

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАХБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА
ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ
ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ
ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

“Тасдиқлайман”

Тармоқ маркази директори

_____ **Х.М.Холмедов**

“ _____ ” _____ **2015 йил**

**“РАҚАМЛИ ТЕЛЕРАДИОЭШИТТИРИШ ТИЗИМЛАРИ” МОДУЛИ
БЎЙИЧА**

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

Тузувчилар:

И.А.Гаврилов

Б.Н.Рахимов

Тошкент – 2015

МУНДАРИЖА

ИШЧИ ДАСТУР.....	3
МАЪРУЗА МАТНИ	11
1-мавзу. РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИЗИОН СИГНАЛНИНГ СТАНДАРТЛАРИ ВА УНИ ШАКЛЛАНТИРИШ ХУСУСИЯТЛАРИ (2 СОАТ).....	11
2-мавзу. РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ИНТЕРФЕЙСЛАРИ ВА ТАСВИР ВА ОВОЗ СИГНАЛАРИНИ СИҚИШ (2 СОАТ).....	28
3-мавзу. MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-7 ВА MPEG-21 ПЕРСПЕКТИВ МУЛЬТИМЕДИА СТАНДАРТЛАРИ (2 СОАТ).....	47
4-мавзу. РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИЗИОН СИГНАЛАРНИ АЛОҚА КАНАЛЛАРИ БЎЙЛАБ УЗАТИШ (2 СОАТ).....	85
5-мавзу. DVB-T, DVB-C, DVB-S ВА DVB-H СТАНДАРТЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ (2 СОАТ).....	105
6-мавзу. УЧ ЎЛЧАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ТАДБИҚ ЭТИШ АСОСЛАРИ ВА ТЕХНИК МУАМОЛАРИНИ ХАЛ ЭТИШ МУАМОЛАРИ (2 СОАТ).....	134
7-мавзу. РАДИОЭШИТТИРИШ ТАШКИЛЛАШТИРИШ ТУЗИЛМАЛАРИ ВА ИСТИҚБОЛЛИ ЙЎНАЛИШЛАРИ (2 СОАТ).....	151

ИШЧИ ДАСТУР

I. Модулнинг мақсади ва вазифалари

Олий таълим муассасалари педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш курсининг **мақсади** педагог кадрларнинг ўқув-тарбиявий жараёнларни юксак илмий-методик даражада таъминлашлари учун зарур бўладиган касбий билим, кўникма ва малакаларини мунтазам янгилаш, малака талаблари, ўқув режа ва дастурлари асосида уларнинг касбий компетентлиги ва педагогик маҳоратини доимий ривожланишини таъминлашдан иборат.

Курснинг **вазифаларига** қуйидагилар киради:

– “Телекоммуникация технологиялари” йўналишида педагог кадрларнинг касбий билим, кўникма, малакаларини узлуксиз янгилаш ва ривожлантириш механизмларини яратиш;

– замонавий талабларга мос ҳолда олий таълимнинг сифатини таъминлаш учун зарур бўлган педагогларнинг касбий компетентлик даражасини ошириш;

– педагог кадрлар томонидан замонавий ахборот-коммуникация технологиялари ва хорижий тилларни самарали ўзлаштирилишини таъминлаш;

– махсус фанлар соҳасидаги ўқитишнинг инновацион технологиялари ва илғор хорижий тажрибаларни ўзлаштириш;

– “Телекоммуникация технологиялари” йўналишида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг фан ва ишлаб чиқариш билан интеграциясини таъминлаш.

Модулни ўзлаштиришга қўйиладиган талаблар

“Олий таълимнинг норматив ҳуқуқий асослари”, “Илғор таълим технологиялари ва педагогик маҳорат”, “Таълим жараёнида ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш”, “Амалий хорижий тил”, “Тизимли таҳлил ва қарор қабул қилиш асослари” модуллари бўйича тингловчиларнинг билим, кўникма ва малакаларига қўйиладиган талабалар тегишли таълим соҳаси бўйича педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш мазмуни, сифати ва уларнинг тайёргарлиги ҳамда компетентлигига қўйиладиган умумий малака талаблари билан белгиланади.

Махсус фанлар бўйича тингловчилар қуйидаги янги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларга эга бўлишлари талаб этилади:

Тингловчи:

• замонавий юқори тезликли кенг полосали тармоқларнинг архитектураси ва дизайнини;

• кенг полосали тармоқларда фойдаланиладиган xDSL, FTTx, PON, SDH, DWDM технологияларини;

- SIP сервер дастурий коммутатори тамонидан алоқани ташкил этишда сигналларни бошқариш услубларини;
- сотали алоқа тизимларининг эволюциясини;
- учинчи ва тўртинчи авлод мобил алоқа тизимларининг турлари ва хусусиятларини;
- тўртинчи авлод алоқа тизимларининг ташкиллаштириш ва режалаштириш масалаларини;
- тўртинчи авлод алоқа тизимларида ишлатиладиган радиочастоталар ва алоқа хавфсизлиги масалаларини;
- тўртинчи авлод алоқа тизимларининг қурилиш архитектураси ва улардан фойдаланиш соҳаларини;
- рақамли телевидение соҳасидаги замонавий технологияларни;
- телевидения ва интернет технологияларини бир бири билан боғлаш масалаларини;
- интерактив телевидение тизимларини;
- рақамли телевиденияда ТВ сигналнинг тузилишини, рақамли модуляция турларини;
- MPEG-2, MPEG-4 стандарт сиқиш форматларини, унинг профилларини ва асосий хусусиятларини;
- уч ўлчовли телевидениянинг амалда қўллаш имкониятларини;
- рақамли телевизион тарқатиш учун аппарат жиҳозлар таркибини, тасвирни рақамли ёзиш ва қайта эшиттириш қурилмаларининг асосий хусусиятларини *билиши* керак.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

Модул мазмуни ўқув режадаги "Телекоммуникациялар", "Мобил тизимлар") ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг касбий педагогик тайёргарлик даражасини орттиришга хизмат қилади. Сабаби юқоридаги модулларнинг ўзлаштириш жараёни асосларини компьютер тизимлари ва унинг дастурий воситалари ташкил этади.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар педагогик муаммоларни аниқлаш ва уларни таҳлил этишда Рақамли телевидение, радиоэшиттириш ва унинг техник воситаларига доир касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимооти:

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкламаси, соат					
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув юкламаси				Мустақил таълим
			жами	жумладан			
				Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот	
1	Рақамли телевизион сигналнинг стандартлари ва уни шакллантириш хусусиятлари	2	2	2			
2	Рақамли телевидение интерфейслари ва тасвир ва овоз сигналларини сиқиш	2	2	2			
3	MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-7 ва MPEG-21 перспектив мультимедиа стандартлари	2	2	2			
4	Оралатиш ва Скремблирлаш, ҳалақитбардошли кодлаш	2	2	2			
5	DVB-T, DVB-C, DVB-S ва DVB-H стандартлари ва уларнинг хусусиятлари	2	2	2			
6	Уч ўлчамли телевидение тадбиқ этиш асослари ва техник муамоларини ҳал этиш муамолари	2	2	2			
7	Радиоэшиттириш ташкиллаштириш тузилмалари ва истиқболли йўналишлари	2	2	2			
8	Телевизион сигналларини синхро импльсларини, параметрларини ўлчаш ва тадқиқ этиш	4	2		2		2
9	Тўлиқ телевизион сигналларини шакллантириш ва параметрларини ўлчашни ўрганиш ва натижаларини таҳлил этиш	4	4		4		
10	“NATIONAL INSTRUMENTS” қурилма ёрдамида рақамли телевизион сигнални модуляциялашни ўрганиш ва тадқиқ қилиш	2	2		2		
11	Радиоэшиттиришда сифатли сигналларни шакллантиришни таҳлил этиш жараёнини ўрганиш	4	4		4		
	Жами:	28	26	14	12		

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу. Рақамли телевизион сигналнинг стандартлари ва уни шакллантириш хусусиятлари (2 соат)

Режа:

1. Телевизион сигналнинг таркиби, шакли ва спектри.
2. Телевизион сигнал ташкил этувчиларини рақамли ҳолатга келтириш.
3. Рақамли аудиомальумотларни компрессиялаш.

2-мавзу. Рақамли телевидение интерфейслари ва тасвир ва овоз сигналларини сиқиш (2 соат)

Режа:

1. Телевизион сигналларнинг ортиқча ахборотининг турлари ва уларни йўқотиш усуллари.
2. Спектрал ўзгартириш асосида тасвир сигналини сиқиш.
3. Тасвир сигналини фракталлар асосида чиқиш.
4. Кадрлар аро ортиқчаликни йўқотиш асосида телевизион тасвир сигналларини сиқиш.

3-мавзу. MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-7 ва MPEG-21 перспектив мультимедиа стандартлари (2 соат)

Режа:

1. MPEG-1 стандарти.
2. MPEG-2 телевидения эшиттириш стандарти.
3. MPEG-4 мультимедиа стандарти.
4. MPEG-7 ва MPEG-21 перспектив мультимедиа стандартлари.

4-мавзу. Рақамли телевизион сигналларни алоқа каналлари бўйлаб узатиш (2 соат)

Режа:

1. Рақамли телевизион сигнални алоқа каналлари орқали узатишга бўлган талаблар.
2. Оралатиш ва Скремблирлаш.
3. Ҳалақитбардошли кодлаш.

4. Рақамли телевизион сигнални узатишда қўлланиладиган модуляция усуллари.

5-мавзу. DVB-T, DVB-C, DVB-S ва DVB-H стандартлари ва уларнинг хусусиятлари (2 соат)

Режа:

1. Ер усти рақамли DVB – T ТВ эшиттириш тизими.
2. DVB-C рақамли кабель телевидения стандарти.
3. DVB-S рақамли сунъий йўлдош телевизион узатиш стандарти.
4. DVB-H рақамли мобил телевизион эшиттириш стандарти.

6-мавзу. Уч ўлчамли телевидение тадбиқ этиш асослари ва техник муамоларини хал этиш муамолари (2 соат)

Режа:

1. Кўзнинг кўриш хажмини асосий хусусиятлари.
2. Стерлопар бўлиниш усуллари.
3. Стерлопар сигналларини алоқа канали орқали узатиш усуллари.
4. Оптик тасвирни сигналга айлантиргичлар.

7-мавзу. Радиоэшиттириш ташкиллаштириш тузилмалари ва истиқболли йўналишлари (2 соат)

Режа:

1. Радиоэшиттириш ва телевидение студиялари. Студия жиҳозлари ва аппаратхона ускуналари. Рақамли микшер пульталари. Радиоуй эшиттириш аппаратхонаси ва телемарказ аппарат-дастурлаш блоки. Марказий аппаратхона.

2. Товуш ютувчи материаллар ва уларнинг конструкциялари. Резонансли товуш ютгичлар. Резонансланувчи панеллар. Перфорацияланган конструкциялар.

3. Радиоэшиттириш ва телевидение студияларини лойиҳалаш. Студиянинг оптимал реверберация вақти ва унинг частота характеристикасини танлаш.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-амалиёт. Телевизион сигналларини синхро импльсларини, параметрларини ўлчаш ва тадқиқ этиш

Режа:

1. Телевизион тасвир, тавсифи ва кўрсаткичлари. Тасвирнинг аниқлиги. Аниқлик даражасини белгиловчи омиллар.

2. ТВ сигнал ва унинг кўрсаткичларини ўлчаш услуги. Кадр ёйувчи генераторни тадқиқ қилиш. Сатр ёйувчи генераторни тадқиқ қилиш. ТВ қабул қилувчини синхронлаш. ТВ сигналнинг сифат кўрсаткичларини тадқиқ қилиш.

2-амалиёт. Тўлиқ телевизион сигналларини шакллантириш ва параметрларини ўлчашни ўрганиш ва натижаларини таҳлил этиш

Режа:

1. Рақамли сигналга ишлов бериш қурилмасининг тузилиш чизмаси. Рақамли апертура ва гамма тузаткичлар. Трактдаги хатони аниқлаш ва уни ҳисобга олиш.

2. Рангли телевидениянинг монохром тизим билан мослаштириш шартлари ва усуллари

3-амалиёт. “NATIONAL INSTRUMENTS” қурилма ёрдамида рақамли телевизион сигнални модуляциялашни ўрганиш ва тадқиқ қилиш.

Режа:

1. Рақамли телевидение стандартларини хусусиятларини шакллантиришни анализ ва тадқиқ қилиш.

2. Рақамли телевидение сигналларини бошқа мобил сигналларга боғлиқлигини шакллантиришни анализ ва тадқиқ қилиш.

4-амалиёт. Радиоэшиттиришда сифатли сигналларни шакллантиришни таҳлил этиш жараёнини ўрганиш

Режа:

1. Турғун тўлқин усули билан материалларнинг товуш ютиш коэффиценти ўлчаш.

2. Ташқи жихозлашнинг радиокарнай ишига таъсирини текшириш.

3. Микшер пульталари, сатҳ қўл ростлагичлари. Аралаштиргичлар. База ва йўналиш ростлагичлари. Автоматик сатҳ ростлагичлар.

КЎЧМА МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

Кўчма машғулот ўқув модулида режалаштирилмаган.

МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ

1. Рақамли телевидение соҳасидаги замонавий технологияларни баҳолаш.

2. Рақамли сигналларни ёзиш;

3. Рақамли телевизион тизимда ишлатиладиган синхронизация курилмаларини таҳлиллаш.

4. Рақамли телевизион тарқатишнинг халқаро нормалари ва стандартларини таҳлиллаш;

4. DVB, ATSC ва ISDB стандартларида сигналларнинг пакет тузилиши, уларни шакллантириш.

5. Рақамли телевиденияда ахборотлардан шартли фойдаланиш тизимларини жорий қилиш масалалари.

6. Интерактив телевидение тизимлари.

7. Рақамли телевизион сигнал ва унинг кўрсаткичларини ўлчаш.

8. Рақамли тасвир сигналларига ишлов бериш ва ўзгартириш.

9. Вейвлет ўзгартиришнинг асосий хусусиятлари.

10. Рақамли телевизион сигналлар халақитбардошлилигини ошириш усуллари.

11. Даврий ишловчи кодер ва декодернинг ишлаш тамойили.

12. Рақамли телевидения стандартларини сунъий йўлдош, мобил алоқа, ер усти ва кабел тизимларида тарқатилиш хусусиятлари.

13. DVB тизимида шартли фойдаланиш тизимларининг ишлаш тамойиллари.

14. Берилган параметрлар асосида вақт ва фазовий коммутация блоклари.

15. DVB рақамли телевидениянинг категориялари, таркибларини ва тизимнинг структураси.

16. ATSC ва ISDB рақамли телевидения стандартларининг тузилиши, умумий маълумотларни ва сигналларни шакллантириш ва эфирга узатиш жараёнлари.

17. Дискрет косинус ўзгартиргич асосида сигналларга ишлов беришнинг асосий параметрлари.

18. Рақамли телевидения стандартларини сунъий йўлдош, мобил алоқа, ер усти ва кабел тизимларида тарқатилиш хусусиятлари.

АДАБИЁТЛАР РЎЙҲАТИ

1. Ўзбекистон Республикасининг “Алоқа тўғрисида”ги Қонуни. 1992 йил 13 январь, Ўзбекистон Республикаси Олий Кенгашининг Ахборотномаси, 1992 й., 3-сон, 159-модда; Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлисининг Ахборотномаси, 1998 й., 3-сон, 38-модда; 2000 й., 5-6-сон, 153-модда; 2003 й., 5-сон, 67-модда.

2. Ўзбекистон Республикасининг “Ахборотлаштириш тўғрисида”ги Қонуни. 2003 йил 11 декабрь, Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлисининг Ахборотномаси, 2004 й., 1-2-сон, 10-модда.

3. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2006 йил 16-февралдаги “Педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва уларни малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш тўғрисида”ги 25-сон қарори.

4. Азизходжаева Н.Н. Педагогик технологиялар ва педагогик маҳорат. – Т.: Молия, 2003. – 192 б.
5. Пескин А. Е., Труфанов В. Ф. Мировое вещательное телевидение. Стандарты и системы: Справочник. – 2004.
6. А.В.Смирнов, А.Е.Пескин. Цифровое телевидение: от теории к практике. – 2005. 340 с.
7. Ричард Брайс. Руководство по цифровому телевидению. ДМК. Москва 2002. 278 с.
8. Б.А. Локшин Цифровое вещание: - от студии к телезрителю. от студии к телезрителю - М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС, 2001. 446 с.
9. Артюшенко В.М., Шелухин О.И., Афонин М.Ю. «Цифровое сжатие видеоинформации и звука» И.: Москва 2003г. 430 с.
10. Ковалгин Ю.А., Вологдин Э.И. «Цифровое кодирование звуковых сигналов» И.: Корона принт. Санкт-Петербург 2004г, 230 с.
11. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 384 с.
12. В. Воробьев, В. Грибунин. Теория и практика вейвлет-преобразования. – НИН В.Г. ВУС, 1999. 204 с.
13. Селомон Д. «Сжатие данных и изображения и звука». Издательство: Техносфера 2004 г. 368с.

Интернет маълумотлари:

1. Ўзбекистон Республикаси Давлат Ҳокимияти портали: www.gov.uz.
2. Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлиги: www.aci.uz.
3. Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги: www.edu.uz.
4. Компютерлаштириш ва ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш бўйича Мувофиқлаштирувчи Кенгаш: www.ictcouncil.gov.uz.
5. Тошкент ахборот технологиялари университети: www.tuit.uz.
6. Алишер Навоий номидаги Ўзбекистон миллий кутубхонаси: www.natlib.uz.
7. Ахборот таълим тармоғи: www.ziyonet.uz.
8. Ўзбек интернет ресурсларининг каталоги: www.uz .
9. Infocom.uz электрон журнали: www.infocom.uz .
10. Республика педагогика таълим муассалари портали: www.pedagog.uz.

МАЪРУЗА МАТНИ

1-мавзу. Рақамли телевизион сигналнинг стандартлари ва уни шакллантириш хусусиятлари (2 соат)

Режа:

1. Телевизион сигналнинг таркиби, шакли ва спектри.
2. Телевизион сигнал ташкил этувчиларини рақамли ҳолатга келтириш.
3. Рақамли аудиомаълумотларни компрессиялаш.

Таянч иборалар: сигнал, дискретлаш, компонентлар, децимация, квантлаш, АРЎ, РАЎ, ССИ, КСИ, ранг.

1.1. Телевизион сигналнинг таркиби, шакли ва спектри

Эшиттиришда ишлатиладиган тўлиқ телевизион сигнал (ТТС) нинг сатрлар ва кадрлар бўйича кўриниши 1.6-расмда кўрсатилган ва қуйидагилардан иборат:

1. Видео (ёруғлик) сигнал
2. Сатрли ва кадрли ўчирувчи импульслар (СЎИ, КЎИ)
3. Сатрли ва кадрли синхронлаштирувчи импульслар (ССИ ва КСИ)
4. Кадрли синхроимпульси иккита частотали кесма
5. Тенглаштирувчи импульс
6. Доимий (ёруғлик) ташкил этувчиси.

Видеосигнал шакли. Фотоэлементдан чиқаётган сигнал ёруғлик нурунинг вақт функциясидир. 1.1-расмга диққат билан қарасангиз сигналнинг кучли пайти оқ нурга, кучсиз пайти қора нурга, оралиқ пайти эса кул рангнинг градациясига мос келишини кўрасиз.

Рангли тасвирни пайдо қилиш учун эса 3 та датчик (бергич) яъни қизил, яшил ва кўклар ранглар ишлатилади .

Улар ҳақида маълумот кейинги 2 бўлимда берилади.

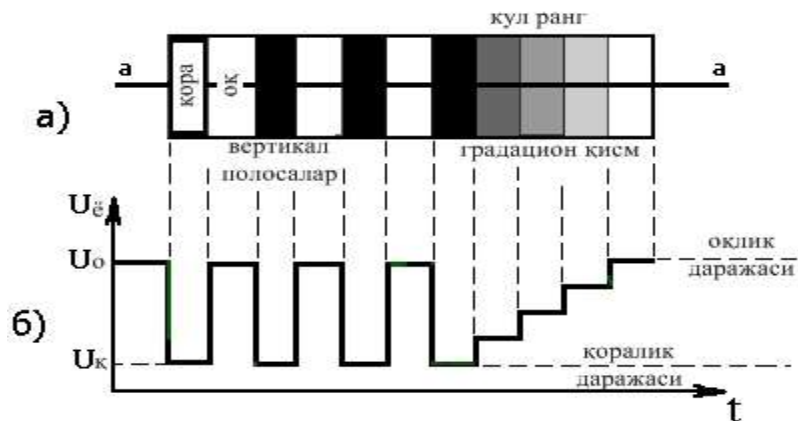
Тўла телевизион сигнал (ТТВС) нинг таркибини кўриб чиқамиз:

1. Видео сигнал ўзида нуқталарнинг ёруғлигини жамловчи ахборотлар, ёки биз ТВ экранда кўрётган ахборот ҳамдир.

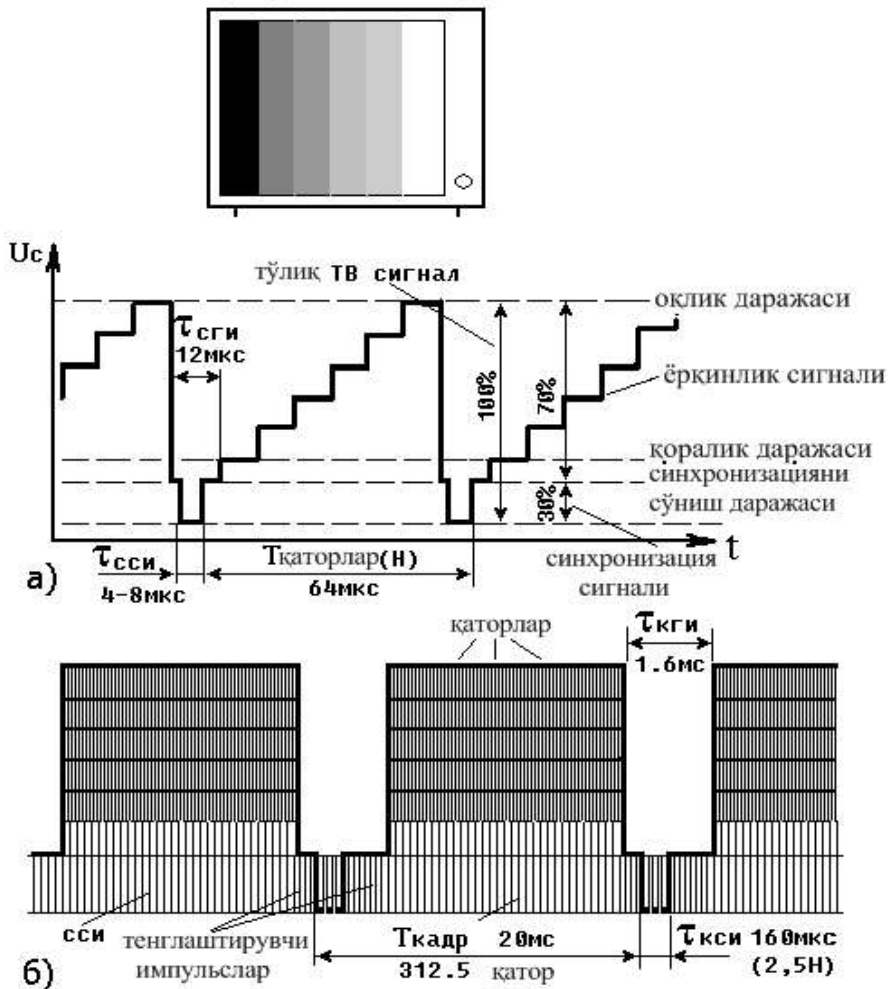
2. Сатр ва кадрлар ўчирувчи импульслари (СЎИ ва КЎИ) узатувчи ва қабул қилгичдаги нурларни ўчириш мақсадида ва нурнинг тескари ҳаракати тасвирга таъсири бўлмаслигани таминлайди. Ўчириш импульслар хар сафар сатр ва ярим кадрларни қайтиш пайтларида берилади ва экранда ёритиш пайдо бўлмайди ва шу сабаб уларни ўчирувчи импульслар дейилади (1.2-расм).

3. Сатр ва кадрларнинг синхроимпульслари (ССИ ва КСИ) узатувчи ва қабул қилувчи тарафларда ёювчи мослама бир маромда ишлашини таъминлайди.

Сатр синхроимпульси нотўғри ишласа экранда тасвир чап ва ўннга югириши, кадр синхроимпульси ишламаса тасвир баланд ва пастга югуриши кузатилади. Шу сабаб бу ССИ ва КСИ тасвирни нормал ишлашда катта аҳамиятга эга.



Расм 1.1 Видеосигнални шакллантириш
 а) узатилаётган тасвир, б) а-а сатрни ёйилгандаги сигнал ҳолати
 Телевизор экрандаги тасвир ва ТВ сигнал шакли



1.2.-расм. Телевизор экрандаги тасвир кўриниши ва ТВ сигналнинг а) сатр ва б) кадр давридаги шакли

4. КСИ даги кесмалар ССИ ни нормал ишлашини тaминлайди. Кесманинг йўқлиги тасвирнинг тепа қисмини нормал ишлашини бузади, чунки КСИ ҳаракати пайтида ССИ импульсида узилиш пайдо бўлади.

5. Тенгловчи импульс жуфт ва тоқ ярим кадрларнинг ёпишиб қолишидан сақлайди. Тенгловчи импульс бир сатр ўтказиб сатр очувчи разверткада 312,5 сатр майдонни очади (бутун ва ярим). Агар тоқ ярим кадр бошланиши сатрнинг бошланишида бўлса жуфти эса ярмидан бошланади. Унда кўшни сатр ва кадр синхронизацияси орасидаги интервал ўзгаради. Бундан ташқари КСИ нинг тоқ ярим кадрида 3 та кесма, КСИ да эса жуфт ярим кадрида 2 та кесма бўлади. Импульсли картинани жуфт ва тоқ ярим кадрда иккаламчи частотали сатр кесмаси ва бундан ташқари тенглаштирувчи иккаламчи сатрли частота 5 дона КСИ лан олдин ва кейин киритилади.

6. Доимий(ўзгармас ташкил этувчи) ёки ўртача (ёруғлик) таркибли видеосигнал пайдо бўлишига сабаб шундаки видеосигнал ўз табиати билан табиатда гармоник, а импульс эса симметрик эмас. Таркибидаги ўзгармас ташкил этувчиси, узатилаётган тасвирга боғлиқ ва видеотасвирга қараб 3 – 7 Гц частотада ўзгариши мумкин. Агар тўлиқ телевизион сигналнинг амплитуда қийматини 100% деб қабул қилсак, тасвир сигнали (видеосигнал) оқ сатрдан қорагача 70 % ни, синхронизация сигнали эса қолган қуйи 30% ни эгаллайди. Шунинг учун ҳам синхронизацияловчи сигнал қорадан қорароқ сатрда жойлашган дейилади. Бу эса қабул қилгичдаги тасвир сигналини тоза кўринишда синхронизация сигналларидан ажратиш имкониятини таъминлайди.

Телевидения сигналнинг спектри

Шуни айтмоқ керакки, ТВ сигналнинг таркиби узатилаётган видеотасвирга кучли боғлиқдир. Гап шундаки, тасвирнинг катта деталлари паст частотада, кичик деталлари эса юқори частотада узатилади. Бундай каналнинг ўтказиш қобилияти ва дискретизация частотасини танлаш ТВ сигналнинг чегара частоталари ва спектрига боғлиқ.

Умумий ҳолатда ТВ сигналнинг юқори чегара частотаси узатилаётган ахборотнинг (пиксел) секундига узатилаётган максимал сони билан аниқланади.

Сатрдаги пикселлар сонини билмоқ учун экран формати коэффициенти “к” дан фойдаланилади. “к” формат - тўғрибурчакли экраннинг томонлар нисабатидир.

Шунинг учун ТВ сигналнинг энг юқори частотаси қуйидагича аниқланиди:

$$F_{\max} = kz^2n / 2 = \frac{4 \times 625^2 \times 25}{3 \times 2} \approx 6,5 \text{ МГц} \quad (1.1)$$

Бунда; к – кадр формати – 4/3

z – кадрдаги сатрлар сони-625

n – бир секунддан кадрлар сони-25

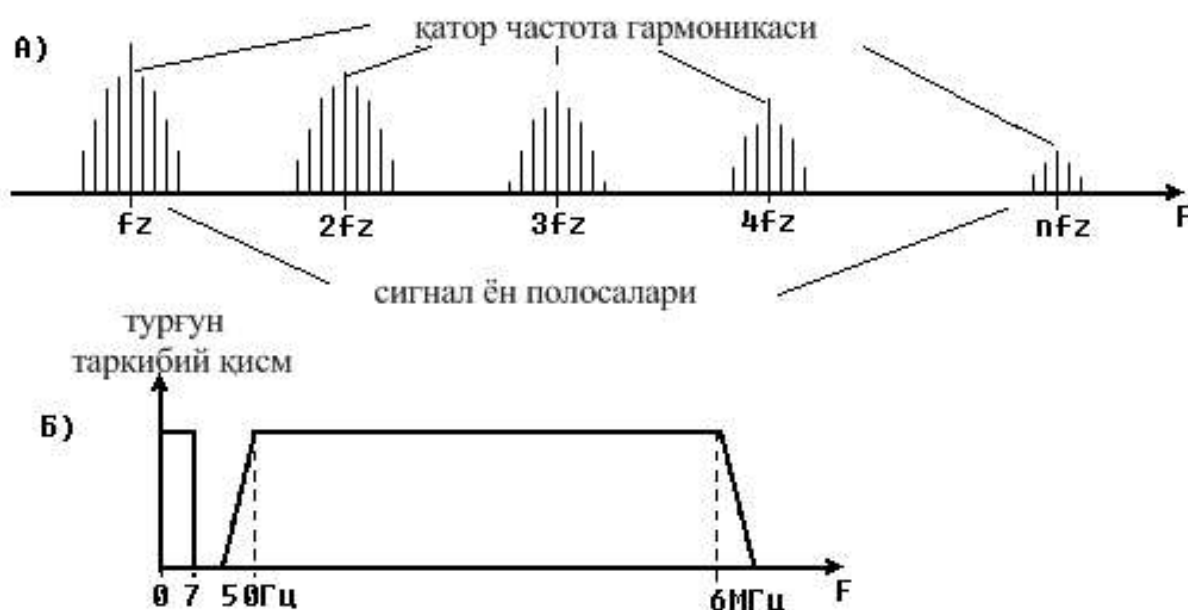
Амалиётда, экран нурунинг ўлчами чекланганлигини , ҳамда тасвирнинг сатр структурасининг вертикал холдаги камайишини тасвирга таъсирсизлигини инобатга олиб, юқори частота чегарасини пасайтириш мумкин.

Формулага $0,89 - 0,9$ коэффициентини киритиш йўли билан $F_{\text{юқори}}$ ни 6 МГц гача пасайтириш мумкин.

ТВ сигналнинг пастки частотаси таркибида доимий (ўзгармас ташкил этувчи) ёки ёруғлик ташкил этувчи мавжуд бўлиб, $0-7$ Гц частотали ва 50 Гц кадр ёйилмаси частотасига эга.

ТВ сигналининг яна бир ҳолати дискретли-чизикли структурадир. У гармоник сатр частотасидан иборат бўлиб, унинг атрофида ёнбош частотали гуруҳлардан иборат (1.3-расм), бунинг пайдо бўлишига кадр развертки ва характерланаётган тасвир деталлари сабабчидир.

Узатилаётган тасвир ахборотида энергиянинг дискрет зоналари пайдо бўлади, уларнинг энергияси гармоникалар сонини ўсиши билан камаяди, бу эса рангли ТВ сигнални ўзгаришида ишлатилади.



1.3-расм. ТВ сигналнинг тахминий структураси (а) ва унинг график кўриниши (б)

Рангли телевидения сигналлари

Рангли ТВ тизимларига қуйидаги талаблар қўйилади:

1. Оқ – қора ТВ билан мослашиш, оқ – қора телевизорда рангли кўрсатувларни қабул қилиш ва оқ – қора ҳолатда кўриш. Ана шу сабабли рангли ТВ яратишда оқ – қора ТВ нинг параметрлари оқ – қора ТВ билан мос келмоғи

лозим. Энг асосийси – сатр ва кадр разверткаларининг частоталари полосаси ўзгармаслиги лозим;

2. Асосийси ранг тасвирнинг сифати юқори бўлмоғи лозим. Узатилаётган тасвирдаги жисимлар табиғилигича сақлоанмоғи лозим ва ёруғлик тасвири ҳам сақланиши керак ;

3. Рангли ТВ нинг нисбатан соддалиги ва ишончлилиги сақланмоғи лозим;

4. Истикболда рангли ТВ да сигнал (тасвирни) шакллантириш, уни ишлаш, узатиш ва томошабинга кўшимча ахборотни узатиш;

5. Бошқа давлатлар билан ахборот алмашишда мураккаблик туғдирмаслик.

Мослашмоқ учун аввало оқ –қора ТВ экранда ёруғлик сигнал узатилади, у эса асосий рангли сигналларнинг йиғилишидан пайдо бўлади, ранглар эса кўзнинг спектрал сезгирлигига мос бўлиши лозим.

Ҳисоб – китоблар шуни кўрсатади, ёруғлик сигналда- асосий ранглар R, G, B қуйидагичадир:

$$E_Y = 0,30E_R + 0,59E_G + 0,11E_B. \quad (1.2)$$

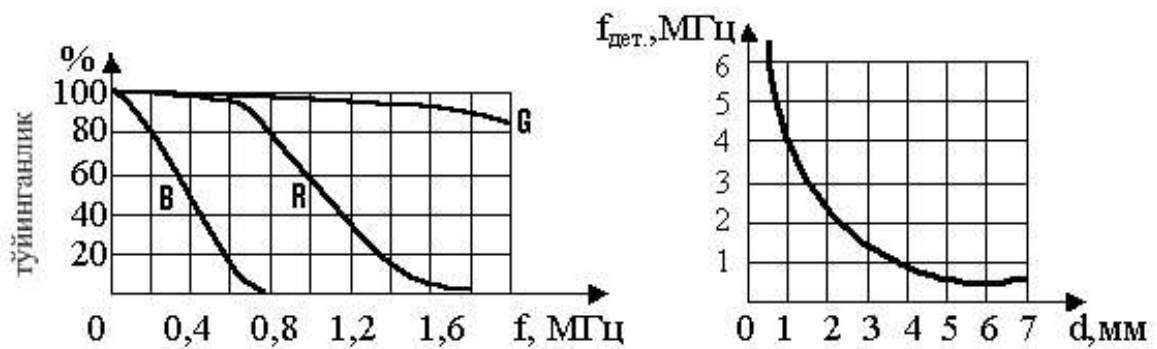
Бундай сигнални ҳосил қилиш учун матрицадан фойдаланилади.

Агар ёруғлик сигнали бўлса алоқа каналидан учрангли сигнални узатиш шарт эмас. Икки тасини узатиш етарли, а учинчисини декодерли__матрицадан олиш мумкин.

Текширишлар шуни кўрсатадики инсон кўзи майда деталларнинг рангларини ажратолмайди.

Деталларнинг ўлчами ва уларни узатиш учун юқори частота чегараси 1.4-расмда кўрсатилган.

Қатор тажрибалар шуни кўрсатдики, ўлчам кичрайгани сари ранг кўриниш тўлаллиги пасайиши кузатилади ва рангларнинг турларига қараб уларнинг ўлчамлари ҳам турли ўзгаради. Бундай ҳолат кўзнинг спектрал изчиллиги ҳар хиллигидан далолатдир. (энг кўп яшил ранг, ўртача қизил ва озгина кўк ранг). Ушбу ҳолатни кўриниши 1.4-расмда ифодаланган.



1.4-расм. Кўзнинг деталлар ўлчамига қараб рангларга сезгирлигини кўрсатувчи график.

Расмдан кўраётганимиз яшил ранг майда деталларни кўриш ТВ спектрининг юқори чегараси 2,0 МГц, қизил ранг эса 1,4 – 1,6 МГц, кўк эса 0,6 – 0,8 МГц га тушиб кетади. Бу дегани, рангли ахборотни узатганда асосан икки рангда (асосан 1,5 МГц гача), чунки кўз қизил ва кўк рангдаги майда деталларни кўролмайди. Ёруғлик сигнал ўзига тўла ахборотни қамраб олади. Шу сабаб алоқа каналида E_Y , E_{B-Y} ва E_{R-Y} лар узатилади. E_{B-Y} ва E_{R-Y} рангфарқ (цветоразностной) сигнал деб аталади. Бу иккита сигнал кодловчи матрицадан ташкил топган ва қуйидагича ифодаланади.

$$\begin{aligned} E_Y &= 0,30E_R + 0,59E_G + 0,11E_B \\ E_{R-Y} &= 0,70E_R - 0,59E_G - 0,11E_B \end{aligned} \quad (1.3)$$

$$E_{B-Y} = -0,30E_R - 0,59E_G + 0,89E_B$$

Рангларнинг бундай бўлиниши бутун дунё рангли ТВ сига тарқалган, сабаби:

1. Бу сигналлар таркибидан кераксиз (ортиқча) ёруғлик ахборот олиб ташланган, ва унинг амплитудаси кўкимтир ва оқ деталарни узатишда “0” га тушади ва кам ёритилган жойларда оздир.

2. Рангларнинг турлилиги декодер ускунаси ясашда қулай сабаби, дастлабки ранглар ўша ранглар йиғиндиси ва ёруғлик ҳосиласидир.

Асосий ранглар тезгина тўла частота полосасида тикланади. Бу эса декодерлаш жараёнини осонлаштиради. Шундай қилиб, тўла рангли ТВ сигнал қуйидаги компонентлардан иборат:

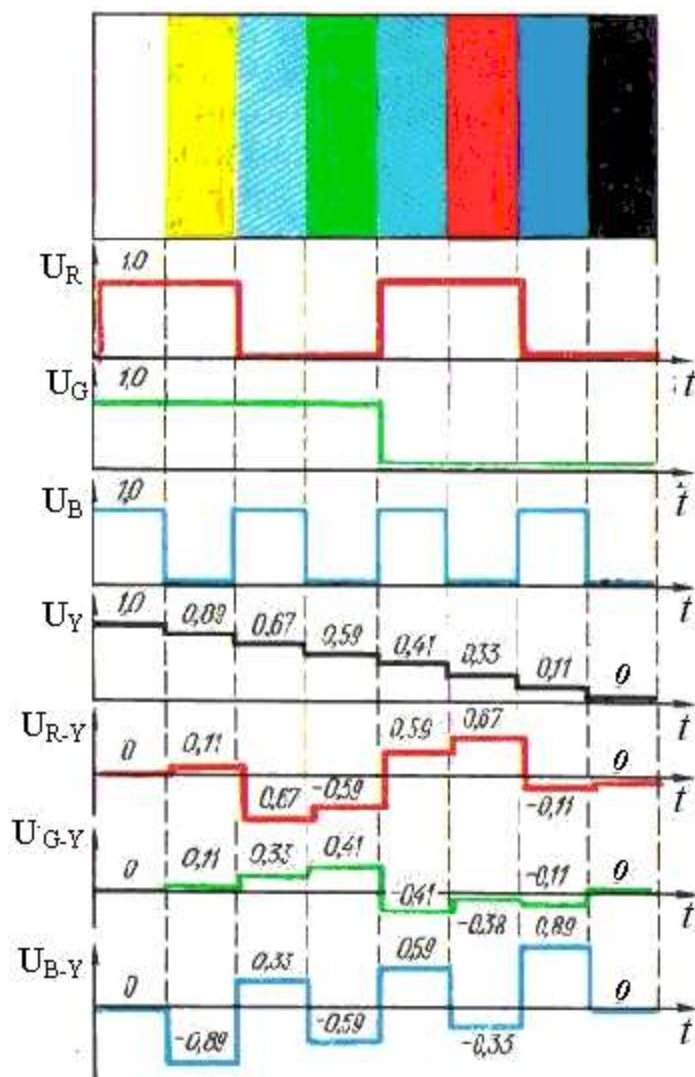
1. Тўла частота полосасида ёруғлик сигнали (6,5 МГц);

Рангфарқ сигнал ($R - Y$ ва $B - Y$) чекланган 1,5 МГц лик полосасида ёруғлик сигнали спектрини зичлаштириш йўли билан битта ёки бир нечта ташувчи частотада юқори частотали қисмда битта ёки иккита ташувчи частотада жойлашган.

2. Қабулнинг синхронизацияси сигнали

3. Рангли сигнал синхронизацияси.

1.5-расм да RGB сигналларнинг осциллограммаси келтирилган. Унда ёруғлик ва рангфарқ сигналлар тасвирининг рангли полосаси кўрсатилган.



1.5. Рақамли телевизион сигналларнинг формат стандартлари

Халқаро тавсия талабларига кўра ёруғлик сигналини дискретлаш частотаси 13,5 МГц бўлса, иккита нурни ёйиш стандарти учун: кадр 25 Гц, сатр 625 қатор ва кадр 30 Гц, сатр 525 қатор қилиб белгиланган. Ҳар бир рангфарқ сигнал дискретлаш частотасидан (13,5 МГц) икки баробар кичик ва унга қаррали (бўлинадиган) частотада 6,75 МГц да дискретланади. Худди шундай телевизион сигнални қаторга ёйиш 625/50 ва 525/60 стандартлари Асосий таянч частота сифатида 3,375 МГц қабул қилиниши кўп жиҳатдан, шу икки стандартнинг қатор нурини ёйиш частота қийматлари, таянч частотага қарралиги билан боғлиқ. Бу ўз навбатида телевизион сигналнинг ташкил этувчиларини кодлашда ягона дунё кодлаш стандартини киритишга имкон берди ва фаол қисмда ёруғлик

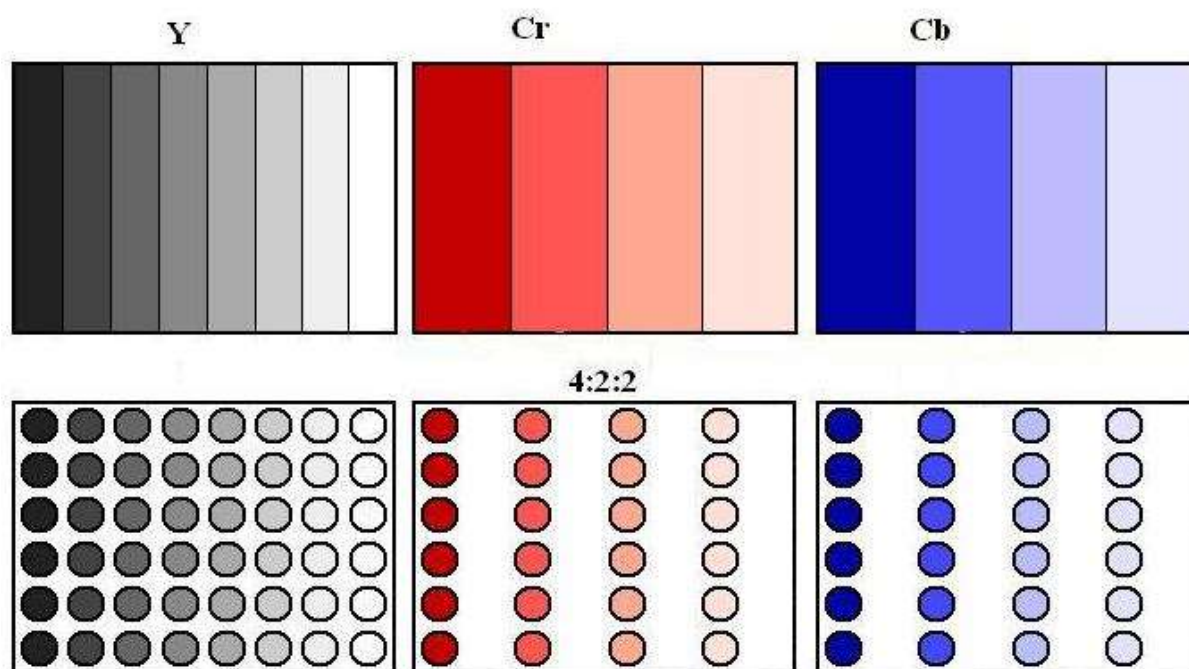
сигналининг 720 саноғи ва рангфарқ сигналларининг 360 саноғи бўлишини таъминлади. 625/50 ва 525/60 стандартлар орасидаги фарқ каторлар сонининг хилма хиллиги ва “ўчириш” интервали вақтининг мос эмаслигидир.

8 ва 10 бит билан кодланган рақамли телевизион (тасвир) сигнал ташкил этувчиларининг тўла узатиш тезлиги :

$$8 \times 13.5 + 8 \times 6.75 + 8 \times 6.75 = 216 \text{ Мбит/с}$$

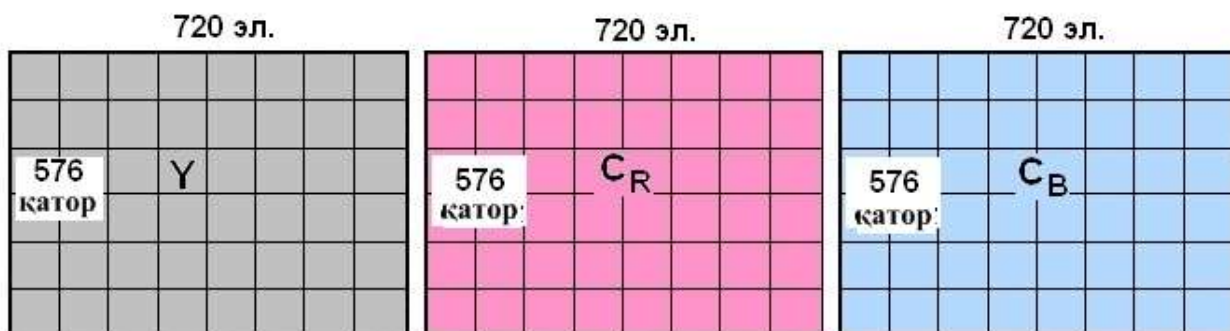
$$10 \times 13.5 + 10 \times 6.75 + 10 \times 6.75 = 270 \text{ Мбит/с бўлади.}$$

1.6-расмда ёруғлик ва рангфарқ сигналлари саноқларининг ўзаро жойлашиши келтирилган ва телевизион сигналларни бундай дискретизациялаш формати 4:2:2 деб белгиланади. Ҳар бир кадрда ёруғлик сигналининг узатилаётган тасвир элементлари сони 41472тани ташкил этади . Келтирилган 4:2:2 форматдан ташқари яна бир неча форматлар мавжуд ва баъзиларини кўриб чиқамиз:



1.6-расм. 4:2:2 форматда ёруғлик ва рангфарқ сигналларининг ўзаро жойлашиши.

Формат 4:4:4 Барча уччала компонентлар(ташкил этувчилар) R,G,B ёки Y,Cr,Cb учун 13,5МГц частота фойдаланилади (1.7-расм). Демак ҳар бир ташкил этувчи тўлиқ частота полосасида узатилади. Кадрнинг актив қисмидаги ҳар бир ташкил этувчи учун 576 сатр 720 элемент билан рақамланади. 10 бит билан кодланган рақамли оқимнинг тезлиги 405 Мбит /с ни ташкил қилади . Бундай оқим телема рказ студияси қурилмаларида қўлланилади.

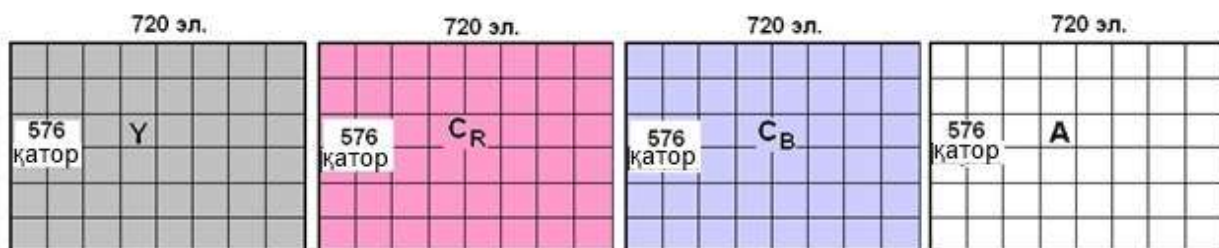


1.7-расм. 4:4:4 форматда тасвир сигнали ташкил этувчиларини кодлаш

Формат 4:4:4:4да эса тўртта сигнални кодлаш ифодаланеди (1.8-расм) ва улардан 3 таси тасвир сигнали компонентлари (R,G,B ёки Y,C_r,C_b), бўлса, тўртинчиси (альфа – канал) сигнални қайта ишлаш бўйича ахборотни ўз ичига олади. Мисол учун, бир неча тасвир устма- уст узатилганда олдинги қисмдаги тасвирнинг тиниқлиги ҳақидаги маълумот. Асосий ранг сигналларига (R,G,B) қўшимча тўртинчиси сигнал - ёруғлик Y сигнали ҳам бўлиши мумкин. Дискретлаш частотаси барчаси учун 13,5 МГц, яъни сигналлар тўлиқ полосада узатилади.

Ушбу формат студия қурилмаларида компьютер графикаси асосида махсус эффектлар ҳосил қилишда қўлланилиши мумкин.

10 бит билан кодланганда маълумотларни узатиш тезлиги 540 Мбит/с бўлади.



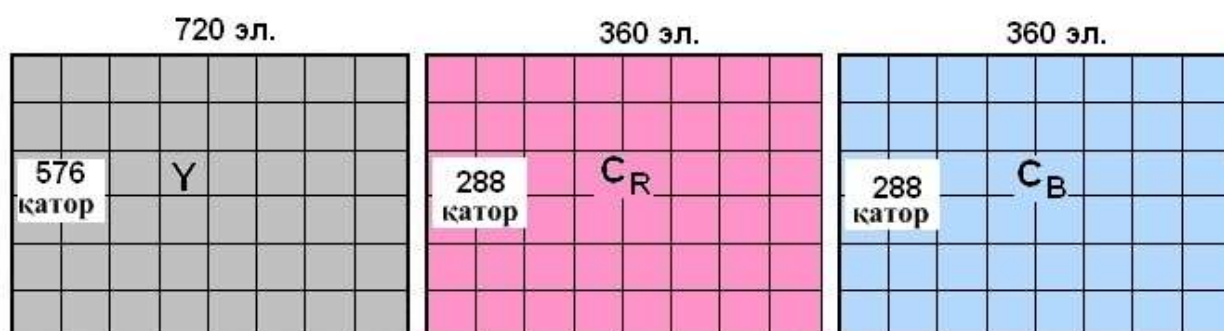
1.8-расм. 4:4:4:4 форматда тасвир сигнали ташкил этувчиларини кодлаш

Формат 4:2:0 - формат сатр ўтказиб нурни ёйишда қўлланилади. Бунда ёруғлик ташкил этувчи сигнали Y актив кадрда 576 сатр 720 санок билан кодланса, рангфарқ компонентлар C_r ва C_b – 288 сатр 360 санокдан иборат бўлади (2.11-расм).

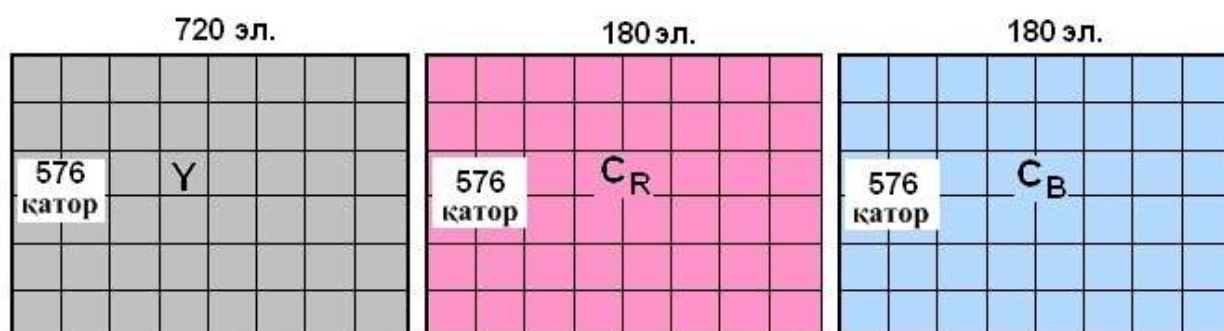
Формат 4:1:1да рангфарқ сигналларнинг дискретлаш частотаси **4:2:2** стандартга қараганда икки баробар пасайтирилиши таклиф этилган. Ёруғлик сигнали Y эса 13,5 МГц частота билан дискретланади ва рангфарқ сигналлар (C_r ва C_b) ўз навбатида 3,375 МГцда.

Бу горизонтал рангларнинг жойлашиш ҳолати тиниқлигини икки баробар камайишига олиб келади.

Битта кадрнинг актив қисмида 576 сатр 720 ёруғлик элементи ва ҳар бири 180 элементли рангфарқ сигналлари мавжуд (1.9 –расм)



1.9-расм. 4:2:0 форматида тасвир сигнали ташкил этувчиларини кодлаш



1.10- расм. 4:1:1 форматда тасвир сигнали ташкил этувчиларини кодлаш

4:1:1 ва **4:2:0** формат вариантларида 10 разрядли кодлаш қўлланилганда маълумотларни узатиш тезлиги 202,5 Мбит/с ва 8 разрядли учун 162 Мбит/с бўлади. Агар тасвирнинг фақат актив қисмигина (тескари йўлсиз) узатилса ва кодлаш 8 бит бўлса, рақамлар оқими тезлиги 124 Мбит/с ташкил этади. Бу иккала рақамли форматдаги сигналлар **4:2:2** формат сигналларидан қайта ишланиш ва децимация (баъзи оралиқ санокларни олиб ташлаш) қилиш натижасида олиниши мумкин. Умуман , бу ҳолатда рақамли оқим тезлиги камаяди.

4:1:1 формат 525/60 стандарти учун, **4:2:0** формат эса 625/50 стандарти учун қулай. Чунки 525/60 стандартда вертикал аниқликнинг камайиши сезиларли бўлса, 625/50 стандартида эса горизонтал аниқлик камайиши сезиларлидир.

Телевизион сигнал ташкил этувчиларининг рақамли кўриниши

601 тавсиясига кўра 8 ва 10 разрядли кодланиш кўзда тутилганда **b=8(b=10)**, квантлаш сатҳлари сони **N_{кв}=256 (1024)** ни ҳосил қилади. 8 разрядли кодланишда қора сигнал қиймати учун 16-чи квантлаш сатҳ, номинал

оқ сигнал учун 235– чи сатҳ тўғри келади.. 16-чи квантлаш сатҳидан пасти ва 235-чи сатҳидан юқори сатҳлар резерв(захира) зоналар бўлиб, аналог сигналнинг номинал қийматидан ошиб кетиши мумкин бўлган ҳолатлар учун мўлжалланган.

0 ва **255-чи** квантлаш сатҳлари муҳим аҳамиятга эга. Бу сатҳдаги кодлар орқали сатр ва кадрларни синхронизацияловчи маълумоти узатилади.

Телевизион сигнал ташкил этувчиларини , яъни ёруғлик ва рангфарқ сигналлар аналог-рақам ўзгартиргич (АРЎ) га киришига қуйидагича берилади:

- E_Y – гамма коррекцияланган 0 дан 1 В гача қийматли аналог ёруғлик сигнали.

- $-0,5 \dots 0,5$ В оралиғидаги компрессия (сиқилган) рангфарқ сигналлар:

$$E_{CR} = 0,713 E_{R-Y} \quad E_{CB} = 0,564 E_{B-Y} \quad (1.4)$$

Рангфарқ сигналларнинг манфий қиймати иккиликда кодланганда, пикселларнинг корреляция боғланишининг бузилишига олиб келмаслиги учун уларнинг сатҳини диапазоннинг ярим қийматга силжитилади.

Шундай қилиб, телевизион сигналларнинг ташкил этувчиларини аналог – рақам ўзгартириши ифодаси қуйидагича:

$$\begin{aligned} Y &= \text{Round} (219 E_Y) + 16 \\ C_R &= \text{Round} (224 C_R) + 128 \\ C_B &= \text{Round} (224 C_B) + 128 \end{aligned} \quad (1.5),$$

Бу ерда Y – 16дан 235 гача ораликда ўзгарувчан рақамли ёруғлик сигнали.

- **Round (x)** - x сонини бутун сонга яхлитлаш операцияси

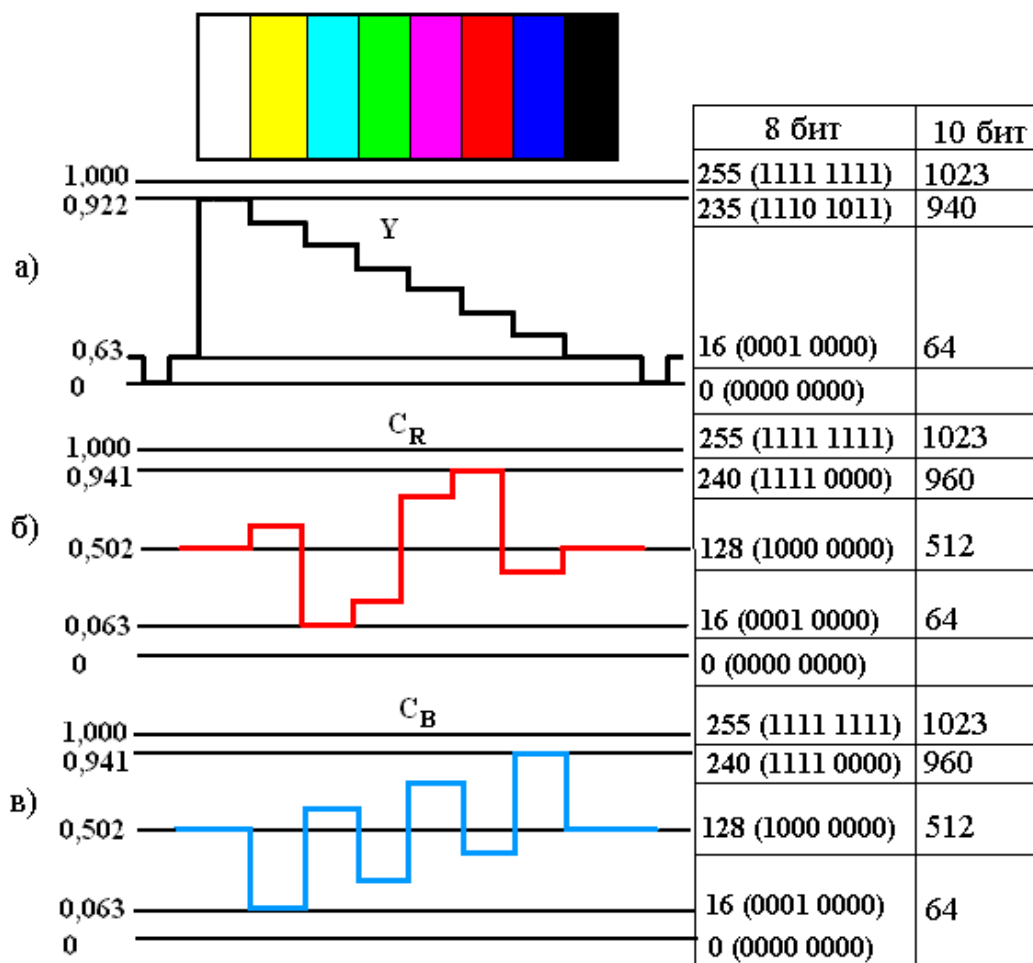
1.11- расмда саккизта рангли полосага эга тасвир сигналларини 8 ва 10 разрядли кодлангандаги аналог ва квантлаш сатҳлари орсидagi фарқ келтирилган.

ITU – R BT 601 тавсиясига асосан, телевидения тизимининг нормал ишлаши учун рақамли телевизион сигнал таркибига **синхросигналлар** киритилади. Сатрнинг ҳар бир актив қисми бошланишидан аввал, сатр ўчириш импульси охирида, актив сатр синхросигнали- **ACC (SAV – start Active video)** узатилади. Сатрнинг актив қисми охирида, ўчирувчи импульснинг бошида, сатрнинг охири тўғрисида синхросигнал **ОТС (EAV – End Video)** узатилади. Ҳар бир синхросигнал ААС ва ОТС 4 та байтдан иборат:

$$FF \ 00 \ 00(xx)$$

Биринчи байт 8та иккилик бирликдан иборат ва бу ўнлик соннинг **255га** мос келади (**FF**нинг ўн олтилик ёзувида) ҳамда 10 разрядли квантлаш қўлланилса бу **1023га** тенг.

Қолган икки байт **0** тенг . Сўнгги икки разрядларнинг охири 4 –байтлари (xx) белгиланиши 2.2- жадвалда келтирилган.



1.11-расм. ИУ – R BT 601 стандартига асосан 8 ва 10 бит билан кодланишдаги аналог телевизион сигнал ташкил этувчиларининг квантлаш сатҳи билан мослик белгиланиши.

1.1 -жадвал

Иккилик разрядда тўртинчи байтдаги синхросигналнинг белгиланиши

Разряд номери	Белгила ниши	Бажарадиган функцияси
0	P0	Текширувчи бит
1	P1	Текширувчи бит
2	P2	Текширувчи бит
3	P3	Текширувчи бит
4	H	H = 0 га тенг ААС учун (актив сатр сигналининг бошланиши) H = 1 га тенг ОТС учун (сатрнинг охири тўғрисидаги сигнал)
5	V	V = 1 кадр ўчирилиш вақтида

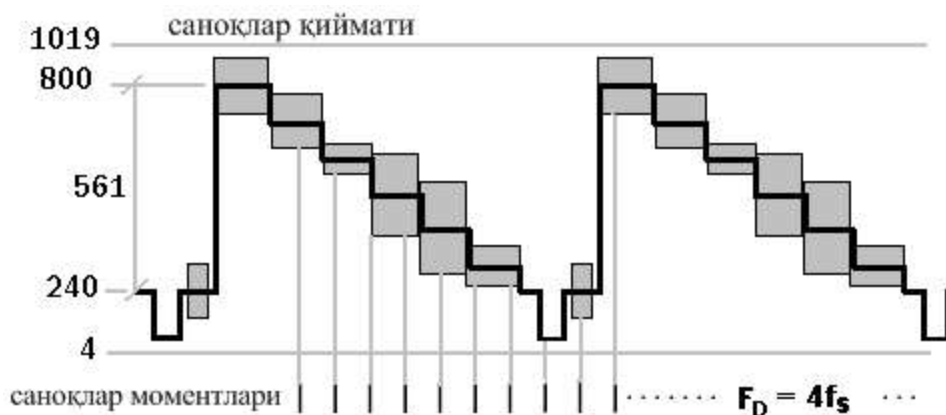
		V = 0 бошқа вақтларда
6	F	F=0 биринчи ярим кадр узатиш вақтида F=1 иккинчи ярим кадр узатишда вақтида
7	1	Текширувчи бит, доимий ҳолати1

Рақамли телевизион сигналнинг сатр ўчирувчи импульсининг катта қисми, ААС ва ОТС синхросигналлар оралиғи, тахминан 20,7 мкс (288 та такт импульсидан 280 даври), очик қолади. Бу ораликда турли маълумотларни, шу жумладан рақамли товуш сигналларини узатиш мумкин.

1.2 Телевизион сигнал ташкил этувчиларининг рақамли ҳолатлари

Аввалги бўлимларда телевизион сигнал ташкил этувчиларини, яъни ёруғлик ва рангфарқ сигналларни алоҳида-алоҳида рақамли сигналга айлантирилиши ва ҳосил қилинган рақамли сигналларни бирлаштириб, битта маълумотлар оқими ташкил этилиши ҳақида сўз юритилган эди. Ташкил этувчи сигналларни алоҳида –алоҳида кодлаш телевидения студиялари қурилмаларида амалга оширилади.

Айрим ҳолатларда рақамли телевизион сигнал ташкил этувчиларини бир телевидения тизимидан (PAL, SECAM ва NTSC) бошқасига декодерламасдан ўтказиш керак бўлади. Бундай рақамлаш вариантлари телевизион сигналларни рақамли қайта ишлаш қурилмаларида: телевидения қабул қилгичларида, тюнерларда, телевизион стандартларни ўзгартиргичларда, айрим пайтларда телевизион сигнални магнит ленталарга ёзишларда ва ҳ.к.ларда керак бўлади. Ҳозирда кўпинча 10 разрядли кодлаш қўлланилади ва 2.12-расмда қийматлари келтирилган.



1.12-Расм. SECAM стандартидаги телевизион сигналнинг ташкил этувчиларининг қийматлари кўриниши.

ITU – R BT 601 тавсияга асосан, рақамли телевизион сигналнинг ташкил этувчиларини дискретлашда **13,5 МГц** частотадан фойдаланилади. Бу телевизион тасвирларни ўзгартирувчи арзон қурилмалар ёки телевидения қабул қилгичларнинг хилма хил стандартларда оддий қурилмаларни ишлатиб, рақамли сигналларни қайта ишлашга имкон яратади. Лекин техник талаблар юқори бўлган қурилмаларда ташувчи частотанинг тўртланган ($4F_{\text{ин}}$) қийматидан фойдаланилади. Чунки бундай дискретлаш частотасидан фойдаланиш рангфарқ сигналларини сифатли ажратилишига ҳамда рангфарқ сигналларни демодуляция қилишда осонлик яратади.

NTSC тизимида $F_{\text{ин}} = 3,57945 \text{ МГц}$ бўлиб, дискретлаш частотаси $F_d = 14,31818 \text{ МГц}$ га тенг. Бу частоталар ўз навбатда сатр частотаси ($F_{\text{стр}} = 15750 \text{ Гц}$) билан $227,5 F_{\text{стр}}$ кўринишда ва дискретлаш частотаси билан $910 * F_{\text{стр}}$ каррала кўринишда боғланган. Шундай қилиб, ҳар бир сатрда дискретлаш даврларининг бутун сонлари қиймати жойлашади. Шу сабаб сатрдаги саноклар сони силжимас тўғри тўртбурчакли панжарани ташкил этади ва уларнинг вақтга боғлиқ ҳолати эса рангфарқ сигналлар ташувчиси фазасига мос келади. Шунинг учун дискретлаш жараёни кичик бузилишлар кетириб чиқаради.

PAL тизимида ташувчи частота $F_{\text{ин}} = 4,43361875 \text{ МГц}$ ва бу эса сатр частотасини $1135 / F_{\text{стр}} + F_{\text{кадр}}$, яъни ($F_{\text{стр}} = 15625 \text{ Гц}$) га тенг бўлишини белгилайди. Дискретлаш частотаси $F_d = 14,31818 \text{ МГц}$ га, яъни ($1135 / F_{\text{стр}} + F_{\text{кадр}}$) га тенг бўлади. Бунда сатр ёйиш даври дискретлаш даврининг бутун қийматидан фарқ қилади. Саноклар кетма –кетлиги ўзаро деярли ортогонал ва кадрга нисбатан ўзгармасдир (қўзғалмасдир).

Вақт бўйича саноклар ҳолати рангфарқ ташувчи сигнал фазасига тўғри келади. **SECAM** тизимида эса частотали модуляция қўлланганлиги сабабли дискретлаш частотасини рангфарқ сигналлар ташувчи частотасига каррала қилиб олиш мумкин эмас, чунки частота ҳар хил ранглар узатилганда уларга мос ўзгариб туради. Шунинг учун дискретлаш частотаси сатр частотасига каррала қилиб танланади. Дискретлаш частотаси $F_d = 17,625 \text{ МГц}$ (1128 стр) этиб танланади, чунки қизил рангнинг энг юқори частотаси $4,40625 \text{ МГц}$ га тенг.

1.2- жадвалда NTSC, PAL ва SECAM тизимларининг ташкил этувчиларини рақамли ўзгартишдаги асосий кўрсаткичлари келтирилган.

1.2-жадвал

Тизим	NTSC (525 сатр)	PAL (625 сатр)	SECAM (625 сатр)
Сатрдаги саноклар	910	1135	1128
Сатрнинг актив қисмидаги саноклар	768	948	916

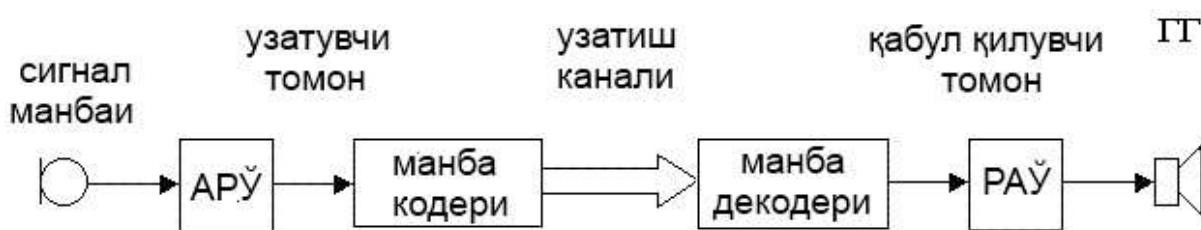
Тасвирдаги саноклар структураси	Ортогонал	Ортогонал	Ортогонал
Дискретлаш частотаси(МГц)	14,31818	17,734475	17,625
Иккилик сигнални узатиш тезлиги, Мбит/с	143	177	176

Аналог телевизион сигналнинг олди қисми ва синхроимпульс кесмасини рақамли кодлашга сабаб, қора рангнинг номинал қийматидан оқ рангнинг номинал қийматигача бўлган диапазонда квантлаш сатҳлари, ташкил этувчилардан тахминан 30 фоизга кам бўлишидир.

1.3.Рақамли аудиомаълумотларни сиқиш

Аналог товуш сигнали студия трактида рақамли шаклга аналог-рақам ўзгартириш (АРЎ) орқали амалга оширилади. (3.28-расм). Бу ҳолда товуш сигналларини дастлабки квантлаш саноклари $\Delta A=16... 25$ бит/санок ва дискретиш частотаси $f_d = 44,1... 96$ кГцга тенг қилиб олинади. Студиянинг юқори сифатли каналларда $\Delta A=16$ бит/санок ва $f_d = 48$ кГц ҳамда товуш сигналлари частота диапазони $\Delta F=20... 20000$ Гцга тенг қилиб олинади. Бундай рақамли канал динамик диапазони 54 дБ дан кам бўлмаслиги керак.

Агар $f_d=48$ кГц ва $\Delta A=16$ бит/санок бўлса, биттагина шундай сигнални узатишдаги рақамли оқимнинг тезлиги $v = 48 \cdot 16 = 768$ кбит/с бўлади. Рақамли аудиомаълумотни сиқиш жараёни манбаанинг кодерида амалга оширилади (1.12-расм) ва уни тиклаш қабул қилиш томонида декодер томонидан ижро этилади в ҳамда РАЎ сўнг чиқишга берилади.



1.12-расм. Рақамли товуш сигналнинг узатувчи ва қабул қилувчи томонларининг умумлашган схемаси.

Юқори сифатли товушни кўп каналли формат 3/ 2 (чап, ўнг ва ўрта каналлар ҳамда чап ва ўнг майдон каналлари), плюс ўта паст частоталар канали (5.1 тизими) ва юқори тиниқликдаги телевиденияда (HDTV) қўлланиладиган

“трапеция” туридаги тиклаш тизими, таъминлайдилар. Аммо, юқори частотали товуш сигналларини дастлабки рақамга айлантирилганда умумий рақамли оқим тезлиги катта бўлади.

3/2 формат учун талаб қилинадиган каналнинг ўтказиш қобилияти 3,840 Мбит/с бўлиши керак.

Инсон ўзининг сезги органлари ёрдамида ахборотнинг катта қийматларини қабул қилиш имкониятига эга. Аммо инсон ҳақиқатда онгли равишда бор-йўғи 100 бит/с ахборотни қабул қила олади. Шу сабаб аудиомаълумотларни ортиқчалиги ҳақида гапириш мумкин.

Товуш сигналини рақамга ўтказишдаги асосий муаммолардан бири бу статистик ва психофизик ортиқчаликларни қисқартиришдир. Бу қисқартиришлар кодлаштирилган рақамли оқим тезлигини мумкин қадар камайтиришга олиб келади ва улардаги шовқин ва бузилишлар қулоққа эшитилмайди.

