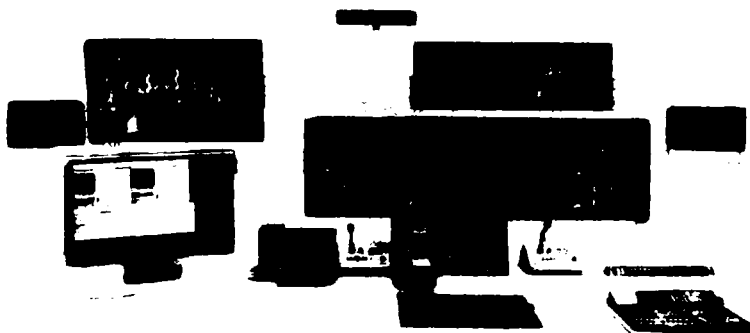


# РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Х.С.Соатов таҳрири остида

И.А.Гаврилов, Т.Г.Рахимов, А.Н.Пузий,  
Х.Х.Носиров, Ш.М.Кадиров



Тошкент 2016

Муаллифлар: Соатов Халик Садикович таҳрири остида  
Гаврилов Игорь Александрович,  
Рахимов Тохир Гафурович,  
Пузий Анастасия Николаевна,  
Носиров Хабибулло Хикматулло ўғли,  
Кадиров Шўхрат Мунавварович.

Тақризчилар: т.ф.д., профессор - Назаров А.М., Тошкент  
давлат техника университети  
т.ф.н., доцент - Давронбеков Д.А., Тошкент  
ахборот технологиялар университети

Ушбу китобда аналог ва рақамли телевидение назарияси асослари келтирилган. Рақамли телевидениеда сигналларни шакллантириш омиллари, видео ва аудио маълумотларни сиқиш усуллари ва асосий принциплари кенг кўриб чиқилган. Тасвир сигналлари ва овозни сиқиш JPEG ва MPEG стандартлари мажмуасида тузилиш ва ишлаш омиллари ҳамда DVB, ATSC, ISDB, MMDS, LMDS, MVDS рақамли телевидение стандартлари кўриб чиқилган. Бундан ташқари рақамли телеэшиттиришларда қўлланиладиган қабул қилиш қурилмаларининг тузилиши ва ишлаш принциплари, уларнинг элементлар базаси ва рақамли телевидениенинг Ўзбекистондаги ҳозирги ҳолати келтирилган.

## МУНДАРИЖА

<b>КИРИШ</b> .....	7
<b>1. ТЕЛЕВИДЕНИЕНИНГ ҚИСҚАЧА АСОСЛАРИ</b> .....	11
1.1. Телевидениенинг қисқача тарихи .....	11
1.2. Телевизион сигналнинг таркиби, шакли ва спектри .....	16
1.3. Рангли телевидение сигналлари .....	21
1.4. Телевидение эшиттиришлари стандартлари .....	25
1.4.1. Оқ-қора телевидение стандартлари .....	25
1.4.2. Рангли телевидение стандартлари .....	28
<b>2. РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИЗИОН СИГНАЛЛАР</b> .....	33
2.1. Тасвир сигналларини аналог-рақам ўзгартириш.....	33
2.2. Овоз сигналларини аналог-рақам ўзгартириш .....	40
2.3. Телевизион сигналларни ITU-R 601 тавсияси асосида рақамли кўринишда ифодалаш .....	42
2.3.1. Рақамли телевидение тасвир сигналлари стандартлари .....	43
2.3.2. Телевизион сигнал ташкил этувчиларини рақамли кўриниши.....	47
2.3.3. Телевизион сигнални турли тизимларда рақамли ҳолатга келтириш.....	50
2.3.4. Рақамли телевизион сигнални ҳосил қилиш ва шакллантириш.....	52
2.4. Рақамли телевидение интерфейслари.....	55
2.4.1. Параллел видеоулаш .....	56
2.4.2. Кетма-кет видеоулаш .....	58
2.5. Овоз сигналларини рақамли ҳолатга ўтказиш.....	62
2.6. Телевизион АРЎ ва РАЎнинг тузилиши .....	65
<b>3. ТАСВИР ВА ОВОЗ СИГНАЛАРИНИ СИҚИШ</b> .....	78

3.1. Телевизион сигналларнинг ортиқча ахборотнинг турлари ва уларни йўқотиш усуллари .....	79
3.2. Спектрал ўзгартириш асосида тасвир сигналини сиқиш ...	83
3.2.1. Дискрет-косинус ўзгартириш асосида тасвирларни сиқиш .....	84
3.2.2. Тасвирни вейвлет алмаштириш асосида сиқиш .....	87
3.3. Тасвир сигналини фракталлар асосида сиқиш .....	97
3.4. Кадрлараро ортиқчаликни йўқотиш асосида телевизион тасвир сигналларини сиқиш .....	100
3.4.1. Пиксель усули .....	105
3.4.2. Блокларни солиштириш усули.....	106
3.4.3. Параметрик моделлар усули.....	109
3.4.4. Объектга ёндошиш усули .....	110
3.5. Овоз сигналини сиқиш хусусиятлари.....	115
3.5.1. Овоз сигналга психоакустик ишлов бериш турлари....	117
3.5.2. Рақамли аудиомаълумотларни компрессиялаш .....	121
<b>4. ТАСВИР ВА ОВОЗ СИГНАЛЛАРИНИ СИҚИШ</b>	
<b>СТАНДАРТЛАРИ</b> .....	124
4.1. JPEG стандарти .....	127
4.2. JPEG 2000 стандарти .....	135
4.3. MPEG-1 стандарти .....	141
4.3.1. MPEG-1 стандартининг видео ташкил этувчиси.....	142
4.3.2. MPEG-1 стандартининг овоз ташкил этувчиси .....	147
4.4. MPEG-2 телевидение эшиттириш стандарти .....	151
4.4.1. MPEG-2 стандартида тасвирларга ишлов бериш .....	152
4.4.2. MPEG-2 нинг видео маълумотлари оқими .....	157
4.4.3. Видеоахборот декодери .....	160
4.4.4. MPEG-1/2 стандартларида тасвир бузилишлари ва видеооқимнинг мумкин бўлган сиқиш коэффициентлари .....	162

4.4.5. MPEG-2 стандартида овоз ташувчи сигналларга ишлов бериш .....	164
4.5. MPEG-4 мультимедиа стандарти .....	173
4.5.1. MPEG-4-10 (H.264) стандартида видеони кодлаш .....	177
4.5.2. MPEG-4 стандартида аудиони кодлаш .....	185
4.6. MPEG-7 ва MPEG-21 истиқболли мультимедиа стандартлари .....	197
4.7. Овоз сигналини сиқишнинг асосий алгоритмлари классификацияси .....	200
<b>5. РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИЗИОН СИГНАЛАРНИ АЛОҚА КАНАЛЛАРИ БЎЙЛАБ УЗАТИШ .....</b>	<b>203</b>
5.1. Рақамли телевизион сигнални алоқа каналлари орқали узатишга бўлган талаблар .....	203
5.2. Оралатиш ва Скремблерлаш .....	205
5.3. Ҳалақитбардошли кодлаш .....	208
5.4. Рақамли телевизион сигнални узатишда қўлланиладиган модуляция усуллари .....	219
<b>6. РАҚАМЛИ ТЕЛЕЭШИТТИРИШ СТАНДАРТЛАРИ .....</b>	<b>231</b>
6.1. DVB стандартларининг умумий концепциялари .....	231
6.2. Ер усти рақамли DVB – T телеэшиттириш тизими .....	233
6.2.1. DVB-T тизими нинг узатиш томонида сигналларга ишлов бериш .....	239
6.2.2. DVB-T тизими нинг қабул қилиш қисмида сигналларни қайта ишлаш .....	255
6.3. DVB-C рақамли кабель телевидение стандарти .....	258
6.4. DVB-S рақамли сунъий йўлдош телевизион узатиш стандартлари .....	263
6.5. DVB-H рақамли мобил телевизион эшиттириш стандартлари .....	268
6.6. Рақамли телевидение бошқа стандартлари .....	275
6.6.1. Ер усти телевидение Америка стандарти ATSC .....	275

