z_{\text{эл}}$ - электр тавсифи;

Z_m - қўзғалиш тизимининг тўла механик қаршилиги;

P_1 - радиокарнайдан 1 м масофадаги товуш босими;

U - радиокарнайга берилаётган кучланиш.

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

Турлари бўйича: диффузорли, рупорли ҳамда якка турдаги ва гуруҳли радиокарнайларга бўлинади. Электростатик ўзгартириш тури бўйича: конденсаторли, электретли ва пьезорадиокарнайларга бўлинади. Релели турига пневматик радиокарнайлар киради.

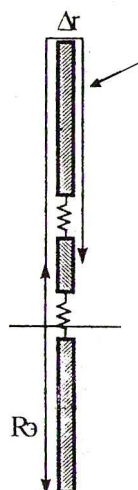
Тўғри нурлатувчи радиокарнайларнинг эшиттириш частота диапазонини кенгайтириш усуллари

Пастки частоталар области. Юқорида айтиб ўтилганидек, пастки частоталарда бўладиган бузилишларнинг асосий сабаби акустик қисқа туташув.

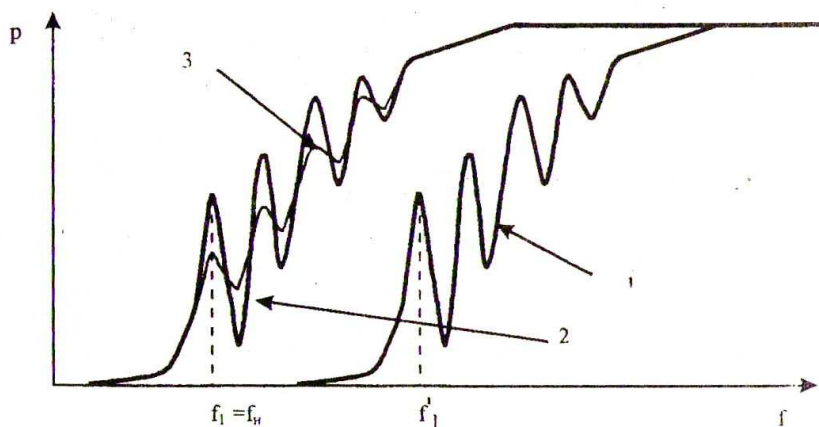
U билан курашиш мақсадида радиокарнайлар турлича акустик жиҳозланади. Улардан айримларини кўриб чиқамиз.

Акустик экран. Бу турдаги акустик жиҳозлаш маълум ўлчамдаги шчит бўлиб унга нурлатувчи каллак ўрнатилган (4.2-расм). Бундай

экраннынг қўлланилиш ғояси шундаки, унинг ёрдамида тескари тўлқин йўли Δr шундай ошириш керакки биринчи тебраниш (f_1 частота, 4.2-расм) ишчи диапазоннинг пастки частотаси f_n да бўлсин. Шунда 4.2- расмда келтирилган частота тавсифи графиги (1 эгри чизик), паст частоталар томон чапга силжиб f_n ва f_1 мос тушади.



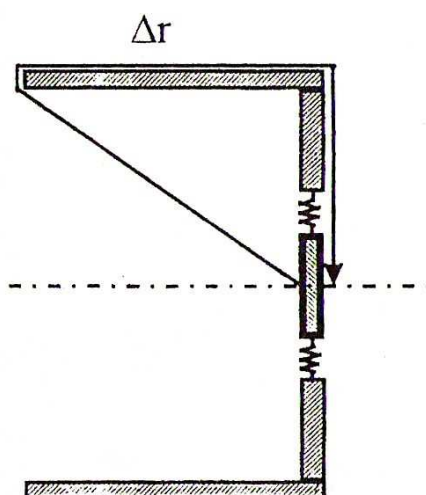
4.2-расм. Нурлатувчи каллак экранга жойлаштирилган



4.3-расм. Нурлатувчи каллакнинг частота тавсифи: 1- экрансиз; 2-каллак симметрик экранда; 3 -каллак носимметрик экранда.

Айтайлик 50 Гц частотани самарали нурлатиш учун думалок экран радиуси $R_0 = \lambda/4 = 6,8/4 = 1,7$ м тенг бўлиши керак. Таби ийки бундай ўлчам ўта ноқулай. Шунинг учун кичик ўлчамли экранлар қўлланилади. Экраннынги ўлчамини кичрайтириш мақсадида унинг орқаси очик кути сифатида бажарилади 4.4-расм.

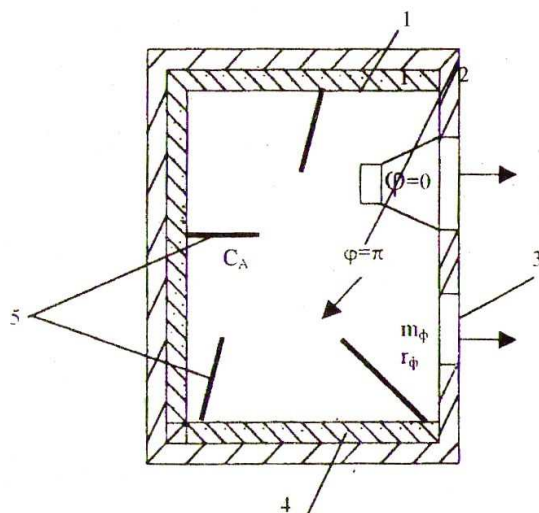
Бундай экранларга телевизор ва радиоқабулқилгич қутилари киради.



4.4-расм. Радиокарнай симметрик экранда

Фазаинвертор. Пастки частоталарда - радиокарнай сезгирлигни фазаинвер-тор ёрдамида ошириш мумкин.

Фазаинвертор 4.4- расм, махсус ўлчамли қути 1 бўлиб, унга радиокарнай 2 ўрнатилган, қутининг олд томонида радиокарнай юзасига тенг тешик 3 бор, нурлатгичнинг орқа томонга нурлатаётган тўлқинлари ташқарига шу тешик-дан чиқади. Қутининг ҳажми ва тешиги параллел уланган қути эгилувчан-лиги C_k , массаси m_ϕ ва қаршилиқ r_ϕ иборат резонаторни ташкил этади, 4.5а- расм.

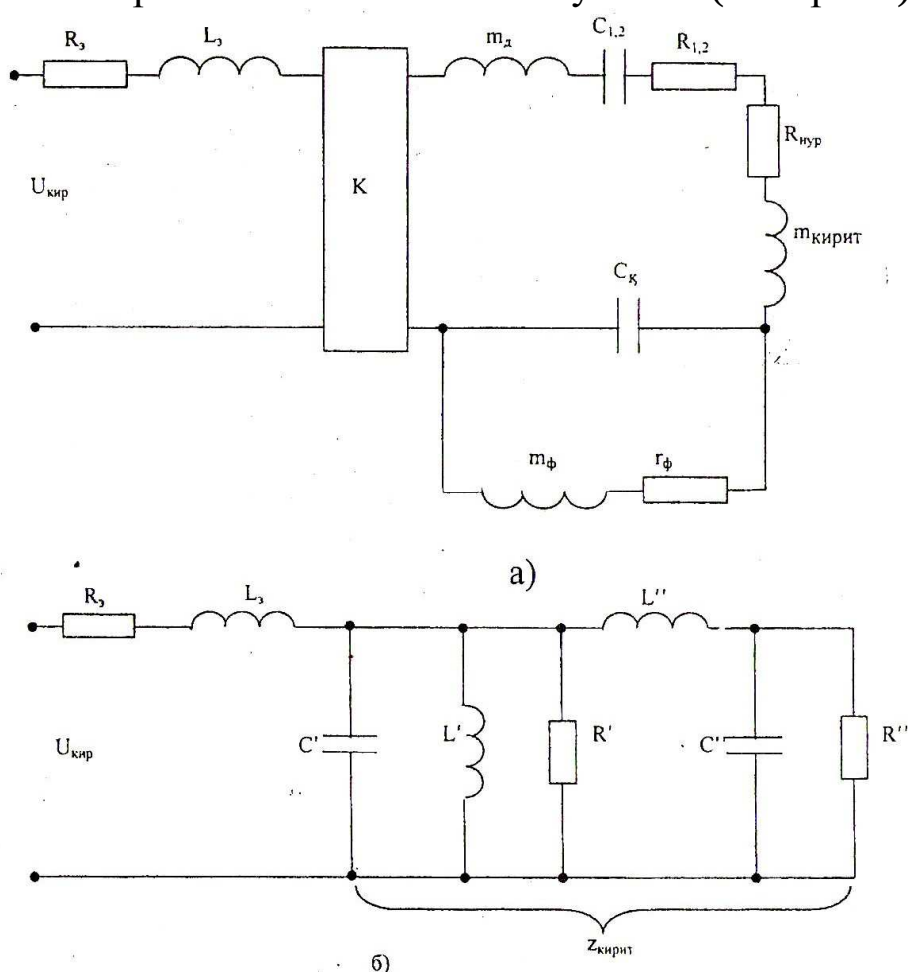


4.5- расм. Фазаинвертордаги радиокарнай, 1- қути; 2- радиокарнай; 3- инвертор тирқиши; 4-товуш сўндирувчи материаллардан ички қоплама; 5-тўсиқлар,

m_ϕ масса ташқи муҳит билан биргаликда тебранаётган қути тешигидаги ҳаво массасига тенг, r_ϕ актив қаршилиқ эса, ҳаво

массасини кути тешиги деворла-рига ишқаланишдаги йўқолишни ва нурланиш қаршилиги ўз ичига олади.

Қутининг ички деворлари сўндирувчи материаллар билан қопланади. Радиокарнай олд нурланиш фазасини фазоинвертор тиркишидан чиқаётган нурлатиш фазасига мослаш мақсадида кути деворларига махсус тўсиқлар ўрнатилади. Бундай резонатор частотасини қўзғолйвчи тизимнинг механик резонанси частотаси ω_m тенг қилиб танлайдилар. Натижада, иккита, кетма -кет резонансли $(m_d + m_{кир}); C_{1,2} (r_{1,2} + R_{нур})$ ва параллель C_k, m_ϕ, r_ϕ элементлар- дан иборат механик резонанс тизимига эга бўламиз (4.6а-рasm).

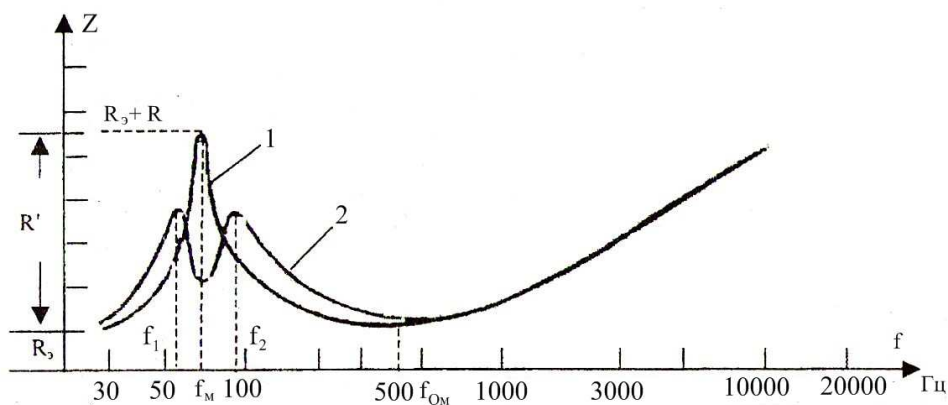


4.6- расм. Фазаинвертордаги радиокарнайнинг кириш қаршилиги схемаси а) электромеханик ўхшашлик схемаси; б) элетр-эквивалент схемаси

4.6 б-расмда радиокарнай электр кириш қисмига келтирилган эквивалент схема берилган. Бу схемани 4.7 б- расм билан солиштирганда

қўшимча $L'' = B^2 \ell^2 C_k$, $C'' = m_\phi / B^2 \ell^2$ ва $R''_\phi = B^2 \ell^2 / r_\phi$, звенолар пайдо бўл-ганлигини кўрамиз. 4.7- расмда фазоинверторсиз ва

фазоинвертордаги электродинамик радиокарнайнинг тўла кириш қаршилиги модули частота тавсифлари келтирилган.



4.7- расм. Радиокарнайнинг тўла кириш қаршилиги модулининг частота тавсифи: 1 фазоинверторсиз; 2- фазоинверторда

Радиокарнай фазоинверторга жойлаштирилганда унинг тўла кириш қарши-лиги модулининг частота тавсифи икки урқачли эгри чизик кўринишида бўлади, яъни радиокарнай механик частота резонансидан пастда f_1 ва ундан юқори f_2 частоталарда иккита максимум чўққи ҳосил бўлади. Шунинг учун радиокарнай кириш қаршилиги механик резонансида чўкма ва ундан паст ва юқори частоталарда эса, иккита максимум (чўққи) бўлади, 4.7-расмдаги 2 эгри чизик.

Пастки $f_1 < f_m$ резонанс қўзғолувчи тизимнинг $C_{1,2}$ эгилувчанлиги ва m_ϕ массаси билан, юқори $f_2 > f_m$ эса, қўзғолувчи тизимнинг барча массаси m ва қутидаги ҳаво эгилувчанлиги C_k билан аниқланади. Резонансининг f_1 частотада пайдо бўлиши узатиш диапазони пастки чегарасини бир мунча кенгай-тиради. Бундан ташқари, f_2 резонанс частотада қути тешигидаги тебраниш фазаси қути юзасидаги диффузор тебраниши фазаси билан мос бўлади, яъни инвертор фазани 180° буради, диффузорнинг олд ва орқа томонларидаги нурланувчи тўлқин фазалари 180° фарқланади. Бунинг натижасида диффу-зорнинг орқа томонга нурланиши олд нурланишга қўшилади. Механик частота резонансида инвертор фазани фақат 90° буради, шунинг учун орқа томонга нурланиши олд томон нурланишига озроқ қўшилади, f_1 частотада эса, умуман қўшилмайди. Шунинг учун **фазаинвертор радиокарнай сезгир-лигини механик резонансдан юқори частоталарда оширади.**

Диффузорли радиокарнайларнинг йўналганлик диаграммаси у жойлаш-ган экран ёки қути ўлчамларига боғлиқ бўлган ҳолда

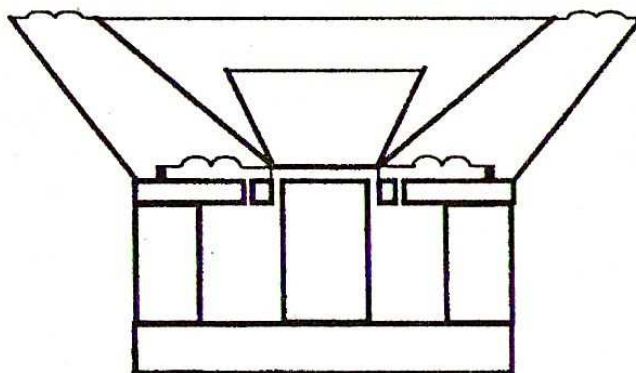
нулинчи ёки биринчи тартибдаги поршен нурлатгичлари характеристикалари каби аниқланади.

Диффузорли радиокарнайларнинг фойдали иш коэффиценти механик тизи-ми қаршилиги ҳавонинг акустик қаршилиги билан мослашмаганлиги туфайли жуда кичик, $\eta = 0,3 \div 0,7\%$ холос.

Радиокарнай сезгирлиги частота характеристикаси нотекислигини камай-тириш, фойдали иш коэффиценти оширишнинг бир неча усуллари мавжуд, улардан: икки диффузорли радиокарнай, рупорли конструкция, секцияланган рупор, товуш колонкалари, паст, ўрта ва юқори частота полосали фильтр-лардан фойдаланиш, товуш ғалтагини демпферлаш ва бошқа усуллари мавжудки, уларни қўллаш натижасида радиокарнай техник кўрсаткичлари бир мунча яхшиланади.

Юқори частоталар области. Икки конусли каллақлар. Юқори частота-ларда ишчи частота диапазоини кенгайтириш мақсадида иккиконусли каллақлар қўлланилади.

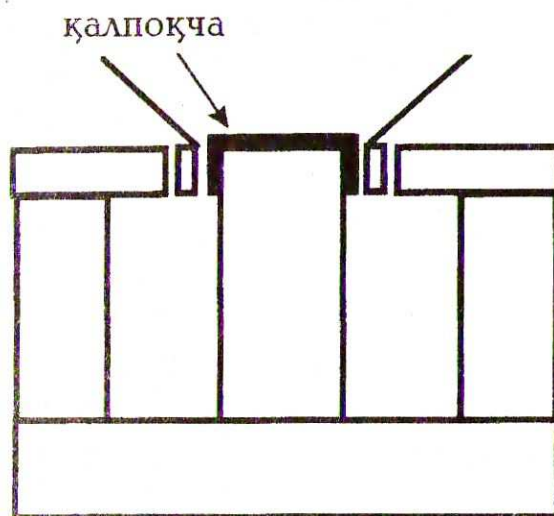
Кичик диффузорга махсус ишлов берилиши ва конус бурчагининг кичиклиги туфайли унинг конструкцияси қаттиқ. Паст частоталарда иккала конус бир бутундек ишлайди $600 \div 1000$ Гц бошлаб юқори частоталарда катта диффузор юзаси секин-аста зоналарга бўлиниб кичик амплитудада тебранабошлайди. Энг юқори частоталарда катта диффузорнинг товуш ғалтагига яқин зоналари самарали қўзғола бошлайди ва қўғолиш секин-аста кичик диффузорга ўтади.



4.8-расм. Қўшимча диффузорли каллақ

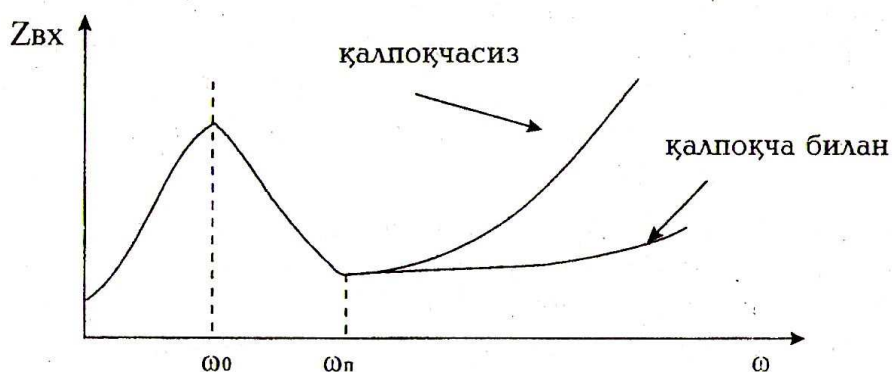
Шундай конструкция ҳисобига самарали нурланиш частота диапазо-нини $12 \div 15$ кГц гача кенгайтириш имкони туғилади.

Товуш ғалтаги индуктив қаршилипши компенсациялаш. Товуш ғалтагининг индуктив қаршилиги ошиши эффектнининг олдини олиш мақсадида, керннинг юқори қисмига мисдан ясалган қалпоқча кийгизилади (4.9- расм). Қиска туташган қалпоқча товуш ғалтаги билан индуктив боғланган. Қалпоқчада илашган ўзгарувчан ток ҳосил қилган магнит оқими товуш ғалтаги токи ҳосил қилган магнит оқимиға қарама -қарши йўналти-рилган. Бу товуш ғалтаги индуктивлигини камайишиға эквивалентдир. Паст частоталарда ўзаро индукциянинг электр юритувчи кучи кичик, ва қалпоқча ғалтак қаршилигига қеч қандай таъсир кўрсатмайди.



4.9-расм. Керн учигади қалпоқча

Частота ошиши билан ўзаро индукция ЭЮК ортади қалпоқча ҳосил қилаёт-ган магнит оқими ҳам ошади. Натижада, товуш ғалтагининг индуктив қарши-лиги сезиларли камаяди (4.10-расм). Компенсацияловчи қалпоқчанинг қўлла-нилиши товуш босимини 2 кГц бошлаб 5÷7 дБ оширади.



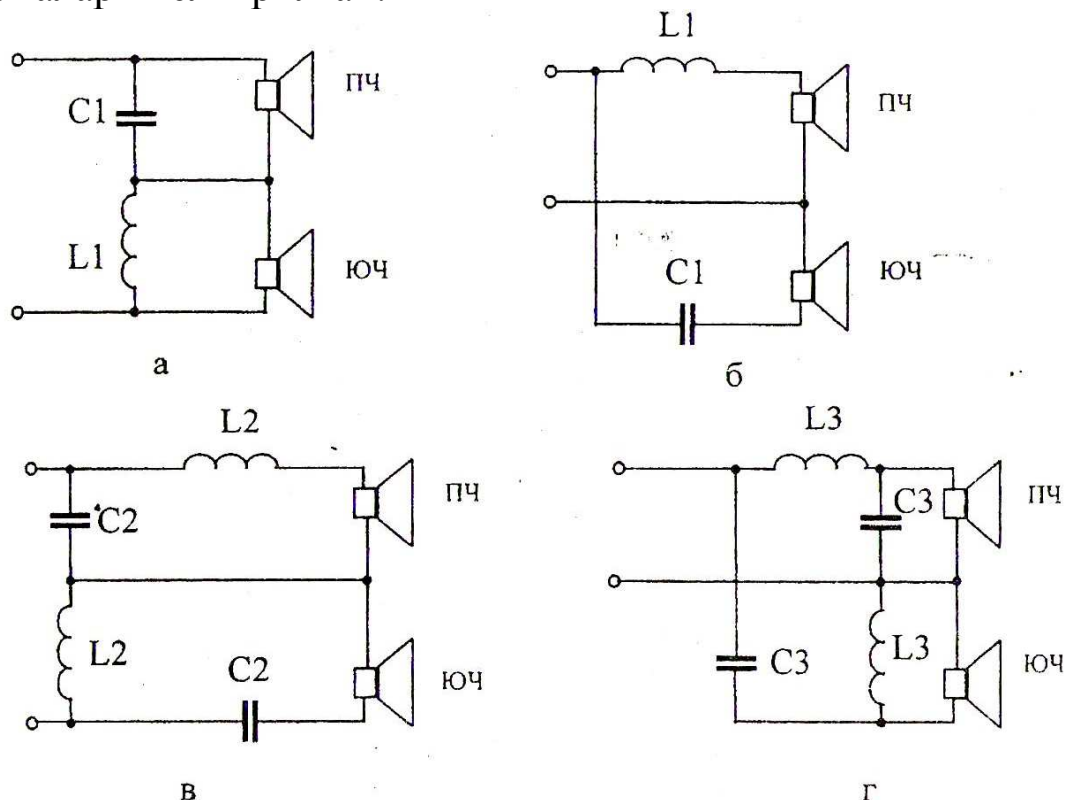
4.10- расм. Каллакнинг кириш қаршилиги частота тавсифига компен-сацияловчи қалпоқчанинг таъсири

Акустик тизимлар

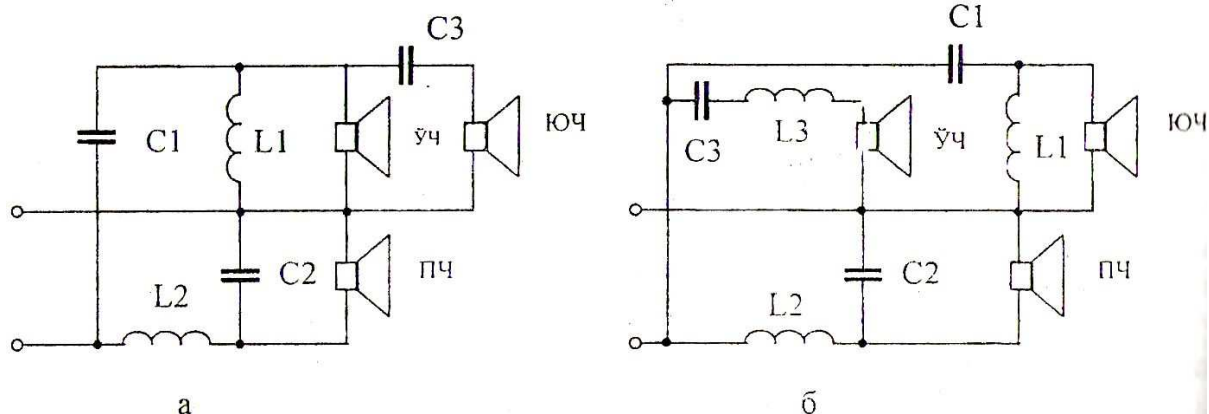
Олдинги бўлимларда радиокарнайларга нисбатан бир - бирига қарама - қарши талаблар қўйилган эди. Паст частоталарни самарали эшиттириш учун катта юзага эга бўлган поршен зарур, юқори частоталарни самарали эшиттириш учун эса, кичик поршен зарур. Бу масаланинг ечими эшиттириш частота диапазонини бир неча полосаларга бўлишдир. Ҳар бир полоса алоҳида каллакда эшиттирилади. Каллаklar конструктив акустик агрегатларга бириктирилади ва улар **акустик тизимлар** деб аталади. Ҳозирги вақтда икки ва уч полосали акустик тизимлар мавжуд. Икки полосали тизимлар учун $300 \div 500$ Гц ёки $2000 \div 4000$ Гц полосалар танланади. Уч полосали акустик тизимлар учун эса, $400 \div 4000$ Гц чегараларида танланади.

Бунда битта - иккита паст частотали, битта ёки иккита ўрта частотали ва битта - иккита юқори частотали радиокарнайлар қўлланилади. Полосаларни бўлиш учун электр филтрлари ёки кроссоверлар қўлланилади.

4.11-расмда икки полосали ва 6.36-расмда уч полосали тизим схемалари келтирилган.



4.11 - расм. Икки полосали тизимларнинг бўлувчи филтр схемалари а, в - каллаklar кетма -кет уланган; б, г - параллель уланган.



4.12 -расм. Уч полосали тизим филътр схемалари

Назорат саволлари

1. Радиокарнайларнинг асосий техник тавсифларини санаб ўтинг.
2. Қандай нурлатгичларни биласиз?
3. Электродинамик радиокарнайларда нозикли бузилишлар ва уларни бартараф сабабларини этиш йўллариини 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 тўла кириш қаршилиги модулини частотага боғлиқлик графигини чизинг ва тушунтиринг
10. Радиокарнайнинг частота диапазонини кенгайтириш усуллариини тушунтиринг.
11. Акустик тизимларнинг қандай афзалликлари бор?
12. Микрофон ва радиокарнайларнинг асосий техник параметлари қандай шароитларда ўлчанади?

ЭЛЕКТРОМЕХАНИК ТИЗИМЛАР ВА ЭЛЕМЕНТЛАР ЭЛЕКТРОМЕХАНИК ЎЗГАРТИРИШ

Маъруза режаси:

1. Электромеханик тизимлар ва элементлар
2. Электромеханик ўзгартириш
3. Чизиқли ўзгартиргичларнинг умумий тенгламаси
4. Электростатик ўзгартиргичлар

Электромеханик тизимлар ва элементлар Электромеханик ўзгартириш

Эшиттириш товушларини узатиш, овоз эшиттириш электр канали орқали амалга оширилади, овоз эшиттириш электр каналининг бошида акустик энергияни электр энергияга ўзгартирадиган **ўзгартиргич – микрофон** чиқишида эса, электр энергияни акустик энергияга ўзгартирадиган **ўзгартиргич - радиокарнай** ўрнатилган. Сигналларни бир шаклдан иккинчи шаклга ўзгартирадиган бошқа аппаратлар тури ҳам мавжуд. Масалан: граммофон пластинкасидаги ёзувни қайта эшиттирганда адаптер, игнанинг механик тебранишини электр кучланишга; кулоқ телефони, кулоқ эшитиш йўлакчасида телефонга берилган товуш частота тонини товуш босимига ўзгартиради.

Сигналларни бир турдан иккинчи турга ўзгарадиган аппаратлар **электромеханик ўзгартиргичлар** деб аталади.

Агарда ўзгартиргич, электр энергияни механик энергияга айлантирса бу - **ўзгартиргич-двигатель**. Агарда, ўзгартиргич механик энергияни электр энергияга ўзгартирса, бундай ўзгартиргич **ўзгартиргич - генератор** деб аталади.

Ўзгартиргич- двигательга радиокарнайлар, ўзгартиргич-генераторга микрофонлар мисол бўла олади. Электроакустика фанининг асосий вазифаси тузилиши ва белгиланиши турларига қараб товуш частотаси тебранишларини электромеханик ўзгартирувчи асбобларни лойиҳалаш ва ҳисоблашдан иборат.

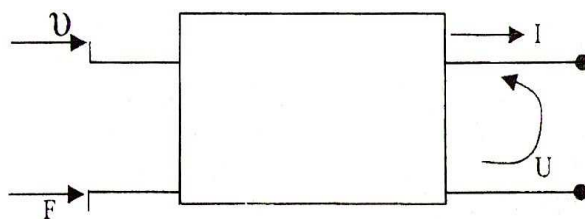
Ўзгартиргичларнинг умумий назарияси тўрт қутбликлар назариясига асосланади.

Чизиқли ўзгартиргичларнинг умумий тенгламаси

Акустик сигналларни электр сигналларга ва аксинча, электр сигналларни акустик сигналларга ўзгартириш эшиттириш каналининг узатиш ва қабул қилиш томонларида амалга оширилади. Юқорида айтилгандек, яна бир бор бундай ўзгартиришларни амалга оширадиган аппаратлар, **электромеханик ўзгартиргичлар** деб аталади, яъни механик тебранишларни электр тебранишларга айлантирадиган ўзгартиргичлар- **генератор**, электр тебранишларни механик тебранишларга айлантира ўзгартиргичлар- **двигатель** деб аталади.

Сигналларни ўзгартириш нозизиқли бузилишларга олиб келмаслиги учун, эшиттириш техникасида қўлланиладиган электромеханик ўзгартиргичлар етарли аниқликда чизиқли ўзгартириш шартини қаноатлантириши керак. Бу шарт вақт бўйича ўзгарувчан қиймат, ўзгартиргичнинг икки томонидаги электр ва механик сигналлар ўзаро чизиқли тенгламалар билан боғланган.

Шартли равишда ўзгартиргичнинг айнан ўзгартиришни амалга оширадиган қисмига бир томондан кучланиш улаш, иккинчи томонини ташқи куч таъсир этиш ёки механик юклама улаш учун муаллақ стержни бўлган қурилма сифатида қабул қиламиз (5.1 - расм). Бундай қурилманинг ишлаш принципи вақт бўйича тўрт қутбликнинг қийматлари ўзгариши билан белгиланади: электр томонида кучланиш V ва ток I , механик томонида эса, куч F ва тебраниш тезлиги U .



5.1- расм. Электромеханик ўзгартиргичнинг умумий схемаси

Бунда ток I ва кучланиш V йўналишлари ўзгартиргичнинг кириш қисмидан чиқиш томонига йўналган бўлса ишораси мусбат агарда, куч ўзгартиргич томон йўналган бўлса, ишораси - мусбат, кучланишнинг йўналиши, ўзгартиргичнинг электр томони қисми бўлганда, йўналиш соат стрелкасига мос бўлса - мусбат агарда, электр томони чиқиш қисми бўлса ва соат стрелкасига тескари бўлганда - мусбат деб қабул қилинади. Демак, ўзгартиргичнинг 5.1-

расмдаги кўринишида чап томони кириш ва унинг ўнг томони чиқиш қисми ҳисобланади.

Стационар режимда, ҳамма ўзгарувчан (U, I, F, V) қийматлар вақт бўйича, яъни $e^{j\omega t}$ ўзгарса, улар ўртасидаги чизиқли нисбатларни алгебраик тенглама кўринишида ёзиш мумкин.

$$\begin{cases} U = ZI + K_1 V \\ F = K_2 I + ZV \end{cases} \quad (5.1)$$

Тенгламадаги коэффицентлар маъносини аниқлаймиз.

1) Биринчидан тенглама (4.1) дан

$$Z = \left(\frac{U}{I} \right)_{v=0} \quad (5.2)$$

Z умумий ҳолда тормозланган (тўхтатилган) ўзгартиргичнинг комплекс электр қаршилиги, яъни ўзгартиргичнинг механик томони тўхтатилганда ($V=0$) ўлчанган қаршилиқ.

2) Иккинчидан (4.1) тенгламадан

$$Z = \left(\frac{F}{V} \right)_{i=0} \quad (5.3)$$

Механик тизимлар тебраниши назариясига биноан таъсир кучнинг стационар режимда куч таъсир этаётган нуқта тезлигига нисбати, тизимнинг механик қаршилиги деб аталади (ўлчов бирлиги $1 \cdot 10^{-3}$ Нс/м) (5.3) формуладаги Z - ўзгартиргичнинг электр томони салт юриши режимидаги механик томонида ўлчанган қаршилиқ.

$$3) \text{ Учинчидан (5.1) тенгламадан } K_1 = \left(\frac{U}{V} \right)_{i=0}, K_2 = \left(\frac{F}{I} \right)_{v=0}, \quad (5.4)$$

қийматлар қурилма бажараётган электромеханик ўзгартиришни белгилайди ва **электромеханик боғланиш коэффиценти** деб аталади. Электромеханик боғланиш коэффицентлари, энергияларнинг ўзгартирилиш кўламини аниқлайди.

Кўпчилик электромеханик ўзгартиргичлар қайтариловчан, яъни улар ўзгартиришни икки томонлама бажаради. Қайтарилмайдиган ўзгартиргичлар тури кам, уларга кўмирли микрофонлар мисол бўлаолади.

Ишлаш принцига қараб ўзгартиргичлар индуктивли ва сиғимли ўзгартиргичларга бўлинади:.

Индуктивли ўзгартиргичларда силжитувчи куч тоқларнинг ўзаро таъсири туфайли пайдо бўлади, электр юритувчи куч эса, магнит оқими ўзгаришига боғлиқ.

Сигимли ўзгартиргичларда силжитувчи куч зарядларнинг ўзаро таъсири натижасида пайдо бўлади, ҳосил бўлган ўзгарувчан кучланиш эса, сигимларнинг ўзгариши натижасидир. **Пьезоэлектрик ўзгартиргичларни** алоҳида гуруҳга киритадилар аммо, расмий равишда улар сигимли турдаги ўзгартиргичларга киради.

Электростатик ўзгартиргичлар

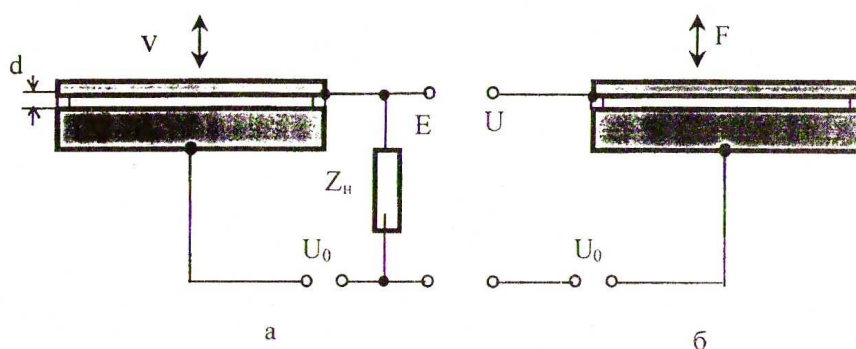
Электростатик ўзгартиргичларнинг ишлаш принципини электростатик майдон қонунларидан фойдаланиб тушунтириш мумкин.

Агарда, қопламаларида доимий кучланишли U_0 конденсатор олиб ва битта қопламасига ўзгарувчан тезлик V таъсир этсак (5.2а-расм), унда конденсаторда ўзгарувчан ЭЮК ҳосил бўлади

$$E = \frac{U_0 V}{j \omega d} \quad (5.5)$$

d —тебраниш бўлмагандаги конденсатор қопламалари орасидаги масофа; ω - тебраниш частотаси.

Ҳақиқатан, конденсатор қопламалари оралиғини ўзгартириш унииг сигимини ўзгартиради, ўз навбатида конденсатор зарядини ўзгартиради. Конденсаторли микрофоннинг ишлаши шу принципга асосланган.



5.2-расм. Конденсатор туридаги микрофон

Конденсаторга уланган ўзгарувчан кучланиш $U \sim$ таъсирида ундан ўзгарувчан ток I оқади, унда конденсатор қопламларидаги ўзгарувчан куч қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$F = \frac{U_0 I}{j \omega d} \quad (5.6)$$

Конденсаторли (электростатик) радиокарнайларларнинг ишлаши ҳам шу принципга асосланган.

(5.5) ва (5.6) формулалардан сиғимли (электростатик) тизимларнинг **электромеханик боғланиш коэффициентини** аниқлаш мумкин.

$$K_{\text{бог}} = \frac{F}{I} = \frac{E}{V} = \frac{U_0}{j\omega d} \quad (5.7)$$

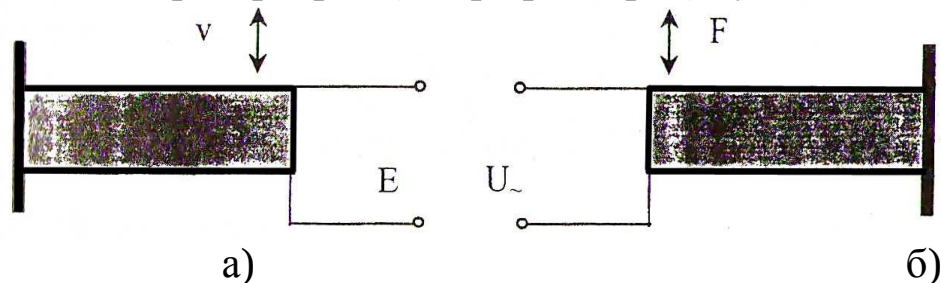
Электромеханик боғланиш коэффициентининг мавҳум қиймати шуни кўрсатадики, куч ва ток фазаси бўйича 90° га силжиган.