Амалиётда маскировка ва қулоқнинг эшитиш қобилиятига асосланган товуш сигналини психофизик ортиқчалигини йўқотиш муҳим роль ўйнайди.

1.13-расмда сиқилган аудиомаълумотларни ҳосил қилувчи кодернинг умумлашган тузилиш схемаси келтирилган.

Вақт-частотали таҳлил, овоз (товуш) сигнали сегментацияси блокида дастлабки товуш сигнали $S(n)$ - субполоса ташкил этувчиларга ажратилади ва вақт бўйича сегментацияланади. Субполоса ташкил этувчи— бу товуш сигнали частотасидан филтер ёрдамида маълум кесиб олинган кичик частота оралиғи бўлиб, вақт чекланганлигидаги субполоса ёки ажратма дейилади. Кодлаштирилаётган ажратма узунлиги товуш сигналнинг вақт функцияси формасига боғлиқ.



1.13-расм. Аудио маълумотларни сиқувчи кодернинг умумий тузилиш схемаси.

Амплитуда қийматларининг кескин ўзгаришлари мавжуд бўлмаса, узун ажратма деб аталадиган ва частота бўйича юқори ечимни(қийматни)

таъминловчи тушунчасидан фойдаланилади. Агар сигнал амплитудаси кескин ўзгарса, кодланувчи ажратманинг вақт бўйича юқори (қиймати)ечими олинади.

Кодлаштирилаётган ажратманинг узунлигини ўзгартириш ҳақидаги қарор психоакустик таҳлил блокида, сигналнинг психоакустик энтропия қийматини ҳисоблагандан сўнг, қабул қилинади.

Сегментация қилингандан сўнг субполосали сигналлар квантланади ва кейин кодланади. Аудиомаълумотларни сиқиш алгоритмларининг юқори самарадорлигини таъминлаш учун товуш сигналларининг санокларининг ўзини эмас, балки такомиллаштирилган дискрет косинусоидал ўзгартиришлар (ТДКЎ) ёрдамида олинган коэффициентлар сиқилади.

Одатда рақамли аудиомаълумотларни сиқишда энтропия кодланиши кўлланилади ва бунда бир вақтда инсоннинг эшитиш хусусиятлари ҳамда товуш сигналларининг статистик характеристикалари ҳисобга олинади. Аммо, эшитиш хусусиятларини ҳисобга оладиган, психоакустик ортиқчаликни йўқотиш жараёни асосий роль ўйнайди.

Психоакустик моделларда ,товуш сигналларини эшитиш қонунларини ҳисобга олган ҳолда, жараён бажарилади ёки жараён психоакустик блокта таҳлил қилинади. Бу ерда махсус жараён бўйича ҳар бир субполосаси (ажратма) сигнал учун мумкин бўлган квантлаш бузилишларининг (шовқинлари) қиймати ҳисобланади, яъни шу субполосадаги бузилишлар фойдали сигнал билан маскировка қилиниши қиймати аниқланади.

Ана шу блок ҳақиқатдан ҳам рақамли маълумотларни сиқиш кодларининг самарадорлиги ва сифатини белгилайди.

Қанчалик психоакустик кодлар модели такомиллашган бўлса, шунчалик кўп кераксиз маълумот ахборот оқимдан олиб ташланади ва эшитиш мумкин бўлган маълумот сезиларли ўзгармайди.

Кучлироқ сиқишни амалга ошириш учун ТДКЎ коэффициентлари квантланади, аммо бунда товушни эшитиш сифати ёмонлашади. Ўз навбатда бу кулоққа сезиларли таъсир қилмаслиги мумкин, чунки оддий эшитувчи 128 ёки 256 бит/с билан кодланган битрейт “MP 3” фонограммани фарқини сезмайди.

Битларни динамик тақсимлаш блоки , психоакустик модел талабларига асосан, ҳар бир субполосани кодлашдаги минимал мумкин бўлган сони ажратади, яъни квантлаш натижасида бузилиш қиймати маълум эшитиш чегарасидан ошмаслиги таъминланиши керак.

Товуш сигналларининг код сўзлари саноклари ёки ТДКЎнинг мос коэффициентларидан (асосий аудио маълумотлар) ташқари , сиқилган сигналларни тўғри декодерлаш учун яна маълум қўшимча ахборот узатилади.

Рақамли оқим асосий ва қўшимча маълумотлар билан кодлаштирилгандан сўнг, яна улар форматлаштириладилар.

Бунда сигналнинг асосий муҳим қисми халақитбардош код (помехоустойчивое кодирование) (CRC) ёрдамида кодланади Шундай қилиб, танланган товуш сифатига қараб, кодернинг чиқишида сиқилган аудиомаълумотларнинг рақамли оқими 32.... 320 кбит/с оралиғида танланади.

Назорат саволлари

1. Аудио маълумотларни сиқувчи кодернинг умумий тузилиши.
2. Сатр ва кадрлар ўчирувчи импульслари
3. Телевидения сигналнинг спектри
4. Рангли ТВ тизимларига қандай талаблар қўйилади?
5. Телевидения эшиттиришларининг стандартлари ҳақида гапириб беринг?
6. Телевизион сигнал ташкил этувчиларининг рақамли кўриниши.
7. Рақамли товуш сигналнинг узатувчи ва қабул қилувчи томонларининг умумлашган схемасини ишлаш жараёнини тушунтиринг.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. В.Е. Джакониа. Телевидение. М.Горячая линия – Телеком 2007. 618 с.
2. Пескин А. Е., Труфанов В. Ф. Мировое вещательное телевидение. Стандарты и системы: Справочник. – 2004.
3. А.В.Смирнов, А.Е.Пескин. Цифровое телевидение: от теории к практике. – 2005. 340 с.
4. Ричард Брайс. Руководство по цифровому телевидению. ДМК. Москва 2002. 278 с

2-мавзу. Рақамли телевидение интерфейслари ва тасвир ва овоз сигналларини сиқиш (2 соат)

Режа:

1. Телевизион сигналларнинг ортиқча ахборотининг турлари ва уларни йўқотиш усуллари.
2. Спектрал ўзгартириш асосида тасвир сигналини сиқиш.
3. Тасвир сигналини фракталлар асосида чиқиш.
4. Кадрлар аро ортиқчаликни йўқотиш асосида телевизион тасвир сигналларини сиқиш.

Таянч иборалар: кадрлар аро ортиқчалик сиқиш, фрактал, усул, вейлвет JPEG, MPEG, MPEG – 1, MPEG – 2, MPEG – 4.

2.1. Телевизион сигналларнинг ортиқча ахборотининг турлари ва уларни йўқотиш усуллари.

Аналог телевизион сигнални рақамли шаклга ўзгартирилганда, чиқишдаги видео маълумотлар оқими 240 Мбит/с гача етиши мумкин ва бу бир соатда узатилаётган маълумотлар 108 Гбайтни ташкил этади. Бу ўз навбатида рақамли телевидения алоқа тармоғи учун 120МГцли ўтказиш полосаси бўлишини талаб этади ва бундай катта ҳажмли маълумотни 8МГцли стандарт телевизион каналдан узатиш мумкин эмас. Бундай катта ҳажмдаги рақамли маълумотларни ёзиш ва хотирада сақлашда рақамли серверларни яратишда кўпгина қийинчиликларни келтириб чиқаради. Шу сабабли видеосигнал кўрсаткичларини мослаштириш ва алоқа каналларидан узатиш учун телевизион тасвир маълумотларнинг ортиқчаллигини ҳисобга олган ҳолда сиқиш усулларида фойдаланилади. Агар сиқиш қўлланилмаса ўрта ҳолдаги битта фильм юзлаб Гигабайтни эгаллайди.

Агари тезлиги 56 Кбит/с модем ишлатилса, бир кунлик олинган видотасвирни 8 йил давомида узатиш керак бўлади. Шу сабабли маълумотни узатиш тезлигини кўтариш учун рақамли видеотасвир доимо сиқилади. Сиқиш асосан икки усулда амалга оширилади: – **сифатни йўқотиш билан ва сифатини йўқотмасдан** .

Сифатни йўқотмаслик йўли. Бу йўл тикланган тасвирнинг , дастлабки тасвирга тўла мослиги амалга оширилади , лекин сиқиш коэффиценти катта бўлмайди,кўпинча бу 10 – 20 мартани ташкил этади. Бунга статик графика формати GIF ва видео учун GIF89 мисол бўла оладилар.

Сифатни йўқотиш йўли. Бунда видео сигнал сифатни нисбатан йўқотади. Сиқишда йўқотилган маълумот ,яъни ҳақиқий ва тикланган сигналларнинг фарқини инсон кўриш қобилияти(кўзи) билан ажрата олган ҳолатдир . Иккала тасвир – ҳақиқий ва сиқиш йўли билан компрессор ёрдамида олинган тасвирлар(тиклангандан кейин) орасидаги фарқ иложи борича кам бўлиши керак ва битлар бўйича тўғри келмаслиги мумкин. Шу сабабли ҳаётда тасвир маълумотининг маълум қисмини олиб ташлаб, ўзгартиришлар амалга оширилади ва кейин эса ахборотни йўқотмасдан маълумот сиқилади.

Қуйида телевизион тасвир сигналининг ортиқчалик турлари кўриб чиқилади ва уларни олиб ташлаш усуллари келтирилади.

Телевизион сигналларнинг ортиқча маълумотининг турлари ва ортиқчаликни олиб ташлаш усуллари

Телевизион тасвирнинг тахлили шуни кўрсатадики, улар катта ҳажмли ортиқча маълумотларга эга ва қуйидаги синфларга бўлиш мумкин :

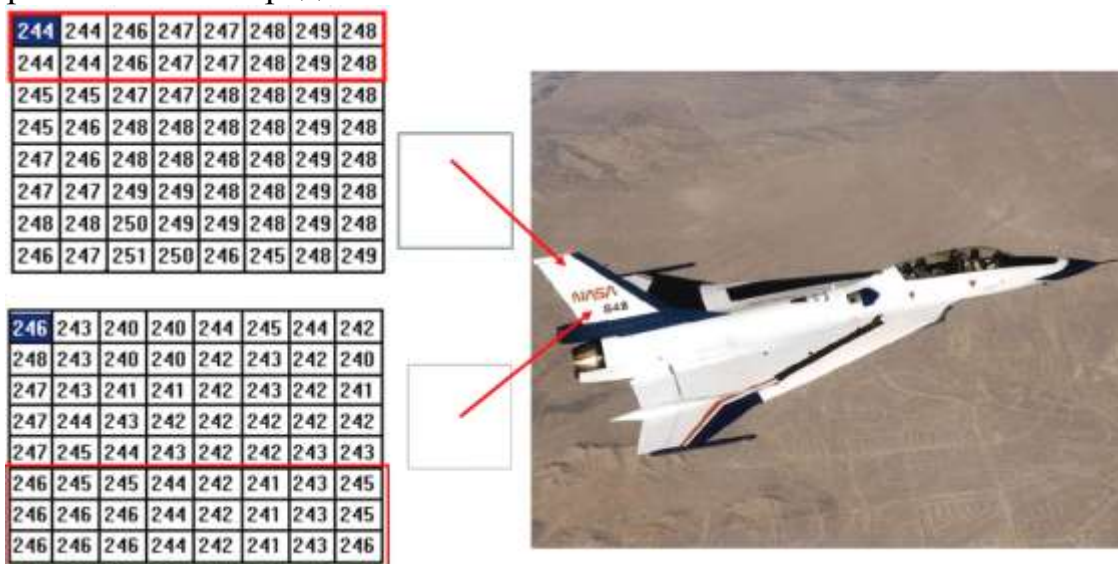
- 1) Кодлик ортиқчалик;
- 2) Элементлар аро ёки статистик ортиқчалик;
- 3) Психовизуал ортиқчалик;
- 4) Тузилмавий ортиқчалик;

5) Вактли ёки кадрлар аро ортиқчалик.

Тасвир маълумотини сиқишда битта турдаги ортиқчаликни олиб ташлашни ёки бир нечта турни бирданига қўллаш мумкин.

Кодлик ортиқчалик тасвирда бир хил кўринишдаги ва ёруғлик нурини бир хил қайтарадиган кўплаб объектлар(таркибий қисмлар) мавжуд бўлиб, уларнинг юзаси бир хил ёруғлик нурларини шакллантиради ва бундай ҳолат кўп тарқалган. Мисол учун 2.1- расмга қаранг.

Ёруғлик нури пикселларини иккилик билан кодлаштирилганда, бир хил узунликдаги кодлардан фойдаланилади ва бу ҳолат кодлик ортиқчаликка олиб келади. Кодлик ортиқчаликни йўқотиш учун Хаффман жадвалига асосланган, узунлиги ўзгарувчан энтропия кодлари қўлланилади, яъни қайтарилаётган код комбинацияси қисқа код комбинацияси билан алмаштирилади ҳамда кам учрайдиганлар узун код комбинациясида берилади, худди Морзе алифбоси каби. Бундай ҳолат узатилаётган маълумотнинг ҳажмини 20 - 25% га камайтиришга имкон беради.



2.1- расм. Тасвирни кодли ва элементларо ортиқчаликни кўрсатувчи мисоллар

Элементларо ортиқчалик. Бу тасвирнинг юқори аниқлигидан келиб чиқади, яъни тасвирни кичик қисмларини тасвирлаш ёки объектлар чегараларини белгилашдаги маълумот мавжуд бўлса, ораликдаги бир хил текис қисмлардан олиган маълумот ҳажмини орттиради холос.

Элементларо ортиқчалик пикселларнинг кучли корреляцион боғланишига асослангани сабабли, спектр ўзгартириш усуллари орқали ортиқчалик йўқотилади ва улар спектр ташкил этувчиларнинг сигнал энергиясини тақсимланиши билан баҳоланади. Бугунги кунда кўплаб спектрал ўзгартиришларда қўлланиладиган математик функциялар мавжуд, аммо тасвирни сиқиш амалиётда дискрет косинусоидал ва вейвлет алмаштиришларидан кенг фойдаланилади.

Психофизик ортиқчалик кўзимизнинг кўриши қобилиятига асосланган ,яъни тасвирдаги маълумотнинг айрим қисмидаги маълумот йўқотилиши унинг сифатига сезиларли даражада таъсир этмаслиги мумкин. Масалан: кўз ёруғлик ўзгаришидан кўра ранг ўзгаришини камроқ сезади.

Бундан ташқари инсон кузатиш даврида биринчи бўлиб тасвирнинг муҳим қисмини (объект контурини ёки текстлар зонасини) топишга ҳаракат қилиши аниқланган ва унинг комбинациясидан ниманидир билишни , шакллантиришни истайди. Бу ҳолатда элементларнинг ёруғлиги ва ранги иккинчи даражали бўлиб қолади.

Тузилмавий ортиқчалик 2.2-расмда кўрсатилган ҳолатдагидек, тасвирнинг айрим қисмларида пайдо бўлади. Буни йўқотиш учун тасвир сканер қилиниб, қайтариладиган қисмлари , фрагментлари (фракталлари) аниқланади ва улар аввал аниқланган фрагментлар ифодасига алмаштирилади ҳамда шу орқали узатилаётган маълумот ортиқчалик ҳажми камайтиради.



2.2-расм. Тузилмавий ортиқчаликни кўрсатувчи мисол

Вақтли ёки кадрлар аро ортиқчалик битта видеосюжет вақтида икки кўшни кадр орасидаги фарқ нисбатан сезиларсиз бўлиши сабабли, телевизион тасвир маълумотида асосий кадрга нисбатан кадрлар фарқини узатиш амалга оширилса ,видео оқимдаги сиқиш коэффицентининг катта қийматга эришиш имкони яратилади. Амалиётда кадрлар аро фарқ кўлланилмайди, чунки расмнинг жойлашинининг ўзгариши тасвир пикселлар координатларининг ўзгаришига олиб келади ва кадрлар фарқининг ошиши келиб чиқади ҳамда бу ўз навбатда кадрлар орасидаги маълумотнинг ўсишига олиб келади.

Шу сабабли амалиётда кўшни тасвир фрагментларини компенсациялашга асосланган мураккаб кадрлар аро фарқларни аниқловчи усуллар кўлланилади.

Биринчи кадр тасвиридаги фрагментларни кейинги кадрнинг тахминий силжитиш зоналарида излаб топиш асосидаги усулдир. Агар шундай ўхшаш фрагментлар аниқланса, кейинги кадр ўрнига силжиш координатларигина берилади холос. Мисол учун: 16x16 пикселли 255 байтли блок, бор йўғи 1-2 байтли координатани кўрсатувчи код билан алмаштирилади.

Бу ҳолатда видеооқим тузилмаси ортиқчалиги йўқотилган таянч кадрдан иборат бўлиб, қолганлари эса кадр ичидаги ўзининг ортиқчаликлари йўқотилган ва қўшимча битта ёки бир неча ортиқчаликни йўқотиш турлари қўлланилган ҳамда бир вақтда тасвир блоklarининг ўзаро силжишлари ва кадрлар оасидаги фарқни кўрсатувчи маълумотлардан ташкил топади. Айтилган амаллар MPEG стандарти оиласига тегишли ва шунга ўхшаш кодекларда қўлланилади. Бугунги кунда эффективлиги хилма хил бўлган, видеомалумотларни сиқишнинг кўплаб усул ва алгоритмлари ишлаб чиқилган ва улар турли сифат кўрсаткичларига, қўлланилган алгоритмлар мураккаблигига ҳамда тезкорлига боғлиқдирлар.

Шундай қилиб, тасвир сигналининг шакллантириш ва ўзгартириш жараёнида қуйидаги йўналишларни келтириш мумкин:

- Спектр ўзгартиришлар асосида сиқиш
- Фрактал сиқиш
- Векторли квантлаш

Ҳар бир кўрсатилган ҳолатлар ўзининг афзалликлари ва камчилигига эга, уларни кенгрок кўриб чиқамиз.

2.2.Спектрал ўзгартириш асосида тасвир сигналининг сиқиш

Тасвир ва видео кетма-кетликни сиқишни, ҳар хил принциплар асосда, яратилган ва кўп тарқалган усул ортогонал ўзгартиришдир. Амалиётда кўпинча чизикли ортогонал ўзгартириш усуллари қўлланилади. Шундан келиб чиқиб, қуйидаги ўзгартиришлар мақсадга мувофиқ ҳисобланади:

- Уолш - Адамар алмаштириши;
- Карунен – Лоэва алмаштириши;
- Дискрет косинус ўзгартириш(ДКЎ);
- Вейвлет ўзгартириш (ВЎ).

Бу келтирилган ўзгартиришларнинг ҳар бирининг қўлланиш соҳаси, афзалликлари ва камчиликлар мавжуд.

Масалан **Адамар алмаштиришининг** афзаллиги унинг амалиётда осон қўлланиши ва ҳисоблашларнинг соддалиги. Бу алмаштириш ўзгармас-бўлакли функциялар учун, айниқса сигналнинг ўзгармас ташкил этувчисини ажратишда, яхши натижалар беради аммо реал тасвир сигналларида бундай сигналлар кам учрайди

Карунен – Лоэва алмаштиришининг асосий камчилиги ҳозирча унинг векторларини тез ҳисоблаш усули ишлаб чиқилмаган, шу сабаб бу усул фақат назарий ҳолатда мавжуд.

Шундай қилиб, юқорида санаб чиқилган ўзгартиришлардан амалиётда кўпроқ ДКЎ ва ВЎ лар ишлатилади ҳамда уларни батафсил кўриб чиқамиз.

Дискрет-косинус ўзгартириш асосида тасвирларни сиқиш

В. Чен томонидан 1981 йилда таклиф этилган ва ДКЎ яхши ўрганилган ҳамда ўзгартиришлар JPEG MPEG, MPEG – 1, MPEG – 2, MPEG – 4 форматларида юқори эффективликда қўлланилган. Мазмуни бўйича бу усул Фурьенинг икки ўлчамли дискрет ўзгартиришига ўхшаш, фарқи фақат базис функцияларини ишлатилишида. ДКЎнинг афзаллиги қаторнинг тез яқинлашиши ва ўзгартиришларда хатонинг қиймати кичик бўлишини таъминланиши.

Тўғридан – тўғри ва тескари ДКЎ қуйидаги (3.1,3.2) тенгликлар билан ифодаланадилар:

$$F_{(u,v)} = (1/4) C(u) C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 p(x,y) \left[\cos \frac{(2x+1)U\pi}{16} \right] \left[\cos \frac{(2y+1)V\pi}{16} \right] \quad (3.1);$$

$$F(x,y) = \frac{2}{N} \sum_{U=0}^{n-1} \sum_{V=0}^{n-1} C_{(u)} C_{(v)} F_{(u,v)} \cos \frac{(2x+1)U\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)V\pi}{2N} \quad (3.2)$$

Бу ерда : v – график блокнинг горизантал координатаси

u – блок ичидаги координата,

$C(u), C(v) = 1/\sqrt{2}$ $u, v=0$ учун ва акс холатда $C(u), C(v) = 1$

$$A(U) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & \text{for } U = 0 \\ 1, & \text{for } U \neq 0 \end{cases}$$

Бундай усул кадрларни (2.4-расм) 64 (8x8) санокли блокларга бўлаклашни кўзда тутати ва улар (2.5а-расм) **сигналлар матрицаси** дейилади. Сигнал матрицалари ўз навбатда шу ҳажмли частота коэффициентлари матрицасига (2.5б-расм) айлантирилади. Улар горизантал ва вертикал йўналишлардаги икки ўлчамли тасвир спектрининг кўринишида ифодаланган. Бундай матрицанинг чап тепа бурчагидаги коэффициентлар тасвирнинг паст частотали ташкил этувчисини ва ўнг пасткиси коэффициентлар юқори частотали ташкил этувчиларни кўрсатади.



2.4-расм. Дастлабки тасвир

216	213	211	211	213	217	220	221	1795	-27	6	7	1	1	0	8
218	217	218	221	224	226	226	226	-12	0	-7	10	1	1	0	0
217	219	223	227	229	229	228	227	-35	-6	7	0	-1	-1	0	0
221	223	227	230	230	230	230	230	0	9	11	0	0	1	0	0
231	231	233	232	230	230	233	236	0	0	0	-1	0	0	0	0
229	229	228	226	223	225	230	235	-12	-1	0	0	0	0	8	8
218	220	221	219	217	219	226	232	0	1	0	0	0	0	0	8
213	218	221	220	219	221	228	234	0	1	0	-1	0	0	0	1

а)

б)

2.5-Расм. Даслабки тасвирнинг ёруғлик сигнали матрицаси.

(а) – пикселлар ўлчами 8x8 ва (б) – тўғридан тўғри ДКЎ дан сўнгги матрица коэффициентлари.

ДКЎ спектрининг хусусияти шундан иборатки, частота спектри энергиясининг асосий ташкил этувчилари ноль қийматли частота атрофида йиғилганлигидир. Юқори частоталик ташкил этувчиларнинг амплитуда қиймати ноль ёки нолга яқин сон ва шу сабабли ДКЎнинг частота коэффициентлари маълум белгиланган “чегара” қийматдан ортиқларигина узатилади холос. Белгиланган “чегара” қийматдан кичик коэффициентлар ноль ҳисобланади ва узатилмайдилар ҳамда улар кескин-кесиксимон (зигзаг) тартибда ўқилади(2.5б-расм) ва узун серияларни статистик компрессор (RLE) орқали сиқилади

Узатилиш пайтида нолли коэффициентлар чиқариб ташланганлиги сабаб, сиқилиш сифат йўқолмаган ҳисобланади ва тасвир декомпрессиядан (тиклангандан) сўнг оригиналдан (ҳақиқийсидан) фарқ қилмайди. Бунда сиқиш коэффициентининг қиймати юқори эмас ва ўртача 10 – 20 мартани ташкил қилади ҳамда тасвирнинг давом этиш вақтига боғлиқ. Сиқиш коэффициентларини бошқариш учун ДКЎ коэффициентларини аниқ сонларга(квантлаш матрицасига) бўлинади, ҳамда олинган қиймата тўла сонга етгунча яхлитланади, бу эса ноллик коэффициентлар кетма-кетлигини кўпайишига ва сиқиш коэффициенти қийматини ошишига олиб келади. Аммо

бундай маълумотларни яхлитлаш бир томондан тасвирни сиқиш коэффициентининг қийматини оширса, бошқа томондан ахборотни қайтариб бўлмас йўқотишларига олиб келади ва натижада катта коэффициентли сиқиш қўлланиши туфайли ёруғлик сигналларини аста – секин ўзгариши жараёни бузилади. Бу эса ўз навбатида бузилишлар пайдо бўлишига ва оқибатда тасвир блокининг тиклашдаги аниқлик ва сифатнинг пасайишига олиб келади.(2.6-расм).

Бу усул анча яхши натижа беради ва блок бўйича ҳаракатни компенсациялаш усули билан уйғунлашади ҳамда видеооқим Мбит/с тезликдан юқори бўлганда тасвирнинг сифати яхши тикланади. Аммо оқим тезлик камайганда блок эффекти дейиладиган бузилиш кучли таъсир этади ва натижада тасвир мозайик кўринишга ўхшаб қолади, бу эса сиқишнинг асосий камчилигидир. ДКЎ асосан тасвирни JPEG ва MPEG сиқиш стандартларида қўлланилади.

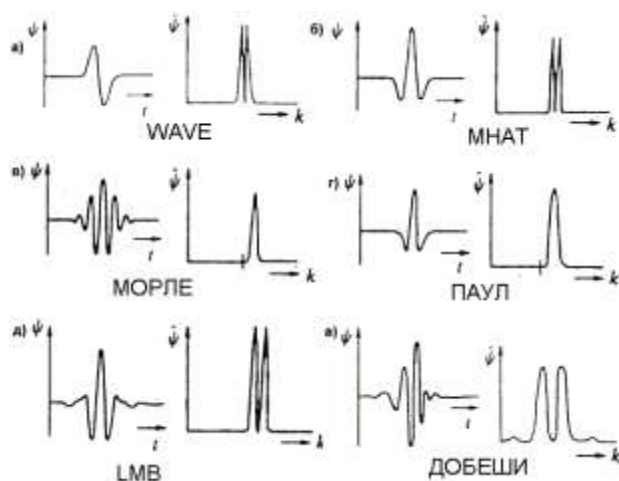


2.6-расм. 100 баробар сиқилгандаги ҳақиқий ва тикланган тасвирларнинг кўриниши.

Тасвирни вейвлет ўзгартириши асосида сиқиш

Бугунги кунда тасвир ва овозни сиқишда кўп тарқалган усулдан - вейвлет ўзгартиришидан фойдаланилади ва у Гроссман ва Морле томонидан ўтган асрнинг 80 йилларида киритилган.

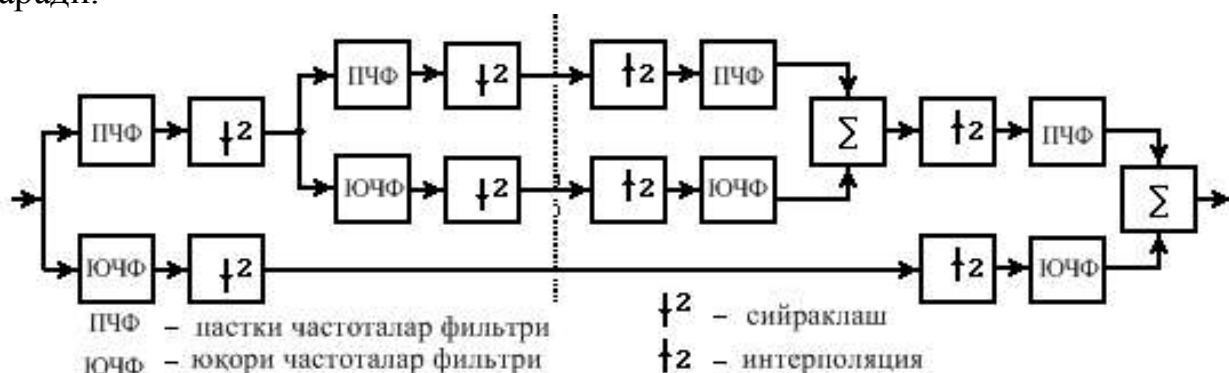
Фурье ва ДКЎ ларнинг асосий камчилиги уларнинг базавий гармоник ташкил этувчилари функция даврий бўлмаган холатларда яхши ишламайди ва натижада фойдали маълумотнинг маълум қисмини тиклаш имконияти йўқотилади. Вейвелт ўзгартириш маълум функцияни вейвлет функцияли ташкил этувчилар кўринишида берилишидир ва вейвлет –бу кичик тўлқин ёки тўсатдан сакраш тўлқини. Ҳозирги пайтда жуда кўп вейвелт функциялар мавжуд ва улар турли хоссаларга ва қўлланилиш жойларига эга. Баъзи бир кўп тарқалган ва тасвир сигналларида фойдали ишлатиладиган вейвлетлар 2.7- расм кўрсатилган.



2.7-расм. Баъзи бир кўп тарқалган вейвлетлар

Амалиётдан эса вейвлет – ҳолатдан ҳолатга ўтказишда тасвирни паст ва юқори частотали филтрлаш ҳамда олинган коэффициентларни сийраклаштириш (децимация) жараёнини қўллашдир ва улар 2.8-расмда келтирилган.

Сигнални ўзгартириш яъни паст ва юқори частотали филтрлашдан сўнг дастлабки сигнал ташкил этувчилар частота диапазони камида икки марта қисқаради.



2.8-расм. Вейвлет – кетма – кетлигининг умумлаштирилган структура схемаси

Вейвлет – филтрларга яна бир элемент – сийраклаштириш элементи киритилади ва у киришга келган соннинг биттасини ташлаб, кейингисини ўтказди, чунки ҳар иккинчи ахборот ортиқча бўлиши мумкин. Агар сигналнинг белгиланган вақтдаги қиймати маълум бўлса, кейинги қийматини ҳисоблаб топиш мумкин.

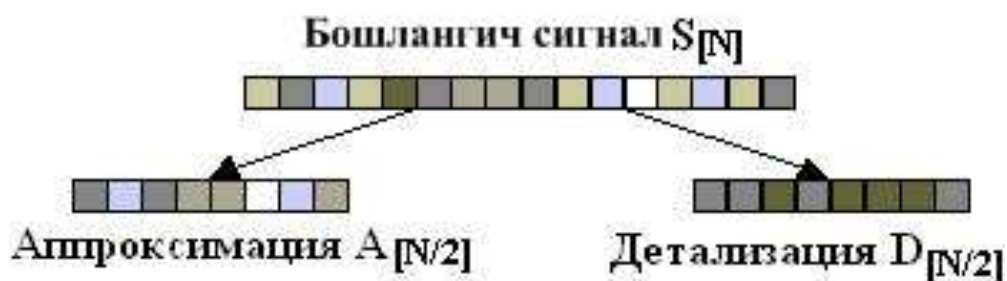
Тасвир икки ўлчамли бўлганли сабабли, вейвлет ўзгартиришдаги бўлаклаш жараёнининг (декомпозиция) ҳар бир қадами икки этапда бажарилади, дастлаб матрицанинг қаторлари таҳлил қилинади сўнгра устунчалари(столблар) ёки тескарисига аввал устунчалар сўнгра қаторлар.

Фақат икки коэффициентга эга оддий Хаар вейвлети учун паст частотали фильтр фаолиятини икки қўшни нукта ўрта қиймати сифатида, юқори частотали фильтрни сонларни дифференциялаш сифатида қабул қилиш мумкин.

Ўзгартириш натижасида иккитта массив пайдо бўлади. $A_{[N/2]}$ ва $D_{[N/2]}$, уларнинг элементлари қуйидагича аниқланади:

$$A_k = \frac{S_{2k} + S_{2k+1}}{2}; \quad D_k = \frac{S_{2k} - S_{2k+1}}{2}, \quad \text{бу ерда } k \in [0, N/2]$$

Паст частотали фильтрнинг коэффициентлари $A_{[N/2]}$ сигнал аппроксимацияси ва юқори частота коэффициентлари $D_{[N/2]}$ эса сигнал деталлизацияси дейилади. Бунда A ва D массивлари мавжуд бўлса, даслабки сигнал- $S_{[n]}$ ни тиклаш мумкин (2.9-расмда келтирилган каби). $A_{[N/2]}$ ва $D_{[N/2]}$ сон қийматлари ёруғлик нукталари билан кўрсатилган.



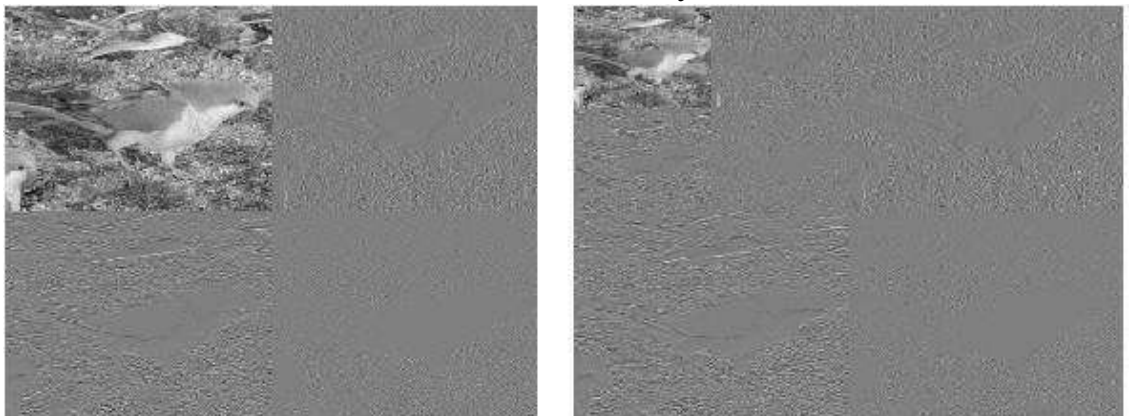
2.9-расм. Вейвлет – декомпозиция принципи

Вейвлет ўзгартириш принципи 2.10-расм келтирилган мисолда, тасвир сигналини ўзгартиришда кўриш мумкин.

Фильтр бу кичкина “деразача ” шаклда бўлиб, у ерда ёруғлик ва ранглар пиксел қийматлари келтирилган вейвлет – функциянинг коэффициентларига кўпайтирилади ва кўпайтма қийматлар йиғиндиси олинади .Ундан сўнг “деразача” бошқа қийматни ҳисоблаш учун силжитилади. Фильтрлаш оқибатида битта $m \times n$ ўлчамидаги тасвир ўрнига вейвлет ўзгартириш натижасида $4 \times (m/2) \times (n/2)$ ўлчамидаги тасвир пайдо бўлади (2.11-расмга қаранг). Паст частотали филтлда вертикал ва горизонтал филтрлаш натижасида юқори маълумотли видеотасвир олинади ва у яна юқори частотали филтлда филтрланади (филтрлаш сатҳи кўпинча 4 дан 6 гача). НЧ ва ЮЧ филтрлардан ўтган тасвир сонли коэффициентлар массиви шаклида бўлади ва улар ДКЎдагидек каби сиқиш коэффициентини бошқариш учун маълум сонларга бўлинади, квантланади, статистик компрессорда сиқилади сўнгра чиқиш оқимга тушади.



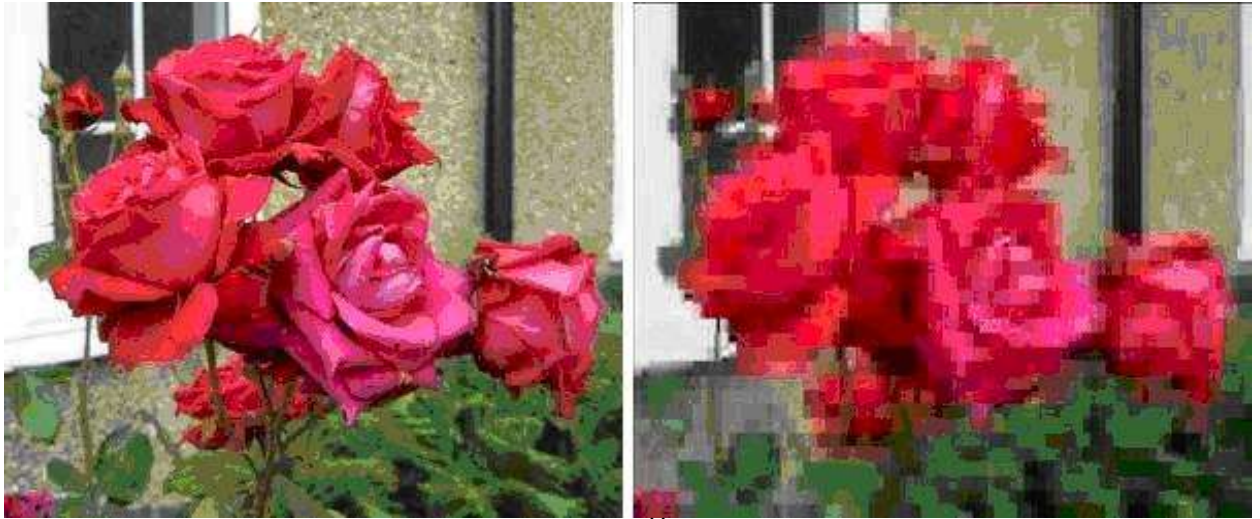
2.10-расм. Даслабки тасвир ва сатрлар бўйича вейвлет – декомпозициясидан сўнг



2.11-расм. Тасвирнинг сатрлар ва устунлар бўйича вейвлет филтрлари ёрдамида ўзгартириш ва икки марта ўзгартиришдан кейинги ҳолати.

Шундай қилиб, кўп маротаба вейвлет декомпозициялаш натижасида, аппроксимациялаш массивида, жуда кичик тасвир олинади (2.11-расмдаги тепа чап бурчакда) ва айни вақтда у кичик ҳажмли ахборот маълумотиغا эга ҳамда катта массивда деталациялаштирилган. Деталациялаштирилган массив ноллар ёки кичик коэффициентлар билан тўлдирилган (2.11-расмда нолга қиймати 128 бўлган кул ранг мос келади), улар статистик компрессорда яхши сиқилади ва катта сиқиш коэффициентига эришишга имкон беради.

Тасвирни сиқиш механизмининг хусусиятларидан яна бири вейвлет ўзгартиришда тасвир блокларга бўлинмайди, аксинча бутунлигича ишланади. Бу блоклар бузилишларини пайдо бўлишига йўл қўймайди ва тасвирнинг сифатини бузмаган ҳолда унинг сиқиш коэффициентини 1,5 – 2 баробар оширади ҳамда 2.12-расмда келтирилгандек тикланган тасвир сифатини яхшилайдди.



2.12-расм. Вейвлет ўзгартириш ва ДКЎ асосида тикланган 100 маротаба сиқилган тасвирнинг солиштирма сифати.

2.12-расмдан кўриниб турибдики, тасвирларни блокларга бўлмайд , вейвлетлар қўллаб, ўзгартириш натижасида тикланган тасвирлар сифати анчагина юқори бўлади.

Аммо тасвирни блоклар бўлмасдан ўзгартириш, MPEG стандартида мумкин бўлган, тасвир ҳаракатларини компенсация қилишга йўл қўймайди .

Шу сабабли вейвлет – кодекларининг видеооқимни сиқиш бўйича самаралдорлиги MPEG стандартига нисбатан 2 – 3 маротаба пастроқдир. Бундан ташқари вейвлет-кодекларда жуда катта сиқиш коэффициентлари қўлланилса, тасвирнинг аниқлиги камаёди ва ранг чегараларида , бузилиш оқибатида, тиниксизликни келтириб чиқаради. Аммо бундай бузилишлар, ўртача олганда, тасвирларни кўз билан илғашда камроқ билинади, яъни масалан: ДКЎ ҳосил бўладиган “мозаика” кўринишига нисбатан яққол сезилмайди.

Вейвлет ўзгартириш фотографияда JPEG – 2000 сиқиш стандартида ва таянч кадрларни сиқиш видеостандарти MPEG – 4 да қўлланилади.

Ҳозирги пайтда тасвирларни сиқишда кенг қўлланиладиган вейвлет функциялар қуйидагилар: Коэн – Добеши – Фово (CDF22,CDF24,CDF97), Вилласенора – V610, Койфман – BCW3 ва TS2/6, MIT97 вейвлетлари.

2.3.Тасвир сигналларини фракталлар асосида сиқиш

Юқори коэффициентли сиқишни (200 – 2000) амалга ошириш учун тасвирни фрактал сиқиш усулларидан фойдаланилади. Усулнинг асосини табиий объектларни “ўз- ўзига ўхшаш” сифатида қаралиши ва фрактал геометрия талабларига бўйсиниши бўлиб, бунда мураккаб структура худди оддий структура каби ташкиллашган деб қаралади ҳам мураккаблар такрорловчи оддий структуралардан иборат деб қаралади.

Кодлашнинг вазифаси рақамли тасвирнинг ўхшашларини излаб топиш ва бундай фракталларни келажакда такрорланишини белгилаш.

Фракталлар тўғрисидаги тушунчалар 1975 йилда математик Мандельброт томонидан, доимий бўлмаган ,ўзига ўхшаш муҳитни масштаблашда

сақланадиган реал тасвир хусусиятларини белгилаш учун яратилган. Фрактал кодлашда реал тасвирларда учрайдиган турли масштабдаги ўхшашликлар ҳисобга олинади.

Фрактал архивлаш шунга асосланганки, бунда итерацион функция тизимидаги коэффициентлар ёрдамида (IFS) (итерация - натижа олиш мақсадида, операциялар кетма-кетлигида математик амалларни қайта қўллаш) тасвир анча кичрайтирилган шаклга келтирилади.

Итерацион функция тизими бу бир-бирига боғлиқ (аффинацияланган) ўзгартиришлар жамламаси бўлиб, масштаблаш, айлангириш ва параллел кўчиришларни ўз ичига олади.

Чизиқли алгебрада X ва Y ларнинг координаталарини ҳисоблаш учун қуйидаги бир-бирига формула қўлланилади:

$$X = x*a - y*b + e$$

$$Y = x*c + y*d + f$$

Бу ерда :

$$a = \cos(\alpha) * \text{scale}_x,$$

$$b = \sin(\alpha) * \text{scale}_x,$$

$$c = \sin(\alpha) * \text{scale}_y,$$

$$d = \cos(\alpha) * \text{scale}_y,$$

$$e = \text{move}_x \text{ (смешение)}$$

$$f = \text{move}_y$$

бунда

scale_x – x ўқи бўйлаб масштаблаб.

scale_y – Y ўқи бўйлаб масштаблаш.

α – бурилган бурчак.

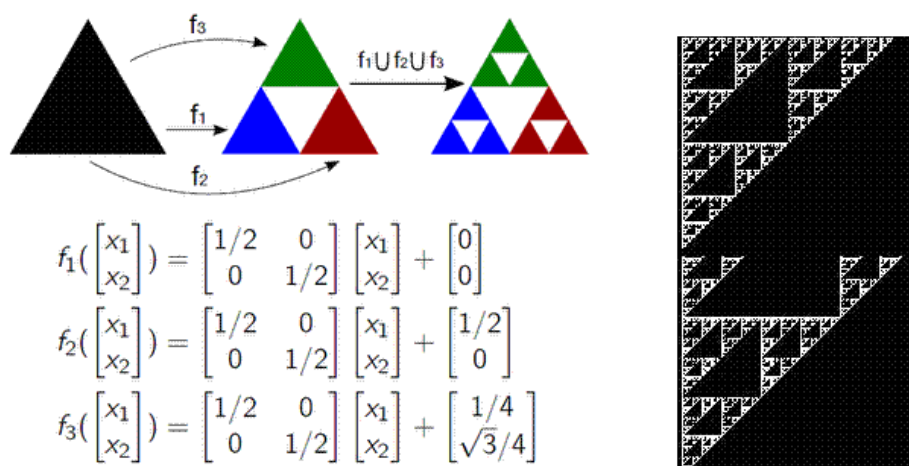
move_x - X ўқи бўйлаб параллел силжиши.

move_y – Y ўқи бўйлаб параллел силжиши.

Олинган коэффициентлар a, b, c, d, e, f ҳар бир элементни бўлаклаш хизмат қилиб, талаб қилинувчи итерловчи функция тизимини ташкил этади.

Бир-бирига боғлиқ (аффинацияланган) ўзгартиришлар сиқувчи бўлиб ҳисобланади, агар масштаблаш коэффициенти бирдан кичик бўлса, мисол учун $y = 0,5x$

Сиқувчи ўзгартирувчилар муҳим хусусиятларга эга. Агар ҳар қандай нуқтани олиб, унга итерацион функцияни қўлласак, яъни $f(f(f... f(x)))$ сиқиш функциясини унда нуқта учун натижа доимо битта нуқта бўлади. Ўзгартириш қанчалик кўп қўлланилса, нуқта шунчалик аниқлик билан ифодаланади ва у қўзғалмас нуқта (силжимас нуқта) дейилади. Бир нечта сиқувчи бир-бирига боғлиқ ўзгартиришлар тизими итерацион функциялар тизимини (ИФТ) ҳосил қилади. ИФТ кўп марта сигнални ўзгартирувчи, яъни сонини кўпайтирувчи ва дастлабки тасвирни силжитувчи функциядир. Мисол учун ИФТнинг учта функцияси ёрдамида (2.13-расм) Серпинскийнинг учбурчагини қуриш мумкин.

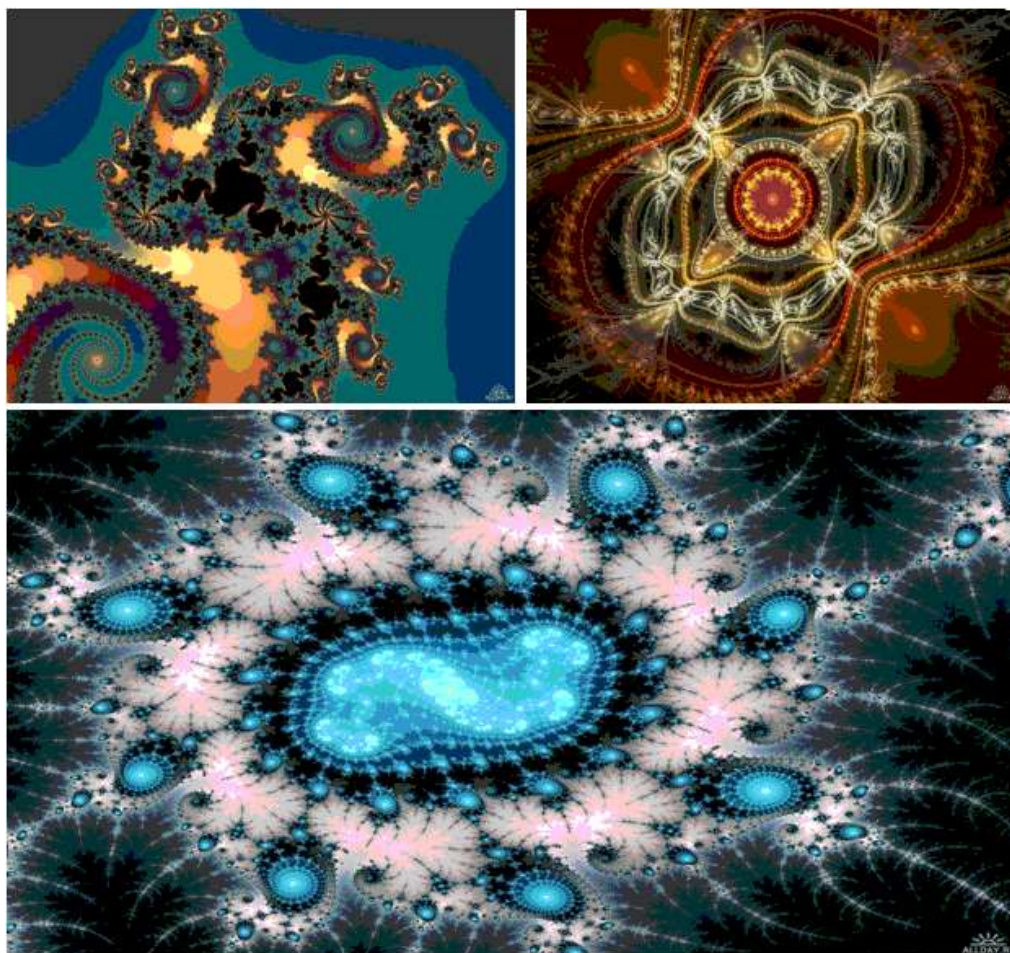


2.13-расм. Серпинскийнинг учбурчаги қуришда СИФнинг қўлланилиши.

2.13-расмдан кўришиб турибдики, дастлабки учбурчак уч марта кўпаймоқда, кичиклашмоқда ва силжимоқда. Кейин жараён яна қайтарилмоқда. Буни чексиз давом эттирсак, Серпинскийнинг фрактали ҳосил бўлади ва унинг майдони 0, ўлчами 1,585 бўлади. Учбурчак ўрнига квадрат, айлана ва бошқа геометрик шакллари ишлатиш мумкин. Бунда тасвир объектлари кодлаш учун фрактал функциянинг кўрсаткичларини сақлаш, яъни объектни синтезлаш учун координатлари, масштаблаш параметрлари ва ориентацияларини берилиши кифоя. Шундай қилиб катта ҳажмли объектни 10 – 20 байтли кўрсаткичлар орқали ифодалаш ва шу билан узатилаётган ахборотнинг миқдорини сезиларли камайтириш мумкин.

Фрактал сиқиш техник чизмаларнинг тасвирини яратишда, текстлар, жойларни харитасини ва компьютер графикаларни ифодалашда яхши натижалар беради (2.14-расм).

Бундай ҳолларда сиқиш коэффициентининг қиймати 200 – 2000 мартагача етиши мумкин.



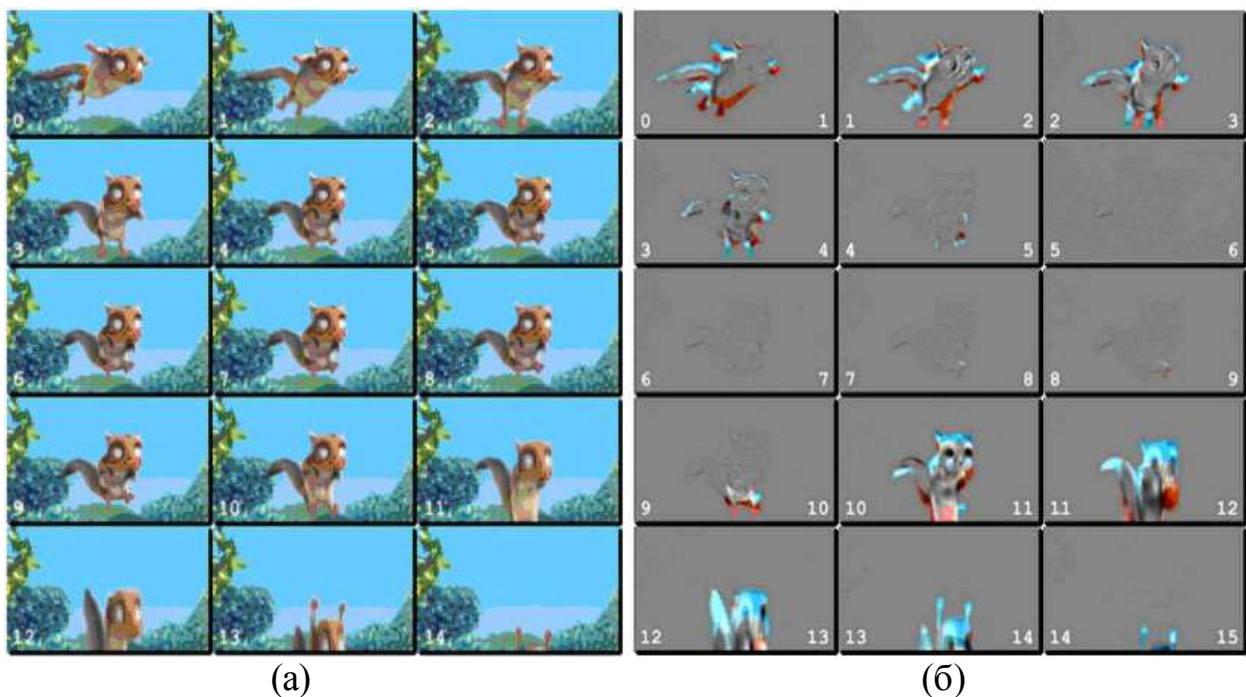
2.14-расм. Мураккаб тасвирни синтезлашда фракталларнинг кўлланилишига мисоллар.

Реал телевизион тасвирларда фрактал сиқиш ҳам яхши натижалар беради, аммо фракталларни масштаблаш ҳисобга олган ҳолда фракталларни излаш ва ўзаро ориентация қилиш жуда кўп вақтни талаб қилади (айрим ҳолатларда бир кадр учун 5 – 10 минут ва бир соатли 90 000 кадр учун 7,5 минг соат вақт талаб қилинади).

Шу сабаб телевизион дастурларни узатишда фрактал сиқиш усули ишлатилмайди.

2.4.Кадрлар аро ортиқчаликни йўқотиш асосида телевизион тасвир сигналларини сиқиш

Юқорида қайд этилгандек, телевиденияда асосий видеооқимни сиқиш кадрлараро ортиқчаликни йўқотиш йўли билан таъминланади чунки битта видеосюжет ичида кўшни кадрлар орасидаги маълумотлар кўпинча жуда оз ўзгаради. Шу сабабли тасвирнинг таянч ёки ўртадаги кадрга нисбатан фарқи узатилса, мисол учун кадрлар аро фарқ сифатида (2.15-расм), унда маълумот ҳажми сезиларли камаяди ва видеооқим сиқиш коэффициентининг катта қиматини олиш мумкин.



2.15-расм. 15та тасвир кадрларининг видео кетма кетликлари кўриниши (а) ва уларнинг кадрлараро фарқи (б).

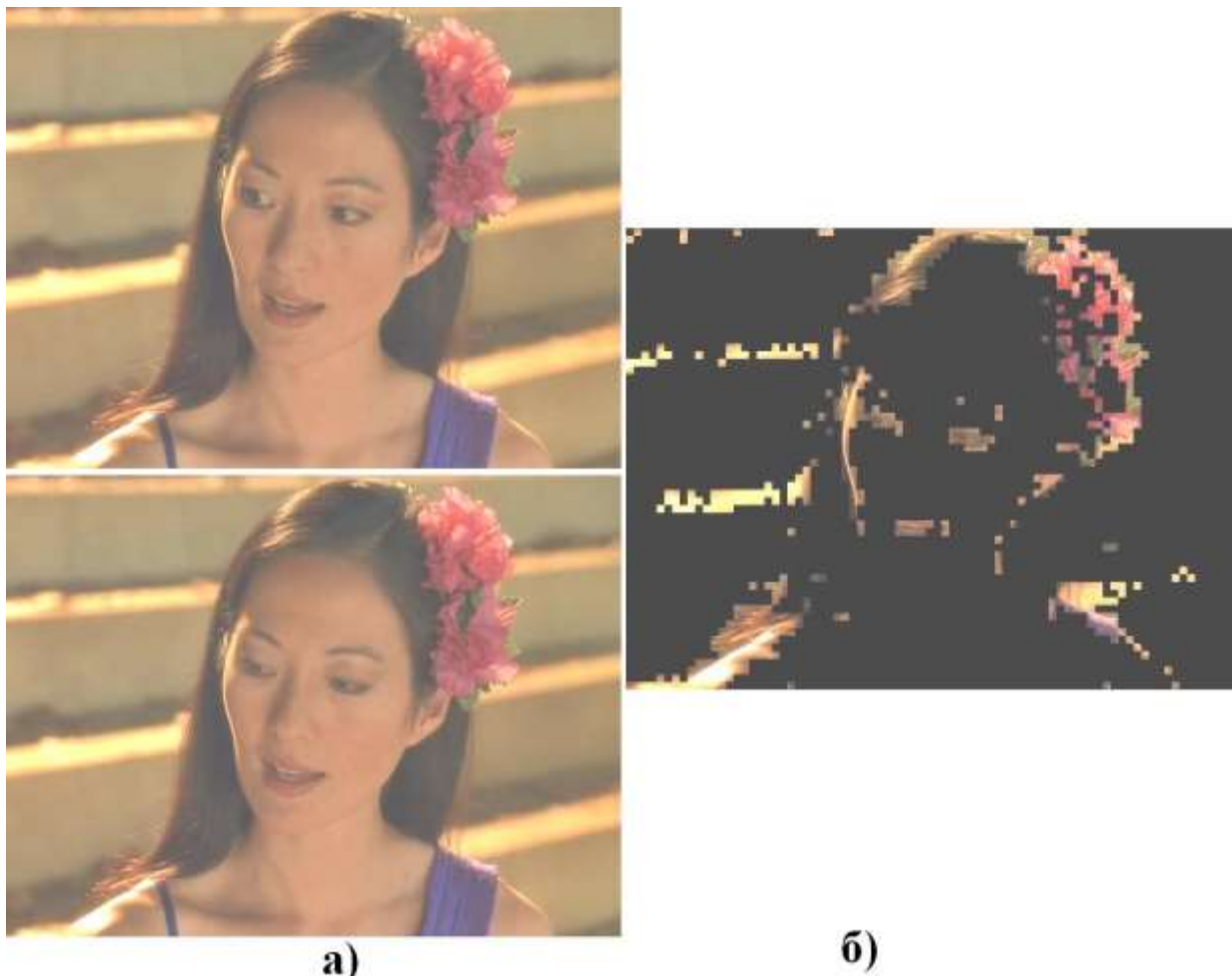
Келтирилган расмдан кўринмоқдаки , 5 кадрда (4-5, 5-6 ,6-7, 7-8, 8-9) кадрлараро маълумотлар фарқи “О” га яқин(жуда кичик) ва бошқаларида кадрлар аро фарқ катта бўлиб, кадрлар аро маълумотлар кескин кўпайишига олиб келади. Шу сабаб оддий кадрлар аро фарқ қўлланилмайди, чунки сюжетдаги тасвирнинг озгина ўзгариши ёки объектнинг силжиши пикселларнинг тенг бўлмаган қийматлари айирмасига олиб келади. Бу ўз навбатида кадрлар аро маълумотнинг хажмини ошириб, кичик элементлар пайдо бўлишига олиб келади ва уларни сиқиш қийин, оқибатда сиқиш коэффиценти қиймати 2-3 мартадан ошмайди. Шу сабаб амалиётда тасвир фрагментларининг ҳаракатини компенсацияловчи, қўшма кадрли мураккаб кадрлар аро ишлов бериш қўлланилади.

Тасвирнинг биринчи кадр фрагментларини кейинги кадр силжитилган зоналарида қидириб топиш усулнинг асосий мақсадини ташкил этади. Агар шундай фрагментлар топилса, уларнинг ўрнига кейинги кадрда уларнинг вектор силжишининг янги координаталари узатилади. Мисол учун тасвирнинг 16x16 пикселли 255 байт ўлчамли блоки ўрнига 1-2 байтли янги координаталар узатилади холос.

3.16(а)-расмда видеосюжетнинг иккита қўшни кадрлари ва орасидаги фарқ, яъни уларнинг ҳаракатлари компенцияси (расм 3.16, б) кўрсатилган. Бу ерда қора рангдаги жойлар тасвирлар блоклари бир хилларининг ўрни ва уларнинг ўрнига блокларнинг 2-4 байтли сиқиштирилган янги координаталари ҳақидаги маълумотни узатиш мумкин. Тасвирнинг ёруғ фрагментлари эса кадрлараро фарқи мавжуд бўлган блокларнинг жойлари ва уларни ҳам ўз навбатида ДКЎ билан сиқилишини таъминлаш мумкин.

Бунда видеооқимнинг тузилиши ички ортиқчалиги йўқотилган таянч кадри ва бир ёки бир неча кадрларнинг фарқини кўрсатувчи ва блоklar

векторлари силжишини белгиловчидан ташкил топади. Бунда амалиётда кўпинча сиқиш MPEG стандарти қўлланади ва ундан ташқари бошқа кодеклар оиласи ҳам қўлланиши мумкин.

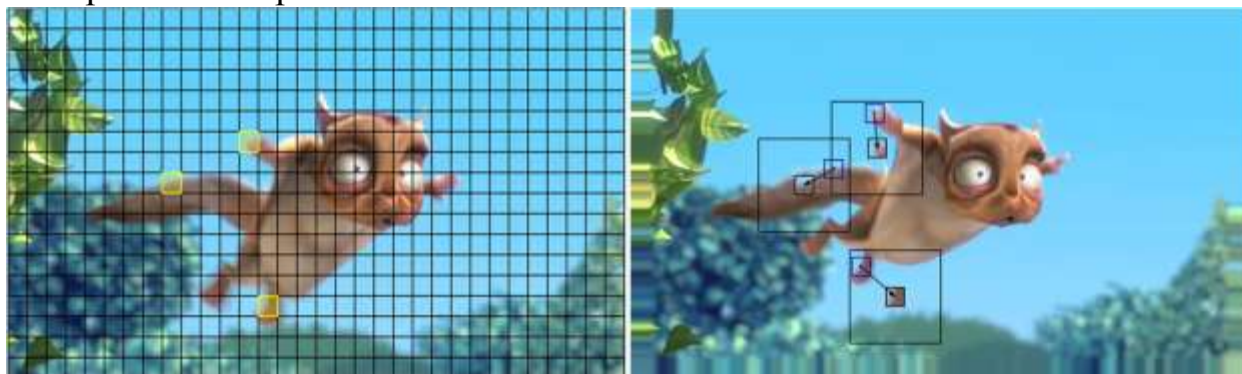


2.16-расм. Ўзаро қўшни кадрлар кўриниши (а) ва уларнинг ўзаро ҳаракатини компенсациялаш натижалари (б)

Ўхшаш блоклар вектор силжишининг ўзаро ҳаракатларини излаб топиш қуйидаги амаллардан иборат:

- 1) Таянч (асосий) кадрни юкланади ва кейинги кадр таянч кадрга нисбатан сиқилади;
- 2) Кадр тўғри тўртбурчакли блокларга (макроблок) бўлинади, одатда уларнинг ўлчами 16x16 пиксел (2.17 а - расм) бўлди, айти вақтда уларнинг ўлчами ихтиёрий бўлиши ҳам мумкин;
- 3) Биринчи макроблок пикселлари учун кейинги кадрнинг маълум силжиш зонасида (майдонида) унга максимал ўхшаш макроблок қидирилади;
- 4) Агар шундай ўхшашлик топилса, метамаълумотлар массивига блокнинг номери ва унинг янги координаталари ҳақидаги маълумот киритилади ҳамда макроблокнинг ўзи узатилмайди. Агар бу ўхшашлик топилмаса, макроблокка ДКЎ ёрдамида ишлов берилади;
- 5) Сўнгра жараён таянч кадрдан кейинги биринчи кадрдаги барча макроблоклар устида такрорланади ва ҳ.к.

2.17 б-расмда аввалги ва кейинги кадрларда ўхшаш макроблокларни излаб топиш жараёни келтирилган.



а)

б)

2.17 – расм. Кадрни макроблокка бўлиниши (а) ва қўшни блокларда ўхшаш блокларни излаб топиш(б) жарёни.

Телевизон тасвир фрагментларининг ҳаракатларини компенсациялашнинг кўп тарқалган усуллари кўриб чиқамиз.

Ҳаракатни компенциялаш усуллари телевизион тасвир кадрлар аро ўзгартиришларининг энг самарадорли методлари ҳисобланадилар. Улар хосса ва хусусиятлари бўйича синфларга бўлинадилар ва айниқса ишлаш усули (ёки архитектураси) ва нимага хизмат қилиши белгиланувчилар (ёки қўлланиш майдони) классификациясига кирувчилар катта қизиқиш уйғотади.

Алгоритмни ишлаш усули классификацияси куйидаги архитектура хусусиятларини ҳисобга олади:

-Ҳаракатни компенсациялаш блок, объект устида аниқ ёки бўлақларга бўлиб, баъзида бутун бир кадрда амалга оширилиши мумкин.

- Максимал қиймати чегараланган ва ҳаракати кўпинча параллел силжиган блокнинг ҳолатини излаб топиш учун қўлланилади ва яна қўшимча масштаблаш ва буриш операцияларини ҳам ҳисобга олиши мумкин.

Силжиган блокнинг координаталарини аниқлаш учун бир неча ўлчовлардан фойдаланилади ва улар тасвир фрагментининг силжишларининг минимал қийматини, яъни янги тахминий координатасини аниқлайди.

Уларга куйидаги ўлчовлар киради :

1. Абсолют фарқлар йиғиндиси (Sum of Absalube Differences, (SAD))

$$SAD = \sum_{p \in Obj} |F_{0rig}(p) - F_{Comp}(p)| \quad (2.3)$$

2. Квадратлар фарқининг йиғиндиси (Sum of Absalube Differences, SSD)

$$SSD = \sum_{p \in Obj} [F_{0rig}(p) - F_{Comp}(p)]^2 \quad (2.4)$$

Бу ерда йиғиш объектнинг ҳамма сиқиш нукталаридан (мисол учун тўғри бурчакли блок) амалга оширилади, F_{Orig} ва F_{comp} даслабки ва сиқилган кадрнинг ёруғлиги ҳамда нуктанинг координаси $P=(x, y)$.

Мақсадига(нимага хизмат қилишига) кўра бўлинганда ҳаракатни компенсациялаш алгоритми иккита катта бўлинади:

- 1). Видеони сиқишда ишлатилувчи алгоритмлар;
- 2). Видеога ишлов беришда ишлатилувчи алгоритмлар (деинтерлейсинг, кадр частотасини ўзгартириш).

Ушбу алгоритмлар орасидаги фарқ, биринчи гуруҳ алгоритми дастлабки ва сиқилган кадрлар орасидаги пикселлар бўйича фарқни камайтиришга йўлланган, чунки видеонинг сиқиш даражаси шунга боғлиқ. Бунда улар учун ҳаракат тўғри аниқланганлигининг фарқи йўқ ёки кетма-кет икки кадрнинг ёруғлиги бўйича майдонлари оддий, бир бирига яқин бўлса кифоя.

Иккинчи гуруҳ алгоритмлари учун эса топилган ҳаракат параметрларининг ҳақиқийлиги жуда муҳим, чунки шу параметр асосида алгоритмнинг бошқа кўрсаткичлари соланади.

Қабул қилинган ва кўпинча ишлатиладиган ҳаракатни сиқиш усулларини кўриб чиқамиз.

Назорат саволлари

1. Сиқиш асосан неча усулда амалга оширилади?
2. Телевизион тасвир қандай синфларга бўлинади?:
3. Вақтли ёки кадрлар аро ортиқчалик деганда нимани тушунаси?
4. тасвир сигнални шакллантириш ва ўзгартириш жараёнида қандай йўналишлардан фойдаланилади?
5. Дискрет-косинус ўзгартириш асосида тасвирларни сиқиш.
6. Реал телевизион тасвирларда фрактал сиқиш қандай натижалар беради?
7. Ўхшаш блоklar вектор силжишининг ўзаро ҳаракатларини излаб топишда қандай амаллар бажарилади.т
8. Блокларни солиштириш алгоритмининг ишлаш схемасини тушунтиринг

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Б.А. Локшин Цифровое вещание: - от студии к телезрителю. от студии к телезрителю - М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС, 2001. 446 с.
2. Артюшенко В.М., Шелухин О.И., Афонин М.Ю. «Цифровое сжатие видеоинформации и звука» И.: Москва 2003г. 430 с.
3. Ковалгин Ю.А., Вологдин Э.И. «Цифровое кодирование звуковых сигналов» И.: Корона принт. Санкт-Петербург 2004г, 230 с.
4. Теория цифровой обработки видеоизображения

3-мавзу. MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-7 ва MPEG-21 перспектив мультимедиа стандартлари (2 соат)

Режа:

1. MPEG-1 стандарти.
2. MPEG-2 телевидения эшиттириш стандарти.
3. MPEG-4 мультимедиа стандарти.
4. MPEG-7 ва MPEG-21 перспектив мультимедиа стандартлари.

Таянч иборалар: MPEG-1 MPEG-2 MPEG-4 MPEG-7 ва MPEG-21 макроблок, товуш, кодлаш, Layer.

3.1. MPEG-1 стандартининг товушли қисми

1993 йил нашр этилган ISO/IEC 11172-3 MPEG-1 стандартининг алгоритми юқори сифатли стерео овозни кодлашга йўналтирилган ва кодлашнинг 3та босқичидан иборат:

«Layer-1» (1–катлам) профессионал товуш ёзиш учун бўлиб, студия сифатига эга ва унча мураккаб бўлмаган алгоритм ҳамда сиқишнинг катта бўлмаган коэффиценти билан характерланади. Асосий параметрлари: 15 кГцга тенг товуш сигнали частота полосасидаги рақамли оқимни узатиш тезлиги 192 кбит/с; компрессия коэффиценти 4 га тенг; ишлов беришдаги сигнал кечикиши (ушлаб қолиниш) 20 мсекундни ташкил қилади.

Сиқиш алгоритми — секин (асосан акустик модел ва коэффицентларни итератив кесишишини ҳисоблашлардаги хатога йўл қўйилиши сабабли). Декодерлаш алгоритми-тез (реал вақт даврида қўлланиши мумкин).

«Layer-2» (2–катлам) истеъмол соҳаси (юқори сифатли радиоэшиттиришда ўрта мураккабликдаги сигналларни узатишда ва аудиомаълумотлар коэффицентларини ўртача компрессиялашда қўлланилади). Layer 2 тизим Layer 1га нисбатан учлик тароксимон(гребенчатый) фильтр ва Фурье тез ўзгартириши амали киритилиши, шунингдек, кўпгина махсус аниқлантириш жадваллари қўлланиши билан фарқ қилади. Натижада сиқиш коэффиценти қиймати ошди, лекин товуш сигнали компрессияси тезлиги камайди, гарчи тескари ўзгартириш тезлиги секинлашмаган бўлса ҳам. Асосий параметрлари: 15 кГцга тенг товуш сигнали частота полосасидаги рақамли оқимнинг узатишдаги тезлиги 128 кбит/с; компрессия коэффиценти 6 га тенг; сигнал кечикиши 40...50 мсекундни ташкил қилади.

«Layer-3» (3–катлам), нутқни ISDN тармоқларидаги кичик полосали каналларда, профессионал радиоэшиттиришда ва ўрта сифатли ҳамда кам ҳажмли хотирага эга ёзиш тизимларида узатиш учун фойдаланилади. Алгоритмнинг юқори мураккабликка эгаллиги билан фарқланади ва қуйидаги параметрлар билан характерланади: 15 кГцга тенг частота полосасидаги рақамли оқимнинг узатишдаги тезлиги 64 кбит/с; сигнал кечикиши 50 мсекундни ташкил қилади.

Модомики, ҳозирги вақтда MPEG-1 стандарти видеокузатув тизимларида чекли равишда бўлса ҳам қўлланар экан, фақат **Layer-3** форматини кўриб чиқиш билан чекланамиз. Формат ҳозирги кунда компьютерларда мусиқани сақлаш ва аудиомаълумотларни эшитиш учун энг оммалашган формат ҳисобланади. Қисқартирилган вариантда уни «**MP3**» деб номлашади ва кенгайтмаси «.mp3».