6.6.2. ISDB рақамли телевидение Япония стандарти .....	285
6.6.3. ATSC ва DVB рақамли телевидение тизимларини солиштириш .....	291
6.7. MMDS, LMDS, MVDS тизимлари .....	294
6.7.1. MMDS .....	297
6.7.2. LMDS/MVDS .....	300
<b>7. РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ИККИНЧИ АВЛОД СТАНДАРТЛАРИ .....</b>	<b>305</b>
7.1. Йўлдош телевидениеси DVB-S2 стандарти .....	305
7.2. Ер усти DVB-T2 телевидение стандарти .....	314
7.3. DVB-C2 кабель телевидение стандарти .....	326
7.4. Мобиль телевидение стандарти DVB-SHнинг умумий характеристикаси .....	338
<b>8. РАҚАМЛИ ТЕЛЕЭШИТТИРИШНИНГ ҚАБУЛ ҚИЛИШ ҚУРИЛМАЛАРИ .....</b>	<b>342</b>
8.1. Рақамли телеэшиттириш қабул қилиш қурилмаларининг блоклари ва асосий узеллари .....	346
8.2. Рақамли телеэшиттириш қабул қилиш қурилмаларининг элементлар базаси .....	351
8.2.1. STi7109 микропроцессорининг умумий характеристикаси ва иш алгоритми .....	356
8.2.2. Юкори частотали блок ва COFDM демодулятор .....	359
8.2.3. STi7109 асосидаги DVB-T қўшимча мосламасининг базавий варианти .....	361
<b>9. ЎЗБЕКИСТОНДА РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕНИНГ ХОЛАТИ.....</b>	<b>364</b>
<b>ТЕРМИНЛАР ВА ҚИСҚАРТМАЛАР ЛУҒАТИ.....</b>	<b>371</b>
<b>АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ .....</b>	<b>394</b>

## КИРИШ

Рақамли телевидение ва радиоэшиттириш соҳасининг замонавий босқичлари глобал ахборот тармоғини рақамли тизимларга ўтиши ва уларнинг эволюцион ривожланиши билан характерланади.

Рақамли технологиялар алоқа тармоғида кўп дастурли телевизион ва радиоэшиттиришни амалга ошириш, телекоммуникацион хизмат турларини кенгайтириш ва сигнал сифатини янада ошириш имконини беради.

Дастлаб 1998–1999 йилларда АҚШ, Франция ва Россияда ўтказилган телевизион узатгичлар синовлари, сигналларни рақамли қабул қилгичларга қабул қилиш жараёнида узатгичларнинг қувватини анчагина пасайтириш, пировардида, электр энергияси сарфларини камайтириш ва албатта сифатни янада ошириш мумкинлигини кўрсатган.

Рангли PAL, SECAM ва NTSC аналог тизимларида, 40 йилдан ортиқ давр мобайнида метрли ва дециметрли тўлқин диапазонларида, телевизион эшиттиришлар эфирга узатилмоқда. Ушбу даврда бутун дунё бўйлаб телевизион сигналларнинг ривожланган узатиш ва қабул қилиш тизими юзага келган. Бу орада аппарат-студия воситаларининг такомиллашуви кузатилди ва сўнгги йилларда рақамли техниканинг ривожланиши видео ва аудио сигналларни яратиш ва шакллантириш амалиётида рақамли ва компьютер технологияларини татбиқ қилиш имкониятини яратган. Бироқ, аналог сигналларни узатишга мўлжалланган мавжуд тармоқлар, дастурий махсулотларни рақамли техника ёрдамида шакллантириш ва янги хизмат турларини тақдим этишда қатор чекловларни ўрнатиб, рақамли тармоқ имкониятларини тўлиқ даражада намоён этишга тўсқинлик қилаётган холлар кузатилган. Шунинг учун, тадқиқотлар асосида мавжуд аналог каналлар бўйича рақамли сигналларни узатиш имконияти мавжуд эканлиги тасдиқлангандан сўнг, дунёда қатор халқаро ва миллий тадқиқот лойиҳалари иш бошлади, уларнинг пировард мақсади – аналог

телевидение (ТВ) тизимига муқобил бўладиган рақамли телевидение тизимини яратиш бўлди.

Рақамли телевидение тизимлари аналогларга нисбатан қуйидаги афзалликларга эга:

- Эшиттириш тармоғида узатилаётган теле каналлар сонининг бир неча бор кўплиги;

- Тасвир ва овоз сифатининг юқорилиги;

- Узатиш қурималарида аналог тизимга нисбатан кам қувват сарфланиши;

- Тармоқни лойиҳалашда кенг имкониятларнинг мавжудлиги, тизим параметрларини танлаш эвазига керакли узатиш сифатига эришиш, қўшимча хизматлар турини бошқариш, камров ҳудудини танлаш;

- Мобиль ва кўчма қабул қилғичларда сифатли сигнал қабул қилиш;

- Бир частотали тармоқларни ташкил қилиш;

- Маълумотлар оқимини бирлаштириб (мультиплексирлаш) узатиш ҳисобига радиочастота спектрдан унумли фойдаланиш;

- Бошқа рақамли (йўлдош ва кабель) тизимларга нисбатан арзон татбиқ қилиниши, яъни тармоқ операторлари учун – аналог телевидение инфраструктурасидан фойдаланиш, миждозлар учун эса – мавжуд антенна тизимидан фойдаланиш;

- Кичик қувватли рақамли станциялар қуриш ҳисобига қисқа вақт (2-5 йил) ичида ва кам харажатлар эвазига аҳолини хизматлар билан таъминлаш;

- Рақамли телевидение тизимини Интернет тармоғи билан бириктириш имконияти;

- Интерфаол хизмат турларини ташкил қилиш.

Шу сабабли кўпчилик давлатлар, шу жумладан Ўзбекистон ҳам, аналог телевидениедан рақамлига ўтиш бўйича жадал ҳаракат қилмоқда.

Ўзбекистон ҳудудида рақамли телевизион тизимни татбиқ этиш босқичма-босқич олиб борилмоқда:



- 2005 йил – танланган рақамли телевизор ва овозли эшиттириш тизимини локал бир зонада қандай ишлашини текшириш;

- 2006 йил – рақамли телевизор ва овозли эшиттиришни бир ва бир неча зонада мунтазам олиб бориш, бунда, телевизион дастурлар сонининг етарли ва турли бўлишига эътибор қаратиш;

- 2007 – 2009 йиллар – рақамли телевизор эшиттириш қамров ҳудудини вилоятлар марказлари ва катта шаҳарларида татбиқ қилиш;

- 2010-2015 йиллар – умуммиллий рақамли телевизор ва овоз эшиттириш тизимини ишга тушириш ва кенгайтириш.

2008 йилдан буён Ўзбекистонда рақамли телевидение DVB-T стандарти асосида фаолият юритиб келмоқда. Эшиттириш MPEG-4 (H.264) форматида олиб борилмоқда. Лойиҳани тижорат усулида ривожлантириш “UzDigital TV” корхонаси томонидан амалга оширилмоқда. Бу телевизион дастурларни қабул қилиш учун Тошкентда “TELMAX Electronics” МЧЖ томонидан ишлаб чиқарилган абонент кўшимча қурилмалар ёрдамида амалга оширилмоқда.

Булар рақамли телевидение соҳасининг ривожланиши ва унга хизмат кўрсатиш юқори малакали мутахассисларга бўлган эҳтиёжни келтириб чиқаради. Ушбу эҳтиёжни қондириш ва мутахассислар билимини бойитиш мақсадида ушбу ўқув қўлланмаси яратилди.

Ушбу китобнинг мақсади - рақамли телевидение соҳаси бўйича бўлажак мутахассисларни, замонавий рақамли техника ва сигналларни рақамли сиқиш ҳамда уларни алоқа канали бўйлаб узатиш усуллари билан таништиришдир.

Рақамли аппаратура студиясининг тузилиши, телекўрсатувларни яратиш, монтаж қилиш ва ёзиб олиш масалалари рақамли эшиттириш техникасининг мустақил бўлими саналади ва уларни алоҳида кўриб чиқиш тавсия қилинади. Шунинг учун ҳам, ушбу китобда бу масалалар кўриб чиқилмайди. Китоб телерадиоэшиттириш, радиотехника йўналиши талабалари, магистрантлари, ўз билим доирасини кенгайтиришни мақсад қилган бошқа мутахассислик

инженерлари, ва албатта, рақамли эшиттириш фидойилари учун ҳам фойдали бўлади деб ҳисоблаймиз. Юқоридагиларни инобатга олган ҳолда, ушбу китобда, рақамли телевидениенинг мавжуд ва истикболли тизимлари, уларнинг ишлаш принциплари ва қабул қилувчи қурилмаларнинг элементлари базаси кўриб чиқилган.

Муаллифлар ушбу китобни ёзишда, ундаги келтирилган маълумотлар ўқувчига тушунарли ва қизикарли бўлишига интилди, ва унга қатор график материалларни киритди. Бунга эришиш учун, китобни тушунишда математик аппаратни қўллаш минималлаштирилиб, маълумотларни иложи борича содда тушунтиришга катта аҳамият қаратилган.

Ушбу қўлланмани доцент Х.С.Соатов кириш, 5-бобни, доцент И.А. Гаврилов 6-7-8 бобларини ва 2-3-4-бобларни А.Н.Пузий ва Х.Х.Носировлар билан, профессор Т.Г.Рахимов 1-бобни, Ш.М.Кадиров 9-бобни ёзишган. Умумий тахрирни доцент Х.С.Соатов амалга оширган.