Электромеханик боғланиш коэффициентининг узатилаётган частота тебранишларига боғлиқлигига эътиборни қаратиш лозим. Ночизикли бузилишлар содир бўлмаслиги учун $U_0 \gg U$ шарти бажарилмоғи лозим.

Агарда кристалл пластинкасини деформацияласак, масалан, пластинканинг бир учини ташқи куч таъсирида V тезликда тебранишга мажбур қилсак (4.3а - расм), унда унинг электродларида ўзгарувчан ЭЮК E пайдо бўлади:

$$E = \frac{kl^2 v}{j\omega h^2}, \quad (5.8)$$

бунда l, h - пластинканинг узунлиги ва қалинлиги, k - пьезоэффект коэффициенти. Бу ходиса **тўғри пьезоэффект** деб аталади ва ўзгартиргич - генераторларда (микрофонларда) қўлланилади.



5.3- расм. Пьезоэлектрик турдаги ўзгартиргич

Агар, бундай пластинканинг электродларига ўзгарувчан I токни пайдо қилувчи $U_{\sim}$ кучланиш берсак (5.3б- расм), унда F куч пайдо бўлиб пластинка V тезликда тебранади:

$$F = \frac{kl^2 v}{j\omega h^2} \quad (5.9)$$

Бу ходиса **тескари пьезоэффект** деб аталади ва ўзгартиргич двигательларда (радиокарнайларда) қўлланилади. Пьезоэлектрик

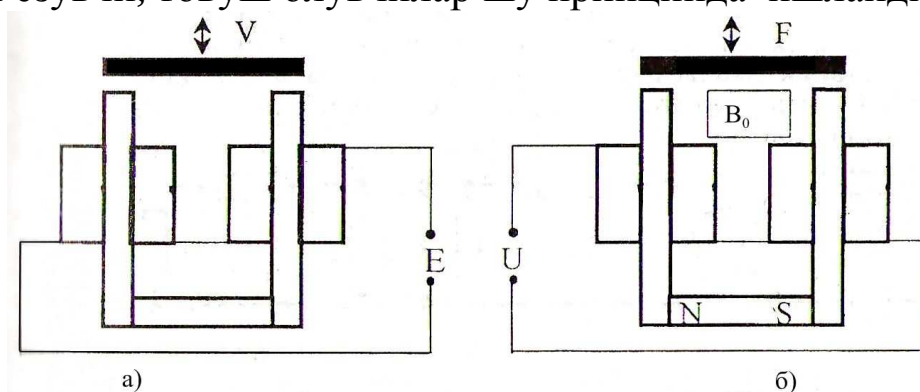
Ўзгартиргичларнинг эгилувчан деформацияли боғланиш электро-механик коэффиценти қуйидагича аниқланади:

$$K_{\text{бог}} = \frac{kl^2}{\omega h^2} \quad (5.10)$$

Агар, ферромагнит материалдан ясалган мембранани ўзгармас магнитнинг учига яқинлаштирсак ёки узоқлаштирсак (5.4а - расм), яъни ғалтак ўзагидан оқаётган магнит оқимини ўзгартирсак, ғалтакларда ЭЮК индукцияланади:

$$E = B_0 L_K v n S, \quad (5.11)$$

бунда, n - ғалтак ўрамлари сони; B_0 - магнит занжирдаги индукция; L_K - ғалтак индуктивлиги. Электромагнит микрофонлар ва механик товуш ёзувчи, товуш олувчилар шу принцида ишлайди.



5.4-расм. Электромагнит туридаги ўзгартиргичлар

Ғалтакларга уларда ток I пайдо этувчи ўзгарувчан $U_{\sim}$ кучланиш уласак (5.4б - расм), унда $B_{\sim} \ll B_0$ шартида мембранага ўзгарувчан куч таъсир этади.

$$F = B_0 L_r I n S, \quad (5.12)$$

Электромагнит радиокарнайлар ва телефонлар шу принцида ишлайди. Электромагнит тизимидаги электро-механик ўзгартиргичнинг электро-механик боғланиш коэффиценти

$$K = B_0 L_r n S \quad (5.13)$$

Ўзгартиргич - двигательнинг тўла электр қаршилиги:

$$Z = Z_0 + \frac{K^2}{Z_0 + Z} = Z_0 + Z_{\text{кир}} \quad (5.14)$$

$Z_{\text{кир}}$ - киритилган электр қаршилик. Ўзгартиргичнинг хусусий электр қаршилиги Z_0 механик қисмнинг реакцияси натижасида

$Z_{\text{кпр}} = \frac{K^2}{Z_0 + Z}$ қийматга ошади, бу қиймат **киритилган электр қаршилик** деб аталади. Унинг физик маъноси шундан иборат. Агар, магнит майдонидаги симга кучланиш берсак, унда ҳосил бўлган ток кучи симнинг ҳаракатланишига сабабчи бўлади. Аммо, ўзгартиргичнинг қайтарилувчанлиги ҳисобига симнинг ҳаракати шу симда ЭЮК пайдо этади. Кейинги ЭЮК индукция қонунига асосан «ўзини пайдо этган кучга қаршилик қилади» ва кўпинча уни **тескари ЭЮК** деб атайдилар, чунки у берилган кучланишга қарши йўналтирилган. Шунинг натижасида ток ва кучланиш пасаяди, бу электр занжирга қўшимча қаршилик улаган билан баробар.

Назорат саволлари

- 1.Электромеханик ўзгартиргичларда қўлланиладиган ўзаролик принципи нимадан иборат?
- 2.Механик тебраниш тизимларининг электр ўхшашлиги схемаларини тузишни тушунтиринг.
3. Ўзгартиргич-двигатель ва ўзгартиргич - генераторнинг ўхшашлик эквивалент схемаларини чизинг.
4. Электромеханик ўхшашлик услуби принципини тушунтиринг.

**МИКРОФОНЛАР. МИКРОФОНЛАРНИНГ КЛАССИФИКАЦИЯЛАРИ
ВА ТЕХНИК ТАВСИФЛАРИ. ТОВУШ ҚАБУЛ ҚИЛГИЧЛАР. БОСИМ
ВА БОСИМ ГРАДИЕНТИ ҚАБУЛ ҚИЛГИЧ.**

Маъруза режаси:

1. Микрофонлар. Микрофонларнинг классификациялари ва техник тавсифлари.
2. Микрофон - товуш қабул қилгич
3. Микрофон - товуш босими градиенти қабул қилгич

Микрофонлар

**6.1. Микрофонларнинг классификациялари ва техник
тавсифлари**

Электроакустик сигнал узатишнинг асосий мақсади товуш эшиттиришларини табиийлигича қайта эшиттиришдир. Товуш эшитиш таассуротлари фақатгина товуш босимига боғлиқ бўлмасдан, балки тўлқин фронти эгрилигига ҳам боғлиқ. Шунинг учун товушни қайта эшиттириш нуқтасида товуш босими ва тўлқин фронти 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 фронти эгрилигини инобатга олмасак, бу ҳолда, тингловчилар ўтиш жараёнларига муносабатларини билдиришлари учун ўрнатилган радиокарнайлардан эшитиришларни бевосита тинглагандаги масофаларга мос равишда жойлашишлари керак. Аммо, микрофонларнинг сифатли бўлиши учун яна бир қатор омиллар керакки, улардан бири, фойдали кучланишни шовқин кучланишига 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 радио-эшиттириш ва телевидение тизимларида, телефонияда, овозлаштириш, товуш кучайтириш, овоз ёзиш ва б.қ. 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.

Микрофон диафрагмасига товуш тебранишларининг таъсири бўйича:

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

Микрофонлар йўналганлик диаграммаси бўйича: - йўналмаган (доира);

Бир томонлама йўналган – кардиода, суперкардиода, гиперкардиода, икки томонлама йўналган (саккизсимон ва косинусоидали) турларига бўлинади.

Микрофонларнинг асосий техник кўрсаткичларни кўриб чиқамиз.

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

$$E = \frac{U}{P_{\text{тов}}}, \left[\frac{\text{мВ}}{\text{Па}} \right]. \quad (6.1)$$

Сезгирлик кучланишнинг салт юриши ҳолатида ёки юкламадаги иоминал 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 нуқ-тада 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 -1В/ Па товуш босимда номинал $R_{\text{ном}}$ қарши-ликда ривожланаётган, децибелларда ўлчанадиган кучланишнинг $P_0=1$ мВт қувватга мос кучланишга нисбати, яъни $P_{\text{тов}}=1$ Па га тенг бўлгандаги микрофоннинг номинал юкланишга бераётган қувват сатҳи.

$$N_{\text{ст}} = 20 \lg \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{R_{\text{ном}} P_0}} = 20 \lg \frac{E_{\text{ном}}}{\sqrt{R_{\text{ном}} 10^{-3}}} \quad (6.2)$$

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

$$D_0 = \frac{E_0}{E_{\text{ўк}}}, \quad (6.3)$$

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

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

$$\Omega = \frac{E_{\text{ўк}}^2}{E_{\text{диф}}^2} \quad (6.4)$$

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

$$Q_{\text{м}} = 10 \lg \Omega \quad (6.5)$$

Йўналганлик индекси микрофоннинг иккита товуш манбаларидан: бири микрофон ўқида жойлашган ва бошқаси тарқалган товуш тўлқинлари манбаи ривожлантираётган қувват сатҳлари фарқини

кўрсатади (агарда иккаласи микрофон жойлашган жойда бир хил босим яратса). Бошқача қилиб айтганда, йўналганлик индекси микрофон ўқидан ўтаётган сигналга нисбатан шовқин-нинг бостирилишини кўрсатади.

Диффузия майдонидаги сезгирлиги - бу микрофоннинг ўқи бўйича сезгирлигини йўналиш коэффициентининг илдиз ости қиймати нисбатига тенг, яъни

$$E_{\text{диф}} = \frac{E_0}{\sqrt{\Omega}} \quad (6.6)$$

йўналганлик тавсифи қанчалик ўткир бўлса, шунчалик диффузия майдонидаги сезгирлиги кичик, яъни реверберацияланувчи товушга бўлган сезгирлиги кичик.

Микрофоннинг **фронт бўйича сезгирлиги** - бу олд ярим фазодан тушаётган товушларга бўлган интеграл сезгирлик.

$$E_{\phi} = \frac{E_0}{\sqrt{\Omega_{\phi}}} \quad (6.7)$$

$$\Omega_{\phi} = \frac{2}{\int_0^{\frac{\pi}{2}} D^2(\theta) \sin \theta d\theta} \quad (6.8)$$

«фронт/орқа томон» сезгирлигининг фарқи микрофон акустик ўқи бўйича сезгирлигини E_{180° сезгирлигига нисбати:

$$Q_{\phi/180^\circ} = 20 \lg \frac{E_{\text{ўк}}}{E_{\text{орк. томон}}} \quad (6.9)$$

Шуни айтиб ўтиш лозимки, микрофонга ҳеч қандай сигнал таъсир этганда ҳам унинг чиқишидаги кучишиш нолга тенг эмас. Унинг чиқишидаги мавжуд кучланиш атроф муҳит заррачаларининг флуктуацияси ва микрофон электр қисмидаги иссиқлик шовқин-лари билан белгиналади.

Хусусий ҳалақитлар (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:

$$L_{\text{шов}} = 20 \lg \frac{P_{\text{шов}}}{P_0} \quad (6.10)$$

бунда, $P_{\text{шов}} = \frac{U_{\text{шов}}}{E_0}$ $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$

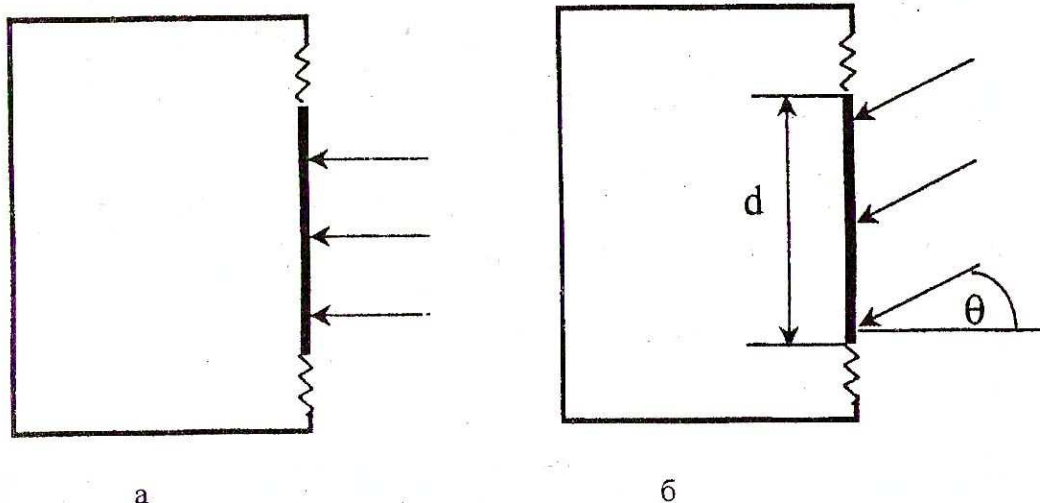
Юқорида қайд этилган кўрсаткичлардан ташқари микрофон яна бошқа кўрсаткичлар, шу жумладан частота диапазонида берилган частота тавсифи нотекислиги билан фарқланади.

Микрофон - товуш қабул қилгич

Микрофонларнинг акустик қисми тузилишига қараб улар: товуш босими қабул қилгич, товуш босими градиенти қабул қилгич ва комбинацияланган микрофонларга бўлинади. Босим қабул қилгичнинг характерли хусусиятларидан бири шуки, унинг қабул диафрагмаси таъсир этувчи товуш тўлқинлари учун биргина - фронтал томондан очик (6.2а- расм).

Ўлчамлари тўлқин узунлигидан кичик бўлган $d \ll \lambda$ диафрагмаларга таъсир этаётган куч қуйидагича аниқланади $F = p_{\text{тов}} S$ диафрагманинг ўлчамлари тўлқин узунлиги билан баробар бўлса, унда интерференция ҳодисаси рўй беради ва диафрагмага таъсир этаётган куч $F = (1 - 2)p_{\text{тов}} S$ га тенг.

Диафрагма ўлчамлари ошган сари ундан қайтган товуш тўлқинлари ҳисобига куч ортаборади



6.2 расм. Микрофон босим қабул қилгичнинг схематик кўриниши

. Диффрагма яқинида товуш босими дўнглигида турғун тўлқинлар пайдо бўлади. Бу ҳол микрофон сезгирлигининг ошишига сабабчи бўлади.

Товуш босими диффрагмага бурчак остида тушганда, диффрагманинг турли нуқталари, энди бир фазада қўзғалмай, турли фазаларда қўзғолади. Диффрагманинг бир - биридан d масофада турувчи четки нуқталари фазаси қуйидагича ҳисобланади

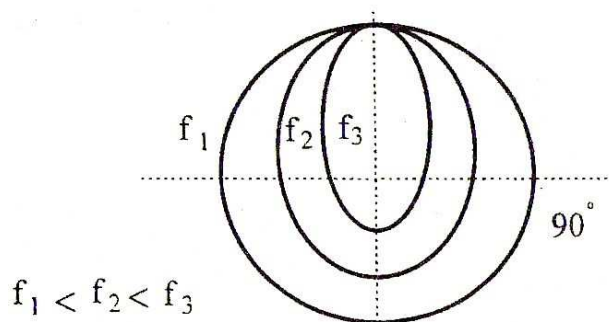
$$\varphi = 2\pi \frac{d \sin \theta}{\lambda} \quad (6.20)$$

Бу ҳолда диффрагмага таъсир этувчи йиғинди куч камаё боради ва микрофон йўналганлик хусусиятига эга бўла бошлайди (6.3-расм). Шундай қилиб, товуш босими қабул қилгич микрофони учун частота ошиши билан сезгирлиги ва йўналганлик диаграммасининг ошиши характерлидир.

Энди **микрофон - товуш босими градиенти қабул қилгични** кўриб чиқамиз. Бундай микрофоннинг диффрагмаси ўлчамлари чекланган экранда жойлашган деб, фараз этиш мумкин (6.4а- расм). Диффрагма иккала томондан очик бўлганлиги учун унга товуш кучлари фарқи таъсир этади.

Масофа фарқи эса:

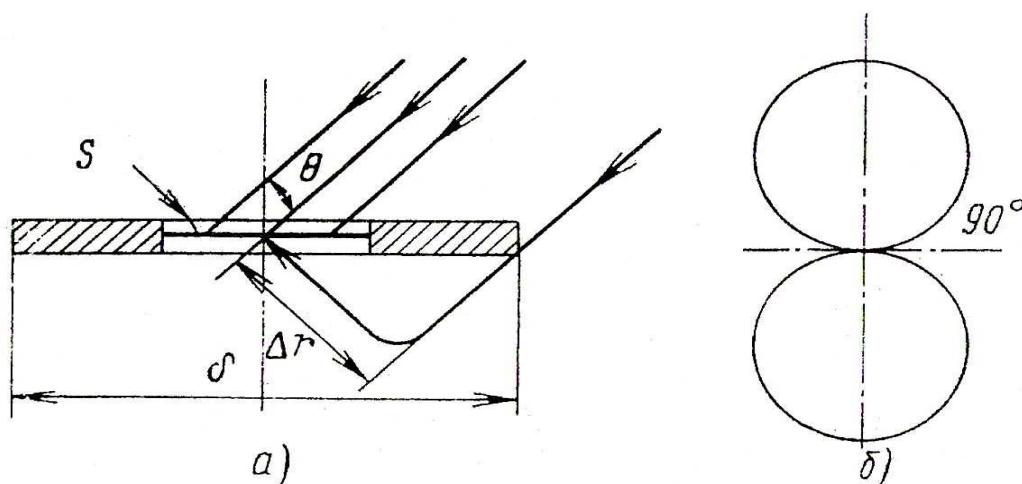
$$\Delta r = \delta \cos \theta \text{ га тенг.} \quad (6.21)$$



6.3- расм. Босим қабул қилгичнинг турли частоталарда йўналганлик диаграммаси:

Диффрагмани тебратувчи куч F , кучлар айирмасига тенг $F_1 = p_{\text{тов}} S \sin \omega t$ ва $F_2 = p_{\text{тов}} S \sin(\omega t - \varphi)$, гармоник тебранишларда:

$$F = F_1 - F_2 = p_{\text{тов}} S [\sin \omega t - \sin(\omega t - \varphi)] = 2p_{\text{тов}} S \sin \frac{\varphi}{2} \cos \left(\omega t - \frac{\varphi}{2} \right). \quad (6.22)$$



6.4 -расм. Босим градиенти қабул қилгич (а) ва йўналганлик диаграммаси (б)- схематик кўриниши

Фазалар фарқи

$$\varphi = 2\pi \frac{\delta \cos \theta}{\lambda} \quad \text{тенг.}$$

Шунинг учун:

$$F = 2p_{\text{тов}} S \sin\left(\pi \frac{\delta \cos \theta}{\lambda}\right) \cos\left(\omega t - \frac{\varphi}{2}\right). \quad (6.23)$$

Ўлчамлари тўлқин узунлигидан анча кичик бўлган диафрагмалар учун δ/λ кичик ва қуйидаги аниқлик билан

$$\sin\left(\pi \frac{\delta \cos \theta}{\lambda}\right) \approx \pi \frac{\delta \cos \theta}{\lambda} \quad \text{ҳисоблаш мумкин.} \quad (6.24)$$

Бунда,

$$F = p_{\text{тов}} S \frac{2\pi\delta}{\lambda} \cos \theta \cos\left(\omega t - \frac{\varphi}{2}\right) = F_m \cos\left(\omega t - \frac{\varphi}{2}\right) \quad (6.25)$$

$F_m = p_{\text{тов}} S \frac{\delta}{c_{\text{тов}}} \omega \cos \theta$. Демак, диафрагмага таъсир этаётган куч частотага ва микрофон ўқи ва товуш тўлқини келиш йўналиши оралиғидаги косинус бурчагига пропорционал.

Микрофоннинг йўналганлик тавсифи «саккизсимон» (6.4- б) кўринишда Микрофон акустик ўқи бўйича тарқалаётган товуш тўлқинларига сезгир бўлиб, акустик ўқиға перпендикуляр бўлган тўлқинларни қабул қилмайди яъни $\theta = \pi/2$ (6.4а - расм).

Хулоса қилиб шуни айтиш керакки, микрофон ясси тўлқин майдонида жойлашган ёки шар тўлқинидан етарлича масофада

жойлашган шартига тўғри келиб, ундаги фронт эгрилиги амалда аҳамиятга эга эмас.

Паст частоталарда амалда кенг тарқалган (манбадан 0,5 м) масофада микрофон яқин зонада бўлади (тўлқин узунлиги 6,8 м). Юқори частоталар учун, масалан 10.000 Гц, у энди узок зонада ($\lambda = 3,4$ см) ҳисобланади. Шунинг учун паст частоталарда микрофон диафрагмасига таъсир этаётган куч, асосан фронт ва фронт орти тўлқинлари амплитудаси фарқи билан аниқланади.

Юқори частоталарда, фаза фарқлари каттароқ бўлиб, амплитудаларнинг ўзгариши кам. Шунинг учун диафрагманинг икки томонидаги босимлар фарқи тебранишлар фазаси фарқи билан аниқланади. Товуш манбаидан яқин масофаларда стандарт микрофонлар учун, паст частоталарда сезгирлик юқори частоталардагига қараганда юқори. Демак, микрофон - босим градиенти қабул қилгичларни товуш манбаи яқинига жойлаштириш мумкин эмас, чунки микрофон паст частоталарни «чизиб» ўтади. Зарур ҳолларда бундай жойлаштирилганда микрофон кучайтиргичига мос ҳолдаги коррекция киритилади.

Назорат саволлари.

1. Микрофонлар қандай классификацияланади, қандай асосий техник тавсифларини биласиз?
2. Босим қабул қилгич ва босим градиенти қабул қилгичларни тушунтиринг.

ҒАЛТАКЛИ МИКРОФОН ВА УНИНГ ТЕХНИК ТАВСИФЛАРИ.

Маъруза режаси:

1. Ғалтакли микрофоннинг тузилиши ва ишлаш принципи
2. Ғалтакли микрофон сезгирлигининг чизиқли частота тавсифини шакллантириш механизми

Ғалтакли микрофон

Ғалтакли босим қабул қилгич микрофоннинг соддалаштирилган конструктив тузилиши 5.6а- расмда кўрсатилган. Микрофон магнит ва қўзғолувчи тизимлардан ташкил топган. Магнит тизими цилиндр шаклидаги доимий магнитдан 1 ташкил топган ва унга қалин пўлат диск шаклидаги гардиш бириктирилган. Пастки гардиш 2 нинг марказида керн деб аталувчи думалоқ стержен 3(магнит ўзак) жойлаштирилган, юқори гардиш 4 нинг марказида керн 3 дан катта диаметрли думалоқ ойна бор. Унда халқасимон тирқиш мавжуд бўлиб ундаги магнит майдони радиал йўналишга эга. Магнит юқори коэрцитивли қоришмадан тайёрланган бўлиб, гардиш ва кернлар кам углеродли юқори магнит ўтказувчанлик хусусиятига эга бўлган пўлатдан тайёрланган.

Микрофоннинг қўзғолувчи тизими енгил диафрагмадан 5 иборат бўлиб, унга қаттиқлик бериш мақсадида куббасимон шаклда ясалган. Диафрагма гофрланган ёқа 6 орқали юқори гардишга бириктирилган ва марказлаштирилган шайба вазифасини бажариб диафрагмани фақат вертикал ўқ бўйича эркин силжишига имконият беради. Диафрагма билан ғалтак 7 қаттиқ бириктирилган ва у ҳам радиал майдонда жойлашган. Диафрагма товуш босими таъсирида тебранганда, ғалтак радиал магнит майдони чизиқларини кесиб ўтади ва унинг қисқичларида ЭЮК пайдо бўлади. Ҳар қандай микрофоннинг ишлаш принципини унинг сезгирлигини таҳлил этишдан бошлаймиз. Ғалтакли микрофон учун унинг сезгирлиги (5.16 ва 4.9) формулалари асосида:

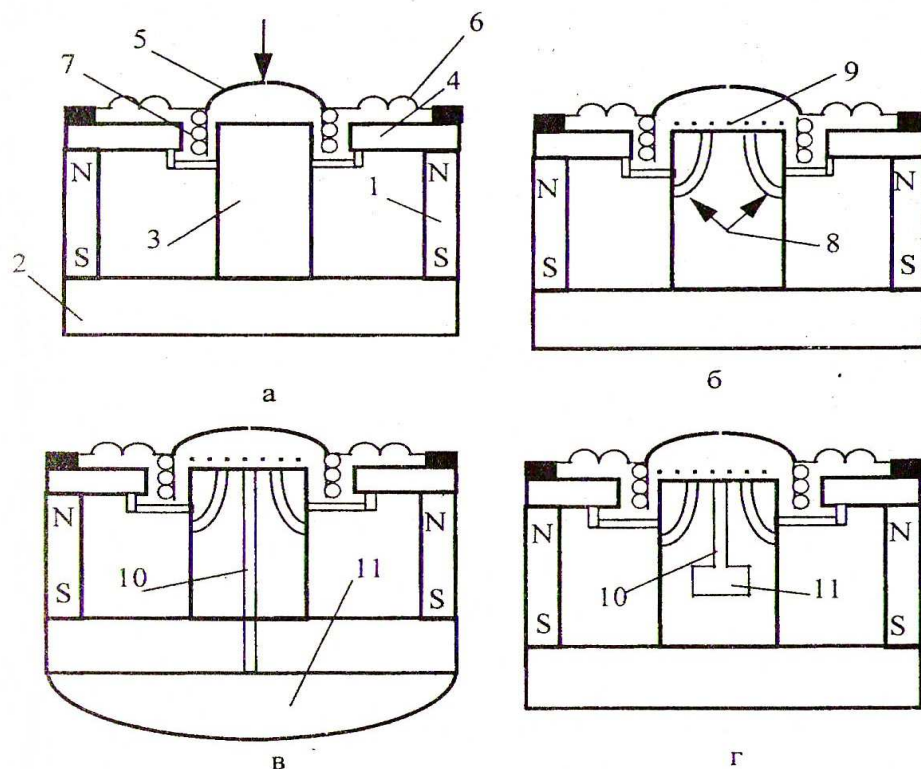
$$E_{\theta} = \frac{Bla}{z_0 + \frac{B^2 l^2}{Z_0 + Z_{\text{юк}}}} \cdot \frac{Z_{\text{юк}}}{Z_0 + Z_{\text{юк}}} \quad (7.1)$$

Микрофон юкламаси $Z_{\text{юк}}$ сифатида одатда микрофон кучайтиргичининг кириш қаршилиги олинади, хусусий қаршилиги эса: $Z_0 = R_r + j\omega L_r$, бунда; R_r ва L_r — ғалтакнинг актив ва индуктив қаршиликлари.

Ғалтак одатда кам сонли ўрамларга эга, шунинг учун унинг электр қаршилигини актив деб ҳисоблаймиз, яъни: $Z_0 \approx R_r$

Микрофоннинг ўлчамлари унга таъсир этаётган товуш тўлқин узунлигидан кичик бўлган частоталарда унинг акустик тавсифи $\phi_{\text{ак}} = S$, юза ўлчамга эга. Айтилганларга асосан микрофоннинг сезгирлиги:

$$E_{\theta} = \frac{1}{2} \frac{B l S}{z_0 + \frac{B^2 l^2}{2 R_r}} \quad (7.2)$$



7.1- расм. Ғалтакли микрофон-босим қабул қилгич конструкцияси

(7.2) формуладан кўриниб турибдики, сезгирликнинг частота тавсифи фақат унинг хусусий механик қаршилиги Z_0 га боғлиқ, чунки:

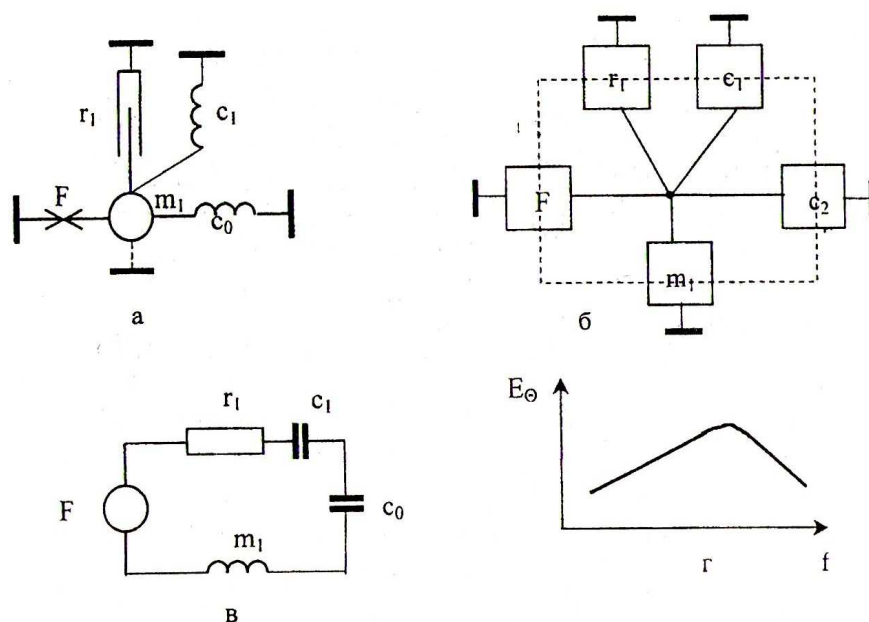
$$Z_0 = \left(\frac{F}{V} \right) i = 0; V = j\omega x, \quad \text{бунда: } x - \text{силжиш. Шунинг учун микрофонни конст-}$$

рукциялашда унинг механик қаршилигини берилган ишчи частота поласасида ўзгармас бўлишига эришиш зарур.

7.1-расмда кўрилатган микрофоннинг электр ўхшашлик схемаси келтирилган. Бунда C_1 ва C_0 -диафрагманинг илиниш ва унинг остидаги ҳаво ҳажмининг эгилувчанлиги; m_1 -диафрагма массаси; r_1 - силжувчи тизим-нинг актив йўқолишлари. Сезгирликнинг келтирилган частота тавсифидан (7.1г-расм) кўриниб турибдики, у катта нотекисликка эга, C_1 ва C_0 кетма-кет уланганлиги сабабли резонанс частотаси юқори.

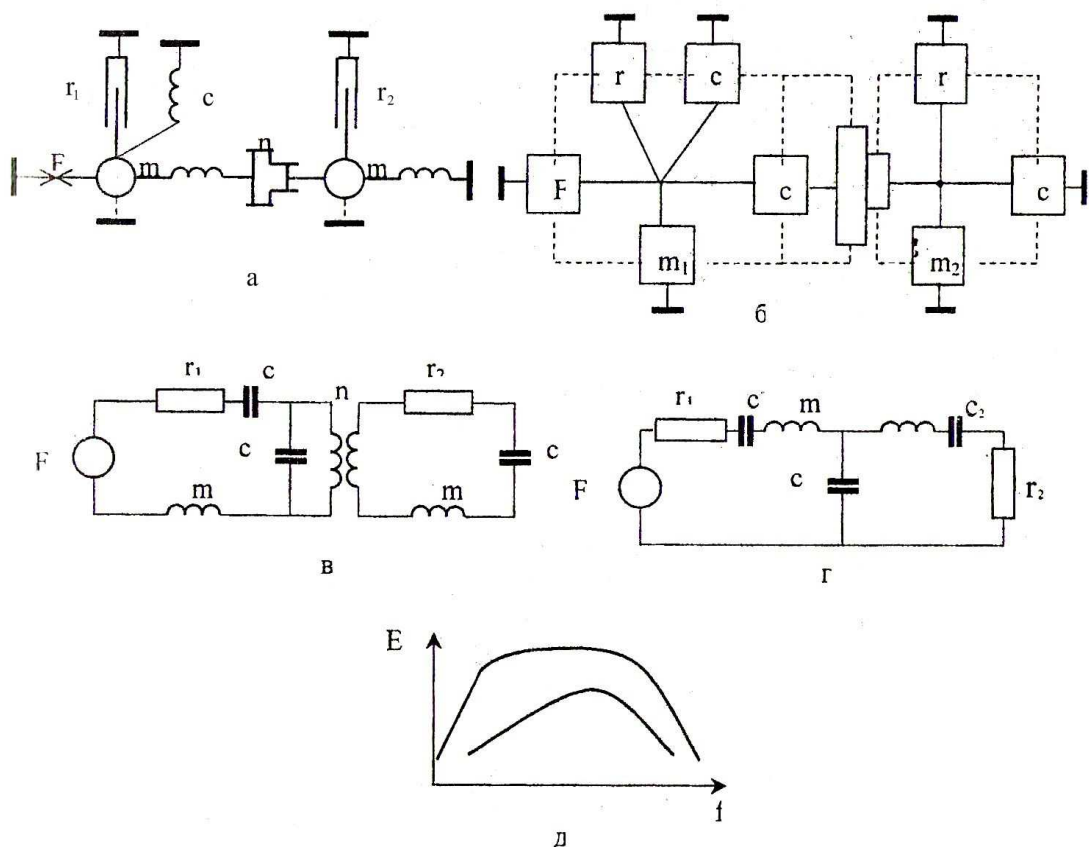
Шуни айтиш керакки кўриб чиқилган микрофон сезгирлиги кичик. Сезгирликни ошириш мақсадида кернда тор каналлар 8 очилади ва шу йўл билан диафрагма ости ҳажми магнит ичи ҳажми билан туташтирилади (7.1б-расм). Каналлар 8 ва магнит ичи ҳажмлари, Гельмгольц резонаторини ташкил этади ва уларнинг параметрлари: m_2 - ҳаво массаси; r_2 -каналдаги актив йўқолиш қаршилиги ва C_2 -магнит ичидаги ҳаво ҳажмининг эгилувчанлиги. Микрофоннинг электр ўхшашлик схемаси 7.1в- расмда ва Гельмгольц резонатори параметрлари r_2 , c_2 , m_2 билан ўзгартирилиб

трансформация коэффициенти орқали ҳисобланган схема 5.8г- расмда келтирилган.



7.2 расм. Ғалтакли микрофоннинг электр ўхшашлик схемаси

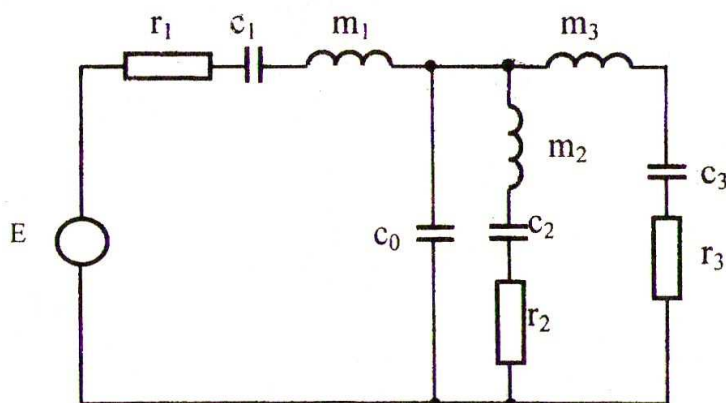
Схемадан кўриниб турибдики, ўхшашлик схема Т-симон полосали фильтрнинг звеносини ташкил этади. Фильтр параметрлари тўғри танланганда, унинг частота тавсифи $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{m_1 c_1}}$ дан $\omega_2 = \sqrt{\omega_1^2 + \frac{4}{m_1 c_0}}$ гача бўлган частота диапазонида текис бўлади. Резонанс ҳодисаларини йўқотиш мақсадида сунъий равишда кернга ипак мато 9 ёпиштириш йўли билан γ_2 қаршилиқни оширадilar.