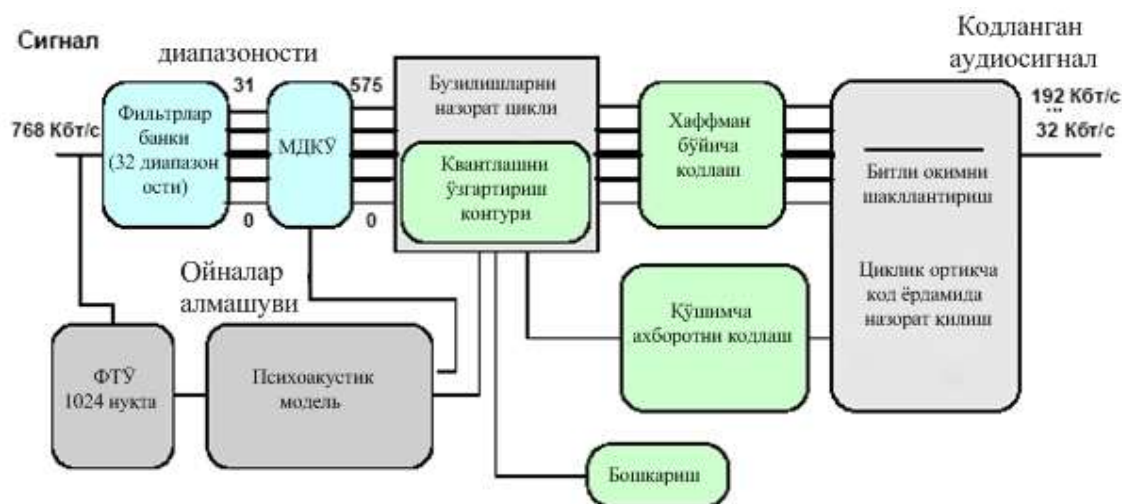
Ҳозирги вақтда MP3, товушли ахборотни йўқотишлар билан кодлашнинг форматларидан, энг кенг тарқалгани ва оммабопи ҳисобланади. У файллар алмашинув тизимларида мусиқа асарларини баҳолаш учун кенг қўлланилади. Формат деярли барча оммабоп операцион тизимларда, мавжуд портатив аудио-плеерларда, шунингдек, замонавий мусиқа марказлари ва DVD-плеерларнинг барча моделларида қўлланади.

Аввалги қатламлардан фарқли Layer-3 да модификацияланган ДКЎ (МДКЎ) ишлатилган. Бу товуш сигналларини, сиқилмаган рақамли сигнал каби, сифатни сақлаб қолган ҳолда 6-8 баробар сиқиш имконини берди. Бунда сиқиш тезлиги Layer 2га нисбатан 24 баробарга ва маълумотларни пакетлаш тезлиги эса 8 марта камайган.

MP3 форматида йўқотишлар билан сиқиш алгоритми қўлланилади, у оригиналга яқин тикланишлар сифатини таъминлаш ва ёзувни, эшиттиришдаги зарур бўлган маълумотлар ҳажмини, сезиларли камайтириш учун ишлаб чиқилган. Бунда ўрта битрейт 128 кбит/с бўлганда тахминан 10 марта сиқиш таъминланади. Сиқиш омили товуш оқимининг кўпгина одамларнинг эшитиш қобилияти фарқламайдиган айрим қисмларининг ташлаб кетишга асосланган. Бу усул қабул қилишни (эшитишни) кодлаш дейилади. Бунда биринчи босқичда қисқа вақт оралиқлари учун кетма-кетлик кўринишида товуш диаграммаси тузилади, ундан сўнг инсон қулоғи фарқламайдиган маълумотлар ўчириб ташланади ва қолган маълумотлар жамланган кичик (компакт) ҳолда сақланади. Ушбу ёндашув расмларни JPEG форматида сиқишда қўлланиладиган сиқиш усулига ўхшайди.

3.1- расмда кўрсатилган кодекнинг умумлаштирилган ишлаш тузилмасини кўриб чиқамиз.

Частота дискретизацияси 48 кГц бўлган товуш сигналининг 16 разрядли кириш саноғи аудиокодек киришга келиб тушади ва бу ерда улар 32 субполосали ташкил этувчиларга бўлинади. Ишлов бериш товушли сигналнинг 1152 саноғига эга аудиокадрлар орқали амалга оширилади. Ҳар бир аудиокадр 24 мс давом этади. Барча 32 субполосаларнинг ўзгармас кенглиги $F = f_d / (2n)$ га эга бўлади, бу ерда f_d — товуш сигналининг дискретизация частотаси, n — 750Гц тенг бўлган субполосалар сони.



3.1-расм. MP3 кодирининг умумий ташкилий чизмаси

Фильтрлашдан сўнг, ҳар бир субполосадаги товуш сигналлари саноклари блоklarга йиғилади, масштабланади(нормаллаштирилади) ва модификациялашган дискрет-косинус ўзгартириш (МДКЎ) билан ишлов берилади, натижада сигнал энергиясининг спектрал ташкил этувчилари бўйича тақсимланишини характерловчи МДКЎ коэффициентлари шакллантирилади. МДКЎ спектрининг хусусияти шуки, унинг асосий энергияси катта бўлмаган паст частотали худудда гуруҳланади, қолган коэффициентлар кичик ёки 0 га тенг. Ундан сўнг ушбу коэффициентлар кодек сиқиш коэффициентини ошириш учун квантланади (маълум қийматга бўлинади.) Охирги сонни яқин квантлаш сатҳи қийматиргача яхлитланади ва кодланади. Ҳар бир субполосадаги масштаблашда 18та санокдан товуш сигналнинг максимал қийматлиги олинади ва у субполосали танловнинг масштаби коэффициенти SCF (Scale Factor) деб номланади. Кодекда 32 та масштаби коэффициентга эгамиз ва ҳар бири 36та санокдан иборат товуш сигнали блокаи яна ўз авбатида учта майда блокчаларга бўлинади ва улар гранула дейилади. 18та саноғи мавжуд ҳар бир гранулада санокнинг максимал қиймати аниқланади ва унинг қиймати грануланинг масштаби коэффициенти SCF ҳисобланади. Ҳамма субполосалар 32 та, шунинг учун Layer-2 да SCFларнинг умумий миқдори $3 \times 32 = 96$ га тенг бўлади. Декодерга узатиладиган SCF қийматлари стандартда жадвал кўринишида берилган. Шунинг учун грануладаги саноклар максимал қиймати SCF жадвалдаги қийматлар билан солиштирилади. Жадвалдаги кўп қийматлардан энг яқин катта қиймат танлаб олинади. Шу қиймат кейин грануланинг SCF деб қабул қилинади.

Квантлаш ва кодлашни модификацияланган психоакустик модел (Psychoacoustic Model) назорат қилади. Ушбу квантлашнинг назоратини амалга ошириш учун маскировкалаш чегарасини (чегара қийматини) баҳолаш қўлланилади. Субполосалардаги битларни тақсимлаш барча субполосаларнинг сигнал/маска муносабати асосида ҳисобланади, бунда ушбу маска(шовқин) фойдали сигнал билан маскировкаланиш чегараси аниқланади. Сигналнинг

максимал қиймати ва маскировканинг минимал чегараси кириш дискрет сигналини (FFN transform) Фурье тез ўзгартиришини (ФТЎ) қўллаб олинади.

Ҳар бир узатиш тезлиги (ёки гуруҳ тезлиги) учун ўзининг жадвали мавжуд. f_d қийматлари ва рақамли маълумотларнинг узатиш тезлиги ν субполосаларнинг максимал рақам номери n ни аниқлайди ва бу сон товуш сигнали санокларининг кодланишларини кўрсатади ва тизимнинг қабул қиилувчи томонига узатилади.

Кўп ҳисоблашлар натижасида, рақамли оқимларни шакллантириш ва халақитбардош кодлаш блоки чиқишида товуш кадри олинади. Ундан сўнг аудио оқимни сиқилишини таъминловчи коэффицентлар кодланади ва бу амал кетма кет серияли кодер (RLE) билан бажарилади. Унда қайтарилувчи кодли комбинациялар уларнинг қайтарилиш сони билан алмаштирилади ва Хаффман жадвали асосидаги энтропик кодер билан сиқилади. Энтропик кодлаш, товуш сигналининг хусусиятларини назарда тутаяди ва кўп такрорланувчи кодли комбинациялар қисқа кодли комбинациялар билан, кам учрайдиганлари эса узун комбинациялар билан узатилади. Кодлашнинг ушбу усули кодек сиқиш самарасини 20-25% оширади.

Сиқилган товуш сигналларини декодлаш, психоакустикани ҳисобга олмаган холда, тескарисига, яъни тикланган субполоса таркибий қисмларининг йиғиндисини олиб амалга оширилади.

3.2. Телевидения эшиттириш стандарти- MPEG-2

MPEG-2 стандарти телевидения эшиттириш тизимлари учун махсус ишлаб чиқилган бўлиб, 10 та қисмдан иборат. Биринчи қисм 1994 йилда, охириги эса 1999 йилда тақдим этилган. MPEG-2 стандарти MPEG-1нинг анча яхшиланган ва такомиллаштирилиши янада мураккаблашган, тузилмасида рақамли оқимнинг I, P ва B кадрларидан фойдаланиладиган кўринишидир.

MPEG-2 стандарти рақамли йўлдош, кабель ва ер усти телевидениясида фаол қўлланилади.

MPEG-2нинг таркибий 10 қисмидан 3 та асосийларини ажратиб олиш мумкин: **13818-1 - тизимли, 13818-2 - Видео, 13818-3 - товушли.**

Тизимли қисм- стандартнинг товуш, видео ва бошқа ахборотларни мультимплексирли (умумлаштирилган) кодлаш форматини ифодалайди, шунингдек, бир ёки бир неча маълумотлар оқимини сақлаш ёки узатишга яроқли битта ёки бир неча оқимларга бириктириш масалаларини хал этади.

Тизимли қисм- бешта асосий вазифаларни бажаради:

- Тикланиш вақтида бир неча сиқилган оқимлар синхронизациясини таъминлаш;

- Бир неча сиқилган оқимларни умумий оқимга бирлаштириш;

- Тикланиш бошланиши учун инициализациялаш (бошланғич кўрсаткичларни ўрнатиш);

- Буферга хизмат кўрсатиш;

- Вақт шкаласини (тизим вақтини) аниқлаш.

Видео қисм -стандартнинг юқори сифатли рақамли видео учун кодланган битли оқимини характерлайди. MPEG-2 формати MPEG-1нинг барча иш режимларини қўллаб- қувватлайди, яна қўшимча қаторлараро видеоформатни ва юқори аниқликдаги телевидения (ЮАТ) ҳамда стерео телевиденияни қўллаш имкониятларига эга.

Товуш қисм- MPEG-2 стандартининг кўп каналли товушини кодланишини белгилайди. MPEG-2 бештагача тўлиқ кенг каналли полосаларни, унга қўшимча паст частотали канални ва 7 тагача кўп тилли комментатор (ёки таржимон) каналларини қўллаб қувватлайди. Ундан ташқари 64 кбит/с узатиш тезлигида монофон ва стереофон товуш сигналларининг янграш сифатини яхшилаш учун дискретлаш частотасининг ярим қиймати (16; 22,05 и 24 кГц) қўлланилиши мумкин.

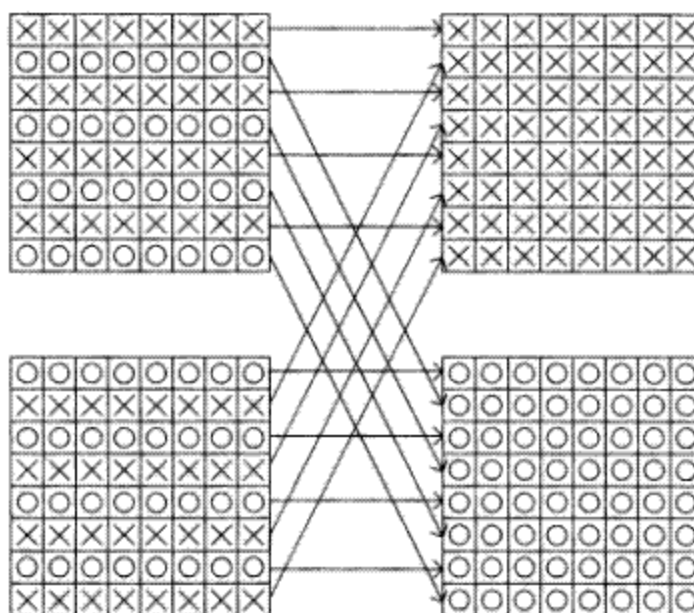
MPEG-2 стандарти телевизион сигнални ўзаро бир бирига мос, турли мураккаблиқдаги алгоритмлар билан рақамли сиқишнинг стандарт гуруҳчалари оиласини ифодалайди. Уларни мослигини татбиқ этиш учун профил (кўриниш) ва сатҳлар(қийматлар) қонунлари қўлланилади.

Стандарт 5 та профилдан иборат:

- оддий (simple) — видео оқимларни В-кадрларсиз сиқиш;
- бош (main) — ишнинг барча босқичларини таъминлаш учун, лекин масштабланишсиз;
- сигнал/шовқин (SNR scalable) муносабати бўйича масштабланиш;
- худудий (фазовий) масштабланиш (spatiallyscalable);
- профессионал (professional 4:2:2)- фазовий масштабланувчи ва сигнал/шовқин (SNR scalable) муносабати бўйича ифодаланиш.

Бунда MPEG-2 макроблок учун ДКЎнинг иккита типи: кадрли ва майдонли бўлинишни аниқлайди. Кадрли ДКЎ MPEG-1 билан бир хил ишлайди, бу ерда 16x16 пиксел ўлчамли ёруғлик саноғи блоки жойлашувига мос холда 8x8 пикселли 4 та блокка бўлинади.

Майдонли ДКЎ тепа томондаги иккита блок учун юқори майдоннинг 8 та қаторини, қуйи блоклар учун пастдаги майдоннинг 8 та қаторидан фойдаланилади, шу тахлит 3.2-расмда кўрсатилганидек макроблокнинг юқори ва пастки майдонлари ҳосил қилинади. Ушбу вазиятда рангфарқ блоклар фақат тепа томондаги майдонга тегишли ҳисобланади. Майдонли ДКЎ майдонлар орасидаги мавжуд фарқ қанча катта бўлса, самара шунча юқори бўлади ва мисол учун, вертикал бўйлаб ҳаракатланишда. Кадрли ДКЎ тасвирнинг майда деталларини яхшироқ узатиш имконини беради. Бунда иккала ўзгартириш тури ҳам битта видео кетма-кетликда қўлланилиши мумкин. Иккита кадр сифатида кодланувчи кадрлар ҳар доим майдонли ДКЎдан фойдаланадилар, кадрли кодлаш эса, макроблок бир босқичидан бошқасига ўтишни қўллаган холда, ДКЎнинг иккала кўринишидан ҳам фойдаланиш имконини беради.



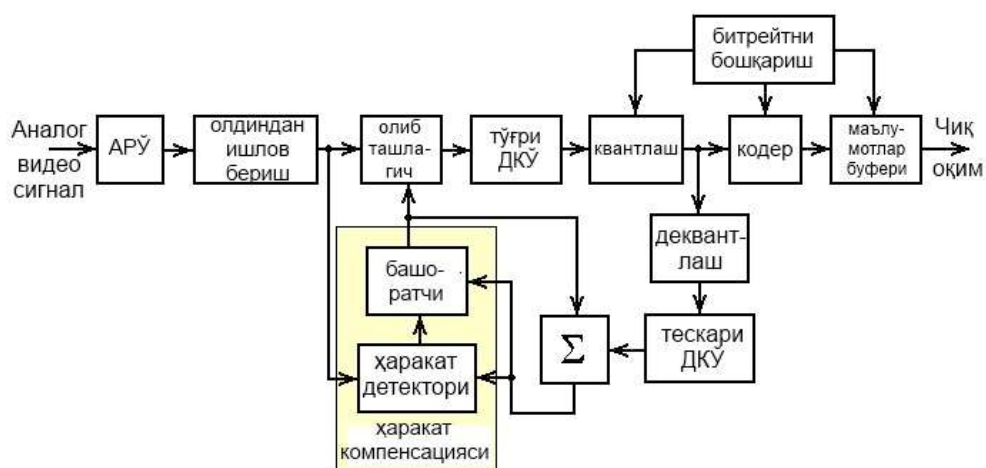
3.2-расм. Майдонли ДКЎда макроблок майдонларининг шаклланиши

Қаторлараро тасвирларга ишлов бериш башорат жараёнига ҳам сезиларли ўзгартиришлар киритади. Кадрли башорат худди MPEG-1даги каби жорий ва таянч кадрларда 16x16 пикселли макроблокларнинг энг мукамал мосликлигини баҳолайди.

Майдонли башорат аввалги иккита майдон ва жорий майдонлардан олинганлар ичидан 16x16 пикселли блоклар учун энг мосини (яхшисини) танлайди. ДКЎдаги каби майдонли кодлашда фақат майдонли башоратдан фойдаланиши мумкин, кадрли кодлашда эса имкониятлар кенг, чунки у ҳам кадрли ҳам майдонли башоратдан фойдаланиши мумкин. Охириги ҳолатда макроблокнинг алоҳида юқори ва қуйи майдонлари мослиги таянч кадрнинг иккита майдонидан яхши натижани танлаган ҳолда қидирилади.

Ҳаракат компенсациясининг юқори аниқлигини макроблокнинг иккита майдонга бўлиниши таъминлайди. Бунда 16x8 пиксел ўлчамли макроблок юқори ва қуйи майдонлари учун алоҳида иккита кўчиш вектори шаклланади, улар декодерга янада аниқроқ тасвирни тиклаш учун узатилади.

Шуни айтиб ўтиш жоизки, MPEG-2 стандарти видеосигнални сиқиш усулига регламент белгиламайди, балки кодланган видеосигнал битли оқими қандай кўринишда бўлиши кераклигини аниқлайди, шунинг учун аниқ алгоритмлар аппарат-дастурий таъминоти ишлаб чиқарувчиларининг тижорат сири ҳисобланади. Аммо видеооқимни сиқишнинг умумий принциплари (омиллари) 3.3-расмда кўрсатилган кетма-кет жараёнларни ўз ичига олади.



3.3-расм. MPEG-2 стандартида телевизион сигнални сиқиш усулининг умумий кўриниши

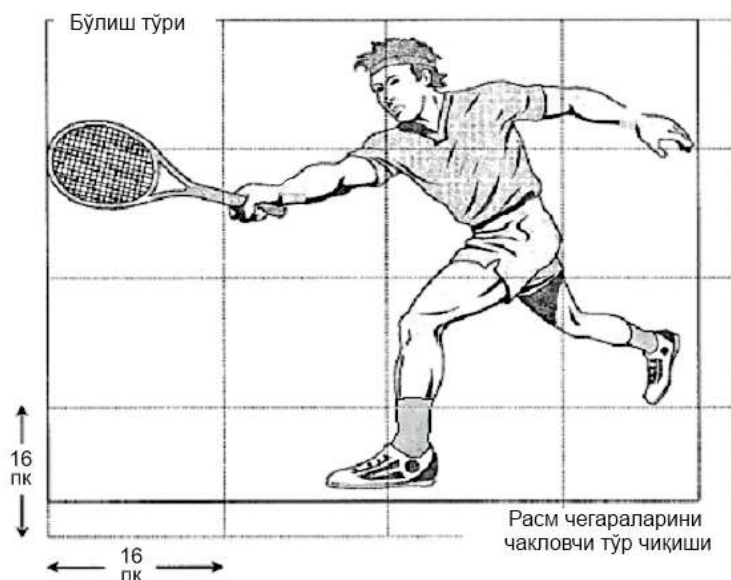
Дастлабки RGB видеосигналлар АРЎда аналог-рақамли ўзгартирилгандан кейин олдиндан ишлов бериш блокига келиб тушади, кейин бу ерда қуйидаги амаллар бажарилади:

- RGB сигналлар ёруғлик Y ва рангфарқ U ва V сигналларига ўзгартирилади, шунингдек 4:4:4 рангли форматни 4:2:2 (рангфарқ компонентларни горизонтал қайта дискретлаш)га ёки 4:2:0 (рангфарқ компонентларни горизонтал ва вертикал қайта дискретлаш)га қайта кодлаш амали бажарилади;

- Ортиқча ахборотни олдиндан ўчириб ташлаш, масалан: агар тасвир фони бир хил пикселлар гуруҳидан иборат бўлса, унда пиксел қийматини ва тасвирда уни қанча такрорлаш кераклигини йўллаш кифоя;

- Тасвирнинг ҳар бирини 8x8 пикселли олти блокдан иборат макроблоklar кетма-кетлигига бўлиш: 4таси 16x16 матрицани ташкил этувчи ёруғлик сигнали Y ва биттадан рангфарқ компонентлар U ва V дан иборат ;

- Агар дастлабки тасвир қаторлараро майдон кўринишида узатилаётган бўлса, унда улар прогрессив ёйиш билан кадрга ўзгартирилиши мумкин. Агар ўлчам 16 пикселга қарра бўлмаса, тасвирнинг макроблоklar бутун сонига яхлит бутун сонли қилиб бўлинишини таъминлаш учун тасвирнинг қаторлар ва устунларига нол ёруғликда етишмаётган пикселлар қиймати(сони) қўшилади (3.4-расм).



3.4-расм. Тасвирни 16x16 пикселли блокларга бўлиш.

Сўнгра бўлинган тасвирнинг макроблоклари кадрлараро ортикчаликни бартараф этиш учун олиб ташлагич блокиннинг биринчи киришига келиб тушади. Иккинчи киришга шу тасвир сюжетининг аввалги ёки кейинги кадрдан кўчирилган (силжиган) макроблоклари келиб тушади. Бунда макроблокнинг янги координаталари уларнинг кадрдан кадрга кутилаётган ҳаракати башорати асосида ҳисобланади, ундан кейин уларнинг кўчиши мумкин бўлган худуд кадрлараро фарқининг минимал қиймати бўйича аниқ жойлашувини белгилайди. Шу тахлит, макроблокларнинг қўшни пикселлари қийматининг айирмасини ҳисоблангандан сўнг уларнинг ахборотлашганлиги сезиларли пасаяди ёки умуман 0га тенг бўлиб қолади.

Кейин юқори айтилган MPEG-1 стандартидаги каби, олинган макроблоклар фарқлари кадрлараро статик ортикчалигини бартараф этиш учун ДКЎ механизидан фойдаланилади. ДКЎнинг тўғридан-тўғри олинган, сигнал энергиясини унинг гармоник таркибий қисмлари бўйлаб тақсимланишини характерловчи коэффициентлари, Хаффман жадвали асосидаги энтропик кодер ва узун сериялар статик компрессори ёрдамида адаптик квантланади ва кодланади.

Бажарилган амалларнинг тўғрилигини баҳолаш ҳамда квантлашни адаптив бошқариш учун тасвир блокларда тескари квантланади, тескари ДКЎ бажарилади ва умумлаштирилади (йиғиндиси олинади). Сўнгра ҳаракатни баҳолаш узелида сигналнинг айирмадан олдинги қиймати билан солиштирилади. Сигнал ҳақида олинган маълумотлар ахборотларни кодлаш узелига юборилади, бу эса шаклланаётган сиқилган тасвир сифатини баҳолаш имконини беради.

Бундан ташқари MPEG-1дан фарқли равишда MPEG-2 стандарти куйидагиларга имкон яратади:

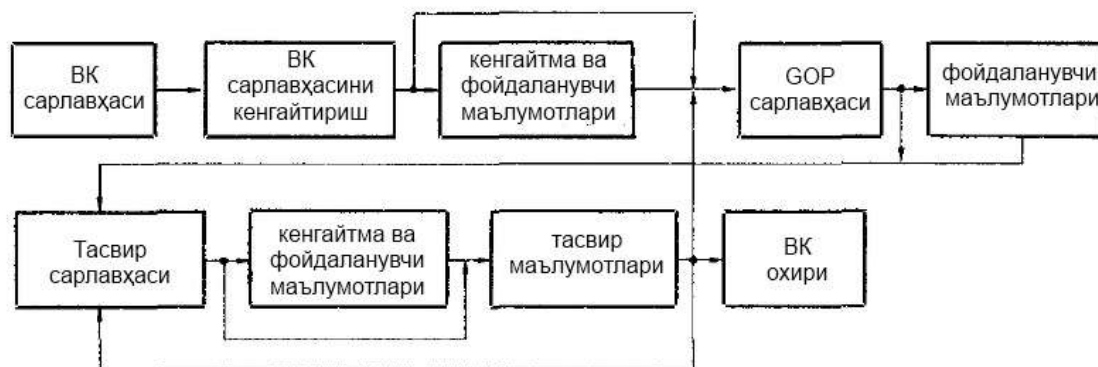
- MPEG-1даги каби фақат 8 битли эмас, балки 9 ёки 10 битли квантлашдан фойдаланиш;
- Ички кадрли башорат билан кодланган макроблоклар йўқолишини

бартаф этиш учун уларнинг маскировкалаш амалга оширилади, яъни йўқолган макроблок ўрнига параметрлари бўйича унга ўхшаши яқин макроблок қўйилади. Бунинг учун оқимда “қолдирилган макроблок”ни бошқарувчи код узатилади;

- Ахборотини узатиш панорамалаш режими (pan&scan) кўзда тутилган, яъни у декодерга тасвирнинг қайси 16:9 форматли бўлагини 4:3 форматли экранда тасвирлаш кераклигини кўрсатади. Ахборот ҳар кадрда узатилади ва тасвирни пикселгача аниқликда силжитиш имконини беради.

MPEG-2 видеокодер чиқишидаги маълумотлар оқимининг соддалаштирилган тузилмаси 3.5-расмда кўрсатилган. Видеомаълумотлар оқимининг энг йирик бирлиги бўлиб видеокетма-кетлик (video sequence) ёки видеокатор ҳисобланади. Видеокетма-кетлик тасвир гуруҳлари (GOP)нинг ихтиёрий сонидан иборат бўлиши мумкин, улар ўз навбатида I, P, B кадрлардан (кадрли кодлашда) ёки майдонлардан (майдонли кодлашда) иборат бўлади. Ҳар бир тасвир **слайслардан** иборат, уларнинг ҳар бири бир неча макроблоклардан ташкил топади.

Ҳар бир видеомаълумотлар оқими ташкилий бирлиги декодлаш жараёнида оқимдан керакли маълумотларни ажратиб олиш имконини берувчи мос бошланғич коддан бошланади.



3.5-расм MPEG-2 видеодекодери чиқишидаги маълумотлар оқими тузилмаси.

Видеомаълумотларни узатиш доимо видеокетма-кетлик (ВК) сарлавҳасидан бошланади, унинг кетидан сарлавҳа кенгайтмалари келади. Маълумотлар оқимининг ушбу қисмларида қуйидаги маълумотлар узатилади:

- тасвирнинг пикселлар миқдори билан ифодаланган баландлиги ва кенглиги;
- тасвир формати (кенгликнинг баландликка нисбати);
- кадрлар частотаси;
- видеомаълумотлар оқими битрейти;
- видеомаълумотлар оқимидан квантлаш коэффициентлари матричасини юклаб олиш зарурлиги белгилари;
- қаторларора ёйишнинг фойдаланилаётганлиги белгиси;
- фойдаланилаётган дискретизациянинг формати (4:2:0, 4:2:2 ёки 4:4:4).

Кейинчалик фойдаланувчининг қўшимча маълумотлари ва кенгайтмалари узатилиши мумкин. Оқимнинг шу қисми бўлмаслиги мумкин, блокни айланиб

ўтиши кўрсаткич билан келтирилган. Кенгайтмалар масштабlilik бор бўлган холлардагина мавжуд бўлади, у тўлиқ видеомаълумотлар оқимидан тасвирларни олиш имконини беради. Бундай вазиятда оқим иккита ёки ундан кўп қатламлар (layers)дан иборат бўлади. База қатлами тасвирнинг бир неча бошланғич параметрли сифат билан олиш имконини беради. Маълумотлар оқимининг кўшимча ёки яхшиловчи (enhancement) қатламлари тасвирнинг янада сифатлироқ қилиб олиш имконини беради. MPEG-2 стандарти видеомаълумотлар оқимини масштаби билан ёки масштабсиз ташкил этиш имкониятини кўзда тутади.

Ҳар бир тасвирлар гуруҳи сарлавҳадан («GOP сарлавҳаси») бошланиши мумкин. Ушбу сарлавҳа видеокетма-кетликдаги тасвирларнинг биринчи гуруҳи учун мавжуд бўлиши шарт. Тасвирнинг бошқа гуруҳлари учун ушбу сарлавҳа бўлмаслиги мумкин (айланиб ўтиш кўрсаткич билан келтирилган), чунки гуруҳ боши доим биринчи кадр билан мос келади. Тасвирлар гуруҳи сарлавҳасида вақт белгиси ва ушбу гуруҳ тузилмаси ҳақида маълумотлар узатилади. Тасвирлар гуруҳи сарлавҳасидан сўнг фойдаланувчи маълумотлари узатилиши мумкин.

Ҳар бир кадр ва майдондан олдин тасвирнинг кетма-кетликдаги сарлавҳа номери, тасвир тури (I, P ёки B) ва бошқа маълумотлар келади. Сўнгра фойдаланувчи кенгайтмалари ва маълумотлари узатилиши мумкин. Ундан сўнг тасвирнинг ўзининг маълумотлари узатилади. Ҳар бир макроблок ичидаги маълумотлар берилган тартибда жойлашган бўлади. Макроблок сарлавҳаси башоратли кодлаш ҳақидаги маълумотлар ва векторли ҳаракатлар ҳамда бошқа маълумотлардан иборат бўлади.

Тасвир маълумотларини узатилгандан сўнг жорий гуруҳнинг бошқа тасвири (“тасвир сарлавҳаси” блоки кўрсаткичи) ёки кейинги тасвирлар гуруҳи (“GOP сарлавҳаси” блокига кўрсаткич) узатилиши бошланади. Агар видеокетма-кетликдаги охириги тасвир узатилган бўлса, унда кетма-кетлик тугаганлиги белгиси (“ВК тугади”) узатилади.

3.1-жадвалда кодлашнинг турли вариантлари учун битрейт максимал қийматлари берилган.

3.1-жадвал

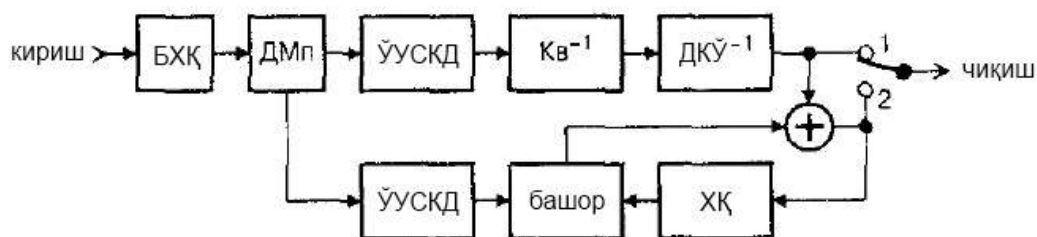
MPEG-2 кодлаш вариантлари учун битрейт максимал қийматлари

	Профил				
	Оддий (Simple)	Бош (Main)	С/Ш бўйича масштаблаш (SNR Scalable)	фазовий (Spatially Scalable)	Юқори (High)
Юқори 1920x1152	-	80 Мбит/с	-	-	100Мбит/с
High-1440 1440x1152	-	60 Мбит/с	-	60 Мбит/с	80 Мбит/с
Асосий 720x576	15 Мбит/с	15 Мбит/с	15 Мбит/с	-	20 Мбит/с
Паст 352x280	-	4 Мбит/с	4 Мбит/с	-	-

Видеоахборот декодери

Стандартдан келиб чиққан ҳолда декодерда (3.6-расм) ўзгарувчан узунликка эга кодларнинг декодланиши, деквантланиши, тескари ДКЎ операцияси, ҳаракат компенсацияси амалга оширилади ва кадрларнинг бошланғич кетма-кетлиги тикланади.

Декодер буферли хотира қурилмаси (БХҚ); демультимплексор (ДМп); ўзгарувчан узунликли кодли сўзларга эга кодлар декодери (ЎУСКД), шунингдек, деквантлагич (K_v^{-1}); тескари ДКЎ блоки ва кодер блокларига мос келувчи блоклардан ташкил топади. Такт частотаси 27 МГц декодланаётган оқимдаги маълумотлардан фойдаланиш асосида тикланади.



3.6-расм. MPEG-2 видеодекодери тузилмавий чизмаси

Декодер киришидаги, БХҚ кировчи маълумотлар оқимидаги иккилик символлар узатиш тезлигини, декодердаги БХҚда маълумотлар вақт бўйича нотекис равишда ўқилади, декодердаги жараёнлар билан мувофиқлаштириш вазифасини бажаради. Демультимплексорнинг биринчи чиқишидан, тасвирнинг кодланган маълумотлари ва кванлаш параметри қийматлари, ЎУСКДдан кейинги деквантлагичга келиб тушади, ҳаракат векторлари иккинчи ЎУСКД чиқишидан башоратлагичга келиб тушади.

Худди кодердаги каби декодер ҳам иккита иш режимидан иборат. **I**-кадрларни қабул қилишда ва **P**-кадр ҳамда **B**-кадрлар макроблокларини ички кадрли кодлаш билан узатишда, тескари ДКЎ чиқиш блокида тасвир блоклари шаклланади. Ушбу ҳолатда ташкилий чизмадаги ўзгартиргич “1”-ҳолатда бўлади ва тескари ДКЎ блокидаги сигнал чиқишга йўналади. Кадрлараро режимда кодланаётган, P-кадр ва B-кадрлар макроблокларини қабул қилишда, ўзгартиргич “2”-ҳолатда бўлади. Ушбу ҳолатда чиқиш сигналининг шаклланиши тескари ДКЎ блокдан тушаётган элементларни кўшиш билан амалга оширилади. Бу элементлар декодланган ҳаракат векторидан фойдаланиб, тасвирларни аввалги декодланиши элементларидан шаклланган, башоратланган макроблок фарқлари қийматидир. Декодерни аппарат, дастурий ва аппарат-дастурий воситалар билан қўллаш кодерни кига нисбатан анча осон, чунки декодерда башоратлаш амалга ошириладиган тасвир худудларини қидириш бажарилмайди, айнан шу қидирув ҳисобларнинг катта ҳажмини ва мос ҳолда кўп вақтини талаб қилар эди.

МРЕG-1,2 стандартларида тасвир бузилишлари ва видеооқимнинг мумкин бўлган сиқиш коэффициентлари

МРЕG-1,2 стандартида сиқишнинг етарлича катта қийматларида махсус бузилишлар юзага келади, уларни тасвирларнинг кодлаш усуллари билан аниқланадиган 2 гуруҳга бўлиш мумкин:

Ички кадрли кодлашда юзага келадиган бузилишлар:

1. Блокли бузилишлар (блокинг-эффeкт) сиқишнинг катта коэффициентларида куйидаги сабаб билан юзага келади: кўшни блоklar бир биридан мустақил холда кодланади ва декодланади, натижада блоklar чегарасидаги (орасидаги) ёруғлик пикселларининг равон тақсимлаш бузилади ва тасвир мозаик кўриниш олади.

2. Тасвир чаплашиши (тушуниб бўлмаслиги). Тасвир сиқиш коэффициентининг катта қийматларида кузатилади. ДКЎнинг юқори частотали коэффициентларини чеклаш ёки нолга тенглашда юзага келади, натижада тасвирнинг майди деталлари чаплашиб кетади ёки умуман йўқолади.

3. Тасвир ёруғлиги тез ўзгаргандаги кўшимча “соялар” (хошиялар) пайдо бўлиши. Ушбу эффект фазовий спектр юқори частота таркибий қисмларининг бутунлай йўқолиши ёки сезиларли бузилишлари билан боғлиқ.

4. Рангларнинг чаплашиб кетиши. Сабаби чегараларда хошия пайдо бўлиш эффекти сабаби билан бир хил, фақат у тасвирнинг ёруғлик сигнали тез ўзгарган жойларида намоён бўлади.

5. Поғона эффекти. Блок ичидаги тасвирларнинг қирраларини нотўғри узатиш ёки тиклаш натижасида юзага келади. Эффект тасвирни катталаштириш масштабида тиклаганда кўпроқ намоён бўлади.

Кадрлараро кодлашда юзага келадиган бузилишлар:

1. Тасвирнинг ёлғон чегараларини юзага келиши, кадрлараро кодлашда видеосигналнинг ҳаракат компенсациясида пайдо бўлади.

2. «Чивинлар» эффекти. Блокнинг ҳаракатланувчи объект ва фон орасидаги чегараларида рангли ёки ёруғлик флуктуацияси (бирор бир қонунга бўйсинмаган холда жуда тез ёрқин ўзгариш) сифатида намоён бўлади. Эффект мавжуд ва башорат қилинган кадрларнинг квантланиш параметрларининг кадрдан кадрга ўзгариши натижасида юзага келади.

3. Стационар худуддаги “донли” шовқин. Сустр ҳаракат кузатиладиган ёки ҳаракатсиз худудларда ўзгарувчан товланувчи (рангли) пайдо бўлиш даври нисбатан кам шовқинлар сифатида намоён бўлади.

4. Макроблокда унинг бошланғич ранглари ва уни атрофини ўраб турувчи худуддаги рангларга нисбатан нотўғри рангларнинг пайдо бўлиши.

5. Ҳаракатланувчи объектлар ортидан изларнинг қолиши, уларнинг нисбатан узоқ сақланиши мумкинлиги.

601-Тавсияга асосан 4:2:2 дискретизацияда иккиламчи сигналларнинг узатиш тезлиги 216 Мбит/с бўлиши белгиланган. Телевизион эшиттиришда ишлатиладиган, 4:2:0 форматга ўтишда, иккилик сигналларнинг узатиш тезлиги 162 Мбит/сга қисқаради, шунга мос ҳолда видеооқимни сиқиш қийматини баҳолаш амалга оширилади. Бунда 720x576 пикселли шаклга эга, тикланган тасвирнинг студиядагидек сифатни олиш учун MPEG-2нинг асосий қиймат кодлашидан фойдаланилганда, рақамли оқим тезлиги 15 Мбит/с бўлишига эришилади ва сиқиш коэффициентининг қиймати 11 мартага етади. Бироқ техник адабиётларда ёзилишича, амалиётда қабул қилинган тасвирнинг студиядагидек сифатини олиш учун видеоахборотни узатиш тезлигини 9 Мбит/с гача сиқиш мумкин, яъни сиқиш коэффициенти 18 мартабани ташкил этади. PAL тизимидаги оддий тасвир билан таққосланадиган тасвир сифатини олиш учун тезлик 4...5 Мбит/с гача камайиши мумкин, яъни сиқиш коэффициенти 30...40 марта ташкил этади. VHS стандартидаги видеоёзувларни намойиш қилишда, қабул қилинадиган тасвирга таққосланадиган, сифатни олиш 1,5 Мбит/с гача камайтиришга эришилади, яъни сиқиш 100 мартадан ҳам кўпроқ.

MPEG-2 стандартида товуш сигналларига ишлов бериш

MPEG-2 стандартида таркибий қисм сифатида товуш сигналларини сиқиш алгоритми киритилади, бунда худди MPEG-1 (1, 2 ва 3 босқичлар) стандартидаги каби товушни полосали кодлаш принципларидан (омилларидан) фойдаланилади. Бу ерда товушли сигналнинг бутун частота спектри полосали филтёр тўплами ёрдамида 32 та полосага бўлинади. Чиқиш сигналларининг кам спектрал энергияли полосаси мос равишда кичик амплитудага эга бўлади ва шу боис нисбатан қисқа кодли сўзлар билан кодланиши мумкинлиги эвазига сиқиш коэффициенти таъминланади. Ундан ташқари, психоакустик деб номланувчи эффект қўлланилади, у кучсиз товушни яқин частотали кучли товуш билан маскировка қилишдан иборат. Квантлаш шовқинлари маскировка поғонасига мослашади ва каналда фақат фойдаланувчи томонидан қабул қилиниши мумкин бўлган эшиттириш овозлари узатилади. Ҳар бир полосадаги квантланиш ушбу полоса сигналининг энергиясини ўлчаш асосида (1-босқич) ёки ташқи спектрал таҳлилдан фойдаланиш асосида (2-босқич) амалга оширилиши мумкин.

«Layer-1» (1-қатлам) – профессионал соҳа ҳамда хотиранинг етарли ҳажмга эга ёзиш тизимларида товушнинг жуда юқори сифатида, студия сифатида ёзиш ва қайта ёзиш учун тавсия қилинади, унча катта бўлмаган мураккаблик ва аудиомаълумотларнинг жуда юқори бўлмаган таҳлил босқичи билан характерланади. Айнан шу қатлам қолган барча қатламларнинг бошланиши бўлган, айнан у “SONY” фирмасининг мини-дискларининг (MiniDisk - MD) сиқиш тизими асосини ташкил этади. Асосий параметрлари: 15 кГцга тенг товуш частотаси полосасидаги рақамли оқимни узатишдаги тезлиги 192 кбит/с; сиқиш коэффициенти 4 га тенг; ишлов беришдаги сигнал кечикиши (ушлаб қолиниш) 20 мсни ташкил қилади.

Сиқиш алгоритми — секин (асосан акустик модел ва коэффициентларни тахминан яқинлик билан кесишишини ҳисоблашлардаги хатоларга йўл қўйилиши ҳисобига). Декодлаш алгоритми – тез (реал вақтга реализация қилиниши мумкин).

«**Layer-2» (2–қатлам) истеъмол худуди** (ўрта мураккабликдаги сигналларни радиоэшиттириши ва аудиомаълумотларни ўрта босқичда компрессиялашда қўлланилади). Layer 1 га нисбатан Layer 2 да тароқсимон учли (гребенчатый) фильтр ва Фурье тез ўзгартириш амали киритилади, шунингдек, кўпгина махсус жадваллар аниқлантирилади. Натижада сиқиш босқичи ошади, лекин товуш сигнали компрессияси тезлиги тушди, гарчи тескари ўзгартириш тезлиги секинлашмаса ҳам. Асосий параметрлари: 15 кГцга тенг товуш сигнали частота полосасидаги рақамли оқимнинг узатишдаги тезлиги 128 кбит/с; сиқиш коэффициенти 6 га тенг; сигнал кечикиши 40...50 мсни ташкил қилади.

«**Layer-3» (3–қатлам)**, нутқни ISDN тармоқларидаги кичик полосали каналларда, профессионал соҳада (радиоэшиттиришда ва ўрта сифатли ҳамда кам хажмли хотирага эга ёзиш тизимларида) узатиш учун фойдаланилади. Алгоритмнинг юқори мураккабликка эгаллиги билан фарқланади ва қуйидаги параметрлар билан ҳарактерланади: 15 кГцга тенг частота полосасидаги рақамли оқимни узатишдаги тезлиги 64 кбит/с; сигнал кечикиши 50 мсни ташкил қилади.

3.7- расмда кўрсатилган тузилмавий схема асосида Layer-1 ва Layer-2 кодерларининг ишлаш омилларини кўриб чиқамиз.

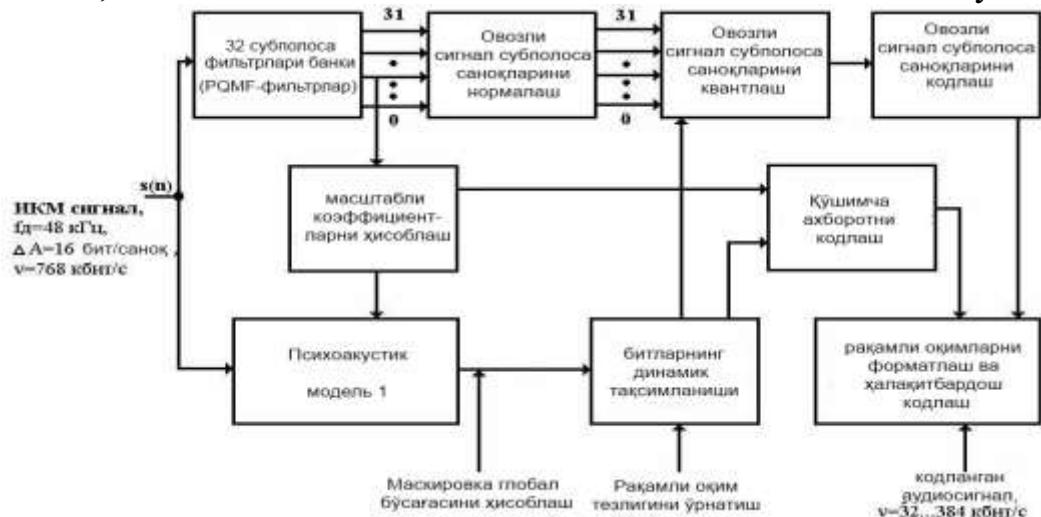
Аудио сигналнинг кириш саноклари кодер киришига узатилади ва рақамли филтрлар банкига келиб тушади. Бу ерда бирламчи сигнал ($f_d = 48$ кГц, $\Delta A = 16$ бит/санок, $\nu = 768$ кбит/с) 32 субполосали ташкил этувчиларга бўлинади. Аудиокадр 384 та (Layer-1 учун) ёки 1152 та (Layer-2 ва Layer -3) санок ажратмаларидан иборат товуш сигналени ҳосил қилади. Ҳар бир аудиокадрни узатиш вақти 8мс (Layer-1) ёки 24 мс (Layer-2 ва Layer-3) бўлади. Барча 32 субполосалар доимий кенглик $F = f_d / (2n)$ га тенг бўлади, бу ерда f_d — товуш сигналенинг дискретизация частотаси, n — 750Гц тенг бўлган субполосалар сони.

Фильтрациядан сўнг ҳар бир субполосадаги товуш сигнали саноклари блоklarга йиғилади, сўнг масштабланади(нормаллаштирилади), квантланади ва кодланади. Layer-1даги масштаблашда, товуш сигналенинг ҳар бир субполосадаги 12та санокларининг қийматлари олинади ва улар масштабли коэффициент SCF (Scale Factor) деб номланади. Layer-1 учун умумий 32 та масштаблаш коэффициентига мавжуд. Layer-2да товуш сигналенинг ҳар бир блокидаги 36та саноклари 3та кичик блокчаларга бўлинади ва улар юқорида қайд этилгандек гранула деб номланади. Ҳар бир гранулада товуш сигналенинг 12та саноғи бўлади ва уларнинг максимал қиймати аниқланади ҳамда шу қиймат грануланинг масштабли коэффициенти SCF ҳисобланади. Ҳамма субполосалар 32 та, шунинг учун Layer-2 да SCFларнинг умумий миқдори $3 \times 32 = 96$ га тенг бўлади. Декодерга узатиладиган SCF қийматлари стандарт жадвал кўринишида берилади. Шунинг учун грануладаги саноклар максимал қиймати SCF жадвалидаги қийматлари тўплами билан

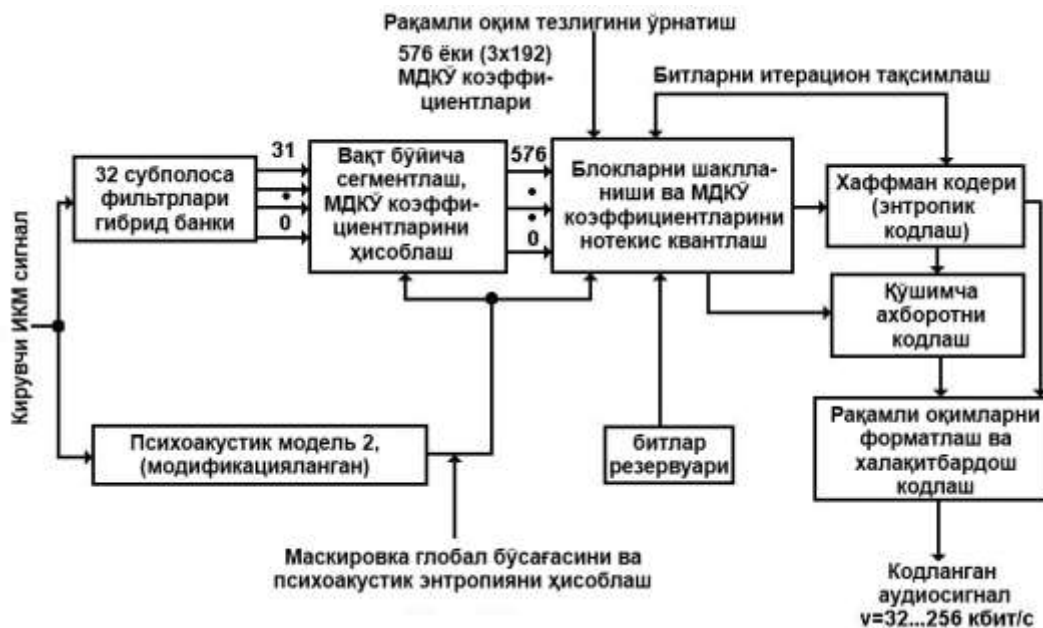
солиштирилади. Жадвалдаги кўп қийматлардан энг яқини танлаб олинади. Ҳақиқат қиймат кейин SCF грануласи деб қабул қилинади.

1- ва 2- Layer учун товуш сигнали саноғини кодлаш қўлланилади, бунда кодлашининг ҳар бир субполосасида $384:32 = 12$ га (Layer-1) ёки $1152:32 = 36$ га (Layer-2) саноқларга эга бўламиз. Аудио маълумотларни кодлашда параллел қўшимча маълумотларни (AD – Ancillary Data) кодлаш амалга оширилади.

Layer-3 (3.7-расм) Layer-1 ва Layer-2 га нисбатан сиқишнинг мураккаб тизими қўлланиши билан характерланади. 3-қатламда бошқа психоакустик моделнинг, яъни бошқача иккинчи нотекис квантлаш модели қўлланилади.



3.7-расм. ISO/IEC 11172-3 MPEG-2 стандартининг овозли кодери ташкилий чизмаси, Layer-1 ва Layer-2



3.8-расм. ISO/IEC 11172-3 MPEG-2 стандартининг овозли кодери ташкилий чизмаси, Layer-3

Бундан ташқари Layer-3 да кодлашга товуш сигнали саноғининг ўзи эмас, балки МДКЎ (MDCT- Modified Discrete Cosine Transform) коэффицентларининг квантланган қийматлари ишлатилади, уларнинг сони ҳар бир кодлаш субполосасида 18 тани ташкил қилади. Коэффицентларни кодлаш учун Хаффман кодлари жадвалидан фойдаланилади. Бу товуш сигналининг статистик хоссасини ҳисобга оладиган энтропик кодлаш деб номланади.

Кўплаб ҳисоблашлар натижасида, “Рақамли оқимларни шакллантириш ва халақитбардош кодлаш” блоки (3.7 ва 3.8-расмлар) чиқишида аудиокадрлар кетма-кетлигини ифодаловчи товушли кадр шаклланади.

Аудиокадр — бу пакетланган оқимдаги маълум қийматли узунликлардаги ахборотлар жамламаси (пакети). Ҳар бир пакет умумий ҳолда 4608 битга эга. У “синхронизация” сўзидан бошланади ва кейинги синхронизация сўзи олдидаги байт билан якунланади.

Ҳар бир аудиокадр 4 та мустақил қисмдан иборат:

1. Сарлавҳа (Header). У ўзида аудиокадрнинг биринчи 32 та битида (4та байтида) мавжуд ахборотни ифода этади ва синхронизация қилиш ҳамда оқим декодланиши учун зарур маълумотни узатилишини таъминлайди.

2. Error_check (хатоларни текшириш) — бу оқимнинг опционал (бўлакланган) қисми бўлиб, ортиқчаликни циклик текширишдан (Cyclical Redundancy Check, crc_check) иборат. У ўзида жуфт саноклиликка текшириш учун 16 битли сўзни ифода этади ва кодланган оқимдаги хатоларни топишни таъминлайди

3. Audio_data (аудиомаълумотлар) — товушли маълумот бўлиб, ўзида декодланиш учун зарур бўлган ахборот ва кодланган санокларни сақлайди.

4. Ancillary_data (қўшимча маълумотлар) ўзида фойдаланувчи томонидан қўшилиши мумкин бўлган битларни сақлайди. Фойдаланиладиган қўшимча битлар миқдори (no_of_ancillary_bits) кадрдаги битлар умумий миқдоридан айрилиб чиқарилиши керак. Кадр узунлиги ўзгармас бўлганлиги боис, ушбу ҳисоблашлар аудио санокларини кодлашга ва аудио сифатига таъсир қилиши мумкин.

Ундан ташқари, MPEG-2 стандарти 1997 йилда товушни кодлашнинг такомиллаштирилган тизими AAC (Advanced Audio Coding) билан тўлдирилган. У ISO/IEC 11172-3 ва 13818-3 стандартларининг Layer-3 сиқиш алгоритминини ишлаб чиқишда йиғилган тажрибага асосланган ва барча таниш товуш форматлари: моно, оддий стерео, Dolby тизимининг турли кўринишлари, беш каналли 5.1 товуш форматини қўллайди. Бироқ MPEG-1 декодерлари MPEG-2 AAC форматини тушунмайди, гарчи оддий MPEG-2нинг ISO/IEC 13818-3 стандартини қабул қилса ҳам. AAC формати MP3 форматининг келажакдаги ўрнини босишга қодир ворисидир. MP3 га нисбатан AACда сиқилишнинг самараси сезиларли оширилган, дискретизациялаш мумкин бўлган частоталар тўплами кенгайтирилган: 8, 11,025, 16, 22, 24, 32, 44,1, 48, 64, 88,2 и 96 кГц. Замонавий кодер томонидан яратилган AAC файлнинг янграш сифати 128 кбит/с битрейтда MP3 файлнинг 192 кбит/сдаги сифати билан мос келади. Ундан ташқари AAC кўп каналли файллар яратиш имконини беради, бу эса уни фильмларнинг саундтрекларини сақлашга имкон яратади. Паст битрейтларда

кодлаганда SBR (spectral band replication, частоталарни спектрал тиклаш) технологиясидан фойдаланиб AAC HE (high efficiency, юқори самарадорлик) файлларини яратиш имконини беради. Ундан ташқари AAC файллар (профил)ни яратишнинг 3 та режимига эга:

- Main – асосий (ориқча хотира бўлмаганда ишлатилади);
- Low Complexity (LC) – паст мураккаблик;
- Scalable Sampling Rate (SSR) – масштабланадиган дискретизация, бунинг

учун маълумотларни қабул қилиш тезлигининг ўзгаришига мослашган декодер талаб этилади.

Улардан энг машҳури LC бўлиб, унда товуш сигналлари сиқилишининг нисбатан паст мураккаблиги ишлатилади, бу эса AAC LC файлларни AAC плеерлар ёрдамида тасвирлаш имконини беради (масалан: Apple iPod ёки Nokia телефонларида).

AAC коддерининг иш принципини 3.9-расмда кўрсатилган ташкилий чизма ёрдамида кўриб чиқамиз. MPEG-2 AAC да МДКЎ коэффициентлари кодланади, бироқ нотекис квантлашда сиқилиш эгри чизиғи шакли бирмунча ўзгартирилган вача Хаффман кодларининг бошқача жадвали қўлланилган. Layer-3 даги каби квантлаш бузилишлари қийматини бошқариш иккита: ички ва ташқи итерацион (яқинлашиш) цикл ёрдамида амалга оширилади. Рақамли аудиомаълумотлар сиқилиш алгоритмининг сифатини ошириш учун, AAC да бузилишларни минималлаштириш махсус амалиётларидан фойдаланилади. Аниқроқ айтганда, квантлаш хатоликлари микротузилмаси ҳар бир субполоса ичидан минималлаштирилиши (TNS-Temporal Noise Shaping – деб номланувчи техника билан) бошқарилади. Кодлашда ва субполоса сигналларини бирлаштиришда коддерни **M/S (моно/стерео) кодлаш** режимида ишлай олиш имконияти яратилган. Алоҳида субполосаларда кодлашда **L** ва **R** стерео жуфтлик сигналлари эмас, балки уларнинг йиғиндиси $M = (L + R)\sqrt{2}$ ва фарқи $S = (L - R)\sqrt{2}$ қўлланилади. Чизиқли башоратда фақат кўпканалли сигнал саноғи орасидаги корреляция(боғланиш) эмас, балки квантланиш шовқини спектрининг шакли ва унинг вақт бўйича ўзгариши ҳам ҳисобга олинади. AAC коддери психоакустик модели маскировкасининг глобал поғонасини(юқори чегарасини) ҳисоблашда кўшимча амалиётлар ва аниқлаштиришлар киритилади. Бироқ бу ерда ҳам Layer-3даги каби 2-модификацияланган психоакустик модел асос ҳисобланади.

AAC алгоритми товуш сигналини кодлашда нисбатан юқори сифатга эришишни таъминлайди, масалан, 5.1. форматидаги каби. Сиқилиш ҳисобига юзага келган бузилишлар рақамли оқим йиғинди тезлиги 320...384 кбит/с бўлгандаёқ, эшитиш сезгиси қийматининг қуйи поғонасидан пастда бўлади, яъни инсон сезмайдиган ҳудудда. Тезлик 64 кбит/с бўлганда 48 та асосий канал, товушли эффектлар учун 16 та қуйи частотали канал, 16 та кўп тилли канал ва 16 маълумот каналидан фойдаланиш мумкин. 16та дастурни товушли элементлар ва бошқа маълумотлардан исталган миқдорда фойдаланиб ифодалаш мумкин.

Шундай қилиб, MPEG-2нинг товушли қисми, кўпканалли товушни кодлашни қўллаган ҳолда, қуйидаги форматларнинг ижросини таъминлайди.

- Беш каналли товушни;
- Кенг экранли кинотеатрларда қўлланиладиган иккита қўшимча фронтал динамикага эга 7 каналли товушни;
- Ушбу форматларнинг паст частотали каналлар билан кенгайтиришларини.

Товушли канал динамикларининг мос жойлашуви 3.3-жадвалда келтирилган.

Кўп канали товуш кўринишларидан бири, кўп тилли товуш ифодаси бўлиб, ҳар бир тил учун алоҳида рақамли узатиш оқими билан, ёки бир нечта (7тагача) 64кбит/с тил каналларини 384 кбит/с тезликдаги кўп каналли оқимга билан амалга ошириш мумкин. Шунингдек, қўшимча товуш каналларини инсонларнинг эшитиш ва кўриш қобилияти пасайганлар учун (биринчи ҳолатда сахнанинг кўринишини тасвирлаш канали, иккинчи ҳолатда суҳбат текстларини, диалогларини алоҳида бериш канали) ҳам узатиш мумкин.

Кўп ташкил этувчили мураккаб товуш сигналларини MPEG-2 кодерга мослаштиришда матрица ёрдамида MPEG-1 стерео сигнали билан мос бўлган, комбинацияланган икки каналли сигнал ва у билан мос келмайдиган ёрдамчи сигналлар ҳамда MPEG-2 декодерда кўпканалли сигналли тиклаш учун хизмат қиладиган сигналлар шаклланади.



3.9-расм. ISO/IEC 13818-7 стандартининг MPEG-2 AAC кодерининг ташкилий чизмаси ва унинг кўпканалли шакли

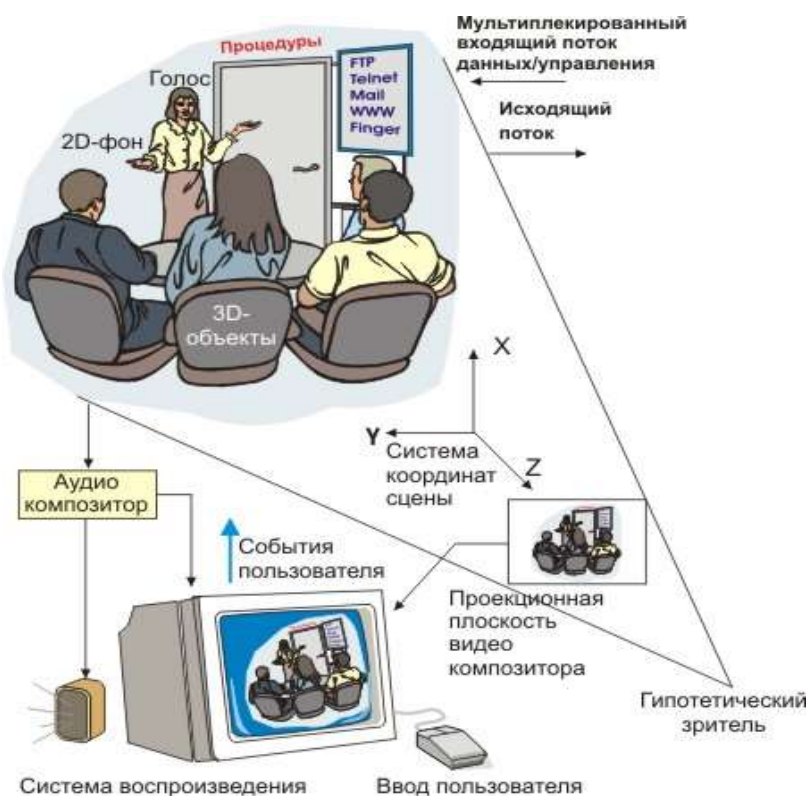
Кодлаш жараёнида икки каналли сигнал MPEG-1 билан мос бўлган товуш тузилмасига қўйилади ва унга мос декодер билан декодланиши мумкин. Кодлашдан кейин қолган компонентлар рақамли оқимнинг бошқа ташкилий бирликларига ўтказилади ва фақат MPEG-2 декодери учун мавжуд бўлади.

3.3. MPEG-4 мультимедиа стандарти

MPEG-4 стандарти 90-йиллар бошида мультимедиа ахборотларни (товуш, кам кадрли телевидения, графика, матн ва бошқалар) Интернетнинг рақамли оқим тезлиги 64кбит/с бўлган кичик полосали каналларида маълумот узатиш учун ишлаб чиқилган. Дастлаб, MPEG-4 яратилишиданоқ телевизион стандарт деб белгиланмаган ва 15 кадр/с даги CIF (352x288) форматнинг чорак қисмини ташкил этувчи, тасвирларга ишлов берган. Бироқ янги стандарт бу чекловдан жуда тез чиқиб кетган ва 1998 йилнинг октябрига келиб MPEG-4нинг биринчи варианты, 1999 йилнинг декабрида ISO/IEC 14496 халқаро стандартнинг махсус стандартини деб қабул қилинган иккинчи варианты пайдо бўлган.

Ҳозирги вақтда стандарт 22 қисмдан иборат ва унинг 10та қисми рақамли телевидения сигналларини кодлаш қоидаларини белгилайди. Ушбу қисм **MPEG-4-10** ёки H264 деб номланади.

Ўзининг ажодларидан фарқли равишда MPEG-4 фақатгина видео ёки аудиоахборотни сиқиш, сақлаш ва узатиш технологияси эмас. Ўз мақсадига кўра MPEG-4 – бу ахборотни тасвирлашнинг янги усул бўлиб, рақамли медиамаълумотларни урта йўналишда: интерфаол мультимедиа, график иловалар ва рақамли телевиденияларда объектга йўналтирилган тасвирланишидир. Агар MPEG-1 ва MPEG-2 стандартлари тайёр видеокадрлар билан ишлашни ифодаласа, MPEG-4 аслида объектга йўналтирилган муҳитни ташкил этиш қоидаларини белгилайди. У рақамли оқимлар, оддий маълумот массивлари билан эмас, балки медиа-объектлар билан ишлайди ва унга асос бўлиб, алоҳида объектлардан иборат натижавий товуш ва тасвирнинг реал вақт масштабида узатишда ва қабул нуқтасида шаклланишига хизмат қилади (3.10-расм).



3.10- расм. MPEG-4 сахнасига мисол.(РАСМ РУСЧА)

Ҳар қандай видео сахна объектларига бўлинади ва алоҳида элементар оқим (ЭО) билан ифодаланади. Объектлар натурал- видеокамера ёки микрофондан ёзилган ва сунъий – компьютерда синтезланган бўлиши мумкин.

Бундай ёндашув бир қатор афзалликларга эга:

- Саҳнани ифодалаш учун битлар сони тежаб ишлатилади;
- Бўлақланган объектларни бошқа сахналарда ишлатиш осон;
- Масштабланган объектларни тузиш осонлашади;

•Фойдаланувчининг танланган объект билан ўзаро боғланиши учун кенг имкониятлар юзага келади. Масалан: объект ҳақида қўшимча маълумотларни киритиш, унинг параметрларини (рангини, матнини, янграш ёки тилнинг баландлиги) ўзгартириш, сахнадан объектни олиб ташлаш, фойдаланувчи томонидан турли манбаалардан олинган ва кодек хотирасида сақланаётган янги объектлардан иборат янги сахна яратиш.

MPEG-4 да сахна ва унинг динамик ўзгаришини ифодалаш учун махсус ишлаб чиқилган иккилик тил BIFS (Binary Format for Scenes сахналарни ифодалаш иккилик формати ва унинг дастурлаш тили C++ нинг кенгайтирилган варианты) қўлланилади. Саҳнани ифодалаш декодерга объектларни қачон ва қаерда намойиш этишни ва фойдаланувчи таъсирига қандай жавоб бериш кераклигини кўрсатади. Элементар оқимни сахнадаги медиа-объектларга боғлаш учун объект дескрипторлари ишлатилади. Улар конкрет медиа-объектга боғланган элементлар оқими таркиби ва миқдори ҳақидаги ахборотни ташийдди. Шунингдек дескрипторларнинг ўзи ҳам бир ёки бир неча элементлар оқимида ташилади, шунинг учун сеанс вақтида объектни ўчириш ёки қўшимча қилиш

қийин эмас. Дескрипторлар оқими тасаввур қилиш ресурлари оқими сифатида кўрилиши мумкин, сахналар тасаввури эса сахнадаги объектларни фазо-вақт бўйича кўчишини ўзгартиришга хизмат қилади. MPEG-4 сахналарнинг ифодасини (тасаввурини) ва медиа-объект ҳақидаги маълумотларни ташийдиган оқимлар синтаксисини аниқ ифодалаш учун махсус таъсис этилган тилдан фойдаланади. BIFS вақт бўйича иккита сахна модификацияси(кўриниш) протоколларидан фойдаланади: буйруқли (BIFS-Command) ва анимацион (BIFS-Anim).

BIFSнинг буйруқли оқимлари янги сахнани юклаш, объектлар таркибини ўзгартириш ёки объектларни кўчириш ва ўчириш имконини беради BIFS-Anim анимацион оқимлари сахна анимациялари жараёнини бошқаради, масалан: нигоҳ нуқтасининг ўзгартирилиш, кўчириб ўтказилиш, ўлчамни ўзгартириш ва шакллантириш, рангни ва ёритилганликни текис ўзгариши ва бошқалар.

Оқимлар синхронизацияси вақтга боғланиш билан амалга оширилади. MPEG нинг аввалги стандартлари каби вақт бўйича белгининг биттаси кодер ва декодер такт частотаси синхронизациясини таъминлайди, аудиовизуал маълумотларнинг функционал бирлигига боғланган бошқа турдаги белгилар ,декодлаш вақтининг исталган талаб этилган қийматини беради (рухсатнома бирлиги учун) ёки таркибий шаклланиш тугалланганлигининг вақтидан иборат бўлади.

MPEG-4 да аудио-видео ахборотга ишлов беришнинг асосий босқичлари қуйидагилардир:

- бошланғич расмнинг турли элементлар - “медиа-объектлар”га (media objects) бўлиниши;
- ушбу объектларнинг ўзаро боғланиши ва тузилмасини ифодалаш, кейинчалик улар ягона видеотовушли сахна объектини йиғиш имконини бериши;
- охириги ахборот қабул қилгувчи учун сахна интерактив ўзгартиришлар киритиш имкониятини яратилиши.

Барча медиа-объектлар ягона иерархик тузилмага бириктирилишида мослашувчанлик босқичига эришиш учун қуйидагилар бўлиши лозим:

- ҳаракатсиз тасвирлар (масалан: фон);
- натурал видео объектлар (масалан: инсон);
- аудио объектлар (товушлар, инсон билан боғлиқ товуш);
- сахна билан боғлиқ матн;
- сахна ёзилаётганда бўлмаган сунъий объектлар, бироқ фойдаланувчига етқизилганда кўшилади (масалан: компьютер графикаси воситалари томонидан яратилган “сўзловчи инсон боши”);
- сунъий объект билан боғланган ва товушга ўзгартириладиган матн.

Маълумотларнинг намоёни қилишнинг ушбу усули медиа объектларнинг сахнасининг ҳар қандай жойига кўчириш ёки қўйиш, объектларни шаклини ва уларнинг геометрик ўлчамларини ўзгартириш, алоҳида объектлардан ташкилий объектларни йиғиш ва улар билан турли амалиётларни ўтказиш, кўриниши ва сахна композициясини ўзгартириш ва уни турли ракурс билан тасвирлаш имконини беради.

Техник томондан MPEG-4нинг характерлашда шуни таъкидлаш жоизки, бу стандарт MPEG-1 ва MPEG-2да қўлланиладиган тасвир пикселларини сиқиш ва кодлаш усулларининг бутун бир мажмуасидан иборат. MPEG-4 стандартида видеони сиқишдаги янгилик тасвирни квадрат блоklarга бўлиш эмас балки уни эркин шаклдаги объектлар билан бўлиш амалиётига ўтилганлиги ҳисобланади. Мисол учун кадрда ҳаракатланаётган инсон, ҳаракатланмайдиган объект - орқа планга нисбатан, битта яхлит кўчиб ўтувчи алоҳида объект сифатида қабул қилинади ва ишлов берилади.

MPEG-4 да ҳаракатсиз тасвир ва текстларни кодлаш учун вейвлет-ўзгартириш асосидаги самарали алгоритм қўлланилади, у эркин шаклдаги объектларни кодлашни ва расм сифатини текис масштабланишини таъминлайди.

Ундан ташқари, 38,4 Мбит/с гача, студия шароитида 1,2 Гбит/с гача бўлган юқори тезликдаги видео оқимларни яратиш имконияти кўзда тутилган.

MPEG-4-10 (H.264) стандартида видео кодлаш

MPEG-4 да видео оқимга ишлов беришда барча видео текисликлар 4 та турга (YUV 4:2:0 модели) бўлинади:

I-текисликлар. Тез киришни таъминлаш учун бошқа текисликлардан мустақил равишда кодланади. Энг аввало, 16x16 пикселли макроблокка (**I**-макроблоклар) бўлиш амалга оширилади, улар яна ДКЎ учун 4 та 8x8 ли **I**-блокка бўлинади.

P-текисликлар аввал келган **I**- ёки **P**- текисликлардаги ахборотлардан фойдаланиб кодланади. Ушбу текисликлар ҳам 16x16 макроблокларга майдаланди, фақат улар ичида **I**-макроблоклар ва **i**-макроблоклар (**I** — intra, **i** — inter) бўлади. **Inter-макроблоклар** ҳаракатни компенсациялаш натижасида шаклланади, бу ерда аввалги **I**- ёки **P**-текисликлардан жорий **inter-макроблок/блок**га максимал мос келувчи ва эркин жойлашган макроблок/блок қидирилади. Агар у топилса унинг икки ташкил этувчилик ҳаракат вектори шаклланади ва оқимга қўйилади. Сўнгра жорий ва топилган макроблок/блоклар пикселлари бўйича айирма фарқи (башорат хатоси) ҳисоблаб чиқилади ва унга ДКЎ қўлланилади. Кадр чегарасига яқинидаги ҳаракат компенсациясини самарадорлигини ошириш учун, кадрнинг ҳар томондан битта кадр катталигига тўлдириш амалиёти бажарилади (худуд чегара пикселига яқин ранг билан тўлдирилади). Шундай қилиб, ҳар бир блок учун 1 та ёки 4 та ҳаракат вектори қабул қилиниши мумкин, вариантлар ўртасидаги танлов эса макроблок қўшган хиссасининг камлиги ва унинг оқимдаги ҳаракат векторидан келиб чиқиб амалга оширилади. Шунингдек, стандарт ҳаракат компенсациясининг махсус тури — “қоплаш” (беркитиш) компенсациясини кўзда тутди: у фақат **Y** компоненти блоклар учун қўлланилади. Ушбу усулнинг фарқли хусусияти шундаки, айирма блокнинг аввалги **I**- ёки **P**-текисликларда унга ўхшаш учта блокнинг ўлчовлари суперпозицияси бўйича ташкил этилишидир, яъни битта ўхшаш блок билан чекланмайди. Шунга мувофиқ, учта ҳаракат вектори олинади: 1 таси жорий блок

учун ва иккитаси ишлов берилаётган макроблокда жорий блокга қўшни бўлган блоклар учун.

В-текисликлар P-текисликлардан шу билан фарқланадики, унда кодлаш учун ҳаракатни компенциялашда нафақат аввалги, балки кейинги I- ва P-текисликлар ҳам қўлланилади. Ушбу текисликнинг ҳар бир макроблоки аввалги текислик макроблоки, кейинги текислик макроблоки ва ушбу макроблоклар суперпозицияси бўйича башорат қилинади.