Ушбу қўлланмани яратишда Е.А.Филатова, С.М.Ибраева, О.С.Игнатъева, А.А.Чернышёв, Ю.Ф.Кабанова, М.Ю.Суворова, К.Р.Назарова, Д.А.Савицкая, Л.Р.Валиева, И.Р.Валиев, С.Э.Оттоларнинг илмий изланишларидан фойдаланилган ва уларга ушбу ёрдамлари учун катта миннатдорчилик изҳор этамиз. Д.Б.Мухамедовага график маълумотларни тайёрлагани учун алоҳида миннадорчилик билдирамиз.

## 1. ТЕЛЕВИДЕНИЕНИНГ ҚИСҚАЧА АСОСЛАРИ

Телевидениенинг механик тизимдан электронга, оқ-қорадан ранглига, аналогдан рақамлига ўтишига 100 йилдан ортиқ вақт ҳамда катта ҳажмдаги ақлий ва молиявий харажатлар талаб этилган. Шунинг учун ҳам телевидениеда, худди бошқа техник тизимлардаги каби эски ва янги авлодларнинг ўзаро мутаносиблиги талаб қилинган. Шундай экан, оқ – қора телевидениедан ранглигига ўтишда дунёда нафақат кўп миқдорда оқ - қора телевизорлар паркани ҳисобга олиш, балки бутун бошли оқ-қора телевидение инфратузилмаси: узатгичлар, радиорелей, кабель ва сунъий йўлдош узатиш тизимлари қайта яратилган. Рангли телевидениени узатувчи ва канал ҳосил қилувчи мосламалар оқ-қора телевидение асосида шакллантирилган. Шу сабабдан, янги яратилаётган тизимлар оқ-қора телевидение негизида яратилиши ва мавжуд тизимларга ҳалал бермасдан ишлаши талаб қилинган. Юқоридагиларни инобатга олган ҳолда, замонавий рақамли телевидение аналог телевидение негизида яратилганлини таъкидлаш мумкин. Шундай экан, рақамли телевидение тизимини куриш омилларини тушуниш учун телевидениенинг асосий принцип ва стандартларига тўхталиб ўтамиз.

### 1.1. Телевидениенинг қисқача тарихи

“Телевидение” (узокдан кўриш ёки масофадан кўриш) атамасини илк бор рус ҳарбий муҳандис–электриги К.Д. Перский 1890 йилда Парижда бўлган жалқаро конгрессда ишлатган.

Телевидениенинг негизида учта физик жараён ётади:

- ёруғлик энергиясини электр сигналга айлантириш;
- алоқа каналлари орқали сигналларни узатиш ва қабул қилиш;
- узатилган электр сигнални тиклаш ва дастлабки оптик тасвирга айлантириш.

Оптик тасвирни электр энергиясига айлантириш учун турли

фотоэлементлар ва фотоузгартиргичлар ишлатилади. Агар бир дона фотоэлемент ишлатилса, унинг чиқишидаги кучланиш сахнанинг ўртача ёруғлигига тенг бўлади ва ҳеч қандай тасвир юзага келмайди. Шунинг учун фотоэлементларнинг миқдори кўп бўлиши лозим, ва улар қанча кўп бўлса, тасвир сифати шунча юқори бўлади. Узатиш стандартига кўра, фотоэлементлар сони 550 мингтага яқин бўлиши лозим. Табиийки, бу сигнални узатиш учун ҳеч қачон 550 мингта каналдан фойдалана олмаймиз. Шунинг учун сигналларни битта канал бўйлаб кетма-кет узатилади. Бундай узатишни ёйиш деб аталади. Телевидениенинг ёйиш жараёни иккита омилга асосланган.

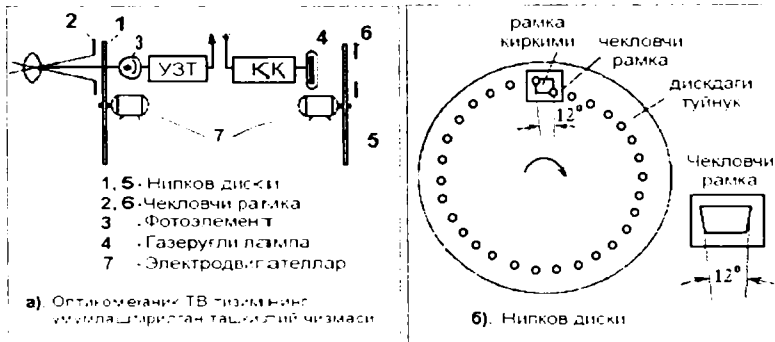
- 1. Тасвирни элементларга (пикселларга) ажратиш омили – пикселлар сони қанча юқори бўлса, тасвир сифати ҳам шу қадар юқори бўлади;**
- 2. Ёйиш омили – тасвир элементларини кетма-кет узатиш ва қабул қилиш.**

Шундай қилиб экрандаги тасвир – иллюзия(ҳаёлий) бўлиб, у кўришимизнинг инерционлиги ҳисобига юзага келади. Аслида эса, вақтнинг ҳар бир лаҳзасида экранда фақат биргина нукта ёритилади. Ёйиш жараёни ҳисобига экраннинг ҳар бир нуктаси катта тезликда кетма-кет ёритилади ва натижада биз кўраётган яхлит оптик тасвир ҳосил бўлади.

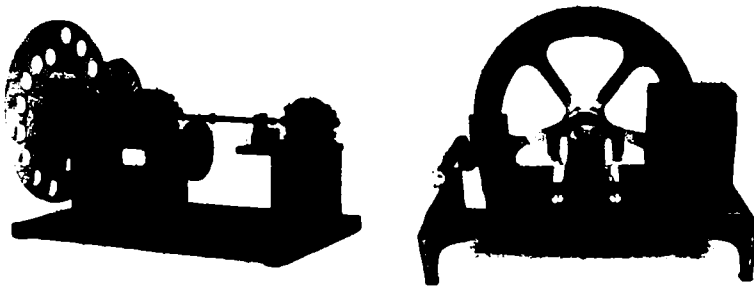
Дастлабки телевизион тизимларида оптик ёйиш учун бир дона фотоузгартиргичдан фойдаланилган. У немис талабаси Паул Нипков томонидан 1884 йилда яратилган бўлиб, “Нипков диски” номини олган. У катта диаметрли шаффоф бўлмаган диск бўлиб, унинг ташқи чеккаси бўйлаб Архимед спирали кўринишида оралик масофаси аниқ белгиланган тешиклар (18 тадан 240 тагача – ёйиш сатрлари миқдори) тешилган (1.1-расмга қаранг). Ушбу диск асосида яратилган телевизорлар, эса ҳозирги замонавий телевидение қабул қилиш қурилмаларига умуман ўхшамаган (1.2–1.5-расмлар).

Нипков тизимининг соддалиги кейинги босқичда бир неча оптика–механикавий телевидение тизимларини яратишига сабаб бўлди. 1931 йилда Москва электротехника институти жамоаси Шманов П.В раҳбарлигида Ленинградга (ҳозирда Санкт-

Петербург шахри) экспериментал тасвирларни радиоузатишини амалга оширишган. Тасвирда 30 та сатр, кадрлар частотаси 12,5 Гц (1200 тасвир элементи) бўлган ҳамда 379 ва 720 метрли тўлқинларда узатилган.

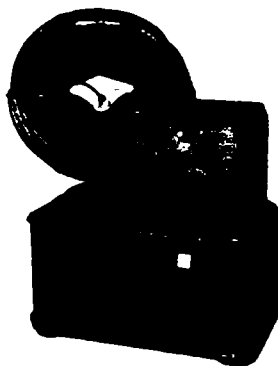


1.1-расм. Нипков диски асосидаги оптико-механик телевидение тизими



1.2-расм. Бэрднинг дискли телевидение камераси ва электромеханик телевизорнинг тузилиши

1934 йилнинг кузидан бошлаб эса бу узатишлар мунтазам равишда олиб борилган. Бир йилдан сўнг Ленинграднинг Козицкий номидаги заводи Б-2 модели телевизорларнинг биринчи партиясини чиқара бошлаган (1.3-расм).