7.3-расм. Частота тавсифи коррекцияланган ғалтакли микрофоннинг электр ўхшашлик схемаси

Паст частоталарда частота тавсифининг пасайиши микрофоннинг кузғолувчи тизими билан боғлиқ, пасайишини диафрагма массаси ва унинг эгилувчан-лигини ошириш эвазига камайтириш мумкин. Аммо, микрофон сезгирлигини ошириш мақсадида, диффузорнинг массаси конструкцияси йўл қўйган энг кичик қийматда олинади. Микрофонни силкинишларга чидамли бўлишига эришиш, диафрагма эгилувчанлигини ошириш частота диапазони кенгайтиришдагидек натижа бермайди. Ҳақиқатан, бу диффузорнинг ўта қайишқоқлигига олиб келади ва тасодифий турткилар магнит гардиши ва ўзаги ўртасидаги тирқишда жойлашган ғалтакни оғишига сабабчи, бўлади. Шунинг учун микрофон частота тавсифининг пастки чегараси тахминан 300 Гц гача текис бўлишига интиладилар. Бу чегарани пастга томон кенгайтириш учун қўшимча коррекцияловчи элементлар киритилади. Шундай коррекцияларнинг иккита варианты 7.3 в, г- расмларда кўрсатилган. Биринчи вариантда (7,3в- расм) магнитнинг марказий стержнида канал очилади, ундаги ҳаво массаси m_3 . Канал магнит ортидаги эгилувчанлик C_3 дан иборат қўшимча ҳажм 11 га қўшилади. Бу қўшимча резонатор паст частотанинг пастки ω_1 чегарасига

созланади ва шу йўл билан пастки частота чегараси кенгайтирилади. 7.3г- расмда кўрсатилган конструкция ҳам худди шундай ишлайди. Кенг частота полосаси талаб этилганда бир неча шундай резонаторлардан, фойдаланиб текис частота тавсифини олиш мақсадида уларни ω_1 дан пастки частоталарга созлайдилар. Бундай микрофоннинг электр- эквивалент схемаси 7.4 - расмда кўрсатилган. Элементларни мос ҳолда танлаш йўли билан пастки частота чегарасини 50÷80 Гц гача пасайтириш мумкин.



7.4- расм. Паст частоталарда кўшимча коррекция қўлланилган ғалтакли микрофоннинг электр- эквивалент схемаси

Электродинамик ғалтакли микрофоннинг асосий афзалликлари: конструкциясининг ишончлилиги, частота диапазонининг кенглиги, алоҳида таъминот манбаининг йўқлиги, узун микрофон кабели билан ишлаши мумкинлиги. Мураккаб коррекция тизими қўлланилишига қарамай, ғалтакли микрофонлар ишчи частота диапазонда катта нотекисликка эга.

Назорат саволлари

1. Ғалтакли микрофоннинг тузилиши ва ишлаш принципини тушунтиринг.
2. Ғалтакли микрофон сезгирлигининг чизиқли частота тавсифини шакллантириш механизмини тушунтиринг.

РАДИОКАРНАЙЛАР. РАДИОКАРНАЙЛАРНИНГ АСОСИЙ ТЕХНИК ТАВСИФЛАРИ

Маъруза режаси:

1. Радиокарнайларнинг асосий техник тавсифлари
2. Радиокарнайларнинг ишлашининг техник кўрсаткичлари

РАДИОКАРНАЙЛАР

8.1. Радиокарнайларнинг асосий техник тавсифлари

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

Радиокарнайларнинг ишлаши қуйидаги техник кўрсаткичлар билан баҳо-ланади.

Номинал қувват $P_{нк}$ — механик ва иссиқлик чидамлилиги ва берилган қийматидан катта бўлган нозичлиқли бузилишлар билан чекланган радиокарнай киришига бериладиган максимал электр қувват. У, одатда, радиокарнай паспортидаги қийматдан кичик. Бундай қувват таъсирида радиокарнай узоқ вақт ишлаганда бузилмаслиги керак.

Товуш босими бўйича радиокарнайнинг частота тавсифи эркин майдонда радиокарнайнинг ишчи марказидан маълум масофадаги нуқтада ривожлан-тираётган товуш босимининг частотага боғлиқлиги.

Акустик (ишчи) марказ —нурлаткичнинг нурлатиш тирқишини геометрик симметрия маркази. Радиокарнайларнинг акустик ўқ одатда, геометрик симметрия ўқи билан мос. Ишчи марказда нурланиш максимал қийматга эга. Мураккаб нурлаткичлар учун ишчи марка унинг характеристикасида кўрса-тилади. Радиокарнайнинг эффектив эшиттириш частота диапазони ва харак-теристикасининг нотекислиг ишчи ўқида ўлчанган амплитуда- частота характеристикаси бўйича аниқланади.

Ўртача товуш босими $P_{\text{ўрт}}$ — эркин майдонда берилган нуктада маълум частота диапазонида радиокарнай ривожлантираётган товуш босимининг ўртача квадрат қиймати.

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

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

$$E_x = p_{\text{ўрт}} / \sqrt{P_{\text{эл}}} = p_{\text{ном}} / \sqrt{P_{\text{ном}}} = p_{\text{ўрт}} / \sqrt{0,1}. \quad (8.1)$$

Характеристик сезгирлик билан ўртача стандарт товуш босими тўғридан - тўғри боғланган:

$$p_{\text{ст}} = E_x \sqrt{0,1} \quad (8.2)$$

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

Йўналганлик тавсифи - эркин майдонда ишчи марказидан бир хил масофадаги нуктада радиокарнай ривожлантираётган товуш босими P_e , радиокарнай ишчи ўқи ва унга йўналтирилган бурчагига боғлиқлиги. Одатда, бу тавсиф ишчи ўқи товуш босимига нисбати билан меъёрланади

$$D(\theta) = \frac{P_{\theta}}{P_{\text{ўқи}}} \quad (8.3)$$

Ночизиқли бузилишлар коэффиценти - берилган частоталарда радиокарнай киришига номинал қувватга мос синусоидал кучланиш бериб ўлчанади.

Фойдали иш коэффиценти - радиокарнай нурлатаётган акустик қувват P_a ни радиокарнай киришига берилган электр қуввати $P_{\text{э}}$ нисбатига тенг:

$$\eta = \frac{P_a}{P_{\text{эл}}} \quad (8.4)$$

Акустик ўқи бўйича сезгирлиги қуйидагича ифодаланади:

$$E_{\text{ўк}} = \frac{P_1}{U} = \frac{P_1}{v_m} \cdot \frac{v_m}{F} \cdot \frac{i}{U}, \quad (8.5)$$

бу ерда:

P_1/v_m -акустик сезгирлик;

$v_m/F = 1/Z_m$ -механик сезгирлик;

$F_1/K_{эмб}$ - электромеханик боғланиш коэффициенти;

$i/U = z_{эл}$ -электр тавсифи;

Z_m -қўзғалиш тизимининг тўла механик қаршилиги;

P_1 -радиокарнайдан 1 м масофадаги товуш босими;

U -радиокарнайга берилаётган кучланиш.

Радиокарнай 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. Релели турига пневматик радиокарнайлар киради.

Назорат саволлари

1. Радиокарнайларнинг асосий техник тавсифларини санаб ўтинг.
2. Радиокарнайларнинг ишлаши қандай техник кўрсаткичлар билан баҳоланади?
3. Радиокарнай энергияни ўзгартириш принципи турларини келтиринг.

ЭЛЕКТРОДИНАМИК РАДИОКАРНАЙЛАРДА НОЧИЗИҚЛИ БУЗИЛИШЛАР.

Маъруза режаси:

1. Электродинамик радиокарнайларда ночизикли бузилишлар
2. Электродинамик радиокарнайларда частотали бузилишлар

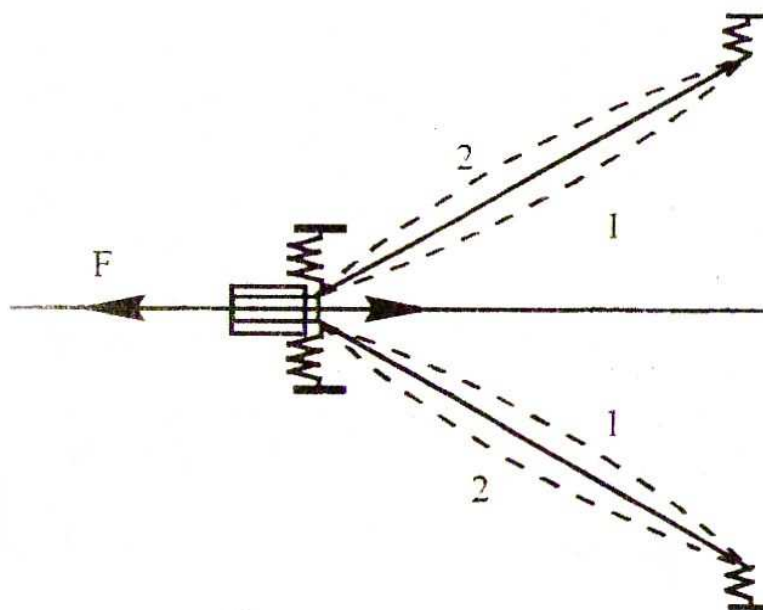
9.1. Электродинамик радиокарнайларда ночизикли бузилишлар

Тўғридан - тўғри нурлатувчи радиокарнайларда ночизикли бузилишларнинг асосий сабаби, диффузор илгичнинг ночизикли эластиклиги ва ишчи тирқишдаги магнит майдоннинг ўқи бўйича ножинслилиги. Паст частоталарда конус катта амплитуда билан силжийдида, натижада ташқи гардиш ва марказлаштирувчи шайба ривожлантираётган эластик куч илгичнинг эластик деформациясига нисбатан тезроқ ошади. Бунинг натижасида пайдо бўладиган ночизикли бузилишлар симметрик бўлиб, 400 Гц частота номинал қувватда гармоника коэффиценти 3- 4% ташкил этиб, паст частота томон ошиб боради. Ишчи тирқишдаги магнит майдоннинг бир жинсли эмаслиги билан боғлиқ бўлган бузилишлар товуш ғалтаги эгаллаган узунлигидаги магнит майдони индукцияси B белгилайдиган электромеханик боғланиш коэффиценти (BL билан белгиланади. Агар, магнит майдони ўқ бўйича бир жинсли бўлмасдан тирқиш қирралари томон камайса, силжиш тизими ўртача ҳолатидан у ёки бу томонга силжиганда, товуш ғалтаги билан илашган майдон камаяди, мос ҳолда электромеханик боғланиш коэффиценти ҳам пасаяди. Бунда содир бўладиган бузилиш жуда ҳам кам. Агарда радиокарнай бир вақтда иккита сигнални нурлатса: ғалтак паст частотада катта амплитуда билан, юқори частотада кичик амплитуда билан қўзғалса, унда аҳвол бир мунча ўзгаради. Амплитуда бўйича модуляцияланган паст частота тебранишлари электромеханик боғланиш коэффицентини ўзгартиради. Бу эшитириш сигнали спектрида ночизикли бузилишларга олиб келади. Ночизикли бузилишларнинг бошқа бир сабаби, радиокарнай диффузори катта амплитуда билан тебранганда тебранишларда эшиттириш каллаги силжиш тизимини мустаҳкамлаш эластиклиги-

нинг ўзгаришидир. Ночизикли бузилишларнинг учинчи сабаби, диффузор конусининг параметрик тебраниши.

Ғалтак ўнг томонга электродинamik куч F таъсирида силжиганда диффузор конуси асоси сиқилади, натижада у эгилади. Фараз қилайлик, ғалтакдаги токнинг биринчи (мусбат) ярим даврида конус ички томонга эгилди (9.1-расм, 1 ҳолат). Иккинчи ярим даврида эса, куч F нинг йўналиши тескари томонга ўзгаради, ғалтак эса чап томонга силжийди, натижада конус асоси тақи томонга силжиб узаяди. Кейинги ярим даврда яна конус асосининг сиқилиши кузатилади, конус энди ташқи томонга эгилади, чунки узайишдан сўнг унинг ўртаси инерция бўйича стационар ҳолатидан ўтиб кетади.

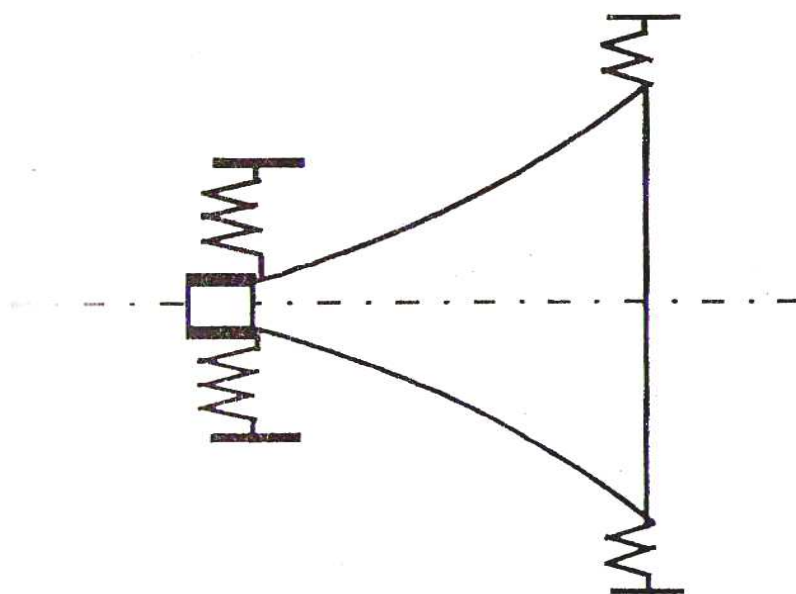
Кейинги узайишдан сўнг конус яна ички томонга эгилади ва ҳ.к. Шундай қилиб, ғалтакдаги токнинг икки даврида диффузор асоси кўндаланг бир давр тебранади, яъни тебранишлар субгармоникаларда бўлади.



9.1-расм. Радиокарнай диффузор ушлагичдаги параметрик тебранишлар

Акустик сигнал спектрида частоталари ғалтакдаги ток частотасидан икки марта кичик спектр таркиблари пайдо бўлади. Бу эшиттириляётган товушдан кескин ажраладиган тингловчиларга титроқ сифатида эшитиладиган қўшимча товушлар пайдо бўлади. Бундай бузилишларни йўқотиш ёки камайтириш мақсадида

конус асоси букилади. Асоси букилган диффузор кўндаланг сиқилганда, у букилган томонга эгилади (9.2-расм).



9.3-расм. Диффузор асоси букилган радиокарнай кўзғалиш тизими

9.2. Электродинамик радиокарнайларда частотали бузилишлар

Частотали бузилишлар асосан паст частоталарда, акустик қисқа туташув натижасида рўй беради. 6.4 - расмда f_1 частотагача каллак нурланмаслиги кўрсатилган. Тескари тўлқин каллакни айланиб ўтиб уни бутунлай сўндиради, чунки уларнинг фазалари бир-бирларига тескари. Акустик қисқа туташувни йўқотиш ёки камайтириш мақсадида, каллакларни махсус ёпик яшик, экран ёки фазаинверторга ўрнатиб акустик жиҳозлайдилар. Аммо, ҳар қандай акустик жиҳозлашда ҳам радиокарнайнинг пастки частота диапазони каллакнинг механик резонанси ω_0 билан чекланган. Пастки частоталарни яхши эшиттириш учун резонанс частотаси

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{mc_0}} \quad \text{пасайтириш керак. Резонанс частотани кўзғалувчи}$$

тизим массаси m ошириш ҳисобига камайтириш самара бермайди, чунки бу усул каллак сезгирлигини пасайишига олиб келади. Шунинг учун, резонанс частотани пасайтириш учун марказлаштирувчи шайба ва диффузорнинг юқори учигади гофри эластиклигини ошириш керак. Эластикликни ошириш кўзғалувчи тизимнинг ишлаш барқарорлигига боғлиқ. Барқарорликнинг бузилиши натижасида товуш ғалтаги горизонтал силжиб, тирқиш деворларига ишқаланиши мумкин. Бу бузилишларга сабаб бўлади.

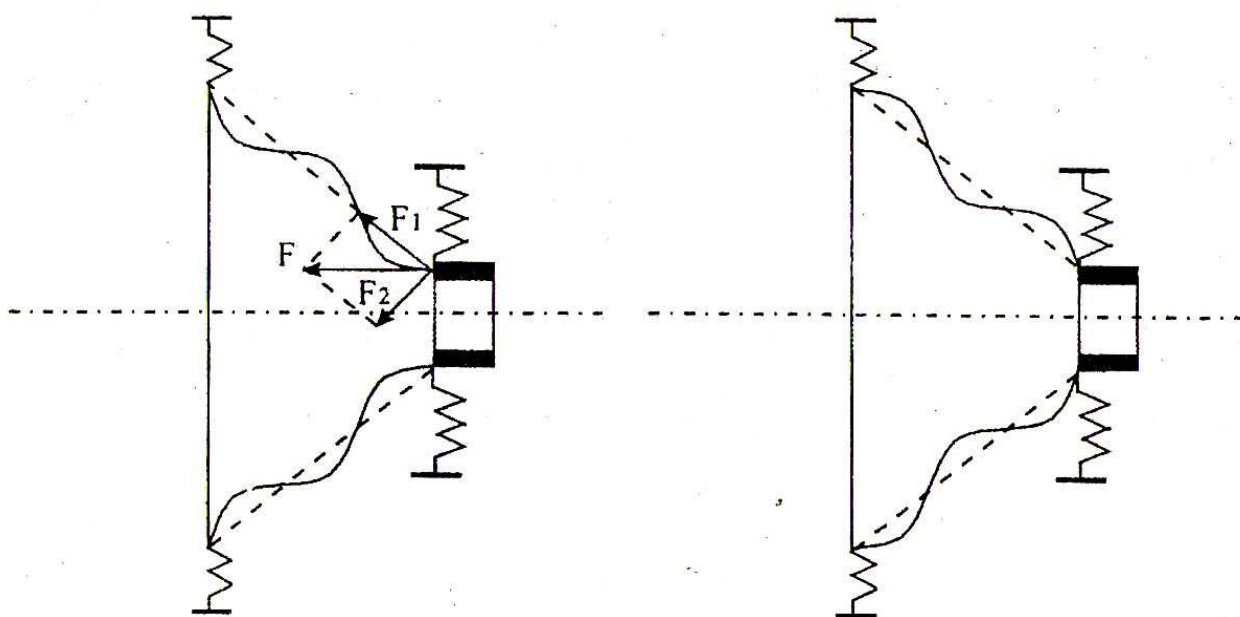
Кенг полосали каллакларда механик резонанс частотаси $60 \div 80$ Гц , паст частотали каллакларда эса $20 \div 50$ Гц ни ташкил этади.

Диффузор қаттиқ поршен каби ишлайди, ғояси фақат паст ва қисман ўрта частоталарда ҳақли, юқори частоталарда эса, унинг қаттиқлиги камайиб, бир неча нурланувчи зоналарга бўлинади. Агар, электродинамик ғалтакнинг акустик ўқи бўйича берилган F куч 9.3-расмда кўрсатилганидек иккита:

- F_1 куч диффузор бўйлаб (бўлама);
- F_2 куч диффузорга тўғри бурчак остида кўндаланг таркибга ажратилиши мумкин.

Диффузор F_1 куч таъсирида чўзилади ва сиқилади, натижада диффузор ички ва ташқи томонларга букилади. Бундай букилиш натижасида нозизиқли бузилишлар пайдо бўлади. Агар тебраниш частотаси паст бўлса, унда тўлқин узунлиги диффузор ўлчамидан анча катта. Шунинг учун диффузорнинг барча нуқталари бир хил амплитуда ва фазада тебранади, яъни диффузор бир бутун поршен каби тебранади, тебраниш частотаси юқори бўлса диффузор юзасидаги нуқталар турли амплитуда ва фазада тебранади. Диффузор юзаси тескари фазада доирасимон тебранаётган бир неча зоналарга бўлинади.

Бундай частоталарда нурлатаётган акустик қувват тескари фазаларда тебранаётган зоналар юзаси ва сонига боғлиқ бўлади. Шунини айтиш керакки, бир зона нурлатаётган тебранишларни иккинчи зона тебранишлари у ёки бу даражада сўндиради. Бу каллак тавсифнинг юқори частоталарида бир қатор чўққи ва чўкма-лар пайдо бўлишига олиб келади



9.3 - расм. Диффузорнинг сирт юза чизиғида кўндаланг тўлқинларнинг пайдо бўлишига оид

Юқори частоталарда частота бузилишнинг яна бир сабаби электромеханик резонанс частотада товуш ғалтагининг индуктив қаршилиги ошади, натижада каллакнинг тўла кириш қаршилиги $Z_{\text{кир}}$ ҳам ошади. $Z_{\text{кир}}$ ошса каллакни таъминлаётган қувват камаяди, демак акустик қувват ҳам камаяди. Шундай қилиб, ўртача ўлчамдаги электродинамик радиокарнай 500÷800 Гц дан то 5000÷6000 Гц гача бўлган диапазонда ишлай олади, бу частота диапазони юқори сифатли эшиттиришларни таъминлай олмайди.

Назорат саволлари

1. Электродинамик радиокарнайларда нозизиқли бузилишлар ва уларни бартараф сабабларини этиш йўллариини тушунтиринг.
2. Электродинамик радиокарнайларда частотали бузилиш сабабларини тушунтиринг.

Маъруза №10.

РУПОРЛИ РАДИОКАРНАЙЛАР ВА УНИНГ ТЕХНИК ТАВСИФЛАРИ

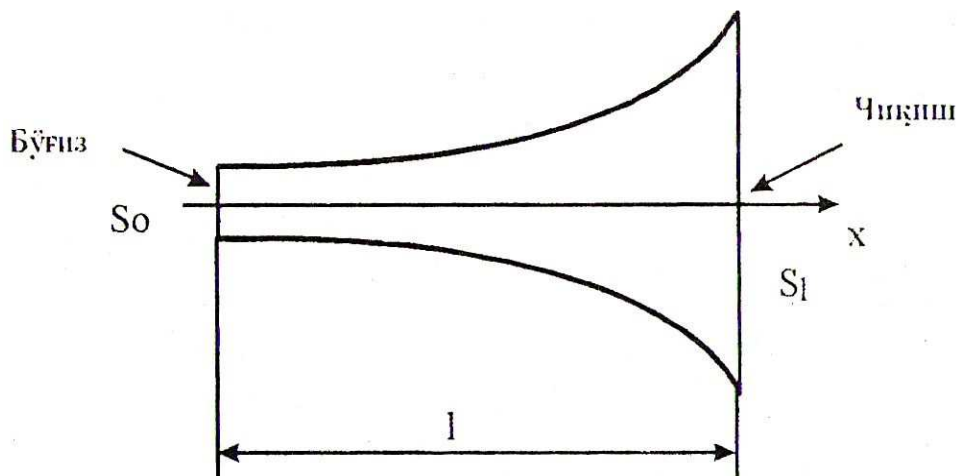
Маъруза режаси:

1. Рупорнинг хусусияти ва белгиланиши.
2. Кенг бўғизли рупорли радиокарнайлар.
3. Тор бўғизли рупорли радиокарнайлар.

Рупорли радиокарнайлар

Рупорнинг хусусияти ва белгиланиши. Тўғридан - тўғри нурлатувчи каллақларнинг асосий камчилиги уларнинг фойдали иш коэффициентининг кичиклигидир, у $1 \div 2$ % ташкил этади. Бунинг сабаби, каллақ силжувчи тизими механик қаршилигининг юклама қаршилиги билан мослашмаганлигида. Тўғридан - тўғри нурлатувчи каллақлар кичик зал ёки хоналарда ишлаганда унинг кичик ФИК сезилмайди, аммо катта залларни, майдонларни овозлаштирганда катта қувватли радиокарнайлар талаб этилади. Бундай вазиятда катта ФИК эга бўлган радиокарнайлар зарур. Буларга рупорли радиокарнайлар мос келади. Рупор каллақнинг механик қаршилигини атроф муҳит қаршилиги билан мослаштирадиган қурилма.

Рупор деб, ўзгарувчан кесимли қаттиқ трубага айтилади (10.1 - расм).



10.1- расм. Экспоненциал рупор: S_0 - рупор бўғизи юзаси; S_1 - рупорнинг чиқиш юзаси; l - рупор узунлиги.

Кўндаланг кесим қонуни бўйича ўзгарадиган турли рупорлар қўлланилади. Энг кўп тарқалгани экспоненциал рупорлардир, уларнинг кўндаланг кесими экспоненциал қонун бўйича ўзгаради

$$S = S_0 e^{\beta x} \quad (10.1)$$

$\beta = \frac{1}{S} \frac{dS}{dx}$ - узунлик ўлчамига эга бўлиб, рупорнинг кенгайиш кўрсаткичи деб аталади.

Экспоненциал рупорда тўлқин тарқалиши фаза тезлиги V_ϕ частота билан қуйидагича боғлиқ:

$$V_\phi = \frac{C}{\sqrt{1 - \left(\frac{\beta C}{2\omega}\right)^2}} = \frac{C}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega_{кр}}{\omega}\right)^2}} \quad (10.2)$$

$\omega_{кр} \frac{\beta C}{2}$ - рупорнинг критик частотаси; C - товуш тезлиги.

Рупорда тўлқин жараёни $\omega_{кр}$ критик частоталардан юқори жойлашган частоталардагина бўлиши мумкин, чунки $\omega = \omega_{кр}$ бўлганда фаза тезлиги чексиз бўлади, $\omega < \omega_{кр}$ бўлган мавҳумдир. Бу рупорда тўлқин жараёни бўлмаслигини англатади, чунки муҳит заррачалари фазали тебранишда бўладилар. Аслида рупордаги ҳаво бир бутундек тебранади. Рупор бу частоталарда атроф - муҳитга энергия тарқатмайди, аксинча уни механик тизимга қайтаради. Частота ошиши билан ($\omega > \omega_{кр}$) фаза тезлиги камая боради ва чексиз муҳитдаги товуш тезлигига яқинлашади.

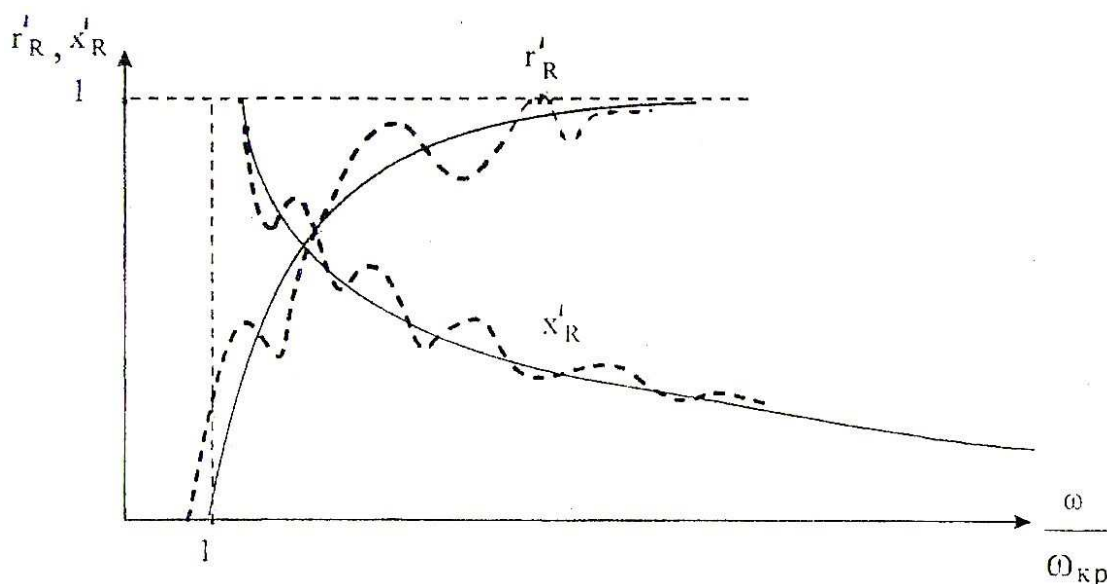
Рупорнинг кириш қаршилиги қуйидагича аниқланади

$$Z = r + jX = \rho c S_0 (r_R + jx_R) = \rho c S_0 \left(\sqrt{1 - \left(\frac{\omega_{кр}}{\omega}\right)^2} + j \frac{\omega_{кр}}{\omega} \right) \quad (10.3)$$

Чексиз узунликдаги рупор кириш қаршилиги таркибларининг частота тавсифи 10.2 - расмда келтирилган.

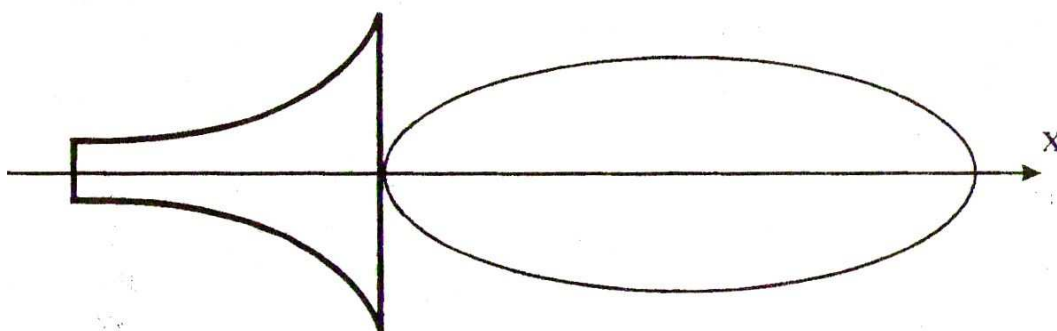
Расмдан кўриниб турибдики, кириш қаршилигининг актив қисми реактив қисмидан $\sqrt{2} \omega_{кр}$ частотадан бошлаб оша боради ва рупор каллакни самарали юклайди, натижада, нурланиш ҳам самарали бўлади.

Рупорнинг ажойиб хусусиятларидан бири шундаки, у ўз нурланишини ўқи бўйича концентрациялаши мумкин.



10.2- расм. Чексиз узун ва чекланган узунликдаги (пунктир) рупор кириш қаршилигининг актив ва реактив таркиби частота тавсифлари

Кесими доира шаклидаги рупорнинг йўналганлик диаграммаси 10.3-расмда кўрсатилган.

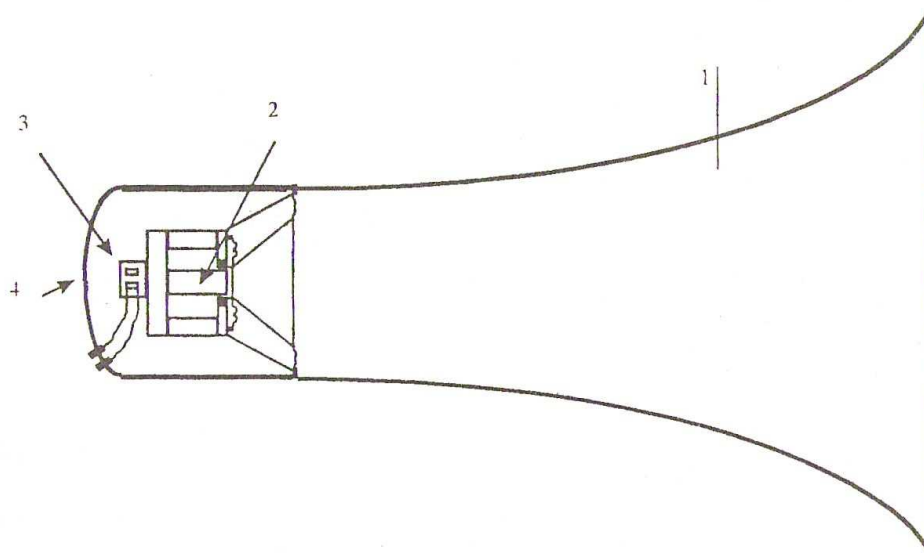


10.3-расм. Кесими доира шаклидаги рупорнинг йўналганлик диаграммаси

Рупорнинг қўлланилиши нурлатгичнинг ФИК кескин оширади ва $5 \div 7 \%$ етади. Рупорли радиокарнайлар икки турга бўлинади: кенг ва тор бўғизли.

Кенг бўғизли рупорли радиокарнайлар. Бу турдаги конструкцияларда нурлатгич сифатида оддий электродинамик радиокарнайлар қўлланилади. Кириш юзаси каллак конуси юзасига тенг бўлганлиги учун уни **кенг бўғизли** деб, атайдилар.

Акустик қисқа туташувни йўқотиш мақсадида рупорнинг орқа томони қалпоқча билан беркитилган. 10.4 - расмда кенг бўғизли рупорли радиокарнай конструкцияси кўрсатилган.



10.4 - расм. Кенг бўғизли рупорли радиокарнай: 1- рупор; 2 - электродинамик каллак; 3 - мословчи трансформатор; 4 - қалпоқча.

Ундан ташқари у каллакни механик ва атмосфера таъсиридан сақлайди. Мословчи трансформатор каллакка берилиши керак бўлган $5\div 7$ вольтни таъминлаб беради. Бундай радиокарнайларнинг ФИК $7\div 10\%$ ташкил этади. Унинг частота тавсифи каллак частота тавсифи билан белгиланади. Самарали ишлаш частота диапазони $150\div 7000$ Гц.

Тор бўғизли рупорли радиокарнайлар. Бундай турдаги конструкцияларда нурлатгич сифатида диафрагмаси қаттиқ ва юзаси S_d рупор кириш юзаси S_0 дан анчагина катта бўлган каллак қўлланилади. Диафрагма ва рупор оралиғида рупоролди камера мавжуд ва у акустик трансформатор ролини ўйнайди. Рупорнинг тўла кириш қаршилиги $Z_0 = \rho - S_0 = r_0$ тенг. Ишлаш частота диапазонида Z_0 актив ва r_0 га тенг.

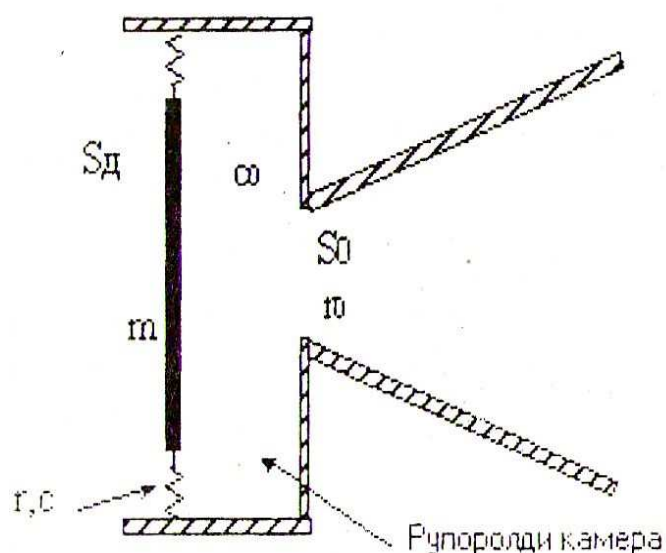
Рупоролди камеранинг трансформация коэффиценти: $n = \frac{S_d}{S_0} > 1$.

Рупорнинг трансформатор орқали ҳисобланган кириш қаршилиги:

$$r_0 = r_0 n^2 = \rho c S_0 \left(\frac{S_d}{S_0} \right) = \rho c \frac{S_d^2}{S_0} \quad (10.3)$$

Тор бўғизли рупорли радиокарнайларнинг ФИК $15\div 20\%$ ташкил этади.

10.5-расмда тор бўғизли рупорли радиокарнай конструкциясининг кесими кўрсатилган.



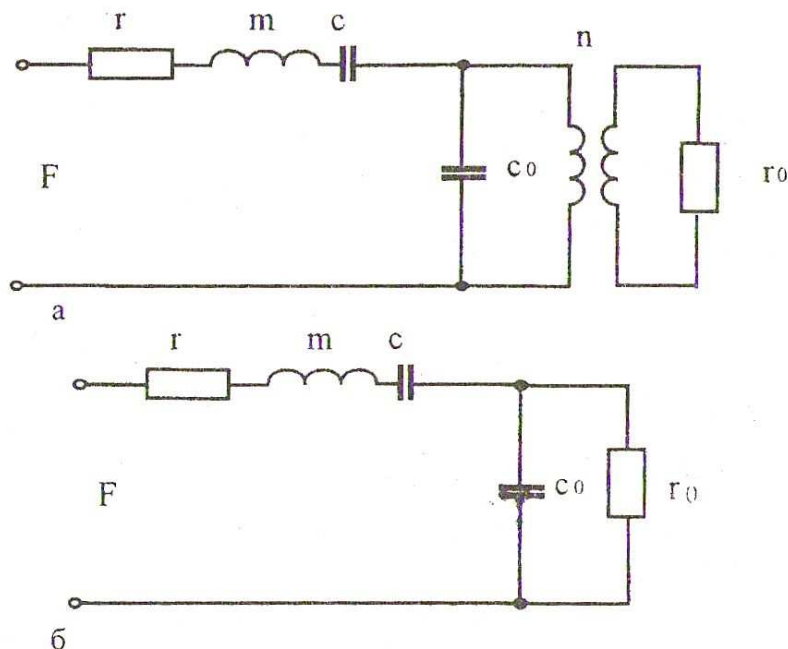
10.5 - расм. Тор бўғизли рупорли радиокарнай конструкциясининг кесими:

S_d - нурлатувчи диафрагма юзаси;

S_0 - рупор бўғизи юзаси; C_0 -рупоролди камерадаги ҳавонинг эластиклиги;

r_0 - рупорнинг кириш қаршилиги;

m - диафрагма массаси; r - йўқолиш қаршилиги; c – бириктириш эластиклиги



10.6-расм. Тор бўғизли рупорли радиокарнайнинг электр-эквивалент схемаси:

а - акустик трансформатор билан; б - рупор кириш қаршилигини трансформаторнинг бирламчи ўрамига ҳисобланган схемаси.

10.6- расмда каллакнинг силжиш тизими ва рупоролди камеранинг электр -эквивалент схемалари берилган.

10.6 - расмдан кўриниб турибдики, поршен камера ичига силжиганда камера ҳажми кичраяди камерадаги ҳаво эластиклиги камаяди, натижада рупорнинг кириш қаршилиги шунтланади. Бу ўз навбатида рупорли радиокарнай частота тавсифининг юқори частотасида пасайишига сабабчи бўлади. Иккинчи сабаби рупор олди камерасидаги тўлқин интерференцияси.