S-текислик спрайтларга (MPEG-4 стандартида спрайт деб, видео кетма-кетликнинг аниқ интервали давомида кўриниб турадиган тасвир бўлаги аталади) алоқадор. Спрайт ролида кўпинча фон (ёки орқа план) бўлиши мумкин. Спрайтдан фойдаланиб декодлашда, кадр қисман спрайтнинг алоҳида худудларини декодланаётган кадрнинг у ёки бу худудидан, истиқболли ўзгартиришдан фойдаланган ҳолда, тикланиш амалга оширилади. Спрайт алоҳида сақланади ва I-текисликлардака кодланади. Спрайтлардан фойдаланишнинг хусусий ҳоли S-текислик (GMC — global motion compensation) ҳисобланади; бу ҳолатда спрайт сифатида аввалги I- ёки P-текисликлардан бири белгиланади.

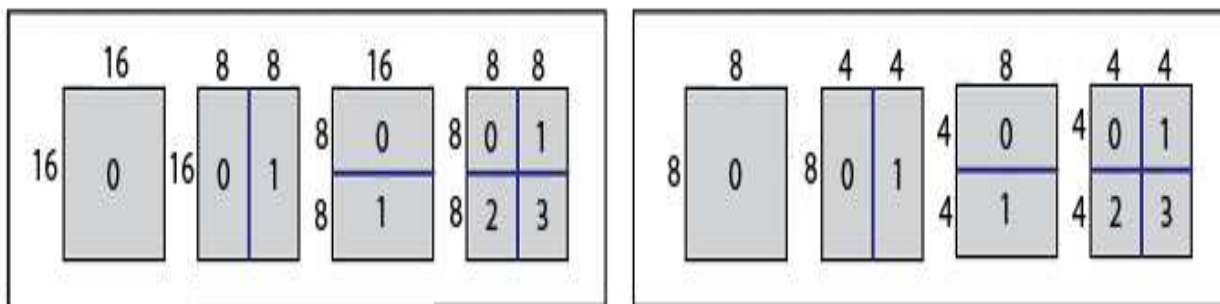
MPEG-1 кадрлари каби навбат билан келувчи турли кўринишдаги текисликлар умумлаштирилган кодланувчи гуруҳларига бўлинади; гуруҳ бошида доим I-текислик бўлиши керак, кейин эса одатда B-текисликлар P- ва S-турдаги текисликлар билан навбатма -навбат келадилар.

Юқорида кўрсатилганидек, MPEG-4 видеооқимларини юқори самарали сиқилиши учун саҳна объектларини ажратиб олишдан фойдаланилади, бироқ объектларни бир жинсли бўлмаган фонда ажратиб олиш етарлича мураккаб масала ва у кўплаб ҳисоблашлар талаб қилади. Шунинг учун MPEG-4-10 (H264) стандартида тасвирларни ўзгарувчан ўлчамли тўғри тўртбурчак блокларга бўлиш амалга оширилади, бу эса ҳаракат компенсацияси аниқлигини ошириш имконини беради.

MPEG-4 видео кодекни ҳаракатнинг блокли компенсациясида 16x16 пикселли блоклардан фойдаланади. Кодлашда видео кодек видеони **intra** тизими бўйича I-қатлам ва P-қатламларга бўлиб олади. Уларнинг асосий фарқи шундаки, I-қатлам шу кадр семпллар асосида кодланган макроблоклардан ташкил топган, P-қатлам эса аввал ишлов берилган расмларда кодланган макроблоклардан иборатдир.

Қачонки P-қатлам ичидаги битли оқимда тушириб қолдирилган макроблок сигнали юзага келса, унда ушбу макроблок учун кейинги маълумотлар битли оқимга узатилмайди. Декодер кадрни “бирламчи” расмлардан тиклайди ва барча ортиқча расмларни эътиборга олмайди. Бироқ, агар бирламчи расм, бузилган(шикастланган) бўлса, декодер шикастланган худудни декодланган маълумотларнинг ортиқча расмлари орқали тиклашга ҳаракат қилади.

Ҳар бир макроблок ёруғлик компоненти (16x16 ўлчамли) тўрт хил йўл билан (16x16, 16x8, 8x16 ёки 8x8) бўлиниши мумкин ёки 8x8 блоклар ҳам (8x8, 8x4, 4x8 ёки 4x4) 3.11-расмда кўрсатилгандек бўлинади.



3.11-расм. Макроблокларни кичик ўлчамли блокларга бўлинишига мисол.

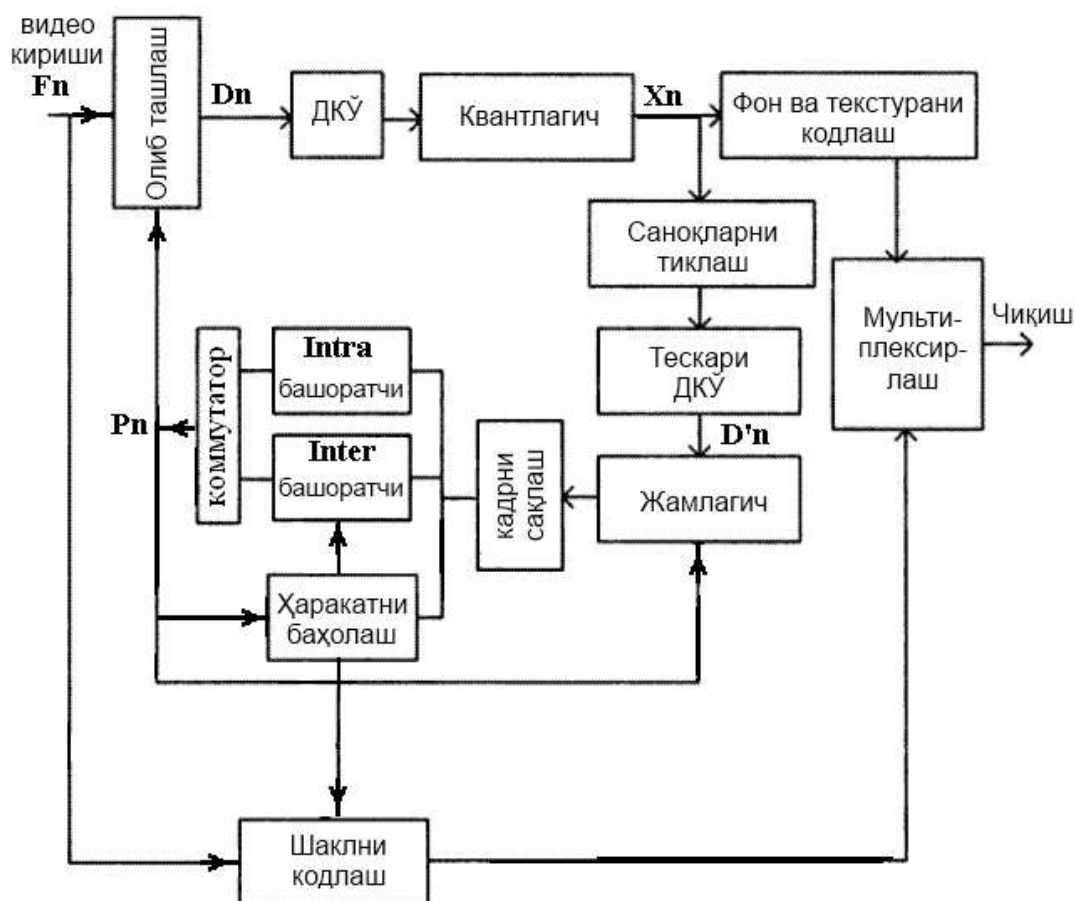
Ҳар бир кичик ўлчам худуд макроблок бўлаги ҳисобланади. Макроблокларни блокларга, мос ҳолда уларни субблокларга бўлиниши ҳар бир макроблок майдонида комбинацияларнинг катта миқдорини олиш имконини беради. Макроблок ёки субблокнинг ҳар бир бўлаги учун алоҳида ҳаракат вектори белгиланиши керак. Ҳар бир вектор кодланади ва алоқа канали бўйлаб узатилади. Ундан ташқари, битли оқимда танланган бўлиш усулини кодлаш керак. Бўлиш бўлақларининг катта ўлчамидан (16x16, 16x8, 8x16) фойдаланиш, ҳаракат векторларини узатиш учун кам битлар талаб қилиниши аниқланади, лекин бу қолган блокларни майда деталли тасвирлар худудидаги ҳаракатланиш компенсациясининг катта хатоликларига олиб келади.

Бўлиш бўлақларининг кичик ўлчамидан (8x4, 4x4 ва ҳ.к.) фойдаланиш, қолдиқ блокларни майда деталли тасвирлар худудидаги, ҳаракатланиш компенсациясидан сўнг, кам хатоликларига олиб келади, лекин бу ҳаракат векторлари ва бўлиш усуллари ҳақида узатилаётган ахборотнинг хажмининг ошириб кетишига олиб келади. Шундай қилиб, бўлиш ўлчамини танлаш видеотасвирнинг сиқиш қийматига катта таъсир қилади.

Одатда, маълумотлар хатоликлари ахборотларни сунъий йўлдошдан қабул қилишда кўпроқ юзага келади. Об-ҳаво шароитлар ёки бошқа факторлар сабабли сигнал аниқ вақт оралиғида йўқолиб қолса, янги кадрнинг мавжуд блоклар бўлақлари узатилади, айрим блоклар мавжуд маслар узатилмайди. Янги мавжуд блоклар координатага мувофиқ кўчиб ўтади, йўқларининг ўрнига эса аввалги кадр блоклар қўйилади.

Қаердаки, жорий кадр билан таянч кадр орасида катта фарқ бўлса (масалан сахна тасвирлари ўзгарганда), шу ерда макроблокни ҳаракат компенсациясиз кодлаш мумкин. Шундай қилиб, кодер ҳар бир макроблок учун **intra** ва **inter** режимлардан бирини танлайди.

Н.264 стандартидаги кодер ишини намоён қилувчи ташкилий чизма 3.12-расмда кўрсатилган ва у деярли MPEG-1, MPEG-2 кодекларидаги элементлардан иборат.



3.12-расм. MPEG-4 видеокодерининг умумлашган ташкилий чизмаси.

Ушбу кодер видеооқимга ишлов беришнинг иккита тармоғини ўз ичига олади:

- тўғридан-тўғри кодлаш канали, бу ерда маълумотларга ишлов бериш чапдан ўнгга амалга оширилади;
- видеотасвирни тиклаш канали, бу ерда маълумотларга ишлов бериш ўнгдан чапга амалга оширилади .

Кодер киришига F_n -кадри келиб тушади. Кадрга ишлов бериш бошланғич тасвирнинг 16×16 пиксел ўлчамли макроблоклари ёрдамида амага оширилади. Ҳар бир макроблокга икки режимда ишлов берилиши мумкин: Intra (ҳаракат компенсациясиз) ёки Inter (ҳаракат компенсацияси билан). Ҳар қайси режимда P_n - макроблокининг башорати тикланган кадр асосида шаклланади.

Intra режимида башорат жорий N кадрнинг аввалдан кодланган ва тикланган (F''_n) ажратмалари (танланган қийматлари) асосида шаклланади. **Inter** режимида башорат жорий кадрни аввалги (ёки кейинги) кадрлар билан солиштириганда содир бўлган ўзгаришларини ҳисобга олган ҳолда шаклланади. Башорат учун хизмат қиладиган кадрлар аввал кодланади ва кейин тикланади. **Intra** ёки **Inter** башоратни шаклланиш блокида, кодланаётган кадр туридан келиб чиққан ҳолда ,мос келадиган усул танлови содир бўлади. Олинган башорат P_n жорий макроблокдан айириб олиб ташланади. Натижада қолдиқ коэффициентлар D_n макроблоки ҳисобланади. Ушбу макроблок ўзгартиргичга келиб тушади, бу ерда тўғридан-тўғри ДКУ асосида қолдиқ коэффициентларининг частотали ўзгартирилиши амалга ошади. Шундай қилиб алгоритмнинг ҳисоблашлардаги мураккаблиги сезиларли пасаяди, бироқ сиқиш

жараёнида кўшимча хатоликлар юзага келади. Частотавий коэффициентлар квантланади(масштабланади), бу видеомальумотларни йўқотишлар билан сиқишни бошқариш имконини беради. Ўзгартирилган ва квантланган коэффициентлар тўплами X_n маълумотларни тиклаш тескари канали учун бошланғич(дастлабки) маълумотлар бўладилар. Кодланган коэффициентлар, макроблокни тўғри декодланиши учун зарур кўшимча маълумот билан биргалиқда, абстракт (мавхум) тармоқ босқичининг (NAL) маълумотлар битли оқимини (bitstream) ташкил этади.

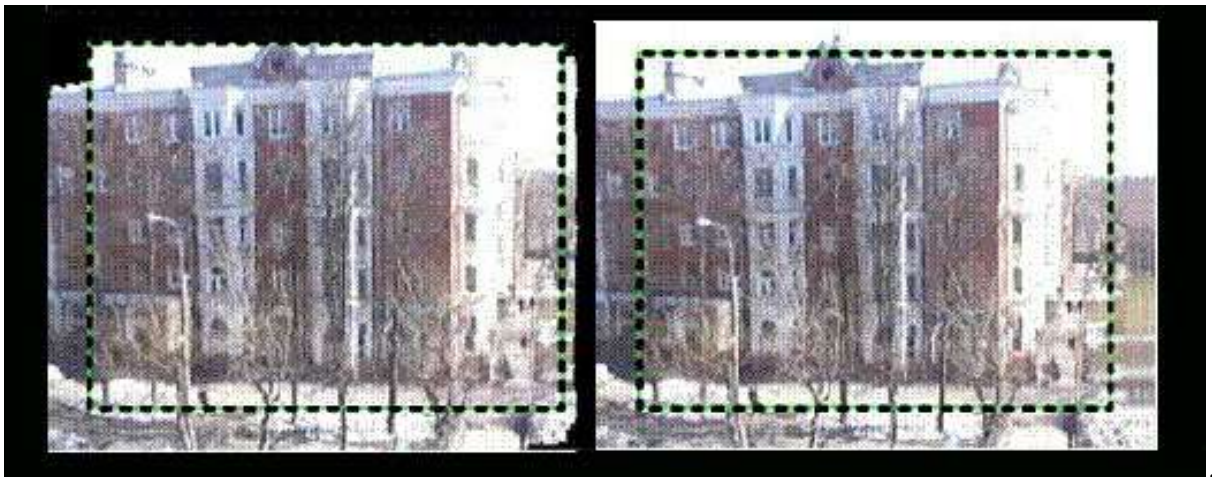
Тиклаш каналида аввал тескари квантланади, кейин тескари частотали ўзгартириш амалга оширилади. Натижада тикланган, ўзаро айирма сифатида аниқланган, коэффициентлар D'_n олинадилар. Улар башоратланадиган кадр P_n билан кўшилади ва бу тикланган F'_n кадрни олиш имконини беради.

MPEG-4 да видеооқимни сиқиш самарадорлигини ошириш учун мураккаб шаклдаги

видеообъектларни кодлашдан фойдаланилади. Мисол учун, видеообъект сифатида атрофдаги майдонлардан ранги ва ёруғлиги билан ажралиб турадиган тасвир олинishi мумкин. Ушбу майдон кўчиб ўтиши ёки шаклини ўзгартириши мумкин. Бундай ҳолда ҳаракат компенсацияси мавжуд башоратланган тасвирни ташкил этишда тўғри бурчакли макроблоклар эмас, балки шаклини ўзгартира оладиган ажратилган объектлар силжитилади. Бунда башорат хатоси сезиларли қисқаради ва навбатдаги кадрда башорат қилинган ва мавжуд тасвирлар орасидаги фарқни кўрсатувчи ахборот ҳажми сезиларли камаёди. Кодерда (4.25-расм) башоратлашнинг ушбу варианты **шаклни кодлаш** блокада бажарилади. Видеообъект шакли матрица билан ифодаланади. Альфа картадан фойдаланувчи **бинар кодлашда** видеообъект элементларига мос матрица элементлари бирга, видеообъектдан ташқаридаги тасвир элементларига мослари эса нолга тенглаштирилади. **Градацион кодлашда** матрица элементлари нисбатан катта қийматлар миқдорини қабул қилади, бу эса “шаффофлик” тушунчаси орқали объект таркибини ифодалаш имконини беради. Кўрсатилган матрицанинг элементлари аниқланади ва **шакл кодерида** кодланади, кейин мультиплексор орқали чиқувчи маълумотлар оқимига кўшилади.

Видеообъект шакли ҳақидаги маълумотлар оддий ҳаракат векторига нисбатан кўпроқ иккилик символларни эгаллашига қарамай, узатилаётган ахборотни ҳажмини кичрайтиришдаги афзаллик MPEG-1,2 ларга нисбатан анча сезиларлидир.

Ҳаракатсиз фон ва текстли чўзилган объектларнинг тасвирларини сиқишда вейвлет-ўзгартиришга асосланган **фон ва текстура кодерида**н фойдаланилади. Ушбу усул сиқишнинг юқори қийматлирини ва фазовий майдон бўйича кўп босқичли масштабликни таъминлайди. Бунда тасвирнинг ўзгармайдиган ёки деярли ўзгармайдиган орқа плани **спрайт (sprite)** сифатида узатилиши мумкин. Спрайтнинг тўлиқ тасвири бир марта узатилади. Кейин фақатгина панорамаликни, яъни камерани орқа планга нисбатан кўчишини ифодалайдиган асосий ҳаракатнинг 8та параметри узатилади холос (3.13-расм).



3.13-расм. Панорамали тасвир: (а) – номаълум худудларни тўлдирмасдан; (б) – номаълум худудларни тўлдириб узатилган тасвирлар.

Берилаётган кадр чегараларида узилишлар бўлмаслиги учун текислаш алгоритмидан фойдаланилади. Панорамадаги номалум майдонларга фазовий тўлдириш алгоритми асосида қўшимчалар киритилади ва тўлдирилади. Харакатни компенсациялашнинг ушбу усули нисбатан энг кўп фойдаланиладигани ҳисобланади, чунки ҳеч қайси тасвир саҳнаси ҳаракатсиз, абсолют статик фонга эга бўлмайди ва видеовидеокамера силжишисиз амалга ошмайди. Шунинг учун ҳам ушбу услубни бошқалари ичида сиқишнинг энг муҳим ва яхши натижаларини берувчи усули сифатида ажратиб кўрсатиш мумкин.

Декодернинг ташкилий тузилмаси 3.14-расмда келтирилган. Сиқилган тасвирларни декодлаш амалга оширилганда кодерга нисбатан тесқари амаллар бажарилади. Декодер сиқилган битлар оқимини қабул қилади ва маълумотларни декодлашни амалга оширади. **Intra-** ва **Inter** – башоротлар ташкил қилиш блокида, кадр тахлилига жавоб берадиган элементлар йўқ. Аниқ қайси режим ҳамда уни амалиётга татбиқ қилиш ҳақидаги ахборот битли оқим ичида узатилади.



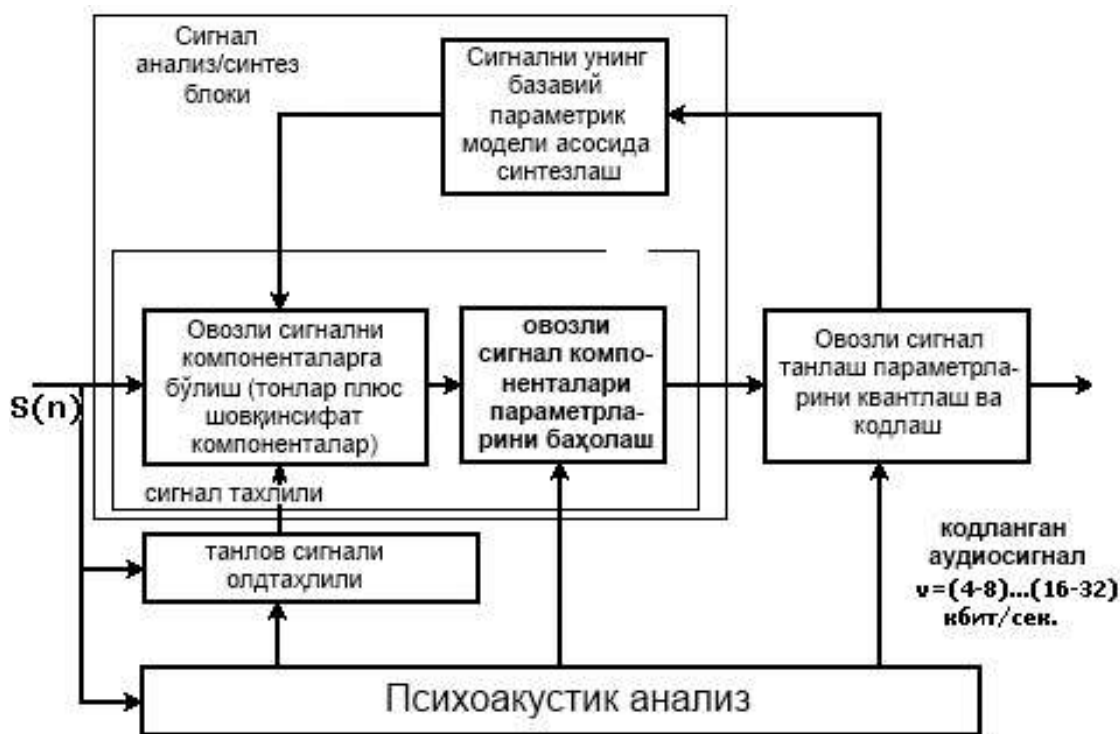
3.14-расм. MPEG-4 видеокадрини декодлаш

МРЕG-4 стандартида аудио кодлаш

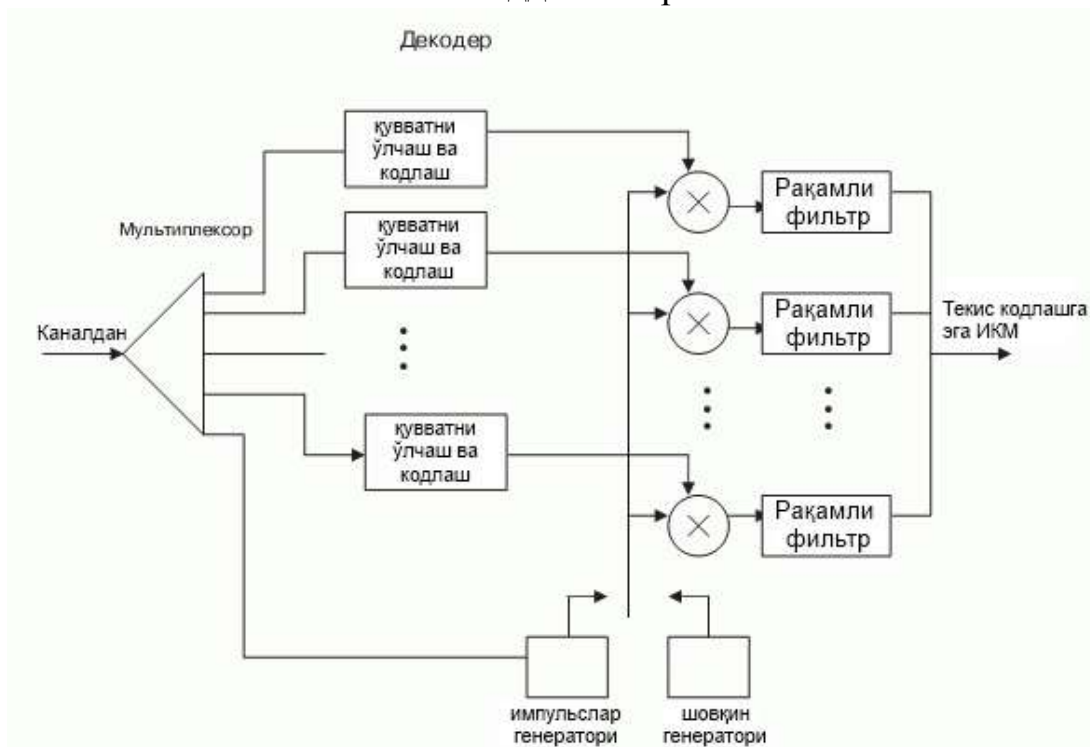
Мультимедиа иловалари учун яратилган МРЕG-4 стандарти, МРЕG гурухи томонидан яратилган рақамли маълумотларни сиқишдаги алгоритмларини ишлаб чиқишда йиғилган тажрибалари умумлаштирилган. Бу ерда ААС алгоритмидан ташқари, юқори сифатли товуш сигналларининг рақамли маълумотларини сиқиш учун илк маротаба параметрик кодлашни қўллаш таклиф этилган, ҳамда реал товуш сигнали тонли ва шовқинсимон сигналлардан иборат модел сифатида тақдим этилади. Товуш сигналларини кодлашда ушбу сигнални ифодалайдиган қатор параметрлар аниқланади, кейин улар декодерга узатилади. Декодер эса ушбу параметрлар асосида синтезатор ёрдамида бошланғич товуш сигналини тиклайди. Товуш сигнали параметрлари қанча аниқ ифодаланса, унинг янграши шунча оригиналга(ҳақиқийсига) мос келади. 3.15 ва 3.16-расмларда параметрик кодлаш ва декодлашнинг соддалаштирилган чизмаси кўрсатилган. Параметрик кодернинг ишлаш омилини батафсилроқ кўриб чиқамиз.

Танлов (ажратма) сигнали $S(n)$ анализ-синтез блокида тонал ва шовқинсимон ташкил этувчиларга бўлинади, сўнгра сигналнинг базавий параметрик модели учун сигналнинг жорий частотаси, фазаси ва тонал сигнал амплитудаси қийматлари ҳамда маълум частота полосасидаги шовқинсимон сигнал энергияси миқдори баҳоланади. Санаб ўтилган параметрлар қийматлари имкон борича минимал битлар миқдори билан квантланади ва кодланади. Бу миқдор психоакустик модел ёрдамида аниқланади, ундан сўнг алоқа каналлари бўйлаб декодерга узатилади.

Тизимнинг қабул қилиш томонида сигнал параметрлари асосида декодер тонал импульслар генератори ва шовқин генераторини бошқаради ҳамда натижада бошланғич сигналнинг синтези амалга оширилади. Бунда янгроқ овозлар синтези аниқ вақтда уланадиган, асосий тон генерациясини ташкиллаштирувчи, тонал импульслар генератори томонидан бажарилади. Сокин товушларни (жарангсиз) пайдо қилиш шовқин генератори томонидан шакллантирилади.



3.15-расм. Товуш сигналини параметрик кодлаш коддерининг соддалаштирилган чизмаси

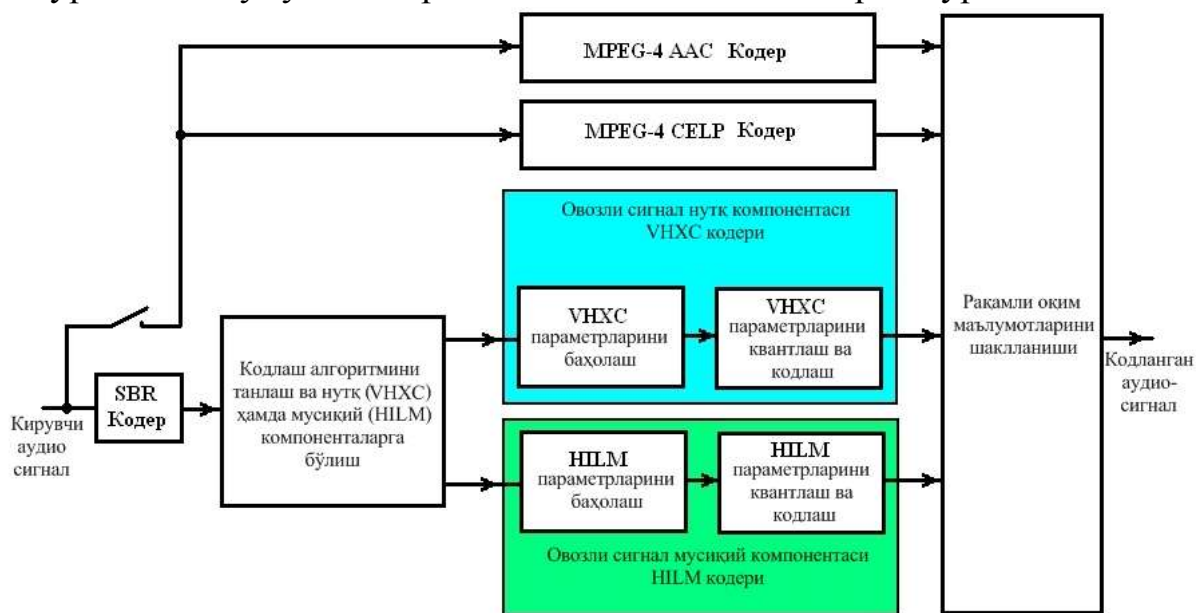


3.16-расм. Параметрик декодернинг ташкилий чизмаси

Сўнги вақтгача параметрик моделлаштириш, нутқ сигналларининг рақамли маълумотларини сиқишда фақат вокодер (товуш кодлагич) тузилиши бўйича ишлатилган ва у мусиқий сигналлари моделларидан соддарок бўлган. Бироқ сўнги йилларда ҳисоблаш техникасини, математик моделлаштириш, психофизика ва электроника соҳасидаги муваффақиятлар шарофати билан

параметрик моделлаштириш рақамли маълумотларни сиқишнинг катта қийматини таъминлаган ҳолда, юқори сифатли овозли сигнални кодлашда ҳам борган сари кўп ишлатилмоқда. Кўрсаткичларни баҳолашнинг, мураккаб амалиётларга эгаллиги ва татбиқ қилишда кўплаб ҳисоблашларнинг ижросини таъминлаш кераклиги, талаб қилинган параметрик кодлашда етарлича яхши янграш сифатини беради ҳамда рақамли оқим тезлигини 16...24 кбит/ бўлишига имкон яратади.

ISO/IEC 14496-3 нинг MPEG-4 стандарти аудио кодлаш тузилмасини 3.17-расмда кўрсатилган умумлаштирилган чизма асосида кенгроқ кўриб чиқамиз.



3.17-расм. ISO/IEC 14496-3 нинг MPEG-4 стандарти кодирининг умумлаштирилган ташкилий чизмаси

Кодер сиқишнинг қуйидаги алгоритмларини ўз ичига олади:

- мураккаб динамик ва вақт тузилмага эга бўлган, товуш сигналнинг муסיқавий фрагментларини кодлашга мўлжалланган MPEG-4 AAC (Advanced Audio Coding) тизим;

- MPEG-4 AAC+SBR (Spectral Band Replication, айнан «спектрал поласалардан нусха кўчириш») динамик ва вақт бўйича мураккаб тузилмага эга бўлган, товуш сигналнинг муסיқавий фрагментларини кодлашда рақамли оқим тезлигини кўшимча пасайтириш имконини беради;

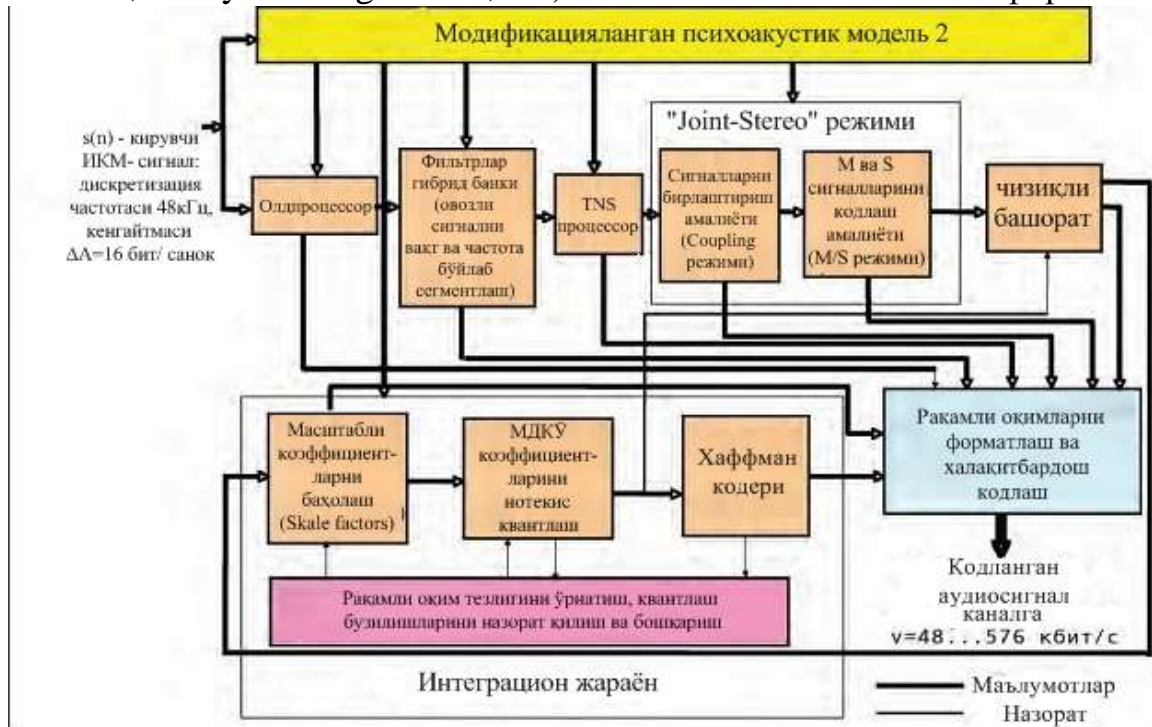
- Нутқни кодлашга хизмат қилувчи MPEG-4 CELP (Code Excited Linear Prediction);

- Мураккаб сигнални (нутқ+муסיка) параметрик кодлашга, шунингдек, нисбатан мураккаб бўлмаган тузилмага эга товуш сигналларини муסיқавий фрагментларини кодлашга мўлжалланган MPEG-4 HVXC+HILN (Harmonic Vector Excitation plus Harmonic and Individual Lines plus Noise).

Сиқиш алгоритми танлаш товуш сигнални ажратмасини дастлабки тахлил қилиш жараёнида автоматик амалга ошади.

Юқорида санаб ўтилган товуш сигналнинг кодлаш усулларини нисбатан тўлиқроқ кўриб чиқамиз.

ААС Алгоритми (3.18-расм) Дастлаб ISO/IEC 13818-7нинг MPEG-2 стандарти доирасида ишлаб чиқилган ва кейинчалик MPEG-4 стандартига киритилган. У ISO/IEC11172-3 ва 13818-3 стандартларининг Layer 3 (MP3) компрессиялаш алгоритмини ишлаб чиқиш давомидаги тажрибага асосланади, ҳамда барча таниқли овоз товуш форматларини қўллайди: моно (1/0), оддий стерео (2/0), Dolby тизимининг турли кўринишлари (Dolby Stereo 3/1; Dolby Surround 3/2; Dolby Pro Logic I и II, 3/2) ва беш каналли Surround-формат 5.1.



3.1

3.18-расм. ААС кодерининг ташкилий чизмаси (MPEG-2 ISO/IEC 13818-7 ва MPEG-4 ISO/IEC 14496-3)

MPEG-4 ААС алгоритмида MPEG-2 ААС алгоритмига нисбатан, товуш сигналларининг дискретлаш частоталарининг кўп қийматлари қўлланган: 8, 11,025, 16, 22,05, 24, 32, 44,1, 48, 64, 88,2, 96 кГц, шунингдек, синусоидал “дераза” функциялари ўрнига Кайзер-Бессел “дераза” функциялари қўлланган, у икки хил ўлчамдаги “деразага” эга: товуш сигналининг 2048 саноғидан иборат бўлган узун “дераза” ва товуш сигналининг 256 саноғидан иборат бўлган қисқа “дераза”. Бу эшитиш имкониятининг частота ва вақт бўйича Layer 3га нисбатан яхши мослашувини таъминлайди. Иккала ҳолатда ҳам товуш сигнали саноғи ажратмаларининг 50% қоплашдан фойдаланилади.

Layer 3 (MP-3) даги каби кодлашга семплларнинг ўзи эмас, балки МДКЎ коэффицентлари учрайди. Бироқ Layer 3 фарқли равишда, бу ерда нотекис квантлашда сиқиш қиялиги шакли ўзгарган, МДКЎ коэффицентларини кодлаш учун Хафманнинг бошқа кодлари ишлатилган. Шунингдек квантлаш хатоликларини катталикларини бошқариш иккита итерацион цикл – ички ва ташқи цикллар ёрдамида амалга оширилади.

Ички циклда МДКЎ коэффицентларини квантлаш ва кодлаш амалга оширилади, ташқи циклда эса кодлашнинг ҳар бир субполосасидаги квантлаш

хатоликларининг ҳақиқий катталикларини баҳолаш ва квантлаш хатоликларининг зарурий коррекцияси таъминланади. Агар бир ёки бир неча кодлаш субполосаларининг, психоакустик модел томонидан ҳисобланган, квантлаш бузилишларининг ҳақиқий қийматлари мумкин бўлган қийматлардан ошиб кетса, унда МДКЎ коэффициентларининг коррекциялаш амалиёти қуйидагича бажарилади: бошида бузилишлар олди режими ишга туширилади, агар бу иш ёрдам бермаса, психоакустик моделнинг талаблари бажарилмаётган кодлаш субполосасидаги МДКЎ коэффициентлари, коррекцияловчи кўпайтиргичга кўпайтирилади. Алгоритм уларнинг бошидаги кичик қийматдан бошлаб кетма-кет танлаб олинган бир неча қийматларига эга. Коррекциялашнинг ҳар бир циклидан сўнг, МДКЎ коэффициентларининг квантлаш ва кодлашининг барча амалиётлари кичик циклда қайтадан бажарилади, худди шундай тартибда токи психоакустик модель талаблари бажарилмагунча давом эттирилади.

ААС алгоритмида рақамли аудио маълумотларни сиқиш сифатини ошириш учун қуйидаги воситалар қўлланилади:

- Квантлаш бузилишлар тузилмасини бошқаришнинг махсус амалиётлари (Temporal Noise Shaping (TNS) -деб номланувчи техника);
- Субполосали сигналларни бирлаштирилиш амалиётлари ва уларни кодлашдаги ўзгартиришлар (Coupling);
- Алоҳида субполосалардаги стерео сигналларга ишлов беришда стерео жуфтликнинг ўнг ёки чап сигналларини кодлаш эмас, балки уларнинг йиғиндиси ва фарқини кодлаш имконияти яратилган:

$$M = (L+R)/\sqrt{2}, \quad S = (L-R)/\sqrt{2}.$$

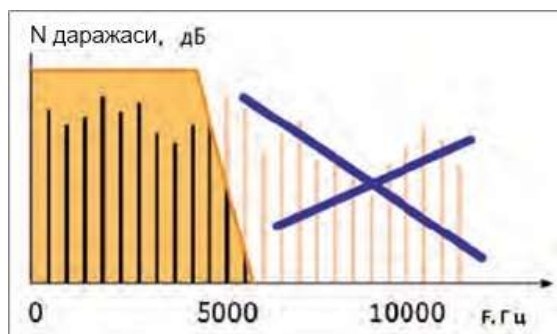
Таъкидлаш жоизки, чизиқли башоратда нафақат сигналлар саноклари орасидаги корреляция, балки квантлаш шовқин спектрининг шакли ва унинг вақт бўйича ўзгариши ҳам ҳисобга олинади. Бунда MPEG-4 ААС кодери асосини Layer 3даги каби модификацияланган психоакустик 2 модели ташкил этади, бироқ маскировкалаш асосий поғонасини ҳисоблашда қўшимча амалиёт ва аниқликлар киритилган.

TNS технологияси рақамли филтрларнинг асосида ААС алгоритмида амалиётга киритилган. Уларнинг ёрдами билан квантлаш бузилишлари энергияси сигналнинг фойдали сигнал энергияси юқори қийматли бўлган қисми саноклари доирасида тақсимланади, бу эса квантлаш шовқинининг эшитишга таъсирининг пасайтириш имконини беради. Ушбу амалиёт бажарилган сўнг, фойдали сигналнинг эгувчилари ва квантлаш бузилишлари вақт ва частота худудида шакли бўйича яқин бўлиб қолади, бу эса аудио оқим сиқиш самарадорлигини сезиларли оширади. Шундай қилиб, эшитиб кўрилган тестлар ААС компрессиясининг алгоритми “шаффоф кодлаш”ни рақамли оқим тезлиги бир каналга 64 кбит/с бўлганда таъминлаши белгиланган.

SBR Алгоритми (Spectral Band Replication - «спектрал полосаларни нусхалаш») – радиоэшиттириш ва телевидения товуш сигналларини ,паст

тезликга эга рақамли каналларда узатилгандаги, сифатни ошириш имкониятини беради.

Сиқишнинг катта коэффициентларида, товуш сигналлари спектридаги юқори частотали ташкил этувчиларини пасайтириш. унинг тембрининг бузилишларигаа олиб келади (3.20-расм). Натижада товуш сигналининг янграш тембри жуда паст ва хира (жарангсиз) бўлиб қолади ҳамда товуш сигнали тушинарсиз бўлиб қолади. Ундан ташқари, бундай ҳолатларда ишлаб чиқарувчилар каналнинг талаб этилган ўтказиш қобилиятини ва радиоканал частотасининг оралиғини камайитириш учун товуш сигнал спектрини узатишда чеклашга мажбур бўладилар. Масалан, частота дискретизацияси 12 кГц бўлганда, Котельников теоремасига кўра кодланаётган товуш сигналининг юқори частотаси 6 кГцдан юқори бўлмаслиги керак. SBR усули тикланаётган торвуш частоталарини полосасини юқорида кўрсатилган чегарадан каттарок кенгайтириш имконини беради. Жараён қуйидагиларга асосланган, қабул қилиш томонида , сигнал спектрининг паст частотали ва юқори частотали ташкил этувчилари орасида боғланиш ҳисобига , узатиш томонидаги дастлабки товуш сигнали (3.20-расм) тахминан тикланади .



3.20-расм. Товуш сигналининг юқори частотали спектрини чеклаш

Қабул қилувчи тарафдаги декодерда спектрнинг паст частотали таркибий қисмларидан қисман нусха олинади ва улар юқори частота спектрига ўтказилади. Бунда товуш спектрининг юқори частотали ташкил этувчисининг эгувчиси, SBR декодердан кейин, дастлабки сигнал эгувчисидан сезиларли фарқ қилмаслиги керак. Бу SBR декодерга товуш сигнали спектрининг юқори частотали қисми эгувчисини шакллантиришни таъминловчи қўшимча ахборот узатилиши ҳисобига эришилади. Эгувчини узатиш учун тахминан 2 кбит/с тезликка эга рақамли оқим талаб этилади. Жараёнда товуш сигнали спектрининг қайта тикланган юқори частотали қисмидаги шовқинсимон ва гармоник ташкил этувчилари орасидаги энергетик муносабатни сақлаш муҳим саналади. Шу сабабли декодернинг қабул қилувчи тарафида товуш сигнали юқори частота спектрининг қайта тикланган қисмини қўшимча шовқинсимон компонентлар билан тўлдирилади.

MPEG-4 AAC+SBR гибрид кодлаш алгоритми. Товуш сигнали тузилиши ва динамикаси бўйича мураккаб бўлган фрагментларни кодлашда AAC + SBR деб ифодаланадиган , яъни AAC ва SBR ларнинг биргаликда фойдаланиши кўзда тутилган кодлаш алгоритми қўлланилади. Бу товуш сигналининг кодлашдаги

рақамли оқим тезлигини камайтириш имконини беради. Ушбу ҳолатда рақамли товуш сигналини кодлашнинг икки турдаги протоколи қўлланилиши мумкин: улар кодлаш усулларининг биргаликда ишлатилишини кўзда тутадиган SBR+MPEG-4 AAC ва SBR+MPEG-4 CELP. Бироқ рақамли телевидения эшиттириш тизимида ҳозирча фақат SBR+MPEG-4 AAC ишлатилмоқда.

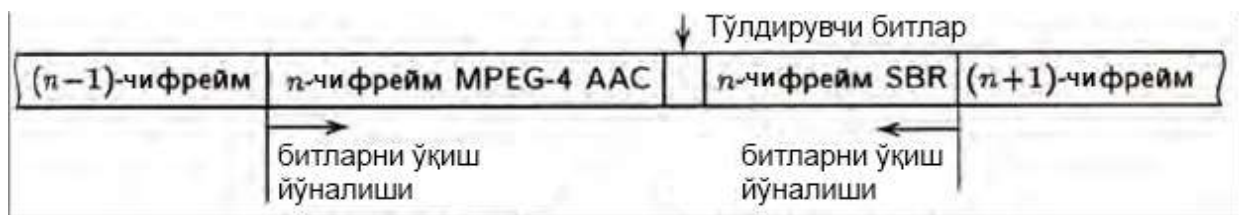
SBR+MPEG-4 AAC протоколи бўйича декодлашда MPEG-4 AAC декодери(3.20-расм) чиқишидаги рақамли оқим 32та полосали таҳлилловчи филтрлар жамламаси киришига келиб тушади. 32та полосанинг ҳар бирида товуш сигналнинг 30 та саноғидан иборат гуруҳлар ҳосил бўлади. Натижада таҳлилловчи филтрлар жамламаси чиқишида 960 та саноқдан иборат **фрейм** шаклланади. Ушбу фреймлар субполосали кодлашдаги юқори частотали ва паст частотали сигналларнинг вақт бўйича бир хил қийматини таъминлаш учун зарур бўлган кечикиш линияси блоки ва бошланғич сигнал юқори частотаси спектрал таркибий қисмини тиклаш блокига келиб тушади. Худди шу ерга SBR кодернинг рақамли оқимни қайта шакллантириш блокидан товуш сигналнинг юқори частоталари ташкил этувчиларини тиклаш учун зарур маълумот келиб тушади. Тизим кодерда товуш сигнали эгувчиси ва шовқинсимон ташкил этувчилари саноқлари дельта-модуляциядан фойдаланган ҳолда квантланади ва кодланади. Бу ахборот Хаффман коди ёрдамида кодланади ва SBR декодерига узатилади. Хаффман декодери қабул қилинган кодли сўзларни товуш сигнали эгувчиси ва шовқинсимон ташкил этувчиларнинг квантланган саноқларига ўзгартиради.

Товуш сигнали спектри эгувчисини баҳолаш учун SBR кодерда товуш сигнали субполосанинг саноқларини адаптив гуруҳлаш амалга оширилади ва белгиланган ўлчовли қийматлардан бири учун битта эгувчи саноқ аниқланади. Кодлаш субполосалари чегараси ва ажратма узунлиги ҳақидаги ахборот, яъни ҳар бир аудиофрейм учун частота-вақт параметрлари SBR декодерига узатилади. Узунроқ ажратмалар товуш сигнали квазистационар фрагментлари учун, кичиклари эса тез ўзгарувчилар учун қўлланилади. Товуш сигнали шовқинсимон спектрал ташкил этувчиларини аниқловчи вақт ва частота параметрлари худди шу тартибда узатилади.

Қабул қилиш томонида Хаффман декодери чиқишидаги ва частота-вақт параметрларни бошқариш қурилмаси маълумотлари кучайтириш коэффициентларини ҳисоблаш блокига келиб тушади. Ушбу коэффициентлар товуш сигнали спектрининг юқори частотали бўлаги эгувчисини шакллантирадиган кучайтиришни сошлаш блоки учун зарур.

Кучайтиришни сошлаш блокда амалиётдан ўтган субполосали юқори частотали ва паст частотали саноқларни бирлаштириш 64 каналли синтезловчи филтрлар жамламаси ёрдамида бажарилади.

Синтезловчи филтр чиқишидаги аудиофрейм товуш сигнали 1920 саноғидан ташкил топади ва хусусан AAC ва SBR кодерларига тегишли бўлган икки қисмдан иборат (3.21-расм). SBR битлари унинг охирида жойлашган бўлади, бунда AAC ва SBRга тегишли қисмлардаги битларни ўқиш йўналиши ўзаро тескари бўлади, бу эса фреймнинг иккала қисмидаги бошланғич нуқталарни қидиришни енгиллаштиради.



3.21 – расм. MPEG-4 AAC+SBR аудиофреймидаги рақамли маълумотларни жойлашиши.

Узатиш битрейти 20 кбит/с га тенг ёки ундан катта бўлган товуш сигналлари учун SBR кодлаш усули, радиоканал частота полосасига сиғиши(жойлашиши) учун, албатта қўлланиши керак. Товуш сигналнинг паст битрейтларида SBR кодери зарур ҳолда ишлатилиши мумкин. Кодлашнинг ушбу услуги рақамли аудиомаълумотларни сиқишнинг анча самарали технологияси ҳисобланади. Бу юқори сифатли товуш сигналлари (40...15000Гц) кодлашдаги рақамли оқим тезлигини пасайтириш имконини беради(битта каналга 22...24 кбит/с тезлик) ва қуйидаги характеристикаларга эга:

- Товуш сигнали битрейти ўзгариш диапазони - 2...72 кбит/с;
- Аудиофрейм давомийлиги - 40 мс;
- MPEG-4 AAC алгоритмидаги дискретизация частотаси– 24 кГц;
- MPEG-4 SBR алгоритмидаги дискретизация частотаси– 48 кГц;
- AAC алгоритмидан фойдалангандаги товушли частота диапазони - 0...6 кГц;
- SBR алгоритмидан фойдалангандаги товушли частота диапазони - 6...15,2кГц;
- AAC алгоритмидан фойдалангандаги битрейт - 22...24кбит/с;
- SBR алгоритмидан фойдалангандаги битрейт – 2 кбит/с.

Шундай қилиб, MPEG-4 стандартида товушли ахборотларни кодлаш бир-биридан қўлланилаётган алгоритмлар мураккаблиги ва тезлиги, узатилаётган маълумотлар ҳажми ва тикланган фонограммалар янграш сифати билан фарқланадиган турли усуллар ёрдамида амалга оширилиши мумкин. Шунинг учун товуш сигналлари кодлашда қўлланиладиган механизмларнинг асосий хусусиятларини санаб ўтаем:

1. Юқори ва ўрта сифатлари таъминланган барча турдаги товушларни кодлаш ISO/IEC 13818-7 MPEG-2 стандартининг AAC алгоритми асосидаги усул билан бажарилади. Ушбу ҳолатда товушнинг 8 та каналигача узатиш иккилик сигналларнинг тезлиги битта каналга 16...64 кбит/с бўлган қийматни сақлаган ҳолда таъминланади.

2. Чиқувчи оқими тезлиги анча паст бўлган мусиқа ва бошқа овозлар учун TwinVQ (Transform-domain Weighted Interleave Vector Quantization – ўзгартириш ҳудудидаги ўлчовли вектор орқали квантлашда оралатиш)ни қўллаш усули бўйича бажарилади. AAC усулидаги каби бу усулда ҳам частота диапазони кичик бўлақларга ажратилиши ва ҳар бир диапазонда МДКЎ бажарилиши билан ифодланади. AAC дан TwinVQнинг фарқи, унда товуш

сигналларининг спектрал таркибий қисмларини векторли квантлашда. Натижада иккилик символларнинг чикувчи маълумотлар оқимидаги узатиш тезлиги 6 дан 24 кбит/с гача етади.

3. Юқори ва ўрта сифатли нутқни узатиш учун CELP (Code Excited Linear Predictive – кўзғалишларни чизиқли башорат билан кодлаш) кодлаш усулидан фойдаланилади, унда дискретизация частотаси 8кГц ёки 16 кГц бўлганда, узатиш тезлиги 6...24 кбит/с бўлиши таъминланади.

4. Нутқни параметрик кодлаш HVXC (Harmonic Vector eXcitation Coding – кўзғалишларни гармоник векторлар билан кодлаш усули) Бу нутқни тушунарли сақлаб қолган ҳолатда 2..4 кбит/с тезликда, ҳаттоки частота дискретизацияси 8 кГц бўлганда 1,2 кбит/с тезликда бўлганда ҳам сиқиш имконини беради.

5. Узатишнинг энг паст кўрсаткичлари 0,2...1,2 кбит/с сунъий нутқни синтезлашда эришилади. Бунинг учун MPEG-4 да матнни нутқга айлантирувчи интерфейс мавжуд бўлиб, у нутқни талаффуз қилиш хусусиятлари (урғу, давомийлик ва бошқалар) кўрсатмалари билан бирга фонлар (товушлар бирикмаси) кетма-кетлиги кўринишида узатиш имконини беради. Ушбу маълумотларга кўра декодерда юз тасвири анимацияси билан синхронланадиган (мос келадиган) нутқ синтезланади.

6. Шунингдек мусиқа ҳам ифода кўринишида узатилиши ва декодерда синтезланиши мумкин. Мусиқий асбоблар янграшини ифодалаш учун MPEG-4да махсус тил SAOL (Structured Audio Orchestra Language – ташкиллаштирилган оркестр товуши тили) ишлатилади. Ҳар бир асбоб, жорий мусиқа асбоб учун, махсус овоз ҳосил қилувчилар йиғиндиси, сигналга ишлов берадиган воситалар сифатида олинади. Ҳар бир мусиқий асбобларнинг ифодалари декодерга қабул қилинадиган маълумотлар оқимидан алоҳида юкланади ва ундан кейинги фойдаланишгача сақлаш мумкин. Хусусан мусиқани ифодалаш учун оркестр жамламаси узатилади, яъни турли асбобларга мос келадиган овозлар синтезини бажарадиган маълумот ва буйруқлар.

3.4.MPEG-7 ва MPEG-21 истиқболли мультимедиа стандартлари

1996 йилнинг октябрида MPEG гуруҳи **MPEG-7 сиқиш форматини** ишлаб чиқишга киришди, у аудио ва видеоахборотни ифодалашнинг универсал механизмини аниқлашга хизмат қилиши белгиланди. Ушбу формат “Мультимедиа материалларини ифодалаш интерфейси (Multimedia Content Description Interface)” деб ном олди. MPEG оиласининг аввалги сиқиш форматларидан фарқли MPEG-7 турли шаклдаги(шу жумладан аналог кўринишдаги) ахборотни ифодалайди ва маълумотларни узатиш муҳитига боғлиқ бўлмайди. Ўзининг авлодлари каби MPEG-7 сиқиш формати ҳам, битта ифода доирасида. масштабланаётган ахборотни ишлаб чиқаради .

MPEG-7 сиқиш формати аудио ва видео ахборотларни кўп сатхли ифодалаш тузилмасини кўллайди. Энг юқори сатхда файл таркиби, яъни яратувчининг исми, яратилган санси кабилар ёзиб қўйилади. MPEG-7 сиқиш форматининг

кейинги сатҳида сиқилаётган аудио ва видеоматбуотнинг хусусиятлари кўрсатилади, масалан: ранги, текст матни, фони ва тезлиги ва ҳ.к.. Бунда MPEG-7 аудиовизуал материалларнинг қуйидагиларини ўз ичига олиши мумкин: статик тасвирлар, графика, 3D модел, овоз, товуш, видео ва композит матбуотлар ҳамда мультимедиа намоишида элементлар қандай бирикиши ҳақидаги ахборотларни. Махсус ҳолларда ушбу умумий матбуот турларига инсоннинг юз ифодаси ва шахсий характеристикалари ҳам киради. MPEG-7 ажралиб турадиган хусусиятларидан бири унинг сиқилаётган ахборот турини аниқлаш қобилиятидир. Агар у аудио ёки видео файл бўлса, аввал MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 алгоритмлари билан сиқилади ва сўнгра MPEG-7 ёрдамида ифодаланади. Сиқиш усулини танлашдаги бундай мослашувчанлик ахборот ҳажмини қисқартиради ва сиқиш жараёнини тезлаштиради. MPEG-7 сиқиш форматининг унинг авлодларидан асосий афзаллиги шундаки, у ахборотни ҳам умумий ҳам инсон томонидан қабул қилиши билан боғлиқ семантик белгилар асосида, автоматик ажратиш имконини берадиган ифодалаш чизмалари ва алоҳида тенги йўқ дескрипторлардан фойдаланади. Каталогга киритиш ва матбуотларни кидириш амалиёти сиқиш форматини кўриб чиқиш муҳитидан ташқари бўлади.

Алоҳида шуни айтиб ўтиш жоизки , MPEG-7 стандарти MPEG-4 стандартининг ўрнини босмайди, балки уни тўлдиради. Бунда MPEG-4 ахборотни намоиш этиш усулини, MPEG-7 эса уни таърифлаш усулини таъминлайди. Шундай қилиб, MPEG-7 ва MPEG-4нинг мукамал боғланишини яратиш режалаштирилмоқда, айниқса MPEG-4 объектлари ишлатилаётган ҳолатларда.

MPEG-7 стандарти қуйидаги қисмлардан иборат:

•**MPEG-7нинг тизимли воситалари**, улар MPEG-7 ифодаларини самарали узатишга ва ёзишга тайёрлашда ва материал ҳамда таърифлар орасида мослашувни (синхронизацияни) таъминлашда учун зарур. Ушбу тизимли воситалар шунингдек, интеллектуал мулкни кўриқлашга ҳам алоқадор.

•**MPEG-7 аниқликларини таърифлаш тили**, янги таърифлар чизмаларини ва янги дескрипторлар учун керак.

•**Audio – дескрипторлар ва MPEG-7 таърифлаш схемалари**, фақат аудиоматериални таърифлашга оид.

•**Visual – дескрипторлар MPEG-7 таърифлаш схемалари**, фақат визуал материални таърифлашга оид.

•**Multimedia Description Schemes – дескрипторлар ва таърифлаш схемалари**, мультимедиани таърифлаш умумий характеристикаларига оид.

•**Reference Software MPEG-7 –MPEG-7 стандартининг мос қисмларини дастурий татбиқ этиш.**

•**Conformance MPEG-7 –MPEG-7 амалий татбиқ этишнинг ишчи характеристикаларининг базавий омиллари ва тестлаш амалиётлари.**

Бироқ ҳозирги кунда стандарт фақатгина ишлаб чиқиш босқичида турибди ва келажакда телевидения эшиттириш соҳасида кенг қўлланилади ва кидирув

серверлари томонидан турли мультимедиа ахборотларини топишда фойдаланилади. Мультимедиа ахборотларни қидириш жараёни айниқса, катта ҳажмли қаттиқ дискларда ёзилган ахборотларнинг, катта ҳажмлари билан иш кўраётганда анча соддалашади.

MPEG-21 — бу ҳам ишлаб чиқиш жараёнида турган янги стандартлардан бири бўлиб, унинг вазифаси рақамли объектлар билан алмашилиш, сотиш ва бошқа манипуляцияларда фойдаланувчиларни кўллаб қувватлаш технологиясини аниқлаш ҳисобланади. Шу билан бирга ушбу опреацияларнинг максимал самарадорлиги ва шаффофлиги таъминланиши кутилмоқда. MPEG-21 дунёси Фойдаланувчилар (Users), ва улар муносабатга киришадиган Рақамли Элементлар (Digital Items) дан иборат. Рақамли Элемент сифатида ҳар нарса бўлиши мумкин: мультимедиа таркибининг бир қисмидан бошлаб тўлиқ видеоёзув коллекциясигача. MPEG-21 Фойдаланувчиси сифатида ҳар қандай шахс (ишлаб чиқарувчилардан бошлаб то сотувчи ва харидоргача) қатнашиши мумкин. Шуниси қизиқки, MPEG-21да ҳамма Фойдаланувчилар ўзаро тенг, чунки Рақамли Элементлар борасида уларнинг ўз ҳуқуқлари ва қизиқишлари бор, ушбу қизиқиш ва ҳуқуқларни эса улар ифодаланиши керак. Тарқатилаётган ахборот ўз-ўзидан қимматлидир, ва албатта фойдаланувчи ундан фойдаланишда уни бошқаришни хоҳлайди. MPEG-21станданти жиддий ҳаракат кучи бўлиб рақамли революция унинг мультимедиа ахборотини тарқатиш ва ишлаб чиқиш занжирида янги роль ўйнаш имкониятини беришидадир.

Назорат саволлари

1. MPEG-1 стандартининг видео қисми.
2. MPEG-1 стандартининг товушли қисми.
3. MPEG-2 стандарти телевидения эшиттириш тизимлари.
4. MPEG-2нинг таркибий неча қисмидан иборат?
5. MPEG-2 стандартида тасвирларга қандай ишлов берилади?
6. MPEG-2 видеокодер чиқишидаги маълумотлар оқими.
7. MPEG-2 стандартида товуш сигналларига қандай ишлов берилади?
8. MPEG-4 мультимедиа стандарти.
9. MPEG-7 стандарти қандай қисмлардан иборат?
10. MPEG-21 стандартини бошқа стандартлардан афзаллиги.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Гаврилов И.А., Ибраева С.М., Игнатъева О.С. «Особенности передачи ТВ сигналов по каналам сотовой связи» // Труды международной научной конференции «Роль и значение телекоммуникаций и информационных технологий в современном обществе» Ташкент 2006. Том-1 с 138.

2. Игнатъева О.С., Гаврилов И.А. «Особенности сжатия звукового сопровождения телевидения в реальном масштабе времени». // Труды международной научной конференции «Роль и значение телекоммуникаций и информационных технологий в современном обществе» Ташкент 2006. Том-1 с 163.

3. Богданов В.В. Цифровые вокодерные преобразователи : учеб. пособие для студентов / В.В. Богданов. - Пенза : Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1996. - 75 с.

4. Gavrilov I.A., Ibraimov R.R., Benilov A.I., Ibraeva S.M., Ignatieva O.S., Chernyshov A.A. «Study of TV-signals over cellular networks transmission possibility», The Second International Conference In Central Asia on Internet The Next Generation of Mobile, Wireless and Optical Communications Networks (ICI2006), 2006, Tashkent.

4-мавзу. Рақамли телевизион сигналларни алоқа каналлари бўйлаб узатиш (2 соат)

Режа:

1. Рақамли телевизион сигнални алоқа каналлари орқали узатишга бўлган талаблар.

2. Оралатиш ва Скремблирлаш.

3. Ҳалақитбардошли кодлаш.

4. Рақамли телевизион сигнални узатишда қўлланиладиган модуляция усуллари.

Таянч иборалар: Оралатиш, скремблирлаш, кодлар, интервал, модуляция.

4.1. Рақамли телевизион сигнални алоқа каналлари орқали узатишга бўлган талаблар

Рақамли телевизион сигналларни узатишдаги асосий талаблардан бири мавжуд аналог телевидения алоқа каналларидан фойдаланишни таъмилашдир.

Буни талабни бажармаслик жуда катта молиявий харажатларга олиб келади, чунки рақамли телевидения учун янги частота диапазонларини бириктириш, узатувчи ва қабул қилувчи қурилмаларни, антенналарни алмаштириш, кенг полосали узатгичлар ва телевидения қабул қилгичларни

яратиш кераклигига олиб келар эди. Бу ерда аввал айтилгандек, MPEG – 2 кодирининг чиқишида максимал битрейт 15 Мбит/с етади.

Сигналнинг амплитудаси икки қийматини қабул қилиши мумкин амплитуда манипуляцияси ҳосил қилинганда алоқа канали орқали узатишдаги самарадорлик 1 (бит/с) Гц бўлиши мумкин. Демак рақамли телевизион сигнални узатиш учун керак бўладиган частота полосаси 15 МГц бўлиши лозим, бу эса стандарт телевидения каналининг узатиш полосанинг сезиларли даражада кенгайтиришни талаб қилади. (Ўзбекистон ва МДХ давлатларида 8МГц, Европа, АҚШ, Японияда 6 МГц)

Шунинг учун ҳам рақамли телевизион сигналларини узатишда, яъни частоталар полосасидан самарали фойдаланишда, айниқса бир неча оддий аниқликдаги сигналларни битта каналда узатиш ёки юқори аниқликдаги телевизион сигналларни узатиш учун мураккаб модуляцияларни қўллашга тўғри келар эди.

Бундан ташқари аналог телевидениядаги оний қийматлари узатиладиган тўлиқ рангли телевизион сигнал (ТРТВС) ва товуш ташкил этувчисидан фарқли равишда рақамли телевидения тизимида, алоқа канали орқали, алоҳида телевизион программаларнинг(программа оқимлари) сиқилган рақамли оқимлари узатилади. Бунда программа оқими видео, аудио ва қўшича ишчи ахборотлар сигналларини бирлаштирган якка транспорт оқимини ташкил этади.

MPEG – 2 нинг транспорт оқими 4та программа оқимини ўз ичига олади ва MPEG-4 транспорт оқими эса 8 – 12та программа оқимини олади.

Транспорт оқимининг халақитбардошлигини ошириш муҳим вазифа, чунки халақитлар аналог телевидения кўрсатиш сифатини ёмонлаштиради, рақамли ахборотнинг халақит сигналлари орқали бузилиши тасвир ва овозни жуда катта бузилишларига ёки телевизион ахборотларни умуман йўқолишига олиб келиши мумкин. Амалиётда бу кўрсатув кадрларининг “қотиб қолиши” ёки уларда мозаикали(чаплашиб кетган) кадр пайдо бўлишига олиб келади.

Шундай қилиб, рақамли телевизион каналларда , халақитбардошлик етарли даражада таъминланмаса, улар нормал фаолият кўрсатишлари мумкин эмас.. Шунинг учун хатоликлар пайдо бўлиш сабабларини кўриб чиқамиз:

- халақитлар -шовқинларнинг табиий ҳар хил турлари (иссиқлик шовқини, зарядлар ташувчиларнинг генерация – рекомбинациясини шовқини, касрий шовқини ва ҳ.к), улар асосан қабул қилгичларнинг кириш каскадларида намоён бўладилар;

- индустриал ва атмосфера халақитлари (қисқа кўринишдаги , ёйсимон разрядланишлар -пайвандлаш аппаратларида, электр транспорти воситаларида, момақалди роқ вақтида);

- интерференцион халақилар -кўшни худудларда худди шу частоталарда ишлайдиган радио узатгичлардан чиқувчи халақитлар;

- кўп нурли радиотўлқинлардан ҳосил бўлувчи халақитлар-ернинг усти, қурилиш иморатлари, металл сатҳлардан ва ҳ.к. қайтган радиотўлқинлар.

Шундай қилиб, халақитлар бирламчи ва пакетли (гурухли) бўлишлари мумкин.

Бирламчи (якка) хатолар бир бирига боғлиқ эмас, а пакетли хатолар бирданига бир неча кўшни иккилик символларни буиши мумкин. Мисол учун: кўп узоқ давом этган импульс халақитлар тасвир сигналида кема кет келаётган бир неча иккилик символларни барчасини нолга ёки бирга айлантириши мумкин.

Халақитлардан сақланишнинг анъанавий усуллари: телевизион сигналларнинг узатгичлари куввати ошириш, антенналарни айна холатга мос келувчи кўрсатгичларини таъминлаш, қабул қилгич қурилмаларида кичик шовқин чиқарувчи деталларни қўллаш, совитиш қурилмаларини ишлатиш (вентиляция қўллаш), кўшни худудларда частота тақсимланишини оптималлаштиришлардир

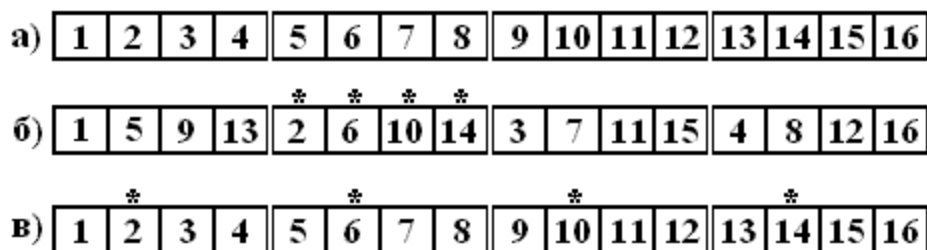
Рақамли сигналлар узатилганда эса, халақитларни камайтириш учун, халақитларнинг пайдо бўлишини аниқловчи ва уларни йўқотилишини амалга оширувчи махсус кодларнинг фойдаланиш мумкин.

Бундан ташқари танланган модуляция усули ҳам халақитларни камайтиришга йўналтирилган бўлиши лозим. Шунинг учун ҳам рақамли телевиденияда сигналларни узатиш усуллари аналог телевидениядан тубдан фарқ қилади.

4.2.Оралатиш ва Скремблирлаш

Пакетли хатоликларни таъсирини самарали йўқотиш усулидан бири бу **оралатиш** ёки аралаштириш (инглизча – interleaving- ўзбекча – аралаштириш) дир. Маълумот алоқа канали орқали узатишдан олдин керакли тартибда жойлаштирилади, қабул томонда эса жой – жойига қўйилиб, тикланади ёки **қайта оралатиш** амалга оширилади . Бундай ҳолда пакетли хатолар, бўлакланган якка хатоларга айланади ва уларни осон аниқланиш имконияти яратилади ҳамда хатони аниқловчи кодлар ёрдамида тuzатилади.

Оралатиш ва қайта оралатишлар 4.1- расмдан келтирилган. Дастлабки рақамли сигнал иккилик сўзларининг тўрт разрядли кетма – кет узатиловчи битларидир (4.1а-расм)



4.1- расм. Оралатиш ва қайта оралатиш

16 битдан иборат кесимда рақамли сигнал оралатилади. Сонлар бу кесимдаги битларнинг номерини кўрсатади. Оралатиш таъсирида битларнинг жойи ўзгаради (4.1б- расм) . Маълумот блокада юлдузчалар билан белгиланган нисбатан узун хатоликларни ҳосил қилувчи халақитлар, пакетли халақитлар

пайдо бўлади. Қайта оралатиш натижасида хатоликлар ҳар хил иккилик сўзларга ўтиб кетади ва дастлабки сигнал тикланиш жараёнида пакетли хатоликлар йўқолади (4.1в -расм). Шундай қилиб айрим битларни эмас балки битлар гуруҳини ёки байтларни ҳам алмаштириш мумкин.

Рақамли телевидениянинг DVB стандартида оралатиш, Рид – Соломон (кейинги бўлимларида кенгроқ берилади) кодланишдан сўнг, транспорт оқими пакетлари доирасида амалга оширилади. Натижада пакетларнинг ҳажми 188 дан 204 байтгача катталашади. Ҳар бир пакет 17 байтдан иборат 12 гуруҳга бўлинади. Дастлаб ҳамма гуруҳнинг биринчи байтлари (1,18,...,171,188), сўнгра гуруҳларнинг иккинчи байтлари (2,19,...,172,189) ва ҳ.к. лар узатиладилар. Охирида гуруҳларнинг сўнги байтлари (17,34,...,187,204) узатилади. Шундай қилиб, оралатиш жараёнида, транспорт оқими пакети доирасида, ҳар хил байтлар 0 дан 176 позиция оралиғида аралашиб кетадилар. Энг асосийси қабул қилиш томонида ҳамма байтлар кетма кетлиги тикланади. Оралатиш узатилаётган сигналларни санкциясиз (рухсатсиз) киришдан сақлашда ишлатилиши қулай, чунки тиклаш ва дастлабки ҳолатга қайтариш и ўрин алмаштириш қонунларини билган ҳолдагина амалга оширилиши мумкин.

Скремблирлаш. MPEG – 2 стандартида, маълумотларни рухсатсиз киришга ва олишга йўл қўймайдиган, ахборот оқимининг (видео, аудио ва бошқалар) характерини ўзгартирилишига **скремблирлаш** дейилади.

Қайта скремблирлаш эса скремблирлашнинг тескарасидир, яъни қайта тиклаш операциясидир. Рақамли телевизион тизимларда скремблирлаш асосан **рандомизация** (тасодифийликни ташкиллаштириш) учун қўлланилади.

Рандомизация рақамли сигнални квазитасодифийга алмаштиришни амалга оширади ва иккита вазифани ечишга ёрдам беради:

1. Узун ноллар ёки бирлар гуруҳларини, рақамли сигналлар таркибида кўплаб пайдо бўлувчи қийматлар фарқи шаклида ҳосил қилишдир, бу эса унинг таркибидан такт импульсларини ажратишни осонлаштиради (бу хосса ўз навбатида ўз ўзини синхронизация қилиш дейилади)

2. Рандомизация радиосигнал узатилишида унинг энергетик сатҳини текислашни таъминлайди, чунки тасодифий шовқиннинг спектр бўйича кувват тақсимооти частота ўқи бўйлаб бир хил. Шунинг учун ҳам сигнални квазитасодифий сигналга ўтказиш спектрни текислашга ёрдам беради. Частота диапазонидаги спектрнинг бир хил қийматлилиги узатиш қурилмасининг самарадорлигини оширади ва рақамли телевидениянинг аналог телевизион тизимларга таъсирини, халақитларини камайтиради.