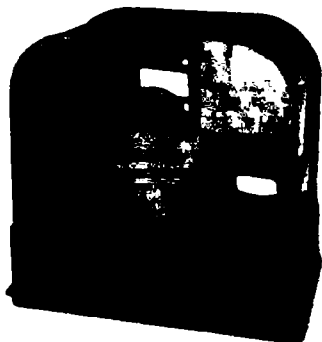


1.3-расм. Биринчи механик телевизор (Б-2 модели)

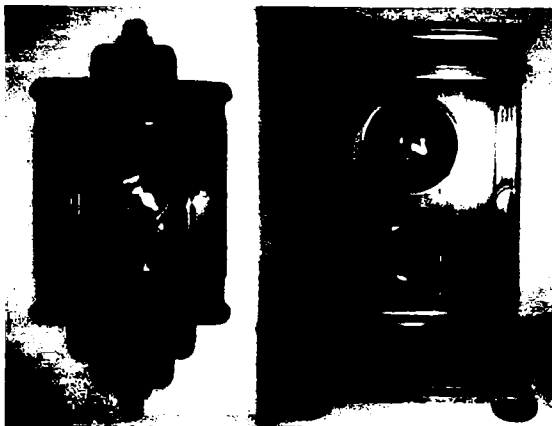
1934 – 1935 йилларга келиб ойнали барабандан фойдаланилган оптико–механик тизимлар пайдо бўлган. Уларнинг ёйиш имконияти 180тадан хатто 375тагача бўлган сатрни ташкил этган. Сатрлар сонининг ортиши ҳар бир сатрни ўқиш вақтини қисқаришига олиб келган ва тасвир сезувчанлигини пасайишига сабаб бўлган. Бундан ташқари, ушбу турдаги телевизорлар жуда ҳам мураккаб тузилишга эга бўлганлар ва тасвир сифати ҳам анча паст бўлган. Шу сабабдан, оптика–механикавий усулдан электрон усулга ўтишга эҳтиёжи туғилган.

1907 йилда рус олими Борис Розинг ҳозирги телевизор экранинг дастлабки турини яратган ва унга патент олган, яъни ҳозирги замон электрон-нурли трубкаларга –кинескопларга асос солган.

1925 йилда Тошкентда Грабовский раҳбарлигида тўлиқ электрон телевидение тизими лойиҳаси биринчи бўлиб яратилган. Унда узатувчи ва қабул қилувчи тарафларда электрон нурли трубка қўлланилган. Аммо Б.П. Розингнинг шогирди В.К.Зворыкин яратган электрон телевидение тизими кўпроқ машҳур бўлган ва у электрон телевидениенинг асосчиси ҳисобланади.



1.4-расм. Иккинчи механик телевизор  
(Пионер модели, 1934 й.)



1.5-расм. Телевизорлар дизайни эркин танланган (1928 й.)

Бугунги кунда телевидение деб ҳаракатланувчи ва ҳаракатланмайдиган жисмлар тасвирларини электр алоқа воситалари ёрдамида реал ва ўзгартирилган вақт масштабида узатиш ва қабул қилиш билан шуғулланувчи замонавий радиоэлектроника соҳасига айтилади.

## 1.2 Телевизион сигналнинг таркиби, шакли ва спектри

Эшиттиришда ишлагиладиган тўлиқ телевизион сигнал (ТТС) нинг сатрлар ва кадрлар бўйича кўрinishи 1.6-расмда кўрсатилган ва у қуйидагилардан иборат:

1. **Видео (ёруғлик) сигнал.**
2. **Сатр ва кадрларни ўчирувчи импульслар (СЎИ, КЎИ).**
3. **Сатр ва кадрларни синхронлаштирувчи импульслар (ССИ ва КСИ).**
4. **Кадр синхроимпульсини кесувчи иккиланган сатр частотаси.**
5. **Тенглаштирувчи импульслар.**
6. **Ёруғликнинг ўзгармас ташкил этувчиси.**

**Видеосигнал шакли.** Фотоэлементдан чиқаётган сигнал тасвир элементларининг ёритилганлигига пропорционал ва вақтнинг функцияси. 1.6-расмга диққат билан қаралса, сигналнинг юқори қиймати оқ нурнинг, паст қиймати қора нурнинг, оралик қиймат эса кул рангнинг чегараларига мос келиши кўринади.

Рангли тасвирни пайдо қилиш учун эса 3 та аниқлаштиригич (датчик) ёрдамда яъни қизил, яшил ва кўклар ранглар шакллантириладилар ва сўнгра кодлаштириладилар.

Улар ҳақидаги маълумотлар 2 бобда берилди.

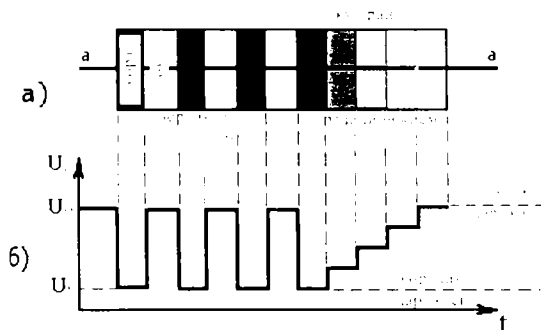
**Тўла телевизион сигнал (ТТВС) нинг таркибини кўриб чиқамиз:**

1. **Видео сигнал** - ўзида узатилаётган тасвирнинг нукталарни ёруғлигини жамловчи маълумотлар тўплами ёки биз телевизор экранда кўрадиган ахборот.

2. **Сатр ва кадрлар ўчирувчи импульслар (СЎИ ва КЎИ)-** узатгич трубкасидаги ва қабул қилгич- кинескопдаги сатр ва кадр бўйича нурларни ортга ҳаракати вақтида тасвирга таъсири бўлмаслигини таъминлаш мақсадида нурларни ўчиришга хизмат қиладилар. Агар бу импульслардан фойдаланилмаса, ортга ҳаракат қилувчи сатрдан ёруғ чизиқлар тасвирларда жимирловчи горизонтал ва кадрдан ёнбошлаган чизиқлар ҳосил бўлади. Ўчирувчи импульслар ҳар сатр ва ярим кадрларни охирида



3. ўчиш ёки қора ранг сатҳида узатилади (1.7-расм).



Расм 1.6. Видеосигнални шакллантириш

а) узатилаётган тасвир, б) а -сатрни ёйилгандаги сигнал ҳолати

4. Сатр ва кадрларнинг синхроимпульслари (ССИ ва КСИ) узатувчи ва қабул қилувчи тарафларда ёювчи мосламани синхрон (бир вақтда) ишлашини таъминлайди. Сатр синхроимпульси нотўғри ишласа экранда тасвир чап ва ўнгга ҳаракатланиши, кадр синхроимпульси ишламаса тасвир тепага ва пастга ҳаракатланиши кузатилади. Шу сабаб бу ССИ ва КСИ тасвирни нормал ишлашда катта аҳамиятга эга.

5. КСИ даги кесмалар –кадр синхроимпульси ишлаш даврида сатр синхроимпульсини нормал ишлашини таъминлайди. Кесманинг йўқлиги экран тасвирининг тепа қисмида бузилишлар пайдо бўлишига олиб келади, яъни КСИ даврида сатр синхроимпульси йўқолади, чунки КСИ ҳаракати пайтида ССИ импульсида узилиш пайдо бўлади.

6. Тенгловчи импульслар жуфт ва тоқ ярим кадрларнинг ёпишиб қолишидан сақлайди. Бир сатр ташлаб (ўтказиб) очилувчи ёйишда (разверткада) 312,5 (бутун сон ва яримта) сатр майдонни очилади. Бунда агар тоқ ярим кадр сатрнинг бошидан бошланса, жуфт ярим кадр унинг ярмидан бошланади. Бунда қўшни сатр ва кадр синхроимпульслар орасидаги интервал ўзгаради. Бундан ташқари КСИ нинг тоқ ярим кадрда 3 та кесма,



тасвирга боғлиқ ўзгармас ташкил этувчиси мавжуд ва узатилаётган видеотасвир ўзгаришига қараб, 3 – 7 Гц частота билан ўзгариши мумкин.

Агар тўлиқ телевизион сигналнинг амплитуда қийматини 100% деб қабул қилсак, тасвир сигнали (видеосигнал) оқ сатҳдан қорагача 70 % ни, синхронизация сигнали эса қора сатҳдан пастдаги, қолган қуйи 30% ни эгаллайди, яъни **қорадан** ҳам **қорароқ**. Бу эса қабул қилгичда тасвир сигналини тоза кўринишда, синхронизация сигналларидан, ажратиш имкониятини таъминлайди.

### Телевидение сигналнинг спектри

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

Умумий ҳолатда телевизион сигналнинг юқори чегара частотаси ахборотнинг (пикселларнинг) секунд бирлигида узатиладиган максимал қиймат билан аниқланади.

Афсуски, стандарт аналог телевидениеда максимал сатрлар сони белгиланади, аммо сатрдаги пикселлар сони аниқлаштирилмайди.