Назорат саволлари

1. Рупор деб нимага айтилади?
2. Радиокарнайларнинг асосий техник тавсифларини санаб ўтинг.
3. Қандай нурлатгичларни биласиз?

**АРХИТЕКТУРА АКУСТИКАСИ АСОСЛАРИ. ХОНА АКУСТИКАСИ-
НИНГ СТАТИСТИК НАЗАРИЯСИ. АКУСТИК НИСБАТ ВА
ЭКВИВАЛЕНТ РЕВЕРБЕРАЦИЯ. ТОВУШ КУЧАЙТИРИШ ТИЗИМИ
ЗАЛЛАР. ТОВУШ ЮТУВЧИ МАТЕРИАЛЛАР ВА УЛАРНИНГ
КОНСТРУКЦИЯЛАРИ.**

Маъруза режаси:

1. Архитектура акустикаси асослари
Архитектура акустикасининг қисқача ривожланиш тарихи.
2. Хона акустикасининг статистик назарияси
3. Диффузия майдони
4. Тўлқинларнинг ўртача эркин босиб ўтиш йўли ва вақти.
5. Товуш энергиясининг сўниш ва ўртача сўниш коэффициенти
6. Акустик нисбат ва эквивалент реверберация

Архитектура акустикаси асослари

11.1. Архитектура акустикасининг қисқача ривожланиш тарихи

Архитектура қурилиш акустикасининг бошланиши қадим - қадимларга етиб боради. У вақтларда акустик масалалар аввал улкан шахсга оид, кейинчалик эса, бошқа жамоат иншоотлари - тамоша ва мажлислар залларини қуриш масалаларини ечишга қаратилган.

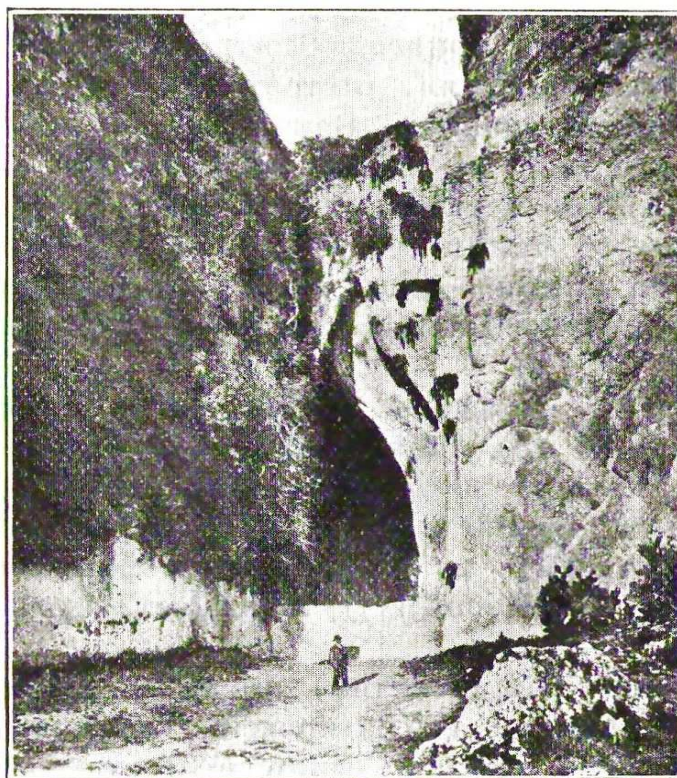
Ассири, Вавилон, Қадимий Миср бунёдкорлари V — II я.э. аввалги минг йилликда ажойиб санъат кўринишдаги жонли архитектурага эга бўлган ибодатхоналарни қурган эдилар. Улкан қурилиш конструкциялари, скульптура ва тасвирий санъат ҳамма - ҳаммаси ибодат қилувчиларни ажаблантириш, ҳайратга солиш учун қаратилар эди. Бундай мақсадга эришар эдилар ҳам. Ўша замонларда бунёдкорларга товуш тўлқинларнинг тарқалиш ва қайтиш қонунлари маълум бўлган. Улар шу қонунлардан оқилона фойдаланиб ибодат қилувчиларни ҳайратда қолдирар эдилар.

Худди шундай ҳис қадимий юнонлар (я.э. аввалги IV — VII аср) санъатида ҳам бошқачароқ тусда сезилар эди. Қадимий Юнон ибодатхоналари ва бошқа ижтимоий иншоотларга, ундаги қисмлари ўлчамларининг мутаносиблиги хосдир, улар юқори акустик хусусиятларини белгилайди. Кейинчалик қадимий грекларнинг қурилишда ақл-идрокка асосланган акустик ечимлари кўпгина мамлакат олимлари томонидан ўз тасдиғини топди.

Қадимий Грециянинг томоша иншоотлари икки турга бўлинар эди: одейоналар ва театрлар. Биринчиси кичик ёпик бинолар бўлиб репетициялар ва кичик сонли ижрочилар ва тамошабинларга мўлжалланган бўлса, иккинчиси очик турдаги томоша иншоотлари бўлиб, тош ўриндиқлари тепалик этакларига жойлаштирилар эди.

Греция архитекторларнинг анаъналарини Рим қурувчилари давом эттирдилар. Рим иншоотлари грек иншоотларидек тепаликларга қурилмасада, жуда кўп ўхшашлиги бор эди. Ана шундай иншоотлардан бири я.э. аввал 80 — 90 йилларда қурилган 56 минг тамошобинга мўлжалланган Флавия —Колизей амфитеатридир. Бундай катта иншоотларда ижрочиларнинг товушини кўп минг кишилик тамошабинларга табиийлигича етказиш ҳалигача шу замон кишиларини ҳайратга солади. Грециядаги 17800 ўринли Помпей театри, Римда 20000 ўринли Марцелла театрлари шулар жумласидандир. Рим шоири, философи ва олими Кар Лукреций (я.э. аввал 99 — 55 йй) «Табиат буюмлари ҳақида» деб аталувчи илмий асарида ўша даврдаги акустикага оид, шу жумладан хона акустикасига оид фикр - мулоҳазаларини билдирган эди. Кейинчалик Витрувий «Архитектура ҳақида» китобида антиқа архитектор-ларнинг тажрибасини умумлаштириб, қатор қонун - қоидаларни таърифлаб бердики, улар ҳали ҳам замонавий иншоотларда катта муваффақият билан қўлланилади. Хоналардаги акустик ҳодисалар ўзининг ажойиб тадбиқларини топди. Бизгача қадимий Рим ва Хитойдаги «шивирловчи галереялар» етиб келган. Париж Пантеони ертўласидаги оҳиста қарсак кўпдан-кўп қайтаришлар натижасида момақаддиروқдек акс садо пайдо қилади. Дармштаддаги черковда акс садо баландлиги 47 м бўлган куббадан товушнинг қайтиши натижасида пайдо бўлади.

Глочестердаги (Англия) ибодатхонада оҳиста сўзлашув 25 м масофагача эшитилади. Бундай мисолларни кўпдан-кўп келтириш мумкин. Яна бир мисол, айтишларича Сиракуза (Сицилия) тошконларидаги (7.1 расм) бир галереяга асирлар жойлаштирилар, юқорида эса улар нималар ҳақида гапирганларини эшитар, шундай қилиб уларнинг сирларини билиб олар эканлар. Шу сабабли бу галереяни «Дионис қулоғи» номи билан атаганлар. «Дионис қулоғи»ни биринчи бўлиб В.Сэбин текширган.



11.1.- расм. “Дионис кулоғи” галереяси

Эйлер, Лагранж, Фурье, Стокс, Юнг, Гельмгольц ва б.қ акустикани фан сифатида дунё миқёсида юзага чиқардилар. XIX асрнинг охири XX асрнинг бошларида В.Сэбин тажрибалар ўтказиб биринчи бўлиб хонанинг геометрик параметрлари, унинг акустик тавсифларига боғлиқлигини аниқлади ва шундай қилиб, архитектура акустикаси асос солди. Кейинчалик Эйринг, Хант, Беранек, Ма Да-ю, Кнудсон, Майер, Ватсонлар хоналар акустикаси назариясига сезиларли ҳисса қўшдилар. Собик иттифок олимлари И.И.Андреев, И.Г.Дрейзен, А.Н.Качерович, С.Я.Лифшиц, А.В.Рабинович, С.Н.Ржевкин, М.А.Сапожков ва В.В.Фурдуевлар шу соҳадаги назарий ва амалий билимларни янада чуқурлаштириб, янги ғоялар билан бойитдилар.

Хона акустикасини ўрганиш ва текширишда Сэбин асосан товуш энергиясининг тарқалиши, тўсиқлардан қайтиши масалаларини, яъни товуш нурунинг геометрик хусусиятларини ўрганди.

Товуш тарқалишининг геометрик назарияси энг қадимий назариядир. Геометрик назария И.Г.Дрейзен, А.Н.Качерович, Л.Контюри, С.Я.Лифшиц ишларида яна ҳам ривожлантирилди.

Сэбин хонада товуш манбаи ўчирилгандан сўнг тўлқинларнинг тўсиқлардан кўп марта қайтиши ва уларнинг энергияси ютилишига асосланган **статистик назария** ғоясини илгари сурди. Аммо,

Сэбиннинг ғояси катта амалий аҳами-ятга эга бўлиши билан бирга каттиқ танқидга учради. 1929 йили Шустер ва Ветцман статистик назарияни тан олмадилар, уларнинг фикрича товуш ман-баи ўчирилгандан сўнг сўниш мажбурий тебранишлар натижаси бўлмай, балки товуш манбаи уйғотган хусусий резонанс тебранишлари натижасидир, у хонанинг шакли ва ўлчамларига боғлиқ деган фикрни билдирдилар. Бундай назария **тўлқин назарияси** деб аталиб Морзе Болт, Дрейзен, Фурдуев ва бошқалар томонидан ривожлантирилди.

11.2. Хона акустикасининг статистик назарияси

Катта хоналар акустикасининг яхши эшитиш шароити билан боғлиқ бўлган муаммолари азал-азалдан маълум бўлган. Хонада нутқ янграганда унинг ҳар бир бўғини қисқа импульс сифатида тингловчига фақат тўғри чизик билангина эмас, балки девор, хона поли ва шипидан кўп маротаба синиб қайтарилиб етади. Товуш импульсининг ҳар бир қайтарилишида товуш энергиясининг бир қисми ютилади, натижада тингловчи секин-аста сўнаётган импульсларни эшитади. Агарда товуш сўниши катта бўлмаса, унда сўниш жуда секинлик билан давом этади. Бундай ҳолларда хона ўта жарангдор бўлиб, унда нутқ аниқлиги йўқолади. Айтилган мулоҳазалар мусиқага ҳам тааллуқли.

Ҳақиқатан ҳам хонада сўниш катта бўлганда мусиқа қуруқ янграб ўзининг гўзал, нафис эстетик хусусияти пасайиб ўз таъсирини йўқотади. Бу мулоҳазалардан шу нарса келиб чиқадики, хонанинг сифатини аниқлайдиган аввал қайтган товушнинг давомийлиги, **реверберация** давомийлигидир. «Реверберация» иборасини илк бор Сэбин таклиф қилиб киритган, у «қайтиш», «қайтган садо», «кечиккан товушлар жаранглаши» маъносини билдиради.

Реверберациянинг статистик назариясига мурожат қилганда товуш сигналининг қуйидаги тушунча ва параметрларидан фойдаланилади:

- эркин ўтиш йўлининг ўртача узунлиги;
- йўлни эркин ўтишнинг ўртача вақти;
- ўртача ютилиш коэффициенти;
- реверберация вақти;
- биринчи қайтишларнинг кечикиш вақти;
- аниқлик ва равшанлик;
- акустик нисбат;

- жарангдорлик радиуси.

Аввал диффузия майдони тушунчасини кўриб чиқамиз.

Диффузия майдони - бу, қайтган товушнинг энергияси тўғри товуш энергиясидан катта бўлган майдон. Қайтарилган товуш тўлқинлари хонада турли йўналишда тарқалади. Агарда, қайтган товуш тез сўнмаса, унда хонанинг исталган нуктасидаги бир - бирига тушадиган тўлқин векторлари сони кўп бўлиши мумкин. Бу ҳолда турли йўналишдаги товуш оқими энергиясининг ўртача қиймати бир-биридан кам фарқ қилади Турли йўналишдаги товуш энергияси ўртача қийматининг тенглиги **майдон изотропияси** деб аталади. Майдон изотропияси товуш энергиясини хона ҳажми бўйича бир хил тақсимланишига олиб келади, яъни хонанинг турли нукталарида товуш энергияси зичлиги ўртача қийматининг тенглигига олиб келади. Бу хусусият **майдон бир жинслилиги** деб аталади. Шундай қилиб, диффузия майдони-бу турли йўналишларда кўп марта қайтиб ҳаракатланаётган **бир жинсли ва изотропия** тўлқинлари майдони.

Тўлқинларнинг ўртача эркин босиб ўтиш йўли ва вақти. Хонадаги товуш майдонини статистик текширишлар аввал тўсиқлардан қайтаётган тўлқинларнинг ўртача қиймати ва вақтини аниқлашни тақазо этади:

$$\tau = \frac{4V}{cS} \quad (11.1)$$

Бир вақтда тўлқин қайтарилиши сони:

$$n = \frac{\ell}{\tau} = \frac{cS}{4V} \quad (11.2)$$

Товуш тўлқинининг ўртача эркин босиб ўтган йўли:

$$\ell_{\text{ўрт}} = c\tau = \frac{4V}{S} \quad (11.3)$$

Товуш энергиясининг сўниш ва ўртача сўниш коэффициенти.

Товуш тўлқини юзага тушиб қисман ундан қайтади, қисман юзадаги материалда ютилиб иссиқлик энергиясига айланади. Товуш тўлқинининг синиши ва қайтиши акустиканинг геометрик қонунига бўйсунади. Хонада қайтагандан сўнг қолган товуш тўлқини, қайтиш коэффициенти β , товуш ютиш коэффициенти α ва товуш ўтказиш коэффициенти γ лардан иборат:

$$\alpha = \frac{E_{\text{ютил}}}{E_{\text{туш}}}; \quad \beta = \frac{E_{\text{кайт}}}{E_{\text{туш}}}; \quad \gamma = \frac{E_{\text{утган}}}{E_{\text{туш}}} \quad (11.4)$$

Бунда, $E_{\text{туш}}$ - юзага тушган товуш энергияси; $E_{\text{кайт}}$ - юзадан қайтган товуш энергияси; $E_{\text{ўтган}}$ - юзадан тўғри ўтган товуш энергияси. α , β ва γ – коэффициентларнинг қийматлари материалга, юзанинг конструктив тузилиши ва товуш тўлқинининг юзага тушиш бурчагига боғлиқ. Товуш ютиш коэффициентининг ўртача қиймати:

$$\alpha_{\text{ўрт}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i(\varphi_i) \quad (11.5)$$

$\alpha_i(\varphi_i)$ - товуш тўлқинининг φ_i бурчак остидаги товуш ютиш коэффициенти. Хонанинг деворлари турли хилдаги сўндирувчи материаллар билан қопланганлиги сабабли, уларнинг умумий товуш ютиш фонди қуйидагича ифодаланади.

$$A_0 = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i \quad (11.6)$$

Қўшимча фондга ижрочилар, тингловчилар ва улар эгаллаган юза, ҳисобга олиниши қийин бўлган анжомлар киради, қўшимча ютилиш коэффициенти:

$$A_{\text{куш}} = \alpha_{\text{куш}} S.$$

Хонадаги умумий товуш ютилиш қиймати:

$$A = \sum \alpha_i S_i N_k + \sum A_k \Lambda_k + \alpha_{\text{куш}} S \quad (11.7)$$

Бунда: $A = \sum \alpha_i S_i N_k + \sum A_k \Lambda_k + \alpha_{\text{куш}} S$ товуш ютилиш бирлигида ифодаланган. Товуш ютиш бирлиги этиб 1м^2 очик ойнанинг ютиш коэффициенти олинади, $\alpha = 1$ тенг. Хона учун ўртача товуш ютилиш коэффициенти

$$\alpha_{\text{ўрт}} = \frac{A}{S} \quad \text{тенг} \quad (11.8)$$

Стандарт реверберациянинг вақти. Хонадаги реверберация жараёнини баҳолаш мақсадида реверберациянинг стандарт вақти катталиги киритилган. Стандарт реверберациянинг вақти деб, товуш энергияси зичлигининг 10^6 марта, ёки 60 дБ камайишига кетган вақтга айтилади,

Бу реверберация вақти Эйринг формуласи орқали аниқланади ва у:

$$T_p = 0,161 \frac{V}{-S \ln(1 - \alpha_{\text{ўрт}}) + 4\mu V} \quad (11.9)$$

бунда, $4\mu V$ - товушнинг ҳавода сўнишини аниқлайди.

Катта бўлмаган хоналар учун ва 1000 Гц паст частоталарда ҳаводаги сўниш коэффиценти $4\mu\nu$ инобатга олмаса ҳам бўлади. 4000 Гц юқори частоталарда $4\mu\nu$ асосий ролни ўйнайди ва реверберациянинг стандарт вақти камаяборади.

Ҳисоб - қитобларда кўпроқ сўнишнинг реверберация коэффиценти $\alpha' = -1n(1 - \alpha_{\text{ўрт}})$ фойдаланиладилар. Унда:

$$T_p = 0,161 \frac{V}{\alpha' S + 4\mu V} \quad (11.10)$$

Акустик нисбат ва эквивалент реверберация

Хонадаги товуш майдонини «тўғри» ва «қайтарилган» товуш тўлқинлари йиғиндиси майдони деб қараш мумкин. Қайтарилган товуш тўлқинлари майдонини ҳамма вақт диффузия майдонига яқин дейиш мумкин. Шунинг учун бу майдон таркибини **диффузия майдони таркиби** деб аталади. Қайтарилган товуш энергияси зичлиги тўғри товуш энергияси зичлигига бўлган нисбати

$$R = \frac{\epsilon_{\text{диф}}}{\epsilon_{\text{тўғ}}} \quad \text{ёки} \quad R = \frac{P_{\text{диф}}^2}{P_{\text{тўғ}}^2} \quad (11.11)$$

акустик нисбат деб аталади.

Товуш манбаигача бўлган $R=1$ масофа **жарангдорлик радиуси** деб аталади. Якка товуш майдони учун жарангдорлик радиуси

$$r_{\text{ж}} = \sqrt{\frac{\alpha S \Omega_{\text{ж}} R^2(\theta)}{50,3(1 - \alpha)}} \quad (11.12)$$

Акустик нисбатнинг ўзгариши реверберация вақти ўзгаришидек эшитилади. Бу эффектни баҳолаш учун **реверберация эквиваленти** тушунчаси киритилган.

$$T_{\text{экв}} \approx \frac{1,2T_p}{1,2 + T_p \lg\left(\frac{\Omega_{\text{м}} + R}{R}\right)} \quad (11.13)$$

бунда, $\Omega_{\text{м}}$ -микрофоннинг йўналганлик коэффиценти.

Реверберация эквиваленти, товуш манбаи ва микрофон жойлашган нуқталарга, ҳамда микрофон йўналганлик диаграммасига боғлиқ.

Реверберация эквиваленти товуш манбаига яқинлашган сари камаяди, чунки акустик нисбат камаяди. Акустик нисбат катта бўлган залдаги олис нуқталарда, ҳар доим жарангдорлик бошқа нуқталардагига нисбатан юқори бўлади.

Товуш кучайтириш тизимли заллар

Юқорида кўриб чиқилган оптимал реверберация бўйича барчатахлил лар товуш кучайтириш тизимли залларга ҳам

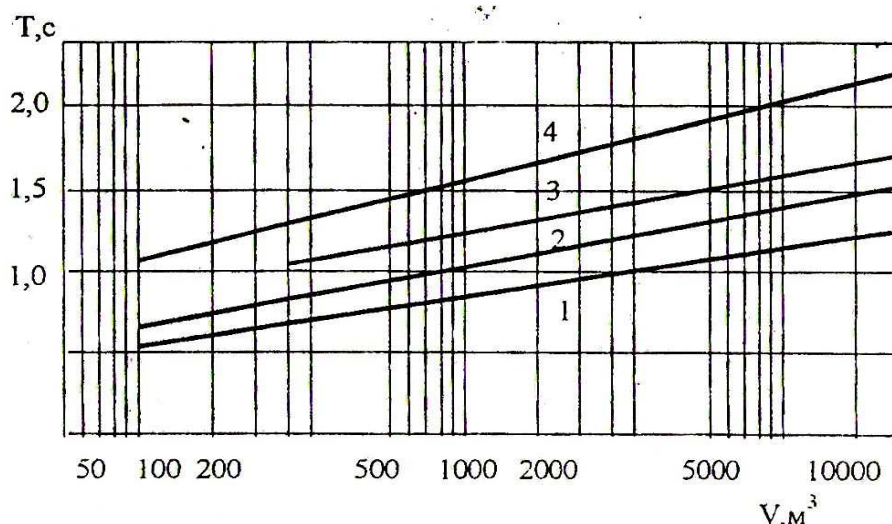
тааллуқли. Аммо, товуш кучайтириш тизимларининг мавжудлиги алоҳида шартлар бажарилишини тақазо этади.

Бундай хоналар учун пастки частоталарда реверберация вақти частота тавсифининг пастки частоталарда кўтарилиши мумкин эмас, чунки бунда кучайтириш тизимининг барқарорлиги бузилади.

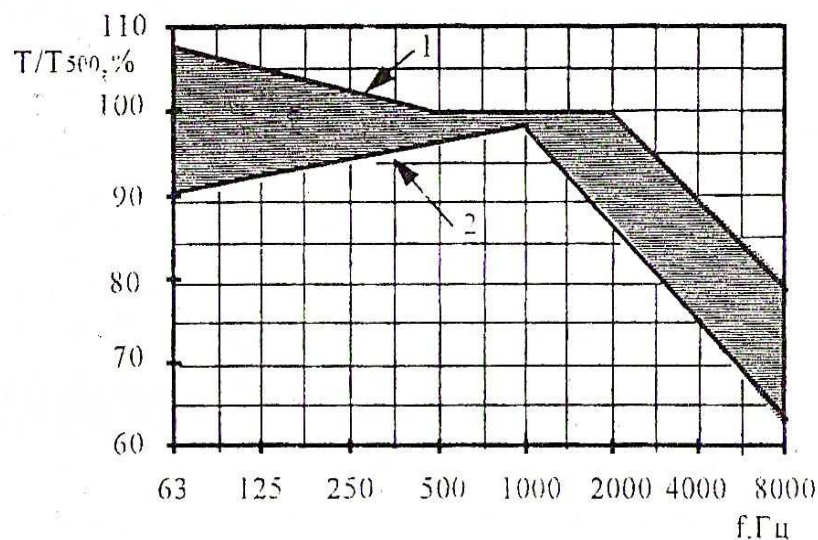
11.4- расмда 500 Гц частотада оптимал реверберация вақтининг хона ҳажмига боғлиқлиги, 11.5 ва 11.6 расмларда эса, реверберация вақтининг частота тавсифлари келтирилган.

Стереофоник тизимлар қўлланилиши керак бўлган залларда реверберация вақтини $10 \div 20\%$ камайтириш керак.

Кинотеатр заллари реверберация вақтининг нисбатан кичиклиги, бу залларда эшиттириладиган фонограммаларда шу фонограммалар ёзилган хонанинг реверберация вақти мавжуд. Шунинг учун кинозал реверберациясига фонограмма реверберацияси қўшилади.

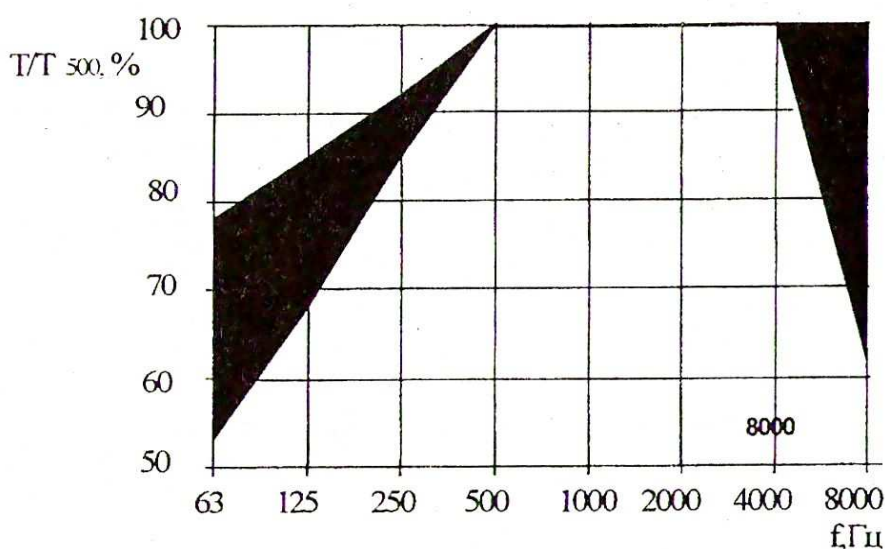


11.4- расм. Турли хоналар учун 500 Гц оптимал реверберация вақти (1- аудиториялар, кинотеатрлар, мажлис заллари; 2-театрлар; 3-концерт заллари; 4 -орган мусиқа заллари)



11.5-расм. Муסיқа заллари учун реверберация вақти частота тавсифилари

1- органи заллар; 2-бошқа муסיқа заллари



11.6- расм. Кинотеатрлар, мажлис заллари учун реверберация вақти частота тавсифлари

Товуш ютувчи материаллар ва уларнинг конструкциялари

Хона ичини қайта ишлаш учун қўлланиладиган материалларнинг товуш ютиш коэффициенти одатда кичик. Шунинг учун хоналарда, оптимал акустик шароит яратиш мақсадида махсус яратилгин материаллар ва конструкциялардан фойдаланилади. Улар (абсорбентлар) юқори товуш ютиш хусусиятига эга.

Товуш ютувчи материалларни ишлаш принципига қараб икки гуруҳга бўлиш мумкин: ғовакли ва резонансли.

Ғовакли материаллар. Бу гурухга барча ғовакли турдаги материаллар киради: сиртини қоплайдиган плиталар, турли толалардан тайёрланган тўшаклар - шиша толали, минерал толали, капрон ва б.к, акустик сувоқ, турли драпировкалар, гиламлар ва ҳ.к.

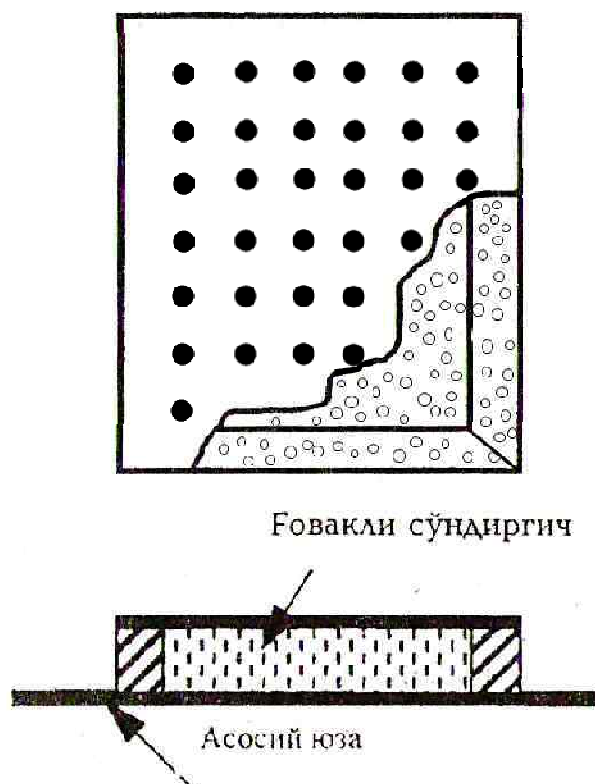
Ғовакли материалларнинг товуш энергиясини ютиши асосан ғовакларда товуш заррачаларининг силжишидаги ишқаланиши ва материал скелетининг деформацияланишидаги ички ишқаланиш билан белгиланади.

Қаттиқ тўсикдан товуш тўлқини қайтганда унинг юзасида босим дўнглиги (тушаётган ва қайтаётган тўлқинлар босими қўшилади) тебраниш тезлигининг тугуни ҳосил бўлади. Тушувчи ва қайтувчи тўлқин тебранишлари тезлигининг фазалари 180° силжийди. Тебраниш дўнглиги қаттиқ юзадан $\lambda/4$ масофада пайдо бўлади.

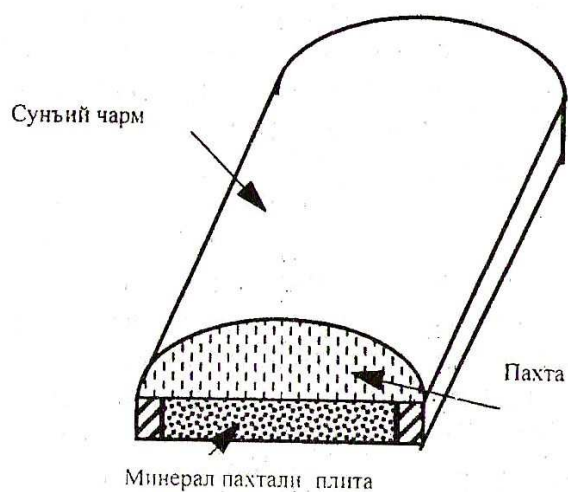
Резонансли товуш ютгичлар. Резонансли товуш ютгичлар пластина каби тебранувчи резонаторли кўринишда, ёки ҳаво резонаторлари турида тайёрланади. Бу турдаги конструкциялар товуш энергиясини паст ва ўртача частоталарда ютилишини таъминлайди.

Резонансланувчи панеллар. Резонансли панелларнинг конструкцияси 11.7-расмда кўрсатилган. Расмдан кўриниб турибдики, асосий балка юзаси билан фанера ёки клеёнкадан тайёрланган пластина ўртаси бўшлиқ. Агарда, юзага тушаётган товуш тўлқини частотаси пластинанинг хусусий частотасига мос келса, пластинанинг тебраниш амплитудаси максимал бўлади. Бу ҳолда пластинанинг эгилишида материалдаги ички ишқаланиш натижасида содир бўлган энергия йўқолиши ҳам максимал бўлади. Конструктив тузилишни ўзгартириш йўли билан унинг резонанс частотасини пастки частота томон силжитиш мумкин. Бундай конструкциянинг сўндириш коэффиценти катта эмас. Бу коэффицентни ошириш мақсадида, пластина ва балка ўртасидаги бўшлиқ ғовак материал билан тўлдирилади (масалан, минерал ёки шиша тола). Резонансли панеллар Бекеши шитлари (11.8 расм) номи билан ҳам машҳур. Бундай конструкциялар одатда фанера ёки рамага клеёнка тортилиб ясалади.

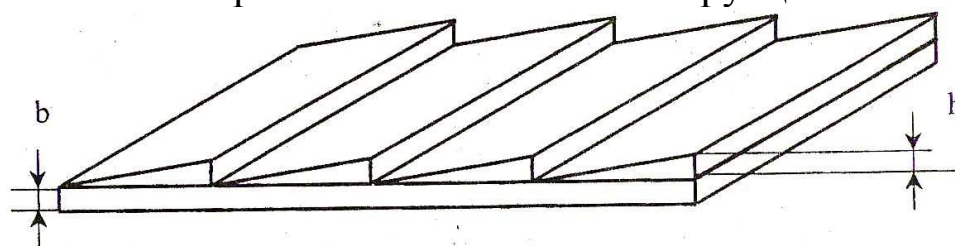
Резонансли панеллар кўп ҳолларда аррасимон конструкцияларда (11.9 расм) ясалади.



11.7— расм. Резонансли панель конструкцияси



11.8— расм. Бекеши шити конструкцияси



11.9- расм. Аррасимон резонансли панел эскизи: b - каркас қалинлиги, h -очиш баландлиги.

Перфорацияланган конструкциялар. Бу турдаги конструкциялар резонансланувчи панелларга ўхшаш. Рамага қопланган фанерада

тешиклар (перфорация) бўлиб, ҳар бир тешик унинг ичидаги ҳаво билан Гельмгольц резонаторидек ишлайди. Бундай резонаторнинг резонанс частотасини паст ва ўрта частоталарда фанера қалинлигини, тешик диаметрини, тешиклар оралиғини ҳамда тўсиқ ва конструкция оралиқларини ўзгартириш йўли билан силжитиш мумкин.

Материал ва конструкцияларнинг ютиш коэффициенти турлича бўлгани учун белгиланган товуш ютиш фондига эришиш учун турли хилдаги сўндиргичлардан фойдаланилади.

Хонани акустик қайта ишлашда, уларда диффузия товуш майдони ҳосил қилиш учун товуш сўндирувчи материал ва конструкцияларни ўзаро алмашлаб шахмат доскаси каби жойлаштириш зарур.

Назорат саволлари

1. Рупорли радиокарнайларнинг ишлаш принципини тушунтиринг
2. Тор ва кенг бўғизли рупорли радиокарнайнинг ишлаш принципини тушунтиринг.

Адабиётлар

1. Ковалгин Ю.А. Радиовещание и электроакустика. – М.: Радио и связь, 1999.
2. Зупаров М.З., Катунин Г.Л. Электроакустика. ТУИТ, 2005.
3. Зупаров М.З. Радиоэшиттириш, ТУИТ, 2004
4. Телекоммуникация тармоқлари ва тизимлари, ТУИТ, 2005
5. М.Зупаров «Электроакустика», Тошкент 2011

**ТОВУШ ЭШИТТИРИШ ЭЛЕКТР КАНАЛИ. ТОВУШ ЭШИТТИРИШ
КАНАЛЛАРИ ВА ТРАКТЛАРИНИНГ СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ
МЕЪЁРЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ. ТОВУШ ЭШИТТИРИШ КАНАЛЛАРИ
ВА ТРАКТЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШИ. РАДИОЭШИТТИРИШ
ТРАКТЛАРИНИНГ СТРУКТУРА СХЕМАЛАРИ. ЎЗБЕКИСТОНДА
ТЕЛЕВИЗИОН ВА ОВОЗ ЭШИТТИРИШ ТАРМОҒИНИНГ БУГУНГИ
КУНДАГИ ҲОЛАТИ**

Маъруза режаси:

1. Товуш эшиттириш электр канали
2. Товуш эшиттириш каналлари ва трактларининг сифат кўрсаткичларини меъёрлаш принциплари
3. Товуш эшиттириш каналлари ва трактларининг тузилиши
4. Ўзбекистонда телевизион ва овоз эшиттириш тармоғининг бугунги кундаги ҳолати

Товуш эшиттириш электр канали

Товуш эшиттириш деб, турли хилдаги овоз маълумотларини худудий кенг тарқалган тингловчиларга махсус техника воситалари орқали циркуляр узатиш жараёнига айтилади. Товуш эшиттириш тарғибот ва ташвиқот воситаси сифатида катта оммавий ва сиёсий аҳамиятга эга бўлиб, тингловчиларнинг тарғибот-ташвиқот, маданий ва маънавий савиясини оширувчи восита ҳамдир.

Шундай қилиб, товуш эшиттириш (ТЭ) техник-ташкилий мажмуа бўлиб, турли овоз маълумотларни шакллантириш ва худудий кенг тарқалган тингловчиларга махсус техника воситалари ёрдамида циркуляр узатиш учун мўлжалланган. Товуш эшиттиришни ташкиллаштириш билан миллий телерадиоэшиттириш компанияси (МТРК) ва Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги (ЎзААА) шуғулланади. МТРК ихтиёрида товуш эшиттириш дастурларини шакллантириш ва тайёрлаш, суткалик эшиттириш ҳажмини аниқлаш, эшиттиришлар кетма-кетлигини вақт бўйича белгилаш, Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги томонидан берилган техник воситаларни танлаш ва ташкиллаштирилган дастурларни тингловчиларга етказиш масалалари туради. Товуш эшиттириш дастурларини эшиттириш турлари бўйича ихтисослашган муҳарририятлар, ижодий уюшмалар тайёрлайдилар. Бу ерда материаллар, муаллифлар ва ижрочилар танланади, репетиция ва

режиссерлик ишлари бажарилади. Бош муҳарририятларда дастурлар чиқарилгунга қадар барча ишлар бажарилади. Чиқариш бўлими жадвал тузиб, дастур узатишни ташкил этади. Назорат бўлими дастурнинг техник сифатини назорат этади. Алоқа ва ахборот мамлакатнинг бирламчи алоқа тармоғида овоз эшиттириш каналлари тармоғини, радиоузатиш воситалари ва симли эшиттириш тармоқларини ташкиллаштиради. Товуш эшиттириш техник воситаларини ривожлантиришнинг асосий йўналишлари жамиятнинг турли ҳилдаги ахборот ва сервис хизматларига бўлган талаблари билан аниқланади. Социологик изланишлар асосида ТРК товуш эшиттиришни ривожлантириш концепциясини ишлаб чиқади, алоқа ва ахборот Давлат қўмитаси техник воситалари ривожланишининг кўп йиллик режасини тайёрлайди. Бу ҳужжатларда соҳанинг ривожланиш босқичлари режалаштирилади. Бундан ташқари ТРК чет элда яшайдиган тингловчилар учун мўлжалланган эшиттириш дастурларини ҳам тузади. Товуш эшиттириш дастурлари маълум режа ва йўналиш асосида тузилган эшиттиришлар мажмуидир.