Скремблирлаш учун узатилаётган рақамли сигналга қўшимча “халақит берувчи” сигнал, яъни **псевдотасодифий кетма кетликдаги** (ПТКК) сигнал қўшилади. Псевдотасодифий кетма-кетлик сигнали сифатида махсус генератор ишлаб чиқарадиган сигнал ишлатилади. Амалиётда рандомизациялаш модул 2 бўйича қўшиш амали орқали бажарилади, яъни рақамли маълумотлар оқими “ЁКИ ни йўқотувчи” манътикий операциялар (XOR) ва иккилик псевдотасодифий кетма – кетлик PRBS (Pseudo Random Binary Sequence) ларнинг қўшилиши орқали амалга оширилади. Бу битлар кетма кетлиги, кўп томондан тасодифий сигналлар хусусиятига эга.

Ноллар ва бирлар ПТКК(псевдотасодифий кетма-кетлик)да хаотик ҳолатда жойлашгандек бўлсада, ҳақиқатда эса, ҳар бир ПТКК алгоритм асосида шаклланади ва улар унча кўп бўлмаган параметрлар билан ифодаланади.

Бунинг учун қабул қилиш томонига худди шундай ПТКК ни ҳосил қилувчи алгоритм узатилади, агар шундай қилинмаса қабул қилинган сигнални дескремблирлаш қ мумкин эмас.

4.3.Халақитбардошли кодлаш

Юқорида айтилгандек, рақамли телевиденияни транспорт оқимининг халақитбардошлигини оширадиган усул-оралатиш усулидир. Аммо бу усул рақамли оқимдаги иккилик символларининг якка хатоликларини аниқлай олмайди. Шу сабаб оралатишдан ташқари телевизион сигналларни узатилиш томонида махсус халақитбардошликни оширишга мўлжалланган маълумотни кодлаш усули ишлатилади. Бу эса ўз навбатида қабул қилиш томонида пайдо бўлган хатоларни аниқлашга ва уларни тўғирлашга ёрдам беради.

Халақитбардошликни ошириш учун қўлланиладиган кодлар **коррекцияловчи кодлар** ёки **хатоларни тўғирловчи кодлар** дейилади.

Қўлланилаётган хатоликни аниқлаш кодлари узатилишдаги хатоликларни комбинациясини топса, унда хато қабул қилинган тасвир элементлари ўрнига аввал қабул қилинган тасвир элементлари билан алмаштирилади. Бундай ҳолатда телевизор экрандаги бузилишлар таъсири анча камаяди. Бундай усулда хатони тўғирлаш маскировкалаш усули дейилади.

Мураккаблаштирилган коррекцияловчи кодлар ишлатилса, хатоларни нафақат аниқлайди, балки уларни тўғирлаш имконияти яратилади. Одатда коррекцияловчи кодлар асосан хатоларни кўпроқ аниқлайди, аммо камроқ уларни тўғирлаш имконига эга. Коррекцияловчи кодларнинг маълум интервалдаги иккилик символлари кетма – кетлигидаги хатолар сонини тўғирлаш қобилияти, мисол учун бир комбинациядаги кодларни тўғирлаш-**кодларнинг тўғирлаш қобилияти** дейилади.

Коррекцияловчи кодларнинг тузилишининг асосий омили шундаки, ҳар бир узатилаётган иккилик символли ахборотларнинг код комбинация **k** га қўшимча ориқча маълумотли **p** иккилик символлари киритилади. Натижада янги код комбинацияси пайдо бўлади ва унда иккилик символлари **n = k + p**. Бундай кодни (**n**, **k**) деб белгилаймиз.

Ахборот символларининг ташкил этувчиси **код тезлиги нисбати** бўлиб, у бундай ифодани ташкил қилади:

$$R=k/n = k/(k+p) \quad (4.1)$$

Бундай кодларнинг қабул қилиши мумкин бўлган комбинациялар қиймати 2^n га тенгдир. Улардан узатишга рухсат этилганлари 2^k код комбинациялари. Қолган $2^n - 2^k$ код комбинациялари тақиқланганлардир, ана шундай

тақиқланган кодларнинг биттасини қабул қилиш томонида пайдо бўлиши маълумотларнинг хато эканлигини билдиради.

Коднинг аниқлаш ва тўғирлаш қобилиятини баҳолашда **кодлар масофаси** ёки **Хемминг масофаси** тушунчалари ишлатилади. $\{x_{ij}\}$ ва $\{x_{mj}\}$ код комбинациялари орасидаги масофа d_{im} , комбинациялар сонининг иккилик разрядлари фарқи сифатида келтирилади.

Мисол учун **0001** ва **0011** кодлар комбинациясидаги кодлар масофаси **1** ҳамда **0000** ва **1111** кодлар комбинациясидаги кодлар масофаси эса **4** га тенгдир.

Агар рухсат этилган кодлар комбинацияси шундай танланган бўлсаки, исталган рухсат этилган код комбинацияларининг иккилик символлари ўзгариши тақиқланганларга айланса, бундай коррекцияловчи кодлар комбинацияси алоҳида комбинациялардаги якка хатолик кодларини аниқланишини таъминлайди. Бунда якка хато даслабки код комбинациясини ўзидан **1** орқадаги код комбинациясига ўтказди.

Шундай қилиб, якка хатоларни аниқлаш учун иккита рухсат этилган кодлар комбинациялари учун коррекцияловчи кодлар масофаси 2 дан кам бўлмаслиги лозим. Кодлар комбинациядаги r_1 хатони топмоқ учун иккита рухсат этилган кодлар комбинацияси орасидаги масофа $d \geq r_1 + 1$ тенгсизликни қониқтириши керак.

Оддий ва кенг тарқалган халақитбардошли кодлаш бу **жуфтликка** текширишдир. Текширишда ҳар бир код комбинациясига битта кўшимча иккилик символ X_p **назорат қилувчи ёки текширувчи бит** киритилади. Бу бит **1**га тенг, агар даслабки комбинациядаги бирлик йиғинди тоқ сонга тенг бўлса ва акс ҳолда эса **0**га тенг. Ушбу қонуният қуйидагича ифодаланади:

$$X_p = X_1 \oplus X_2 \oplus \dots \oplus X_k, \quad (4.2)$$

бу ерда $X_1 \dots X_k$, даслабки код комбинациясининг иккилик символлари.

Агар тизимнинг қабул қилиш томонида кодли комбинациянинг иккилик символининг бири хато қабул қилинса, унда назорат битининг қиймати (5.2) ни қаноатлантормайди. Бу мос тушмаслик махсус схема орқали аниқланади ва хатолик пайдо бўлганлигининг белгиси бўлади. Шундай қилиб жуфтликка текшириш якка хатоларни аниқлайди, лекин уларни тузатишга имкон яратмайди. Ушбу усул ҳисоблаш машиналарида ишлатилади, чунки уларда бирорта ҳам хатоли бит бўлмаслиги лозим.

Якка тартибдаги хатоларни йўқотиш учун, исталган ихтиёрий иккита рухсат этилган кодлар комбинацияси орасидаги коррекцияловчи код масофаси 3 дан кам бўлмаслиги лозим. Бу ҳолатда қабул қилинган тақиқланган код комбинацияси унга яқин бўлган рухсат этилган код комбинацияси билан алмаштирилади.

Бундай ҳолатда якка хатоликлар, узатишдаги рухсат этилган код комбинацияси қабул қилинган тақиқланган код комбинациядан 1 га силжиган ва қолганлари рухсат этилган код комбинациясидан 2 дан кам бўлмаган ҳолда силжиган.

Бундай ҳолатда хато албатта тузатилади. Умумий ҳолатда код комбинациясидаги r_2 хатоликни коррекциялаш учун иккита исталган ихтиёрий

рухсат этилган кодлар орасидаги кодлар масофаси d куйидаги тенгсизликни $d > 2r_2 + 1$ қаноатлантириши керак.

Рухсат этилган код комбинациялари масофасини ошириш учун узатилаётган код комбинацияларидаги назорат қилувчи символлар сони p ни ошириш керак. Математик муносабат куйидагича:

$$d_{\min} = p + 1 = n - k + 1, \quad (4.3)$$

бу ерда d_{\min} иккита рухсат этилган код комбинацияси орасидаги минимал код масофаси.

Шу билан бирга, текширувчи битлар сонини ошириш маълумотлар узатиш тезлигини кескин камайтирмаслиги (код тезлигига нисбатан) учун кодли комбинациядаги (5.1) ахборотлар символларини k мартаба кўпайтирмоқ лозим.

Белгиланган n ва k ли кодларни шакллантиришда хилма хил усуллар мавжуд. Рақамли телевидения тизими учун пакетли хатоларни, бир неча кўшни иккилик символларини бузилишини коррекциялаш катта аҳамиятга эга. Бундан ташқари рақамли телевиденияда тизимга кодни танлашда оддий декодлаш усулини танлаш мақсадга мувофиқ, чунки декодер хар бир телевидения қабул қилгичида бўлмоғи лозим. Шу сабаб катта бўлмаган халакитбардош кодлар классификацияси 4.2 –расмда келтирилган.



4.2-расм. Коррекцияловчи кодлар классификацияси

Коррекцияловчи кодлар **блокли** ва **йиғилувчи** (узлуксиз) кодларга бўлинади. **Блокли кодлар- k** ахборот кодларидан ташкил топган, дастлабки код комбинациясини узатилаётган $n > k$ символларидан ташкил топган код комбинациясига қайта кодлашга асосланган. Қўшимча $p = n - k$ символлари дастлабки код комбинациясининг k символларига боғлиқ. Демак, кодлаш ва декодлаш доимо бир код комбинацияси (блоки) доирасида амалга оширилади.

Бунга қарама – қарши **йиғилувчи кодларда**, кодлаш ва декодлаш иккилик символлар кетма – кетлиги барчаси устидан доимо олиб борилади.

Блокли кодлар таркиби **ажратилувчан** ва **ажратилмас** бўладилар. Ажратилувчан кодларда ҳар бир код комбинациясида қайси бир символлар маълумот ташувчи ва қайси бирлари текширувчи бўлишлари кўрсатилади. Ажратилмасда эса бунда имконият йўқ.

Кейинги классификация поғонаси – **тизимлик кодлардир**. Уларнинг фарқи шундаки, текширувчи символлар ахборот символларидан, математик боғланишлар орқали, аниқ қоидалар асосида шакллантирилади. Мисол учун ҳар бир текширувчи символ X_{pj} ахборот символларининг чизиқли комбинацияси сифатида олинади:

$$X_{pj} = (b_{1j}x_1) \oplus (b_{2j}x_2) \oplus \dots \oplus (b_{kj}x_k) \quad (4.4)$$

бу ерда $b_{1j} \dots b_{kj}$ – коэффицентлар, уларнинг қиймати 0 ёки 1;

$$j = 1, 2, \dots, n-k$$

Циклик кодлар – улар полиномлар қийматлари циклик силжитилган асосда шакллантирилади ва қуйидаги асосий хусусиятларни қамрайди.

Агар код комбинацияси $a_0 a_1 a_2 \dots a_{n-1}$ рухсат этилган кодлар бўлса, унда циклик силжиш йўли билан олинган комбинация $a_{n-1} a_0 a_1, \dots, a_{n-2}$ ҳам рухсат этилган кодлардир.

Полиномни ёзишда код сўзларини циклик силжитиш операцияси, шу полиномни, маълум кўпайтириш амалини бажарган ҳолда, x (**код комбинацияни ёзиш учун формал ўзгарувчан**)га кўпайтиришни амалга оширилади.

Полином $g(x)$ ни шакллантирувчи циклик код қуйидагича яратилади:

1. Дастлаб $g(x), xg(x), x^2 g(x), \dots, x^{k-1} g(x)$ полиномлари олинади.

2. Бу полиномларга мос кодлар комбинацияси G матрича қатори сифатида ёзилади ва матрица шакллантирувчиси (яратувчиси) деб аталади.

3. Коднинг рухсат этилган кодлар комбинацияси йиғиндиси яратилади. Унга нол кодлар комбинацияси, аввал келтирилган k кодлар комбинацияси ва уларнинг ҳар хил кўринишдаги комбинациялар йиғиндиси олинади. Шундай йўл билан олинган рухсат этилган кодлар комбинациясининг умумий сони 2^k бўлиб, ахборотлар кодлари разрядига тенгдир.

Декодлашида эса дастлаб тўғирловчи матрица шакллантирилади ва унинг ҳар бир қатори қабул қилинган кодлар комбинацияси $a_0 a_1 a_2 \dots a_{n-1}$ ларга скаляр кўпайтирилади.

Бу операцияни қуйидаги ифода билан ёзиш мумкин:

$$C_j = (h_{j1}a_1) \oplus (h_{j2}a_2) \oplus \dots \oplus (h_{jn}a_n), \quad (5.5)$$

бу ерда тўғирловчи матрица (H)нинг j – сатрининг(қаторининг) h_{ji} элементлари.

Олинган $n - k$ сонлар C_j нинг тўғирловчи вектори ёки синдромини ҳосил қилади ва агар хатоликлар бўлмаса, барча $C_j=0$ бўлади. Агар ушбу код комбинацияси узатишда хатолик бўлган бўлса, унда C_j нинг айрим сонлари нолга тенг бўлмайди. Тўғирловчи векторнинг қайси бир элементи нолдан фарқли бўлса, қабул қилинган код комбинациясида қайси разрядларида хато борлиги аниқланади ва натижада бу хатолик тузатилади.

Циклик кодлардан фойдаланишнинг яна бир устунлиги кодлаш ва декодлаш қурилмаларининг, модуль 2 сумматори орқали ишлайдиган, тескари алоқали силжитувчи регистрлар кўринишида бўлишидир.

Ҳар хил турдаги циклик кодлар хилма хил кўринишдаги полиномлар томонидан шакллантирилади. Бунинг учун ривожланган математик теориялар мавжуд.

Кўплаб кенг тарқалган ва самарали циклик кодлар орасида **Бозе – Чоудхури Хоквингема** (БЧХ – бош ҳарфлари, инглиз тилида эса **BCH – Bose, Chfudhuri, Nockwinham**) кодлари қўлланилади. Мисол учун: **БЧХ(63,44) коди 44 ахборот ва 19 текширувчи кодлардан** иборат. Бу БЧХ кодлари рақамли сунъий йўлдош радиоэшиттириш тизимларида қўлланилади ва ҳар бир 63символли блок учун 2 ёки 3 хатоликни тузатади, 4 ёки 5 хатоликларни эса аниқлайди. Бундай кодларнинг нисбий тезлиги **$R= 44/63 = 0,698$** .

БЧХ (BCH) кодларидан бир тури **Рид – Соломон(Reed-Solomon)** кодларидир. Улар замонавий рақамли телевидения тизимларида халақитбардошликни оширишда қўлланадилар. Бу кодлар **иккиликмас** кодларга киради, чунки уларнинг символлари кўп разрядли иккилик сонлар, байтлар бўлишлари мумкин. Европанинг **DVB** рақамли телевидениясида **Рид – Соломон** коди ишлатилади ва **(204, 188, 8)** кўринишда ёзилади, бу ерда:

188 – **MPEG – 2** транспорт оқими пакетидаги ахборот ташувчи байтлар сони;

204 – текширувчи символлар қўшилгандан сўнг пакетда пайдо бўлган байтлар сони;

8 – код комбинациялари орасидаги мумкин бўлган минимал код масофаси.

Шундай қилиб, код комбинацияси сифатида транспорт оқимининг бутун пакетлари, яъни ахборот ташувчи **$188 \times 8 = 1504$** битлар ва уларга қўшимча **$16 \times 8 = 128$** текширувчи битлар символлари олинади. Бундай коднинг нисбий тезлиги **0,92**. **Рид - Соломон** коди ҳар бир транспорт пакетидаги хатолик билан қабул қилинган байтларнинг **8**тагача хатоликларини самарали тўғирлашга имкон беради.

Рақамли телевизион эшиттиришларда қўлланадиган Рид – Соломон коди баъзида **қисқартирилган** номи билан ҳам юритилади. Гап шундаки, **Рид – Соломон** теориясидан келиб чиққан холда, агар код символи байт бўлса, унда кодли сўзнинг узунлиги 255 байтни (239 ахборот ташувчи ва 16 текширувчи) ташкил этиши лозим.

Аммо **MPEG – 2** транспорт оқимининг пакети фақат 188 байтдан иборатдир. Шунинг учун пакет размерини(байтларини) код параметрлари билан

мослаштириш учун кодлашдан аввал ҳар бир транспорт пакетининг бошида 51та ноллик ахборот байтлар кўшилади, кодлашдан кейин эса кўшилган кўшимча нолли байтлар олиб ташланади.

Қабул қилгичда эса, 204 байтдан иборат, ҳар бир қабул қилинган транспорт оқими учун **синдромлар** (тўғирловчи векторлар) ҳисобланадилар ва иккита полиномлар топиладилар:

“Локатор” илдизи хатоларнинг жойлашишини кўрсатади ва “корректор” (evaluator) хатолар қийматларини беради. Бунда мумкин бўлса хатоликлар тузатилади.

Агар коррекция қилиш мумкин бўлмаса (мисол учун хато байтлар 8дан ортик), унда пакетдаги маълумотлар (ахборотлар) ўзгартирилмайди ва пакет эса махсус байроқча билан белгиланади (синхро байтдан кейинги биринчи бит) , яъни хатони тузатиб бўлмайди деган маънода. Иккала ҳолатда ҳам 16та ортикча байтлар олиб ташланади ва декодлангач транспорт пакетининг узунлиги яна 188 байтга тенглашади.

Йиғилувчи кодлар замонавий рақамли телевиденияда қўлланадиган коррекцияловчи кодларнинг бошқа синфини ташкил қиладилар. Улар узлуксиз кирувчи иккилик символлар кетма – кетлиги чиқувчи иккилик символлар кетма – кетлигига айлантирилишига асосланган, бунда ҳар бир кирувчи кетма – кетликка биттадан кўп чиқувчи символлар тўғри келиши таъминланади. Йиғилувчи кодлар ишлатилгандаги узатилаётган иккилик символлар сонининг кўпайиши коднинг нисбий тезлиги билан характерланади, баъзида код тезлиги ҳам дейилади:

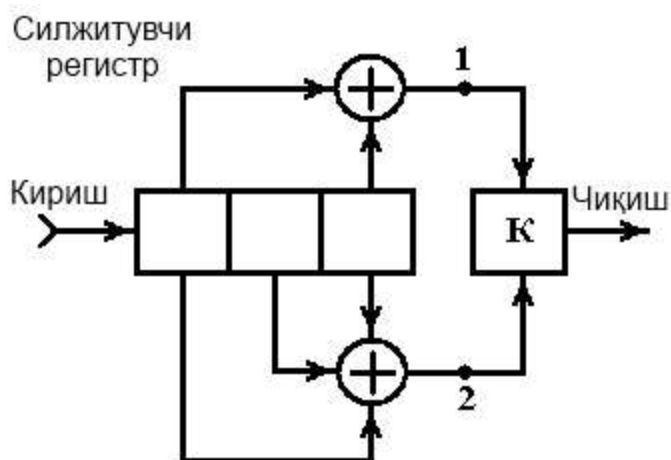
$$R=Q_{\text{кир}}/Q_{\text{чик}} = k/n, \quad (4.6)$$

бу ерда- $Q_{\text{кир}}$ ва $Q_{\text{чик}}$ – кодернинг мос равишда иккилик символларининг кириш ва чиқишдаги узатиш тезлиги; **k** – кириш кетма – кетлигидаги битлар сони, **n** чиқиш кетма – кетлигидаги ўзгартирилган битлар сони.

Бундай ҳолда кодерларнинг ишлаши панжарасимон диаграмма билан изоҳланади, чунки кодловчи мосламадан олинган ўтиш тузилмаси панжарани ташкил этади. Шунинг учун ҳам бундай кодлар **панжарасимон** (trellis code) кодлар деб аталади. Йиғилувчи кодерни амалиётга тадбиқ этиш мисоли 5.3-расмда кўрсатилган.

Кодерда уч разрядли силжитувчи регистр мавжуд ва унинг киришига иккилик символлари кетма – кетлиги берилади. Бунда ҳар бир тактда регистрлар ячейкасидаги битлар бир разрядга ўнга силжийди, яъни навбатдаги кириш кетма-кетлигидаги бит чапдаги ячейканинг биринчисига ёзилади ва ўнг томондаги охириги ячейкадаги бит ташлаб юборилади. Разряд регистрларининг чиқиши модул 2 сумматорларининг иккита чиқишларига уланган. Коммутатор (К) ёрдамида чиқишда иккилик символлари кетма-кетлиги шакллантирилади . Коммутатор ҳар бир киришдаги кетма –кетлиги тактлари учун аввал тепадаги сумматордан битни (нутқа – 1) узатади ва сўнгра пастки сумматордан битни (нутқа 2) узатади. Шундай қилиб, ҳар бир кириш кетма – кетлик бити учун иккита чиқувчи кетма кетлик бити пайдо қилинади ва коднинг нисбий тезлиги $R=1/2$ бўлади.

Йиғилувчи кодларнинг муҳим бир кўрсаткичи кодли чекланишдир ва у K ифодаси билан белгиланади. Бу кўрсаткич силжитиш регистрида, k бит кодларнинг гуруҳлар сонини ифодалайди ва натижавий чиқиш кетма-кетлигини шакллантиришда иштирок этади. Келтирилган мисолда $K = 3$ га тенг.



4.3-расм. Йиғилувчи коднинг умумлашган ташкилий чизмаси.

Кодернинг ишлаши натижасида киришдаги ҳар бир иккилик символлари кетма-кетлиги чиқишда жуфт иккилик кетма кетлигига айлантирилади. Айлантрилишда кириш иккилик символлар ва айна вақтдаги кодловчи қурилмаларнинг ҳолатлари ҳисобга олинади. Бундай ҳолатлар 4 та ташкил этади : **00;01;10;11**.

Агар кириш кетма – кетлиги фақат ноллардан иборат бўлса, унда чиқиш кетма – кетлиги ҳам ноллардан иборат бўлади. Агар кириш кетма – кетлигида биттагина бирлик бити бўлса ва қолганлари ноллардан иборат:... **001 000...** бўлса, унда чиқиш кетма кетлиги кўйидаги кўринишда ифодаланади:.

...00001101110000...

Чиқиш кетма – кетлигида 5 та бирлар мавжуд, шунинг учун ўзи ва ноллар кетма-кетлиги орасидаги Хемминг масофаси 5 га тенг. Шундай қилиб, хилма хил кетма – кетликдан ва хатоликлари бўлмаган кирувчига боғлиқ шакллантирилувчи чиқиш кетма кетликлари орасидаги Хемминнинг масофаси 5 дан кам эмас. Бунда R камайиши ва K катталашishi билан чиқувчи кетма – кетликлар орасидаги масофаси ортади .

Йиғилувчи кодларни декодлаш учун Витерби алгоритми ишлатилади. Бу алгоритмда, декодлашга келувчи кетма – кетлик символлар учун ечимини топишдаги жуда кўплаб йўлларида нисбатан қисқа йўллари топишга имкон беради ва топилган йўлларида ҳақиқатга яқинлиги ҳамда символлар кетма-кетлигининг ҳақиқий қийматларини аниқлайди.

Шундай қилиб, рақамли телевиденияда DVB, маълумотларни сунъий йўлдошлар ва ердаги алоқа каналлари орқали узатишда йиғилувчи кодлашнинг кўйидаги кўрсаткичларга эга бўлганлари қўлланилади:

- кодлаш чекланиши $K=7$
- коднинг нисбий тезлиги $R = 1/2; 2/3; 3/4; 5/6; 7/8$

Бундан ташқари рақамли телевидения стандартларида каскадли кодлаш қўлланилади, чунки фойдаланилаётган алоқа каналларида , баъзида, хатоликлар такрорланиши шунчалик кўп бўладики, ҳатто Рид- Соломон коди ҳам талаб этиладиган халақитбардошликни таъминлай олмайди. Шунинг учун транспорт оқимининг пакетлари дастлаб, Рид – Соломон коди билан (ташқи кодлаш), сўнгра олинган иккиламчи символлар кетма – кетлиги йиғилувчи кодлар билан кодланадилар (ички кодлаш).

Бундай каскадли кодлаш рақамли телевизион сигналларни узатишда хатоликлардан самарали ҳимояланишни таъминлайди . Агар сигнал/ шовқин нисбати (қуввати бўйича) **3 дБ** га тенг бўлса, панжарасимон декодернинг киришидаги нисбий хатоликлар қайтарилиши $10^{-1} \dots 10^{-2}$ бўлса, ушбу декодернинг чиқишида 10^{-4} гача камаяди ва Рид – Соломон декодера эса 10^{-10} , ... 10^{-11} гача янада камаяди.

Рақамли телевиденияда сигналларни узатишда қўлланиладиган модуляция усуллари

Рақамли телевизион сигналларни модуляциялашнинг асосий хусусиятларидан бири модуляцияланаётган ташувчи кўрсаткичларда бир неча дискрет қийматлар пайдо бўлиши мумкин. Бундай модуляциялаш **манипуляция** дейилади. Ташувчининг тебранишларининг кўрсаткичлари дискрет ва вақт бўйича ўзгаради. Маълум вақт интервалида ушбу кўрсаткичлар ўзгармас бўлса, бу **интервалли символ ёки канал символининг интервали** дейилади.

Ҳар бир символ интервалида битта ёки бир неча канал символини пайдо қилувчи битлар узатилади.

Бунда аналог телевиденияда ташувчининг модуляцияси телевизион сигнал дастурларини радиоканаллар орқали тарқатишга хизмат қилса, рақамли телевиденияда яна қўшимча транспорт оқимидаги рақамли символлар узатиш тезлигини мавжуд бўлган телевизион радиоканалларнинг ўтказиш қобилияти билан мослаштириш талаб этилади. лозим. Шундай қилиб, бир томондан алоқа полосасинингли частота каналдан самарали фойдаланиш талаби бўлса бошқа томондан халақитбардошликни етарли даражада аниқ таъминлашдир. Шу сабаб рақамли телевиденияда анча мурраккаб, кўп сатҳли модуляциялар қўлланилади.

Частота полосасининг фойдаланиш самарадорлигини ошириш учун канал символларида, имкон борича, узатилаётган ахборотнинг кўпроқ битлар бўлиши лозим. Бунинг учун исталган вақтда алоқа каналида 2 та эмас, кўпроқ мумкин бўлган қийматлар бўлиши керак.

Амплитуда манипуляцияси қўлланилганда ,бунга эришиш учун, шунга яраша ташувчининг амплитуда қийматлари сони, частота манипуляциясида етарли бўлган частоталар сони(қиймати) ва фаза манипуляциясида эса сигналнинг фазаси қийматлари бўлиши таъминланади. Бундай ҳолат эса тизимнинг халақитбардошлигини ёмонлашишига олиб келади, чунки қабул қилгич 2та сигнал қийматини эмас, балки кўпроқ сигнал қийматларини қабул қилишга мажбур бўлади.

Қабул қилинган сигналлар сатхларини ишонарли фарқлаш учун алоқа каналида сигнал/4 шовқин нисбати сатҳини кўтариш керак, яъни телевизион сигналларни узатгич қурилмаси қувватини кўтариш лозим. Бу алоқани ташкил этишнинг асосий назарий хусусиятларидан бири, яъни белгиланган, ўзгармас частоталар кенглигида каналнинг ўтказувчанлигини ошириш учун сигнал / шовқин нисбатини кўтариш кераклигидир.

Қуйида кўп тарқалган рақамли сигнални модуляциялашнинг усулларини кўриб чиқамиз:

Амплитуда манипуляцияси (АМн)- ташувчи сигнал амплитудасини сатҳ бўйича дискрет ўзгаришига айтилади. Оддийроқ ҳолда бир сатҳда (қийматда) сигнал ташувчиси мавжуд, бошқасида эса унинг йўқлигидир. Амплитуда манипуляциясининг узатиш қурилмаларидаги қувват қийматлари орасидаги кескин фарқнинг мавжудлиги.

Частотали манипуляция (ЧМн) - ташувчи сигнал частотасининг дискрет ўзгариши ва айна вақтда сигнал амплитудаси ўзгармас бўлиши.

Фазали манипуляция (ФМн) - ташувчи сигнал фазасининг дискрет ўзгариши. Оддий ҳолатга ташувчи икки фаза қийматга 0^0 ва 180^0 эга бўлади. Қабул қилгичда когерент детекторлаш, яъни узатувчи қурилма билан қабул қилгич фазалари синхронизацияланган ёки осонроқ ҳолда синхронизацияланмаган когерентмас детекторлаш бўлиши мумкин.

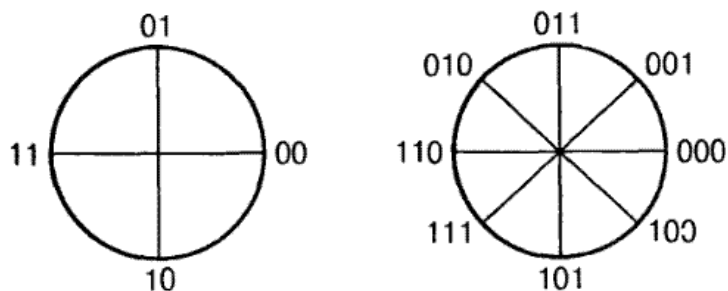
Когерентмас детекторлашда кўпинча нисбий фаза манипуляцияси қўлланилади, бунда ҳар бир қабул қилинган ташувчи сигнал фазалари бошланғич абсолют фаза билан солиштирилади ва хулоса чиқарилади.

Частота полосасининг самарадорлигини ошириш учун алоқа каналида кўп позицияли фаза манипуляцияси қўлланилади.

4.4- расмда тўрт ва саккиз позицияли ФМн кўрсатилган .

Тўрт позицияли ФМн бирданига 2 та бит узатишга имкон беради ва бу частота полосани самарадорлигини 2 баробар оширишга хизмат қилади. Саккиз позицияли манипуляциядан фойдаланганда эса бирданига 3та символ қиймати узатилиши мумкин. Бунда ташувчи сигналнинг фазалари орасидаги силжишнинг дискрет қийматлари 45^0 тенг. Бундай ҳолатда частота полосаси қўлланишининг самарадорлиги оддий икки позицияли ФМн га нисбатан 3 баробарга кўтарилади.

Узатилаётган кодлаш комбинациясини жойлаштириш учун Грей манипуляциясидан фойдаланилади, бунда кўшни позициялар битта битга фарқ қилиши белгиланган. Шу сабаб, халақитлар таъсирида фазанинг тўғри қиймати ўзгариб, ўрнига кўшниси аниқланса, демоделяция чиқишидаги иккилик символлари кетма кетлигида фақат битта хатолик мавжуд бўлади, бу ўз навбатида декодердаги корректорда тўғирланади.



4.4-расм. Тўрт позицияли (а) ва саккиз позицияли (б) фазали манипуляция.

Фаза манипуляцияси DVB – S стандартида, сунъий йўлдошлардан рақамли телевиденияда узатишда қўлланилади.

Яна бир модуляция, рақамли телевизион сигналларни узатишда кенг қўлланивчи тур - кўп позицияли квадратуравий амплитуда манипуляция (КАМн). Маълумки, квадратуравий амплитуда манипуляцияси бир вақтда икки сигналлар U_i (inphase) ва U_q (quadrature) билан ташувчи сигнал частотасида ω_0 , иккита квадратли таркибий ташкил этувчилар билан модуляциялаш ва уларнинг йиғиндисига тенг сигнални олишдир.

$$\mathbf{u}(t) = \mathbf{u}_i(t) \cos \omega_0 t + \mathbf{u}_q(t) \sin \omega_0 t \quad (4.7)$$

Демодуляциялашда синхрон детекторлаш қўлланилади, яъни $\mathbf{u}_i(t)$ сигнални $\cos \omega_0 t$ ва \mathbf{u}_q ни $\sin \omega_0 t$ га кўпайтириш ҳамда юқори частотали сигналларни паст частотали филтёрда камайтириш (йўқотиш) натижадаси $\mathbf{u}_i(t)$ ва $\mathbf{u}_q(t)$ сигналлар ажратилади.

Квадратуравий амплитуда модуляцияси частота полосасидан самарали фойдаланишни 2 баробарга оширишни таъминлайди, чунки бир ташувчи частотасида бир вақтда 2та сигнал узатилиш имкони мавжуд.

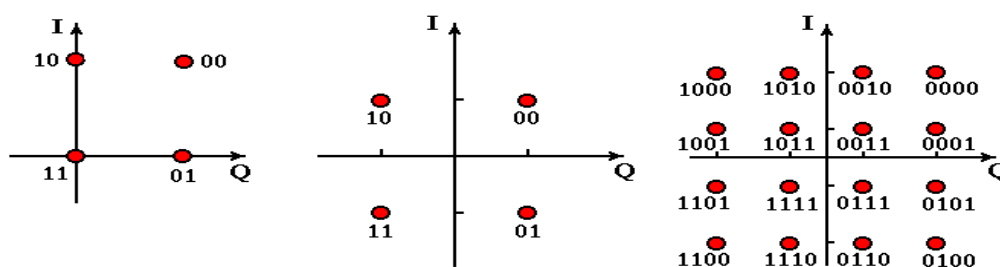
КАМн да ҳар бир квадратуравий ташувчи сигнал таркибидаги ташкил этувчи сигналлар қиймати дискрет ўзгаради. Қуйида 4.5- расмда, тўрт позицияли ва 16 позицияли КАМнлар келтирилган.

Тўрт позицияли манипуляцияда ҳар бир квадратуравий ташкил этувчи иккита мумкин бўлган сатҳ қийматига эга бўлади. 4.5а- расмда кўрсатилган ҳолатда ҳар бир ташкил этувчиси маълум амплитуда сатҳ қиймати билан ёки мавжуд бўлиши ёки бўлмаслиги мумкин. 4.5б- расмда эса ҳар бир ташкил этувчи фазаси мос бўлиши ва қиймати $+0,5$ ёки қарама қарши фазада ва қиймати $-0,5$ га тенг бўлиши келтирилган.

Иккинчи вариант муҳимроқ, чунки бунда ташувчи сигнал пик (энг баланд) қувват қийматининг ўрта қувват қийматига нисбати анча кичик.

Агар ҳар бир квадратуравий ташкил этувчи 4 та қийматга (сатҳга) эга бўлса, бу иккита битга мос келади ва унда 16 позицияли КАМни ҳосил қилади. Мумкин бўлган I ва Q сигналлар комбинацияси учун диаграмма 4.5в -расмда кўрсатилгандек бўлади. Бундай модуляциянинг қўлланилиши самарадорликни 4 баробарга оширишга имкон беради, чунки бир вақтда 4та бит узатилади. Код комбинацияларининг позициялар бўйича тақсимланиши (манипуляцион кодлаш) шундай амалга ошириладики, бунда қўшни позициядаги кодлар фақатгина битга битга фарқланадилар холос.

Ҳозирги вақтда рақамли телевидения тизимида 64 ёки 256 позицияли КАМнлар ҳам қўлланмоқдалар, улар қўлланилган бир вақтда 6 ёки 8 битлар узатилади.



4.5-расм. 4 позицияли (а,б) ва 16 позицияли (в) квадратуравий манипуляция КАМн (QAM)

Амплитуда эмас, балки икки квадратуравий ташкил этувчилар фазалари дискрет модуляцияланганда квадратуравий фаза манипуляцияси (КФМн) ҳосил бўлади. Унда олинган сигнал қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\cos(\omega_0 t + \theta_i) + \sin(\omega_0 t + \theta_Q) = A_0 \cos(\omega_0 t + \theta_0), \quad (5.8)$$

бу ерда θ_i , θ_Q квадратуравий ташкил этувчиларнинг фазалари.

A_0 , θ_0 - натижавий сигнал амплитудаси ва фазаси.

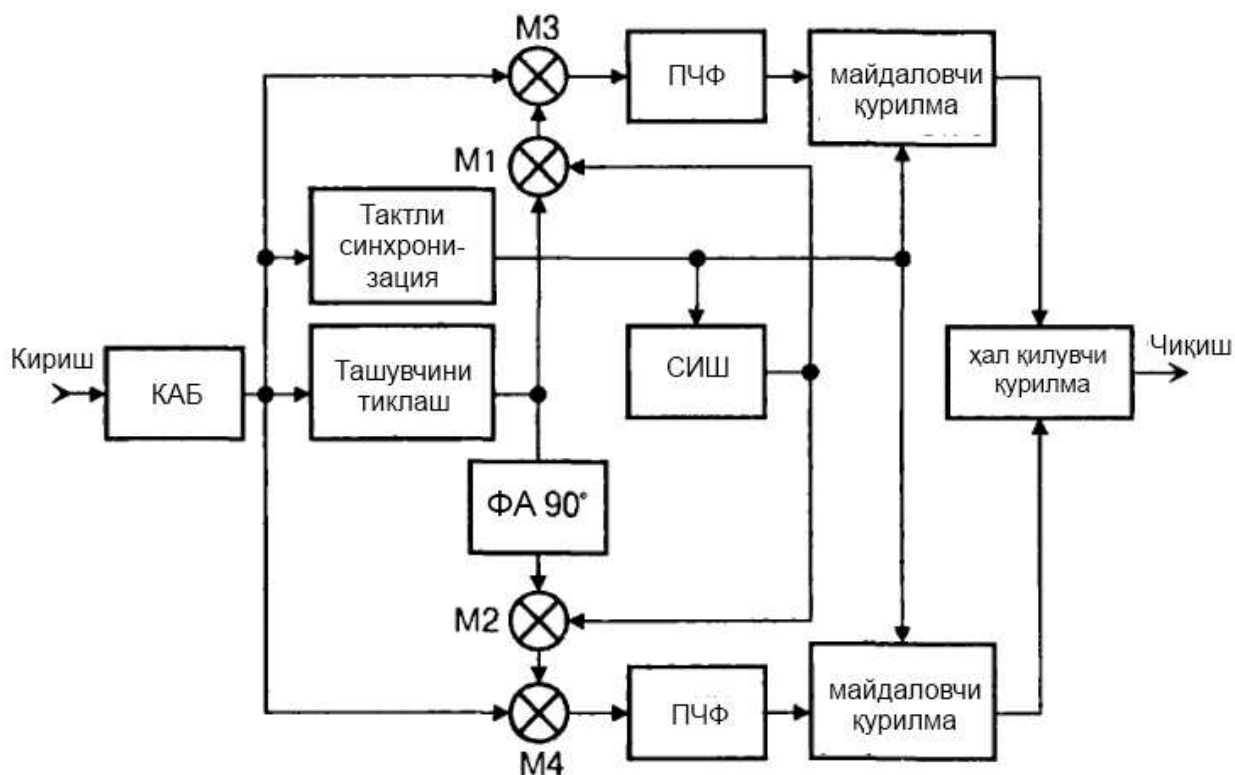
4.1 жадвалда квадратуравий ташкил этувчиларни икки қийматли сигналлар фазалари билан модуляциялангандаги натижавий сигнал фазаси қийматлари келтирилган.

4.1 жадвал

θ_i	0	0	π	π
θ_Q	0	π	0	π
θ_0	$\pi/4$	$-\pi/4$	$3\pi/4$	$-\pi/4$

Иккала квадратуравий ташкил этувчилар фазаси алмашган вақтда, θ_0 нинг фазаси 180° га сакраб ўзгаради. Бу ўз навбатда КФМн сигнални частотага боғлиқ занжирлар орқали ўтишида паразит амплитуда модуляциясининг пайдо бўлишига олиб келади. Бундай керак бўлмаган эффектни йўқотиш учун **силжиган квадратуравий фаза мануляцияси (СКФМн)** қўлланилади. Унинг мақсади шундаки, иккала квадратуравий ташкил этувчилар фазалари хилма хил вақтда ўзгарадилар ва натижада умумий сигнал фазасининг 180° ўзгаришига йўл қўйилмайди. Бундай усул билан модуляцияланган сигнални қабул қилиш тизими аналог сигналларни қабул қилишдан кескин фарқ қилади.

Бундай кўп позицияли ФМн, КАМн ва КФМн сигналларни қабул қилувчи қурилманинг ташкилий чизмаси 4.6-расмда келтирилган.



4.6-расм. Квадратуравий амплитуда манипуляцияли қабул қилгичнинг ташкилий чизмаси

Бу қабул қилгич киришига оралиқ частотадаги (ОЧ) аналог сигнал бериледи. Бу сигнал кучайтиришни автоматик бошқариш (КАБ) блокдан ўтади. ФМн ва КФМн сигналлари учун бу амал шарт эмас. Сўнгра частотани фазавий автосозлаш (ЧФАС) блоклари ёрдамида ташувчи сигнал частотаси тикланади. Аммо жараён РАЛ тизимидаги декодердаги рангни тиклашдан мураккаброқ, чунки бу ҳолатда пилот сигнал (таянч сигнали) мавжуд эмас. Шу сабаб, “қарор бўйича тескари алоқалар” деган схемалар қўлланиладилар. Бундай қурилмаларда, ЧФАСга кирувчи айланма занжирда (сиртмоқда), детектор ҳар замонда қабул қилинаётган символ бўйича қарор чиқади. Шу қарор асосида, ушлаб қолинган кириш сигнали билан солиштирилиб, сигнал реконструкция (тузатиш киритилади) қилинади. Натижада хатолик сигнали яратилади, шу асосда қабул қилинадиган қарор тўғирланади (коррекцияланади).

Қабул қилгичда ташувчи сигнал частотасидан ташқари синхронизация такти ҳам тикланади, яъни сигналларни узатгичдан қабул қилгич қурилмасигача тарқалиш оралиғидаги кечикишни ҳисобга олган ҳолда, алоҳида канал символларини узатиш вақт интервалларини (символ интервалларини) ҳам ажратади. Агар сигнал таркибида, кўпинча мавжуд бўладиган, синхронизация тактини таъминловчи, ҳеч қандай қўшимча ташкил этувчи узатилмаётган бўлса, унда синхронизация такти қабул қилинган сигналнинг ўзидан тикланади. Бунда худди ташувчи тикландек, тескари алоқали ЧФАС кўринишдаги схемалар қўлланиладилар.

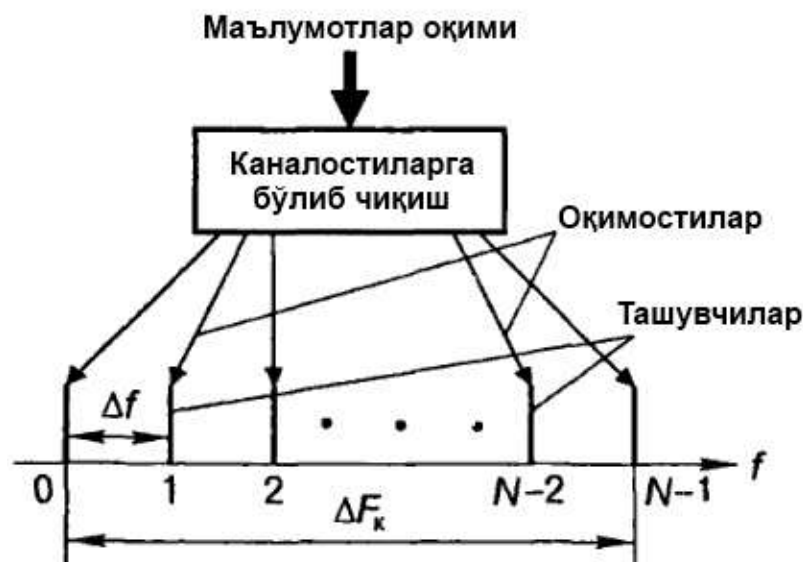
Ташувчини тиклаш блокининг чиқишида биринчи квадратуравий ташкил этувчи $\cos(\omega_n t + \phi)$ шакллантирилади ва бу ерда ω_n – ташувчининг айланма(доиравий) частотаси, ҳамда ϕ – унинг фаза силжиши.

Фаза айлантиргич ($\Phi B 90^\circ$) (фазани айлантириш) фазани 90° га айлантиради ва шу сигналдан иккинчи квадратура компонентини $\sin(\omega_n t + \phi)$ ҳосил қилади.

Импульс сигналларини шакллантиргич (ИСШ) такт синхронизация сигналлари билан бошқарилади ва “ўлчамли” импульсларни ишлаб чиқаради ҳамда улар символ интервали давомида мавжуд бўлади. Оддий ҳолатда импульс сигналлари тўртбурчак шаклида бўлиши мумкин. Кўринишлари косинусоида ёки гауссоида бўлаклари шаклидаги импульсларни қўллаш яхши натижаларни беради. Импульс сигналлари $M1$ ва $M2$ кўпайтиргичлар ёрдамида ташувчи сигналнинг квадратуравий ташкил этувчилари билан кўпайтирилади ва олинган пакетли тебранишлар ўз навбатида $M3$ ва $M4$ кўпайтиргичларда қабул қилинаётган сигнал билан кўпайтирилади ҳамда чиқиш сигналлари паст частотали фильтр (ПЧФ) дан ўтказилади.

Натижада қабул қилинаётган сигналнинг квадратурвий ташкил этувчилари олинади. Ҳисобловчи қурилма (Стробирующее устройство) такт синхронизация сигналлари билан бошқарилади ва қабул қилинаётган канал симболи бўйича қарор чиқариш учун ҳар бир сигналнинг симболи интервалининг бўлагини ажратади. Хал қилувчи қурилма (ХҚҚ) ҳисобловчи қурилмадан келаётган маълумотларни таҳлил қилади, яъни маълум бир символ интервалидаги қабул қилинган сигнал квадратуравий ташкил этувчиларининг параметрларини берилган модуляция усулидан фойдаланиб, узатишда олинган барча канал символларининг ташкил этувчиларининг параметрлари билан солиштирилади. Натижада қабул қилинган сигнал параметрларига энг яқин модуляцияланган сигнал берувчи канал симболи танланади. Танланган сигнал қабул қилгич қурилмаси чиқишига берилади.

Ифодаланган операциялар одатда рақамли кўринишда бажарилади, шу сабаб КАБ блокдан сўнг РАЎ бўлиши лозим. Замонавий рақамли сигналларни радио каналлардан узатиш усули **ортоганал частотали мультиплексирлашдир**. Бу инглиз тилидаги техник адабиётларда **OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)** дейилади. Бу усулнинг моҳияти 4.7-расмда изоҳланган.



4.7-расм. OFDM усулининг моҳияти

Ҳар бир оқим ости маълумотлари ўз частоталарида узатилади, масалан:КАМн дан фойдаланилади. Шундай қилиб, битта телевидения эшиттириш каналида N та кичик полосали канал остимаълумотлар пайдо бўлади. Ташувчи сигналлар сони DVB – Т стандартида **6817** та ($\Delta f = 1116$ Гц) ёки **1705** ($\Delta f = 4464$ Гц) бўлиши мумкин. Ташувчилар орасидаги частота интерваллари шундай танланадики, унда қўшни ташувчи тебранишлар, битта символни узатиш вақтида, ортогонал бўлиши таъминланади. Бу эса қўшни канал ости сигналларининг ўзаро бир бирига таъсири бўлмаслигини амалга оширади.

OFDM ни модуляция ва демодуляция қилиш Фурье дискрет ўзгартириши (ФДЎ) ёрдамида бажарилади. Модуляция қилинишида бирданга узатилувчи ҳамма N канал ости сигналлар символлари олинади ва улар N символларининг йиғиндисини тескари ФДЎни амалга оширади. Натижада бошқа N сонлар чиқади ва улар аста секин аналог шаклга айлантириладилар. Бу бошқа N сонлар, N тебранишларни ташувчи сигнал санокларига эквивалент ва мос келувчи канал остиларда, айна вақтда узатилаётган символлар билан модуляцияланади.Шундай йўл билан олинган аналог сигнал оддий усул билан керакли частота диапазонида ўтказилади.

Демодуляция қилишда қабул қилинган сигнал оралиқ частотага айлантирилади ва рақамли кўринишга ўтказилади. Сўнгра қабул қилинган сигналнинг N тадан иборат санок гуруҳлари учун тўғридан-тўғри ФДЎ амали бажарилади ва натижада N канал остиларнинг бир вақтда узатадиган символлар қийматлари олинади.

Ушбу узатиш усули қуйидаги афзалликларга эга:

- ❖ Алоқа каналида сигнал энергиясининг бутун частота полосаси бўйича текис тақсимланиши;

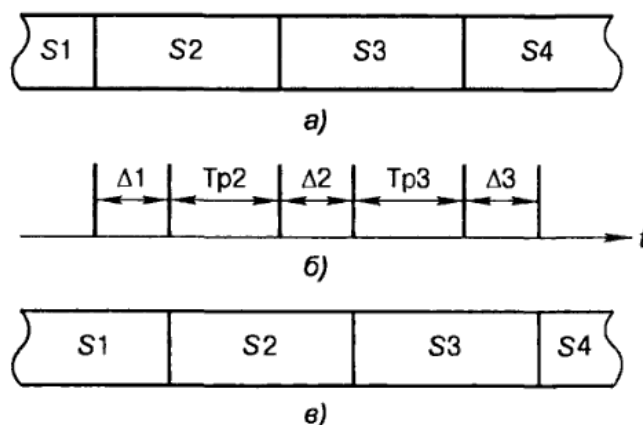
- ❖ Маълумотнинг жуда муҳим қисмини , қўшни каналлар орасидаги халақитликнинг энг кичик қийматини берувчи участкаларида узатиш мумкинлиги (синхронизация сигнали, ёруғлик сигналининг паст частотали

ташқил этувчиси). Оддий телеэшиттиришнинг тасвир ва овозни ташувчи канал частота полосаларидан умуман фойдаланмаслиги.

❖ Ҳар бир канал остиларнинг кичик частота полосалиги туфайли, қабул қилиш томонида, кўп нур қайтишининг таъсирини камайтиради.

Замонавий шаҳарларда рақамли телеэшиттиришларни ташкилаштиришда радио тўлқинларни кўп нурли тарқалиши ва қайтиши катта қийинчиликларни келтириб чиқаради. OFDM қўлланилса, айрим символларни узатиш вақт интервали ошади ва уларнинг давом этиш вақти қайтган сигналлар кечикиш вақтидан катта бўлади ҳамда хатосиз қабул қилиш таъминланади.

Бундан ташқари қайтган сигналларнинг таъсирини йўқотиш учун қўшимча ҳимояловчи интерваллар киритилади. 5.8.а -расмда вақт кесмаларида, ташувчининг бирор бир модуляторига S1, S2, S3, ва х.к. узатилаётган маълумотларнинг оқим ости символлари келтирилган (қўлланилаётган ташувчиларнинг модуляция усулига асосан символдаги битлар сони хилма хил бўлиши мумкин). S2 символни узатишдан олдин ҳимояловчи интервал $\Delta 1$ (4.8б-расм) шакллантирилади ва бу вақт ичида қабул қилиш қурилмасининг демодулятори киришида аввалги S1 символининг қайтган сигнали (4.8.в -расм) мавжуд бўлиши мумкин. Сўнгра $T_p 2$ интервали оралиғида S2 символи узатилади. Худди шундай $\Delta 2$ ҳимояловчи интервал S2 символдан олдин шакллантирилади ва х.к..



4.8-расм. Ҳимоя интервалларининг шакллантирилиши

Замонавий рақамли телевиденияда рақамли сигналларнинг халақитбардошлигини таъминлаш учун ташувчи модуляциясини халақитбардошли кодлаш билан бирга амалга ошириш мумкин. Бунда модуляциядан сўнг мумкин бўлган ташувчининг ҳолати узатиладиган символлар сонидан ортиқ бўлади, яъни халақитбардошликни оширишга хизмат қиладиган қўшимча ортиқчалик киритилади. Бундай кодлаш билан бирлашган модуляция кодланган модуляция дейилади. (Coded Modulation). Халақитбардош кодланишни OFDM билан бирлаштирилиши эса COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) дб аталади.

Шундай қилиб, рақамли телевидения сигналларини алоқа каналлари радиочастоталари орқали узатилганда икки поғонали халақитбардошли кодлаш ишлатилади. Ташқи деб ном олган биринчи поғонада Рид – Соломон кодлаш

усули орқали рақамли маълумот кодланади ва ички деб ном олган иккинчи поғонада эса модуляция билан бирлаштирилган каналли кодлаш қўлланилади. Натижада талаб қилинган халақитбардошликка эришилади.

Назорат саволлари

1. Хатоликлар пайдо бўлиш сабабларини айтиб ўтинг?
2. Пакетли хатоликларни таъсирини самарали йўқотиш учун қандай амаллар бажарилади?
3. Қайта скремблирлашнинг афзалликлари.
4. Оралатиш нима?
5. Халақитбардошлиликни ошириш учун қўлланиладиган кодлар қандай кодлар деб аталади?
6. Модуляция турларини санаб ўтинг?

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. К.Р. Назарова. Анализ методов и стандартов сжатия звуковых сигналов. Тезисы доклада в сборнике материалов научно-технической конференции аспирантов, магистров и бакалавров АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ», проходившей 9-10 апреля 2009 г. с.64-67

2. К.Р. Назарова. Анализ высокоэффективных методов сжатия звуковых сигналов. Статья в сборнике республиканской конференции докторантов, аспирантов, магистрантов и одаренных студентов «Фан ва таълимда ахборот – коммуникация технологиялари», Ташкент 25-26 марта, 2010 г. с 213-219.

3. И.А. Гаврилов, И.Р. Валиев, С.Э. Отто, А.Н. Пузий, Т.Г. Рахимов. «Межкадровая обработка ТВ изображений с компенсацией движения для видеокодека на вейвлет преобразованиях». Статья в сборнике трудов 4-ой международной НТК “Application of information and communication technologies”, проходившей 12-14 октября 2010 г. в Ташкенте.

5-мавзу. DVB-T, DVB-C, DVB-S ва DVB-H стандартлари ва уларнинг хусусиятлари (2 соат)

Режа:

1. Ер усти рақамли DVB – T ТВ эшиттириш тизими.
2. DVB-C рақамли кабель телевидения стандарти.
3. DVB-S рақамли сунъий йўлдош телевизион узатиш стандарти.
4. DVB-H рақамли мобил телевизион эшиттириш стандарти.

Таянч иборалар: DVB – T, DVB-C, DVB-S, DVB-H, OFDM,

5.1. Ер усти рақамли DVB – T ТВ эшиттириш тизими

Ер усти рақамли телеэшиттириш тизимини яратиш анчагина муаммоли вазифадир, чунки шаҳарнинг мурракаб, ҳар хил кўринишдаги қурилишлари, бинолари радиотўлқинларни қайта -қайта қайтадиган тўлқинлар ҳосил бўлишига, яъни интерференцияга олиб келади. Шундай қилиб, қабул қилиш ҳудудида электромагнит кучланиши доимо ўзгариши мумкин, хатто қабул қилиш нуқтаси тўғридан- тўғри кўриниб турганда ҳам, яъни “ўлик” ҳудудлар пайдо бўлиши, натижада сигнал қабул қилинмаслиги мумкин. Бундан ташқари шаҳарларда саноат халақитлари, бошқа шу частоталарда ишлаётган кўшни ҳудуддаги радиоузатгичлардан чиқаётган халақит ҳам етарлидир ҳамда улар билан албатта курашиш керак. Яна кўшимча ер усти рақамли телевиденияси мавжуд бўлган аналог телеэшиттириш тизимлари билан мослашиши даркор. Шу сабабли ер усти рақамли телевиденияси қуйидаги талабларни қониқтириши керак:

- халақитбардошликни юқори даражада таъминлаш;
- телевизион сигнални аниқ стандартларда, хизмат ахборотларини, телетекстларни сифатли узатиш ва маълумотларни рухсат этилмаган киришлардан ҳимоялаш;
- телевизион қабул қилиш қурилмаларини иложи борича арзонлаштириш мақсадида рақамли сунъий йўлдош, кабел телевиденияси қурилмалари билан мос келувчи универсал стандартни яратиш;
- кўтариб юрилувчи қабул қилгич қурилмалар ва хона антенналари ёрдамида сигнални қабул қилишни таъминлаш;
- битта частотали тармоқнинг ишлашини таъминлаш ва бошқалар.

Шу сабаб, DVB – T ни яратишдаги муҳим хусусиятлардан бири битта частотали ёки кўп частотали модуляцияни танлашдан иборат бўлди. Текширишлар шуни кўрсатдики, фақат OFDM аналог PAL ва SECAM тизимларидаги узатгичларга нисбатан халақитларга бардоши катта, айниқса бир частотали шароитда бу афзаллик юқори.

DVB – T стандартини яратишида тизимнинг қуйидаги асосий параметрларини танлаш кераклиги белгиланди:

- символга тўғри келувчи индивидуал ташувчилар сони;

- химоя интервалининг кенглиги;
- ташувчиларнинг модуляциялаш турлари;
- синхронизациялаш усули.

Текшириш ва таҳлиллар шуни кўрсатдики, бир частотали тармоқдаги, худудларда жойлашган узатгич қурилмалари орасидаги масофалар 60 км дан кам бўлмаган ҳолатда, телеэшиттиришни тарқатишда 6000 дан ортиқ ташувчи сигналлар керак. Бунда COFDMни таъминловчи микросхемалар ташувчилар сони 2^n даражадасига тенг бўлганда ишлайдилар, шу сабаб унга яқин бўлган сон **8192** ёки (2^{13}) танланади. Бу режим шартли равишда “**8к**” деб аталади.

1995 йилда электрон техникалари имконияти бундай катта сонли ташувчиларни таъминлай олмаган, шу сабаб DVB – T стандартни ўзлаштириш мақсадида **2048** ёки (2^{11}) сонли ташувчиларни берувчи режим қўлланилган ва бу режим “**2к**” дейилади. Шундай қилиб, стандарт ягона махсус режим “**2к/8к**” деб белгиланган. Ҳозир даврда қиймати арзон юқори частотали процессорларнинг яратилиши билан “**8к**” режими ҳам қўлланилмоқда.

DVB – T стандартида символларнинг актив қисми учун иккита вақт давомийлиги ишлатилади, яъни “**2к**” режим учун $T_1 = 224$ мкс ва “**8к**” учун $T_2 = 896$ мкс. Шуларга яраша ташувчилар орасидаги фарқ (қадамлар) “2к” режимида $\Delta f_1 = 1/T_1 = 1116$ Гц ва “8к” режимида $\Delta f_2 = 1/T_2 = 446,4$ Гц. Бунда ташувчилар сони $N_1 = 1705$ ва $N_2 = 6817$ ва умумий спектр кенглиги икки ҳолатда ҳам **7,61** МГц, демак уларни **8** МГц полосада етарлича частота интервалларида жойлаштириш мумкин.

Бундан ташқари DVB – T стандартида ҳар бир модуляция режими учун тўртта нисбий химоялаш интерваллари қиймати кўзда тутилган ва, улар актив символларнинг давомийлик вақти T нинг 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 қисмини ташкил этадилар. 5.1 жадвалда баъзи асосий параметрларининг абсолют қийматлари келтирилган.

5.1-жадвал

DVB – T стандартидаги COFDM модуляциянинг асосий параметрлари

Модуляция режими	8к				2к			
Ишчи интервал давомийлиги T_r , мкс	896				224			
Ташувчи частоталар оралиғи Δ /Гц	1116				446,4			
Ташувчилар сони	6817				1705			
Частота полосаси кенглиги, МГц	7,61				7,61			
Химоя интервалининг нисбий давомийлиги	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Химоя интервалининг давомийлиги Δ , мкс	224	112	56	28	56	28	14	7
$\Delta+T_r$ символнинг давомийлиги, мкс	1120	1008	952	924	280	252	238	231

Узатгичларнинг бир частотали тармоқдаги максимал оралиғи (км) $d=c\Delta$, c – ёруғлик тезлиги	67,2	33,6	16,8	8,4	16,8	8,4	4,2	2,1
--	------	------	------	-----	------	-----	-----	-----

Келтирилган маълумотлардан кўринадикки, COFDM ёрдамида рақамли телевизион сигнал узатилганда стандарт аналог телеэшиттириш радиоканалининг 8МГц частота полосасидан фойдаланиш мумкин ва бу ҳолда ўзаро икки яқин радиоканалларнинг халақит бермасликлари учун улар орасидаги ҳимоя фарқи 0,39 МГц ташкил этиши мумкин.

5.2-жадвалда COFDM ташувчиларининг радиоканалдаги, хилма хил усулларда модуляциялангандаги ҳолатда, рухсат этилган сигнал/шовқин нисбатининг минимал қиймати ва фойдали ахборотларни узатувчи иккилик символлари тезлиги келтирилган.

Сигнал/шовқин нисбатининг қийматлари стационар ва мобил антенналар қўлланилганда олинган, яъни мобил ҳолатда автомобиль антеннасида фойдаланилган.

5.2- жадвал

Хилма хил модуляция ҳолатларида маълумотлар узатиш тезлиги

Модуляция тури	Коднинг нисбат тезлиги	Сигнал/шовқин, дБ		Фойдали тезлик, Мбит/с			
		Стационар антенна	Мобил антенна	1/4	1/8	1/16	1/32
4-ФМн	1/2	3,6	5,4	4,98	5,53	5,85	6,03
4-ФМн	2/3	5,7	8,4	6,64	7,37	7,81	8,04
4-ФМн	3/4	6,8	10,7	7,46	8,29	8,78	9,05
4-ФМн	5/6	8,0	13,1	8,29	9,22	9,76	10,05
4-ФМн	7/8	8,7	16,3	8,71	9,68	10,25	10,56
16 КАМн	1/2	9,6	11,2	9,95	11,06	11,71	12,06
16 КАМн	2/3	11,6	14,2	13,27	14,75	15,61	16,09
16 КАМн	3/4	13,0	16,7	14,93	16,59	17,56	18,10
16 КАМн	5/6	14,4	19,3	16,59	18,43	19,52	20,11
16 КАМн	7/8	15,0	22,8	17,42	19,35	20,49	21,11
64 КАМн	1/2	14,7	16,0	14,93	16,59	17,56	18,10
64 КАМн	2/3	17,1	19,3	19,91	22,12	23,42	24,13
64 КАМн	3/4	18,6	21,7	22,39	24,88	26,35	27,14
64 КАМн	5/6	20,0	25,3	24,8	27,65	29,27	30,16
64 КАМн	7/8	21,0	27,9	26,13	29,03	30,74	31,67

5.2- жадвалда келтирилган сонларни солиштириб, тикланган тасвир сифатини турли қийматларини таъминловчи, MPEG-2 сиқиш стандартини қўллаб, иккилик символларни узатиш тезлигини ҳисобга олиб, ҳимоя интервалларини ва ташувчиларни модуляциялаш усулларини танлаш мумкин. Бу

танлашда талаб этилган тасвир сифатини ва узатилаётган телевизион программалар сонини таъминлашни ҳам ҳисобга олмоқ керак.

Жадвалдан кўриниб турибдики, рақамли телевиденияни қабул қилишда сигнал/шовқин нисбати етарлича паст бўлиши мумкин, аммо аналог телевиденияда сифатли тасвирни олиш учун сигнал /шовқин нисбати 50 дБ дан кам бўлмаслиги керак.

Битта частотали катта тармоқ талаб этилмайдиган ва кўп нурли тўлқин тарқалишининг таъсири бўлмаган ҳолатларда, юқори тезликда маълумотларни узатишни таъминлайдиган қатор мумкин бўлган ҳимоя интерваллари кўзда тутилган(фойдали интервалнинг давомийлигини **1/4, 1/8, 1/16** ва **1/32** қисмидан олинади)

Хатони аниқловчи ва тузатувчи ички коднинг тезлиги қуйида келтирилган катталикларнинг бири бўлиши мумкин: **1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8**. DVB-T тизимида модуляцияловчи сигнални позицияларини 4 дан 64 гача ўзгариш мумкинли ҳам кўзда тутилган.

Турли мамлакатларда телевиденияга канал частоталарининг тақсимланиши хилма хил ва мисол учун улар 8,7 ёки 6 МГц бўлиб, бир частота кенглигидан иккинчисига ўтиши осон амалга оширилиши керак.

Бу шарт DVB-T тизимида, сигналларга ишлов беришни таъминловчи жараёнларни сақлаган ҳолда фақат такт частоталарини ўзгартириш ҳисобига амалга оширилади.

Яна шуни қайта таъкидлаш лозимки, DVB тизимида маълум вақтда, барча ташувчи частоталарда узатилаётган ахборот символлари йиғиндиси **COFDM** симболи дейилади ва улар кадрларга бирлаштириладилар.

Ҳар бир кадр 68 COFDM симболидан иборат ва 4 та кадр суперкадрни ташкил этади ҳамда бу MPEG-2 нинг транспорт пакетига тенг бутун сондан.

Ҳар бир COFDM симболида **8к** ва **2к** модуляцияси учун мос равишда **769** ва **193** таянч ташувчилари ажратилади, улар қолган бошқа ташувчилардан фарқи ўлароқ **2,5дБ** қуввати каттароқ ҳолда узатилади.

Таянч ташувчиларнинг маълум қисми частота ўқида доимий жойлашадилар, бошқа таянч ташувчиларининг ҳолати COFDM боғлиқ ҳолда, бир симболидан бошқасига ўзгариб турадилар. Таянч сигналлари модулятор ва демодуляторларнинг такт частоталарини синхронизацияси, кадрлар синхронизацияси, канал ҳолати назорати ва бошқа мақсадлар учун ишлатиладилар. Бунда кадр демодулятор синхронизациясини таъминловчи барча сигналларни ўз ичига олади. Шу сабаб қабул қилишнинг ушланиб қолиш вақт давомийлиги, мисол учун бир каналдан бошқа каналга ўтказилганда, битта кадр давом этиш вақтидан ошмайди.

DVB-T тизимининг узатиш қисмида сигналларга ишлов бериш

Турли ишлаб чиқарувчилар қурилмаларининг ишлашларини мослаштириш учун рақамли модуляцияланган радиосигналлар параметрларинининг

стандартлари белгиланади . Рақамли ер усти телеэшиттириш тизимларининг узатиш қисмидаги сигнал ва маълумотларга ишлов бериш ташкилий чизмаси б.1-расмда келтирилган.

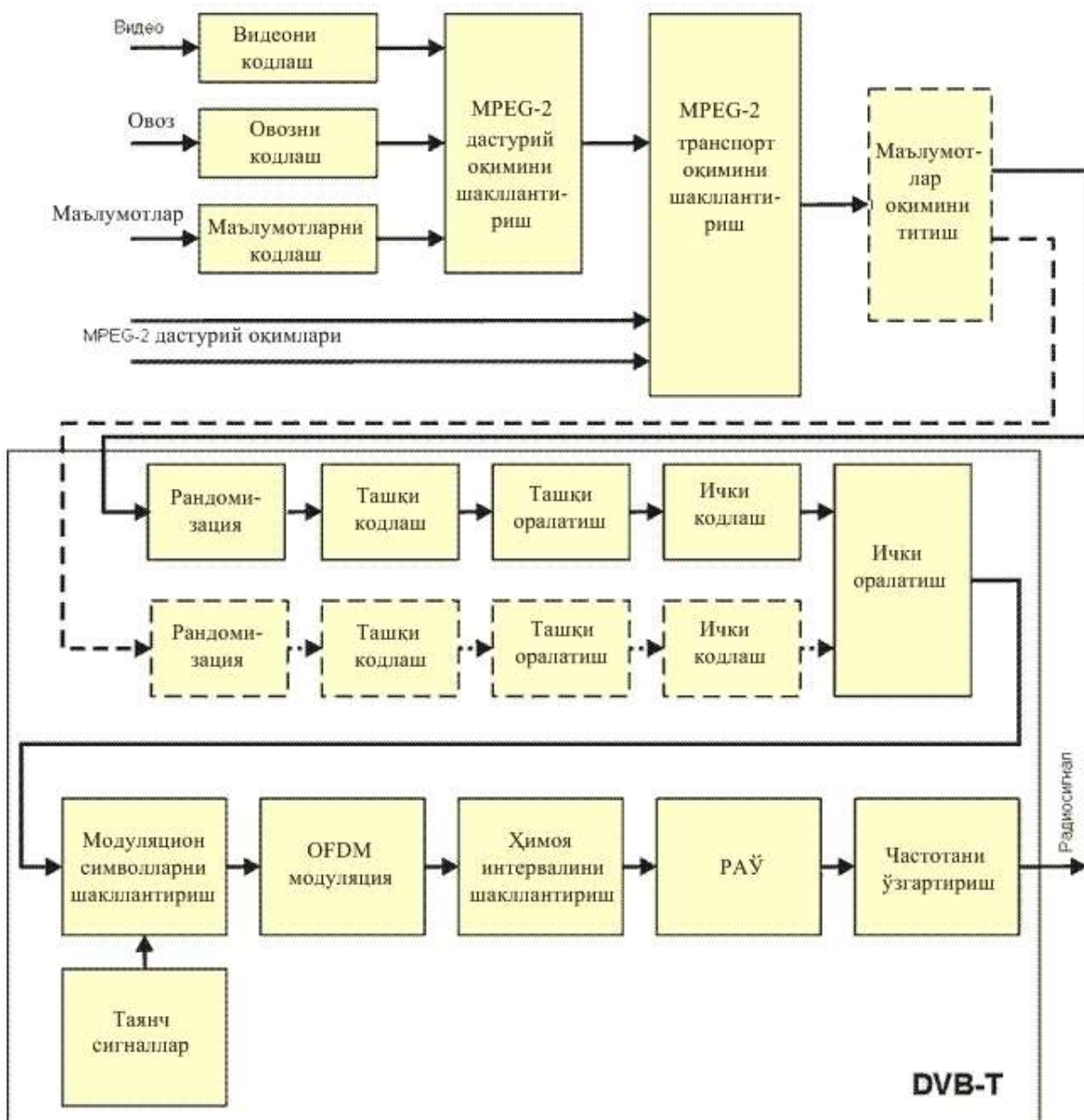
DVB-T нинг фарқли хусусияти шундан иборатки, унда MPEG-2 маълумотлар транспорт пакетларини узатиш учун канални кодлаш тизими ва OFDM модуляциялаш усулини биргаликда уйғунлашган ҳолда қўлланишидир.

Узатилаётган маълумот (тасвир сигналлари, товуш сигнали, графика ва бошқа хизмат маълумотлари) MPEG-2 MPEG-4 кодер стандартларида сиқиштирилади ва (ҳар бир кўриниш алоҳида) кодланади . Сўнгра мультимплексирилаш усули билан дастур оқими яратилади ва унга видеосигнал, товуш сигналлари ҳамда зарур ҳолатларда графика ахборотлари киритилади.

Кейин бир неча дастурлар оқимини бирлаштириш MPEG-2 нинг транспорт оқимини шакллантиради ва бу оқим ўз навбатида яна иккита ташкил этувчи транспорт оқимларига ажралади. Булардан биринчисига ишлов бериш халақитбардошликни оширади, иккинчиси эса – узатиш тезлигини оширишга хизмат қилади. Кодернинг чиқишида улар яна бирлаштириладилар. Олинган транспорт оқими пакетлари ҳар бир 180 байтли пакетларга ажратилади. Биринчи байт синхронизациялаш пакetidир ва иккиликдаги 01000111 ёки ўн олти разрдликдаги 47 га тенг. Пакетларни танишни соддалаштириш учунулар саккизта пакетдан иборат гуруҳларга бўлинадилар. Ҳар бир гуруҳнинг биринчи пакети синхронизацияловчи байти инвертирланган(тескарисига айлантирилган), яъни – 10 111 000 (B8H).

Бундан сўнг ахборотга ишлов бериш **OFDM (ортогонал частота мультимплексои)** канали кодерида амалга оширилади. Сигнал аввал рандомизация боғламасидан ўтади ва у ерда квазитасодифий сигналга айлантирилади. Бунинг учун иккита иккилик, махсус генератор орқали ишлаб чиқарилган квазитасодифий рақамли сигнал ,дастурий кетма кетлик асосида, модул 2 бўйича қўшилади .

Бундай операция сигнал спектрини текисланишини таъминлайди.