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

Шулардан келиб чиқиб, телевизион сигналнинг юқори частотаси қуйидагича аниқланиди:

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

бу ерда: **k** – кадр формати – **4/3**

**z** – кадрдаги сатрлар сони – **625**

**n** – бир секунддаги кадрлар сони – **25**

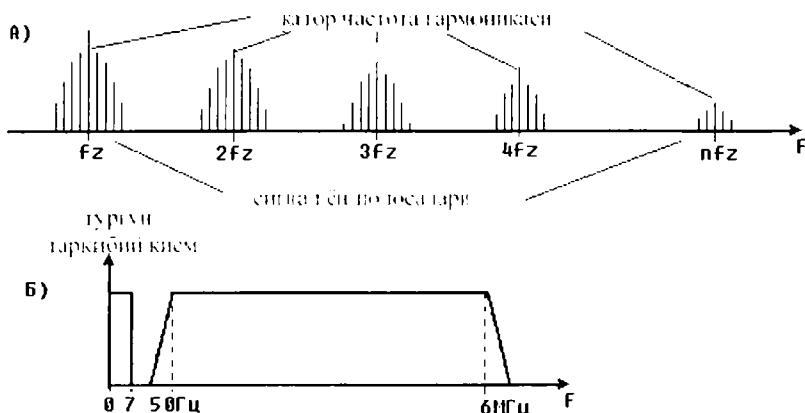
Амалиётда, электрон нурнинг ўлчами чекли эканлиги, ҳамда тасвирнинг сатрли тузилиши ҳисобига вертикал тинилигининг

камайтишини инобатга олиб, тасвир сифатига сезиларсиз таъсир эвазига, юқори частота чегарасини пасайтириш мумкин.

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

Телевизион сигналнинг паст частотаси таркибида ўзгармас ташкил этувчи ёки ёруғлик ташкил этувчининг  $0-7 \text{ Гц}$  частотали ва  $50 \text{ Гц}$  частотали ярим кадр ёйиш частотаси мавжудлигидир.

Телевизион сигнал спектрининг яна бир хусусияти унинг чизикли дискрет тузилишидир. У гармоник сатр (қатор) частотасидан иборат бўлиб, унинг атрофида нисбатан тор ён полосалар гуруҳланадилар (1.8-расм) ва улар кадр ёйиши ҳамда тасвир деталларининг ҳаракатланиши сабабида пайдо бўладилар.



1.8-расм. Телевизион сигнал спектрининг намунавий тузилиши (а) ва унинг график кўриниши (б)

Натижада тасвир ҳақидаги маълумотни ташувчи дискрет энергия ташувчи зоналар шаклланадилар. Бунда сатр гармоникасининг сон қиймати ошиши билан энергия зоналаридаги қийматлар камаяди ва бундан рақамли телевидениеда фойдаланилади.

### 1.3. Рангли телевидение сигналлари

**Рангли телевидение эшиттириш тизимларига қуйидаги талаблар қўйилади:**

1. Оқ – қора телевидение билан тўлиқ мослашиш, яъни оқ – қора телевизорда рангли кўрсатувларни оқ – қора кўринишида қабул қилиш имконияти бўлишлигини амалга ошириш. Бу ҳолат оқ-қора ва рангли қабул қилгичларни бир вақтда ишлашини таъминланади. Шу сабабли рангли телевидениени яратишда оқ – қора телевидениенинг параметрлари билан мос келишини таъминлаш керак. Энг асосий параметрлар – сатр ва кадр ёйишларнинг частоталари, частота полосаси (кенглиги) сақланиши лозим;

2. Асосийси рангли тасвири ҳақиқий (оригинал) тасвирга юқори сифат билан мос келишини баҳолашдир. Бу дегани, тасвирининг ҳар бир элементи ранги оригинал элемент рангидан фарқ қилмаслиги ҳамда оригинал ва тасвир элементлари ёруғликлари нисбати ўзгармас бўлиши керак;

3. Рангли телевизион қабул қилгичларнинг нисбатан соддалиги, нисбатан арзонлиги ва ишончлилиги таъминланиши лозим;

4. Истикболда рангли телевизион тизимларнинг ривожланишини ҳисобга олиш, яъни сифатни оширишда тасвири ўзгартиришлар, ишлов бериш ва узатиш жараёнларини такомиллаштирадиган ва томошабиннинг телевизор экранига кўшимча маълумотлар бера оладиган тизимини яратишдир;

5. Бошқа давлатлар билан ахборот дастурларини алмашишни таъминлайдиган мослашган стандартни яратиш.

Мослаштиришни амалга ошириш учун рангсиз телевизор экранда оқ-қора тасвири берувчи ёруғлик сигналини ёки ёруғликни таъминловчи сигнални узатиш кифоя. Бошқача қилиб айтганда ёруғлик сигналини маълум нисбатдаги ранг сигналлари йиғиндисидан иборат бўлишини таъминлаш керак ва у кўзнинг рангларни сезувчанлик спектрига мослигини ҳисобга олиши керак.

Амалга оширилган ҳисоб – китоблар шуни кўрсатдики, ёруғлик сигналининг асосий ранглари (R, G, B) нисбати куйидагича ифодаланади:

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

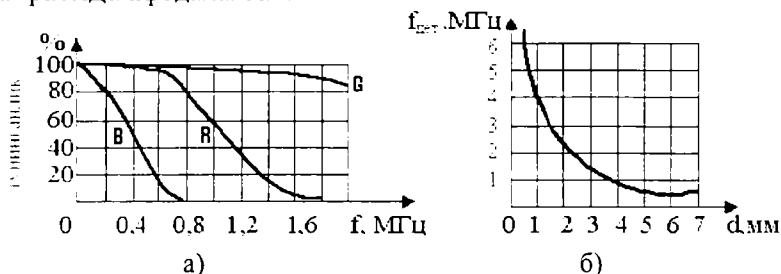
Бундай сигнални ҳосил қилиш учун матрицадан фойдаланилади.

Агар (1.2) ифодадаги ёруғлик сигнали бўлса, алоқа каналидан алоҳида уч рангли сигнални узатиш шарт эмас. Иккитасини узатиш етарли, учинчисини декодерли матрицадан, яъни ёруғлик сигналдан айириб олиш мумкин.

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики инсон кўзи майда деталларнинг рангларини яхши ажрата олмайди.

Деталларнинг ўлчами ва уларни узатиш учун керак бўладиган юқори частота чегараси 1.9, б -расмда келтирилган.

Қатор тажрибалар шуни кўрсатдики, деталларнинг ўлчами кичрайгани сари уларнинг рангларини фарқлаш қийинлашади. Бу ҳолат, яъни ранглари ажратмаслик, турли ранглар учун турли ўлчамларда содир бўлади. Бундай ҳолат кўзнинг рангларга спектрал сезгирлиги ҳар хиллигидан далолатдир (энг кўп яшил рангда, ўртача қизил ва кам кўк рангда). Ушбу ҳолатни кўриниши 1.9, а -расмда ифодаланган.



1.9-расм. Кўзнинг деталлар ўлчамига қараб тасвир рангларига сезгирлигини кўрсатувчи график.

Расмдан кўришимиз мумкинки, яшил рангли майда деталларни фарқлаш, кўриш телевизион спектрининг юқори чегараси 2,0 МГцгача, қизил ранг учун 1,4 – 1,6 МГц, кўк ранг

учун эса 0,6 – 0,8 МГц га тушиб кетади. Бу дегани, рангли маълумотни узатганда асосан икки рангдан (асосан 1,5 МГц гача) қисқартирилган полосадан фойдаланиш мумкинлиги, чунки кўз қизил ва кўк рангдаги майда деталларни кўролмайд. Ёруғлик сигнали узатилаётган тасвир сигнали элементларининг ёруғликлар нисбатини ўз ичига олган тўла ахборотни қамраб олганлиги туфайли уни асосий ранг сигналларидан чиқариб ташлаш мумкин. Шу сабаб алоқа каналидан  $E_Y$ ,  $E_{B-Y}$  ва  $E_{R-Y}$  лар узатилади. Охирги  **$E_{B-Y}$  ва  $E_{R-Y}$  лар рангфарк** (цветоразностный) сигнал деб аталади. Бу иккита рангфарк сигналлар қодловчи матрицада шакллантирилади ва куйидагича ифодаланади:

$$\begin{aligned} E_Y &= 0,30E_R + 0,59E_G + 0,11E_B \\ E_{R-Y} &= 0,70E_R - 0,59E_G - 0,11E_B \\ E_{B-Y} &= -0,30E_R - 0,59E_G + 0,89E_B \end{aligned} \quad (1.3)$$

Рангларнинг бундай бўлиниши қатор афзалликларни беради ва шунга асосан бундан бутун дунё рангли телевизион тизимлари фойдаланадилар:

1. Бу сигналлар таркибидан қисман кераксиз (ортикча) ёруғлик маълумоти олиб ташлангани сабаб, унинг амплитудаси кул ранг ва оқ деталларни узатишда “0” қийматга тушади (ок рангда асосий ранглар амплитудаси =  $E_Y$ ) ва кам ёритилган жойларда эса қиймати кичикдир.