Товуш эшиттириш тарғибот ва ташвиқот воситаси сифатида катта оммавий ва сиёсий аҳамиятга эга бўлиб, тингловчиларнинг маданий ва маънавий савиясини оширувчи восита ҳамдир.

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

Эшиттириш – алоҳида мавзу жиҳатдан якунланган ахборот.

Дастур – мўлжалланган каналларга тақсимланадиган эшиттиришлар мажмуи.

Республикамиз радиоси ҳар куни 4 та Давлат дастурлари бўйича FM диапазонида эшиттиришлар олиб боради.

Эшиттиришлар – нутқий, мусиқали ва аралаш турда бўлиши мумкин.

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

Эшиттиришлар мазмуни эшиттиришларни шакллантирадиган ва қайта ишлайдиган студияларга, шунингдек, тингловчиларни студия билан боғловчи алоқа каналларига бўлган талабларни белгилайди. Мана 100 йилдан ортиқ вақт мобайнида овоз эшиттириш ривожланиб келмоқда ва шу давр ичида 1918 йилда

ташкил этилган Нижегород шахридаги кичик радиолабораториядан катта қувватли радиоэшиттириш узаткичларигача бўлган улкан йўлни босиб ўтди.

Ҳозирги кунда республикамизда суткалик радио эшиттиришлари ҳажми 88 соат 20 минутни, телевидение эшиттиришлари 56 соатни ташкил этади. Товуш эшиттириш техникасининг асосий вазифаларидан бири – эшиттириш сифатини ошириш. Бу масала ечимининг реал йўли сигналларга ишлов бериш ва узатишда рақамли усулларни қўллашдир.

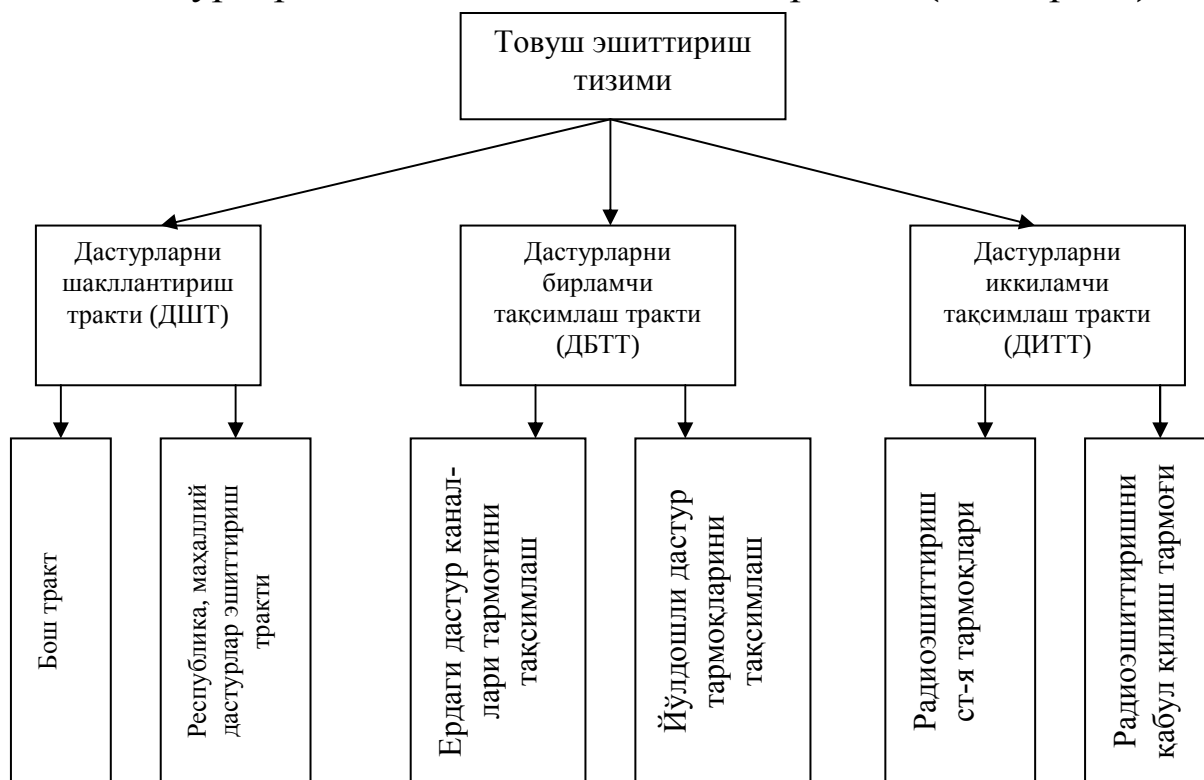
Шуни таъкидлаб ўтиш жоизки, дастурларни шакллантирувчи рақамли қурилмалар ва рақамли алоқа каналлари яратилган ва амалда кенг қўлланилмоқда.

Товуш эшиттириш тизими шундай тузилганки дастурлар тингловчиларга қулай бўлган вақтда тарқатилади.

1970 йилгача барча товуш эшиттириш монофоник вариантда шаклланган. 1970 йилдан эса, стереофоник радиоэшиттириш тизимлари татбиқ этилабошлади.

Товуш эшиттириш электр каналининг техник базаси қуйидаги трактларга бўлинади:

- дастурларни шакллантириш тракти;
- дастурларни бирламчи тақсимлаш тракти;
- дастурларни иккиламчи тақсимлаш тракти (12.1 - расм).



12.1 - расм. Товуш эшиттириш тизимининг таркибий қисмлари

Товуш эшиттириш дастурларини шакллантириш тракти бош (марказий), республика ва маҳаллий товуш эшиттириш дастурлари трактларига бўлинади.

Дастурларни шакллантириш трактида (ДШТ) товуш эшиттириш дастурларини тайёрлаш ва чиқариш, уларни тиражлаш, дастурларни тақсимлаш трактида уловчи линиялар киришига коммутациялаш, сигнал параметрларининг сифатини назорат этиш, барча ускуналарнинг иш фаолияти барқарорлиги таъминланади.

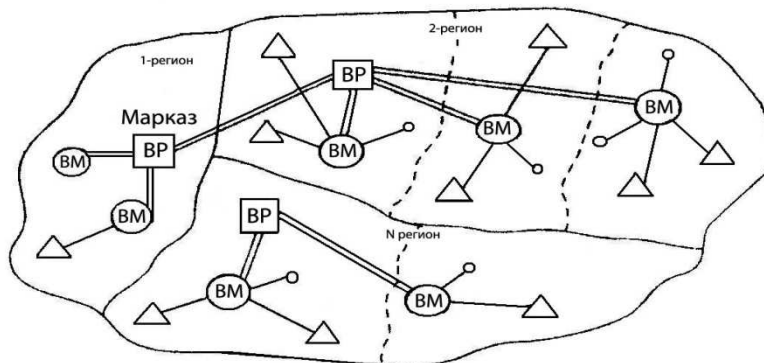
ДШТ ускунасининг таркиби тузиладиган товуш эшиттириш дастурлари сони ва ҳажми билан белгиланади. ДШТ таркибидаги барча техник ускуналар радиоуй таркибига киради. ДШТ таркибидаги аппарат-студия комплекси, марказий аппаратхонадан ташқари кўпгина: студия-аппарат, ёзув, радиоэшиттириш ва монтаж аппаратхоналарга эга. АСК хоналарида кўпгина микрофонлар, кучайтиргичлар, магнитофон, овоз режиссёри пульти, ўлчов-назорат аппаратуралари, коммутация ва овоз эшиттириш дастурларини тақсимлаш аппаратуралари мавжуд.

Маҳаллий дастурларни шакллантириш тракти кичик ҳажмдаги эшиттиришлар дастурига эга бўлиб аппаратхоналар сони ҳам кам, шунинг учун марказий аппаратхона вазифасини кўп ҳолларда радиоэшиттириш аппаратхонаси бажаради.

Ҳозирги вақтда ДШТ III - аналог ва IV - рақамли авлод аппаратуралари билан жиҳозланган. 2010 йилга келиб эшиттириш тармоқлари бутунлай рақамли ускуналар билан жиҳозланади. Товуш эшиттиришнинг **бирламчи тақсимлаш тракти** техник ташкилий комплексдан иборат бўлиб, унинг таркибига товуш эшиттириш дастурларини тақсимлаш тармоғи, шунингдек, оператив-техник бошқарув ва бу тармоқлардан фойдаланиш тизимлари киради.

Товуш эшиттиришни тақсимлаш тармоғи товуш эшиттириш каналлари узатиш тизимининг бирламчи тармоғида (ер усти кабелли ва радиорелели, йўлдошли) ташкил этилган мажмудан иборат. Тармоқ радиал – узел принципида қурилиб, ҳудудларни маъмурий тобелигини инобатга олган ҳолда магистрал, зона ичидаги ва маҳаллий тармоқларга бўлинади. Магистрал тармоқлар республика марказидан (РМ) вилоят марказларига (ВМ) ўтади. (12.2 - расм).

Зона ичидаги тармоқлар радиал принципда қурилиб, улардан товуш эшиттириш дастурлари вилоят маркази (ВМ) дан узаткичлар ўрнатилган ергача ва вилоят марказларигача тарқатилади.



12.2 - расм. Товуш эшиттириш дастурлари тармоғи тақсимо­тининг регионал принци­пи: магистрал тармоғ (зона ичи тармоғи; вилоят радиоузатиш станциялари)

Товуш эшиттиришнинг маҳаллий тақсимлаш тармоқлари ҳам радиал принци­пида қурилади. Маҳаллий тармоқлар орқали товуш эшиттириш дастурлари қишлоқ симли эшиттириш станцияларигача узатилади.

Товуш эшиттиришнинг баён этилган тақсимлаш принци­пи ер ўсти узатиш тизимлари – кабелли, радиорелелиларга хосдир. Йўлдошли узатиш тизимида товуш эшиттириш каналларини бошдан-оёқ тақсимланишини ташкил қилиш мумкин, бунда дастурлар, марказдан бевосита туман узатиш станциялари ёки симли эшиттириш станцияларига узатилади.

Йўлдошли тизимлар ўз таркибига бир вақтнинг ўзида магистрал, зона ичидаги ва маҳаллий товуш эшиттириш дастурларини тақсимлаш турларини олади.

Товуш эшиттириш дастурларини бирламчи тақсимлаш тракти таркибига қуйидаги эшиттириш аппаратхоналари киради:

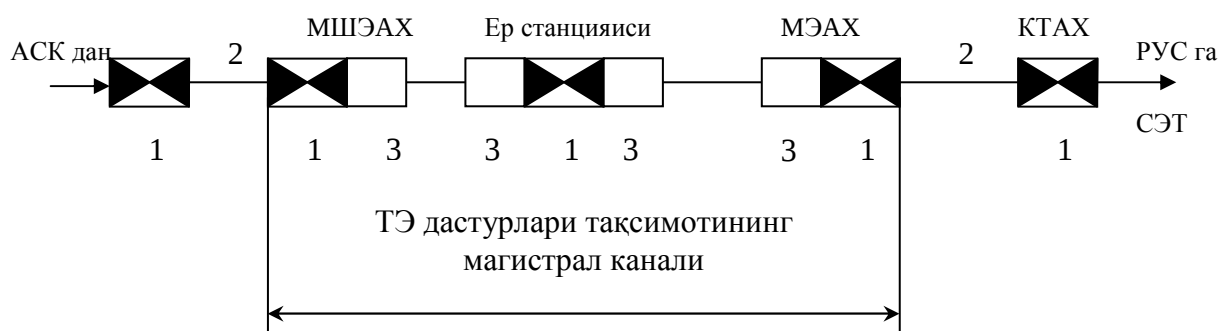
Марказда жойлашган марказий коммутация тақсимлаш аппаратхонаси (МКТАХ), телерадиокомпания (ТРК) товуш эшиттириш дастурларини аппарат-студия комплекслари (АСК) дан қабул қилади ва марказий халқаро (шаҳарлараро) эшиттириш аппаратхонасига (МХЭАХ) ташқи эшиттиришлар дастурини коммутациялаш ва тақсимлашни, товуш эшиттириш каналларини ташкил этиш ва дастурларни радиоузатиш станцияларига, шаҳар радиотрансляция тармоғига тақсимлашни назорат қилади.

Марказий шаҳарлараро эшиттириш аппаратхонаси (МШЭАХ) автоном республика, вилоят марказларидаги бирламчи тармоқнинг охи­р­ги халқаро станциясида жойлашган бўлиб, марказий магистрал

эшиттириш аппаратхонасидан канал дастурларини олиш, уларни назорат қилиш, зоналар ичидаги товуш эшиттириш дастурларини тақсимлаш, каналларни бошқаришга мўлжалланган.

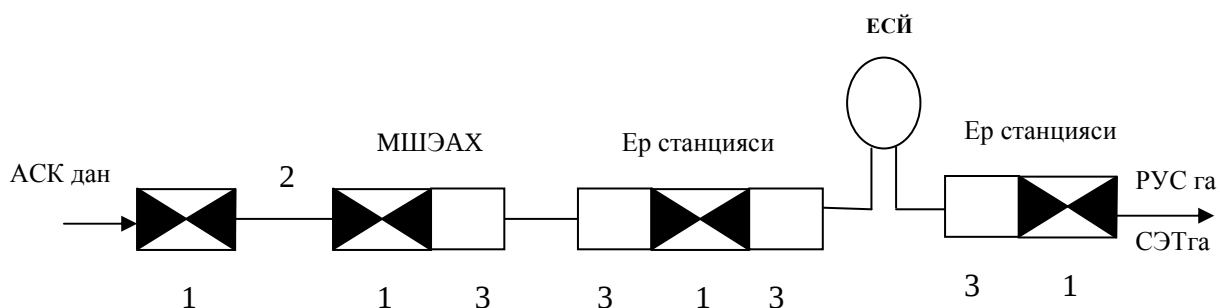
КТАХ – коммутация-тақсимлаш аппаратхонаси бирламчи тармоқнинг охирги шаҳарлараро станциясида жойлашган бўлиб, у коммутация ва товуш эшиттириш дастурларини радиоузаткичларга товуш эшиттириш каналларининг боғловчи линиялари орқали радиоэшиттириш аппаратхоналарига ва белгиланган шаҳар симли эшиттириш тизимига коммутациялашга мўлжалланган.

Юқорида қайд этилган аппаратхоналарнинг функционал алоқаси магистрал, зона ичидаги ва маҳаллий товуш эшиттириш дастурларини тақсимлаш намунавий схемаси (12.3 - 12.5 - расмлар) да батафсил кўрсатилган.



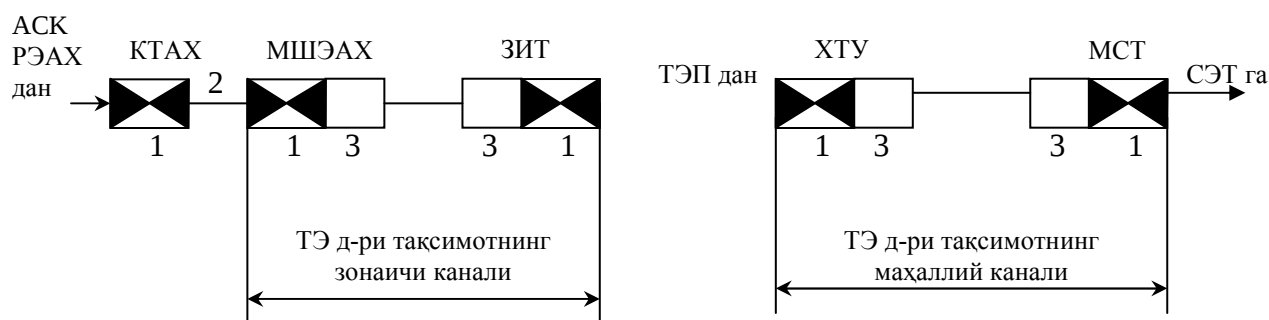
12.3 - расм. Товуш эшиттириш дастурлари магистрал каналлари тақсимотининг намунавий схемаси

1 – ТЭ каналини ташкил этувчи аппаратура; 2 – паст частотали уловчи линия; 3 – охирги узатиш тизими аппаратураси



12.4 - расм. Сунъий йўлдошли товуш эшиттириш каналларини ташкил этиш схемаси

МШЭАХ – марказий шаҳарлараро эшиттириш аппаратхонаси; ЕСЙ – ернинг сунъий йўлдоши; РУТ – радиоузатиш тизими; СЭТ – симли эшиттириш тизими

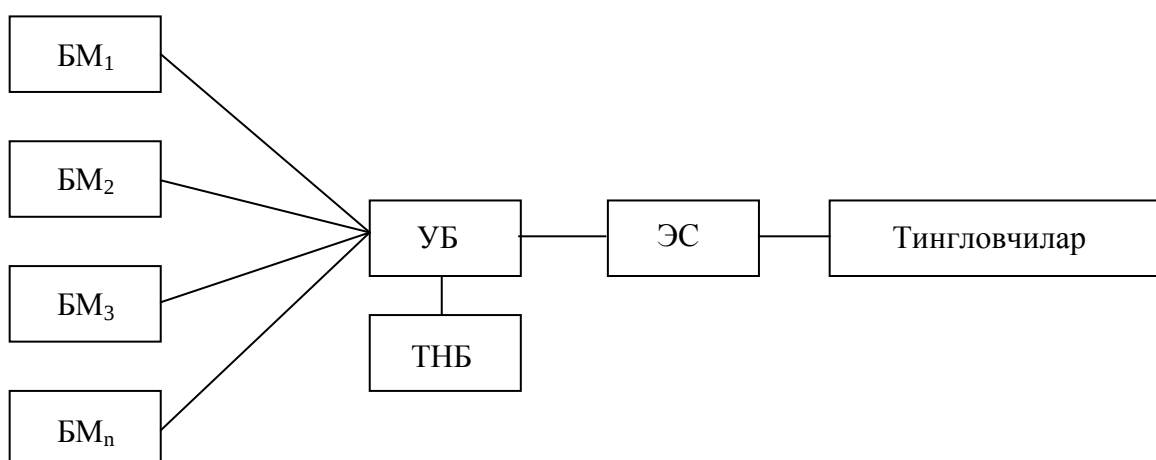


12.5 - расм. ТЭ дастурлари тақсимоти зона ичи (а) ва маҳаллий (в) каналларини ташкил этиш схемаси

РЭАХ – радиоэшиттириш аппаратхонаси; ЗИТС – зонаиحي тармоқ станцияси; ТЭП – туман эшиттириш пульти; ХТУ – худуд тармоқ узели; МСТ – маҳаллий станция тармоғи.

Товуш эшиттириш каналлари ва трактларининг сифат кўрсаткичларини меъёрлаш принциплари

Товуш эшиттиришни шакллантириш тракти структураси 12.6 - расмда келтирилган.



12.6 - расм. Товуш эшиттиришни шакллантириш тракти структураси

БМ – бош муҳарририят;
УБ – узатиш бўлими;
ТНБ – техник назорат бўлими;
ЭС – эшиттириш студиялари.

Товуш эшиттириш дастурларини тайёрлаш, шакллантириш ва чиқариш масалалари билан Республика Миллий

Телерадиокомпанияси ва унинг жойлардаги ташкилотлари шуғулланади. Телерадиокомпания дастурларни шакллантириш марказларига, овоз ёзиш ва эшиттириш уйлариغا эга, у ерда товуш эшиттириш дастурлари тайёрланади, шакллантирилади ва эфирга узатилади.

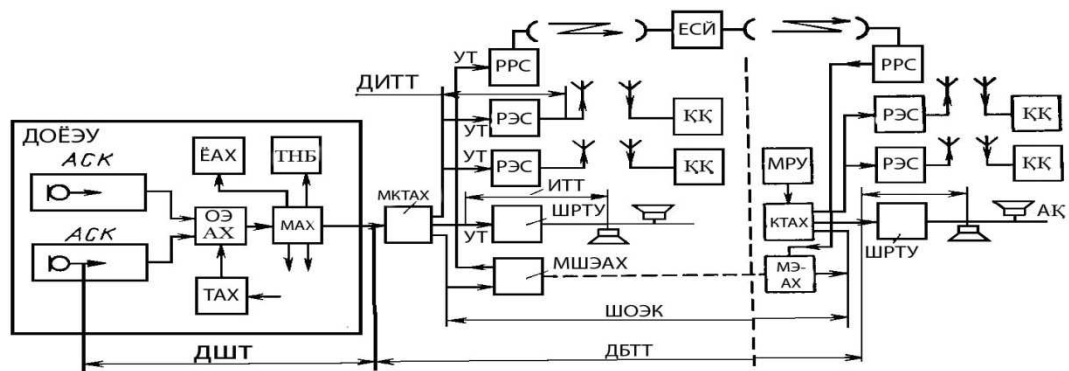
Дастурлар бош муҳарририят таркибидаги узатиш турларига мослаштирилган муҳарририятларда тайёрланади. Муҳарририятлар ахборот, тарғибот, адабий-драматик эшиттиришлар, ёшлар учун мусикали эшиттириш, болалар ва ўсмирлар учун эшиттириш, спорт эшиттиришлари ва бошқа муҳарририятларга бўлинади. Бош муҳарририят (БМ) кундалик, хафталик, ойлик дастурларни ташкил этади, режалаштиради ва уларни узатишни амалга оширади.

Узатиш бўлими (УБ) дастурларни узатишни ташкил этади. Эшиттиришларнинг техник сифатини кузатиш техник назорат бўлимига (ТНБ) 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 ёзилишнинг қўлланилиши дастур чиқариш жараёнини автоматлаштиришга ва эшиттириш сифатини оширишга ёрдам беради.

Товуш эшиттириш каналлари ва трактларининг тузилиши.

Дастурларни шакллантириш ва тингловчиларга етказиш товуш эшиттиришнинг электр канали (ТЭЭК) ни ҳосил қилувчи махсус техник воситалар мажмуи ёрдамида амалга оширилади. ТЭЭК – микрофон чиқишидан то узаткич антеннасигача ёки сим орқали эшиттириш трактидан абонент розеткасигача бўлган техник воситаларни ўз ичига олади. ТЭЭК 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.



12.7 - расм. Товуш эшиттириш тизимининг структура схемаси

ДОЁЭУ – 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 аппаратхона;

УТ – уловчи тизим;

ДШТ – дастурларни шакллантириш 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;

МШЭАХ – марказий шаҳарлараро эшиттириш аппаратхонаси;

ШОЭК – шаҳарлараро овоз эшиттириш электр канали;

ЕСЙ – ернинг сунъий йўлдоши;

ҚҚ – қабул қилгич;

АҚ – абонент қурилмаси;

МРУ – маҳаллий радиоуй;

КТАХ – коммутация тақсимлаш аппаратхонаси;

МЭАХ – маҳаллий эшиттириш аппаратхонаси.

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

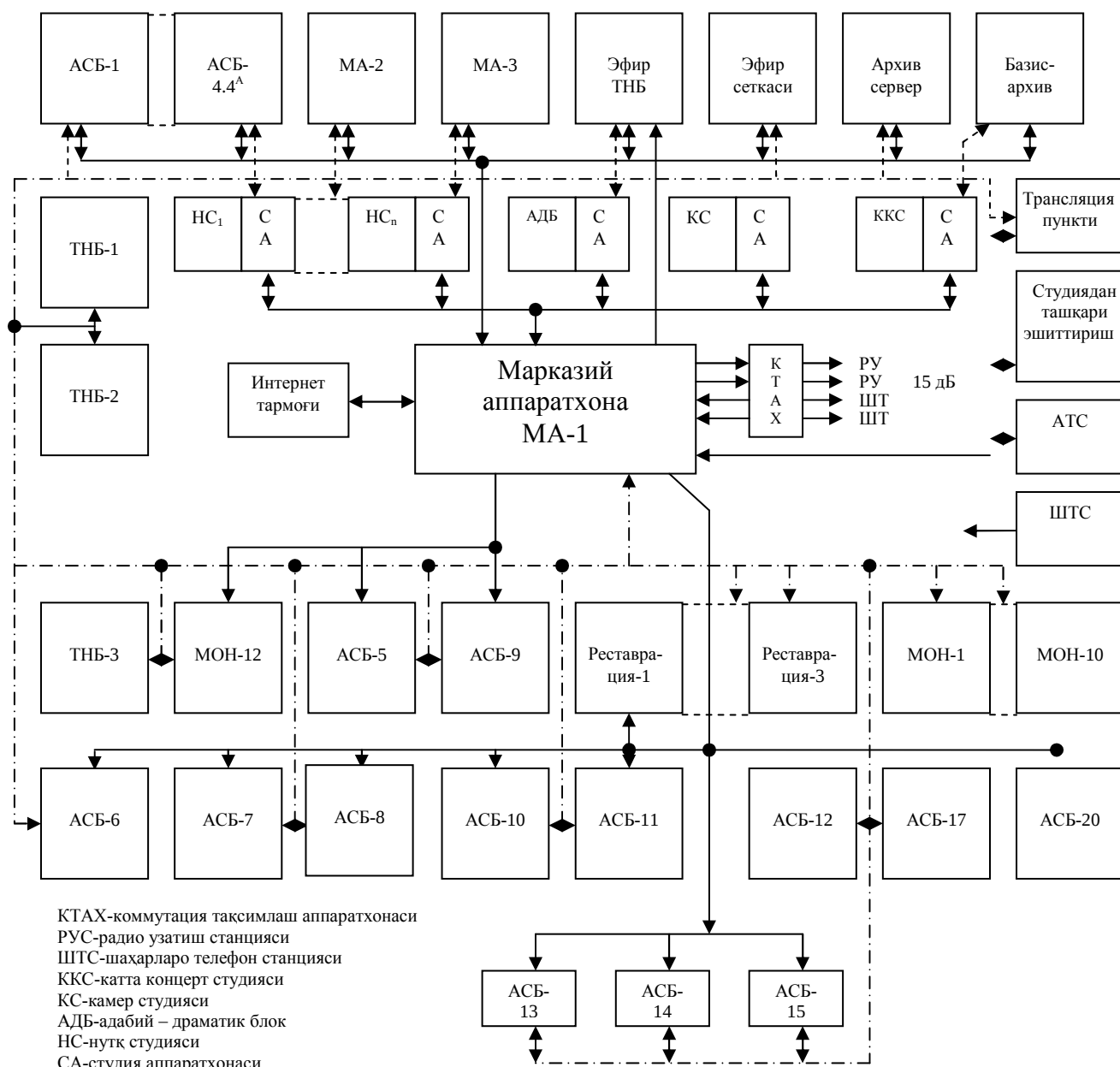
Овоз ёзиш ва эшиттириш уйи – овоз эшиттириш тизимининг бош бўғини ҳисобланади ва шунинг учун ДШТ ни ташкил этувчи техник воситалар юқори сифат параметрларига эга бўлиши керак. Тошкент шаҳрида жойлашган радиоуй Республика

телерадиомаркази, давлат унитар корхонаси Тошкент радиоэшиттириш ва овоз ёзиш уйи (ТРЭОЁУ) деб аталади.

Дастурларни шакллантириш трaкти аппарат-студиялар комплекси (АСК), узатиш аппаратхонаси (УАХ), марказий аппаратхона (МАХ), трансляция аппаратхонаси (ТАХ) ва овоз ёзиш аппаратхоналари (ОЁАХ) дан тaшкил топган. Дастурларни шакллантириш трaктининг кириш қисми паст сaтҳли (-30 ÷ -70 дБ) ёки юқори сaтҳли (-12 ÷ +12 дБ) сигнал мaнбаларига уланишга мўлжалланган. Паст сaтҳли сигналлар микрофон трaктларига хос бўлса, юқори сaтҳли сигналлар магнитофон, трансляция пунктлари, халқаро, шаҳарлараро овоз эшиттириш каналларидан келади.

Дастурлар радиоуйнинг аппарат-студия комплексларида яратилади, бу комплекс бир нечта студия ва студия-аппаратхоналардан иборат. Одатда, аппарат студия мажмуи дастурларни тўлиқ шакллантиришни амалга оширмайди, уларнинг магнит тасмасига ёзиладиган айрим фрагментларигина яратилади. Ҳар бир радиоуйда фонотекалар мавжуд бўлиб, улардан дастурга талаб қилинадиган ёзувларни олиш мумкин. Дастурнинг айрим фрагментларини радиоуйдан тaшқаридан, яъни концерт залларида, театрларда, шаҳар стадионларида жиҳозланган трансляция пунктларидан ва бошқа радиоуйларидан шаҳарлараро овоз эшиттириш каналлари орқали олиш мумкин. Товуш эшиттириш дастурлари фрагментларини қабул қилиш учун барча радиоуйда трансляция аппаратхонаси мавжуд. Эшиттириш аппаратхоналарида тузилган дастурлар марказий аппаратхонасига берилади ва тингловчиларга коммутацияланади. Сўнгра сигналлар марказий аппаратхонадан овоз ёзиш аппаратхона (ОЁАХ) ва техник назорат бўлими (ТНБ) га узатилади.

Радиоуй марказий аппаратхонаси (МАХ) нинг чиқишидан дастурларни бирламчи тақсимлаш трaкти бошланади. Уловчи линиялар орқали сигналлар марказий аппаратхона чиқишидан марказий коммутация тақсимлаш аппаратхонаси (МКТАХ) га узатилади.



12.8-расм. Тошкент овоз ёзиш ва қайта эшиттириш уйи аппарат-студия комплекси структура схемаси

12.8-расмда шу кунда фаолият кўрсатаётган олий классли Тошкент овоз ёзиш ва эшиттириш аппарат-студия комплекси таркибий тузилиши келтирилган.

Дастурларнинг техник назорати узлуксиз амалга оширилади.

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

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

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 эшиттиришни радиоэшиттириш билан таққосланганда унинг юқори ишончилиги ҳамда абонент қурилмасининг радиоқабулқилгичга нисбатан арзонлигини таъкидлаб ўтиш лозим.

Ўзбекистонда телевизион ва овоз эшиттириш тармоғининг бугунги кундаги ҳолати

Ҳозирги вақтда Ўзбекистондаги эшиттиришлар, аҳоли томонидан бевосита қабул қилиниши учун мўлжалланган, радиоэшиттириш хизмати давлат ва нодавлат радиотехник воситалар ёрдамида нурланишнинг аналог режимида телевизион ва овоз эшиттиришини амалга оширади.

Ўзбекистон ҳудудида давлат радиотехник воситалари билан 10 кВт дан юқори нурланиш қуввати билан 40 та узаткич ва 10 кВт гача нурланиш қуввати билан 324 та узаткичларда телевизион эшиттириш амалга оширилади; овоз эшиттириш 92 та узаткичда қуйидаги тўлқин диапазонларида амалга оширилади: километрли (уzun тўлқинли), гектометрли (ўрта тўлқинли), декометрли (қисқа тўлқинли), шунингдек УҚТ диапазонида.

Ўзбекистон ҳудудида 2007 йил декабр ойидаги маълумотларга кўра аҳолини телевизион ва овоз эшиттириш дастурлари билан қамраб олиш фоизларда 12.1 ва 2 – жадвалларда келтирилган:

12.1-жадвал

ЎзТВ-1:	ЎзТВ-2:	ЎзТВ-3:	ЎзТВ-4:
99,1	98,8	19,8	83,7

12.2-жадвал

ЎзР-1:	ЎзР-2:	ЎзР-3:	ЎзР-4:
99,8	98,7	99,0	23,66

Ҳозирги вақтда Ўзбекистонда, симплекс ҳисобда 15000 км га яқин масофадаги овоз эшиттириш каналлари ва 22000 канал-км дан

ортиқ масофадаги телевизион эшиттириш дастурларини тарқатиш тармоғи ишлатилмоқда. Улардан замонавий радиореле линиялари (РРЛ) ва оптик толали алоқа линиялари (ОТАЛ) рақамли магистраллари бўйича 16000 км атрофида телевизион эшиттириш каналлари ва 13000 км дан ортиқ - радиоэшиттириш каналлари ташкил этилган.

Ўзбекистонда, давлат телерадио дастурларини тарқатиш тармоғи ишлаб турибди; вилоят телерадио дастурларини тарқатиш тармоғи давлат телерадио дастурларини узатиш тармоғи таркибига киради.

Рақамли РРЛ ва ОТАЛ орқали давлат дастурлари тарқатиш учун ижарага олинган радиоэшиттириш ва телевидения каналларидан ташқари, Тошкент шаҳрида ҳар бир вилоят марказидан ТРК талабномалари бўйича режадан ташқари телерадиодастурларни узатиш учун каналлар ташкил қилинган. Бу каналлар Тошкент шаҳрига оператив телерадиоахборотни етказиб бериш, «Телекўприк» туридаги узатишни ташкил қилиш ва ҳ.к. имконини беради, лекин бу мақсадлар учун каналлар жуда кам ишлатилади. Ер усти РРЛ орқали МДХ давлатларига: Россия, Туркменистон, Тожикистон, Қозоғистонга телевизион сигналларни узатишни ташкил қилишнинг, шунингдек хорижий давлатлар билан «Интелсат» йўлдош тизими орқали йўлдош каналлари бўйича ахборот алмашишнинг техник имкониятлар мавжуд.

ЈВІС лойиҳаси бўйича Ўзбекистонда 63 та телевизион узаткичларни ўрнатиш, шу жумладан 55 та телевизион узаткичларни алмаштириш, ва 36 та овоз эшиттириш узаткичларини ўрнатиш кўзда тутилмоқда.

2004 йилда 4000 км га яқин аналог РРЛларнинг телевизион каналлари фойдаланишдан чиқарилади ва рақамли РРЛ ва ОТАЛ иш режимига ўтказилади; натижада рақамли РРЛ ва ОТАЛ бўйича телевизион ва радиоэшиттириш дастурлари, ишлаб турган 25 та РТСга қўшимча яна 14 та РТСга етказилади.

Ҳозирги вақтда АМ (амплитудавий модуляцияли) эшиттириш узатиш тармоғининг ҳолати, фойдаланишда бўлган узаткичларнинг жисмоний эскирганлиги ва узатиш қурилмаларини қуйидаги сабабларга кўра замонавий талабларга мос келмаслиги билан тавсифланади:

- бир полосали узатиш режимининг йўқлиги;
- ЭММ шартларини яхшилаш ва энергия истеъмолини камайитириш имконини берадиган, шу билан бирга, электромагнит

хавфсизликни яхшилайдиган элтувчи сигнал сатҳини ростлашнинг мумкин эмаслиги;

- автоматик созлаш қурилмасининг йўқлиги;

- замонавий узаткичларнинг фойдали иш коэффиценти (ФИК) 85-90 фоиз билан солиштирганда 50 фоиздан ошмайдиган ФИК;

- MPЕG усули бўйича спектрал сиқиладиган рақамли сигналларни узатиш режимининг йўқлиги;

- қабул қилишдаги сигнал сифатининг қониқарсизлиги.

Юқорида келтирилган сабаблар радиоэшиттириш тармоқларини замонавийлаштириш зарур эканлигини белгилайди.

Шунингдек, Ўзбекистонда нодавлат телевизион студиялари ва радиоэшиттириш студиялари фаолият кўрсатмоқда, уларнинг сони, ҳамда узаткичлар сони ҳақидаги маълумот 12.3-жадвалда келтирилган.

**Ўзбекистонда маъмурий бирликлар бўйича нодавлат
телевизион студиялар/узаткичлар ва радиоэшиттириш
студиялари/узаткичлари сони
(2007 йил 31 декабр ҳолати бўйича)**

12.3-жадвал

Маъмурий бирликлар номи	Телевизион		Радиоэшит- тириш		Кабелли ТВ	
	Сту- диялар сони	Узат- кичлар сони	Сту- диялар сони	Узат- кичлар сони	РРТМ студия- лар	Но- давлат студия- лар
Тошкент шаҳри ва Тошкент вилояти	6	30	9	9	1	47
Қорақалпоғистон Республикаси	3	3	1	1	3	-
Сирдарё вилояти	-	-	-	-	2	-
Андижон вилояти	1	1	1	1	-	-
Наманган вилояти	1	1	1	1	-	-
Фарғона вилояти	2	2	1	1	-	-
Жиззах вилояти	2	2	2	2	-	2
Самарқанд вилояти	2	3	2	2	-	9
Бухоро вилояти	4	3	-	-	1	1

Навоий вилояти	4	3	-	-	1	-
Сурхандарё вилояти	5	5	1	2	3	4
Қашқадарё вилояти	2	2	-	-	1	-
Хоразм вилояти	2	2	1	1	-	2
Жами:	34	57	19	20	12	65

*(ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИДА БР УСТИ РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИЗИОН ВА ОВОЗ ЭШИТТИРИШНИ ЖОРИЙ ҚИЛИШ КОНЦЕПЦИЯСИ) дан.