и

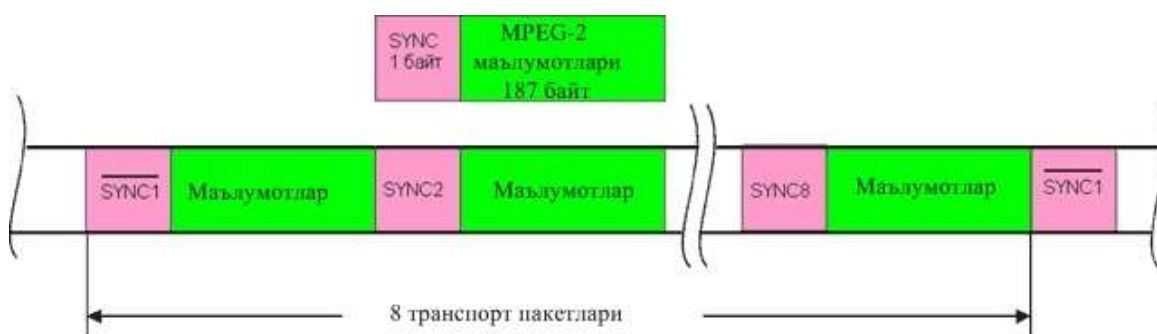
5.1-расм. DVB-T тизимининг узатувчи қисмининг ташкилий чизмаси.

Рандомизацияга MPEG-2 транспорт пакетлари кетма кетлигини таъминловчи рақамли оқимларни мослаштириш оперцияси мос келади (5.2-расм) . Давомийлиги 188 байтдан иборат пакетлар 8 та гуруҳ пакетларига бирлаштирилади. Биринчи пакет гуруҳининг синхробайти инвертирланади ва $101110002 = B816$ ни ҳосил қилинади.

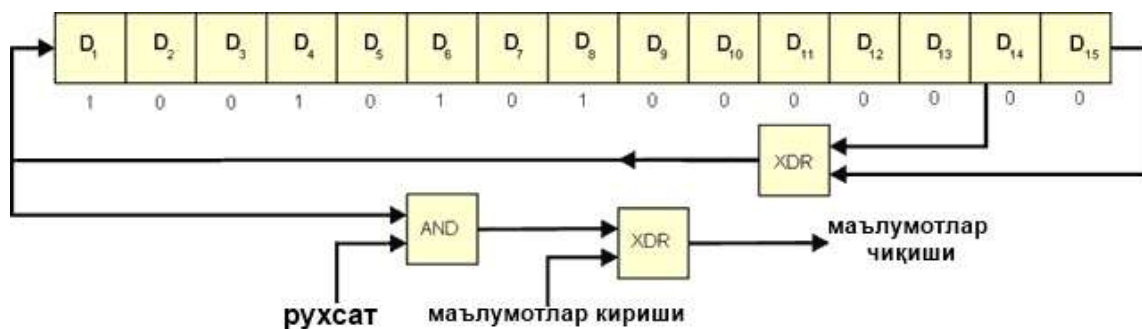
Рандомизация модул 2 бўйича қўшиш орқали амалга оширилади, яъни рақамли маълумотлар оқимидаги “ЁКИни йўқотувчилар”(XOR) логик операциялари ва иккилик псевдотасодифий кетма кетликлари PRBS (Pseudo Random Binary Sequence) қўшилади.

PRBS кетма-кетлик генератори 15 разряди регистрлар силжиши базасида қурилган ва тескари алоқа занжири билан боғланган (6.3-расм). Шакллантириладиган кетма – кетликни тасодифийга ўхшашлиги ва қабул қилгичда узатиладиган маълумотни тиклаш учун ҳар бир 8-чи пакетнинг бошида

PRBS генератори инициализация(қўшимча код билан текширилади) қилинади, шу мақсадда уни 100101010000000 сони билан юкланади. Инициализациядан сўнг псевдотасодифий кетма - кетликнинг PRBS биринчи бити, транспорт оқимининг дастлабки байтининг биринчи бити билан қўшилади. Транспорт оқимининг биринчи бити тескарисига айлантирилган синхронизация байтидан кейин келади. Транспорт пакетининг синхронизация байтлари радомизацияланмайдилар. Чунки PRBS генератори тузилиш схемасини мураккаблаштирмаслик учун, барча саккизта пакетлар давом этиш вақтида ҳам тўхтатилмайди. Аммо синхробайт интерваллари орасида псевдотасодифий кетма кетлик билан қўшилиш амалга оширилмайди, яъни қўшилиш учун рухсат этиш сигналларидан фойдаланилади ва синхро байтлар радомизация қилинмайдилар. Шундай қилиб псевдотасодифий кетма-кетликнинг давомийлиги 1503 байтга тенг бўлади ($187+188 \times 7=1503$)



5.2-расм. MPEG-2 нинг транспорт пакетларининг мослашуви.

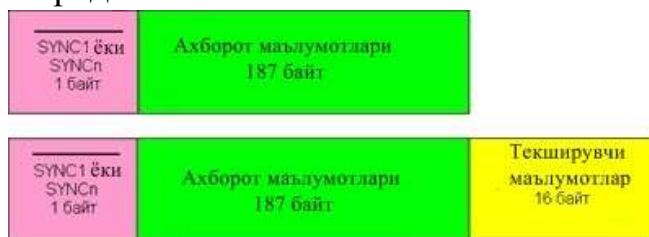


5.3-расм. Маълумотларни радомизатори

Узатилган маълумоти қабул қилиш томонида тиклаш ҳам худди шундай PRBS генератори ёрдамида бажарилади ва у мослаштирилган транспорт оқимининг ҳар бир 8 пакетидан ташкил топган гуруҳ бошида инициализация қилинади (гуруҳнинг бошланишини тескарисига айлантирилган пакет синхробайти кўрсатади).

Ташқи кодлаш ва оралатиш. Ташқи кодлаш тизимида ҳамма 188 байт транспорт пакетини ҳимоялаш (синхробайтни ҳам қўшган ҳолда) учун Рид-Соломон коди ишлатилади. Кодлаш жараёнида бу 188 байтга 16 та текширувчи байтлар ҳам (5.4-расм). қўшилади. Бу қабул тарафида декодлаш жараёнида, ҳар

бир код сўзининг давомийлиги 204 байт бўлган ҳолатда 8 хато байтларни тўғирлаш имконини беради.



5.4-расм. Ташқи Рид – Соломон RS(204,188) хотира коди билан маълумотларни хатолардан ҳимоялаш пакети ҳосил қилиш.

Ташқи оралатиш. Хатоликлардан ҳимояланган пакетларда байтлар кетма кетлигининг тартибини ўзгартириш йўли билан амалга оширилади.

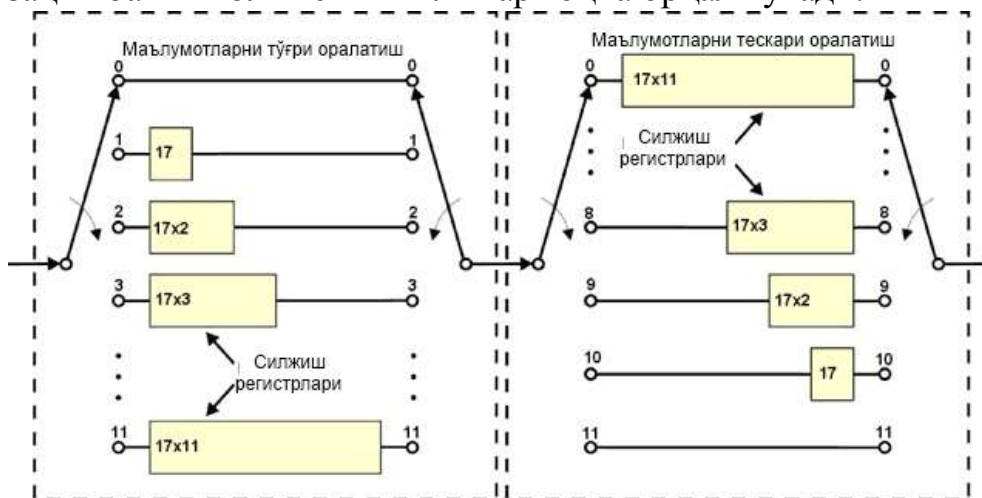
5.5- расмда келтирилганидек, оралатиш манбаани кетма – кет цикл бўйича ва маълумотларни ўн иккита тармоқчаларга уланиши натижасида бажарилади. Бунда ҳар бир тармоқчага уланиш вақтида 1 байт маълумот олинади ва йўналтирилади.

11та тармоқчада силжитиш регистрлари уланган ва улар таркибидаги катаклар (ячейкалар) сони хилма хил (ҳар бир катак байт маълумотларни сақлайди) ҳамда тармоқчадан тармоқчага ўтганда кечикишнинг ошиши таъминланади.

Кириш ва чиқиш калитлари синхронланган. Бу таклиф этилган схема даврийликни ва байтлар синхронизациясининг кетма кетлик тартибини бузмайди.

Биринчи синхробайт 0 номерли тармоқчага йўналтирилади ва тармоқча кечикиш вақтини киритмайди.

Калитларнинг 17та цикл уланишларидан сўнг қурилмадан 204 байт ўтади ($12 \times 17 = 204$), яъни Рид-Соломон кодланиши орқали маълумотлар пакетига айланттирилган код сўзининг давомийлиги билан мос келади. Натижада кейинги синхронизация байти ноль кечикишли тармоқча орқали ўтади.



5.5-расм. Маълумотларни ташқи оралатиш

Тўғри ва тескари оралатиш деярли бир хил схемада бажарилиши мумкин, фақат қабул қилиш қурилмаси тармоқчаларида тескари оралатиш схемалари учун кечикишнинг ўзгариш тартиби қарама қаршисига ўзгартирилиши керак (5.5-расм). Тўғри ва тескари оралатиш қурилмаларини синхронизация қилиш биринчи аниқланган синхронизация байтини 0 номерли тармоқча орқали йўллаш билан амалга оширилади.

Ички кодлаш DVB-T эшиттириш тизимида йиғувчи кодга асосланган. У блокчи кодлашга асосланган ташқи кодлашдан тубдан фарқ қилади.

Блокчи кодланишда ахборот оқими символлари аниқ давомийлик вақтига эга блокларга бўлинадилар ва кодланиш жараёнида уларга маълум сон текшириш символлари ҳам қўшиладилар, ҳамда ҳар бир блок мустақил алоҳида кодланадилар.

Йиғувчи кодланишда ҳам маълумотлар оқими блокларга бўлинади, аммо уларнинг давомийлик вақти анча қисқа бўлиб, улар “**информацион кадрлар символлари**” деб аталадилар. Одатда кадр бир неча битдан иборат бўлади холос.

Ҳар бир информацион кадрга текширувчи символлар қўшиладилар, натижада код сўзи кадри ҳосил бўлади, лекин ҳар бир кадрни кодлаш аввалги информацион кадрларни ҳисобга олган ҳолда бажарилади. Бу мақсад учун кодерда ҳар доим бир неча информацион символли кадрлар сақланади. Улар навбатдаги кадр сўзни кодлаш учун керак бўладилар (йиғувчи кодланиш жараёнида ишлатиладиган информацион символлар сони кўпинча “код чекланиш давомийлиги” ҳам дейилади). Кадр код сўзини шакллантириш кейинги кадр информацион символларини киритиш билан амалга оширилади. Шудай қилиб кодлаш жараёнида кадрларнинг ўзаро кетма кет боғланиши таъминланади.

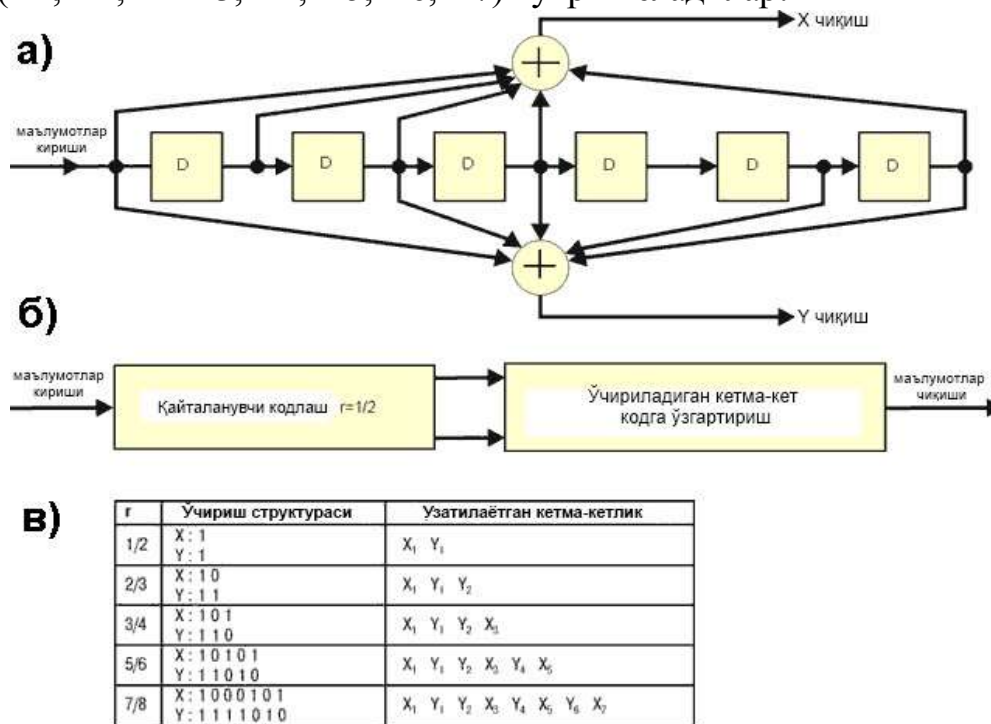
Юқорида айтилганидек, ички код тезлиги ёки битта код кадрида, информацион ички кадрдаги символлар сонининг умумий символларга нисбати алоқа каналлари орқали маълумотлар узатиш шартлари ва маълумотлар узатиш тезлигига қўйилган талаблар асосида ўзгариши мумкин. Код тезлиги қанчалик юқори бўлса, унинг ортиқчалиги шунчалик кам ва алоқа каналида хатоликни тўғирлаш қобилияти ҳам паст бўлади.

DVB-T тизимида ўзгарувчан тезликдаги ички кодлашни база кодлаш тезлиги $1/2$ бўлган ҳолатни қўллаш йўли билан бажарилади. Базавий кодернинг асосини иккита рақамли филтрлар ташкил этадилар. Уларнинг чиқиш сигналлари X ва Yлар модул 2 бўйича сигналларини қўшиш йўли билан шакллантириладилар. Қўшувчиларга кечикишни таъминловчи силжитиш регистрларининг, яъни олтига триггернинг чиқишларидан сигналлар келиб тушадилар (5.6-расм.).

Кириш маълумотлари кетма – кет силжитиш регистрига киритилади ва филтрлар чиқиш сигналларини кема кетлиги ўзгартирилгандан сўнг рақамли оқим ҳосил қилинади. Оқимда битлар кетма – кетлиги киришга нисбатан икки баробар кўп бўлади (бундай коднинг тезлиги $1/2$, шунинг учун ҳар бир кириш битига 2 та чиқиш бити тўғри келади).

Катта тезликда кодлаш режимларида яратилаётган (генерация қилинаётган) X ва Y сигналларнинг маълум қисмигина узатиладилар (узатилаётган сигналлар ва уларнинг тартиби 5.6 в -расмда келтирилган).

Мисол учун , тезлик 2/3 бўлганда иккита кириш битига кетма – кет шаклда учта чиқиш сигнали (X1, Y1, Y2) узатилади ва X2 бўлса ўчирилади. Ички код максимал тезлиги, яъни 7/8 га тенг бўлганда 7 та кириш битларига 8 та чиқиш битлари (X1, Y1, Y2 Y3, Y4, X5, Y6, Y7) тўғри келадилар.



5.6-расм. Ички кодлаш (а- тезлиги $r = 1/2$ бўлган йиғилувчи код, б-ўчириш билан кодлаш, в – кодлаш жадвали)

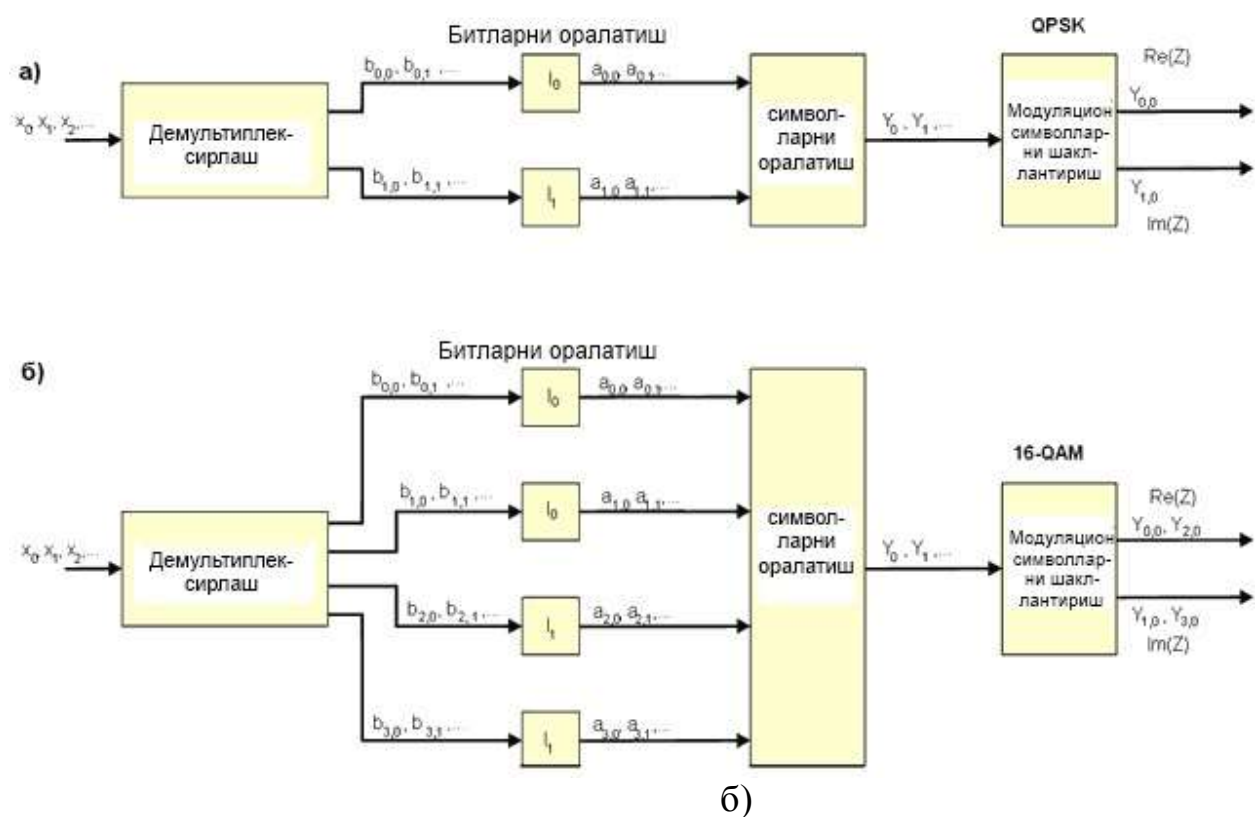
Ички оралатиш ва модуляцияланган символларни шакллантириш DVB-T тизимида ташувчи тебранишларни модуляциялаш билан ўзаро боғлиқдир. Бу амалда частота бўйича оралатишдир. Турли ташувчи тебранишларни модуляциялаш, яъни маълумотларни аралаштириш жараёнидир. Бу жуда мураккаб жараён бўлиб, айти вақтда OFDM модуляция DVB-T тизимининг асосий принципини ташкил этади. Ички оралатиш рақамли маълумотлар символларини оралатиш ва битлар ўзининг оралатишлар йиғиндисидан иборатдир. Унинг биринчи босқичи кириш маълумотлар оқимини демультимплексирлашдир. Оралатишдан сўнг модуляцион символларни шакллантириш амалга оширилади.

Демультимплексирлаш. Айрим ташувчилар квадратура фаза манипуляцияси орқали модуляция қилинишлари (QPSK -Quaternary Phase Shift Keying) ёки квадратурали амплитуда модуляцияси (QAM-Quadrature Amplitude Modulation) орқали шаклланишлари мумкин. Ташувчини модуляцияловчи сигналлар (синфазали ёки квадратурали тебранишлар) бундай ҳолатлардаги модуляция усулларида кўп сатҳли бўлишлари ва кўп позицияли символлар кетма кетлиги билан ифодаланадилар ҳамда улар “модуляционланганлар” дейилади.

QPSK усулида модуляцияловчи сигнали тўртта позицияли символлар кетма кетлигидан иборат, улар алфавитдаги тўртта икки разрядли иккиламчи

сўзлардан (00, 01, 10, 11) ташкил топади ва улар модуллашган тебранишлар фазасини аниқлайди. Бундай символлар кириш кетма-кетлиги битлар оқимини шакллантириш учун, демультиплексирлашда иккита субоқимга ажратиш керак ва уларнинг ҳар бир такт частотаси киришдагига нисбатан икки марта кичик бўлади. (5.7-расм). 16 позицияли квадратуравий амплитудали модуляция (16 QAM) учун модуляцияланган тебранишлар фаза ва амплитудасини аниқлаштирувчи, тўрт разрядли иккиламчи сўз кўринишдаги модуляцияловчи символларни шакллантириш лозим. 16 QAM ҳолатида кириш оқими тўртта субоқимга демультиплексцияланади.

64-QAM модуляцияси қўлланилганда эса модуляцияловчи символлар олти разрядли сўзлар кўринишида бўладилар ва кириш оқими демультиплексирлашда олтига субоқимга бўлинади.



5.7-расм. Ички оралатиш ва модуляцион символларни шакллантириш (а-QPSK: б-16-QAM)

Шундай қилиб, маълумотлар кириш оқими демультиплексирланган V субоқимларга (QPSK учун $V=2$, 16-QAM учун $V=4$, 64-QAM учун $V=6$) ўтказилади. Оқим битлари $x_0, x_1, x_2, x_3, \dots$ эса V разрядли сўзлар кетма кетлигига айлантириладилар. QPSK қўлланилганда кетма кет келаётган иккита битлар, параллел шаклдаги ва $v_{0,0}$ ва $v_{1,0}$ битлардан таркиб топган, x_0 ва x_1 сўз битига айлантириладилар ва ўз навбатида x_2 ва x_3 битлар эса $v_{0,1}$ ва $v_{1,1}$ т лардан ташкил топган сўз битига мос келади ва ҳ.к.

16-QAM модуляция қўлланилганида эса, қўйидаги кўринишдаги кириш кетма кетлик оқими битлари тузилиши бажарилади, яъни улар параллел шаклдаги 4 сўзларга ўтказилади ёки $x_0 - v_{0,0}, x_1 - v_{2,0}, x_2 - v_{1,0}, x_3 - v_{3,0}$ ва ҳ.к.

Худди шундай 64-QAM қўлланилганда, ҳар 6 та кетма кет келувчи битлар олтига разрядли сўзларга ифодаланадилар.

Битларни оралатиш субоқимнинг 126 битлар кетма кетлиги доирасида амалга оширилади (6.7-расм). Амаллар фақат фойдали маълумотлар устида бажарилади ва ҳар бир субоқимда (ФМ-2да 2та, 16- QAMда 4та, 64-QAMда 6та) оралатишлар ўз қоидалари асосида ижро этиладилар.

Оралатиш жараёнида ҳар бир субоқимда кириш бити вектори $B(e) = (b_{e,0}, b_{e,1}, \dots, b_{e,125})$ ҳосил қилинади ва у чиқувчига $A(e) = (A_{e,0}, A_{e,1}, \dots, A_{e,125})$ айлантирилади ҳамда элементлари қуйидагича аниқланади: $a(e,w) = b_{e,w}$, $H_e(w)$ ва бу ерда $H_e(w)$ битларни ўрнини алмаштириш функцияси, $e=0,1,\dots,v-1$, $w=0,1,2,\dots,125$).

Ҳар бир субоқим оралатиш қурилмаси учун ўрин алмаштириш функцияси турли йўллар билан аниқланади:

$$\begin{aligned} H_0(w) &= w: \\ H_1(w) &= (w+63) \bmod 126 \\ H_2(w) &= (w+105) \bmod 126 \\ H_3(w) &= (w+42) \bmod 126 \\ H_4(w) &= (w+21) \bmod 126 \\ H_5(w) &= (w+84) \bmod 126 \end{aligned}$$

Яъни, **Ю** субоқим учун $H_0(w) = w$, ўрин алмаштириш мавжуд эмас, **П** субоқим учун ўрин алмаштириш $H_1(w) = (w+63) \bmod 126$ функцияси асосида бажарилади.

OFDM маълумотларини рақамли символга айлантириш учун оралатиш қурилмалари чиқишлари шундай бирлаштириладиларки, унда v битлардан ташкил топган ҳар бир бит (y^w сўзи, бу ерда $w=0,1,2,\dots,125$) ҳар бир қурилманинг чиқишидаги битта битни ўз ичига олади ва **Ю** чиқишида катта битни беради, яъни $y^w = (a_0, w, a_1, w, \dots, a_{v-1}, w)$.

2к режимида битларни оралатиш жараёни 12 марта такрорланади, натижада маълумотларнинг рақамли символларининг 1512 ($12 \times 12 = 1512$) тасидан ташкил топган пакет ҳосил бўлади ҳам у OFDM симболи дейилади.

Айнан шу 1512 та маълумотлар рақамли символлари, битта OFDM симболи интервалида, 1512 та ташувчи тебранишларни модуляция қилишда ишлатилади. (OFDM симболи давомийлиги TS билан белгиналади). Битлар бўйича оралатиш қурилмаси чиқишидаги кетма кет ўқиладиган 126 та сўздан иборат 12 гуруҳ $Y^i = (y^i_0, y^i_1, \dots, y^i_{1511})$ векторни ташкил этади.

8к режимида эса битларни оралатиш жараёни 48 марта такрорланади ва 6048 та ($126 \times 48 = 6048$) маълумотларнинг рақамли символларини беради ва улар 6048 ташувчиларни модуляция қилишда ишлатилади.

Бу эса $Y^i = (y^i_0, y^i_1, \dots, y^i_{6047})$ векторни беради.

Маълумотлар рақамли симболи y (y^q каби) v битлардан иборат: $y^q = (y_{0,q}, y_{1,q}, \dots, y_{v-1,q})$, бу ерда q -символ оралатиш қурилмаси чиқишидаги символ номери. Қўлланилаётган ташувчиларнинг модуляциясига қараб, у катталиклар модуляцияланган сигналларни шакллантиришда фойдаланилади.

Модуляциялаш символлари z комплекс сонлар бўлиб, уларнинг мавҳум ва ҳақийқий қисмлари битлар $y_{u,q}$ орқали ифодаланидилар. Модуляцион символлар ва $y_{u,q}$ битлар мослиги яна бир марта 6.8-расмда намоён этилган (QPSK ва бир турли 16-QAM модуляция). Ифодалаш Грей коди орқали амалга оширилади, шунинг учун қўшни горизонтал ва вертикал символлар фақат битта битга фарк қиладилар. Демак, демодуляция қилишда халақитлар ёки хатолик туфайли қўшни символ қабул қилинса, бу фақат битта символнинг хатолигига олиб келади. Оддий иккилик кодида бундай хатоликлар, демодуляция вақтида бир неча битлардаги хатоликларга олиб келиши мумкин эди.

DVB-T тизимида модуляцион символлар комплекс сонлардир. Мисол учун QPSK ни ишлатганда $y_{0,q} = 0$ ва $y_{1,q} = 0$ бўлса, уларга комплекс сон мос келади. (6.8 –расмнинг чап томондаги диаграммаси ўнг юқори нуқтаси). Модуляцион символ комплекс сон қийматларининг ҳақиқий ва мавҳум қисмлари аниқ реал мазмунга эга. Модуляцион тебранишларнинг квадратура Q , синфазали амплитуда I қийматлари 1 га тенг. Бошқача қилиб айтилганда, модуляция жараёнида косинусоидал (синфаза) ва синусоидал (квадратура) ташкил этувчилар бир хил бирлик амплитудалар билан қўшиладилар. 6.8 – расмнинг чап томондаги диаграммаси ўнг пастки нуқтаси $y_{0,q} = 0$ ва $y_{1,q} = 1$ ҳамда унга $z = 1 - j$ комплекс модуляцион символ мос келади. Бу икки ташкил этувчиларнинг 1 га тенг эканлигини кўрсатади, аммо синфаза ташкил этувчининг фазаси қарама қарши қийматга ўзгаришини билдиради, яъни 180 градусга силжишига мос келади.

Бунда бирлик амплитудали косинусоидал ва синусоидал функциялар йиғиндиси амплитудаси $\mu 2$ га тенг гармоник косинусоидал тебранишни беради. Унинг бошланғич фазаси 45 градусга тенг (бу 5.8а –расм келтирилган ўнг томон юқори нуқта координатаси векторига мос келади).

Ўнг томон паст нуқтасига тебраниш амплитудаси $\mu 2$ га фазаси минус 45 градусга тенг вектор мос келади.

Шундай қилиб, ўнг томон юқори нуқтадан ўнг томон пастки нуқтага ўтилганда модуляцияланган тебранишлар амплитудаси ўзгармас қийматга эга ва фақат фазаси 90 градусга ўзгаради ҳамда бу QPSK модуляцияси (квадратура фаза манипуляцияси) усулининг мазмуни тушунтиради.

Квадратура амплитуда модуляциясида олинган модуляция тебранишларининг ҳам амплитудаси ҳам бошланғич фазаси ўзгарадилар.

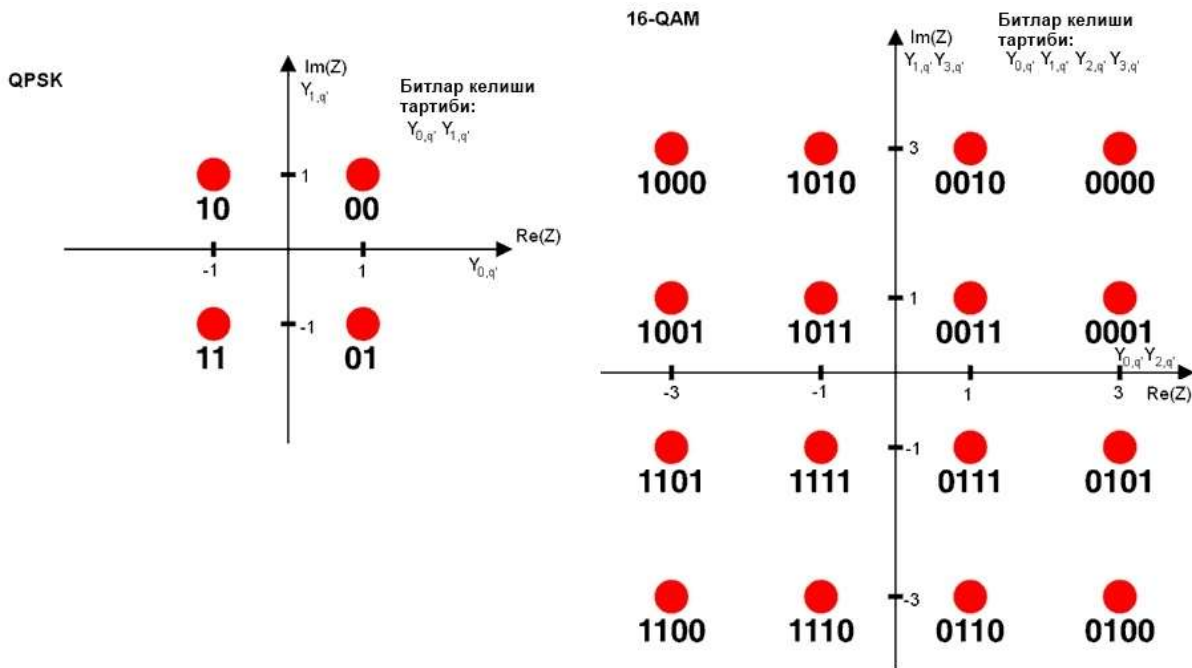
Бир турдаги 16-QAM квадратура амплитуда модуляциясини кўллаганда битлар комбинацияси $y_{0,q} = 0$, $y_{1,q} = 0$, $y_{2,q} = 1$, $y_{3,q} = 0$ бўлиб, диаграмманинг 0010 нуқтасига мос келади ва комплекс модуляция симболи $z = 1 + 3j$ (синфаза косинусоидал ташкил этувчи амплитудаси $= 1$, квадратуравий синусоидал ташкил этувчи $= 3$). Бу дегани модуляциялаш жараёнида тебранишларнинг амплитудаси $\mu 10$ ва бошланғич фазаси 60 градусга тенглигини билдиради.

Диаграмманинг 0111 нуқтаси учун $y_{0,q} = 0$, $y_{1,q} = 1$, $y_{2,q} = 1$, $y_{3,q} = 1$ битлар комбинациясини ифода этади ва комплекс модуляцияланган символни $z = 1 - j$ белгилайди, ҳамда модуляциялаш жараёнида тебранишларнинг амплитудаси $\mu 2$ ва бошланғич фазаси –минус 45 градус эканлигини кўрсатади.

Модуляциялаш жараёнида модуляцион символлар z қўлланилмайдилар, балки уларнинг нормаллаштирилган тахмини “ c ” ишлатилади.

Нормаллаштиришнинг асосий мақсади шунга йўналтирилганки, унда турли хил модуляция усулларида тебранишларнинг ўртача қуввати бир хил бўлиши таъминланади.

QPSK қўлланилгандаги нормаллаштирилган комплекс модуляцион символ $c=z/\sqrt{2}$ бир турдаги 16-QAM модуляциясида эса $c=z/\sqrt{10}$ бўлса, турли турдаги 64-QAM модуляция учун (параметри 4 тенг холатда) $c=z/\sqrt{108}$ бўлади.

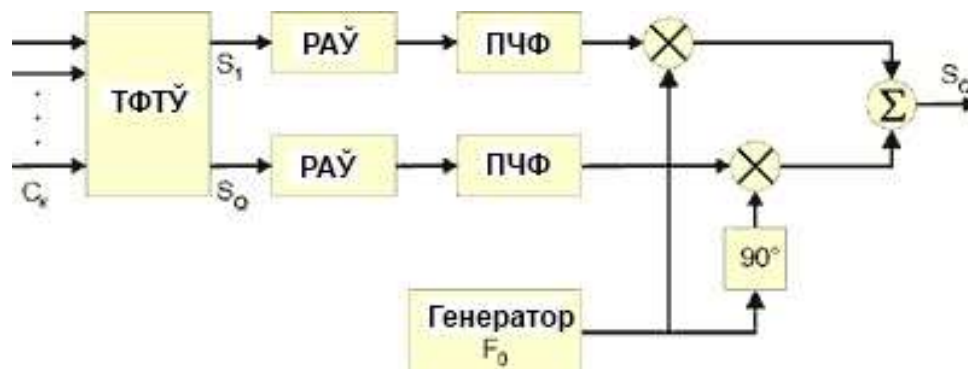


5.8-расм. QPSK ва 16- QAM модуляциялари (z комплекс модуляцион символга мос u, q битларни белгилайди)

Махсус процессорлар ёрдамида OFDM модуляторини мураккаб қурилмасини амалиётга татбиқ қилиш қийин вазифа ҳисобланади. OFDM тизимининг афзаллиги ташувчиларнинг жуда кўп миқдорда ишлатилишидир (масалан, бир неча минг ташувчилар), лекин бундай холда тўғридан тўғри OFDM сигналларини шакллантириш учун узатгичда минглаб генераторлар ва модуляторларни ҳамда қабул қилгичларда худди шундай миқдорда детекторларни қўллаш талаб қилинар ва уни амалга ошириш эса мушкул вазифа эди. Фурьенинг тўғри ва тескари дискрет ўзгартиришлари учун юқори тезликни таъминловчи самарали алгоритмлар ишлаб чиқилган ва улар асосида процессорлар яратилиб, катта интеграл схемалар кўринишида шакллантирилган. OFDM сигналларини шакллантиришнинг математик қурилмасини батафсил берилмаган холда, OFDM радиосигналларининг шакллантиришнинг тузилмавий схемаси 5.9- расмда кўрсатилган.

Келтирилган схемадан кўриниб турибдики, OFDM рақамли шаклда тез Фурье тескари ўзгартирилиши асосида бажарилади ва ундан сўнг РАЎорқали модуляцион комплекс символларнинг мавҳум ва ҳақиқий қийматлари ўзгартириладилар ва паст частотали филтрларда филтрланадилар. Ундан сўнг генератор сигналига синфаза ва квадратура тебранишлари (амплитуда

модуляцияси) ташкил этувчиларини кўпайтириш кўпайтириш аналог шаклда амалга оширилади. Бунда модуляция қилувчи символларни шакллантириш оралик частотада амалга оширилади ва F_0 генератори ёрдамида, квадратура модуляторида сигнал спектри, танланган телевизион каналнинг частотасига ўтказиш амалга оширилади ва охирида йиғилади.



5.9-расм. OFDM радиосигналларининг яратилиши

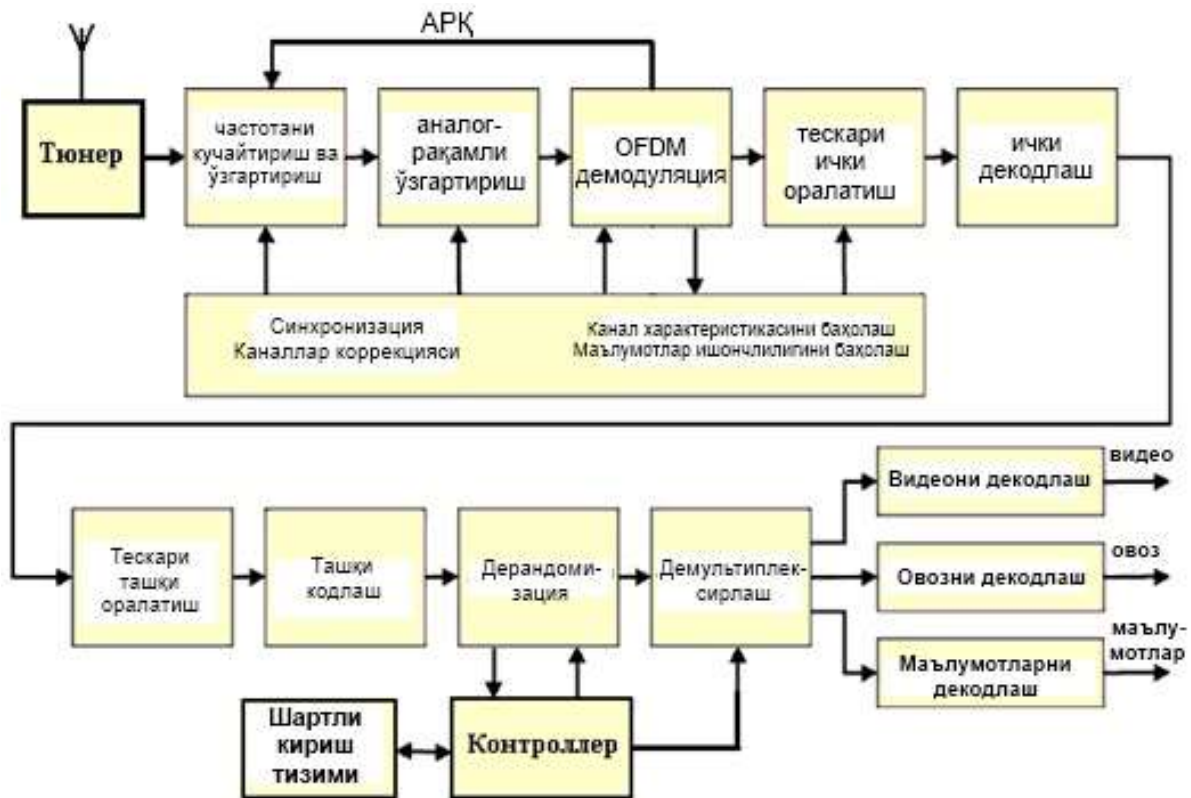
DVB-T тизимининг қабул қилиш қисмида сигналларга ишлов бериш

Қабул қилиш қурилмасида сигналларга ишлов бериш жараёни DVB-T стандарти билан регламентланмаган ва очиқ қолган. Бу ҳолат телевизор ишлаб чиқарувчилар орасидаги рақобатни кучайтиради ва юқори сифатли, айти вақтда арзон қурилмаларни яратишдаги интилишларни қўллаб-қувватлайди. DVB-T стандартига мувофиқ кодланган ва узатилаётган дастлабки аудио-видео ахборотларини тиклаш учун, декодлашда унинг барча сигналларини тескари ўзгартиришларини амалга ошириш зарур. Шунинг учун DVB-T тизимининг қабул қилиш қурилмасининг тузилмавий схемасининг намунавий варианты 5.10-расмда келтирилган.

Тюнер ёрдамида керакли частота канали ажратилади ва сигнал оралик частотага ўтказилади. Сўнгра оралик частотали сигнал кучайтиришни автоматик бошқарувчи (КАБ) қурилма ёрдамида бошқариладиган кучайтиргичдан ўтиб, АРЎ блокида рақамли шаклга ўзгартирилади. Бундан кейин квадратуравий демодуляция бажарилади.

Натижада COFDM сигналининг ҳақиқий ва маъхум қисмларига мос келувчи, квадратуравий ташкил этувчиларига ажратиладилар. Ундан сўнгра олинган квадратуравий ташкил этувчилари учун Фурьенинг тўғри дискрет ўзгартиришлари амалга оширилади ва унинг натижасида COFDMнинг тўлиқ демодуляцияси бажарилади ҳамда COFDMнинг узатиладиган символлари шакллантирилади. Бунда ФТЎ блокидан олинган маълумотлар КАБ учун фойдаланилади ва синхронизация блокига тушади. Синхронизация блоки АРЎ учун ташувчи сигнал частотаси ва такт импульсларини тиклайди. Ундан ташқари канал характеристикаларини баҳолаш блокида қабул қилинган ташувчи сигналлар таҳлил қилинади. Таҳлил натижаларига кўра алоқа каналининг ўтказувчанлик функцияси баҳоланади ва каналларнинг тузатишлари (коррекцияси) амалга оширилади. Коррекция қилишда ҳар бир ташувчининг

сигнали ушбу ташувчи учун аниқланган каналнинг ўтказувчанлик функциясига тескари қийматига кўпайтирилади.



5.10- расм. DVB-T қабул қилгичда сигналлар ва маълумотларнинг ўзгартирилиши.

Сўнгра ички тескари оралатиш блокида битларни символлар бўйича тескари жойлаштириш амалга оширилади. Натижада битлар кетма кетлиги олинади ва улар ички декодерлаш блокига келиб тушади хамда у ерда кодларни йиғиш декодерда хатолар тўғирланадилар (коррекция қилинадилар). Кейин MPEG-2 транспорт оқимининг тузилмавий маълумотларини тиклаш учун байтлар ташқи тескари ва Рид-Соломон декодерда хатоларининг коррекцияси амалга оширилади. Натижада транспорт пакетларининг давомийлиги (188 байтдан иборат) ва байтларнинг пакетларда келишининг кетма-кет келиш тартиби тикланадилар.

Сўнгра маълумотлар оқими маълумотларни дерондомизация қилиш учун дескремблерга келиб тушади ва дастлабки рақамли оқимнинг тузилиши тикланади. Рандомизация қўлланишида тикланиш сигнални псевдотасодифий кетма кетлик билан модул 2 бўйича қайта қўшиш орқали амалга оширилади. Шундан сўнг тикланган MPEG-2/ MPEG-4 транспорт оқими демультимплексорга келиб тушади ва бу ерда танланган дастурига асосан транспорт оқимидан пакетлар ажратиб олинади хамда видео, овозли ташкил этувчи ва маълумотларнинг элементар оқимлари шакллантирилади. Дескремблер ва демультимплексор бошқарувини контроллер амалга оширади. Демультимплексор транспорт оқимидан дастур жадвалли пакетларни танлаб олади ва уларни контроллерга узатади. Контроллер транспорт оқимидаги дастур маълумотларини экранда акс этишини таъминлайди. Фойдаланучи буйруғига кўра дастурлардан

бири танланади ва ушбу дастурга тегишли PID ҳақидаги маълумотлар, келгусида шу пакетларни танлаш учун демультимплексорга узатилади. Танланган дастурга қўшимча маълумотлар (суб титрлар ва ҳақозолар) демультимплексордан контроллерга келиб тушади ва контроллер уларни қўшимча ахборотларни намоиш қилиш блокига узатади.

Контроллер, шунингдек, фойдаланувчининг маблағи тўлаган пуллик дастурларга киришини таъминловчи воситаларни ўз ичига олувчи шартли кириш тизими(ШКТ) билан боғлиқ. Дастурларни дескремблерлашга оид маълумотлар транспорт оқими тегишли пакетларида узатилади. Бепул дастурларни ва умумий фойдаланиш маълумотларга эга пакетларни дескремблерлаш учун қўшимча маълумотлар талаб этилмайди.

Шундай қилиб, рақамли телевидения қабул қилгичида дастурни танлаш иккита этапда амалга оширилади. Аввал бир нечта дастурлардан иборат транспорт оқими узаталаётган телевидения эшиттириш канал танланади. Сўнгра худди шу транспорт оқимдаги дастурлардан бири танланади.

Видео ва овознинг элементлар оқимлари демультимплексордан MPEG-2нинг тегишли декодерларига келиб тушадилар. Видеодекодер чиқишларида 601-тавсияга мос рақамли шаклда ёруғлик ва рангфарқ сигналлар шаклландилар. Бу сигналлар кейинчалик рақамли шаклда ёки РАҚ орқали телевизорнинг қуйи частотали киришларига узатиладилар.

Аудиодекодер чиқишларида аналог шаклдаги овоз шакллантирилади ва овозни эшиттириш блокларига тушади.

5.2.DVB-C рақамли кабел телевиденияси стандарти

Кабел алоқа линиялари экранлаштирилган йўналтирувчи тизимлардан иборат бўлгани учун, улар орқали узатилган сигналлар атмосфера ва индустрия халақитлар таъсиридан ҳимоя қилинган. Ундан ташқари тизимда актив оралик кучайтиргичлардан фойдаланиш ҳисобига уларда сигнал/шовкин (30 дБдан кам эмас) нисбатининг етарлича юқори қийматларининг таъминланиши имконияти мавжуд. Шунинг учун халақитбардошлиликни таъминлаш нуқтаи назаридан, кабел телевизион тизими ер усти телеэшиттириш тизимларига нисбатан енгил шароитларда ишлайди. Шу сабаб оддий ҳолатда рақамли кабел телевидениясида йиғиш коди ёрдамидаги ички кодлаш ишлатилмайди. Кабел телевизион эшиттиришнинг асосий мақсади мавжуд кабел тармоқларининг частота диапазони орқали телевизион дастурларнинг максимал сонини узатишни таъминлашдир.

Шу мақсадда, DVB-C стандартига мувофиқ кабелли тармоқларда OFDM ўрнига кўп позиционли квадратура амплитудали манипуляция (КАМн) ишлатилади ва унинг принциплари 5.4 бобда баён этилган. Ҳозирги вақтда 16-, 32-, 64 ва 256-позицияли КАМн лар қўлланилмоқда. Иккилик символлар узатиш тезлигининг КАМн позицияларидан боғлиқлиги 6.4-жадвалда келтирилган. Жадвалдан кўриниб турибдики, иккилик символларни тўла узатиш тезлиги (3-устунча) канал символларини узатиш тезлигини символдаги битлар сонига кўпайтириш орқали олинади ва кўпайтма, Рид-Соломон халақитбардошликни

оширадиган кодлашда қўшимча киритилган байтлар ҳисобига, фойдали маълумотларни узатиш тезлигидан юқори бўлади.

5.3-жадвалнинг охириги устунчаларидаги маълумотларни ,тасвир сифати қийматлари турлича бўлган телевизион дастурлар талабларига асосан, иккилик символларни узатиш тезлиги билан билан солиштириб, битта кабел телевиденияси каналида у ёки бу сифат билан нечта телевизион дастурни узатиш мумкинлигин баҳолаш мумкин(4.4 бобга қаранг).

5.3-жадвал

Модуляциянинг турли қийматларида маълумотларни узатиш тезликлари

Модуляция тури	Узатиш тезлиги Мсимвол/с	Узатишнинг тўлиқ тезлиги	Фойдали маълумотларни узатиш тезлиги Мбит/с
16-КАМн	6,89	27,56	25,2
32-КАМн	6,92	34,60	31,9
64-КАМн	6,84	41,04	38,9

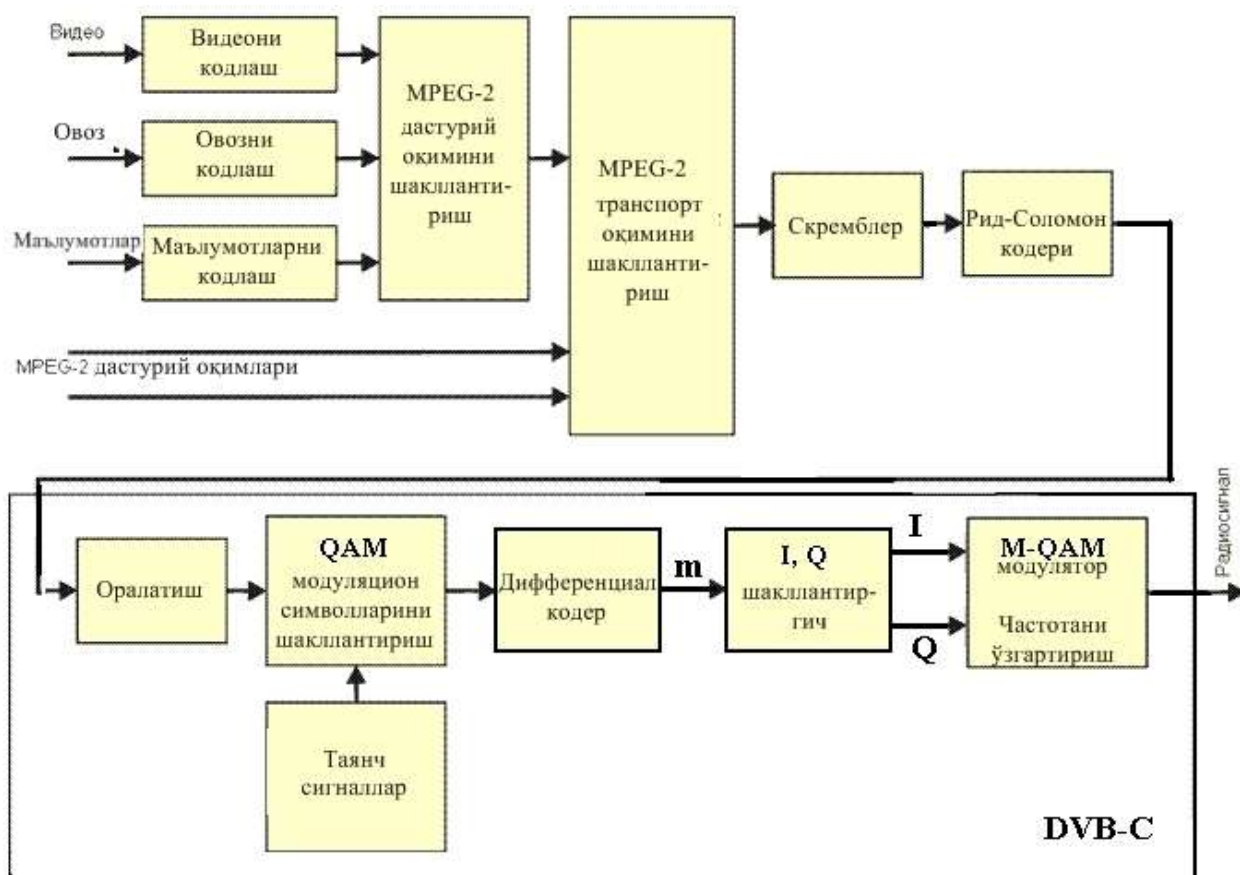
DVB-C тизимининг узатувчи қисмининг умумлашган ташкилий чизмаси 5.11- расмда келтирилган. Рақамли кабел телевидениясининг узатиш қисмидаги DVB-T тизимида аввал батафсил келтирилган операцияларнинг асосийлари амалга оширилади.

DVB-C стандартига мос равишда, транспорт оқимини шакллантиришда, бир неча элементар телевизион дастурлар оқими ва турли маълумотлар киритилади. Транспорт пакетлари 8 тадан бирлаштириладилар. Ҳар бир саккизталиқнинг биринчи пакетида синхрогуруҳ инверторланади, яъни ўн олти разрядли сон **0x47** ўрнига **0xВ8** узатилади. Бу қабул қилгич томонида циклли синхронизацияни таъминлаш учун зарур.

Сўнгра узатилаётган дастурни руҳсат этилмаган киришдан сақлаш учун **скремблирлаш** операцияси амалга оширилади ва алоқа канали полосасида сигнал қувватини бир текис тақсимланиши таъминланади. Скремблирлаш қабул қилгичда уларни танлашни таъминлаш учун транспорт пакетлари синхрогуруҳларига тегилмайди.

Сўнгра Рид-Соломон кодларини қўллаган холда халақитбардошли кодлаш амалга оширилади. Бунда транспорт пакетларининг давомийлиги 188 дан 204 гача ортади ҳамда пакет хатоликларидан маълумотларни ҳимоялаш учун байтлар оралатилади.

Кейинги қадам билан узатилувчи байтлар КАМн символларига айлантириладилар. Масалан, 64-позицион 64-КАМн дан фойдаланилганда ҳар бир 3та байт 4 олти битли символга айлантирилади ва ундан сўнг халақитбардошлиқни ошириш учун уларнинг икки катта битлари дифференциал кодлаши амалга оширилади.



5.11-расм. DVB-C тизимининг узатувчи қисмининг умумлаштирилган ташкилий чизмаси

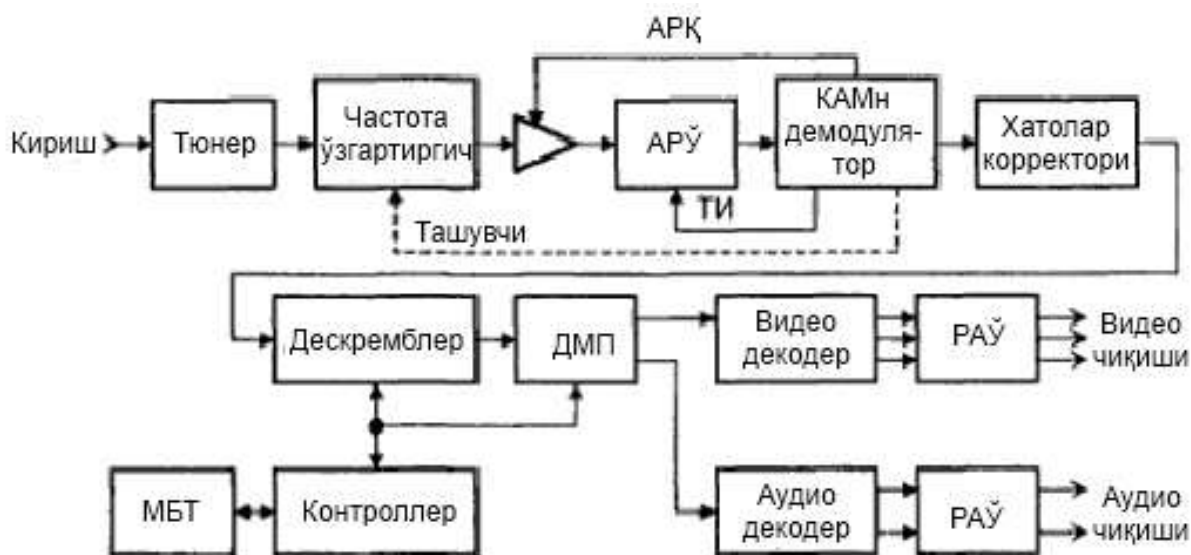
DVB-Cдаги кейинги операция, символларни кучланиш импульсларига айлантириш бўлиб, бу импульслар I ва Q ташкил этувчиларнинг квадратура модуляторига берилдилар. Модуляцияланган сигнал спектри кенглигини чеклаш учун, импульсларнинг фронтлари ва кескин ўзгаришларини паст частотали филтр ёрдамида текисланади. Сўнгра квадратура модуляторда, оралиқ частотада, кўп сатҳли квадратуравий амплитуда модуляцияси амалга оширилади. Ундан кейин частота алмаштиргичи ёрдамида сигнал спектри талаб этиладиган телевизион каналга кўтарилади ва кабел тармоғининг тақсимловчи чиқиш кучайтиргичлари орқали сигналлар қабул қилувчи қурилмаларнинг киришларига келиб тушадилар.

Қабул қилгичда мос равишда тескари операциялар бажарилиши шарт. Кабел рақамли телевидениясининг қабул тракти тузилмавий схемаси 5.12-расмда келтирилган. Кабел линияларининг чиқишидан кириш сигнали, оддий телевизордаги каби, тюнерга келиб тушади ва керакли канал ажратилади ҳамда шу канал сигнали оралиқ частотага ўтказилади. Кейин эса частота ўзгартиргичда қўшимча частота қиймати камайтирилиши амалга оширилади. Бунинг учун КАМн демодуляторда тикланган ёки частота ўзгартириш блокдан олинган ташувчи частоталар ишлатилади. Частоталар камайтирилгандан сўнгги қийматлари, одатда 3...11 МГц ни ташкил этадилар.

Сўнгра сигнал, кучайтириш коэффиценти демодулятордан олинган КАБ сигнали билан аниқлаштириладиган, бошқарилувчи кучайтиргичдан ўтади.

Сигнал баландлиги қиймати АРЎ кириш кучланишлари катталиклари билан мослашади.

16-КАМн, 32-КАМн ва 64-КАМн ларни қабул қилиш учун 8 та иккилик разрядига эга АРЎларнинг ўзи етарли. 256-КАМн ни қабул қилиш учун эса 9 та иккилик разрядли АРЎ бўлиши керак. Дискретлаш канал символлари частотаси билан , яъни 7МГц да амалга оширилади. Такт импульслари (ТИ) демодуляторда шаклланадилар.



5.12-расм. Кабелли рақамли телевидениянинг қабул қилиш трактининг ташкилий чизмаси

Демодуляторга келиб тушган рақамли сигнал ташкил этувчилари **I** ва **Q** бўлган квадратуравий сигналларга айлантирилади ва улар орқали канал символлари тикланадилар. Сўнгра ушбу символлардан чиқиш маълумотлар оқимининг байтлари шаклланадилар. Масалан: 64-КАМн ҳолатида 4 та олти битли канал символларидан 3 та чиқиш байтлари шаклланади. Демодуляторда ташувчи частота (оралиқ частотага ўтказилган) ва канал символларининг такт импульслари тикланадилар ҳамда улар демодуляторнинг ўзида ҳам ва ундан олдинги блокларда ҳам ишлатиладилар.

Ундан сўнг маълумотлар оқими хатоларни тўғирлаш блокига (хатолар корректорига) келиб тушади ҳамда унда **Рид-Соломон** кодини **декодлаш** ва **оралатиш** амалга оширилади. Натижада транспорт пакетларининг давомийлиги (188 байтдан) ва пакетдаги байтларини кетма-кетлигининг бошланғич тартиби тикланади.

Сўнгра маълумотлар оқими дескремблерга тушади ва у ердан дескремблерланган транспорт оқими демультимплексорга (ДМП) боради, яъни бунда транспорт оқимидан танланган дастурга тегишли пакетлар ажратиб олинади ҳамда видео, овоз ва маълумотларнинг элементар оқимлари шаклланадилар. Сигналларни қайта ишлаш бўйича кейинги операциялар DVB-T тизими қабул қилувчи қурилмасидаги каби бўлади.

5.3.DVB-S сунъий йўлдош рақамли телевизион узатиш стандарти

Сунъий йўлдош телеэшиттириш тизимлари кенг худудларнинг ҳар қайси нуқтасига юқори сифатли телевизион сигналларини етказишнинг энг тез, ишончли ва тежамкор усули ҳисобланади. Сунъий йўлдошнинг Ер орбитасининг белгиланган нуқтаси ушлаб турилиши, қуёш энергиясидан таъминот учун кенг фойдаланилиши, қурилмаларда энергияни оз миқдорда сарф қилиниши каби имкониятлари булардан ташқари узатилаётган сигналларнинг атмосфера ва географик жойлашувларга боғлиқ бўлмаслиги кенг доирада ривожланишига имкон яратди. Ҳозирги вақтда телерадиоэшиттириш сунъий йўлдошлари одатда экватор кенглигидаги геостационар орбитада (ГО) баландлиги 35786 км бўлган орбитада жойлашадилар. ГО да жойлашган сунъий йўлдош Ер билан бир хил тезликда айланади ва шу сабаб Ернинг белгиланган нуқтаси учун ҳаракатсиз бўлади дейиш мумкин. Геостационар сунъий йўлдошнинг эшиттиришларни қамраб олиш майдони Ер юзининг учдан бир қисмига тўғри келади. Айтилиши вақтда замонавий техник воситалар Ер юзининг катта бўлмаган қисмини йўналтирилган кичик электромагнит нурлари ёрдами билан қоплаш имкониятларини берадилар. Ер юзаси билан сунъий йўлдош антенналари тарқатувчи конуссимон нурнинг кесишиш чизиқлари **қамраб олиш зонасининг** чегараларини белгилаб беради ва ердаги қабул қилиш антенналарининг турли диаметрларида амалга оширилади. Бунда антенна қамраб олиш зонасининг марказидан қанча узоқда жойлашган бўлса, унинг диаметри шунча катта бўлиши керак.

Телевизион эшиттиришнинг сунъий йўлдош каналлари учун sanoat халақитлари ва бошқа узатувчи қурилмаларнинг шовқини қийматлари паст бўлиши характерли, чунки бундай каналларда ўткир(кичик аниқ) йўналтирилган антенналардан фойдаланилади. Рақамли сигналларни қабул қилишда хатоларни келтириб чиқарадиган асосий фактор бўлиб, узатувчи-қабул қилувчи қурилмалар орасидаги масофа катта бўлганлиги сабаб, қабул қилиш қурилмасининг киришидаги сигнал/шовқин нисбатнинг кичиклиги ҳисобланади. Сунъий йўлдош алоқа каналларнинг частота кенглиги ер усти ва кабел телевиденияси каналлариган нисбатан сезиларли даражада кенг.

5.4-жадвалда иккилик символ ва канал символларини алоқа частота канали кенглигига боғлиқлиги келтирилган. Бунда фойдали маълумотларни узатиш тезлиги канални кодлаш параметрларига (охирги устунча) боғлиқ, чунки йиғувчи код ортиқчалиги кўпайганда халақитбардошлик ошади, лекин фойдали маълумотларни узатиш тезлиги камаяди.

Маълумотларни узатишнинг турли тезликлари

Канал кенглиги, МГц	Узатиш тезлиги Мсимв/с	Тўлиқ тузатиш тезлиги Мбит/с	Фойдали маълумотларни узатиш тезлиги Мбит/с
54	45	90	41,5... 72,6
36	30	60	27,7 ...48,4
33	27,5	55	25,3 ... 44,4
71	22,5	45	20,7... 36,3

DVB стандарти 11...12 ГГц частота диапазонида 27 МГцли частота кенглигига эга сунъий йўлдош телевидениясининг мавжуд каналларидан фойдаланишни кўзда тутди. Истиқболда сунъий йўлдош тизимларида 20 21 ГГц диапазондан фойдаланиш ва алоҳида каналларнинг частота полосалари кенгрок бўлишлари назарда тутилмоқда.

Сунъий йўлдош телерадио эшиттириш тизимларида узатилаётган сигналларнинг қувватлари нисбатан кичик ва чегараланган бўлганлиги сабабли интерференцион халақитлар ва шовқинларнинг таъсирига сезувчанлик юқори ҳисобланади. Шунинг учун энергетик самарадор QPSK- квадратуравий фаза модуляцияси ва қисқартирилган RS коди ҳамда йиғувчи код базаларидаги каскадли кодлашдан биргаликда фойдаланиш тизимнинг юқори халақитбардошлигини таъминлайди. Йиғилувчи код юмшоқ ечим берувчи Витерби декодлаш алгоритми билан бирга қўлланади. Халақитбардошликни оширишда шовқин ва интерференцион халақитлар ҳамда сунъий йўлдошнинг борт ретрансляторларининг ночизиқлиги таъсирлари ҳам ҳисобга олиниши керак. Ички кодек учун, қуввати узатилиши ва спектрдан фойдаланиш орасидаги самарали муносабатга эришишни ҳисобга олган ҳолда, 1/2-7/8 диапазондаги 5 та дискрет код қиймати тезлигидан бирини танлаш имконияти мавжуд.

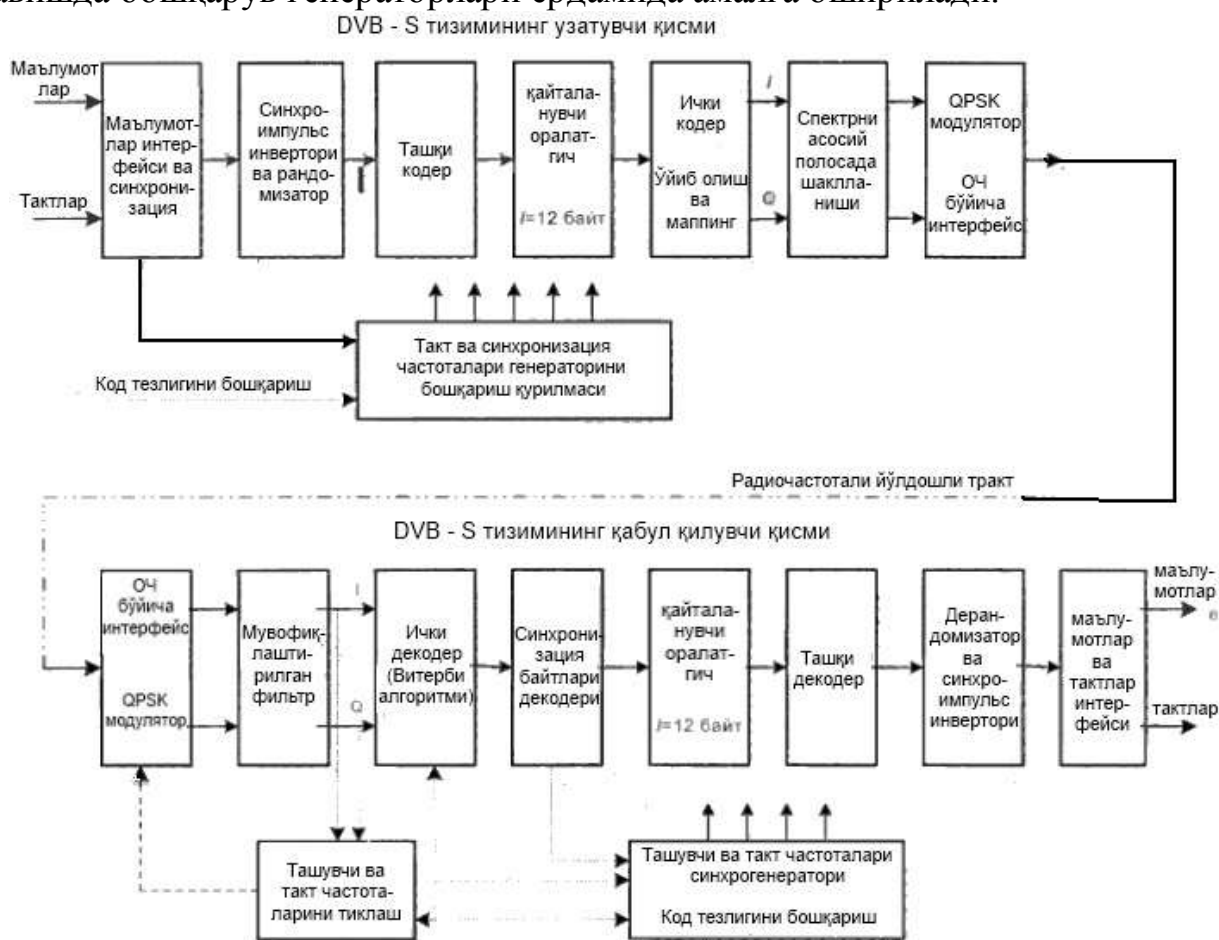
Мослаштирилган филтрлаш ва хатоларни тўғри-тўғри тўғрилаш қабул қилишнинг қийин шароитларида ҳам юқори сифатни таъминлашга имкон беради. Юқори сифат хатто ташувчи/шовқин ва ташувчи/интерференцион халақит нисбатлари чегара(бўсаға) қийматга яқин бўлганда ҳам сақланиб қолади. Бунда хатолик бир соатда биттадан ошмаслиги кафолатланади, бу эса қабул қилувчи декодерида, MPEG-2 демультимплексор киришида хатолар эквивалент эҳтимоллигига 10^{-10} 10^{-11} атрофида бўлади.

DVB-S тизими функционал блок бўлиб, MPEG-2 транспорт мультимплексори чиқишида телеэшиттириш рақамли сигнал программаларини йўлдошли канал характеристикалари билан мослаштириш амалга оширади. DVB-S тизимининг узатиш ва қабул қилиш қисмлари тузилмавий схемаси 5.13-расмда келтирилган.

Узатишда маълумотлар оқимининг каналга мослашиши учун қуйидаги алмаштиришлар амалга оширилади:

- транспортли мультиплексорлаш ва сигнал энергетик спектрини текислаш учун рандомизациялаш;
- Рид-Соломон коди ёрдамида ташқи кодлаш;
- йиғувчи оралатиш;
- чиқариб олинган(ажратилган) коддан фойдаланган ҳолда ички кодлаш;
- частоталар полосаси асосида сигнални шакллантириш;
- модуляция.

Узатишда транспортли маълумотлар оқими ва унинг тактлари тизимга интерфейс орқали келиб тушади. Интерфейсдан чикувчи такт частотаси ва код тезлигини бошқарувчи ташқи сигнал барча зарур такт ва синхронизацияловчи частоталарни генерациялаш(пайдо қилиш) учун фойдаланилади. Такт сигналларининг узатилиши ва узатиш қурилмасининг синхронизацияси мос равишда бошқарув генераторлари ёрдамида амалга оширилади.



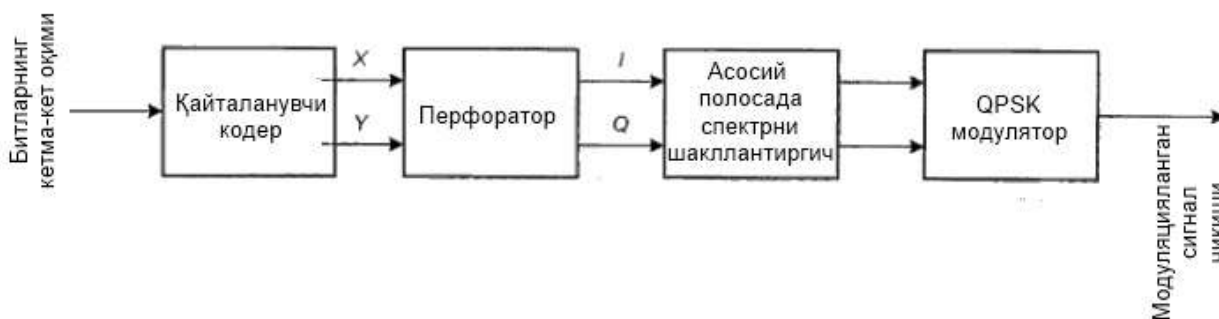
5.13-расм. DVB-S тизимининг тузилмавий схемаси

Интерфейс чиқишидан транспорт пакетлари синхробайт цикллари шакллантирувчи қурилма (бунинг учун MPEG-2 стандарти бўйича, ҳар бир саккизинчи транспорт пакетининг синхробайти инверсия (тескарисига айланттириш) қилинади) орқали ўтади ва сигналнинг энергетик спектрини текисловчи рандомизаторда ишлов берилади.

Сўнгра рандомизацияланган маълумотлар пакетлари ташқи **RS**-кодерда кодланадилар, ташқи йиғувчи оралатиш қилинадилар ва ички кодлаш ҳамда

модуляциялаш блокига келиб тушадилар. Ташқи RS- кодер ва ички йиғувчи кодерларнинг тузилмавий схемаси ва рандомизатор параметрлари DVB-T тизимидаги шундай қурилмаларга айнан мосдир.