2. Рангфарк сигналлар қабул қилгич қурилмаси декодерини яратишда қулайлик яратади, чунки дастлабки ранглар рангфарк сигналларни ёруғлик сигнали билан оддий кўшиш натижасида олинишлари мумкин. Бунда асосий ранглар сигналлари бирданига тўла частота полосасида тикланадилар (спектрнинг юқори частотали қисми ёруғлик сигналидан тикланади). Бу эса қабул қилгичда декодерлаш жараёнини осонлаштиради.

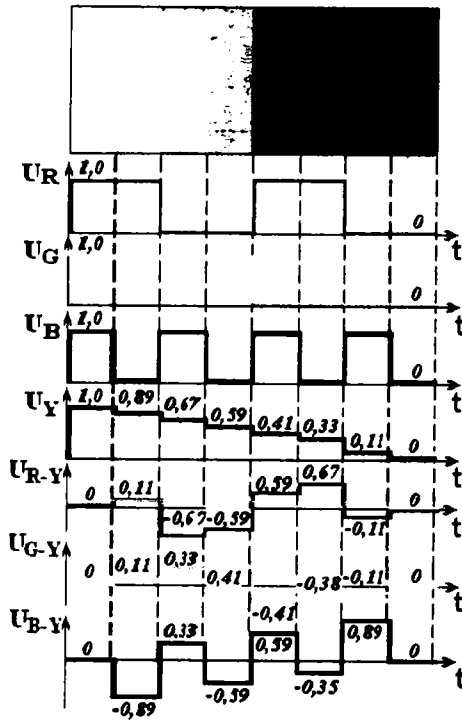
Шундай қилиб, тўла рангли телевизион сигнал куйидаги ташкил этувчилардан (компонентлардан) иборат:

1. Тўла частота полосасидаги ёруғлик сигнали (6,5 МГц);
2. Чекланган 1,5 МГц лик полосадаги иккита рангфарк сигналлар ( $R - Y$  ва  $B - Y$ ), улар ёруғлик сигнали

спектрини зичлаштириш учун битта ёки бир нечта ташувчи частоталарда модуляцияланиб, унинг юкори қисмига жойлаштирилади;

3. Қабул қилгични синхронизацияловчи сигнали;
4. Рангларни синхронизацияловчи сигналлар.

1.10-расмда дастлабки RGB сигналларнинг, ёруғлик ва рангфарқ сигналларни тасвирнинг рангли полосаларини шакллантиришдаги осциллограммаси кўринишлари келтирилган.



1.10-расм. Ёруғлик ва рангфарқ сигналларнинг осциллограммаси



## 1.4. Телевидение эшиттиришлари стандартлари

Телевидение дастурларини таркатаётган ҳар қандай давлатда оқ – қора ёки рангли телевидениенинг асосий тавсиф ва кўрсаткичлари маълум белгиланган стандартда олиб борилади. Ҳар қандай стандарт белгиланган ягона кўрсаткичларга асосан тизимнинг барча ташкил этувчиларини ишлашини таъминланишидан ташқари максимал иқтисодий ва техник чекланишларда маълум ютуқларга эришишни ҳам ҳисобга олади. Телевидение стандартлари ҳар хил давлатларда, турли вақтларда, яратилган (Буюк Британия, Германия, АҚШ, Франция) ва улар кўп ҳолатлар фақат ўзларининг эҳтиёжлари асосида шакллантирилганлар. Шу сабаб телевидениеда канал частоталари хилма –хил танланган (радиоканал кенглиги, ташувчиларнинг жойлашиши, ён полосаларнинг танланиши ва ҳ.к.) ва натижада тизимларда фарқлар бўлган. Қуйида дунё телевидениесининг стандартларига қисқача тўхталиб ўтамиз.

### 1.4.1. Оқ – қора телевидение стандартлари

Телевидение эшиттиришларида асосий характеристика ва параметрлар асосан I – III МВ (41... 68; 87,5... 108; ва 163... 230 МГц мос равишда) диапазонларни танлаш ва тасдиқлаш даврида олиб борилган ҳамда уларда 11, 12, 13 каналлар ишлаган ҳолос. Дастлабки биринчи этапда 5 стандарт бўлган:

- **Ғарбий Европа**; уни CCIR ҳам дейишади (International Radio Consultative Committee) ёки МККР (Международный Консультативный Комитет Радио-Халқаро радио Консультатив комитети)

- **Шарқий Европа** – OIRT (International Organization Radio and Televizion) ёки МОРТ (Международная Организация Радиовещания и Телевидения-Халқаро радиоэшиттириш ва телевидение ташкилоти)

- **Америка** – **стандарт** FCC (Federal Commications Commission) ёки ФКС (Федеральная комиссия связи - Федерал алоқа комиссияси)

• **Англия** – стандарт **BBC** (British Broadcasting Corporation)

• **Франция** – стандарт **E** (Standard de television en France)

Бу телестандартларнинг асосий кўрсаткичлари 1.1- жадвалда келтирилган.

Телевидение эшиттиришлар тизимлари ривожланган сари уларнинг характеристикаларидаги фарқлар ҳам ўзгарган, айниқса частота спектрида:

- ҳар бир диапазондаги каналлар сони бўйича;
- радиоканалнинг чегара частоталари бўйича;
- кенглиги бўйича ёни бостирилган полоса частота диапазони бўйича ва ҳ.к.

Шу сабаб, аста- секин метрли тўлқинлар диапазонида 9 та эшиттириш телевизион стандартлари тасдиқланган, булар **A, B, C, O, E, F, K1, M, N**.

Ҳозирги пайтда **Англия стандарти A** (тасвирни 405 сатрга бўлаклаш) **I**–стандартга, 625 сатрга алмаштирилган. **Франция стандарти E, F** (819 сатр бўлган) ва стандарт **L**– 625 сатрга алмаштирилган ва стандарт **C** ишлатилмайди.

**B** – Ғарбий Европа стандарти

**D** ва **K1** – Шарқий Европа стандарти

**I** – Англия стандарти

**L** – Франция стандарти

**M** ва **N** – Америка стандарти

Бугунги кунда 10 телевизион стандарт тасдиқланган: **B, D, H, I, K, K1, L, M, N, G** улардан 3 таси янгидан яратилган улар **G, H** ва **K**. Улар қуйидаги кўринишда:

-**B, G, H** – Ғарбий Европа

-**D, K, K1** – Шарқий Европа

-**I** – Англия

-**L** – Франция

-**M** ва **N** – Америка Қўшма Штатлари.

Дециметрли тўлқинлар диапазони ўзлаштирилган сари номинал полоса частота спектрида қатор фарқлар шаклланган:

- Диапазон кенглигининг номинал полоса частоталари

бўйича;

- Ҳар бир диапазонда радиоканалларнинг жойлашиш сони

бўйича;

- Радиоканалнинг чегара частоталари қиймати бўйича;
- ёни томон бостирилган полоса кенлиги бўйича ва ҳ.к.

Жадвал 1.1

Телевидение эшиттириш стандартининг асосий параметрлари

Асосий характеристикаси	Англия BBC	Америка FCC	Ғарбий Европа	Шарқий Европа	Франция E OIRT
Кадрдаги сатрлар сони	405	525	625	625	819
Секунддаги майдон сони	50	60	50	50	50
Секунддаги сатрлар сони	10125	15750	15625	15625	20475
Секунддаги кадрлар сони	25	30	25	25	25
Формат коэффициенти	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3
Радиоканалнинг кенлиги, МГц	5	6	7	8	14
Тасвир ва овоз частоталаридаги оралиқ фарқ МГц	3,5	4,5	5,5	6,5	11,15
Тасвирнинг оралиқ частотаси, МГц	34,65	45,75	38,9	38	28,05
Овознинг оралиқ частотаси, МГц	38,15	41,25	33,4	31,5	39,2
Тасвирнинг модуляцияси	AM+	AM-	AM-	AM-	AM+
Овознинг модуляцияси	AM	ЧМ	ЧМ	ЧМ	AM

Бу дециметр (DMB) диапазондаги частота спектрларининг фарқи 1.2- жадвалда кўрсатилган. АМ ОБП – бир полосали амплитуда модуляцияси.