Назорат саволлари

1. Товуш эшиттириш электр каналига таъриф беринг.
2. Дастурларни шакллантириш трактига таъриф беринг.
3. Дастурларни бирламчи тақсимлаш трактига таъриф беринг.
4. Дастурларни иккиламчи тақсимлаш трактига таъриф беринг.
5. Товуш эшиттиришни шакллантириш тракти структурасини чизинг ва тушунтиринг.
6. Тошкент овоз ёзиш ва эшиттириш уйи аппарат-студия комплекси

**ОВОЗ ЁЗИШНИНГ ВАЗИФАЛАРИ. МАГНИТ КАЛЛАКЛАРИ. ЁЗУВ
КАЛЛАГИНИНГ СТАТИК МАЙДОНИ. ФЕРРОМАГНИТЛАРНИНГ
МАГНИТЛАНИШ ЖАРАЁНИ. «ИДЕАЛ» МАГНИТЛАНИШ.
РАДИОЭШИТТИРИШДА МАЪЛУМОТЛАР УЗАТИШ**

Маъруза режаси:

1. Овоз ёзишнинг вазифалари
2. Магнит каллаклари. Ёзув каллагининг статик майдони
3. Ферромагнитларнинг магнитланиш жараёни
4. Радиоэшиттиришда маълумотлар узатиш

13.1. Овоз ёзишнинг вазифалари

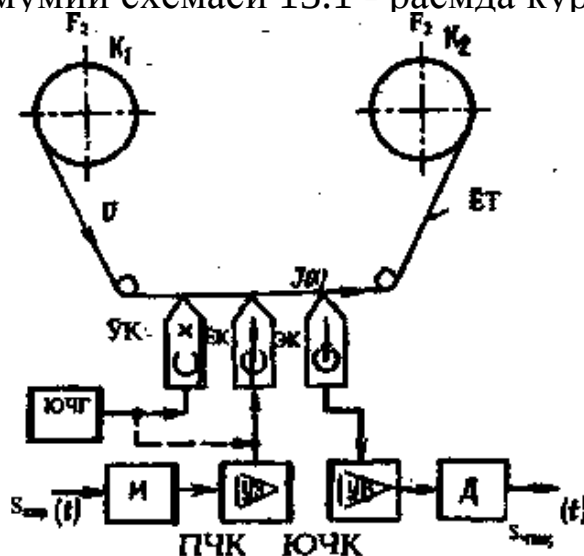
Магнит ёзуви радиоэшиттириш дастурларини тайёрлашнинг асосий босқичларидан ҳисобланади. У мусиқа асарларини, давлат арбобларининг нутқларини узоқ муддатга сақлаб қолиш имкониятини беради. Товуш ёзишнинг муҳим томони эшиттиришнинг тингловчиларга қулай бўлган вақтда амалга оширилишидир.

Радиоэшиттиришда овоз ёзиш қуйидаги масалаларни ҳал этиш учун қўлланилади: репетиция ишларини олиб бориш, дастурларни қисқа ва узоқ муддатга сақлаш. Эшиттириш дастурларни тайёрлашда репетиция вақтларида магнит тасмасига ёзилади ва шу заҳотиёқ қайта эшиттирилади, шундай қилиб ижрочи ўз ижросини текшириш ва нуқсонларини йўқотиш имкониятига эга, натижада эшиттиришнинг сифати ошади. Ҳар бир радиоуйда олдиндан ёзилган мусиқа асарлари, фонограммалар мавжуд бўлиб, улар махсус хона – фонотекада сақланади. Дастурларни тайёрлаш жараёнида фонотекада сақланаётган айрим мусиқа ва бадий асарлардан кенг фойдаланилади. Ҳозирги вақтда электр сигналларини ёзишнинг бир неча усуллари маълум. Булар – электромеханик, фотографик ва магнит ёзувларидир.

Электромеханик ёзувда товуш ташувчининг, яъни ёзиладиган материалнинг ишчи юзаси, шакли, ёзиладиган сигналга мос равишда ўзгаради. Электромеханик ёзув турларидан бири пластинкаларга ёзишдир. Ёзув жараёнида пластинкаларга ёзиладиган сигналларнинг шаклига мос равишда кичик ариқчалар кесилади. Электромеханик ёзув товуш частотаси сигналларини юқори сифатда ёзишни таъминлайди. Бу усулнинг камчилиги ёзилган сигналларни (ўчириб) бўлмаслиги ва механик монтаж қилиб бўлмаслигидир.

Фотографик ёзувда ёзиладиган сигналга мос унинг фотографик тасвири яратилади. Бу усулда ёзилганда ахборот зичлигининг юқори ва сифатли бўлишига эришилади, аммо сигнал ёзилган элементнинг фотохимик ишланиши бу усулнинг кенг қўлланилишини чеклайди.

Магнит ёзуви, юқорида баён этилган усуллардан фарқли равишда, радиоэшиттиришда ва кундалик ҳаётимизда ўзининг бир қатор афзалликлари туфайли кенг қўлланилмоқда. Буларга: сигнал ёзилган магнит тасмасининг қайта ишланмаслиги, монтаж қилиш имконияти борлиги, кўп маротаба овоз эшиттирилиши, нусха кўчирилиши ва бошқалар. Магнит овоз ёзиш-эшиттириш қурилмасининг умумий схемаси 13.1 - расмда кўрсатилган.



13.1 - расм. Магнитофоннинг структура схемаси

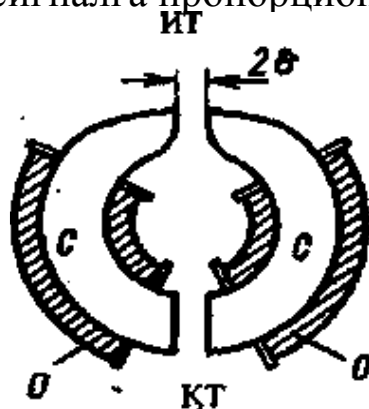
Расмда:

- F_1, F_2 – магнит тасмалари ғалтаги;
- МТ – магнит тасмаси;
- ЮЧГ – юқори частота генератори;
- ЎК – ўчириш каллаги;
- ЭК – ёзув каллаги;
- ЭК – эшиттириш каллаги;
- М – модулятор;
- Д – детектор;
- ПЧК – паст частота кучайтиргичи;
- ЮЧК – юқори частота кучайтиргичи.

13.2. Магнит каллаклари. Ёзув каллагининг статик майдони

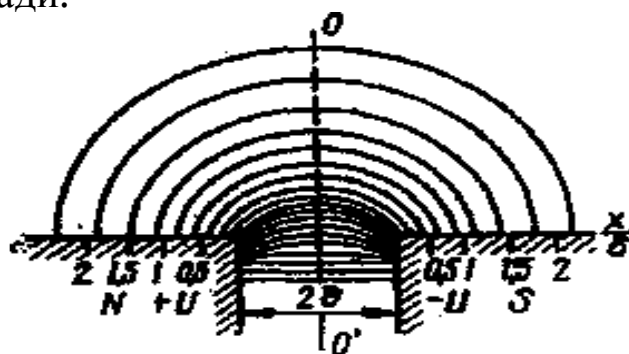
Магнит каллаклари ишлаш принципи бўйича электромагнит ўзгартгичлардир. Ёзув каллаги электр сигналларини электромагнит кучланишларига ўзгартиради ва магнит тасмалари электромагнит

майдони таъсирида магнитланади. Эшиттириш каллаклари магнит тасмасидаги қолдиқ магнит кучланишини ЭЮК га ўзгартиради. Ўчириш каллаги эса электр кучланишини ўчирувчи магнит майдонига ўзгартиради. Магнит каллаклари конструктив тузилиши жиҳатидан фарқланмайди. Ҳар қандай магнит каллагининг асоси унинг ўзагидир, у каллак чулғамларидан оқаётган ток ҳосил қилган магнит оқимини ўтказувчи вазифасини бажаради. Ўзақ материаллари сифатида пермаллой, алфенол ҳамда юқори ўтказувчан ферритлар ишлатилади. Каллакдаги уюрма ток йўқолишларини камайтириш мақсадида металл ўзақлар 0,1 – 0,2 мм қалинликдаги алоҳида-алоҳида пластинкалардан йиғилади. Магнит оқимини ўтказувчи ўзақ икки ерда узилган (13.2 - расм) бўлиб, ишчи тирқиш (ИТ) ва қўшимча тирқишлар – (ҚТ) деб аталади. Одатда, ишчи тирқиш 1,5 – 2 мкм ташкил этади. Фақат ёзув каллагига магнит тасмаси ишчи тирқиш ёнидан ўтганда, ёзув каллагига берилаётган сигналга пропорционал магнитланади.



13.2 - расм. Ёзув магнит каллаги

Қўшимча тирқиш фақат ёзув каллакларида бўлиб, у ўзакни магнит оқими тўйинишидан сақлайди. Қўшимча тирқиш кенглиги тахминан 30-40 мкм ни ташкил этади. Ишчи тирқишнинг кичиклиги ва ёзув тезлигининг нисбатан катталиги, ёзув тасмасидаги ҳар бир доменнинг (элементнинг) ишчи тирқиш олдида қисқа вақтда ўтиши туфайли каллак магнит майдони ўзгариб улгурмайди ва момент, статик, яъни вақт бўйича ўзгармас деб қабул қилинади.



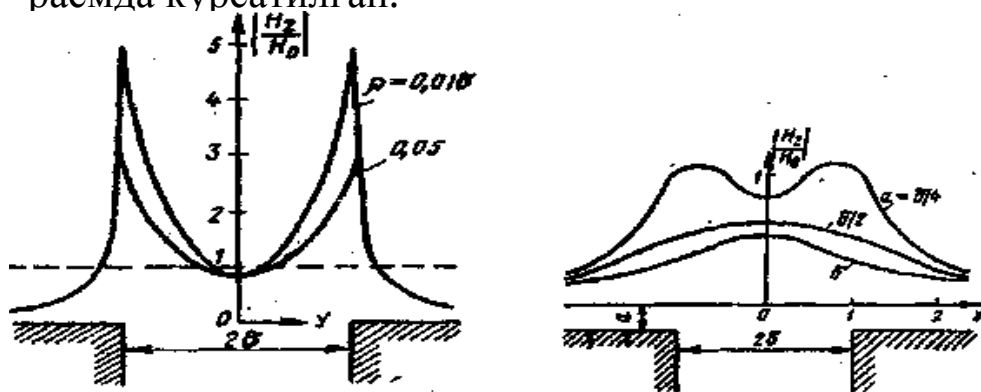
13.3 - расм. Каллакнинг статик магнит майдони

13.3 - расмдан кўриниб турибдики, каллакнинг ишчи тирқиши тубида кучланиш чизиклари бир-бирига параллел (радиал), ёнларида бўрттирилган магнит майдон ҳосил бўлади. Тирқиш оралиғидаги майдон фойдали майдон деб ҳисобланади. Каллак тирқиши бурчагидан узоқлашган сари майдон кучланганлик чизиклари ярим доира шаклида бўлади.

Ишчи тирқиш 1 мкм бўлган кенгликни тасма 19 см/с тезликда 5 мкс да ўтади. Бундан ташқари, биринчидан, каллакнинг ишчи юзаси чексиз узунликка эга деб фараз қиламиз. Иккинчидан, каллак ўзагининг магнит ўтказувчанлигини ҳам чексиз деб қабул қиламиз. Шуларни инобатга олган ҳолда қуйидаги хулосаларга келиш мумкин:

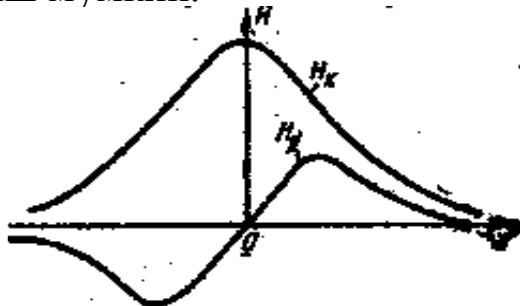
- ишчи тирқиш тубида кучланиш чизиклари бир-бирига параллел бўлади;
- тирқиш чеккаларида кучланиш чизиклари бўртиб, фойдали ишчи оқим ёйини ташкил этади;
- кучланиш чизиклари тирқиш чеккаларидан узоқлашган сари ишчи юзасига нормал туташган ярим доира шаклида бўлади;
- потенциали нолга тенг чизик (ОО') тирқишнинг марказидан ўтади;
- кучланиш чизиклари зичлигига боғлиқ бўлган майдон кучланиши каллак юзасидан узоқлашган сари пасаяди.

Тасмага ёзиш жараёнини амалга оширадиган майдон кучланиши кўп жиҳатдан тирқиш бурчаги радиуси ва каллак билан тасма оралиғига боғлиқ. 13.4, а - расмда майдон кучланишлари нисбати модулининг тирқиш бурчаги радиусига боғлиқлиги кўрсатилган. Расмдан кўриниб турибдики, майдон кучланиши максимуми тирқиш чеклари юқорисида жойлашган. Бу максимум кучланиш тирқиш бурчаги радиуси ошган сари пасайиб боради. Майдон кучланишининг тасма ва каллак оралиғига боғлиқлиги 13.4, б - расмда кўрсатилган.



13.4 - расм. Каллак магнит майдоннинг: тирқиш бурчагига боғлиқлиги (а), тасма ва каллак оралиғига боғлиқлиги (б)

13.4, б - расмдан кўриниб турибдики, тасма билан каллак оралиғи ошган сари икки уркачли эгри чизик бир уркачли эгри чизик кўринишига айланади. Бу ҳолат каллак ишчи юзасини етарлича ишлаш имконияти йўклигидан далолат беради. Майдон кучланишлари модулини икки вертикал (H_y) ва горизонтал (H_x) таркибларга ажратиш мумкин.



13.5 - расм. Кучланиш майдонининг горизонтал (H_x) ва вертикал (H_y) таркиблари графиги

Бу таркиблар қуйидагича аниқланади:

$$H_x = \frac{H_0}{\pi} [\arctg \frac{x+y}{y} - \arctg \frac{x-y}{y}] \quad (13.1)$$

$$H_y = \frac{H_0}{2\pi} \ln \frac{y^2 + (\delta + x)^2}{y^2 + (\delta - x)^2} \quad (13.2)$$

бу ерда, H_0 – ишчи тирқиш тубидаги кучланиш.

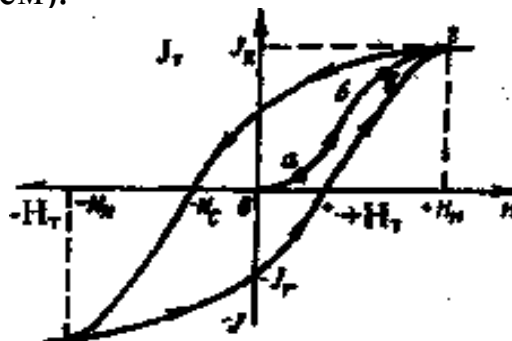
13.3. Ферромагнитларнинг магнитланиш жараёни

Магнитланмаган ҳолатда доменларнинг магнитланиш векторлари ихтиёрий жойлашганлиги сабаб йиғинди моменти нолга тенг. Доменга кичик магнит майдони таъсир этса, унинг магнитланиши аста-секин майдон йўналишига мослашиб боради. Бу йўналиш магнит майдони ўчирилиши билан йўқолиб қолади.

Бу ҳолат магнитланиш эгри чизигининг оа қисмига тўғри келиб, **қайтариловчан силжиш участкаси** деб аталади. Кейинчалик ташқи майдон кучини оширсак, доменнинг магнитланиши кучаяди, бу аб бўлагига тўғри келиб, **қайтарилмас силжиш участкаси** дейилади, чунки ташқи майдоннинг ўчирилиши доменнинг асл ҳолатини тикламайди. Агарда ташқи кучланиш бв қисмига етгунча оширилса, у ҳолда доменнинг магнитланиш йўналиши майдон йўналиши томон бурилади. Бу бўлак **қайтарилмас бурилиш участкаси** деб аталади. Кейинчалик доменларнинг тўйиниш ҳолати юз беради (H_T, J_T). оабвг чизиги – **бошланғич магнитланиш эгри чизиги** деб аталади, унга катта эгрилик ва бошланғич қисмида кичик қиялик хосдир. Ташқи майдон таъсирини бутунлай олганимизда домен J_r қийматга

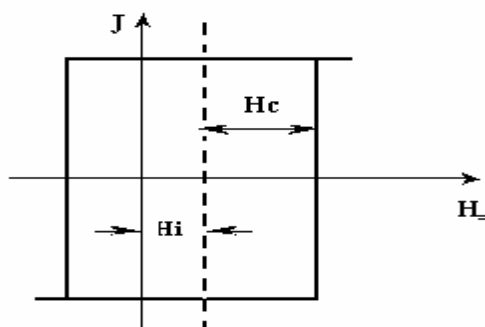
магнитланади, бу **қолдиқ магнитланиш** деб аталади H_c – коэрцитив куч.

Магнитланишни қарама-қарши йўналишда ҳам бажариш мумкин, шундай қилиб, доменларнинг магнитланиши туташ эгри чизиқни ҳосил қилади, бу туташ чизиқ **гистерезис сиртмоғи** дейилади, (13.6 - расм).



13.6 - расм. Магнитланиш эгри чизиғи

Прейсах модели. Прейсах моделида **домен** асосида ферромагнитларнинг структура тузилиши назарда тутилиб, унга кўра ҳар бир домен тўртбурчак шаклидаги шахсий гистерезис сиртмоғига эга. Сиртмоқ координата ўқиға нисбатан носимметрик бўлиб, у доменларнинг ўзаро таъсири натижасида вужудга келган H_i қийматга тенг силжишга эга. Алоҳида доменларнинг H_i ва H_c қийматлари ташқи кучланиш майдони ва ферромагнит жисмларнинг ҳолатига боғлиқ эмас. Қайта магнитланиш ташқи кучланиш майдони қиймати $H_i + H_c$ дан ошгандагина содир бўлади, шунини айтиш керакки $H_c \gg H_i$.



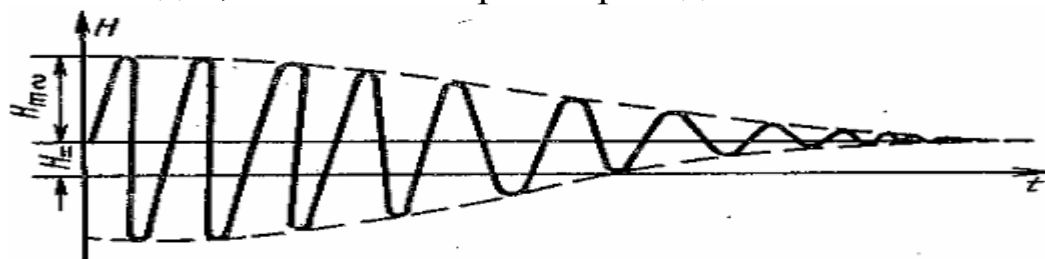
13.7 - расм. Прейсах назарияси бўйича гистерезис сиртмоғи

Прейсах модели ферромагнит жисмларнинг статик ҳолатинигина ҳисобга олади, унга мос ҳолда ҳар бир материал учун турли H_i ва H_c қийматларга эга тақсимланган магнит заррачалар мавжуд.

13.4. «Идеал» магнитланиш

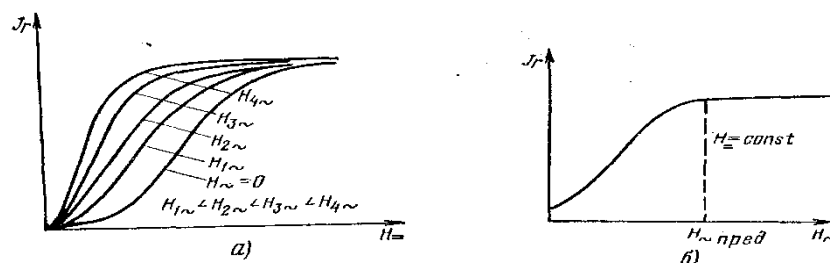
Магнит ёзувининг бу усулида магнит тасмасига бир вақтнинг ўзида ўзгарувчан (H_+) ва ўзгармас (H_-) кучланишлар майдони

таъсир этади. Ўзгарувчан кучланиш майдони сатҳи, 13.8 - расмда кўрсатилганидек, аста камайтириб борилади.



13.8- расм. «Идеал» магнитланиш жараёни

Магнитланиш жараёнида ферромагнит бирнеча маротаба қайта магнитланади. Ферромагнитга турли қийматларда ўзгарувчан ($H_{\sim}$) майдон таъсир тириб, ўчирганимиздан сўнг бошланғич магнитланиш эгри чизиғи сезиларли ростланганини кўрамиз, (13.9, а - расм).



13.9 - расм. J_r нинг $H_{\sim}$ ва $H_{\sim}$ га боғлиқлиги

$H_{\sim}$ қийматининг бундан кейин оширилишида максимал қолдиқ магнитланиш сатҳи J_r қандайдир $H_{\sim}$ чегара қийматига интилади ва кейинчалик $H_{\sim}$ нинг ошиши J_r қийматига таъсир этмайди (13.9, б - расм).

Радиоэшиттиришда маълумотлар узатиш

Радиоэшиттириш ривожланишининг яна бирдан-бир йўналиши – эшиттириладиган дастурларга бевосита таалукли ёки таалукли бўлмаган қўшимча хизматларни етказиш.

Маълумотлар узатиш радиотингловчиларга етказиладиган хизматлар рўйхати сезиларли даражада кенгаяди: қабул қилгични маълум радиостанцияга автоматик созлаш, об-ҳаво ҳақида ахборот, автомобил йўллардаги вазият ҳақида, турли қийин вазиятлар ҳақида огоҳлантириш ва бошқалар. Маълумотлар хизмати маълум қонун-қоидалар асосида ташкил этилади ва унинг имкониятларидан фойдаланиш учун унда ишлашни билиш керак. Маълумотларни шакллантириш ва узатиш учун дастурларни шакллантириш тракти ва узаткичлар қўшимча ускуналар билан жиҳозланиши керак, маълумотларни қабул қилиш учун эса, махсус қабул қилгич зарур.

Пилот – тон билан 88-108 МГц частота диапазонида стереофоник радиоэшиттиришда маълумотларни узатиш учун RDS

тизими стандартлаштирилган. Бу тизимда фазаси бўйича синхронланган ёки пилот-тон (19кГц) учинчи гармоникасига нисбатан фазаси 90^0 силжиган частотаси 57кГц кичик элтувчи қўлланилади. Маълумотларни узатишда частотаси 57кГц кичик элтувчи амплитудавий модуляцияли бифазали сигнал қўлланилади, сўнгра кичик элтувчи бостирилади. Кичик элтувчи сигнали билан модуляцияланган узаткичнинг элтувчи сигнал частота девиацияси ± 2 кГц га тенг.

Қўшимча ахборот формати стандартланган рақамли код кўринишида киради. Бу айрим код гуруҳларининг битлари мақсадли белгиланганлигини англатади. Узатиладиган барча маълумотлар статик ва динамик турларга ажратилади. Статик маълумотларга узатиш вақтида ўзгармайдиган ёки кам ўзгарадиган маълумотлар киради. Буларга радиостанциянинг ёки дастурнинг номи, эшиттириш частотаси, декодер ўхшатгичи, дастур тури, эшиттириш жадвали киради. Статик маълумотлар асосан RDS қабул қилгични автоматик бошқариш учун фойдаланилади. Тез-тез ўзгарадиган маълумотлар динамик маълумотларга киради. Булар – кун, вақт ва сана, эшиттириш рақами, муаллифлар ва ижрочилар ҳақида маълумот, эфирда тўғридан-тўғри катнашиш учун телефон рақами ва бошқалар. Барча маълумотлар RDS қабул қилгичнинг дисплейида акс эттирилган бўлиши мумкин.

Тингловчи эшиттириш ёки дастур турини автоматик равишда танлаши учун дастур турларининг кодлари белгиланган. Бундай дастурлар тури 31 та. RDS тизимида тингланадиган дастурлардан ташқари улар билан боғлиқ бўлмаган гуруҳлар ҳам мавжуд. Буларга радиопейджинг гуруҳлари, фавқулотта вазиятларни олдини олиш тизимлари киради. Очик каналдан компьютер тармоқларни ташкил этиш учун ёки юқори ишончли ҳар қандай рақамли маълумотларни узатиш учун фойдаланса бўлади.

Маълумотлар гуруҳи орасида очик қўллашга мўлжалланган гуруҳлар бор, яъни белгиланиши стандартланмаган гуруҳлар. Эшиттирувчи бу гуруҳ битларидан Европа эшиттириш иттифоқининг махсус ташкилотида қайд этмасдан фойдаланиши мумкин эмас. Ундан ташқари мавжуд қоида бўйича эшиттирувчилар RDS каналларини стандартлар талабига қатъий риоя этган ҳолда фойдаланишлари мумкин, ахборотларни қўлланиладиган мос гуруҳларда жойлаштиришлари керак.

Назорат саволлари

1. Товуш ёзишнинг асосий вазифаларини санаб ўтинг.
2. Магнитофоннинг структура схемасини чизинг ва тушунтиринг.

3. Магнит каллакларининг қандай турларини биласиз?
4. Магнит ёзув каллагининг статик майдонини чизинг ва тушунтиринг.
5. Каллак магнит майдонининг тирқиш бурчагига боғлиқлиги, тасма ва каллак оралиғига боғлиқлик графикларини чизинг ва тушунтиринг.
6. Кучланиш майдонининг горизонтал ва вертикал таркиблари графикларини чизинг ва тушунтиринг.
7. Ферромагнитларнинг магнитланиш жараёнини тушунтиринг.
8. Прейсах моделининг асосий ғояси нимадан иборат?
9. «Идеал» магнитланиш жараёнини тушунтиринг.
10. Радиоёшиттиришда қандай қўшимча хизматлар амалга оширилади?

**РАДИОЭШИТТИРИШДА ДАСТУРЛАРНИ ШАКЛЛАНТИРИШ
ТРАКТИ. РАДИОЭШИТТИРИШ ВА ТЕЛЕВИДЕНИЕ СТУДИЯЛАРИ.
РАДИОУЙ ЭШИТТИРИШ АППАРАТХОНАСИ ВА ТЕЛЕМАРКАЗ
АППАРАТ-ДАСТУРЛАШ БЛОКИ.**

Маъруза режаси:

1. Радиоуйлар
2. Радиоэшиттириш ва телевидение студиялари
3. Радиоуй эшиттириш аппаратхонаси ва телемарказ
аппарат-дастурлаш блоки

Дастурларни шакллантириш тракти

Радиоуйлар

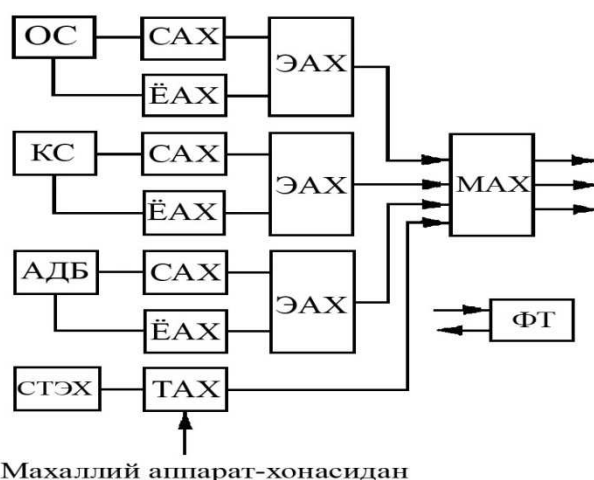
Радиоуй деб, эшиттириш дастурларини тайёрлаш, ёзиш ва узатиш, ҳамда бошқа шаҳарлардан трансляция қилишга мўлжалланган радиоэшиттириш ва товуш ёзиш, аппарат, қўшимча техник, муҳаррирлик ва репетиция хоналаридан иборат студиялар мажмуасига айтилади. Товуш эшиттириш дастурлари радиоуйлардан маҳаллий радиоэшиттириш станциялари, симли эшиттириш тармоғи ва шаҳарлараро алоқа каналлари орқали бошқа шаҳарларга узатилади.

Хусусий эшиттиришларнинг ҳажмига қараб радиоуйлар тўрт классга бўлинади. Биринчи классли радиоуйнинг хусусий эшиттиришлари ҳажми суткасига 4,4...4,7 соатни, иккинчи классли – 2,5...3 соат, учинчи классли – 1,5...2 соат, тўртинчи классли-1 соатни ташкил этади. Москва, Санкт - Петербург, Хабаровск, радиоуйлари хусусий эшиттиришлардан ташқари ҳорижий мамлакатларга суткасига 13 соатдан кўп эшиттиришлар олиб боради, шунинг учун бу радиоуйлар классдан ташқари ҳисобланади.

Радиоуйнинг соддалаштирилган структура схемаси 14.1 - расмда келтирилган, бу ерда нутқ (овоз) (НС) ва концерт (КС) студиялари; АДБ – адабий-драматик блок; студия аппаратхонаси (САХ), эшиттириш аппаратхонаси (ЭАХ), марказий (МАХ) ва трансляция аппаратхоналари (ТАХ); СТЭ – студиядан ташқари

эшиттириш; ФТ – фонотека; ЁАХ – ёзув аппаратхонаси; ШЭАХ – шаҳарлараро эшиттириш аппаратхонаси.

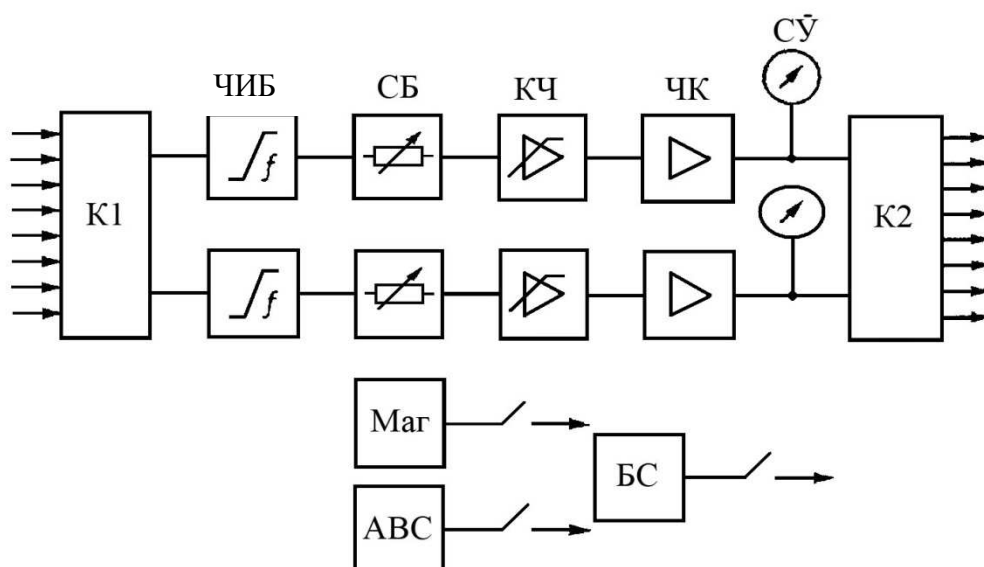
Студия аппаратхонасида узатиш фрагментларини тузиш техник ускуналари жамланган.



14.1 - расм. Радиоуй структура схемаси

ОС – овоз студияси; КС – концерт студияси; АДБ – адабий-драматик эшиттиришлар блокти; СТЭХ – студиядан ташқари эшиттириш хизмати; САХ – студия аппаратхонаси; ЁАХ – ёзув аппаратхонаси; ТАХ – трансляция аппаратхонаси; ЭАХ – эшиттириш аппаратхонаси; МАХ – марказий аппаратхона; ФТ – фонотека

Эшиттириш аппаратхонасида дастурлар шакллантирилади ва назорат қилинади. Радиоуйнинг координациялаш маркази – марказий аппаратхонадир. Сигналларни қўшимча бошқариш, аппаратхоналар-дан келадиган дастурларни коммутациялаш, уларни иъстемолчиларга тақсимлаш, кириш ва чиқиш дастурларини назорат этиш унинг вазифасига киради. 14.2 - расмда марказий аппаратхонанинг соддалаштирилган схемаси келтирилган.



14.2 - расм. Марказий аппаратхонанинг структура схемаси

K_1 , K_2 – коммутаторлар; ЧИБ – частотавий ишлов бериш ускунаси; СБ – сатҳ бошқаргичи; АВС – аниқ вақт сигнали; БС – бирламчи соатлар; КЧ – кучайтиргич-чеклагич; ЧК – чизиқли кучайтиргич; СЎ – сатҳ ўлчагич

Марказий аппаратхонада овоз режиссери пульти жойлашган бўлиб, у манбалар коммутатори ва истеъмолчилар дастури (K_1 ва K_2), сигналларни частотали ишлов бериш ускунаси (ЧКУ), сатҳ бошқаргичи (СБ), чизиқли кучайтиргичлар (ЧК), сатҳ ўлчагичлари (СЎ) дан иборат. Ундан ташқари марказий аппаратхонада назорат радиокарнайлари, магнитофонлар (Маг), радиоқабулқилгичлар, дастурларга аниқ вақт сигнали киритувчи қурилма (АВҚ), чақириққа оид дастур ва бирламчи соат (БС) лар кирази.

Радиоэшиттириш ва телевидение студиялари

Товуш эшиттиришнинг сифати кўп жиҳатдан эшиттириш олиб борилаётган хонанинг акустик сифатларига боғлиқ.

Юқори сифатли товуш эшиттиришни олиш учун махсус акустик ишлов берилган хоналар – студиялар жиҳозланади. Белгиланиши бўйича улар; радиоэшиттириш ва телевидение студияларига бўлинади. Радиоэшиттириш студиялари катта, ўртача ва кичик концерт, камер мусиқаси, нутқий, ҳамда адабий-драматик студияларга бўлинади. Телевидение студиялари ҳам шундай белгиланади, фақат адабий-драматик студиялар ўрнига постановка студиялари деб аталади. Юқори сифатли товушларни олиш учун

студиялар ташқи шовқинлардан етарлича ҳимояланган бўлиши зарур.

Ҳар қандай хонанинг акустик тавсифи каби студиянинг ҳам асосий тавсифи реверберация вақтидир. Стандарт реверберация вақти деб, сўнаётган товуш энергиясининг стационар қийматидан 10^6 марта камайишигача ўтган вақтга айтилади бу, товуш босимининг 60 дБ камайишига тенг. Кичик реверберация вақти товушни маъюслантиради ва ижрочидан баланд овоз талаб этади. Жуда катта реверберация вақти эса товушнинг «ёғилиб кетишига сабабчи бўлади, натижада бир бўғин иккинчисига қўшилиб сўз аниқлиги, равонлиги пасаяди, мусиқа оҳанглари эса, бузилади.

Товуш жаранглаши табиий бўлган вақтни оптимал реверберация вақти деб аталади. Оптимал реверберация вақти ижро этиладиган мусиқа асарларига боғлиқ. Нутқий студияларга бўлган талаб ижрочи товуши тембрини ўзгартирмай нутқнинг юқори аниқлигини сақлашдан иборат. Шунинг учун бундай студиялар кичик реверберация вақтига эга (0,5...0,6 с). Мусиқа эшиттиришлари учун мўлжалланган студияларнинг реверберация вақти анча юқори (1,5...2,0 с). Турли дастурлар учун оптимал реверберация вақтини танлаш ва шу йўл билан оптимал товуш янграшини таъминлаш учун реверберация вақтини ўзгартириб туришга тўғри келади. Бунинг учун ҳозирги вақтда сунъий реверберация қурилмалари кенг қўлланилади.

Радиоуй эшиттириш аппаратхонаси ва телемарказ аппарат-дастурлаш блоки

Эшиттиришлар радиоуй эшиттириш аппаратхонасида ва телемарказ аппарат-дастурлаш блокида шаклланади. Олдиндан алоҳида қисмлардан тайёрланган дастурлар ҳам шу ерда шаклланади. Алоҳида қисмлардан тайёрланган дастурлар овоз режиссери томонидан бошқарилиб, монтаж ва редакцион ўзгартиришлар киритилиб, техник назорат хизмати томонидан аттестацияланган бўлади. Шунинг учун аппарат-дастурлаш блокида ёки эшиттириш аппаратхонада сигналларни қайта ўзгартириш ва мураккаб бошқариш кўзда тутилмайди, бу аппаратхоналардаги ускуналар унчалик мураккаб эмас, аммо бу ерда дастурларни чиқаришни автомат-лаштириш, дастур манбалари ҳақидаги ахборотларни ва трактнинг ҳолатини акс эттирувчи ускуналардан фойдаланилади. Дастурларни шакллантириш манбаларини алмаштириб, қайта улаш билан ёки бир сигнални иккинчи сигнал оҳангида (масалан, нутқни мусиқа оҳангида) узатиш билан амалга оширилади. Йирик телемарказ ва радиоуй

аппарат-дастур блоки ускуналари режиссер ва техник аппаратхоналарда жойлаштирилади.

Аппарат-дастур блоки ва эшиттириш аппаратхоналардаги рақамли трактларда кириш ва чиқиш сигналлари аналогли ва рақамли бўлиши мумкин, шунинг учун трактнинг киришида аналог-рақамли ўзгартиргич, чиқишида эса – рақамли-аналог ўзгартиргич ўрнатилади.

Назорат саволлари

1. Радиоуйга таъриф беринг ва структура схемасини чизинг.
2. Радиоэшиттириш ва телевизион студияларнинг белгиланиши ва бир –биридан фарқини тушунтиринг.
3. Радиоуй ва телемарказларнинг классификацияларини тушунтиринг.
4. Аппарат-студия комплекси структурасини чизинг ва тушунтиринг.