Ички кодлаш ва модуляциялаш блоки тузилмавий схемаси 5.14 -расмда келтирилган. Бунда кодлаш базаси тезлиги $R=1/2$ бўлган ҳолатда , ички йиғиш кодерида кодлашдан кейин маълумот пакетлари перфораторга тушадилар ва коднинг тезлиги оширилиши талаб этилганда ортиқча тектирувчи символлар олиб ташланади. Ички оралатгич мавжуд бўлмайди, чунки канал хатоликларининг статистик таркиби уни қўлланишини талаб этмайди. Сўнгра асосий частота полосасида сигнал спектри шакллантирилади ва уни QPSK-модуляторига узатиш амалга оширилади. Ундан кейин ,сўнгги интерфейс ёрдамида , оралиқ 70/140 МГц частотада, сунъий йўлдош ер станцияси радиоканалини таъминловчи юқори частотали узатиш қурилмаси билан мослаштирилади.



5.14-расм. DVB-S тизимида модуляциялаш ва тизим ости кодлашнинг тузилмавий схемаси

5.4.DVB-H рақамли мобил телевизион эшиттириш стандарти

DVB-H (Digital Video Broadcast Handheld, DVB “қўл бошқарувда, портатив”) бу 2004 йилнинг декабрида тасдиқланган мобил телевидения стандарти. **DVB-H** стандарти Телекоммуникацион стандартлар бўйича Европа Ассоциацияси (ETSI) томонидан мобил қабул қилиш қурилмаларида (уяли телефонлар, автомобиль ёки поездларда ўрнатилган қабул қилиш қурилмаларида) телевизион программаларни ишончли қабул қилишга ўрнатилган талаблардир.

Мобил телевидения тизимини яратишда қабул қилишнинг мобил терминалларида қўйиладиган қуйидаги шартларни инобатга олиш зарур:

- портатив терминалларнинг кичик габаритли антенналари сигналларни фақатгина бинодан ташқарида эмас, балки бетонли деворлар ортида ҳам қабул қилинишини таъминлаши керак ва бу эса телеэшиттириш сигналлар қувват оқимининг зичлигини (ҚОЗ) сезиларли даражада оширишни талаб этади.

- автомобиль ёки бошқа ҳаракатланувчи транспортда ўрнатилган терминалларга сигналларни қабул қилишда, доплер эффекти туфайли, узатилаётган импульслар сезиларли даражада бузилишларга олиб келиши мумкин;

- мобил терминалларнинг манбаалари энергия қуввати захираларининг чегараланганлиги;

Ана шу шартлардан келиб чиқиб, DVB-H тизимига қуйидаги талаблар қўйилади:

- мобил терминалларнинг аккумулятор батареяси токининг сарфланишини тежамкорлиги таъминлаш. Бу масала мобил эшиттиришнинг концепциясини шакллантиришда асосийлардан ҳисобланарди;

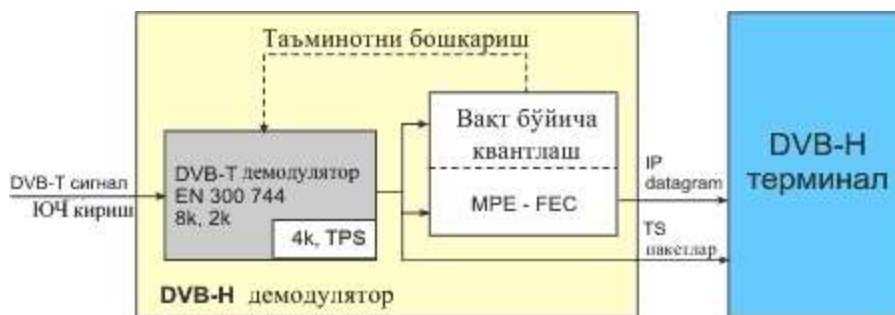
- ҳаракат давомида, айниқса катта тезликларда , ишончли мобил қабул қилиш;

- сигналларнинг кўп нурли тарқалишида, айниқса хона шароитида қабул қила олиш имкониятининг мавжудлиги;

- аввал яратилган DVB-T тармоқлари билан тўлиқ мослик;

- мобил қабул қилиш терминаллари имкониятлари билан мослашиш, яъни катта бўлмаган экранда тасвирнинг сифатининг юқори даражада бўлишини таъминламаслик ва шунинг учун кичиклаштирилган аниқлик қобилиятида (320×420 пиксел) DVB-T га нисбатан 10-15 марта кўпроқ теледастурлар узатишни таъминлаш.

Шунинг учун ўз поғонаси бўйича DVB-H тизими DVB-T га максимал яқинлашгандир. DVB-H қабул қилишнинг концептуал тузилиши 6.15-расмда келтирилган. Уларнинг ораларидаги фарқ **2к** ва **8к** модуляциялаш режимларига яна битта **4к** режимнинг қўшилганлигидир. Бу ўз навбатида, битта сота радиусида, қабул қилгич қурилмаси юқори тезликда ҳаракатланган ҳолатда ҳам маълумот алмашишда қўшимча эркинликни таъминлайдиган режим қўшилганлигини билдиради. Агар COFDM модуляциялашда ортогонал ташувчиларнинг қанча кам миқдори иштирок этса, қўшни ташувчилар орасидаги частота интервали шунча катта бўлади ва албатта, терминал ҳаракат тезлиги ҳам юқори бўлади. Ҳаракат тезлигининг ортиши частоталарни Допплер эффекти туфайли силжишига олиб келади ва қабул қилиш аниқлиги бузилади. Бироқ, бошқа томондан ташувчилар қанча кам бўлса, ҳар бир COFDM символини узатиш учун ажратилган вақт даври шунга қисқа бўлади ва албатта ҳимоя интервали ҳам шунча қисқа бўлади. Ҳимоя интервалининг қисқариши эса, кўп нурли қабул қилишдаги халақитбардошликни тушишига олиб келади ва сота радиусининг ишончли қийматини камайтиради. Асосан стационар қабул қилишга мўлжалланган DVB-T тармоқлари учун, қамраб олиш зонасининг қиймати сезиларли даражада муҳим омил бўлиб ҳисобланади. DVB-H стандарти тармоқлари учун юқори тезликда қабул қилиш имкониятлари катта аҳамиятга эга ва қамраб олиш зонаси эса тўнон киришидаги сигналлар қиймати билан чегараланади. Шунинг сабаб мослашган вариантни танлаш имконини яратиш учун **4к** модуляциялаш режими киритилган ва трансляцияни фақат DVB-H қабул қилгичлари орқали амалга ошириш мумкин.



5.15. –расм .DVB-H қабул қилгичнинг концептуал тузилмаси

Шундай қилиб, DVB-H модуляциялашнинг 3 режимида ишлаши мумкин:

- **8к** - турли катталиқдаги (катта, ўрта ва кичик) битта частотали тармоқларда (SFN) ва Допплер частота силжишлари мавжуд бўлган юқори тезлик билан қабул қилишларда фойдаланиш учун, яъни қабул ҳаракатланиш давомида амалга оширилади.

- **4к** - Допплер частота силжишларида сезиларли, кичик ва ўрта катталиқдаги SFN тармоқлар учун. Жуда юқори тезликларда қабул қилишда ишлатилиши мумкин.

- **2к** - кичик каттликдаги SFN тармоқлар учун. Ҳаракат давомидаги энг юқори тезликларда ҳам ишончли мобил сигнални қабул қилишни кафолатлайди (яъни частота бўйича жуда катта Допплер силжишларида).

Физикавий босқичдаги **иккинчи тўлдирувчи** бўлиб **4к** ва **2к** режимларида маълумотларни чуқур оралатиш имконияти ҳисобланади. DVB-T каналли кодлаши бир COFDM символ ичида маълумотларни оралатишни назарда тутди. У асосан кўп нурли қабулдаги ташувчиларнинг селектив(алоҳида –алоҳида) қотиб қолишларида компенсация қилиш учун мўлжалланган. Айни вақтнинг ўзида мобил терминаллари, катта эҳтимоллик билан, кенг полосали импульс шовқинлар таъсири зонасида бўлиб қолишлари мумкин. Шунингдек, қабул қилиш жараёни ҳаракат тезлигида амалга оширилиши туфайли сигналнинг бузилишига олиб келадиган частотанинг Допплер силжиши пайдо бўлади. Шу сабабли COFDM(DAB, ISDB-T) базасидаги мобил эшиттириш стандартларида, узоқ давом этувчи халақитларнинг асоратлари билан курашиш учун, каналли кодлаш циклига ўнлаб хаттоки юзлаб OFDM символларни қамраб олган, давомий маълумотлар сериясини оралатиш киритилади. Оралатишда иштирок этаётган маълумотлар кетма-кетлиги қанча узун бўлса, сўниш асоратлари билан курашиш шунчалик самарали бўлади. Бироқ DVB-H учун қуйидаги сабабларга кўра бундай ёндашув тўғри келмайди:

- давомий кетма-кетликларни тиклаш узлуксиз қабулни талаб этади, яъни DVB-H режимида ,энергияни тежаш учун маълумотларни узатишда импульс режими қўлланилади;

- давомий кетма-кетликларни тиклаш учун, қабул қилгичларни қимматлашувига олиб келадиган ,катта ҳажмдаги хотира зарур;

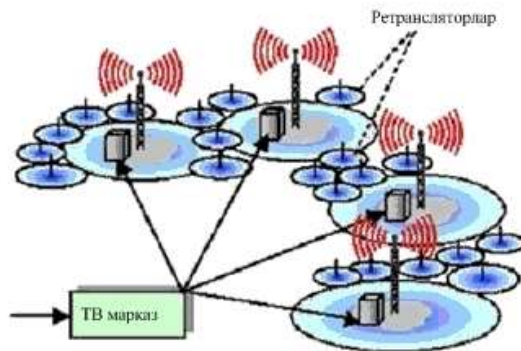
- давомий кетма - кетликларнинг қўлланилиши DVB-T билан мослашиш талабларига тескари бўлиб қолади.

Шунинг учун DVB-H да ҳамма томонни қониқтирадиган ечим танланган. DVB-T учун анча долзарб бўлган модуляциялаш **8к** режими учун, DVB-Hда битта символ доирасида битларни оралатиш сақлаб қолинган. Ҳар бир COFDM символ маълумотларининг кам миқдорини олиб ўтадиган **2к** ва **4к** режимларида эса, опция сифатида ушбу мақсадлар учун ажратилган хотиранинг мумкин бўлган ҳажмларида вақтинчалик оралатиш имконияти киритилади. **4к** режими учун оралатиш COFDMда иккита символли чуқурлик билан, **2к** режим учун эса COFDM да тўртта символли чуқурлик билан амалга оширилади. Бироқ бу режимда ишлаганда DVB-T ва DVB-H трансляцияларини биргаликда узатиб бўлмайди. DVB-T да қўлланиладиган ички ва ташқи каналли кодлашнинг қолган механизмлари ҳеч қандай ўзгаришларсиз DVB-Hга ўтказилган.

Учинчи тўлдириш эса транспорт сигнализацияга тегишлидир (TPS-Transmission Parameter Signalling), бунга DVB-H форматида узатиладиган хизматлар оқимиға мавжуд индицираловчи (текширувчи) 2 та бит қўшилади, шунингдек амалга ошириладиган IP дейтаграммалар (маълумотлар пакетлари) базасига қўшимча ҳимоя кодлари киритилади.

Тўртинчи тўлдириш 5 МГц полосани шундай шарт билан ишлатиш мумкинлигини, яъни эшиттирилмайдиган диапазонда фойдаланиш имконияти яратилганда пайдо бўлади. У DVB-T да фойдаланиладиган 6,7 ва 8 МГц ли полосаларга қўшилган. Уни АҚШда L-диапазони (1,670-1,675ГГц)да, DVB-H тармоқларини шакллантиришда, қўллаш **режалаштирилмоқда**.

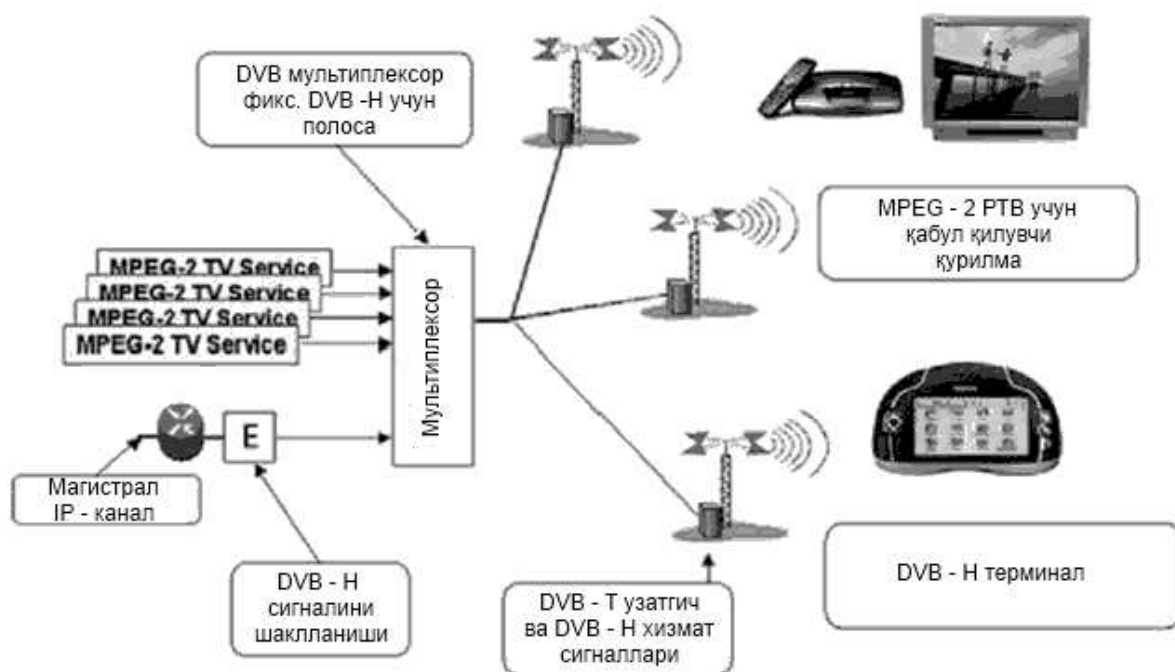
Электр энергия сарфини тежаш учун мобил терминалларда **вақтли зичлаштириш принципи** қўлланилади, бунда фойдали маълумот жуда кичик вақт давомида юқори тезлик билан (масалан, 10Мбит/с) узатилади ёки қабул қилинади, яъни кутиш вақтига нисбатан жуда кичик оралиқ вақтда узатилади / қабул қилинади. DVB-H телевидения хизматининг сифатли тасвирлари учун рақамли ахборот узатиш тезлиги 250 кбит/с бўлиши етарлидир. Шундай қилиб қабул қилгичнинг иш вақти ва ўчиш вақти муносабати ($10/0,25 = 40$) ни ташкил этса, энергия тежамкорлиги тахминан 90% га тенг бўлади. DVB-H тизимининг ютуқларидан бири телевидения эшиттиришлар учун кам қувватли узатгичлардан фойдаланишдир. Бунда кенг масштабли сигналлари қабул қилиш учун самарали ечим бўлиб, **бир частотали тармоқ** варианты ҳисобланади (5.16- расм). Ушбу тармоқда баланд таянч антенна ва ўта қувватли узатгичлардан фойдаланмасдан бир неча кам қувватли узатгичларни қўллаб, битта частотада ишлатиб, катта туманларда эшиттиришларни қамраб олиш мумкин. Бир частотали тармоқларнинг барча узатгичлари бир хил сигналларни узатадилар ва GPS сунъий йўлдошлар орқали олинadиган ниҳоятда аниқ вақт сигналлари ёрдамида аниқ синхронизация қилинадилар. Қамраб олиш зонасини кенгайтириш ва мураккаб шароитларда (бинолар ички қисмларида, автомобилларда) қабул сифатини ошириш учун қўшимча ретрансляторлар ишлатилишлари мумкин. Бундай турдаги тармоқ баъзида юқори зичликка эга бир частотали тармоқ деб ҳам номланадилар.



5.16-расм. DVB-H бир частотали тармоқ варианты

Агар DVB-H сигналлар учун мультиплексирланган тўлиқ оқим захираланган бўлса, тармоқларни режалаштиришда кўп имкониятлар пайдо бўлишига олиб келади. Бундай тармоқ бир неча вилоятларнинг бир частотали тармоғидан иборат бўлса, уларнинг ҳар бирида шахсий частота белгилари қўлланишлари мумкин. Ҳар бир вилоят учун SFNнинг максимал қиймати кодлаш тезлиги, тармоқнинг ҳимоя интервали ва географик жойлашишларга боғлиқ, одатда қамров ўнлаб километрларни ташкил этади. Агар SFNни бирор бир вилоятда қабул қилиши мураккаб ёки деярли мумкин бўлмаган жойларида, GPS ёрдамида синхронизацияланган бир неча қўшимча узатгичлар қўлланиши мумкин. DVB-H тармоқда кучланишлар майдонининг талаб этиладиган қийматлари етарлича катта. Барча халақит берувчи частоталарнинг шовқинлари қуввати мумкин бўлган координаталарни белгилашлар режа параметрлари асосида чеклашга эришилса, синхронизацияланган асосий узатгичларнинг сони кўп бўлиши, аммо узатгичлар қуввати кичик ва осма антенналарнинг баландлиги анъанавий DVB-T ер усти рақамли телевизион эшиттириш тармоқлариникига нисбатан кам бўлиши мумкин. Бундай тармоқ юқори зичликка эга бир частотали тармоқ деб номланиши мумкин. Бундай тармоқнинг таннари, анъанавий DVB-T ер усти рақамли телевизион эшиттириш тармоғи нархидан қиммат бўлади, бироқ битта мультиплексирланган оқимда таклиф этилаётган хизматлар сони ҳам тахминан 10 баробар кўп бўлади.

DVB-H тизими DVB-T билан битта частота спектрида биргаликда ишни ташкил этиш имконини беради (5.17-расм).



5.17-расм DVB-H билан DVB-T тармоқларнинг биргаликда қўлланилиши

DVB-T узатгичларининг тармоғи бир вақтда DVB-H ва DVB-T терминалларига хизмат кўрсатади. Бироқ бунда мавжуд DVB-T тармоғи шундай лойиҳалаштирилган бўлиши керакки, токи бинолар ичидаги портатив қабул қилгичларда ҳам қабул таъминлансин, яъни DVB-T тармоғи хизмат кўрсатиш мақсадида биноларнинг ичида жойлаштирилган портатив қабул қилгичлар томонидан сигнал қабул қилиши учун етарли кучланиш майдонини ҳосил қилиши керак. DVB-T узатгичлари учун ягона такомиллаштириш TPS (Transmission Protocol Specific-фойдаланаётган узатиш протоколи учун махсус ахборот) ,яъни ахборотга DVB-H сигналларининг хизмат битлари ва сота идентификацияси (мослигининг) битлари (Cell ID) қўшиладилар.

Ҳақиқий бирга ишлаш шартлари мультиплексирланган оқим даражасида амалга оширилади. DVB-H тизими DVB-H хизмати ахборотларини узатишга мўлжалланган мультиплексорланган оқимини талаб этилган қисмларини танлашда ҳеч қандай чеклашлар қўймайди. MPE-FEC хатоликларни тўғирлаш, вақтни квантлаш ва IP маълумотлар (MPE) ни кодлашни амалга ошириладиган IP маълумотлар инкапсулятори (протоколлар келишувчиси) DVB-H нинг тармоқдаги калит ташкил этувчиси ҳисобланади.

DVB-T нинг иерархик модуляциялашини қўллаш тармоқнинг биргаликда ишлашининг бошқа имконияти ҳисобланади. Бу ҳолда узатиш хизмати DVB-H IP ва MPEG-2 сигналлари транспорт оқимига мустақил ҳолда, DVB-T узатгичларининг бир бирига боғлиқ бўлмаган, ажратилган киришларига бериладилар. DVB-H сигналларини узатиш учун рақамли телевидения дастурларининг оддий стационар узатишларига мўлжалланадиган кичик приоритетли кириш сигналига нисбатан бардошлилигини оширадиган юқори приоритетли ҳолат қўлланилади.

Назорат саволлари

1. Ер усти рақамли телевиденияси қандай талабларни қониқтириши керак?
2. DVB – T стандартини яратишда тизимнинг қандай асосий параметрларини танлаш керак?
3. DVB-T тизимининг узатиш қисмида сигналларга ишлов бериш.
4. DVB-C рақамли кабел телевиденияси стандартини афзалликлари.
5. DVB-S сунъий йўлдош рақамли телевизор узатиш стандарти.
6. Узатишда маълумотлар оқимининг каналга мослашиши учун қандай алмаштиришлар амалга оширилади
7. DVB-H рақамли мобил телевизион эшиттириш стандартини афзалликлари.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. А.Н. Пузий, И.А.Гаврилов. Устранение межкадровой избыточности ТВ изображений на основе компенсации движения сегментированных объектов сцены. Статья в сборнике Республиканской научно-методической конференции “Современные информационные технологии в телекоммуникации и связи”, посвященная 100-летию со дня рождения Исламова Анвара Исламовича, проходившей 24.09.2011 в Ташкенте.

2. Официальный сайт производителя микроэлектронных элементов STMicroelectronics в Интернет - www.st.com.

3. Техническая документация микропроцессора STi7109 предоставленная компанией STMicroelectronics.

4. Официальный сайт компании производителя микроэлектронных элементов Zarlink Semiconductor Inc. в Интернет - www.zarlink.com.

6-мавзу. Уч ўлчамли телевидение тадбиқ этиш асослари ва техник муамоларини хал этиш муамолари (2 соат)

Режа:

1. Кўзнинг кўриш хажмини асосий хусусиятлари.
2. Стерлопар бўлиниш усуллари.
3. Стерлопар сигналларини алоқа канали орқали узатиш усуллари.
4. Оптик тасвирни сигналга айлантиргичлар.

Таянч иборалар: Кўриш, равшанлик, сатр, кадр, аккомодация, ёйиш, стерлопар.

6.1. Кўзнинг кўриш хажмини асосий хусусиятлари

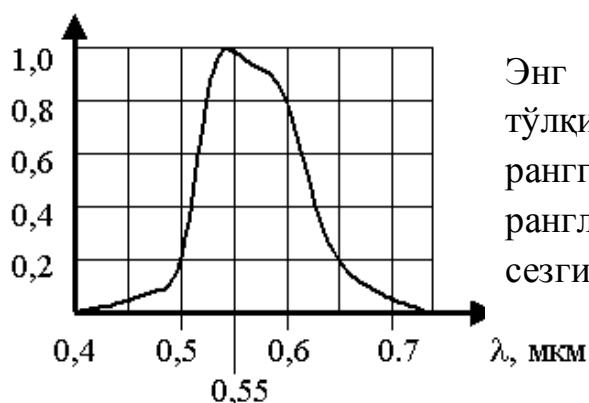
Телевизион тасвирнинг параметрларига – координаталар, вақт ва ёруғлик ўзгаришлари киради.

Координата параметрлари кадр формати, оптимал кўриш узоқлиги, элемент бўлакчалари сони асосида тушунтирилади. Вақт параметрлари эса манба узилишларининг критик частотаси, кадрлар частотасидан иборатдир.

Ёруғлик параметрларига – энг юқори ёритилганлик, контраст, политонлар сони, ёритилганлик градацияси киради.

Кўзга кўринадиган ёруғлик тўлқинлар диапазони 380-760 нм оралиғида бўлади.

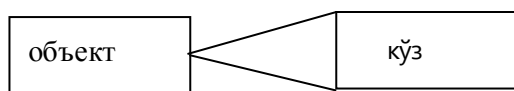
6.1-расмда кўриш эгрилигининг характеристикаси келтирилган.



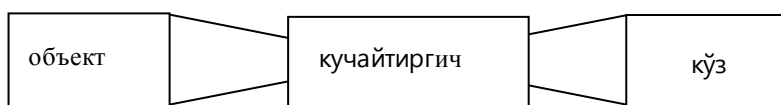
Энг катта кўрувчанлик 0,55 мкм тўлқин узунлигига – сариқ-яшил рангга тўғри келади. Чапда (кўк ранглар) ва ўнгда (қизил ранглар) сезгирлик камаяди.

6.1-расм. Кўзнинг спектрал сезгирлиги (кўриш эгрилиги) характеристикаси.

6.2-расмда объектни кўриш турларининг кўринишлари тасвирланган.



а



б



6.2-расм. Объектни кўриш турлари: а – тўғридан-тўғри кўриш; б – линза ёрдамида кўриш; в - телевидение тизими орқали кўриш.

Инсон ташқи дунёдан тахминан 85 фоиз ахборотни кўриш аппарати ёрдамида олади. Шунинг учун ҳам тасвир ахборотларини масофага узатиш муаммоси билан қатор йиллар давомида шуғулланиб келинди. Шунини таъкидлаш жоизки, ўз даврида 11 та мамлакат ихтирочилари томонидан 25 та электромеханик телевидение тизимларининг лойиҳалари таклиф этилди ва синовдан ўтказилди.

Дастлабки даврда бир вақтда ва кетма-кет узатувчи телевидение тизимлари кўриб чиқилган. Бир вақтда узатувчи телевидение тизимларда (биринчи 1985 йил америкалик олим Дж. Керри томонидан таклиф этилган) фотоэлементлар мозаикасига тасвир нусхаси кўчирилган бўлиб, уларнинг ҳар бири ўз газлиразряд чирокчалари билан алоқа линиялари орқали боғланган. Ушбу лойиҳада биринчи мартаба тасвирни элементларга ажратиш таклиф этилган бўлиб – бу эса замонавий телевидение тизимда мавжуд бўлган элементлар бўйича таҳлиллаш принципини рўёбга чиқаришга олиб келган. Бундай қурилмаларни амалга оширишнинг иложи бўлмади, бунинг сабаби ўша даврда техник имкониятлар етарлича даражада бўлмаганлиги учун уларнинг жуда кўп алоқа линияларини бўлишлигини талаб қилганлигидир.

Иккинчи асосий принцип, замонавий телевидение тизимнинг асосида ётган ҳар бир тасвир элементлари сигналларини кетма–кет узатилишини

Кетма-кетлик тизими инсоннинг кўриш аппаратида мавжуд инерция хусусиятига асосланган, чунки инсон кўзи нурланаётган ёруғлик сигналларидаги узилишларнинг частотаси юқорилиги ҳисобига ёруғлик манбасининг ўчиб–ёнишини кўрмайди. Телевидение тизимларни яратиш жараёнида барча параметрлар инсоннинг кўриш хусусиятлари билан мослаштирилган. Бизни ўраб турган ва атрофимиздаги жисмлар маълум бир ёритилганликка ва ўзига тушаётган ёруғлик нурларини қайтариш ёки нурлантириш хусусиятига эга бўлганлиги сабабли, объектнинг турли қисмларидан қайтадиган ёруғлик нурларнинг оқими ҳам турличадир. Шундай қилиб, объектнинг тасвирини аниқ узатиш учун бизларга унинг элементар қисмлари бўйича кўп ахборотларни узатиш лозим бўлади.

Бунда элементар оқимнинг жадаллиги ва спектрал таркиби кузатувчининг объект нуктасидан қабул қилаётган тасвирнинг ёруғлиги ва рангини, йўналишини – фазодаги жойланишини ифодалайди.

Шунинг билан бирга кузатувчи атроф муҳитнинг чегараланган қисмини кўради, яъни кўриш бурчаги деб номланган фазо бурчаги аниқланади. Объектнинг ҳар бир нуктаси уч ўлчамли фазода жойлашганлиги сабабли ҳаракатланиш давомида ва ёритилганликни ўзгартиришга қараб ҳар бир нуктада

ёритилганлик характери ва ранги ўзгаради, бу ҳолда узатишнинг объектдаги математик модели кўп ўлчамли фазо–вақт функцияси ҳисобланади. Бунда ёритилганликнинг тақсимооти L билан, рангнинг тони эса λ ва ранг тозалиги p орқали белгиланади. Умуман олганда, оқ-қора телевиденияда бирор бир объектнинг ранги тўғрисидаги маълумотлар қуйидаги ифодалар ёрдамида аниқланади:

$$\begin{aligned} L &= f_L(x, y, z, t); \\ \lambda &= f_\lambda(x, y, z, t); \\ p &= f_p(x, y, z, t), \end{aligned} \quad (6.1)$$

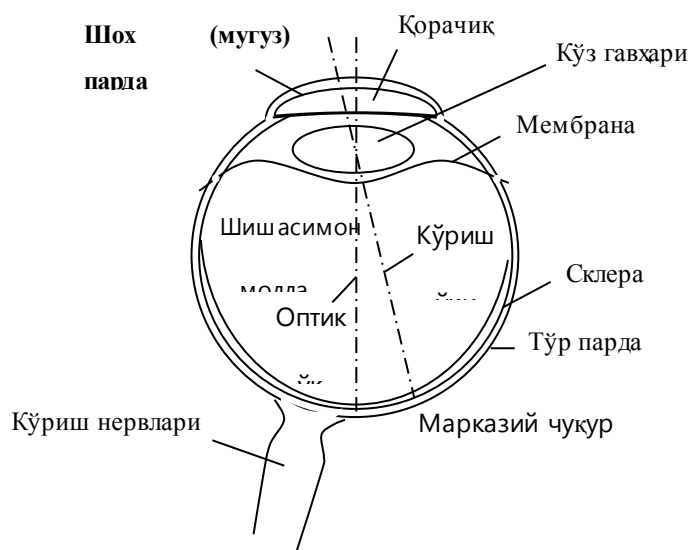
бу ерда x, y, z – фазовий координаталар, t – вақт.

Электр алоқа каналининг асосий ҳусиятларидан бири ҳар бир вақт орасида сигналнинг фақат биргина қийматини узатиш имкониятидир. Шу туфайли телевизион сигнал вақт бўйича ўзгарувчандир. Ўз навбатида, сигнал фақат биргина мустақил ўзгарувчан катталиқ – вақтнинг функцияси бўлиши керак, яъни, электр алоқа канали кучланиш ва вақтнинг бир ўлчовли боғлиқлигини характерлайди:

$$U = f_U(t). \quad (6.2)$$

Инсоннинг кўриш тизими

Телевизион қурилмаларни яратишда кўришнинг хусусиятларини ва характеристикаларини ҳисобга олиш керак бўлади. Кўриш, яъни кўриш ҳиссиёти кўриш тизими ёрдамида вужудга келади. Кўриш тизими ёруғликни сезиш қабул қилгичи – кўздан, нерв толаларидан ва мия қобиғининг маълумотларни таҳлил қилувчи қисмидан иборатдир. Инсон кўриш тизимининг умумий тузилиши 6.3-расмда келтирилган.



6.3-расм. Инсон кўриш тизимининг умумий тузилиши.

Кўз кўриш тизимининг ташқи органидан иборатдир. У шарсимон шаклдаги жисм бўлиб (кўз соққаси), склера деб аталувчи зич оқ тусли химиявий қобик ичига жойлашгандир. Склеранинг олди томони шаффоф бўлиб, бироз қабарикроқ шаклга эга бўлади, уни мугуз ёки шоҳпарда дейилади. Оптик ўк ёнидан кўриш нерви кирган. Кўриш нерви бир миллионга яқин нерв толаларидан ташкил топган бўлади. Нерв толаларининг тугалланиш учлари кўз соққасини ички томонидан парда сифатида қоплаб туради. Унга кўзнинг тўр пардаси ёки ретина дейилади. Нерв толаларининг тугалланиш учларининг шаклига қараб, уларни колбачалар ёки таёқчалар деб аталади.

Ҳар бир кўзнинг тўр пардаси 130 млн. таёқчадан ва 7 млн. колбачалардан ташкил топган бўлади. Колбачалар ёруғликка сезгир бўладилар. Ҳар бир нерв толасига битта ёки бир нечта колбачалар ва бир нечта гуруҳ таёқчалар уланган бўлиб, улар биргаликда умумий ёруғлик майдонини ҳосил қиладилар. Кўз тўрининг бундай тузилишида колбачалар жисмнинг майда қисмларини ва рангларини яхши ажратиши учун “кундузги” кўриниши, таёқчалар юқори даражада ёруғликни сезиш хусусияти билан “оқшомги” кўришни таъминлайди. Тўр парданинг кўз оптик ўқи ўтган жойида сариқ доғ ва марказий чуқурча мавжуд. Тўр парданинг бу ерида колбачаларнинг сони энг юқори бўлади ва ҳар бир колбага кўриш нервининг алоҳида толаси охири билан уланади. Марказий чуқурмугуздан сўнг шаффоф суюқлик билан тўлган кўз камераси жойлашган. Камеранинг остида рангли парда жойлашган бўлиб, унга камалак парда ёки диафрагма дейилади. Камалак парда ўртасида тирқишча бўлиб, унга кўз қорачиғи дейилади. Кўз қорачиғининг ўлчами ёритилганликка боғлиқ равишда ўзгариб, қорачиқдан ўтаётган ёруғлик оқимини бошқариб туради. Кўз қорачиғи орасида кўз гавҳари деб аталувчи, икки тарафлама қаварик линзасимон шаффоф жисм жойлашган. Кўз мугузи, камераси ва гавҳари биргаликада кўзнинг оптик тизимини ташкил этади.

Кўз гавҳарини ушлаб турган мушаклар кўз гавҳарининг қавариклигини ўзгартириб туриш хусусиятига эга. Бу хусусият ёрдамида кўз гавҳари кўзнинг орқа деворига кўздан 10 см дан то чексиз масофагача жойлашган жисм шаклини фокуслайди (яъни, кўзнинг орқа деворига жисмнинг кичрайтирилган шаклини туширади). Кўзнинг бу хусусиятига **аккомодация** дейилади. Кўз соққасининг орқа томонидан унинг ишидан узоқлашган сари колбачалар сийраклашиб таёқчалар зичлашиб боради.

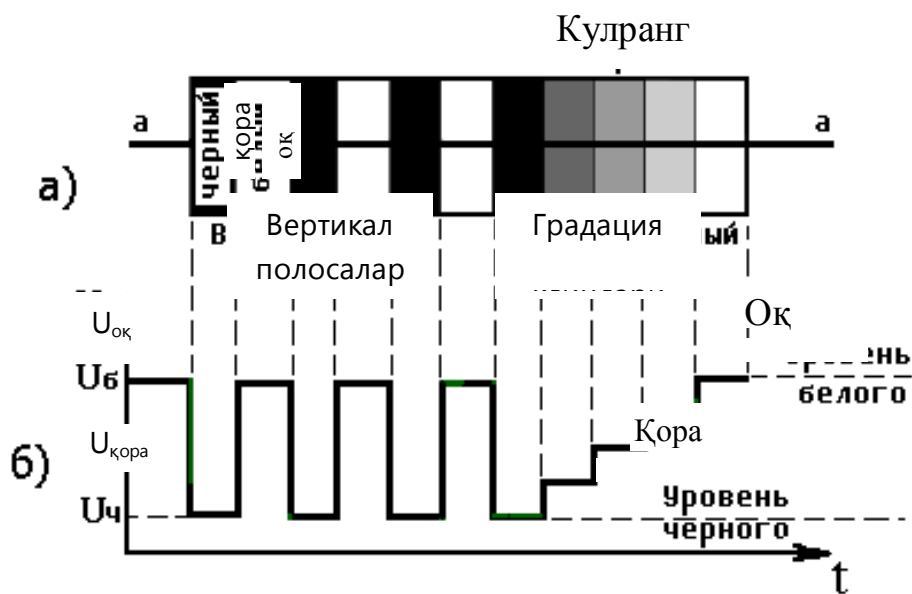
Телевизион сигнали, унинг таркиби ва спектри

Узатиладиган тасвир тўғрисида батафсил маълумот тўплаган электр сигнали тасвир сигнали деб аталади. Тасвир сигнали бир қутбли импульс кўринишидаги сигналлардан ташкил топган (уларни қиймати вақт ўқиға нисбаттан манфий ёки мусбат томонга ўзгариши мумкин.) Бир қутбли сигналлар албатта доимий қийматга эга.

Тасвирни ёйиш қонуниятига биноан бир сатрдан иккинчи сатрга ва бир кадрдан иккинчи кадрга ўтиш даврида, пардада ҳалақит берувчи тасвир

ифодаланмаслиги учун, тасвир сигналига сўндирувчи импульслар киритилади. Бундай йиғинди сигналлар тўлиқ тасвир сигнали деб аталади.

Фотоэлектр ўзгартиргичнинг чиқишидан олинаётган видеосигналнинг қиймати вақтнинг функцияси ҳисобланади ва узатилаётган тасвир элементларининг ёритилганлигига тўғри пропорционал бўлади, масалан 6.4-расмда кўрсатилган оқ-қора тасвир учун энг юқори сатҳ оқ рангга, қуйи сатҳи эса қора рангга, оқ ва қора ранглارнинг орасидаги рангларга кулрангнинг градациялари мос келади.



64-расм. Видеосигнални шакллантириш.

а – узатилаётган тасвир, б – а-а сатрни ёйишдаги сигнал шакли.

Қабул қилинган сигнал орқали тасвирни тиклаш учун тўлиқ тасвир сигналидан ташқари синхронловчи импульслар талаб қилинади. Улар сатр ва кадр синхроимпульслардан иборат.

Сатр ва кадр синхрон импульслар йиғиндиси синхросигнал билан бириктирилиб тўлиқ телевизион сигнални ташкил қилади. Тўлиқ тасвир сигнали вақт ўқининг бир томонида жойлашади, иккинчи томонига эса синхросигнал жойлаштирилади. Тўлиқ телевизион сигнал, сатр ташлаб ёйиш режимида яна мураккаблашади. Кадр кўриниши вақти оралиғида, кадр синхроимпульслари олдида ва орқасида қўшимча текисловчи импульслар жойлаштирилади. Бундан ташқари кадр синхроимпульсига қирқиб олувчи импульслар жойлаштирилади.

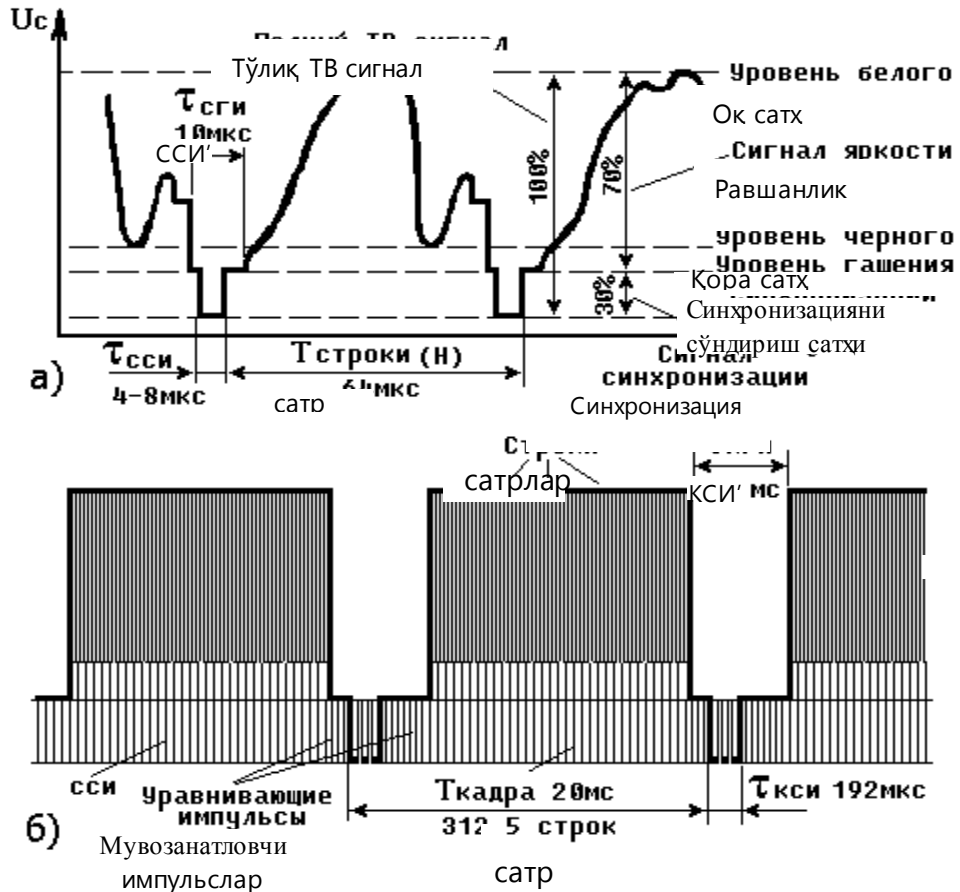
Бир кадр давомийлиги T_k , орқага қайтиш вақти βT_k , (кадр ёйиш вақти учун $\beta = \tau_{кги}/T_k$) сатр актив вақтида $(1-\beta) \cdot T_z$ га тенг (бизда қабул қилинган стандарт бўйича $T_z = N = 64$ мкс, $\beta = 0,1875$), кадр синхроимпульс доимийлиги τ_k , сатрники эса τ_r (стандарт бўйича $\tau_k = 3N = 192$ мкс, $\tau_r = 4$ мкс) га тенг деб олинган. Текисловчи ва қирқиб олувчи импульслар частотаси $2f_z$, давомийлиги τ_r деб белгиланади.

Телевизион сигнали қуйидаги қисмлардан ташкил топган:

1. Видео (равшанлик) сигнали.
2. Сатр ва кадр сўндириш импульслари (ССИ' ва КСИ').

3. Сатр ва кадр синхроимпульслари (ССИ и КСИ).
4. КСИ даги иккиланган сатр частотали қирқимлар.
5. Мувозанатловчи импульслар.
6. Равшанлик сигналининг ўзгармас ташкил этувчиси.

Сатр ва кадр даврлари учун тўлиқ телевизион сигналнинг шакли 6.5-расмда келтирилган.



6.5-расм. Сатр (а) ва кадр (б) даврлари учун тўлиқ телевизион сигналнинг шакли.

Тўлиқ телевизион сигналнинг амплитудаси 1 вольтга тенг, бундан 0,7 вольт тасвир сигнал амплитудаси, синхросигнал учун эса 0,3 вольтни ташкил қилади. Сўндирувчи сатҳга нисбатан сигналнинг қора сатҳи 5 % баланд олинади ва бу оралик қўриқловчи оралик дейилади.

Сигналда тасвир тўлиқ ифодаланса, уни узатишда имкон борича шовкин ва бузилишлар киритилмаса, ҳамда ёйиш тезлиги доимий сақланса унинг сифати тасвир сигналининг тикланишида сезиларли даражада сақланади. Тасвирни электр сигналида тўлиқ ифодалаш учун оптик тасвирни сигналга ва сигнални оптик тасвирга айлантиргичларнинг амплитуда ва частота тавсифлари чизиқли равишда ўзгариши лозим. Ўқиш ва ёйиш апертураларининг ўлчами иложи борича кичик бўлиши сигналнинг бузилишларсиз тикланишини таъминлайди. Ёйилишда бир хил тезлик ва масштаб бўлиши шарт. Апертура ўзгарган сайин сигналдаги кескинлик пасаяди, тасвир майда қисмлари сигналнинг амплитудаси хақиқий қийматидан пасаяди, ўта кичик (апертура ўлчамининг

ярмига тенг ва ундан кичик) қисмлардаги сигнал ўзгармас ёки ўзгариши шовқин қиймати билан тенг бўлган доимий қийматга айланади.

Барча турдаги сигналлар қатори телевизион сигнал ҳам ўзининг спектрига эга. ТВ сигнал спектри дискрет чизиқли спектр бўлиб, унинг атрофида ён частота поласали сигналлар кўринишида етарлича қисқа сатр частотасининг гармоникалари тўпланган (6.7-расм), улар расмда пасайиб борадиган вертикал ёйилмани ва тасвир деталларининг ҳаракатини ташкил этади.

Бунда узатилаётган тасвир ҳақида маълумот элтувчи дискрет энергия зоналари ҳосил бўлади, бу зоналарнинг энергияси сатр частота гармоникалари тартибининг ортиши билан камайиб боради. 6.6-расмда видеосигналнинг спектри келтирилган.



6.6-расм. Видеосигнал спектри.

6.3. Тасвирнинг оптик характеристикалари ва ёруғлик техникавий катталиклар

Оптик тасвир кўпгина ёруғлик-техникавий катталиклар билан характерланади. Уларнинг асосийлари ёруғлик оқими, ёруғлик кучи, ёритилганлик ва равшанлик ҳисобланади.

Ёруғлик деб, инсон кўзига таъсир этувчи 380 нм дан 770 нм гача бўлган тўлқин узунлик диапазонидаги электромагнит нурланишларига айтилади.

Ёруғлик оқими (Ф) – нормал ҳолатдаги кўз унинг таъсир этиши бўйича баҳолайдиган нурланиш қувватидир. Ўлчов бирлиги – люмен (лм). Тажриба йўли билан шу нарса аниқланганки, кўриш эгрилиги характеристикасининг максимуми – 550 нм да 1 Ватт нурланиш қувватига 683 лм ёруғлик оқими тўғри келади, оқ ранг учун бу қиймат – 220 лм, 100 Ваттли лампа эса 800-1500 лм ёруғлик оқимини ҳосил қилади.

Ёруғлик кучи (I) – ёруғлик оқимининг фазовий бурчакдаги зичлиги. Ёруғлик кучи турли йўналишлардаги ёруғлик оқими нурланишларининг бир хил эмаслигини характерлайди. Ёруғлик кучининг ўлчов бирлиги канделла (кд) ҳисобланади. У 1 лм ёруғлик оқимининг 1 стеррадиан фазовий бурчакда текис тақсимланганлигига тўғри келади. Ўртача ёруғлик кучи нурланаётган ёруғлик

оқимининг фазовий бурчакнинг тўлиқ қиймати 4π га нисбати билан аниқланади. Мисол учун, 100 Ваттли лампа 60-120 кд ёруғлик кучига эга.

Ёритилганлик (E) – ёруғлик оқимининг у тушаётган юзадаги зичлигидир. Ёритилганликнинг ўлчов бирлиги люксдир (лк) – у 1 лм ёруғлик оқими билан 1 м² майдонда ҳосил қилинади. Мисол учун, киноэкраннинг ёритилганлиги – 40-200 лк, китоб ўқишда – 20, ёзда жисмларнинг кўриниши – 1000, ёздаги қуёшли кунда пляжларда – 100000 лк.

Ёрқинлик – юзага нурланаётган ёруғлик кучининг зичлиги. Равшанликнинг ўлчов бирлиги канделла/м². Нурлантириладиган юзаларни уларда ёруғликнинг кўзғотилиш усулларига кўра икки турга ажратиш мумкин: ўзи нурланувчи (ТВ экрани, лампа накалининг ипи) ва иккиламчи, тушаётган ёруғлик нурини қайтарадиган ёки қисман ўтказиб юборадиган (киноэкран, плафон люстралар) юзалар. Мисол учун, киноэкран равшанлиги – 10-30 кд/м², ТВ экрани – 40-80 кд/м², гугурт донасининг алангаси – 5 минг, лампа накалининг ипи – 5 млн. атрофида, қуёш – 1,5 млрд. кд/м² дан иборатдир.

Қабул қилувчи трубка экранидаги тасвир узатилаётган объектни аниқ ифодалаш керак. Аммо оқ-қора экранли телевизор экранида объектнинг айрим характеристикалари тамоман йўқолади (масалан: ҳажм тасаввури, ранг ва ҳ.к.), айрим характеристикалари қисман акс эттирилади. Қабул қилувчи трубка экранидаги тасвирнинг сифати сатрлар ўлчови, ёрқинлиги, ярим тонларнинг тикланишдаги равшанлиги, аниқлиги, шовқинланганлиги ва геометрик ўхшашлиги билан баҳоланади. Бу сифат кўрсаткичларини алоҳида-алоҳида кўриб чиқамиз.

Тасвир ўлчови одатдаги кузатиш шароитида, яъни кадр формати k=4:3 ва вертикал бўйича аниқ кўриш бурчаги α=12°...15° бўлганда, кузатувчи ва экран орасидаги масофага боғлиқ бўлади. Ясси тасвир оптимал кўриниши учун масофа D=4...5h қилиб олиниши керак. Бу ерда h – тасвир баландлиги. Бундай масофадан экран кузатилганда, агар растрдаги сатрлар сони 500...600 тадан кўп бўлса, икки кўшни сатрларнинг кўриниш бурчаги шу даражада кичик бўладики, натижада томошабин растри сатрли тузилишга эга эканлигини пайқамайди.

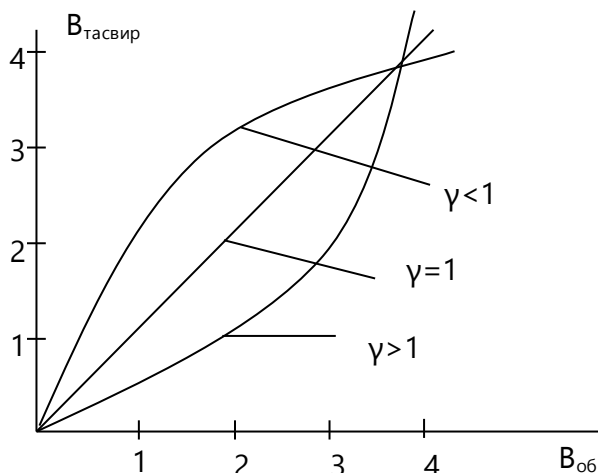
Экран ёрқинлиги кузатув вақтидаги шароитга боғлиқ. Ўртача ёритилган хонада тасвирнинг юқори даражадаги сифатига эришиш учун ёрқинлик 100 кд/м² дан ошмаслиги керак. Ўртача ёрқинликни ўзгариши тасвирнинг равшанлигига ва яримтонларнинг тикланишига таъсир кўрсатади.

Равшанлик – тикланган тасвирнинг ёрқинликлари диапазонини (даражасини) ифодалайди. Бунда объектдаги ва тасвирдаги кузатувчи ҳис қиладиган ёрқинлик ўзгаришлари пропорцияларини сақлаб қолиш зарурдир. Вебер-Фехнер қонунига асосан, кўриниши ёруғликни ҳис қилиш объект ёрқинлигининг логарифмига пропорционал бўлади. Тасвирнинг ва объектнинг турли қисмларидаги ёрқинликлари орасидаги пропорцияларни сезиш ҳиссиётини сақлаб қолиш учун улар орасида

$$B_{\text{тасвир}} = A \cdot B_{\text{объект}}^{\gamma} \quad (6.3)$$

формула билан аниқланувчи даражали боғланиш бўлиши зарур. Телевизион каналда тасвир ва объект ёрқинликларига чиқиш ва кириш сигналларининг

маълум амплитудалари мос келади. Шунинг учун (6.3) тенглик телевизион тизимнинг амплитудали характеристикасини аниқлайди. Бу формулада телевизион тизимнинг боши ва охиридаги “ёруғлик-сигнал” ва “сигнал-ёруғлик” каби ўзгаришлар ҳисобга олинган. Даража кўрсаткичи тизимнинг амплитудали характеристикасининг шаклини аниқлайди (6.7-расм).

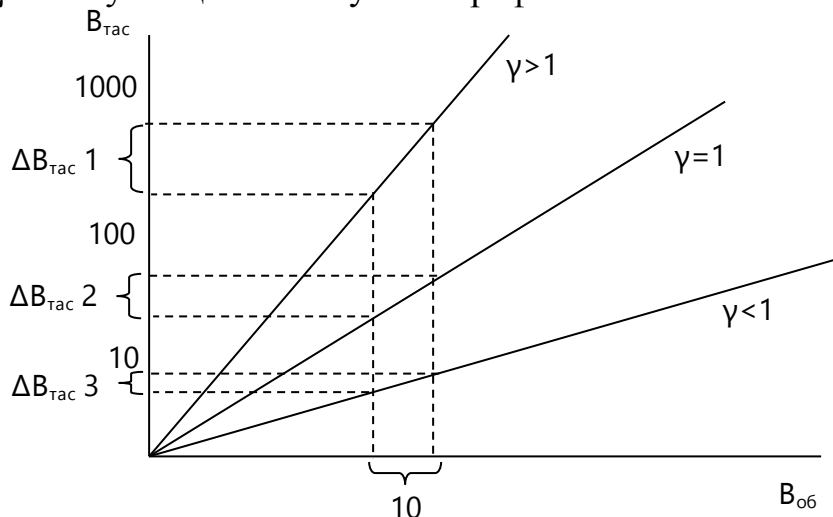


6.7-расм. Телевизион тизимнинг чизикли масштабда γ нинг учта қийматлари бўйича амплитудали характеристикаси.

Тасвир ва объект равшанликларини солиштириш учун улар орасидаги боғланиш згрилигини логарифмик масштабда ясаймиз. Соддалик учун $A=1$ деб олиб (6.3) тенгликни логарифмлаш натижасида

$$\lg B_{\text{тасвир}} = \gamma \lg B_{\text{объект}} \quad (6.4)$$

формулани ҳосил қиламиз. Логарифмик масштаб асосида, (6.4) формулага мос келган, γ нинг учта қиймати бўйича графикни ясаймиз:



6.8-расм. Телевизион тизимнинг логарифмик масштабда γ нинг учта қиймати бўйича амплитудали характеристикаси.

Объект равшанлигига қараганда объект тасвирининг равшанлиги $\gamma > 1$ да юқори, $\gamma < 1$ да эса паст бўлади. Бу равшанликлар $\gamma = 1$ да ўзаро тенгдир. Логарифмик масштабда характеристикалар орасидаги боғланиш γ нинг барча қийматларида чизиқлидир. Объект ёрқинликлари ва уларнинг визуал ҳиссиётдаги ўзгаришлари орасида тўғри пропорционаллик сақланади. Телевизион тизимлар учун даража кўрсаткичи γ равшанлик коэффиценти, амплитуда характеристикаси эса “гамма” характеристикаси деб аталади.

Тасвир аниқлиги узатилаётган объектнинг майда деталларини тикланиши билан характерланади ва у тасвир элементининг нисбий ўлчамларига боғлиқ бўлади. Элементар майдончанинг вертикал ва горизонтал йўналишдаги ўлчовлари телевизион тизимнинг алоҳида олинган қисмларига боғлиқ бўлади ва аниқлик бу икки йўналишда алоҳида-алоҳида белгиланади.

Вертикал йўналишда аниқлик кўрилганда элементнинг горизонтал ўлчови ҳисобга олинмайди ва вертикал йўналишдаги аниқлик тасвирда вертикал йўналишда (бу ерда полосалар горизонтал бўлганлиги билан уларнинг оқдан қорага ўрин алмашиши вертикал йўналишдадир) алмашиниб келувчи оқ ва қора сатрларда ўз ифодасини топади (6.9-расм). Чунки сатрни кенглиги элементнинг вертикал йўналишидаги ўлчамига тенгдир.

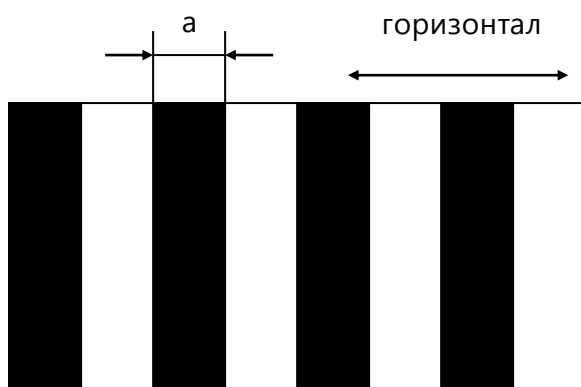


6.9-расм. Вертикал йўналишда максимал аниқликка эга тасвир.

Бундай тасвирга телевизион сигналнинг частотаси мос келади, чунки унинг ҳар бир даврига сатрнинг иккита даврм мос келади (битта қора ва битта оқ). Бу частота телевизион сигналнинг юқори чегаравий частотаси $f_{ю}$ дан анча паст бўлганлиги туфайли, уни алоқа канали бемалол ўтказиши. Шунинг учун ўтказувчи алоқа каналининг кенглиги вертикал йўналишда аниқликка таъсир этмайди.

Горизонтал йўналишда тасвир дискрет тузилишга эга бўлмайди ва бу йўналишда элемент ўлчови горизонтал йўналишда зарур бўлган аниқликка эришиш шартига кўра танланади. Одатда горизонтал ва вертикал йўналишларда аниқликни бир хил қилишга ҳаракат қилинади. Бунинг учун элемент томонлари “а” га тенг квадрат кўринишда олинади ва натижада горизонтал йўналишдаги аниқлик ҳам алмашинувчи қора ва оқ вертикал йўллар билан ифодаланади. Бу

йўллар кенглиги элемент кенглигига тенг бўлади (6.10-расм). Элементнинг горизонтал ўлчови унинг узатилиш даври билан аниқланади.



6.10-расм. Горизонтал йўналишда максимал аниқликка эга тасвир.

Узатиш даврида сигналнинг юқори частотасига тасвир пропорционал бўлади, яъни бу частотани ошиши билан элементнинг даври қисқаради:

$$f_c = \frac{1}{2\tau a} \quad (6.5)$$

Натижада горизонтал йўналишда аниқлик ошади. Демак, горизонтал йўналишда тасвир аниқлиги юқори чегаравий частота билан аниқлинади.

Горизонтал ва вертикал йўналишлардаги аниқлик узатувчи ва қабул қилувчи трубкаларнинг очувчи нурлар охирларининг кесим юзаларига ҳам боғлиқ бўлади. Аниқликни пасайишига йўл қўймаслик учун очувчи нурнинг кесим юзаси элемент ўлчовидан катта бўлмаслиги зарур.

Тасвирнинг шовқинлашгани – телевизион тасвирнинг сифатини аниқловчи асосий кўрсаткичдир. Телевизион тизимнинг турли нукталарида узатиш трактига паразит электрик сигналлар тушиб қолиб, улар асосий сигналлар билан бирга кучайиб экранда турли шаклдаги ва турли ёрқинликдаги қўшимча деталлар кўринишида намоён бўлади ҳамда тасвирни бузилишига олиб келади. Бундай сигналлар турларининг хилма-хиллигини кўплигига қарамай, уларни асосий тўрт гуруҳга ажратиш мумкин:

- 1) Мунтазам даврий бузилишлар. Улар тасвирда тўр ёки муар кўринишда намоён бўлади.
- 2) Қисқа вақт таъсир этувчи импульс бузилишлар. Улар қора ва оқ доғлар кўринишида экраннинг турли жойларида пайдо бўладилар.
- 3) Паст частотали бузилишлар. Улар секин ўзгарувчи хираланишлар кўринишида намоён бўлади.
- 4) Телевизион тизим қурилмаларининг турли қисмларида иссиқлик (флуктуация) ҳолатини келиб чиқиши билан боғлиқ тасвир бузилишлари.

6.4.Оптик тасвирни электр сигналига айлантирувчи қурилмалар

Оптик тасвирни электр сигналига айлантирувчи ТВ сигнал ўзгартиргичлари объектдан қайтган ва унинг фотосезгир юзасида проекцияланган ёруғлик

энергиясини қайта ўзгартиришни таъминлаган ҳолда, маълум катталикларга эга бўлган электр сигнал кетма-кетлигига ўзгартиради. Ўзгартиргич нафақат алоҳида элементларнинг ёрқинлигини баҳолай олиши, балки, ёйиш жараёнини ҳам амалга ошира олиши керак. Замонавий ТВ техникасида ўзгартиришлар узатувчи электрон-нурли трубка (ЭНТ) ва қаттиқ жисмли ўзгартиргичлар ёрдамида амалга оширилади.

Тасвирнинг сифатли бўлиши бу каби ўзгартиргичларнинг сезгирлик, рухсат этилган имкониятлар, ёруғлик ва спектрал характеристикалар ҳамда инерцион параметрларига боғлиқ. Бу параметрларни кўриб чиқамиз.

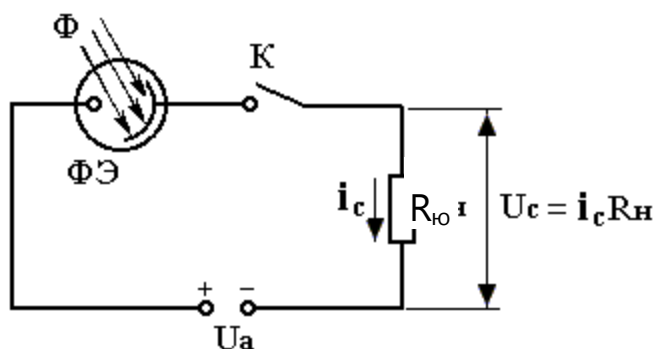
Сезгирлик – бу параметр ёруғлик сезувчан элементдаги (фотокатламда) сигнал-шовқиннинг берилган нисбати таъминланадиган “люкс”лардаги минимал ёритилганликни кўрсатади. Ўзгартиргичнинг сезгирлиги қанчалик катта бўлса, шунча кам ёритилганлик талаб қилинади.

Ёруғлик характеристикаси – бу параметр ўзгартиргич чиқишидаги сигнал токининг унинг фотосезгир юзаси ёритилганлигига боғлиқлигини кўрсатиб беради.

Спектрал характеристика – ўзгартиргичга тушаётган текис жадалликдаги нурланиш тўлқин узунлигининг ТВ сигнал қийматига боғлиқлигини кўрсатади.

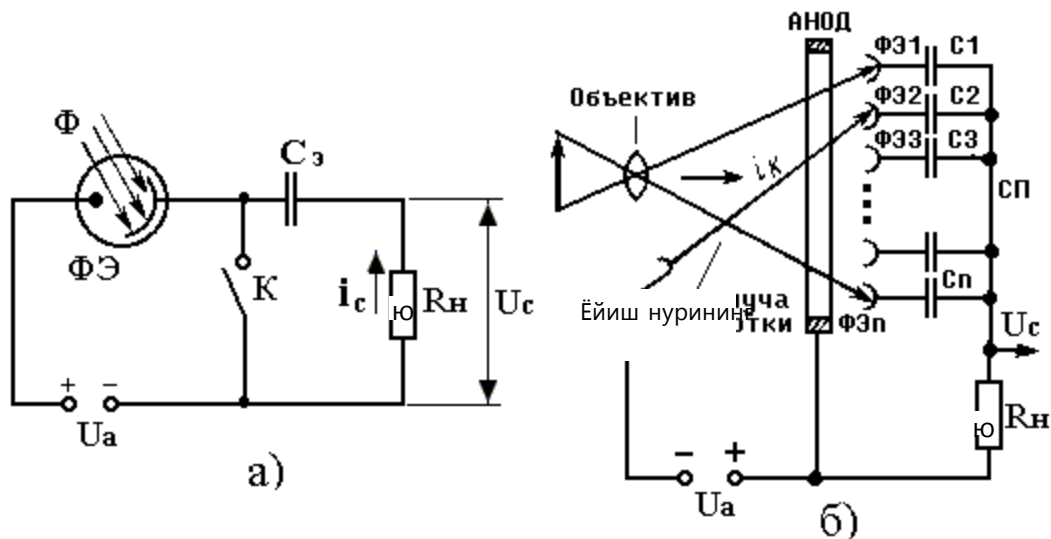
Инерционлилик – ўзгартиргичнинг чиқишидаги ТВ сигнал ўзгариши, унинг фотосезгир юзаси ёритилганлигининг ўзгаришига нисбатан кечикишини кўрсатадиган параметр.

Оптик тасвирни электр сигналига ўзгартириш узатувчи ЭНТ нинг ишлаш принципи бўйича оний таъсир ва заряд йиғиш усулидаги трубкаларга бўлинади. 6.11-расмда оний таъсир усулида оптик тасвирни электр сигналига айлантириш схемаси келтирилган.



6.11. Оний таъсир тизимида сигнални ҳосил қилиш.

Бунда ҳосил бўладиган токнинг оний қиймати фотоэлементга тушаётган ёруғлик оқимиغا пропорционал бўлади. К калитнинг уланиши ҳисобига $R_{ю}$ юкламада фотоэмиссия токи ҳосил бўлади. 6.12-расмда заряд йиғиш усулида ишлайдиган сигнал ҳосил қилувчи схема кўрсатилган.

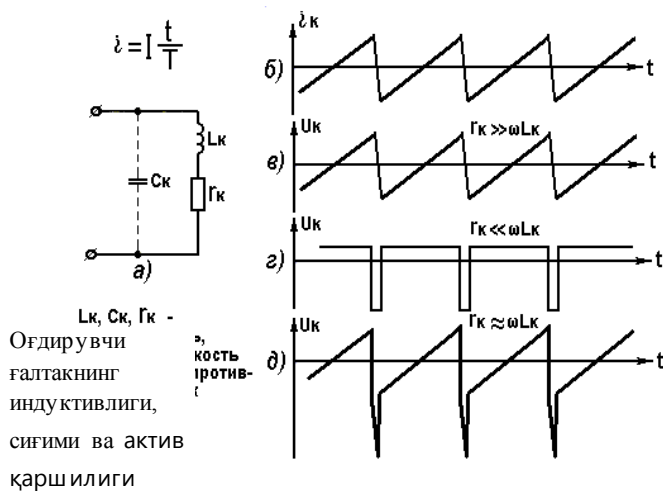


6.12-расм. Ёруғлик энергиясини йиғиш принципи:
 а – эквивалент схемаси; б – ТВ тизимининг заряд йиғиш модули

Заряд йиғиш принципида фотоўзгартиргичларнинг самарадорлиги анча ошади, чунки тасвир сигналининг элементларини коммутация даврида нурлантираётган ёруғлик энергияси махсус конденсаторларда жамланади. Сигнал пластинаси СП да жамланган умумий сигнал $R_{ю}$ юклама орқали тасвир сигналини ҳосил қилади.

Тасвирни ёювчи қурилмалар

ТВ тасвирни ёйиш электрон нурни бирор қонун бўйича оғдириш йўли билан амалга оширилади. Кўпчилик замонавий кинескопларда индуктив ғалтаклар асосида электромагнит тизимли оғдириш қўлланилади. Бундай тизимнинг эквивалент схемаси куйидаги кўринишда бўлади.



6.13-расм. Оғдирувчи ғалтакларда оғдирувчи токни шакллантириш.

Агар сифимнинг таъсири ҳисобга олинмаса, у ҳолда ғалтакларга бериладиган бошқарувчи кучланиш куйидагича ифодаланади:

$$U_k = U_L + U_r = L_k di/dt + r_k i.$$

Оғдирувчи ғалтакларда аррасимон токни олиш учун уларга сигналнинг аррасимон ва импульсли ташкил этувчиларини бериш керак бўлади.

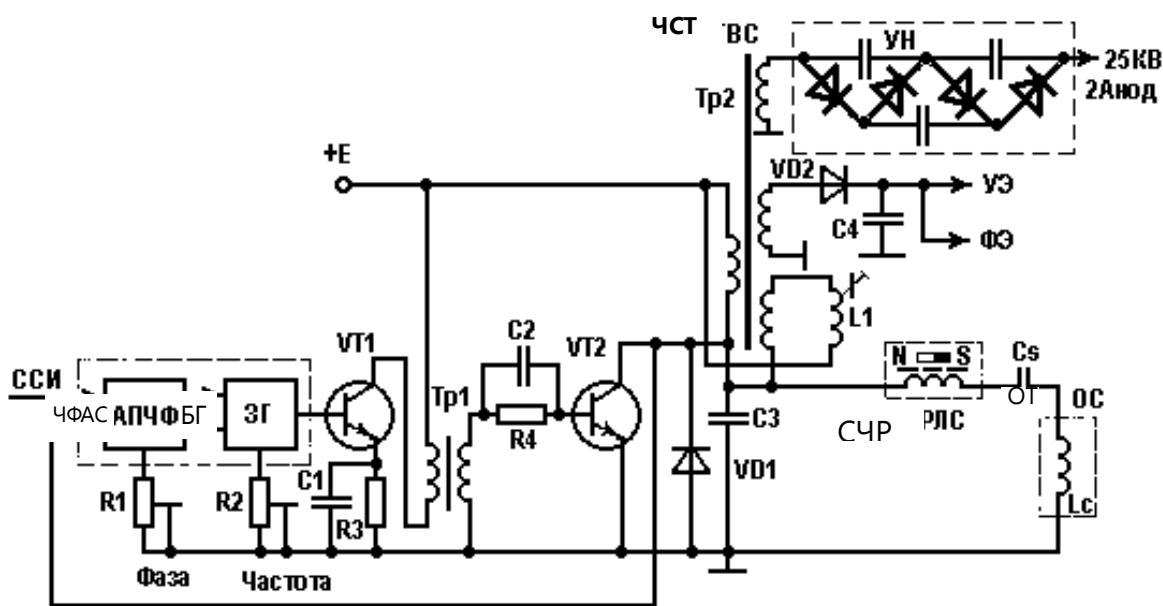
$r_k \gg \omega L_k$ бўлса, бунда қўйилган кучланиш аррасимон шаклга эга бўлиши керак.

$r_k \ll \omega L_k$, – кучланиш импульс шаклига эга бўлиши керак, бунда унинг шакли токнинг ҳосиласидан аниқланади.

$\omega L_k \approx r_k$ – кучланиш импульс-аррасимон шаклга эга бўлиши керак, бунда уларнинг орасидаги боғланиш L_k ва r_k қийматлари билан аниқланади.

Телевидениеда ТВ тасвир сатр ва кадр бўйича ёйилади.

Сатр бўйича ёйишнинг асосий хусусияти уни ишининг етарлича катта 15625 Гц частотаси ҳисобланади, бунда қоидага мувофиқ $r_k \ll \omega L_k$ ва оғдирувчи ғалтакларда аррасимон шаклдаги токни шаклантириш учун кучланишнинг импульсли шакли талаб этилади (6.13,г-расм). Бунинг учун сатр ёйишнинг икки томонлама калитли чиқиш қурилмаси энг оддий ва самарали ҳисобланади. 6.14-расмда оқ-қора кинескоп сатр ёйиш генераторининг амалиётда қўлланиладиган схемаси келтирилган.



6.14-расм. Оқ-қора телевизорнинг сатрни ёйиш қурилмасининг схемаси.

Бу ерда: ЧФАС – частотани фазали авто созлаш;

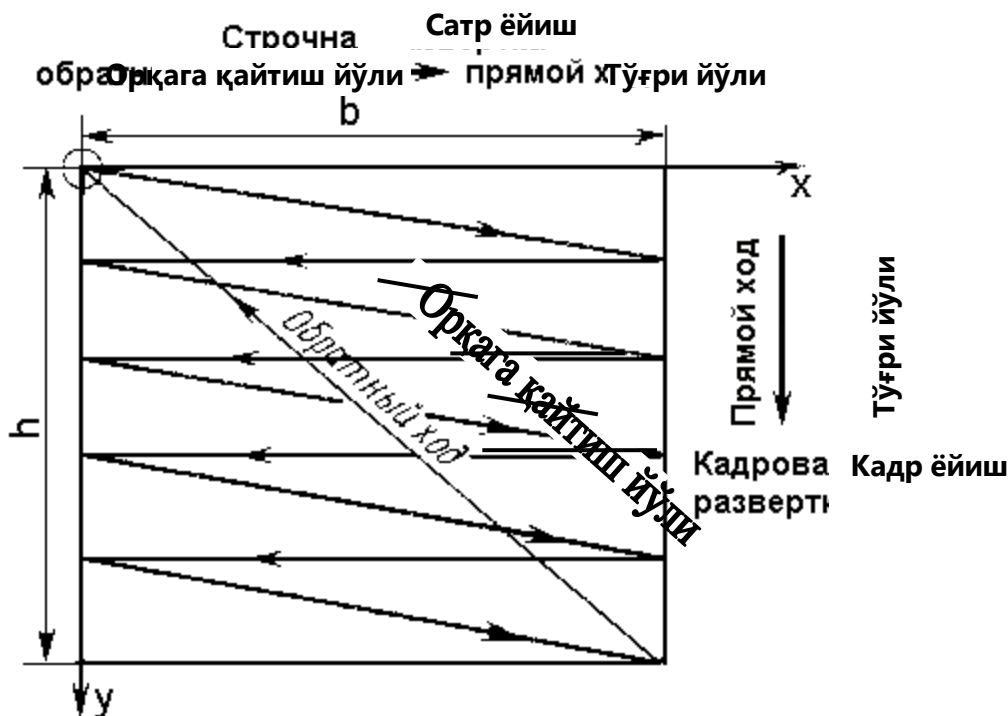
БГ – берувчи генератор;

СЧР – сатр чизиклилиги регулятори;

ЧСТ – чиқиш сатрлари трансформатори;

ОТ – оғдирувчи тизим.