#### **1.4.2. Рангли телевидение стандартлари**

Ҳозирги пайтда дунёда 3 асосий анаогли рангли телевидение тизимлари - NTSC, PAL, SECAM ва уларнинг такомиллашган турлари қўлланилади. Бу тизимларда 3та сигналдан ташкил топган гуруҳ: ёруғлик ва 2 та рангфарк сигналлари қўлланилади ва шу сигналлар орқали ранглар ҳақидаги маълумот узатилади. Уччала тизимда ҳам рангфарк сигналларни ёруғлик сигнали ичига зичлантириш (жойлаштириш). яъни ёруғлик сигнали частота спектрининг юқори қисмига рангфарк сигналларининг спектрини бошқа ташувчи (поднесуший) частотада жойлаштириш қўлланади. Бу 3та телевизион стандарт 80 % га бир – бирига мос келади ва фақат ранг сигналларининг кодланиши билан фарқланадилар. Шу сабабли замонавий телевизорларда универсал, рангларни автоматик декодерловчи қурилмалар ишлагилади. Фарқи уларда ранглар ҳақидаги маълумотни ёруғлик сигнали спектрининг кенглиги орлиғида хилма хил усулда узатишдадир. Қўйида стандартларнинг алоҳида хусусиятларини кўриб чиқамиз.

**NTSC** (National Television System Committee) Америка Қўшма Штатларида ишлаб чиқилган ва 1953 йилда телеэшиттиришга қабул қилинган. Эшиттиришлар ушбу тизимда Канада, Япония, Жанубий Корея ва Америка китъасидаги бошқа давлатларда тарқатилган.

Стандартда I ва Q ранг сигналларини қўшимча ташувчи (поднесуший) частотада бирданига амплитуда ва фаза бўйича модуляция қилиниб (квадратура модуляцияси) узатилади. Стандартнинг энг кўп тарқалган вариантда рангнинг қўшимча ташувчи частотаси 3,579545 МГц га тенг. Шу сабабли **NTSC 3.58** белгиси қўлланади. Телевизион сигнал қабул қилгичда, ранг сигнални тўғри тиклаш учун, видеосигнал таркибидаги сатр ўчирувчи импульсида, рангнинг қўшимча ташувчи полосаси тебранишлар жамланмаси кўринишдаги, рангни синхронизация-

лаш сигнали узатилади.

Бу тизимнинг асосий камчиликги - рангни узатишда бузилиш ҳосил бўлишининг мумкинлигидир. Экранда рангнинг ўзгариши, ёруклик сигналига боғлиқ холда, тасвирнинг айрим қисмларида кузатилиши мумкин.

Мисол учун, инсоннинг юзи экранда соя жойларида қизариб кўриниши ва яхши ёритилган жойларида яшилроқ бўлиши мумкин. Ушбу носозликни камайтириш учун NTSC тизимидаги телевизорлар ранг тон созлагичлари TINT Control билан жиҳозланади. Ушбу созлагич ёрдамида деталлар тасвири табиий ранглар ҳолатига яқинлашади, ammo жуда ёруғ ва қоронғи полосаларда тасвир ранги ўзгариши кучли сезилади.

PAL тизимида NTSC тизимидаги ёзилган ранг тасвирларни кўриш учун NTSC 4.43 стандарти ишлатилади.

1966 йилда АҚШ да рақамли телевидение учун янги стандарт қабул қилинган, лекин аҳолида NTSC тизимидаги телевизорлар кўплиги туфайли масала ечимига ҳозиргача талаб бор.

**PAL тизими** (Phase Alternation Line) 1962 – 1966 йилларда Германиянинг Telefunken фирмаси томонидан яратилган. Бу тизимидаги телеэшиттиришлар кўпчилик Фарбий Европа, Австралия, Осиё ва Африка давлатларида олиб борилмоқда.

PAL стандарти NTSC нинг мукаммаллаштирилган вариантдир. PAL тизимида NTSCдаги рангфарқ сигналлари ( $E_{R-Y}$  ва  $E_{R-U}$ ) ўрнига уларга пропорционал ранг сигналлари U ва V қўлланилади. Ранг ташувчи частота **4,43361875 МГц (PAL 4.43 МГц)** деб қабул қилинган. NTSC тизимининг фаза ўзгаришига сезгир бўлганлигини камайтириш учун, PAL стандартида V модуляцияланган сигналнинг фазаси сатрдан сатрга ўтганда  $180^\circ$  га алмаштириб турилади. Шу сабаб тасвирга фаза ўзгаришининг таъсири камайтирилган ва айни вақтда телевизион қабул қилгичдаги икки сатрдаги ранг сигналларининг ўртачасини олиниши рангнинг вертикал бўйича аниқлигини камайтиради.

PAL – 60 стандарти NTSC тизимидагидек кадрнинг майдон ўзгариш частотаси 60 Гц га тенг.

Бундан ташқари мукаммаллаштирилган PAL plus варианты

хам мавжуд, у рангли тасвирларни сифатини ошириб 16:9 форматдаги телевизорларда акс эттиришга мўлжалланган. PAL plus стандартни ишлаб чиқишда кўплаб Фарбий Европа давлатлари қатнашган ва шу давлатларда PAL стандарти ўрнига ишлатилмоқда.

PAL plus тизимининг ишлаб чиқарилишининг асосий сабаби телевизорларда вертикал аниқликдаги йўқотишларни бартараф этиш, айниқса кенг экранли фильмлар намойиш этилганда, шунингдек, оддий PAL телевизорлари билан мослашувини таъминлашдир. Кенг экранли фильмларни 4:3 форматли телевизион кинескопларда тиклаш пайтида экранинг тепа ва паст қисмлари қора бўлиб қолади. Шу сабабли кадрга тўғри келадиган сатрлар сони камайиб, вертикал аниқлик кичиклашади.

PAL plus тизими **576** сатрли вертикал аниқликни беради.

PAL plus тизимидаги телевизион дастурларни томоша қилиш учун 16:9 форматли телевизорларда алоҳида PAL plus декодери ҳам бўлиши шарт. Оддий 4:3 форматдаги телевизорларда бу дастурлар оддий кўринишда бўлади.

**SECAM тизими** (Sequentiel Couleur Aves Memoire), рус тилида СЕКАМ атамасида қўлланади. Тизимни яратишни француз инженерини Анри де Франс 1953 йилда бошлаган. Сўнгра бу тизимни такомиллаштириш устида француз ва совет олимлари ишлаганлар. Қўшимча тадқиқотлар ўтказилиб, камчиликлар йўқотилиб 1967 йилдан бошлаб ушбу тизим Франция ва собик Совет Иттифоқида телевизион эшиттиришларда қўлланила бошланган. SECAM стандарти қатор Европа, Осиё ва Африка давлатларида ҳам қабул қилинган.

Унинг асосий хусусияти шундаки, бу тизимда навбатма навбат бир сатр ўтказиш йўли билан ранг сигналлари  $D_R$  ва  $D_B$  рангфарқ  $E_R - Y$  ва  $E_B - Y$  сигналларига пропорционал узатилади ҳамда телевизион қабул қилгичларда кечиктириш линияси орқали етишмаётган сигнал тикланиб, экранга берилади. Ранг сигнали 2 та қўшимча ташувчи частоталарда яъни **4,25** ва **4,40625 МГц**лар узатилади.

Параметр	B	D	G	H	I	K	K1	L	M	N
Диапазон	MB	MB	ЛМВ	MB	ЛМВ	ЛМВ	MB	MB	MB	MB
Кадрдаги сатр Гц	625	625	625	625	625	625	625	625	525	625
Сатр частотаси Гц	15625	15625	15625	15625	15625	15625	15625	15625	15750	15625
Майдон частотаси Гц	50	50	50	50	50	50	50	50	60	50
Видеосигнал полосасининг частотаси МГц	5	6	5	5	5.5	6	6	6	4.2	4.2
Радиоканал полосасининг частотаси МГц	7	8	8	8	8	8	8	8	6	6
Тасвир ва овоз частоталар орасида фарк МГц	5.5	6.5	5.5	5.5	6	6.5	6.5	6.5	4.5	4.5
Тасвирни модуляция қилиш усули	AM ОБП	AM ОБП	AM ОБП	AM ОБП	AM ОБП	AM ОБП	AM ОБП	AM ОБП	AM ОБП	AM ОБП
Модуляциянинг поляризацияси Н- негатив П- позитив	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	П	Н	Н
Овоз частотасининг модуляцияси	ЧМ	ЧМ	ЧМ	ЧМ	ЧМ	ЧМ	ЧМ	ЧМ	ЧМ	ЧМ
Овоз частотасининг девиацияси, КГц	±50	±50	±50	±50	±50	±50	±50	-	±25	±25
Тасвир ва овоз куватининг нисбати	10/1 20/1	10/1 5/1	10/1 20/1	5/1 10/1	5/1	5/1 10/1	10/1	10/1	5/1 10/1	5/1 10/1
Тасвир тизими									-	
SECAM	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-
PAL 4.43 мГц да	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
PAL 3.582 мГц да	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
PAL 3.575 мГц да	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
NTSC 3.58 мГц да										
TSC 4.43 мГц да										+

Рангнинг бузилиши SECAMда NTSC стандартидадан бошқача. Ёруғлик доимий бўлган кадр ранг майдонларида SECAM тизимида бузилишлар бўлмайди. Тасвирдаги бир рангдан бошқа рангга ўтишда, яъни ранг алмашишда қўшимча фон ёки соялар пайдо бўлади. Тасвирнинг ёруғ қисмидан кейин кўкимтир ранг (фон), қора қисмидан сўнг сариқ ранг (фон) пайдо бўлади.