**СТЕРЕОФОНИК ВА КЎПКАНАЛЛИ РАДИОЭШИТТИРИШ.
ЗАМОНАВИЙ РАДИОЭШИТТИРИШ СТАНЦИЯЛАРИНИНГ
ТУЗИЛИШИ. РАҚАМЛИ «ЭВРИКА-147» РАДИОЭШИТТИРИШ
ТИЗИМ.**

Маъруза режаси:

1. Микрофонли стереофония тизимлари
2. Замонавий радиоэшиттириш станцияларининг
Тузилиши.

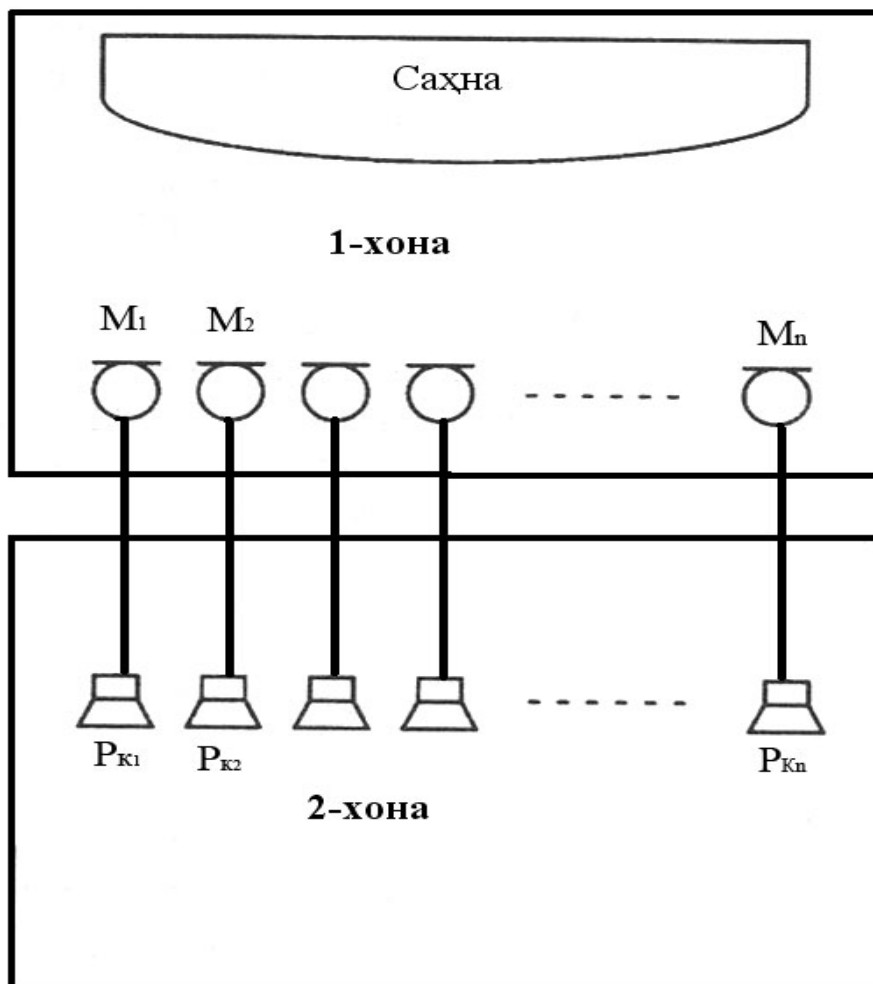
Стереофоник ва кўпканалли радиоэшиттириш

Микрофонли стереофония тизимлари

Стереофоник радиоэшиттириш бундан 30 йил муқаддам татбиқ этилган бўлса ҳам, унинг такомиллаштирилиши натижасида ўзининг долзарблигини йўқотмади. Шунинг учун уни ташкил этиш принципларини батафсил кўриб чиқамиз. Аввало стереофоник сигналларни шакллантириш зарур.

Стереосигналларни шакллантириш. Товушни монофоник узатишда («моно»-бир, «фон»-товуш) товуш тебранишлари дастурларни шакллантириш трактида бир неча микрофонлар билан ўзгартирилиб, қўшилади ва қабул қилиш томонидан биргина радиокарнай орқали нурлантирилади. Аммо бундай радиоэшиттириш, у юқори сифатли электроакустик аппаратуралар билан узатилганда ҳам, тўла қонли бўлмайди. Чунки залдаги тингловчи турли томонлардан келаётган товушларни қабул қилиш имконига эга. Бинаурал эффект (яъни икки кулоқ билан тинглаш) туфайли тингловчи оркестрда ҳар бир ижрочининг жойлашишини, яккахон ижрочи ва мусиқа асбобининг жойлашишини аниқлаши, бошқача қилиб айтганда, товуш манбаини локаллаши мумкин. Товушнинг ҳажмий эшитилишини ҳосил қилишда тамоша залнинг турли томонларидан қайтган товушларнинг қўшилиши катта аҳамиятга эга. Товуш биргина радиокарнай орқали эшитилаётганда, тингловчи бундай имкониятлардан маҳрумдир. Эшиттириш бунда табиий бўлмайди. Идеал эшиттиришга 15.1-расмда кўрсатилган M_n микрофонли стереофоник узатиш орқали эришиш мумкин. Бирламчи акустик майдонда майдон структурасига таъсир этмайдиган бир неча кичик ўлчамли микрофонлар ўрнатилади. Ҳар бир микрофон алоҳида алоқа канали орқали 2-хонадаги кичик

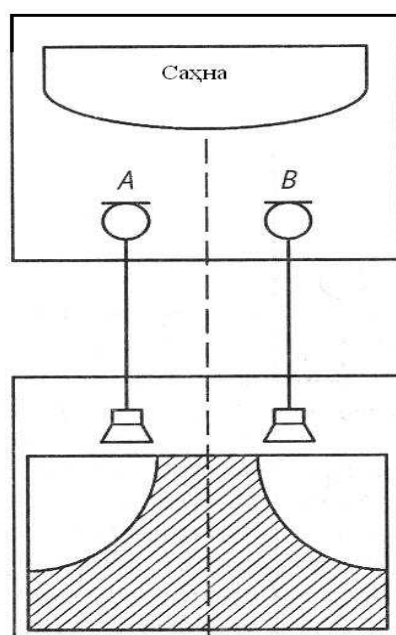
радиокарнай билан боғланади. Агарда каналлар сони етарлича бўлиб, 2-хонанинг акустик параметрлари 1-хона параметрларига яқин бўлса, унда радиокарнайлар биринчи хонадагига мос товуш майдони ҳосил қилади. Ушбу товуш узатиш тизимида 1-хонадаги товуш майдони гўёки 2 залга кўчирилгандек бўлади. Бу тизим идеал кўпканалли стереофоник тизим деб аталади.



15.1-расм. Идеал стереофоник товуш эшиттириш

Идеал стереофоник товуш эшиттиришни амалда бажариш мумкин эмас, шунинг учун стереофоник эшиттириш чекланган каналлар билан амалга оширилади. Сигналларни узатишда каналлар сонининг камайиши товуш эшиттиришда айрим хатоликларга олиб келади. Аммо кўпгина тадқиқотлар шуни кўрсатадики, яхши стереофоник эффект олиш учун жуда кўп каналлар бўлиши шарт эмас. Агарда шартли стереофониклик коэффициентини киритиб, монофоник узатишда уни нолга тенг ва каналлари чексиз бўлганда бирга тенг десак, икки каналли эшиттиришда бу коэффициент 0,6-0,7 га тенг бўлади. Шунинг учун икки каналли стереофония бизда ва чет элда кенг қўлланилади.

Стереофоник сигналларни шакллантириш усуллари кўриб чиқамиз. АВ микрофонли стереофоник тизим. Стереоэффект ўзидан икки омил-чап ва ўнг кулоқларга келадиган сигналларнинг вақт бўйича фарқи ва сигналларнинг интенсивлиги фарқи билан аниқланади. Бир қарашда бу икки омил хонанинг икки томонида симметрик жойлаштириладиган АВ микрофонлар тизимида тўла бажариладигандек туюлади (15.2-расм). Сигналлар микрофонларнинг чиқишида алоҳида каналлар орқали тингловчиларнинг ўнг ва чап томонларида жойлашган иккита радиокарнайларга келади.



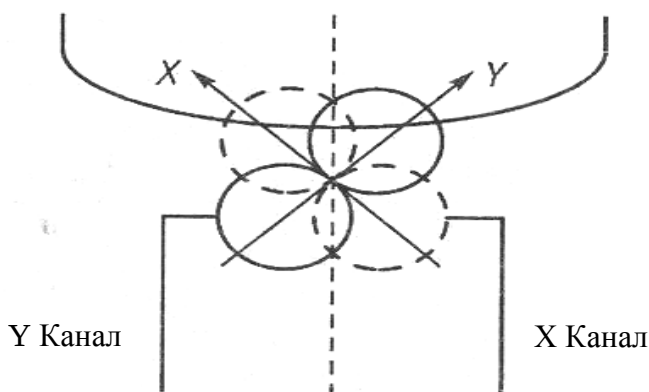
15.2-расм. АВ микрофонли стереофоник тизим

Стереофоник эффект товуш манбаига яқинроқ бўлган микрофон қабул қилаётган товуш сатҳи худди шу сигналнинг бошқа микрофон қабул қилаётган сатҳидан баландроқ экани ва вақт бўйича ўзиши ҳисобига эришилади. Худди шундай стереоэффект радиокарнайлар нурлатаётган ва штрих билан белгиланган зал қисмида ўтирган тингловчилар учун ҳам бирдек намоён бўлади. Радиокарнай яқинида бу зона унинг ўқи атрофида мужассамланган бўлади ва ундан узоқлашган сари майдон ёйилиб боради. Товуш манбаининг микрофонлар оралиғида силжиши натижасида микрофонлар қабул қилаётган товуш сатҳлари ва вақт силжиши ўзгаради. Шунга мос ҳолда иккинчи тинглаш хонасида ҳам товуш эшиттириш шартлари ўзгаради. Тингловчида

радиокарнайлар орасидаги мовхум товуш манбалари силжигандек туюлади.

АВ тизимининг асосий камчилиги шундаки, иккита стереофоник каналлар сигналлари йиғиндисини монофоник эшиттиришда, уларнинг бир-бирига мослилик талабига жавоб бераолмаслигидадир. Шунини кўриш қийин эмаски, А ва В микрофонлари қабул қилаётган сигналларни қўшганда, товуш тўлқинларининг микрофонларгача бўлган масофалари фарқи ҳисобига частота бузилишлари ва мос ҳолда интерференция эффектлари содир бўлади. Шунини айтиш лозимки, товуш тўлқинларининг кечикиши фаза бўйича 180° силжиш киритиши мумкин ва монофоник сигналда бу частота товуши мутлақо бўлмайди. Интерференция эффектларини йўқотиш учун бирлашган микрофонлар тизими ишлаб чиқилган. Бу тизимларда стереоэффект фақатгина сигнал сатҳларининг фарқи ҳисобига шаклланади. Микрофонлар бу тизимларда турли ёки турлича йўналганлик диаграммаларига эга бўлиши керак.

XY тизими – бу тизимда (15.3-расм) бир хил тавсифларга ва саккизсимон йўналганлик диаграммаларига эга бўлган иккита микрофон деярли бир нуқтада шундай жойлаштирилганки, уларнинг ўқи 90° ни ташкил қилади.

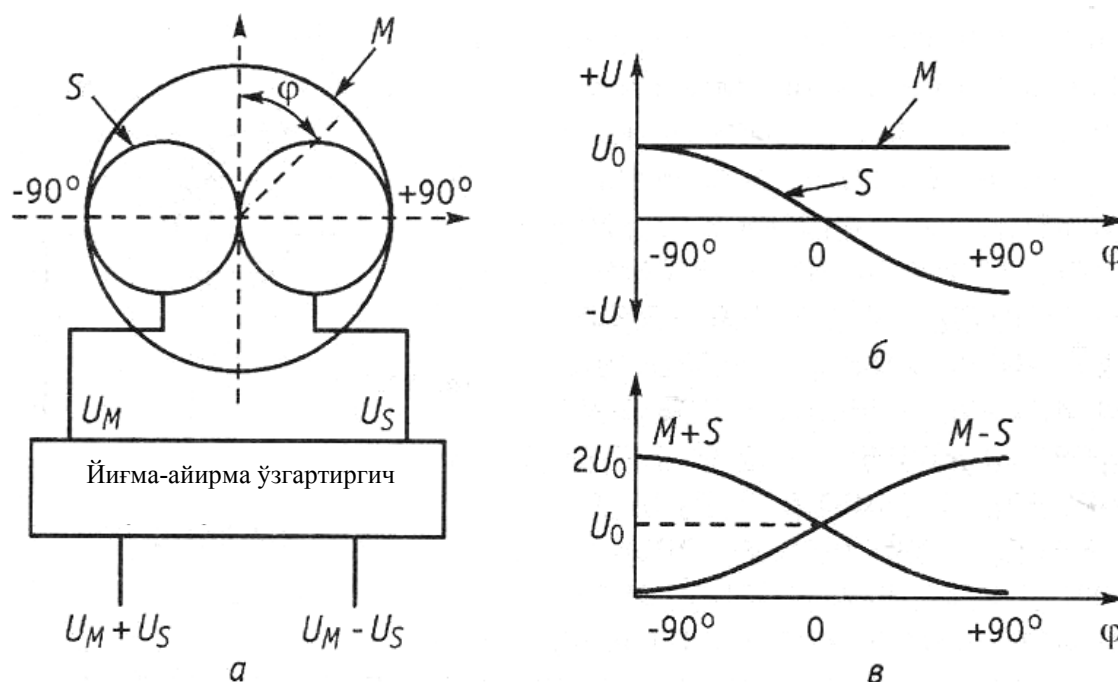


15.3-расм. XY микрофонли стереофоник тизим

Микрофонлар ўнг ва чап радиокарнайлар билан алоқа каналлари орқали боғланган. Стереоэффект товуш манбаларидан келаётган товуш тўлқинларига нисбатан микрофонларнинг турлича сезгирлиги ҳисобига эришилади. Масалан, X ўқи йўналишидаги музика асбоби товушлари бир микрофон, Y ўқи йўналишидаги музика асбоби товушлари иккинчи микрофон билан қабул

қилинади. Фақат сахна ўртасида (симметрия ўқида) жойлашган мусиқа асбоблари овози иккала микрофон билан ҳам бир хил интенсивликда қабул қилинади. Микрофонлар бир нуқтада жойлаштирилганда, радиокарнайлар товуши орасида фаза силжиши бўлмайди, шунинг учун локализация эффекти бир мунча босиқ бўлади. ХҲ товуш эшиттириш тизимида йўналганлик диаграммаси кардиода кўринишидаги микрофонларни қўллаш мумкин. Йўналганлик диаграммаларининг асосий ўқлари орасидаги бурчакни овоз режиссери ўзгартириб туриши мумкин. ХҲ тизимининг АВ тизимига қараганда мослашуви яхшироқ. ХҲ тизими силжимайдиган ижрочиларни ёзишда қўлланиб, марказдаги ижрочилар микрофондан узоқроқда жойлаштирилади.

MS тизими - бу тизимдаги товуш эшиттиришда ҳам микрофонлар ХҲ тизимидагидек сахна ўртасида жойлаштирилади. Бу тизимда М ҳарфи билан белигланган канал микрофони йўналтирилмаган (яъни ҳамма томондан келаётган товушларни бир хил қабул қиладиган) бўлиб, иккинчисининг йўналганлик диаграммаси саккизсимон кўринишга эга ва у сахнанинг икки четидан келаётган товушларни қабул қилади (9.4, а-расм). Микрофонлар чиқишидаги кучланишларнинг товуш келиш бурчагига боғлиқ ҳолда ўзгариши 9.4, б-расмда кўрсатилган. М канал микрофони учун кучланиш доимо ўзгармас, S канал микрофони чиқишида эса товуш -90° ва $+90^{\circ}$ йўналишлар бўйича келгандагина, кучланиш максимал қийматга эга. Товуш йўналиши 0° бўлганда, S микрофон чиқишидаги кучланиш нолга тенг. Йўналганлик тавсифининг бир япроғидан иккинчисига ўтишда, микрофон чиқишидаги сигналнинг фазаси ўзгаради. Бу ўзгариш 15.4, б-расмда кучланиш қутбларининг ўзгаришида ўз аксини топган.



15.4-расм. MS микрофони стереофоник тизим

Бу усулда чап радиокарнайга иккала микрофондан келган кучланишлар йиғиндиси ($U_M + U_S$) берилади, ўнг радиокарнайга эса кучланишлар айирмаси ($U_M - U_S$) берилади. Ўнг ва чап стереосигналларни бўлиш эса йиғувчи-айирувчи ўзгартиргич орқали амалга оширилади. Йиғувчи-айирувчи ўзгартиргичнинг чиқишидаги сигналлар 15.4, в-расмда кўрсатилган.

MS усули аниқ афзалликларга эга. M канали тўлиқ монофоник канал ҳисобланади, шундай қилиб MS тизими монофоник тизим билан тўла мослашади. Бундан ташқари овоз режиссери стереосигналларни шакллантириш жараёнида электр бошқаргич ёрдамида M ва S сигналлари нисбатини ўзгартириши мумкин ва шу йўл билан стереоэффектни ўзгартириши мумкин. ХУ тизимида эса бунинг учун микрофонларнинг ўзини буриш лозим эди.

Замонавий радиоёшиттириш станцияларининг тузилиши

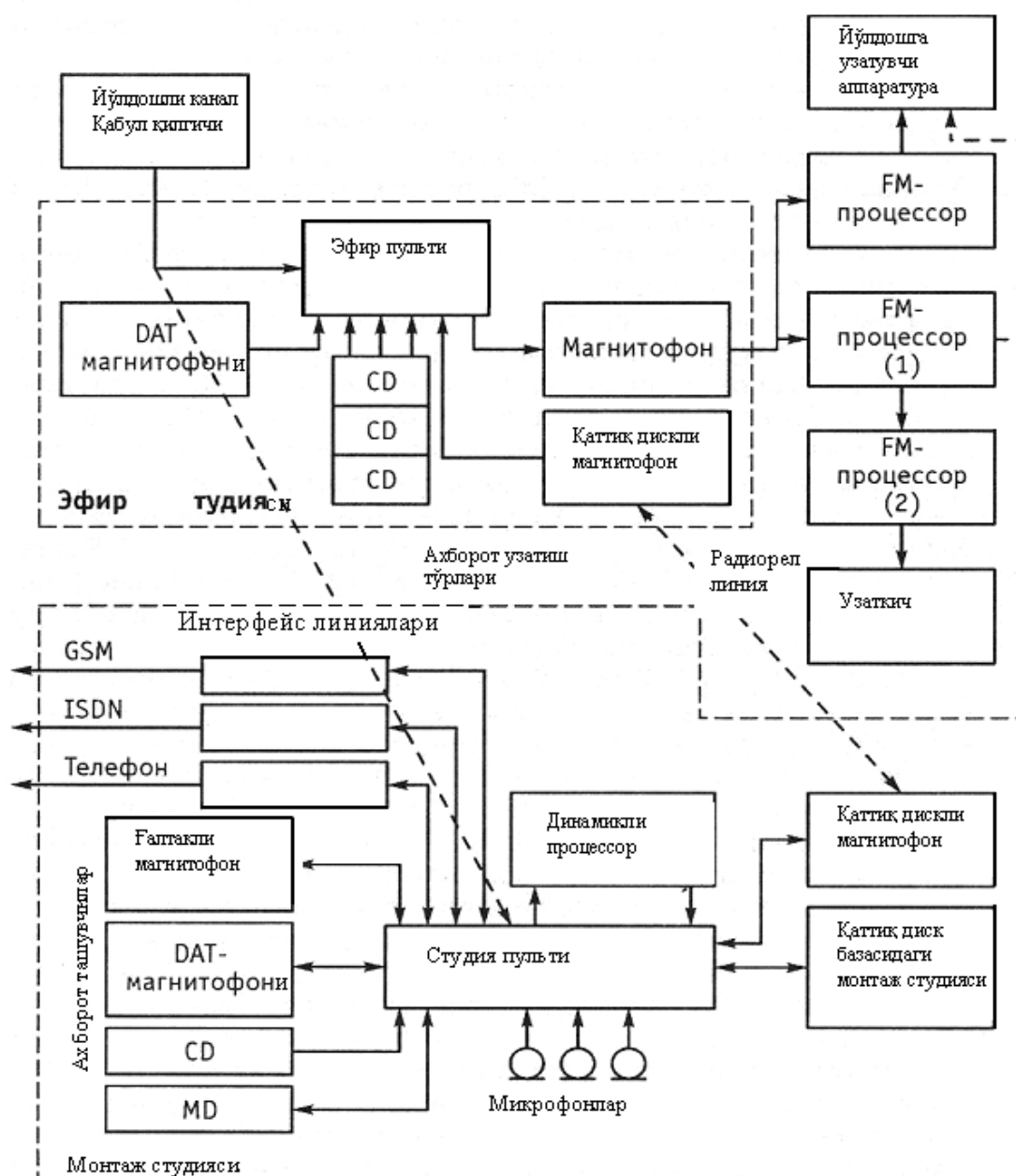
Сўнгги йилларда жамиятимиз ҳаётида содир бўлган ўзгаришлар радиоёшиттириш соҳасини ҳам четлаб ўтмади, албатта, ва бугунги кунда биз қизиқарлироқ, рақобатбардошли, истикболли, юқори малакали, қисқаси, бутунлай «ўзгача эфир» га эгамиз. Кейинги йилларда радиога бўлган қизиқиш камайиш ўрнига, ўзининг қулайлиги, арзонлиги, содда ва универсаллиги туфайли тингловчиларда катта қизиқиш уйғотмоқда. Уни исталган ерда-уйда, машинада, дам олиш пайтида, ҳаттоки уйқусизлик дамларида

ҳам тинглаймиз. Бугун эфир исталган мавзуда исталган тингловчининг талабини қондира оладиган дастурлар билан тўлдириб юборилган. Радио учун ҳар қандай чегара буткул йўқолди десак, хато бўлмайди. Аммо бозор иқтисодиёти қонунлари мана шундай сокин ва ёқимли манзарани ҳам таҳликага солиб қўйди, чунки эфир вақтини ташкил этишга кетган ҳаражатлар на ижтимоий, ва иқтисодий томондан ўзини қопламай қолиши мумкин. Чунки тўлиб-тошиб кетган эфирни ёриб узоқ-узоқлардаги тингловчиларга етиб бориш учун, катта ҳаражатлар қилишга тўғри келади, яъни энг замонавий аппаратуралар ўрнатиш зарур. Бундай геосиёсатли стратегия - ҳар қандай профессионал ёш радиостанциянинг чексиз орзуси. Йирик радиостанцияларни монтаж қилиш даври ўтди. Ҳозирги вақтда мавжуд йирик радиостанцияларни янгилаш давом этаяпти. Бош, асосий радиостанциялар сунъий йўлдош каналига чиқдилар ва амалда барча йирик радиостанциялар бутун мамлакатга эшиттириш олиб бораяпти. Бу унчалик катта бўлмаган ретрансляция станцияларининг ривожланишига олиб келди. Бозор мана шу катта бўлмаган ретрансляцияларни таъминлашга қаратилди.

Аммо биз юқори сифатли ретрансляцияни таъминловчи студия ускуналарига ўтишдан аввал, радиоэшиттириш индустриясига асосланган замонавий технологияларга қисқача тўхталиб ўтамиз.

Биринчидан, бу сунъий алоқа йўлдошларни ва космик алоқа каналларни борт ретрансляторлари орқали тақсимлаш ва дастурларни бевосита истемолчиларга етказишни англатади. Бундай технологияларнинг ривожланиши натижасида товуш эшиттириш дастурларини кичик ўлчамли антеннага эга бўлган қабул қилгичларда оммавий ва ишончли қабул қилиш имконияти туғилди.

Иккинчидан, бу оммавий ахборотлаштириш ва компьютер тўрларини ташкил этиш ва шу йўл билан бутун жаҳон ахборот ресурсларини бирлаштириш демакдир. Интернет турли радиоэшиттириш дастурларини ҳам оддий радио қабул қилгич ёки хусусий компьютер орқали «жонли» қабул қила олади. Шунга қарамай, ҳар қандай радиостанция, у хоҳ катта бўлсин, хоҳ кичик, эфир, монтаж студиялари ва узаткичлардан иборат (15.5-расм).



15.5-расм.Радиостанциянинг таркибий схемаси

Эфир студияси. Бугунги кунда эфир студияси тузилишининг иккита вариантыдан фойдаланадилар. Катта бўлмаган тижорий радиостудияларидаги эфир студиясидир. Бу ҳолда студиянинг жойланиши ва акустикасига алоҳида талаблар қўйилади, у битта ёки иккита хонадан иборат бўлиши мумкин.

Каттароқ радиостанцияларда эфир студияси таркибига товуш режиссери аппаратхона ва акустик жиҳозланган эшиттириш олиб боровчилар хонаси киради. Ҳар қандай эфир студиясининг асосини микшер пулти ташкил этади. Юқори сифатли пулт сифатли эшиттириш кафолатидир. Эфир пулти, бошқа пултлардан фарқли ўлароқ, фақатгина юқори сифатли товушни ва кичик шовқин сатҳини таъминлабгина қолмай, минимал фаза силжишига эга бўлиши, қўшни каналлар орасида минимал ўзаро кириб кетиши ва,

нихоят, катта юкланиш ва барқарорлик тавсифларига эга бўлиши керак. Пульт бир неча йиллар давомида суткасига 24 соат ишлаши керак, ишдан чиқиши эса катта талофотларга олиб келмаслиги керак. Шунинг учун пультлар модул конструкцияларига эга бўлиши керак, бу ишдан чиққан модулларнинг таъминот манбаини ўчирмасдан алмаштириш, бузилишларни тезда излаб топиш ва тузатиш имконини беради.

Эфир пульти ташқи қурилмаларни масофадан бошқарадиган интерфейсларга эга бўлиши керак, улар телефон интерфейси, ўзаро гаплашув қурилмаси, микрофон уланганда монитор линиясини автоматик равишда узиш имконияти ва эфирга чиқишда ёруғлик индикацияси бўлиши шарт.

Эфир пульти таймер ва автоматик ёки қўлда бошқариладиган соатлар билан жиҳозланган бўлиши мақсадга мувофиқ. Эфир пультида эквалайзерлар одатда қўлланилмайди. Керак бўлганда, сигналларни динамик қайта ишлаш ёки микрофон линияларининг узилиш жойларига уланган динамик процессорлар ишлатилади ва улар олдиндан ҳар бир дикторга алоҳида созланади. Кейинги йилларда асосий мусиқа манбаи сифатида компакт-дисклардан фойдаланилади, улар товуш сигналининг юқори сифатини ва ишлаш тезлигини оширади. Магнит ленталари, катрижлар ва винил дисклари узок ўтмишда қолди. Зудлик билан эфирга узатиладиган ахборотлар, реклама роликлари, лавҳалар кейинги вақтда қаттиқ дискли магнитофонлар ёрдамида узатилмоқда. Улар юқори ишончли, кириш вақти минимал бўлиб, ахборотларни зудлик билан алмаштириш имкониятига эга. Бу магнитофонларнинг ноёб фазилатлари катта миқдордаги ёзувларни ички қаттиқ дискда сақлаш ва зудлик билан эшиттиришга узатиш имконини беради. Улар ёрдамида эшиттиришни автоматлаштириш мумкин, хизматчилар зиммасига фақатгина назорат этиш юкланади холос. Ахборотларни сиқиш қаттиқ дискда кам жойни эгаллаш имконини беради. Диск массив (ёзув) ларидан махсус дастурий ва аппарат таъминотга эга бўлган компьютерларда ҳам фойдаланиш мумкин, ёки улар ўзлари автоном ишлайдиган ёки компьютер ёрдамида бошқариладиган ихтисослаштирилган қурилмалар кўринишида ҳам бўлиши мумкин. Аввал кенг истеъмолда бўлган мини дисклар бу мақсадлар учун борган сари камроқ қўлланмоқда, чунки улар сурункасига 24 соат ишлаш шароитида панд бериб қўяди. Қаттиқ дискларга бўлган талабнинг яна бир сабаби уларнинг ахборот узатиш тўрларида ишлашидир: бу тезликни оширади ва оралик ахборот ташувчилардан фойдаланиш заруратидан холос этади.

Эфирни ёзувга ташкиллаштиришда дастурларнинг асосий манбаи бўлиб DAT-магнитофонлар ва қаттиқ диск ташувчилари

хизмат қилади. Ўз мухбирлардан тўғридан-тўғри репортажлар олиб борилганда, ихтисослаштирилган мобил қурилмалардан фойдаланилади. Ахборотларни оператив эшиттириш учун оддий телефон линияларидан ҳам ихтисослаштирилган, масалан, GSM (Глобал мобил коммутация тизими) қўлланган телефон линияларидан ҳам фойдаланиш мумкин. Барча товуш ахборотлари CD сифати билан дунёнинг исталган нуқтасидан GSM уяли телефондан ёки ISDN линиялари орқали реал вақтда студияга узатилади ва шу ондаёқ ахборот эфирга узатилади. ISDN линияси бўлмаганда, модем ва оддий телефон линиясидан фойдаланиш мумкин. Ахборотларни қабул қилиш учун студияда аппарат воситалари ва фойдаланиладиган форматда товуш ахборотни қабул қилиш дастур таъминоти бўлиши шарт. Бунда айрим тизимлар бир вақтнинг ўзида икки томонлама алоқа боғлаши мумкин. Айрим ҳолларда радиоэшиттиришдаги дастурлар манбаи сифатида регионал ва йирик бош (асосий) радиостанциялар ретрансляция учун йўлдошли каналдан фойдаланадилар.

Радиостанция қурилишларининг яна бир йўналишида компьютерлар (PC, MAC ёки улар асосида ихтисослаштирилган ишчи станция) дан фойдаланилади. Бундай тизимлар одатда радиостанциянинг умумий компьютер тўри асосида қурилади. Уларга рекламалар ва мусиқа дастурларини тайёрлаш бўлими, янгиликлар бўлими, мусиқалар ёзуви архиви, рекламалар чиқаришни режалаштириш ва эшиттириш тўрларини қуриш, ҳамда эфирни бошқариш компьютерлари киради. Ўта мураккаб, эгилувчан, кўплаб қўшимча имкониятлар ва юқори ишончилиikka эга бўлган бу тизим юқори малакали махсус тайёргарлик кўрган мутахассисларни талаб этади ва жуда қиммат туради. Бундай тизимлар масофали, масалан, сунъий йўлдош тўри орқали бошқарилиши мумкин. Шунинг учун булар ихтисослаштирилган тизимлар бўлмас экан, автоматик режимда узлуксиз ишлаш пайтида керакли ишончилиикни таъминлай олмайди.

Рақамли технологиянинг ривожланиши кўпгина фирмаларни рақамли микшер консолини ишлаб чиқаришга мажбур этди. Барча сигнал ташувчилар ва аппарат ускуналари рақамли бўлганлиги учун, тўлиқ рақамли студиялар қуриш имконияти туғилди. Бундай студияларда сигналлар товуш манбаидан бошлаб, то стереокодергача рақамлилигича қолади. Бунда микрофонлар учун юқори сифатли конверторлар ва телефон линиялари қўлланади. Сигнал ташувчи сифатида RS-422 (RS-232) порти қўлланганда, микшер пульти қурилмасини тўла бошқариш мумкин, бу эса эшиттиришни автоматлаштириш имконини беради. Бундай тизимларда қайта дастурлашлатирилувчи марказий процессор

радиостанциянинг барча ишларини бошқаради. Бу тизимлар қиммат, ҳозирча кам қўлланади, аммо келажак уларники.

Студиянинг муҳим қисми студиядан чиқаётган ёки эфирдан олинган сигнални назорат қилувчи монитор секциясидир. Студиядан олинган сигнални назорат этиш учун мониторлар (акустик тизимлар) ва кулоқ эшиткичлари (радиолари)дан фойдаланилади. Эфирдан олина-диган сигналларни махсус назорат-ўлчов қабул қилгичлар назорат қилади. Улар кичик элтувчи частота сигнали сатҳи, сигнал девиацияси ва бошқа шу каби кўплаб параметрларни текшириб боради.

FM процессорлари ва узатиш ускуналари. Эфир студияси чиқишидаги сигнални узаткич ёки радиореле линияси билан мослаштириш учун FM процессорлардан фойдаланилади. Улар радиостанциянинг барча товуш тракти тавсифларини бирмунча яхшилайти, ишончли қабул зонасини кенгайтиради, сигнал/шовқин нисбатини яхшилайти, стереобазани кенгайтириш имконини беради ва ҳ.к. Бу асбоблар, одатда бир неча частота полосаларида (уч-етти) қайта ишлашни амалга оширади. Уларнинг таркибида кучланишни автоматик бошқариш (КАБ), компрессор, лимитер, стереокодер ва шу каби бошқа қурилмалар мавжуд. Кўпинча FM процессор сигнални частота бўйича коррекциялаш (эквалайзер) ва товушга жило бериш (exciter) қурилмаларига эга. Бу ускуналарнинг асосий вазифаси узаткич ва студия сигналининг динамик диапазонларини мослаштириш, девиация сатҳини чеклаш ва стереосигналларни юқори сифатли кодлашдан иборат. Кейинги вақтларда FM процессорлари сигналларни рақам форматида қайта ишляпти. Баъзида уларда рақамли бошқарувли аналогли модуллар қўлланади. Бундай процессорлар компьютер ва модем орқали масофадан бошқарилиши ва шунинг натижасида репертуарга қараб радиостанция иш режимини ўзгартириши мумкин. Анъанавий аналогли FM процессорлар ҳам радиостанцияларда ўзининг қулайлиги ва нисбатан арзонлиги туфайли ҳали кўп вақт ишлатилиши мумкин. Одатда ихтисослаштирилган FM процессорлари радиореле линиялари қўлланганда ишлатилади (айниқса рақамли). Бу ҳолда уларнинг асосий вазифаси-ортиқча юкланишдан сақлаш ва сигнал сатҳини сездирмай чеклаш. Студия ва узаткич ўртасида радиореле линияси ёки узун линия қўлланилганда (айниқса рақамли) ихтисослаштирилган FM процессорлари модуллари турли нуқталарда жойлаштирилиши мумкин (бир қисми эфир студиясида, бир қисми узаткичда). Рақамли FM процессорлари ҳар доим рақамли кириш ва чиқиш қисмларига эга бўлиб, улар сигналларни ортиқча ўзгартиришлардан сақлайди. FM процессорлари йўлдошли алоқа ретрансляторлари қўлланганда ҳам

ишлатилади. Радиореле линиялари орқали ахборотлар кўпроқ рақамли форматда узатилади. Бунда ахборотни сиқиш қўлланилади (кўпроқ MPEG Layer 2 ёки 3 форматида). Бундай линиялар юқори халақитлардан сақланиш ва юқори сифатга эга. Кейинги йилларда оптик толали алоқа линиялари ишлатилиб, уларда биргина толадан бир неча мустақил сигналларни ўтказиш мумкин. Рақамли ҳаво радиореле линиялари 8 ГГц дан юқори частоталарда ишлайди. Йўлдошли трансляция каналига эга бўлган радиостанцияларнинг афзаллиги шундаки, уларнинг бу канали радиореле линиялари сифатида ишлатилиши мумкин. Лампали қувват кучайтиргичларига эга бўлган яримўтказгичли модулятор-стереокодерлар узаткичлар сифатида тобора кенгроқ қўлланмоқда. Модулли яримўтказгичли узаткичлар, қиммат бўлишига қарамай, лампали қувват кучайтиргичларига нисбатан бозорга шахдам кириб бормоқда. Антенналар эса ҳар бир узаткич учун алоҳида ҳисоблаб чиқилади.

Монтаж студиялари. Радиостанцияларнинг иккинчи асосий қисми монтаж студиясидир, чунки бу ерда реклама маҳсулотлари ва ёзувда эфирга узатиладиган дастурларнинг монтажи олиб борилади ва муҳбирларнинг материаллари қайта ишланади. Структураси бўйича монтаж студиялари анъанавий катта бўлмаган товуш ёзиш студияларига яқин. Студия пультилари одатда 24 каналдан кўп бўлмайди. Кўп ҳолларда рақамли ташувчилар асосидаги саккиз каналли қурилмалар қўлланилади. Бундай студияларда ҳамма вақт турли форматдаги ташувчилар бор (кассета дисклари, мини дисклар, R-DAT форматидаги магнитофонлар, ғалтакли магнитофонлар). Буларнинг ҳаммаси монтаж студиясини бошқа студиялар билан мослаштириш учун керак.