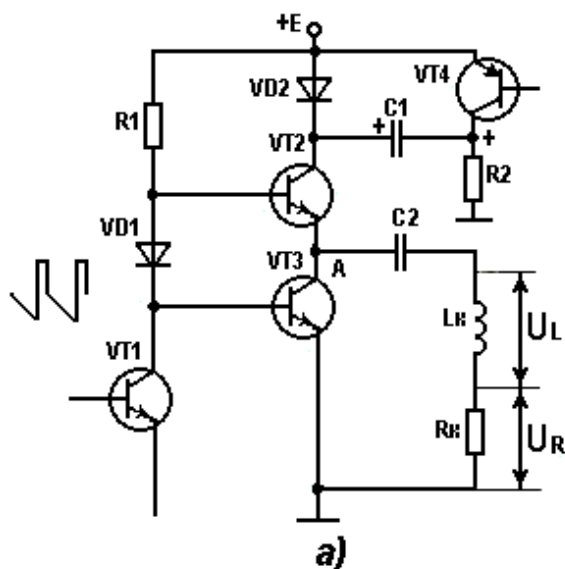
Сатрни ёйилишида электрон нурнинг тўғри ва тескари йўли бир-биридан фарқланади. Тўғри йўлида (юришнинг актив қисми) видеоахборотни олиш ёки акслантириш содир бўлади, бу ҳолда нур чапдан ўнгга ва бир вақтнинг ўзида юқоридан пастга ҳаракат қилади, тескари йўлида (пассив қисми) эса кейинги сатр ёйилиши учун орқага қайтади (6.15-расм).



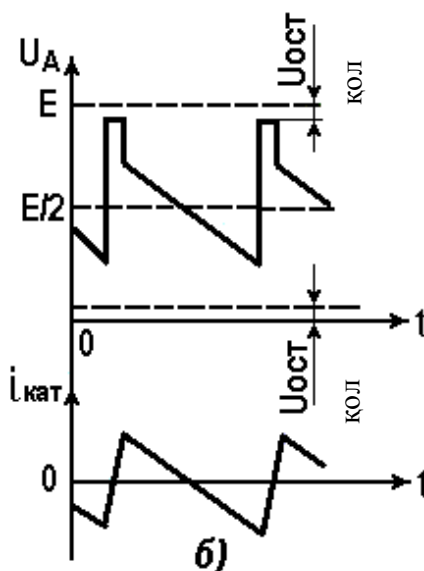
6.15-расм. Сатрни чизиқли ёйиш.

Кадр ёйиш модули сатр ёйиш модулидан анча кичик бўлган частотада (50 Гц) ишлаганлиги сабабли, уларнинг генераторлари тузилишида сатрли ёйишни кига нисбатан фарқ бор.

Ёйишнинг тўғри йўлида кадр ғалтакларининг реактив ташкил этувчиларини ҳисобга олмасам ҳам бўлади, бунда чиқиш каскади актив юкламадаги кучайтиргич сифатида ишлайди. Бу ҳолда оғдирувчи ғалтакларга аррасимон кучланиш берилади, аррасимон кучланишнинг S-коррецияси эса оддий нозизиқли ёки частота-боғланишли тескари алоқа занжирларининг қўлланилиши ҳисобига эришилади. Кадрнинг орқага қайтиш вақтида нисбатан катта индуктивликнинг мавжудлигини ҳисобга олиш керак бўлади, бунда орқага қайтиш вақти қанчалик кичик бўлса, шунча таъминот кучланишининг катта бўлиши талаб этилади, яъни ФИК шунча кичик бўлади. 6.16-расмда кадр ёйиш модули чиқиш каскадининг умумлаштирилган схемаси келтирилган.



Принципал схемаси



Ток ва кучланиш шакли

6.16-расм. Кадр ёйиш модули чиқиш каскадининг умумлаштирилган схемаси

Назорат саволлари

1. Акустика фани нимани ўрганади?
2. Акустика фанининг асосий таркибий қисмларини тушунтиринг.
3. Одам эшитиш аъзосининг асосий қисмларини санаб ўтинг.
4. Одам эшитиш аъзосини тавсифловчи асосий параметрларни санаб ўтинг.
5. Одам эшитиш аъзосининг частота диапазони нимага тенг?
6. Одам эшитиш аъзосининг динамик диапазони нимага тенг?
7. Чанокнинг эквивалент-электр схемасини чизинг ва тушунти-ринг.
8. Тон баландлиги интервалларини тушунтиринг.
9. Товуш баландлиги ва баландлик сатҳи ўртасида қандай боғ-ланиш бор?
10. Товушнинг тенг баландлик эгри чизиқларини тушунтиринг.
11. Шовқин ўлчагичнинг структура схемасини чизинг тушунти-ринг.
12. Ниқоблаш ҳодисасининг моҳияти нимадан иборат, радио-эшиттиришда ундан қандай фойдаланилади?
13. Ўз-ўзини ниқоблаш деб нимага айтилади?

Адабиётлар

1. Сапожков М.А. Электроакустика. Учебник для вузов. -М: Связь. 1978.
2. Фурдуев В.В. Электроакустика. -М.: Связьиздат, 1960.

3. Цвиккер Э., Фельдкеллер Р. Ухо как приёмник информации. -М.:Связь, 1971.
4. Ржевкин С.Н. Курс лекций по теории звука.- М.: Издательство МГУ, 1960.
5. Зупаров М.З., Катунин Г.П. Электроакустика.Т."YANGI NASHR" 2010.

7-мавзу. Радиоэшиттириш ташкиллаштириш тузилмалари ва истиқболли йўналишлари (2 соат)

Режа:

1. Радиоэшиттириш ва телевидение студиялари. Студия жиҳозлари ва аппаратхона ускуналари. Рақамли микшер пульталари. Радиоуй эшиттириш аппаратхонаси ва телемарказ аппарат-дастурлаш блоки. Марказий аппаратхона.
2. Товуш ютувчи материаллар ва уларнинг конструкциялари. Резонансли товуш ютгичлар.Резонансланувчи панеллар. Перфорацияланган конструкциялар.
3. Радиоэшиттириш ва телевидение студияларини лойиҳалаш. Студиянинг оптимал реверберация вақти ва унинг частота характеристикасини танлаш.

Таянч иборалар: Овоз микшери, XLR микрофонлар, Слайдерлар, SSL пульти, оптимал реверберация вақти, акустик плиталар.

7.1. Радиоэшиттириш ва телевидение студиялари. Студия жиҳозлари ва аппаратхона ускуналари. Рақамли микшер пульталари. Радиоуй эшиттириш аппаратхонаси ва телемарказ аппарат-дастурлаш блоки. Марказий аппаратхона.

Радиоэшиттириш ва телевидение студиялари

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

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

Радиоэшиттириш ва телевидение студияларининг ўлчамлари ва шакли берилган ижрочилар сони бўйича “Олтин кесим” нисбатла-ридан фойдаланиб, чизикли ўлчамлари: узунлиги l , эни b ва баландлиги h танланади.

Кўп ҳолларда студиянинг шакли конструктив нуктаи назаридан тўғри тўрт бурчакли танланади. Студиянинг ўлчамлари алоҳида нисбатларни талаб этмайди. Студиянинг плани квадратга яқин бўлмаслигининг ўзи етарли, баландлиги эса, студиянинг пландаги энг кичик ўлчами ярмисидан катта бўлиши керак. Бунда студия ўлчамларининг нисбати 5:3:2 ёки 2,6:1,6:1, яъни $l : b : h = 2,6:1,6:1$. Хона узунлиги, эни ва баландлиги ўлчамларининг бу нисбатлардан кескин фарқланиши акустик дефектларга олиб келиши мумкин. Студиянинг баландлиги қурилиш-архитектурасининг талаблари билан аниқланади: бир томондан, студиянинг асосий ўлчамлари архитектура пропорционалиги талабларини қондирадиган нисбатда бўлиши; иккинчи томондан студия комплексини бир бинода жойлаштириганда баландлиги бир-бири билан ва бино қаватлари баландлиги билан ҳам келиштирилган бўлиши керак. Студиянинг танланган поли юзаси ва баландлиги бўйича унинг ҳажми ва умумий юзасини аниқлаш мумкин.

Радиоэшиттириш ва телевидение студияларнинг классификациялари 7.1-жадвалда келтирилган.

7.1-жадвал

Студиянинг номи	Студиянинг белгиланиши	Студия полининг юзаси, м ²	Студиянинг баландлиги, м	Ижрочилар сони, N _{опт.}
Катта ТВ студия	Муסיқа, адабий-драматик	1000	15	400
	эшиттиришлар ва кўп сонли ижрочилар иштирокидаги мураккаб декорацияли сахналарни тасвирга тушириш учун	600	11,0	250
		450	10,0	200
Ўртача ТВ студия	Муסיқа, адабий-драматик	300	8,6	120
	эшиттиришлар ва декорацияси мураккаб бўлмаган кам сонли ижрочилар иштирокидаги сахналарни тасвирга тушириш учун	200	7,0	50
Кичик ТВ студия	Муסיқа, адабий-драматик	150	6,5	30
	эшиттиришлар ва декорацияси мураккаб бўлмаган кам сонли ижрочилар иштирокидаги сахналарни тасвирга тушириш учун	100	5,-6,0	20
		50-80	4,-5,0	10-15

ТВ диктор студияси	Муסיқа, кичик адабий-драматик эшиттиришлар ва декорацияси мураккаб бўлмаган кам сонли ижро-чилар иштирокидаги сахналарни тасвирга тушириш, ижтимоий-сиёсий, адабий, экспонат ва моделларни намойиш этиш учун	60-80	4,2-4,5	2-4
Диктор телешарҳловчи студияси	Диктор ёки нотикни (ўрта ёки йирик планда) кўрсатиш учун	12-15	2,6-2,8	1-2
Радиоэшиттириш катта концерт студияси	Диктор ёки нотикни (ўрта ёки йирик планда) кўрсатиш учун	650-1000	11,0-13,0	200-250
РЭ катта КС (тингловчиларсиз)	Ахборот эшиттиришлари (дикторни кўрсатмасдан)	750	12	150
Ўртача РЭ концерт студияси	Ахборот эшиттиришлари (дикторни кўрсатмасдан)	350-450	8,5-10	40-65
Кичик муסיқа РЭ студияси	Катта муסיқа (катта сим-фоник оркестр, хор ва б.қ. ижросидаги) тингловчилар иштирокидаги эшиттириш-лар	250-300	8,0-8,3	30-35
РЭ камер студияси	Катта муסיқа (катта сим-фоник оркестр, хор ва б.қ. ижросидаги) тингловчилар иштирокидаги эшиттириш-лар	150	6	10-15
Катта АДС студия	Симфоник музиқа (кичик сонли оркестр ижросида), эстрада ва джаз музикаси-ни ёзиш учун	150-200	6-6,5	20-30
Ўртача АДС	Симфоник музиқа (кичик сонли оркестр ижросида), эстрада ва джаз музикаси-ни ёзиш учун	100	5	10-15
Нутқ студияси	Катта бўлмаган оркестр ва хор ижроларини ёзиш учун	26-30	3,2-3,5	2-4
Товуш сўндирилган студия	Катта бўлмаган оркестр ва хор ижроларини ёзиш учун	50	4	6-10
		30-40	3,5	1-2

Аппаратхоналар	Камер музикасини ижро этиш, солист-вокалистлар, кичик музика эшиттиришлари учун	50	4	-
“Акс садо” камераси	Катта радио спектакллар-ни яратиш ва узатиш учун	30-40	3,5	-
Тинглаш хонас	Бадиий ўқишлар, кичик радио спектакллар учун Информацион эшиттиришлар, сўнги ахборот Адабий-драматик ёзув-ларда махсус эффектлар яратиш учун Фонограммаларни қайта ёзиш, дастурфрагментларини консервациялаш учун ёзиш Реверберацияси ўзгарувчан жарангдор эффектларни яратиш учун Экспертиза ўтказиш учун			

Юқори сифатли товушларни олиш учун студиялар ташқи шовқинлардан етарлича ҳимояланган бўлиши зарур.

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

Товуш жаранглаши табиий бўлган вақтни оптимал реверберация вақти деб аталади. Оптимал реверберация вақти ижро этиладиган музика асарларига боғлиқ. 7.2-жадвалда студияларнинг оптимал реверберация вақти ва унинг частота характеристикаси берилган.

7.2-жадвал

Оптимал реверберация вақти ва унинг частота характеристикаси

Студия тури	Студия ҳажми м ³	$T_{\text{опт } 500, \text{ с}}$	Частота характеристикасининг кўриниши
Нутқ телевизион, (радиоэшиттириш) студияси	50-70	0,4-0,5	Горизонтал-чизиқли
Радиоэшиттириш концерт студияси	≤ 3000	$\lg T = -$ $0,374 + 1/6 \lg V$	Горизонтал-чизиқли , 125 Гц частотада 50% гача кўтарилиши мумкин
Радиоэшиттириш катта концерт студияси	≥ 3000	1,7-1,8	Горизонтал-чизиқли, 125 Гц частотада 20- 30% кўтарилиши мумкин
Адабий-драматик блок	500-800	0,-0,6	100-5000 Гц полосада горизонтал-чизиқли
Товуш сўндирил- ган адабий-дра- матик блок	100-150	0,2-0,25	Горизонтал-чизиқли
Товуш сўндирил- маган адабий- драматик блок	100-150	3,0-3,5	150-3000 Гц полосада паст ва юқори частота- ларда бироз пасайиш билан, горизонтал- чизиқли
ТВ телепостанов- калар студияси	≥ 3000	0,7-0,8	Горизонтал-чизиқли
ТВ макет-диктор студияси	200-400	0,5	Горизонтал-чизиқли

Нутқ студияларга бўлган талаб ижрочи товуши тембрини ўзгартирмай нутқнинг юқори аниқлигини сақлашдан иборат. Шунинг учун бундай студиялар кичик реверберация вақтига (0,5...0,6 с) эга. 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 товушнинг оптимал янграшини таъминлаш учун реверберация вақтини ўзгартириб туришга тўғри келади. Бунинг учун ҳозирги вақтда сунъий реверберация қурилмалари кенг қўлланилади.

Нутқ студиялари. Нутқ студияларига қўйиладиган асосий талаблардан бири, нутқнинг юқори аниқлиги ва ижрочининг нутқ тембрини сақлашдир. Изланиш ва тадқиқотлар шуни кўрсатдики, нутқнинг юқори аниқлиги товуш босими 50÷80 дБ ва реверберация вақти 1с дан кам бўлганда эришилади. Нутқ эшиттиришларида студияларда одатда 10 кишидан кўп бўлмаслиги сабабли бундай студияларнинг ҳажми айтарли катта бўлмайди. Ўрта частоталарда реверберация вақти 0,4÷0,8с тавсия этилади.

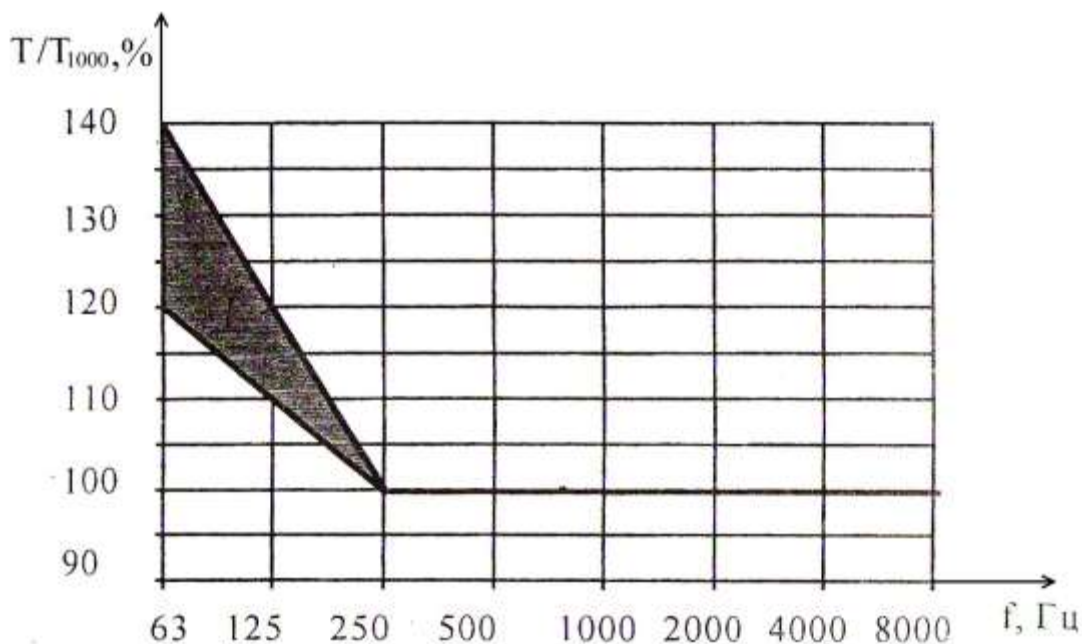
Шундай қилиб, оптимал акустик шароитларни яратиш учун нутқ студияси қуйидагича бўлиши шарт:

- реверберация вақти 0,4÷0,8с;
- реверберация вақтининг частота тавсифи юқори частоталар-гача чизиқли бўлиши керак.

Мусиқа студиялари. Мусиқа асарларининг характерини, эшиттиришда иштирок этаётган ансамбль таркибини инобатга олиб, ёзув жараёнидаги оптимал акустик шароитларни яратиш мақсадида мусиқаларни эшиттиришда бир неча студиялардан фойдаланилади. Мусиқа студияларининг акустик шароитларини, уларнинг ҳажми 2000м³ катта бўлганда, оптимал реверберация вақти студия ҳажмига боғлиқ бўлмайди. Бундай студияларда оптимал реверберация вақти мусиқа асарларининг характери билан белгиланади. Оптимал реверберация вақти 1000 Гц частотада:

- замонавий мусиқа учун - 1,48 с;
- классик мусиқа учун - 1,54 с;
- романтик мусиқа учун - 2,07 с ташкил этади.

Мусиқа студияларининг оптимал реверберация вақти паст частоталарда бироз кўтарилади, бу кўтарилиш тингловчиларнинг эстетик дидига, асосан паст частоталарни алоҳида ажратиш тинглашлари билан боғлиқ.



7.1-расм. Музыка студиялари учун оптимал реверберация вақти графиги

Юқорида баён этилган фикрларга асосан, музыка студиялари реверберация вақтининг акустик талабларини қуйидагича ифодалаш мумкин:

1. Кичик ва ўрта ҳажмдаги музыка студияларининг оптимал реверберация вақти $1 \div 1,6$ с бўлиб, студияларнинг ҳажмига нисбатан танланади.

2. Катта ҳажмдаги студияларнинг оптимал реверберация вақти, студиянинг ҳажмига камроқ боғлиқ бўлиб, кўпроқ ижро этиладиган музыка асарлари характерига боғлиқ. Кўп мақсадли студиялар учун тавсия этиладиган реверберация вақти $1,7 \div 1,8$ с.

3. Паст частоталарда оптимал реверберация вақти ўрта частота-лардагига нисбатан $20 \div 40$ % кўп бўлиши мумкин.

Телевидение студиялари. Телевидение студиялари радио-эшиттириш студияларидан фарқли равишда кўпдан-кўп мураккаб декорацияларнинг қўлланилиши билан ажралиб туради. Бу ўз навбатида ТВ студияларда қўзғалувчи камера, микрофонлар ва катта сонли ёритгич асбобларидан фойдаланишни тақозо этади.

Бундай студияларнинг оптимал реверберация вақти ҳақида қуйидагича фикр юритиш мумкин:

ТВ эшиттиришлари декорацияларнинг тез-тез ўзгариши билан боғлиқ бўлганлиги сабабли, умумий товуш тўлқини ютилиш фонди ҳам ўзгариб туради;

- ТВ кадри ўзгарганда унга мос ҳолда овоз тавсифлари ҳам ўзгариши лозим.

Шунинг учун ТВ студияларининг реверберация характеристикалари сунъий тизимлар ёрдамида бошқарилади. Реверберация вақтини маълум диапазонда

бошқариш учун ТВ студиясининг реверберация вақти $0,7 \div 0,8$ с тенг қилиб олинади.

ТВ студияларда камераларнинг борлиги, хизматчилар, ёритгичлар ва вентиляция асбобларининг радиостудиялардагига нисбатан кўплиги ТВ студияларда шовқин сатҳининг ошишига сабабчи бўлади. Шу сабабли реверберация вақти амалда эришили-ши мумкин бўлган $0,8 \div 1,0$ с билан чекланилади.

Драматик эшиттиришларнинг кўп қисми мусиқа садолари жўрлигида олиб борилиши сабабли реверберация вақтининг частотага боғлиқ бўлмаслигига интилиш зарур. Шундай қилиб, ТВ студияла-рида яхши акустик шароит яратиш мақсадида қуйидаги талаб-ларнинг бажарилишига эришиш зарур:

1. Реверберация вақти $0,8 \div 1,0$ с га тенг бўлган ҳолда студия ҳажмига боғлиқ бўлмаслиги керак.

2. ТВ студияларни товуш сўндириш коэффиценти $0,7 \div 0,8$ га тенг бўлган сўндирувчилар билан қайта ишлаш зарур.

3. Реверберация вақти частота тавсифининг чизиқли бўли-шига эришиш лозим.

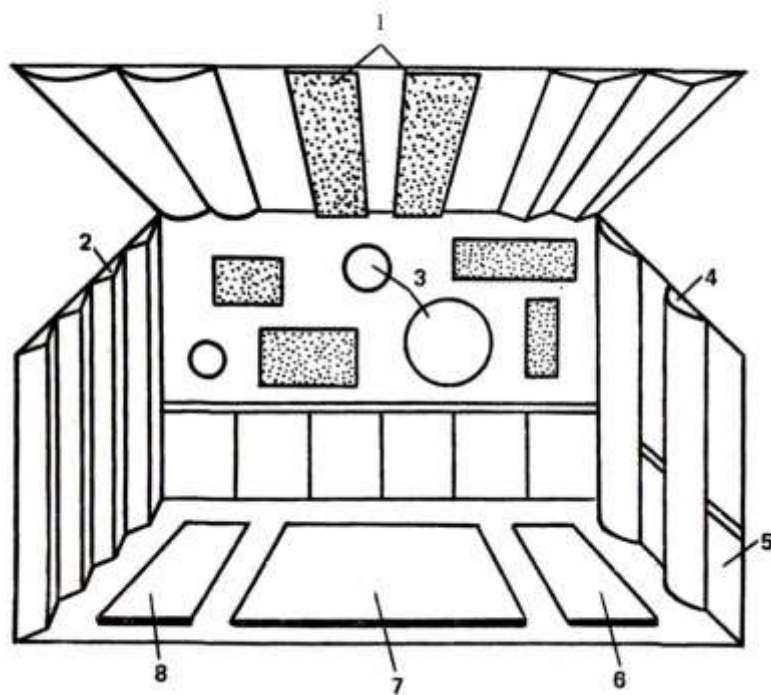
4. ТВ студияларни шовқиндан сақланишини тўла таъминлаш зарур.

5. ТВ студияларнинг реверберация вақтини сунъий тизимлар ёрдамида бошқариш лозим.

Студия жиҳозлари ва аппаратхона ускуналари

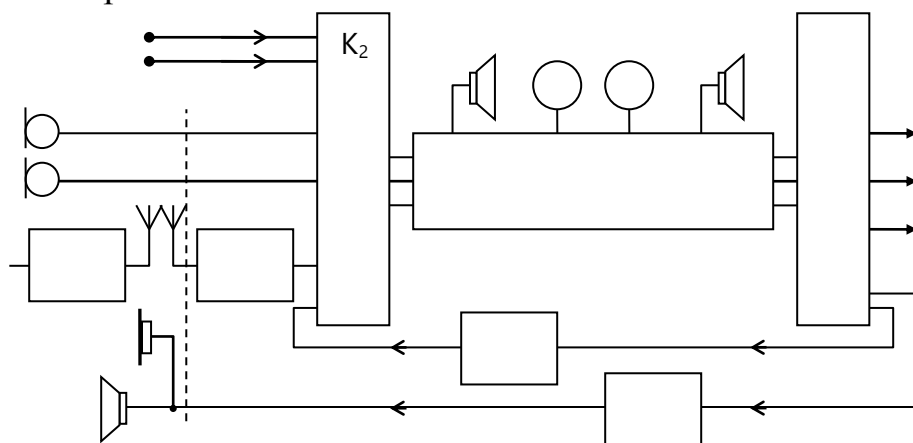
Юқорида айтиб ўтилганидек, студиянинг белгиланишига қараб унинг ўлчамлари ва шакли “олтин кесим” нисбатида танлаб олинади. Студиянинг асосий кўрсаткичларидан бири, оптимал реверберация вақти, турли товуш сўндирувчи материалларни танлаш ва уларни тўғри жойлаштириш (акустик созлаш) натижасида эришилади.

Студиянинг намунавий жиҳозланиши 7.2-расмда кўрсатилган.



7.2-расм. Студиянинг намунавий жиҳозланиши бунда 1- перфорацияланган плиталар, 2 - аррасимон плиталар, 3 - яримшар шаклидаги палла, 4 - яримцилиндр; 5 - панель; 6 - гилам йўлакча; 7 - гилам; 8 - тўшак.

Аналогли аппарат-студия блоки (АСБ) ускуналарининг тузилиши 7.3-расмда келтирилган.



7.3-расм. Аналогли АСБ ускуналарининг структура схемаси

Расмда: М - микрофон; У-ч - узаткич; Т - телефон; НР_к –назорат радиоканнаи; ҚҚ - қабул қилгич; К₁, – кроссловчи кириш устуни; К₂ - кроссловчи чиқиш устуни; ОР пульт - овоз режиссёри пульт; СК - стереокоррелометр; СГ - стереогониометр; Маг.- магнитофон.

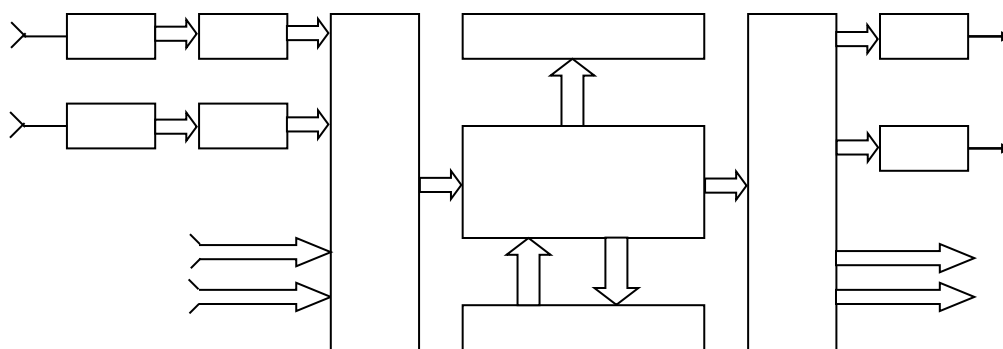
Студиянинг намунавий жиҳозланиши тўғрисида батафсил маълумот 7.20. “Радиоэшиттириш студияси реверберация вақти частота тавсифининг акустик ҳисоби” параграфида берилган.

Студия аппаратхоналари ҳам белгиланишига қараб ёзув ва эшиттириш, овоз режиссёри ва техник аппаратхоналарига бўли-нади. 3 ва 4 класс радиоуйларда ёзув ва эшиттириш аппаратхо-наларини марказий аппаратхона билан бирлаштирадилар.

Сигналлар студиядаги микрофонлардан студия аппаратхо-насига микрофон кабелли ёки дециметрли узаткич ва қабул қилгичи бўлган радио микрофон орқали келади. Студиядаги сигналлардан ташқари кириш коммутатори K_1 орқали пульта радиоуйнинг бошқа аппаратхоналаридан, шунингдек ташқи трансляция пункти АТС, МТС манбалардан ҳам сигналлар келади. Сигналларни субъектив ва объектив назорат этиш учун назорат агрегатлари, сатҳ ўлчагичлар, стереогониометр (СГ) ва стереокоррелометрлар (СК) қўлланилади. Стереогониометр ва стереокоррелометрлар стерео-сигналларнинг фазаланиши тўғрилигини ва мослигини баҳолаш учун қўлланилади.

Чиқиш коммутатори K_2 орқали сигналлар магнитофонга, студиянинг марказий аппаратхонаси ва бошқа аппаратхоналарнинг овозлаштириш тизимига юборилади. Аппарат-студия блоки рақамли ускуналарнинг соддалаштирилган тузилиши 7.4-расмда келтирилган.

Ускунанинг кириши ва чиқишидаги сигналлар аналог ва рақамли шаклда бўлиши мумкин, иккинчи ҳолда студия аппаратлари Радио бўйича Халқаро Консультатив Комитетнинг 647 характеристикасида белгиланган форматда бўлади. АСБнинг айрим функционал қурилмалари, масалан, магнитофонлар, компакт-диск проигривателлари, товуш эффекти ускуналари ҳам шу форматда уланади.



7.4-расм. АСБ рақамли ускунасининг структура схемаси

Аналог манбалардан сигналлар (магнитофон, микрофон ва боғловчи тизимлардан) дастлаб аналог-рақамли ўзгартгичга (АРЎ) узатилади, сўнгра аппаратхонадаги кодни шакллантириш ускуна-сида ўзгартирилади. Аналог

қурилмаларга келатган сигналлар (магнитофон, назорат агрегатлари ва б.қ.) рақамли-аналог ўзгартиргичда декодланади.

Рақамли микшер пультлари

Рақамли товуш сигналлари манбалари – компакт дисклари, рақамли магнитофонларнинг пайдо бўлиши билан дастурларни шакллантирувчи тракт сифатини ошириш муаммоси ҳам пайдо бўлди. Муаммо рақамли микшер пультларини яратиш билан ҳал этилди. Аслида, микшер пульти локал компьютер тармоғини эслатади ва унинг афзаллиги канал сифатини рақамли ишлов бериш ҳисобига ошириш эмас, балки компьютер тизимларидагидек бошқаришнинг янги имкониятларида.

Микшер пультининг асоси бўлиб, динамик тақсимловчи база процессори ҳисобланади. Битта процессордан бир вақтнинг ўзида бир неча операторлар бир-бирига боғлиқ бўлмаган масалаларни ҳал этишда турли аппаратхоналарнинг алоҳида бошқарув панелла-ридан фойдаланишлари мумкин.

Рақамли микшер пультларида, аналогли пультлардан фарқли равишда конструктив конфигурация билан кириш, чиқиш ва каналлар сони ўртасида боғлиқлик йўқ.

Биргина аппарат ускуналари жиҳозлари билан кўпгина конфигурацияларни (виртуал микшер пультлари) ҳар бирини файл кўринишида сақлаб қолиш билан яратиш мумкин. Шунинг учун рақамли пультни талаб этилган аналог ва рақамли AES/EBU кириш /чиқишли ёки оптик форматлардаги аппаратларга соддалаштириш мумкин.

Синхронланмаган рақамли манбаларни ёки дискретлаш частотаси турлича бўлган манба сигналларини улаш ва микшерлаш учун ўрнатилган частота дискретлаш ўзгартиргичлар назарда тутилади. Рақамли микшер пульти компьютер тизимида мос бўлганлиги учун автоматлаштиришнинг барча воситалари унга хосдир. Ундан ташқари кириш/чиқиш ва аппарат–студия комплекси ускуналари ўртасида сигналларни узатиш учун матрица-программа бошқарилувчи коммутаторларни автоматик коммутацияловчи қурилмаларни қўллашнинг бирдан-бир афзаллиги пультнинг белгиланган конфигурациясига мос бўлган коммутация структурасини қайта тиклашдир. Автоматика барча бошқаргич-ларнинг ҳолатини хатоларсиз эслаб қолиш хусусиятига эга.

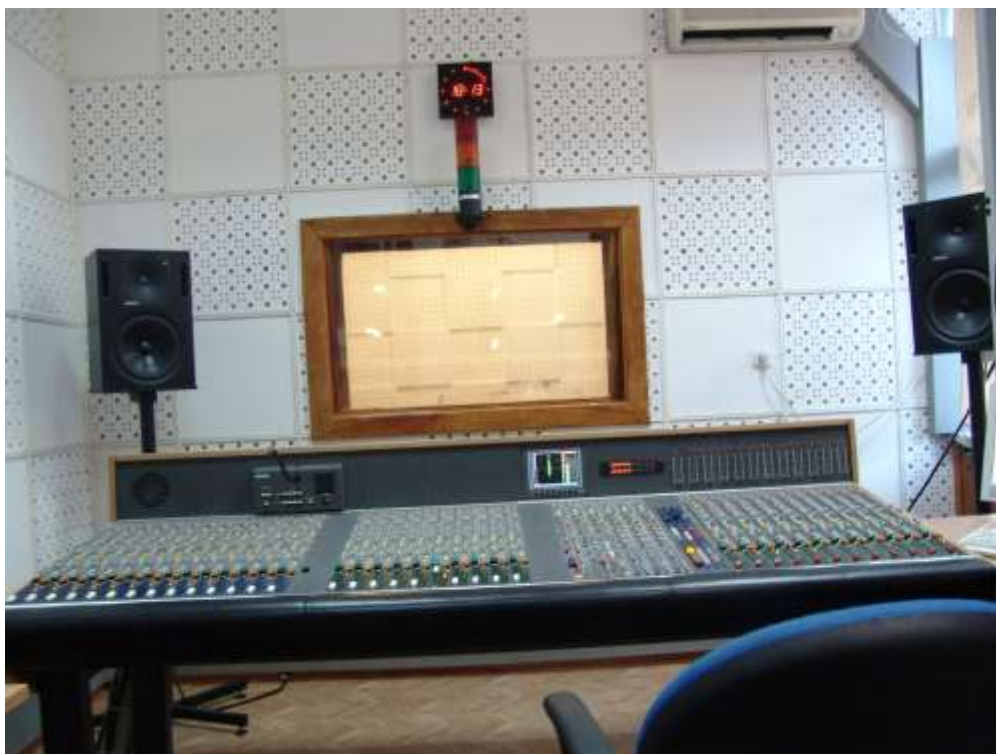
Рақамли микшер пульти – бу кўпдан - кўп бошқарувчи элемент-ли мураккаб ускуна бўлишига қарамай ташқи кўриниши аналог пультни эслатади. Барча тугмалар, клавиш ва бошқаргичлар аналог пультларидагидек белгиланади. Рақамли пульт чиқишидаги товуш сифати сигналга рақамли ишлов бериш тури ва ташқи ускуна билан уланганда аналог-рақамли ўзгартириш технологиясининг мукам-маллигига боғлиқ. Шунинг учун барча аналог-рақамли ва рақамли –

аналог ўзгартиргичлар 20-24 бит аниқликка эга, зарур ҳолларда сигналларга ишлов бериш сифатини ошириш мақсадида бу кўрсаткич 32 бит ва ўта муҳим эшиттиришлар учун 64-96 бит бўлиши ҳам мумкин.

Пультларнинг кўпгина моделларида универсалликка эришиш мақсадида 16 ва 24 бит аниқликдаги кириш ва чиқиш узиб-улагичлар бор. Паст сатҳли рақамли сигнал сифатига нозикли бузилишлар таъсир этади, яъни сигнал сатҳи ўзгартиргичнинг шовқин сатҳидан паст бўлганда ҳам эшитилади. Шунинг учун бузилишлар сатҳи шовқин сатҳидан 20-30 дБ га паст бўлган ўзгартиргичлар қўлланилади.

Пультда сигналнинг исталган нуқтадаги сатҳини бошқариш учун автоматлаштирилган фейдерлардан фойдаланилади. Сигналга частотавий, динамик ишлов бериш қурилмалари – эквалайзер, компрессор, экспандер, лимитёр ва бошқалар сигнал ўтиш жойи-нинг исталган нуқтасида қўлланилиши мумкин.

Рақамли микшер пультлар электроакустик параметрлари бўйича аналог пульт параметрларига яқин.



7.5 – расм. Аппаратхона пульти

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 автоматлаштириш, 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, бадий шеърни мусиқа оҳангида) узатиш билан амалга оширилади. Йирик телемарказ ва радиоуй аппарат-дастур блоки ускуналари режиссер ва техник аппаратхоналарда жойлашти-рилади.

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 ўзгар-тиргич ўрнатилади.

Марказий аппаратхона

Марказий аппаратхона – радиоуй ёки телемарказнинг асосий коммутация узели ҳисобланиб, ички ва ташқи манба дастурлари сигналларини аппарат-студия комплексининг ички линияларига ва марказий аппаратхоналардан чиқаётган боғловчи линияларга тақсимлаш учун мўлжалланган. Марказий аппаратхонанинг асосий вазифаси турли аппаратхоналарни ўзаро боғлаш, дастур сигнал-ларига чақириқ сигнали аниқ вақт ва бир неча хизмат сигналларини киритишдан иборат. Кириш боғловчи линияларнинг амплитуда-частота тавсифларини коррекциялаш, сигналларни эшитишли назорат этиш, радиоуй ва телемарказ хизматлари билан диспетчер алоқасини таъминлаш, зарур ҳолларда чиқиш дастурлари сигналларини ва айрим хизмат юзасидан сўзлашувларни ёзиш кўзда тутилади.

Марказий аппаратхона структура схемаси 7.6-расмда келти-рилган.

Кросссловчи кириш устуни КУ₁дан сигналлар марказий аппаратхона пультининг кириш блокларига келади. Радиоуй ва телемарказ ички манба 1 блокларида сатҳ ўрнатувчи бошқаргичлар (СЎБ) ва тақсимловчи кучайтиргичлар (ТК), ташқи манба кириш блоклари 2 ва коррекцияловчи контур (КК) лар мавжуд. Кейин сигналлар кириш коммутатори К₁, таркибида максимал сатҳ чеклагичи бўлган дастур трактлари, чиқиш коммутатори К₂, кросссловчи чиқиш устуни (КУ₂) дан ўтиб чиқиш тизимлари 3 га келади. Бу ерда ҳар бир дастур сигналларини бир неча истеъмол-чиларга тақсимлаш имконияти таъминланади.



7.6 – расм. Марказий аппаратхона ва кросс ускуналари

Дастурларни кузатувли ва эшитиш орқали назорат этиш учун марказий аппаратхонада сатҳ ўлчагичлари (СЎ) ва назорат агрегат-лари (НА) ўрнатилган. L_1 ва L_2 лампалари эшиттириш аппаратхона (ЭАХ) ва коммутация тақсимлаш аппаратхона алоқа хизматлари дастур узатишга тайёр эканлиги ҳақида сигнал беради. Марказий аппаратхонада бирламчи электр соатлар бўлиб, улардан секундли импульслар радиоуйи ва телемарказнинг барча хоналарида ўрнатилган иккиламчи соат (ИС) тармоқларига келади. Дастурларни аниқловчи мусиқали сигналларни киритиш учун чақирув сигнал-лари аппаратураси (ЧСА) мавжуд. Шунингдек, аниқ вақт сигнали датчиги (АВСД) вақтни текшириш сигнал импульсини беради. Бу импульсларга трактлар ҳолатини автоматик равишда назорат этиш, узатиш коэффицентини баҳолаш, гармоникалар коэффицентини ва амплитуда-частота характеристикасини баҳолаш сигналлари кўшилади.

Радиоуй ва телемарказлар замонавий ускуналар билан жиҳоз-ланиб, олдиндан тузилган жадвал бўйича узиб-улаш вақти ва тартибига оператив аралашим имконияти кўзда тутилади.

Ҳозирги вақтда Тошкент радиоэшиттириш ва овоз ёзиш уйи студиялари ва аппаратхоналари жаҳоннинг электроника соҳасида етакчи ҳисобланган Япония, Германия, Англия, Австрия, Швейцария ва бошқа мамлакатларнинг техника

қурилмалари билан жиҳоз-ланган. Юқорида таъкидлаган давлатларнинг Siemens, BFF SSL, Genelee, AKG, Apple, Gorgy, Net Spro, Sony, Panasonic, Lexicon, TC electronic, Tascam, Kurzweil, Roland каби етакчи фирмаларининг энг сўнги қурилмалари ўрнатилган. Студия аппаратхоналарида Англиянинг Gonsole SSL 4000 G+ пульти ўрнатилган SSL-Solid State Logic – яъни, мантиқли қаттиқ жисм маъносини англатади. SSL микшер пульти (7.9-расм) 32 та микрофон кириш ва микшер модуллари, 32 та субъектив назорат этиш монитор канали, 8 та гуруҳ модуллари, мастер квадро, микшер ва яна бир қанча товуш сигналларини узатиш, эшиттиришларни бошқариш, сайқал бериш бошқаргичлари ва кнопкалари мавжуд.

Студияларда Австриянинг AKG C12, AKG14 ва Германиянинг Nueman U78A русумли конденсаторли микрофонлари ўрнатилган. Бу микрофонларнинг сезгирлиги -76-80 дБ ни ташкил этиб, амплитуда-частота характеристикаси 16 Гц÷22000 Гц частота полосасида тўғри чизикли кўринишга эга. Бундай микрофон ва микшер пульти ёрдамида юқори сифатли эшиттириш сигналларини ёзишни амалга ошириш мумкин.

Студиядаги Wollbox қутилари орқали аппаратхонадаги 32 та микрофонли SSL микшер пульти микрофон модуллари киришига уланади.

Ҳар бир модул келиб тушган сигнални бошқариб, сайқал бериб insert, AUX, Matrix grupp sends каналлари орқали студия аппаратхонасига ва студия аудио мониторларига узатади, эшиттириш учун наушникларга Rack қурилмаларига, сайқал бериш учун AD Convertor and interfere қурилмаси Computer Apple MAC OS program protocols га, ёзиш ва ҳар бир модулдаги монитор каналида эшитиб назорат қилиш, зарур ҳолда компьютердаги махсус дастурлар ёрдамида турли хилдаги эффектларни қўллаш имконини беради. SSL пультида ҳар бир микшер модулида микрофон каналларидан ташқари 32 линия, 32 каналлараро ва 32 та гуруҳли кириш каналлари мавжуд. Бу каналлар ёрдамида турли хилдаги мусиқий асбобларни улаш ёки катта ансамбл таркибидан ажратиб олиш мумкин.

Студия ва аппаратхона ўртасида мулоқот учун SSL пультида махсус канал ажратилган бўлиб, шу канал орқали студиядан овоз сигналларини ёзиш мумкин.



7.7 – расм. SSL пульти

SSL Console пульти аналог сигнал режимида ишлайди, аммо бошқарув, сақлаш ҳар бир бошқаргичнинг иш жараёнидаги жойла-шуви, бажарилган барча амаллар ҳақидаги маълумотлар махсус SSL Computer ёрдамида сенсор режимида амалга оширилади.

Аудио актив мониторлар Genelec фирмасида ишлаб чиқилган. Субъектив назорат агрегатлари 250 дан 450 Вт гача қувватга эга бўлиб, назорат этиш полосаси бир неча филтрлар ёрдамида ажратишиб товуш сигналининг исталган бўлагини назорат этиш имконини беради.

SSL пульти каналлари ва техник қурилмалари махсус ўлчов асбоблари ёрдамида текширилиб созланади ва протокол кўрини-шида расмийлаштирилади.

7.2. Товуш ютувчи материаллар ва уларнинг конструкциялари. Резонансли товуш ютгичлар. Резонансланувчи панеллар.

Перфорацияланган конструкциялар.

Турли материалларга товуш тўлқинлари тушганда, товуш энергияси бир қисмининг ютилиши материалларнинг таркиби ва хусусиятларига боғлиқ. Материал қанчалик юмшоқ бўлса, унинг товуш ютиш хусусияти шунчалик катта бўлади. Қаттиқ материаллар, масалан, сувалган ғиштли девор, ойна, металл ва

б.к. кичик товуш ютиш коэффициентига эга. Аксинча, юмшоқ, ўта ғовакли масалан, кигиз, наMAT, гилам, матоларнинг товуш ютиш коэффициенти катта.

Ғовакли материаллар қанчалик қалин бўлса, уларнинг товуш ютиш коэффициенти шунчалик катта бўлади.

Товуш ютиш коэффициенти материалга тушаётган товуш частотасига боғлиқ бўлиб, у турли материаллар учун турличадир.

Хона ичини қайта ишлаш учун қўлланиладиган материал-ларнинг товуш ютиш коэффициенти одатда кичик. Шунинг учун хоналарда оптимал акустик шароит яратиш мақсадида махсус материаллар ва конструкциялардан фойдаланилади. Улар (абсор-бентлар) юқори товуш ютиш хусусиятига эга. Товуш ютувчи материалларни ишлаш принципига қараб икки гуруҳга бўлиш мумкин: ғовакли ва резонансли.

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

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

Қаттиқ тўсиқ юзасига тушаётган ва ундан қайтган тўлқин-лар босими кўшилганда босим дўнглиги ва аксинча тўсиқ юзасига тушган ва ундан қайтган тўлқинлар босими тескари фазада бўлганда айрилиб, 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

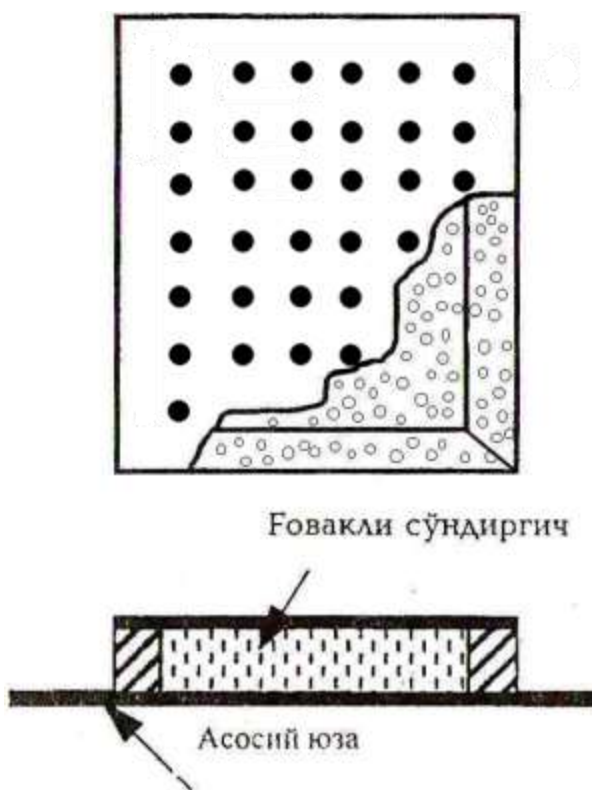
Резонансли товуш ютгичлар пластина каби тебранувчи резонаторли кўринишда ёки ҳаво резонаторлари турида тайёрланади. Бу турдаги конструкциялар товуш энергиясини паст ва ўрта частоталарда ютилишини таъминлайди.

Резонансланувчи панеллар

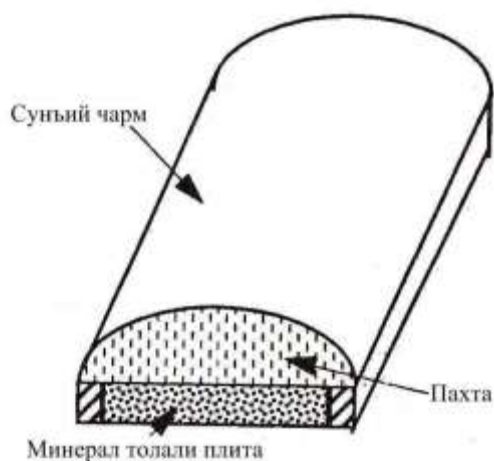
Резонансли панелларнинг конструкцияси 7.9-расмда кўрсатилган. Расмдан кўришиб турибдики, асосий балка сирти билан фанера ёки клеёнкадан тайёрланган пластина ўртаси бўшлиқ. Агарда сиртга тушаётган товуш тўлқини частотаси пластинанинг хусусий тебраниш частотасига мос келса, пластинанинг тебраниш амплитудаси максимал бўлади. Бу ҳолда пластинанинг эгилишида материалдаги ички ишқаланиш натижасида содир бўлган энергия йўқолиши ҳам

максимал бўлади. Конструктив тузилишни, яъни пластинанинг ўлчамларини ўзгартириш йўли билан унинг резонанс частотасини у ёки бу томонга силжитиш мумкин. Бундай конс-трукциянинг сўндириш коэффиценти катта эмас. Бу коэффиц-ентни ошириш мақсадида, пластина ва балка ўртасидаги бўшлиқ ғовак материал билан тўлдирилади (масалан, минерал ёки шиша тола). Резонансли панеллар “Бекеш шити” (7.10- расм) номи билан ҳам машхур. Бундай конструкциялар одатда фанера ёки рамага клеёнка тортилиб ясалади. Резонансли панеллар кўп ҳолларда “аррасимон конструкция” кўринишида (7.11 - расм) ясалади.

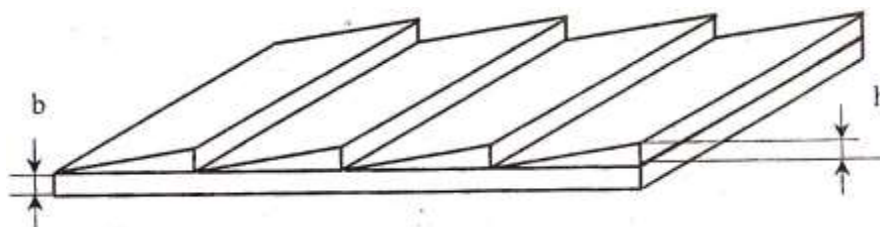
Резонансли панелларнинг ишлаш принципи Гельмгольц резонаторининг ишлаш принципига асосланган.



7.9 - расм. Резонансли панель конструкцияси



7.10 - расм. “Бекеши шити” конструкцияси



7.11- расм. Аррасимон резонансли панель эскизи:
b - каркас қалинлиги; h - очилиш баландлиги.

Перфорацияланган конструкциялар

Бу турдаги конструкциялар резонансланувчи панелларга ўхшаш 7.58-расм. Рамага қопланган фанерада тешиklar (перфорация) бўлиб, ҳар бир тешик Гельмгольц резонаторидек ишлайди. Агар перфорация лист юзаси бўйича бир текис тақсимланган бўлса, унда бундай сўндиргич резонансли (эгри чизиқли) бўлади, агар перфорациялар нотекис жойлашган бўлса, унда товуш сўндириш бир текис (чизиқли) бўлади. Тешиklarнинг резонанс частотаси қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{b_3 dh}}, \quad (7.1)$$

бунда S-тешикнинг кўндаланг кесими; $b_3 = \delta + 0,5 \sqrt{\pi S}$ - листнинг эффектив қалинлиги; δ -листнинг қалинлиги; h - девордан (шифтдан) сўндирувчигача бўлган масофа; d - тешиklar оралиғи.

Бундай резонаторнинг резонанс частотасини паст ва ўрта частоталарда фанера қалинлигини, тешиklar диаметрини, тешик-лар оралиғини ҳамда тўсик ва конструкция оралиқларини ўзгартириш йўли билан ўзгартириш мумкин.

Материал ва конструкцияларнинг товуш ютиш коэффициенти турлича бўлгани учун, белгиланган товуш ютиш фондига эришиш учун турли хилдаги сўндиргичлардан фойдаланилади. 7.3-жадвалда айрим материалларнинг товуш сўндириш коэффициенти келтирилган.

7.3-жадвал

Сўндирувчи Частота, Гц	α нинг частотага боғлиқлиги						
	125	250	500	1000	2000	4000	6000
Тингловчилар	0,33	0,36	0,47	0,52	0,50	0,46	0,44
Тингловчилар ёғоч ўриндиқда	0,17	0,36	0,47	0,52	0,50	0,46	0,44
Суянчиқли ёғоч ўриндиқ	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,03
Чарм қопланган ўриндиқ	0,10	0,12	0,17	0,17	0,12	0,10	0,10
Чарм ва паролон қопланган	0,05	0,09	0,12	0,13	0,15	0,16	0,15
Суянчиқли, духоба қопланган ўриндиқ	0,14	0,22	0,31	0,40	0,52	0,60	0,62
Юмшоқ ўриндиқ	0,05	0,09	0,12	0,13	0,15	0,16	0,15
Ярим юмшоқ ўриндиқ	0,05	0,08	0,18	0,15	0,17	0,15	0,05
Қаттиқ ўриндиқ	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1м ² даги тингловчилар	0,28	0,40	0,45	0,49	0,47	0,45	0,44
Асфальтга қопланган паркет	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07
Паркет шпонкада	0,20	0,15	0,17	0,10	0,08	0,09	0,07
Ёғоч харилардаги пол	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07	0,06
Полдаги 5мм резина	0,04	0,05	0,07	0,07	0,08	0,08	0,06

Релин	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
Линолеум қаттиқ асосда	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
Сувалган девор, клейли, бўялган	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
Худди шундай, мойланган	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Охак, металл тўрли девор, сувалган	0,04	0,05	0,06	0,09	0,04	0,06	0,06
Худди шундай, ёғоч тўрли, сувалган	0,12	0,11	0,10	0,03	0,08	0,11	0,12
Ёғоч плиталар	0,04	0,05	0,06	0,09	0,04	0,06	0,06
Қум-оҳакли девор	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,03	0,07
Оддий гипсли сувоқ	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Темир-бетон юза	0,27	0,31	0,31	0,31	0,33	0,40	0,13
АҚП сувоқ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Мармар, гранит ва б.қ	0,15	0,19	0,29	0,28	0,38	0,46	0,45
Терилган ғишт, зиҳли	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Худди шундай, зиҳсиз	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Метлах плитаси	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,51	0,52
Саҳна	0,30	0,42	0,50	0,50	0,50	0,51	0,52
Вентиляция тешиги	0,20	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Кузатув ойнаси (1 қават)	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	0,03
Лакланган эшик	0,03	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
Қарағай эшик	0,10	0,11	0,10	0,08	0,08	0,11	0,11

Хонани акустик жиҳозлашда диффузия майдони ҳосил бўлиши учун товуш сўндирувчи материал ва конструкцияларни ўзаро алмашлаб, шахмат доскаси каби жойлаштириш тавсия этилади.

7.3. Радиоэшиттириш ва телевидение студияларини лойиҳалаш. Студиянинг оптимал реверберация вақти ва унинг частота характеристикасини танлаш.

Радиоэшиттириш ва телевидение студияларини лойиҳалаш

Маълумки, овоз эшиттириш электр канали уч трактдан: эшиттириш дастурларини шакллантириш тракти, дастурларни бирламчи ва иккиламчи тақсимлаш трактларидан иборат.

Дастурларни шакллантириш тракти тизимнинг бош участкаси бўлиб, аппарат-студия комплекслари, эшиттириш аппарат хонаси, марказий аппарат, трансляция аппарат, овоз ёзиш аппарат хоналари ва бошқа хизмат хоналаридан иборат. Овоз эшиттиришнинг сифати кўп жиҳатдан овоз, эшиттириш студияларининг тўғри лойиҳала-ниши ва уларнинг акустик кўрсаткичларига боғлиқ. Студиялар, студия-электр тракти - тингловчи хонаси тизимига кирувчи бошланғич (бирламчи) хонадир, шунинг учун унинг оптимал тавсифлари оддий хона оптимал тавсифларидан фарқ қилади.

Студия - мусиқа ва бошқа турдаги дастурларни ижро этиш учун мўлжалланган махсус хона. Радио ёки телевидение дастурларини яратиш бир-биридан фарқ қилганидек, радиоэшиттириш ва телевидение студиялари белгиланиши бир хил бўлгани билан, қурилиши, ички жиҳозланиши, эшиттиришларнинг мазмуни билан фарқланади.

Овоз эшиттириш студиялари қурилиши бўйича мураккаб ва қиммат иншоотлардир. Студия конструкцияларининг мураккаблиги ва қимматлилиги уларга қўйилган талаблар билан белгиланади, булар: студияларнинг ўлчамлари ва шаклини тўғри танлаш, товуш изоляцияси, ёритилганлиги, вентиляцияси ва бошқаларни таъмин-лашдан иборат. Товуш изоляциясини яхши таъминлаш мақсадида, студиялар магистрал йўл ва кўчалардан узоқ жойларда қурилади.

Студияларни ёнма-ён жойлаштириш тавсия этилмайди, улар ўртасида шовқин сатҳи паст (тинч) бўлган хоналар жойлашти-рилади. Кўп студиялар учун бинонинг ертўла ва биринчи каватлари маъқул. Студияларнинг пойдеворлари бинонинг умумий пойдеворидан товуш ва виброизоляция материаллари билан ажратилган ва пойдеворлар оралиғи ғовак чиқиндилар билан тўлдирилган бўлиши керак. Радиоуёлар ва студияларнинг деворлари алоҳида бўлиб кути ичида кути турида бир-бири билан мустақкам туташмай оралиғи товуш сўндирувчи материаллар билан тўлдирилади. Студияларнинг ҳар бир девори ажратилган пойдеворли амортизаторларга таянади. Поли эса деворлар билан туташмай «сузувчи» конструкция турида бажарилади. Студияга зич ёпиладиган вазмин эшикли тамбур орқали қурилади. Студияларда

меъёрланган шовқин сатҳи 20÷25 дБ га тенг, бу кўрсаткич сиғимли микрофонларнинг хусусий шовқин сатҳидан салгина юқори. Энг катта шовқин сатҳи студиянинг аппарат хонасида содир бўлиб, бу хонадаги кузатув ойнаси уч қават бўлишига қарамай унинг изоляцияси етарлича эмас. Бу эса қўшимча чоратадбирлар кўришни талаб этади. Шу ва бошқа талабларнинг бажарилиши студиянинг яхши акустик хусуси-ятларини таъминлайди. Студиянинг асосий сифат кўрсаткич-ларидан бири реверберация вақтининг частота тавсифи бўлиб, уни ҳисоблаш синчковлик, дид ва кўп вақтни талаб этади. Овоз эшиттириш студияларини лойиҳалаш ва акустик параметрларини ҳисоблашдаги яна бир қийинчилик - бу янги адабиётларнинг йўқлиги.

Студия акустик хусусиятларининг яхши бўлиши, аввало унинг ўлчамлари «олтин кесим» қонун нисбатлари $h : b : \ell = 1:1,6:2,6$ бажарилиши билан белгиланади.

Студиянинг стандарт реверберация вақти Сэбиннинг содалаш-тирилган формуласи бўйича ҳисобланади:

$$T = \frac{0,161 \cdot V}{\alpha_{\text{ўрт}} \cdot S_{\Sigma}} = \frac{0,161 \cdot V}{A}, \quad \text{с} \quad (7.2)$$

бунда:

$A = \alpha_{\text{ўрт}} \cdot S_{\Sigma}$ - умумий сўниш коэффиценти;

0,161- ўзгармас коэффицент;

V - студиянинг ҳажми, м³;

$\alpha_{\text{ўрт}}$ - ўртача товуш сўндириш коэффиценти;

S_{Σ} - студия ички деворларининг умумий юзаси, м².

2000 Гц ва ундан юқори частоталарда товушни ҳавода сўниш коэффиценти катта аҳамиятга эга, шунинг учун реверберация вақти (7.10) формуласи билан ҳисобланади

Ҳисоблар товуш сўндирувчи материалларни танлаш билан бажарилади.

Радиоэшиттириш ва телевидение студияларнинг акустик ҳисоби қуйидаги тартибда олиб борилади.

Студиянинг оптимал реверберация вақти ва унинг частота характеристикасини танлаш

Студиянинг оптимал реверберация вақти ва унинг частота харктеристикасини 7.2- жадвалдаги тавсияга асосан танлаш керак.

Танланган реверберация вақтини таъминлаш

Хонадаги 2000 Гц гача бўлган реверберация вақти соддалаштирилган Эйринг формуласи билан ҳисобланади:

$$T = \frac{0,161V}{-S_{\Sigma} \ln(1 - \alpha_{\text{ўрт}})}, \quad (7.3)$$

бунда T - реверберация вақти, с ;

V - хона ҳажми, м³ ;

S_{Σ} - ички юзаларнинг умуми майдони, м² ;

$\alpha_{\text{ўрт}}$ - товуш ютилишнинг ўрт.коэффициенти.

Бундан ўртача ютиш коэффициентини аниқлаш мумкин:

$$-\ln(1 - \alpha_{\text{ўрт}}) = \frac{0,161V}{S_{\Sigma} T}. \quad (7.4)$$

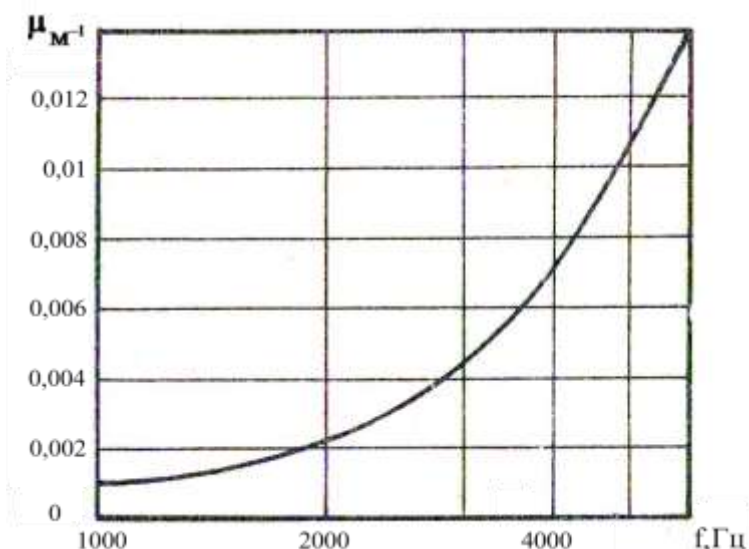
2000 Гц дан юқори частоталар учун (студиянинг ҳажми кичик бўлмаса) товушнинг ҳавода сўниши асосий ролни ўйнайди. Бунда реверберация вақти Эйринг формуласи бўйича ҳисобланади:

$$T = \frac{0,161V}{-S_{\Sigma} \ln(1 - \alpha_{\text{ўрт}}) + 4\mu V}, \quad (7.5)$$

бунда μ - товушнинг ҳавода сўниши, 1000 Гц дан паст частота-лар учун у нолга тенг.

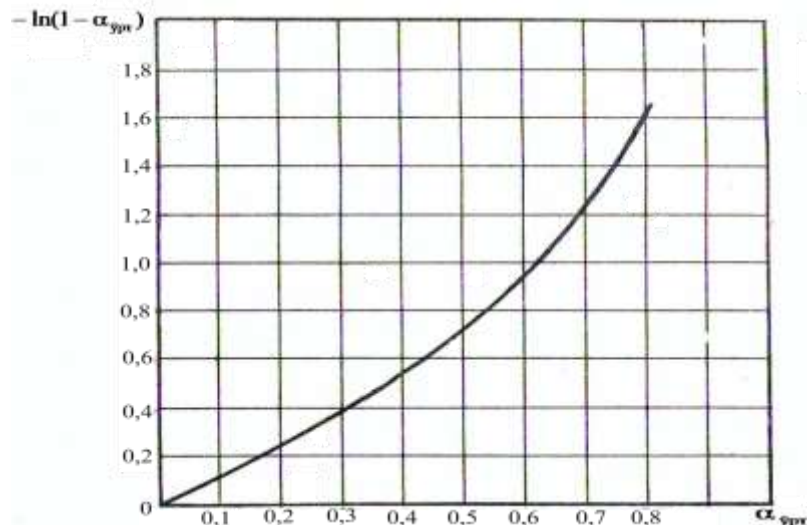
Катта ҳажмдаги студиялар учун товушнинг ҳавода сўнишини 1000 Гц дан бошлаб инобатга олишга тўғри келади.

Товушнинг ҳавода сўниш коэффициенти μ нинг қиймати 7.12-расмда келтирилган.



7.12-расм. Турли частоталарда товушнинг ҳавода сўниш коэффициенти μ (Кнудсен ва Харрис маълумотларига кўра)

Ревеберация вақти T қийматларини бериб, товуш сўнишининг ўртача коэффициентини $\alpha_{\text{ўрт}}$ ни 7.13-расмдаги графикдан ёки 7.4-жадвалдан аниқлаш мумкин.



7.13-расм. Қўшимча график

7.4-жадвал

$-\lg(1 - \alpha_{\text{ўрт}})$	$\alpha_{\text{ўрт}}$	$-\lg(1 - \alpha_{\text{ўрт}})$	$\alpha_{\text{ўрт}}$
0,01	0,01	0,26	0,229
0,02	0,02	0,27	0,237
0,03	0,03	0,28	0,244
0,04	0,039	0,29	0,252
0,05	0,049	0,30	0,259
0,06	0,058	0,31	0,267
0,07	0,068	0,32	0,274
0,08	0,077	0,33	0,281
0,09	0,086	0,34	0,288
0,10	0,095	0,35	0,295
0,11	0,104	0,36	0,302
0,12	0,113	0,37	0,309
0,13	0,122	0,38	0,316
0,14	0,131	0,39	0,323
0,15	0,139	0,40	0,330
0,16	0,148	0,41	0,336
0,17	0,156	0,42	0,343
0,18	0,165	0,43	0,349
0,19	0,175	0,44	0,356
0,20	0,181	0,45	0,362
0,21	0,189	0,46	0,369

0,22	0,197	0,47	0,375
0,23	0,205	0,48	0,381
0,24	0,213	0,49	0,387
0,25	0,221	0,50	0,393

студиядаги талаб этилган умумий сўнишни қуйидаги формула орқали аниқлаймиз:

$$A = \alpha_{\text{ўрт}} S_{\Sigma} \quad (7.6)$$

Барча ҳисоб частоталарда аниқланган натижаларни 7.5-жадвалга киритамиз.

7.5-жадвал

Частоталар, Гц	125	250	500	1000	2000	4000
T,с						
$-\ln(1 - \alpha_{\text{ўрт}})$						
A						

Сўнгра товуш ютишнинг асосий фонди A_0 ни: ижрочилар, мусиқа асбоблари, радиостудия полига тўшаладиган гиламлар, ишлов берилмайдиган юзалар (юзалари бўш пол, девор, кузатув деразаси) вентиляция панжаларлари, телевидение студияларида - декорациялар ташкил этади ва қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$A_0 = \sum \alpha_i S_i + \sum \alpha_i N_i, \quad (7.7)$$

бунда α_i - юзаси S_i га тенг бўлган материалнинг товуш сўн-дириш коэффиценти;

α_i - битта предмет (нарса, буюм ёки 1 м² материал) нинг товуш сўндириш коэффиценти;

N_i – буюмларнинг умумий сони.

Товуш ютишнинг асосий фонди талаб этиладиган умумий товуш ютиш фондидан кам, шунинг учун танланган реверберация вақти частота характеристикасини таъминлаш мақсадида студияга қўшимча сўниш киритилади. Қўшимча сўниш студия деворлари ва шифтида ўрнатиладиган материал ва конструкциялардан иборат бўлиб, улар киритадиган сўниш қиймати қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$A_{\text{қўш}} = A - A_0 \quad (7.8)$$

Талаб этиладиган реверберация вақти частота харатеристика-сини таъминлаш учун, одатда товуш сўндириш характеристикаси ҳар хил бўлган турли хилдаги материаллардан фойдаланишга тўғри келади. Товуш сўндирувчи материал тури ва юзаларини танлаш кетма-кет яқинлашиш услубида амалга

оширилиб, талаб этиладиган реверберация вақти $\pm 10\%$ аниқликда таъминланмагунча давом эттирилади.

Бу қийматни аниқлашда катта аниқлик талаб этилмайди, чунки реверберация вақтининг оптимал қийматидан $\pm 10\%$ фарқланиши тингловчилар томонидан деярлик сезилмайди. Реверберация вақтининг тавсия этилган қийматидан оғиши ошиш томонга бўлганидан, камайиш томонга бўлгани маъкул.

Ҳисоблар натижаси 7.6-жадвалга киритилади.

7.6-жадвал

N т/р	Товуш сўндирувчилар	Юзаси, м ² ёки сони	Товушнинг сўндирилиши														
			125 Гц		250 Гц		500 Гц		1000 Гц		2000 Гц		4000 Гц				
			$\alpha_{\text{ўрт.}}$	A	$\alpha_{\text{ўрт.}}$	A	$\alpha_{\text{ўрт.}}$	A	$\alpha_{\text{ўрт.}}$	A	$\alpha_{\text{ўрт.}}$	A	$\alpha_{\text{ўрт.}}$	A			

Шуни таъкидлаш лозимки, товуш сўндирувчи материал турларини танлаш студияни лойихаловчи-архитектор билан ҳамкорликда бўлгани маъкул, чунки товуш сўндирувчи материал-ларнинг студияда жойлаштирилиши акустика ва архитектура талабларига мос бўлиши керак.

Назорат саволлари

1. Хонадаги товуш тўлкини мавжудлигининг ўртача вақти, ўртача эркин ўтиш йўли узунлиги катталикларини тушунтиринг.
2. Тўлқиннинг ўртача эркин ўтиш вақти қандай аниқланади?
3. Товуш ютилишнинг ўртача коэффициенти қандай аниқланади?
4. Стандарт реверберация вақтига таъриф беринг.
5. Оптимал реверберация вақтига таъриф беринг.
6. Сэбин ва Эйринг формулаларини ёзинг ва тушунтиринг.
7. Акустик нисбат ва реверберация эквиваленти тушунчаларини тушунтиринг.
8. Радиоэшиттириш ва ТВ студияларининг бир-биридан асосий фарқлари ҳақида маълумот беринг.
9. Радиоэшиттириш ва ТВ студияларининг ўлчам ва шакллари қандай танланади?
10. Товуш сўндирувчи материалларнинг қандай турларини биласиз?
11. Товуш сўндирувчи материаллар қандай тартибда жойлаштирилади?
12. “Парилловчи акс садо”ёки “Фляттер эффекти”нинг пайдо бўлиш сабабларини ва уни камайтириш усулларини тушунтиринг.
13. Студияларни акустик ҳисоблаш услубини тушунтиринг.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. М.А.Сапожков. Электроакустика. Учебник для вузов. - М: Связь. 1978.
2. А.П.Ефимов., А.В. Никонов., М.А.Сапожков., В.И. Шоров. Под ред. Проф. М.А.Сапожкова. Акустика. Справочник.-М.:Радио и связь, 1989.
3. С.Я.Лифшиц. Курс архитектурной акустики. М. Изд-во МВТУ; 1927
4. В.В.Фурдуев. Электроакустика. - М.: Связьиздат, 1960.
5. Ф.Ингерслев. Акустика в современной строительной практике.- М.:Госстрой издат, 1957.
6. И.А.Алдошина,Э.И.Вологдин, А.П.Ефимов, Г.П.Катунин, Л.Н. Кацнельсон, Ю.А.Ковалгин, А.А.Фадеев. Электроакустика и звуковое вещание.- М.: Горячая линия-Телеком, 2007
7. А.В.Римский-Корсаков. Электроакустика. - М.: Связь, 1973.
8. Радиовещание и электроакустика. Учебник для вузов. - М.: Радио и связь, 1999.
9. Г.А.Исакович., Н.А.Никольская. Звукопоглощающие минера-ловатные плиты. М.: Стройиздат, 1975
10. А.Нисбетт. Студия радиовещания и звукозаписи. Из-во «Искусство». М:1971
11. Г.П.Катунин, О.А.Лапаев. Проектирование и расчёт акусти-ческих параметров помещений. Учебное пособие.- Новосибирск.: Издательство Сибирского Государственного Университета Теле-коммуникаций и Информатики (СибГУТИ), 2000.
12. Г.П.Катунин. Звукотехника, часть 1. Новосибирск 2003.
13. Н.Т.Молодая. Акустический расчет радиовещательных и телевизионных студий. М.:ВЗИС, 1961.
14. М.З.Зупаров.,Г.П. Катунин. Электроакустика."YANGI NASHR" Тошкент.: 2010.
15. М.Зупаров, С.Буланбаева. Акустический расчёт студий. РНТК, том I. Новосибирск, 2004
16. М.Зупаров. Электроакустика ва радиоэшиттириш фанидан 5522100-Телевидение, радиоалоқа ва радиоэшиттириш йўнали-шидаги бакалаврлар учун амалиёт дарсларига ўқув-услугий кўлланма. Тошкент, 2010