Монтаж студиялари компьютерлар ёки ихтисослаштирилган қурилмалар асосида ишлайди. Булар асосан таркибида процессорлари бўлган, юқори ишлаб чиқаришли, динамик ва махсус қайта ишлаш (вақт бўйича сиқиш ва кенгайтириш) қурилмаларига эга бўлган тўрт ёки саккиз каналли станциялардир. Бу тизимлар радиостанциянинг умумий компьютер тўридан фойдаланилганда, айниқса, самаралидир. Кейинги вақтда мутахассис бўлмаган хизматчиларга мўлжалланган жуда қулай интерфейсли ихтисослаштирилган ишчи станциялар пайдо бўлди. Бундай станциялар исталган монтажни, шу жумладан, вақт бўйича сиқиш-узайтириш, эшиттириш парчаларини силжитиш ва қайта ишлашларнинг барча турларини бажара олади. Монтаж студиясида динамик процессорлар, эффектлар процессори ва кўпинча клавишли асбоблар қўлланилади. Кўп функционали эффектлар процессорлари (гармонайзерлар) ўзларининг мутлақо янги товуш эффектларини ҳосил қилади ва овоз режиссерларига ўз

имконитларини тўлароқ очишга ёрдам беради. Агарда эфир студиясида радиостанция тўридаги ишларини қўллаб турувчи қурилма бўлса, монтаж студиясида шу тўрга уланган аппарат бўлиши мақсадга мувофиқ. Булар тайёрланган материалларни эфирга узатишни тезлаштиради. Агарда радиостанция ишининг асосий йўналишларидан бири сўнгги янгиликларни тўғридан-тўғри жойлардан трансляция этишдан иборат бўлса, монтаж студияларида махсус қурилмалар ёки телефон гибридлари мавжуд бўлиб, улар товуш ахборотларини шу линиялардан рақамли кўринишда юқори сифат билан узатади. Бу қурилмалар одатда MPEG Layer 2 ёки 3 рақамли форматдан фойдаланадилар. Бунда монтаж студиясида шовқин халақитларини самарали бостирувчи аппаратуралар ўрнатилади.

Одатда радиостанцияларни қуришда эшиттиришнинг узлуксизлигига катта аҳамият берилади. Бунинг учун ускуналарни захира лашнинг турли схемалари қўлланади. Захира лаш усуллари-дан бири монтаж студиялари зиммасига захира эфир студияси вазифаларини юклашдан иборат. Бу ҳолда ёзув ташувчиларини масофадан бошқарадиган ва минимал ахборот ташувчилар комплектига эга бўлган махсус пультлар ўрнатилади. Ускуналарга қўйиладиган талабларнинг яна бири-бу мослашувчанлик. Агар ёрдамчи ускуналардан биронтаси етишмай қолса, радиостанциянинг бутун ишига зарар етиши мумкин. Шунинг учун бундай масалалар билан мутахассис шуғуллангани мақсадга мувофиқдир.

9.4. Рақамли «Эврика-147» радиоэшиттириш тизими

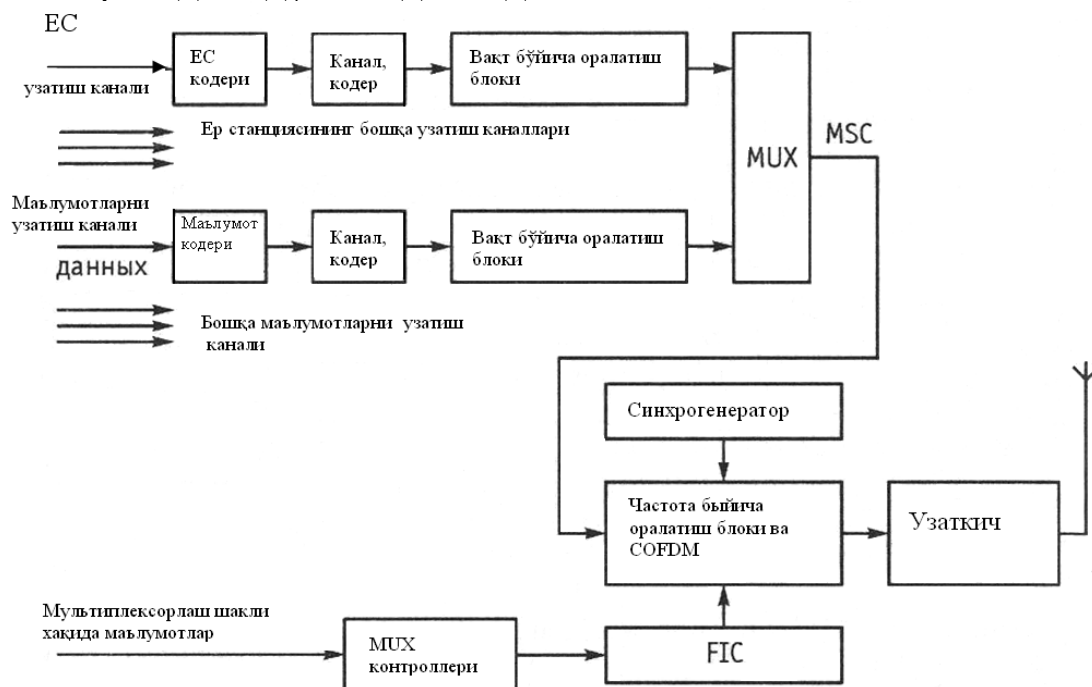
Германия, Англия, Франция, Голландия, Норвегия, Швейцария, Швеция, Италия, Финляндия, Япония, Канада ва бошқа бир қатор давлатларнинг 50 дан ортиқ фирмалари «Эврика-147» лойиҳасининг аъзоларидирлар. Лойиҳа пешқадамларининг (Германиянинг ИРТ институти ва Франциянинг ССЕТТ фирмалари)нинг тавсиялари билан Россиядан лойиҳага расмий равишда А.С. Попов номи НИИРПА (Санкт-Петербург) қабул қилинди. «Эврика-147» рақамли радиоэшиттириш тизимининг параметрлари ва тузилиш тамойиллари 1994 йил охирида қабул қилинган ETS 300401 Европа телекоммуникация стандарти билан тартибга солинган. Тизим бир қатор Европа давлатларида (Германия, Буюк Британия, Франция ва б.қ.) ва Канадада 50 МГц дан 1,5 ГГц гача частота диапазонида синовдан ўтказилди. Улар «Эврика-147» юқори техник ва эксплуатация тавсифларига эга эканини ва бошқа рақамли радиоэшиттириш (РРЭ) тизимларига нисбатан, айниқса ҳаракатдаги объектларда қабул қилишда,

рақобатбардошлилигини таъкидладилар. Ҳозирги вақтда Европада «Эврика-147» радиоэшиттириш тизимини амалиётга татбиқ этиш устида иш олиб борилмоқда. Ихтисослаштирилган катта интеграл схема мажмуаси (МКИС) барпо этилди, узатиш ва қабул қилиш аппаратураси ишлаб чиқилди, ерда ва йўлдош орқали муттасил эшиттиришга тайёргарлик кўрилмоқда. А.С.Попов номли НИИРПА ҳам Россияда «Эврика-147» тизими бўйича рақамли радиоэшиттириш олиб бориш устида иш олиб бормоқда. «Эврика-147» бу товуш эшиттиришни юқори техник даражага кўтарадиган принципиал янги универсал рақамли радиоэшиттириш тизимидир. У ердаги, сунъий йўлдошли ва кабел эшиттиришли моно- ва стереофоник дастурларни узатиш, қабул қилиш ва тақсимлашни таъминлайди. Дастурларни радиоқабул қилгичларга йўналтирилмаган уй антенналари билан, ҳаракатдаги автомобилда ёки сафар шароитларида қабул қилиш мумкин. «Эврика-147» тизимининг халақитларга, хусусан, кўп нурли тарқалишларга нисбатан юқори барқарорлиги кўп қаватли қурилиш районларида ҳам барқарор қабул қилиш имконини беради. «Эврика-147» нинг афзаллиги юқори сифатли товуш эшиттиришида бўлиб, уни фақат сифати кафолатланган компакт-дискларники билан қиёслаш мумкин. Бу тизим учун радиочастота спектридан самарали фойдаланиш хосдир. Масалан, 1,54 МГц частота полосасида унинг ёрдамида олтита юқори сифатли стереофоник дастурлар ва турли хил қўшимча ахборот узатиш мумкин. «Эврика-147» бир частотали тўрни катта ҳудудларда частота спектрини ўн мартадан кўпроқ тежаган ҳолда тузиш имконини беради. У узатилаётган кўпдастурли сигналнинг мультимплексирлаш (зичлаш) параметрлари (стерео ва монофоник дастурлар сони ва параметрлари, рақамли мультимплексорлашган оқимидаги қўшимча ахборотлар ҳажми нисбати)ни оператив равишда ўзгартириш имконини бередди. Тизимнинг катта афзаллиги яна шундаки, у универсал қабул қилгичларни ердаги, йўлдош орқали, унинг гибрид варианты, кабел эшиттиришларини инобатга олган ҳолда ишлатиш имкониятини беради. «Эврика-147» шундай ҳудудга хизмат қиладиган ЧМ узаткичларига қараганда камроқ қувватли узаткичларни талаб қилади.

Татбиқ этиладиган кенг частота диапазони (30 МГц дан 3 ГГц гача) катта ҳудудларни бир частотали тўр ёки йўлдошли тизимда бевосита эшиттириш билан таъминлаш, шунингдек маҳаллий эфир ва кабел эшиттиришларини ҳам таъминлаш имконини яратади.

«Эврика-147» дан фойдаланиш осон, унинг дастурлар менюсидан хатто оммавий маиший райоқабулқилгич эгалари ҳам фойдаланиши мумкин. У дастур ва станцияларнинг тўла ва аниқ

ўхшашлигини, матн ахборотларини ва автотранспорт ҳайдовчилари учун ахборотларни узатишни таъминлайди. У орқали ҳатто газета тасвирларини оригинал рангли тасвирда, география ҳариталарини узатиш мумкин. «Эврика-147» рақамли радиоэшиттириш тизимининг ишлаш принципини кўриб чиқамиз. 15.6-расмда узатиш қисмининг соддалаштирилган функционал схемаси келтирилган. Сигналларни қайта ишлаш бир неча босқичларда амалга оширилади. Биринчи босқичда товуш дастурларини узатиш канали ва маълумотларни узатиш каналлари орқали келаётган сигналлар индивидуал кодланади.



15.6-расм.Эврика 147 тизими узатиш қисмининг функционал схемаси

Бу функцияларни товуш сигналлари кодерлари ва маълумот кодерлари деб аталувчи махсус қурилмалар бажаради. «Эврика-147» PPT тизимида MUSICAM сигналларини субполосали кодлаш усули қўлланилади. Одам эшитиш аъзосига хос бўлган ниқоблаш эффектининг қўлланиши ҳисобига бу усул ҳар бир каналнинг рақамли стереофоник сигнал оқимини 768 дан 96 Кбит/с гача, яъни эшиттиришнинг субъектив сифатини сақлаган ҳолда 8 марта пасайтириш имконини беради (судия стандарти эса дискретизация частотаси 48 кГц бўлганда санокларни синхрогенератор 16 разрядли кодлашни кўзда тутди). Тизим қуйидаги узатиш тезликларини таъминлайди: монофоник каналга 32, 48, 56, 64, 80, 96, 112, 128, 162 ва 192 Кбит/с. Мас ҳолда кўп дастурли гуруҳли рақамли оқимда товуш эшиттириш каналлари сони 20 та монофоник (сифати унчалик яхши бўлмаган)дан то 4 стереофоник каналгача ўзгариши мумкин. Тароқсимон филтрлар ёрдамида

MUSICAM сигналини субполосали кодлаш усулидан фойдаланилганда, рақамли шаклга ўзгартирилган кенг полосали товуш сигнали 32 та субполосали сигналга бўлинади.

Рақамли саноклар циклларга гуруҳланади. Ҳар бир циклда субполосали сигнал эришадиган максимал сатҳга мос кенг кўламли кўпайтиргич ажралади. Бунда 120 дБ га тенг бўлган товуш сигнали динамик диапазони тўла қамраб олинади. Товуш сигналини қабул қилгичдаги диодларнинг тўғри ишлаши учун зарур бўлган кўпайтиргичлар ва бошқа қўшма ахборотлар битта зичлаштирилган сигналга бирлашади.

Зичлаштирилган сигналга узатилаётган дастурлар ҳақидаги ахборотларни берувчи маълумотлар ҳам киритилади (Program Associated Data-PAD). Бу ахборотлар шаклланган циклнинг (фрейма) охирида, унинг стандартга мос ерида жойлаштирилади. Бундай мисолларга динамик диапазонни бошқариш, узатиладиган дастурлар тўри («джаз», «лирика», нутқ/музыка ва б.қ.) киради.

PAD каналидан матн ва график ахборотларини узатиш учун ҳам фойдаланиш мумкин. Бу каналнинг узатиш тезлиги турлича-667 бит/с ва ундан юқори бўлиши мумкин. Кўпдастурли рақамли ахборот оқимида PAD сигналидан ташқари сервис ахборотлари (Service Information-SI) сигналлари ва бошқа ахборотлар берилиши мумкин. SI сигналлари канал номини акс эттириши мумкин, булар: дастур тури («Спорт», «Янгиликлар», «Музыка канали» ва б.қ.); узаткич жойлашган жойнинг номи, эшиттиришлар дастури ва б.қ. Бошқа ахборотлар узатишга кенг истемолчилар учун матн ахборотини узатиш мисол бўла олади. «Эврика-147» тизими чекланган шахсларга каналларни ташкил этиб, шартли ёки пуллик кириш имконини беради. Узатиладиган товуш сигналининг иккинчи босқичини йиғма кодлаш ва канал кодерларига келаётган рақамли ахборотларни оралатиб вақт бўйича кодлаш (15.7-расм) ташкил этади.

Йиғма кодлаш, сигнални реал алоқа каналидан узатганда, унинг шовқинбардошлигини ошириш мақсадида узатиладиган сигналга ортиқча ахборот киритиш имконини таъминлайди. Кодлаш учун узунлиги чекланган 7 га тенг йиғма код қўлланилади. Канали йиғма кодер кириши ва чиқишидаги ахборот узатиш тезликларининг нисбати бўйича аниқланадиган нисбий код тезлиги 0,35 (юқори ҳимоя сатҳи)дан то 0,75 (пастки ҳимоя сатҳи)гача ўзгаради. Код тезлигининг оралиқ қийматлари турли дастурлар учун ахборотлар сатҳини ҳимоялашга бўлган талаб билан аниқланади.

Вактли оралатиш ахборот узатишдаги халақитбардошлиликни оширади. Бу айниқса ҳаракатдаги автомобилда мобил қабул қилишда қўл келади.

Сигнални қайта ишлашнинг учинчи босқичи уни мультиплексирлаш ҳамда тизимли ташкиллаштириш ва бошқаришдан иборат. Каналли кодер ва вактли оралатиш қурилмаларида олдиндан қайта ишланган сигналлар асосий мультиплексорга (Main Service Multiplexer-MUX) келади ва маълум давомлиликдаги циклда йиғилади. Бу қурилмадан чиқаётган кўпдастурли гуруҳнинг рақамли оқими асосий хизмат каналига (Main Service Channel-MSC) келади. Ахборотларни узатиш тезлиги бу каналда 2,3 Мбит/с ни ташкил этади.

Мультиплексорга яна барча мультиплексирлаштирилиши керак бўлган дастур сигналларини синхронлаш ҳақидаги маълумотлар келиб тушади.

Мультиплексор ишини MUX контроллери бошқаради. Мультиплексорлаш режими берилган дастур асосида ўзгариши мумкин. Айрим ёки барча узатиладиган сигналларни қабул қилишда киришга минимал умумий ушланишни камайтиришни таъминлаш учун, мультиплексирлаш жорий режими ҳақидаги аниқ ахборотлар (Multiplex Configuration Information-MCI) тез узатиш канали (Fast Information Channel-FIC) бўйича узатилади. MCI- бу машина ўқийдиган маълумот. Улар FIC каналида оралатилмайди, шунинг учун кечикмайди. Бир вақтнинг ўзида FIC яхши ҳимояланган, чунки 1/3 га тенг ўртача код тезлигида узатилади ва узилишларни йўқотиш мақсадида тез-тез такрорланади.

Синхронлаш канали	Тезкор ахборот канали (FIC) SI сервис ахбороти-нинг бир қисми MCI	1 Радио	2 Радио	3 Радио	4 Радио	5 Радио	6 Радио	Сервисли ахборот
-------------------	--	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------------

MSC канали: 6 стереодастур, PAD, SI сервис ахборотининг бир қисми

15.7 - расм. Цикл тузишнинг мисоли

Мультиплексорлашнинг режими ўзгариши ҳақидаги янги ахборот MCI га FIC канали орқали келади. Талаб этилган

дастурларни танлаш учун керак бўлган SI нинг бир қисми ҳам FIC канали орқали узатилади. Бошқа сервис ахборотлари умумий кўпдастурли рақамли гуруҳ оқимида узатилиши мумкин. Қабул қилгични синхронлашни таъминлаш учун, узатиладиган сигнал таркибий қисмларининг маълум кетма-кетлигида цикл (фрейм) кўринишида шаклланади. Унинг тузилиши 15.7-расмда кўрсатилган. Ҳар бир цикл синхронлаштириш канали учун ахборотга эга бўлган вақт оралиғидан бошланади. Навбатдаги қисм FIC учун, қолгани эса MSC учун захиранланган.

Эшиттириш режимига қараб, циклнинг умумий давомийлиги 96 ёки 24 мс ни ташкил этади (9.1-жадвал). Рақамли радиоэшиттиришнинг кейинги босқичи эфирга узатиш учун мўлжалланган сигнални шакллантиришдан иборат «Эврика-147» тизимида кодланган сигналларни ортогонал частотали бўлиниш усули қўлланилади (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex-COFDM). Бунда рақамли оқимга синхрогенератордан махсус синхронизация сигналлари киритилади (15.7-расм).

15.1-жадвал «Эврика-147» тизимининг асосий параметрлари

Параметрлар		Узатиш режимлари		
		1	2	3
Номинал частота диапазони(мобил қабул учун),МГц		Ф 375	Ф 1500	Ф 3000
Элтувчилар сони		1536	384	192
Фрейм давомийлиги,мс		96	24	24
Ҳимоя давомийлиги оралиғи,мкс		246	62	31
		96	24	12
Бир частотали тўрда ишлаётган узаткични максимал узоқликда жойлаштириш,км				

COFDM усули узатиладиган ахборотларни шахсий тезлиги паст бўлган катта миқдордаги маълумотлар оқимида бўлишдан иборат. Бу маълумотлар кейинчалик бир неча элтувчи частоталарни фазаси бўйича модуляциялашда қўлланади. Шунинг учун узатиладиган символлар ўртасида вақт бўйича ҳимоя интервали қўйилиши ҳисобига кўпнурли тарқалиш символлараро интерференцияни келтириб чиқармайди. Катта сондаги элтувчи частоталар Фурье дискрет ўзгартириш алгоритмини қўллаганда шаклланиши мумкин. Рақамли радиоэшиттириш сигналларини узатишда кўпнурли тарқалишларнинг мавжудлиги туфайли, айрим

элтувчи частоталар сўниши ёки бутунлай йўқолиб кетиши мумкин (частотали-селектив фединг эффекти). Шу сабабли «Эврика-147» тизимида вақт бўйича кодлашдан ташқари вақт бўйича оралатиб кодлаш ҳам қўлланилади. Частотали-селектив фединг натижасида йўқолган бир қисм элтувчилар бузилишларга олиб келмайди, чунки ахборот бошқа зарядланмаган модуляцияланган элтувчилар ҳисобига тикланади.

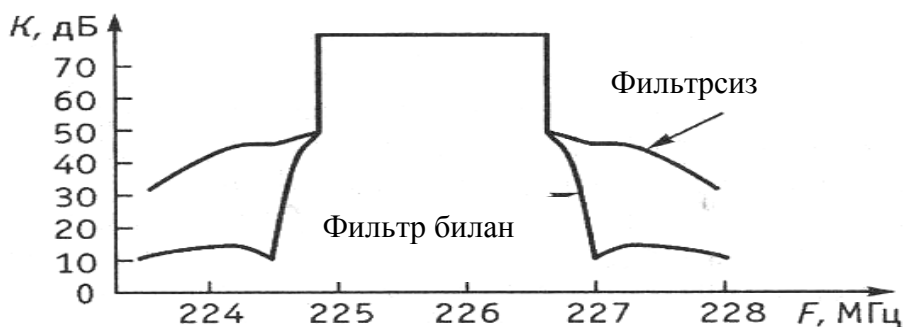
«Эврика-147» тизимида учта эшиттириш режими кўзда тутилган, бу 30 МГц дан 3 ГГц гача кенг частота диапазонида эшиттиришлар олиб боришни таъминлайди. 15.1 жадвалда узатиш режимига боғлиқ ҳолда тизимнинг асосий параметрлари келтирилган.

Биринчи иш режими ерда эшиттириш олиб бориш ва бир частотали тўрларни қуришда қўл келади, чунки у узаткичлар оралиғини катталаштириб, берилган майдонни камроқ узаткичлар билан қоплаш имконини беради.

Иккинчи иш режимида маҳаллий эшиттиришларни олиб бориш мумкин.

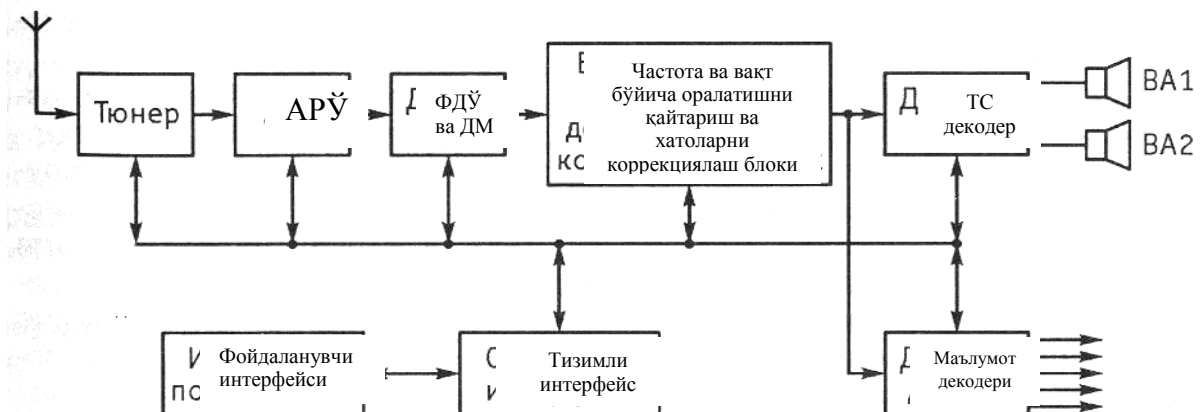
Учинчи иш режимида сунъий йўлдошли ва кабел эшиттиришларини олиб бориш маъқул.

Рақамли радиоэшиттириш сигнали спектри тахминан тўртбурчак шаклида бўлиб, 1,54 МГц частота полосасини эгаллайди. 15.8-расмда узаткич чиқишида полосадан ташқари нурлатишни сусайтирувчи махсус полосали фильтр бор ва йўқлигидаги сигнал спектри мисол тариқасида кўрсатилган. «Эврика-147» нинг соддалаштирилган функционал схемаси 15.8-расмда келтирилган. Антенна орқали қабул қилинган сигнал тюнер киришига келиб, у ерда маълум частота диапазонида ажратилади, кучайтирилади, частотаси бўйича ўзгартирилиб, фазаси бўйича демодуляцияланади. Тюнернинг чиқишидан сигнал аналог-рақамли ўзгартиргичга келади, кейин эса Фурье дискрет ўзгартириш ва дифференциал модуляциялаш блокига узатилади. Кейинги блокда частота ва вақт бўйича оралатишни қайтариш (асл ҳолига келтириш) ва Витерби декодлаш алгоритми асосида хатоларни коррекциялаш амалга оширилади.



15.8-расм. Рақамли радиоэшиттириш сигнал спектри

Бу блокнинг чиқишида асл нусхада кодланган маълумотлар товуш сигнали декодерида ёки мос маълумотлар декодерида қайта ишланади. Биринчи декодернинг чиқишида монофоник ёки стереофоник сигналлар ажралиб ўнг ва чап каналлар ВА1 ва ВА2 радиокарнайлари орқали эшиттирилади. Қабул қилгич бир вақтнинг ўзида кўпдастурли гурухли рақамли оқимнинг бирдан зиёд канал компонентининг, масалан, сервис ахборотлари билан параллел товуш дастурининг декодланишини таъминлайди.



15.9-расм. «Эврика 147» тизими қабул қилгичининг функционал схемаси ФДЎ - Фурье дискрет ўзгартиргичи

Қабул қилгичнинг тизимли контроллери истеъмолчи интерфейси билан боғланган ҳамда истеъмолчи командаси ва FIC орқали узатиладиган ахборотлар асосида қабул қилгични бошқаради.

Ҳозирги вақтда Philips фирмасида «Эврика-147» тизими бўйича рақамли радиоэшиттириш қабул қилгичлари учун ихтисослаштирилган СБИС лойиҳаланиб, оммавий равишда ишлаб чиқилмоқда. СБИС асосида эса маиший қабул қилгичлар ишлаб чиқарилади.

Назорат саволлари

1. Стереофоник эшиттиришнинг монофоник эшиттиришдан афзалликлари нималардан иборат?
2. Микрофон стереофоник тизимларининг таққослов баҳосини келтиринг.
3. Стереофоник радиоэшиттиришни ташкил этиш усуллари келтиринг.
4. Нима учун стереорадиоэшиттириш учун метрли тўлқин диапазони қабул қилинган?
5. Комплекс стереофоник сигнал (КСС) деб нимага айтилади? Стандартлашган стереофоник радиоэшиттиришлар учун

КСС спектрини чизинг. Стереорадиоэшиттиришлар қандай мослашади?

6. Стереофоник радиоэшиттириш тизими радиоканали структура схемасини чизинг. Олдиндан бузиш занжирининг белгиланиши қандай? Нима мақсадда кичик элтувчи қисман бостирилади?
7. Стереосигналлар декодерлари структура схемаларини чизинг ва ўзаро таққосланг .
8. Замонавий радиостанция ускуналарини тушунтиринг.
9. «Эврика - 147» рақамли радиоэшиттириш тизими қурилиши асосий принципларини тушунтиринг.

ТОВУШ ЭШИТТИРИШДА ЎЛЧАШ ВА НАЗОРАТ. РАДИОЭШИТТИРИШНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ МАСАЛАЛАРИ. АВТОМАТЛАШТИРИШ ТИЗИМИНИНГ ТУЗИЛИШИ

Маъруза режаси:

1. Техник назорат турлари
2. Радиоэшиттиришни автоматлаштириш масалалари
3. Автоматлаштириш тизимининг тузилиши

Товуш эшиттиришда ўлчаш ва назорат

16.1. Техник назорат турлари

Товуш эшиттириш техникасида ўлчаш ва назоратнинг асосий вазифаси тингловчиларга эшиттириш дастурлари узлуксизлигини каналнинг барча тракт параметрларининг белгиланган электр меъёрлари чегараларида таъминлаш ҳисобланади. Бу меъёр ГОСТ 11515-91 Каналы и тракты звукового вещания. Основные параметры качества. “Методы измерений” билан белгиланган.

Товуш эшиттириш сигналларини ўлчаш ва назорат этишни уч усул билан бажариш мумкин: вақти-вақти билан ўлчаш; тезкор назорат; автоматик назорат. Товуш эшиттириш трактларида вақти-вақти билан ўлчаш иш жараёнида, танаффус вақтларида, шунингдек зарурат бўлганда режали профилактика кўриги охирида, қайсики профилактика натижасида ўзгариши мумкин ҳолларда, ўтказилади.

Тезкор назорат, аппаратураларнинг ишлаш қобилиятини бевосита аниқлаш ва каналнинг айрим участкаси параметрларини эксплуатация шароитида баҳолаш учун олиб борилади.

Автоматик назорат, товуш эшиттириш сигналларини бевосита узатиш вақтида ахборотни канал трактларининг ишлаш қобилияти ҳақида беради. Бу назорат усулининг ўзига хос хусусияти шундаки, меъёрда белгиланган сифат параметрининг ҳар қандай мос келмаслигини рўй бериш жараёнида аниқлаш мумкин.

Радиоэшиттиришни автоматлаштириш масалалари

Олдинги бобларда кўриб чиқилган радиоэшиттиришнинг айрим блоклари ва қурилмалари у ёки бу тарзда фойдаланиш

самарадорлигини ва программаларни ишлаб чиқариш ва эшиттириш жараёни ишончлилигини оширувчи локал автоматлаш ускуналарига эга. Аммо бундай автоматлаштириш ҳозирги кунда етарли эмас. Радиоэшиттиришнинг дастлабки йиллариданок, эшиттириш билан боғлиқ бўлган барча жараёнларни автоматлаштириш мауммоси кўндаланг бўлиб туради. Радиоэшиттиришни шакллантирувчи ва тақсимловчи трактларнинг барча элементлари алоҳида-алоҳида автоном тизимлар бўлиб, уларни товуш эшиттириш программалари бирлаштиради.

Эшиттириш жараёнини бутунлай автоматлаштириш ҳар қандай радиостанция олдида турган асосий масаланинг ечимидан келиб чиқади. Булар: оперативликни ошириш, эшиттириш сифатини яхшилаш, ишлаб чиқариш, ишончлилик, иқтисодий самарадорликни яхшилаш ва ходимлар томонидан йўл қўйиладиган бузилишларни йўқотиш. Бу муаммоларнинг ечими барча эшиттириш жараёнларини автомат-лаштириш, режалаш, тайёрлаш, дастурларни шакллантириш ва сифатини назорат этишдир. Автоматлаштиришга шунингдек аппаратураларни эксплуатация этишнинг барча жараёнлари – улаш, узиш, бошқариш ва заҳиралаш киради.

Маълумки, эшиттириш жараёнини автоматлаштириш қатъий олдиндан белгиланган вақт бўйича кетма-кетликда бажарилиши шарт даражада амалга оширилмайди, чунки ҳамма вақт эшиттириш дастурига зудлик билан ўзгартириш киритиш зарурати бўлади. Эшиттириш тизими шундай бўлиши керакки, исталган вақтда жараёнга аралашиш техник бузилишларсиз (пауза, товуш узилиши, сатҳ ва баланс бузилишлари ва бошқалар) амалга ошсин.

Оперативликни ошириш – бу масалани ечиш автоматлаштириш комплексисиз ечиш мумкин эмас, автоматлаштиришни амалга ошириш дастурлар тури ёки радиостанциянинг белгиланишига боғлиқ. Мусиқа ва янгиликлар эшиттиришни автоматлаштиришнинг хусусиятларини кўриб чиқамиз.

Репортаж материалларини эфирга зудлик билан узатиш учун воқеа содир бўлаётган жойдан компьютер тармоғи орқали ахборот файли кўринишида репортаж узатиш имкониятига эга бўлиш зарур. Автоматлаштирилган эшиттириш тизими шундай ишлаши керакки, олинган репортаж эфирга ишлаётган станцияга қўшимча юкламасиз бевосита сервердан чиқиш имконияти бўлсин. Бундан шу нарса келиб чиқадики, оперативлик тизимнинг тармоқ ечими билан боғлиқ, чунки ягона тармоқ бўлгандагина товуш файлларини бир неча станциялар орқали кечикишсиз ва товушларни узилишларсиз эшиттириш имконияти мавжуд бўлади.

Битта товуш файлига бир вақтнинг ўзида бир неча истеъмолчилар мурожаат этиш имкониятига эга бўладилар. Тармоқ

файлларига эркин кириш учун маълумотлар базаси ўта мукаммал бўлмоғи керак. Қандай станция ишлатилмасин – у тизимга интеграцияланадиган бўлиши керак.

Муסיқавий радиостанцияларни автоматлаштиришда унинг ишлаш хусусиятларини инобатга олиш керак. Аввало муסיқа фрагментлари (муסיқа ва ашула муаллифи номи, ижрочи номи, куй-ашула давомийлиги ва бошқа) ҳақидаги дастлабки маълумотларни зудлик билан қидирувни таъминлаш зарур. Ахборот ва муסיқавий эфир учун иккита бир хил чиқиш канали бўлиши керак, зарур бўлганда автоматик режимдан микшерлаш – қўлда бошқариладиган режимга ўтиш имконияти бўлсин. Иккинчи чиқиш канали эшиттириш жараёнида бошқа файлларни биринчи чиқиш канали орқали эшитиш учун фойдаланилади. Бундай тизимларда ишлаш учун фейдер – старт режими зарур.

Автоматлаштириш тизимининг тузилиши

Автоматлаштириш комплекси қуйидаги товуш карталари ва дастур таъминотлардан иборат. Товуш карталари қуйидаги талабларга жавоб бериши керак:

- симметрик ва носимметрик дастур узиб-уловчи кириш/чиқиш уялари;
- рақамли кириш/чиқиш AES/EBU ва S/PDIF;
- 20 Гц – 22 кГц дан кам бўлмаган товуш частота диапазони;
- дискретлаш частотасини дастурли бошқариш;
- PCM, OKI, MSADPCM, DVI, CD ROM-XA, Dolby AC-2, 150/MPEG I ва II форматларни қўллаш;
- маълумотларни дискдан бевосита узатиш;
- стереосигнал бир вақтда ёзиш ва эшиттириш;
- қайта дискретлаш имконияти.

Дастур таъминоти модул принципида бўлиб, асосий ва қўшимча модуллардан иборат. Асосий модул радиостанциянинг асосий функциялари бажарилишини таъминлайди. Булар дастур материалларини тайёрлаш (телефон орқали ахборотлар олиш ва муҳаррирлаш, сервер ва ахборот агентликлардан олган матнни муҳаррирлаш, архивлаш, вақт бўйича синхронлаш) ва товуш материалларини эфирга трансляциялаш. Қўшимча модулга:

- янгиликлар тайёрлаш;
- кўпканалли ёзув;
- тармоқда ишлаш (Интернетда);
- эшиттиришлар жадвалини тузиш;

- кутилмаган паузаларда олдиндан тайёрланган фонограммаларни автоматик равишда қўйиш;
- эфирни назорат этиш мақсадида ёзиш;
- қўшимча маълумотларни узатиш (RDS);
- ахборотларни ҳимоялаш.

Эшиттиришни автоматлаштириш тизимини модулли таъминоти принциpidан фойдаланиш турли ўлчам ва кўринишдаги эшиттириш комплексларини қўшимча блокларни қўшиш усули билан қуриш имконини беради. Автоматлаштирилган эшиттириш тизимини тез ўзлаштириш ва самарали ишлатиш фойдаланувчи интерфейсининг қулайлигига боғлиқ. Интерфейс ортиқча дарчалар ва матн менюлари билан тўлдирилмаган бўлса, уни яхши деб ҳисоблаш мумкин.

Эшиттиришни – фонотекадан ва репортажларни тайёрлашдан, то эфирга узатишни автоматлаштирилган тизими компьютер товуш станциялари асосида қурилади. Минимал конфигурацияда тизим битта ишчи станциядан иборат бўлиб, кейинчалик ривожланиш имконияти бўлиши керак. Автоматлаштирилган тизим эфирга рухсат этилмаган рекламаларни чиқишдан ҳимоялаши зарур.

Умумий кўринишда комплекс автоматлаштирилган эшиттириш бир неча ишчи станция ва биргаликда фойдаланиш учун мўлжалланган, фонограммаларга киришни таъминловчи марказий маълумотлар серверидан иборат бўлади.

Радиоэшиттиришни автоматлаштириш тизимини қўллашда икки хил ёндошиш мумкин. Биринчисида – дастур таъминоти ва барча асосий ускуналар битта ишлаб чиқарувчини, иккинчисида – ускуналар ва дастур таъминотлар турли ишлаб чиқарувчиларники. Биринчи вариантда юқори ишлаб чиқариш самарасини ва ишончлилигини кутиш мумкин. Аммо бундай тизимнинг ривожланиш имкониятлари чекланган, чунки янги маҳсулотлар керак бўлади ва у ишлаб чиқарувчида бўлмаслиги мумкин. Иккинчи вариантда турли ишлаб чиқарувчилар ускуналаридан фойдаланилганда тизим бутунлай очиқ бўлади, ускуналарни мослаштириш муаммоси бўлмаса бу вариант идеалдир.

Назорат саволлари

1. Товуш эшиттиришда ўлчаш ва назорат моҳиятлари нималардан иборат?

2. Техник назоратнинг қандай усуллари биласиз?
3. Эшиттириш сигналлари параметрларини автоматик назорат этишнинг авзаллиги нималардан иборат?
4. Радиоэшиттиришни автоматлаштиришнинг моҳияти нималардан иборат ва қандай усуллари биласиз?
5. Радиоэшиттиришда оперативлик нима учун керак?
6. Нутқ ва мусиқавий эшиттиришларни автоматлаштиришнинг фарқлари нималардан иборат?
7. Радиоэшиттиришни автоматлаштириш тизимининг тузилишини тушунтиринг
8. Радиоэшиттиришни автоматлаштиришда қўлланиладган модул принципи нимадан иборат?

Адабиётлар

1. М.Зупаров. Радиоэшиттириш. Т. 2004.
2. Телекоммуникация тармоқлари ва тизимлари. М. Зупаров таржимаси. Т. 2005.
3. Ўзбекистон Республикасида ер усти рақамли телевизион ва овоз эшиттиришни жорий қилиш концепцияси. Т. 2002.
4. Радиовещание и электроакустика. М.: Радио и связь, 1999. Под ред. Ю. Ковалгина.
5. Радиовещание и электроакустика. М.: Радио и связь, 1989. Под ред. проф. М. Гитлица.
6. Горон И.Е. Радиовещание. М.: Связь, 1979
7. www.tuit.uz.
8. www.ziyoNET.uz.
9. www.edu.uz.