SECAM тизимида (PAL тизими каби) тасвирнинг вертикал аниқлиги NTSC тизимига нисбатан 2 марта паст.

Қабул қилинган стандартларга қараб, турли давлатларда юқорида қайд этилган 3 тизимнинг хилма хил такомиллаштирилган вариантлари қўлланилади.

Бу стандартлар асосан кадрдаги сатрлар сони, тасвир сигналининг полоса кенглиги, овоз ва тасвир сигналлари орасидаги частота фарқи ва бошқа кўрсаткичлари билан фарқ қилади.

У ёки бу телевизион стандарт бир – биридан катта лотин ҳарфини қўшилиши билан фарқ қилади. Мисол учун телевизион стандарт SECAM В/Г- Ўрта Шарқда: Греция, Миср, Ироқ, Эрон ва бошқа давлатларда қўлланади. Шунинг учун стандарт MESECAM (Middle East SECAM – Яқин Шарқ SECAM) деб ҳам юритилади.

Шундай қилиб, айни пайтда 10 та оқ – қора ва 3 та рангли (PAL, SECAM ва NTSC) телевидение стандартлари мавжуд ва рангли стандартларнинг бари оқ – қора теле стандарти асосида яратилган. Умуман, дунёда 30 та хилма хил стандартлар мавжуд ва уларнинг баъзи кўрсаткичлари 1.2-жадвалда келтирилган

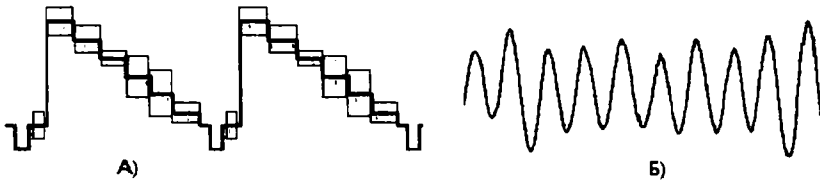


## 2. РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИЗИОН СИГНАЛЛАР

### 2.1 Тасвир сигналларини аналог- рақамга ўзгартириш

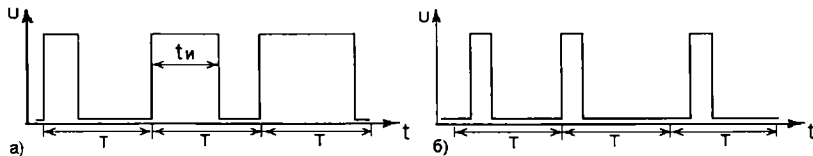
Сигналлар туркумида аналог (узлуксиз) ва рақамли сигналлар мавжуд. Аналог сигналлар узлуксиз функция қонуни бўйича ўзгаради ва икки қўшни сатҳ орасида жуда кўп оралик қийматлар бўлиши мумкин.

2.1-расмда аналог шаклланган SECAM тизимидаги ТВ (А) ва овоз (Б) сигналларининг бир фрагменти (қисми) кўрсатилган.



2.1-расм. Аналог телевизион ва овоз сигналлари

Аналог сигналга нафақат узлуксиз сигнал, балки ахборот импульснинг кенглиги ёки торайишига боғлиқ модуляцияланган ШИМ (широотно-импульсная модуляция – ШИМ) ёки дастлабки ҳолати вақтга(фазага) боғлиқ бўлган ФИМ (фаза-импульс модуляция) сигналлари ҳам қўшимча бўлиши мумкин ва улар 2.2-расмда келтирилган.



2.2-расм. ШИМ (а) ва ФИМ (б) сигналларнинг кўринишига мисоллар.

**Рақамли сигналлар**, иккилик кодларда аналог сигналнинг сатҳ ва вақт бўйича дискрет ўлчов қийматлари ифодасидир.

Шундан “рақамли” (“digital”) термини келиб чиққан ва ҳозирги замон радиоэлектрон қурилмаларини характерлайди.

Сигналларни узатишда, хотирада сақлашда, қайта ишлашда, қабул қилишда аналог сигнал қўлланилса, тизим аналог телевизион тизим дейилади. Бундай тизим қатор камчиликларга эга: аналог сигналнинг шовкинга чидамсизлиги, ҳар бир телевизион блокнинг халақит сигналига, шовкинга чидамсизлиги ва сигнал бузилишининг мавжудлиги. Яна бир салбий ҳолат бу сигналнинг бузилиши ва шовқинларнинг ҳар бир звенода (блокда) йиғилиб бориши ҳамда ортиб боришидир. Бу салбий ҳолат махсус эффе́ктлар билан бойитилган телевизион программаларда кўпроқ мужассамланади ва уларни бартараф этиш учун кўшимча ўзгартиришлар киритиш талаб этилади. Шунинг учун махсус эффе́ктли қурилмаларда халақитлардан ҳимояланиш муҳим вазифада бўлиб қолмоқда. Сигналларга рақамли ишлов бериш усуллари халақитлардан ҳимояланишни оширишдан ташқари кўпгина бошқа муаммоларни ечишга ҳам шароит яратади.

Рақамли тизимларда, масалан тизим киришга аналог сигнал келса, бу сигнал кодланади ва рақамли шаклга ўтказилади, яъни аналог сигнал **дискретлаш**, **квантлаш** ва **кодлаш** каби умумлашган операциялар билан рақамли сигналга айлантирилади.

Дискретлаш жараёни - бу узлуксиз аналог сигнални маълум аниқ вақтларда олинган оний қийматлар (саноклар) кетма-кетлиги билан алмаштиришдир. Тенг тақсимланган дискретлашда аниқ вақтлар оралиғи Котельников теоремасига асосан танланади. **Ушбу теоремага асосан ҳар қандай частота спектри чекланган узлуксиз аналог сигнал ўрнига, дискретлаш частотаси аналог сигнал юқори частотасидан ( $F_{\max}$ ) энг камида 2 марта катта бўлган частотадаги сонок қийматини узатиш кифоя, яъни  $F_d \geq 2F_{\max}$  шарт бажарилиши керак.** Мисол 2.3. -расмнинг а) ва б) графикларида келтирилган. Агар дискретлаш частотаси  $2F_{\max}$ дан кичик бўлса, частоталар устма-уст тушиши мумкин ва қайта тикланган аналог сигнал таркибида “қалбаки, ёлғон” алдамчи сигнал пайдо бўлади. Бу

ходиса ингилиз тилида “aliasing” (alias – ўйлаб топилган) деб аталади. Ушбу “қалбаки” сигнал ҳеч қайси филтър билан тозаланиб олинолмайдиган ва асосий “ҳақиқий” сигнални орқага қайтмас бузилишига олиб келади.

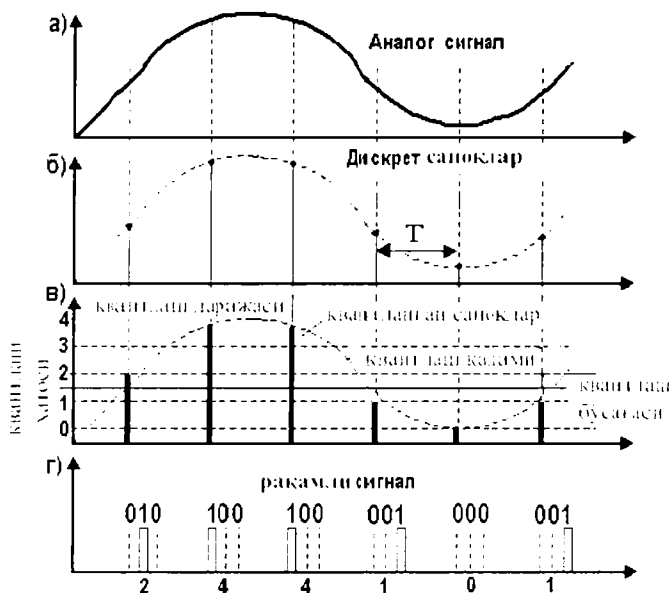
Шунинг учун дискретлаш частотасининг қиймати дастлабки аналог сигналнинг юқори частотасидан икки марта катта эмас, балки 5 – 10 марта катта частота танланади. Бундай катта қийматли дискретлаш частотасини танлаш ингилиз тилида oversampling (дискретизациядан баланд ёки ортикча дискретлаш) дейилади ва натижада аналог сигнал спектрини тозалашда оддий паст частотали филтърлар қўллаш мумкин бўлади.

Аммо бундай ёндошув рақамли маълумотларнинг кескин ортишига олиб келади ва бу ўз навбатида уларни алоқа канали ёрдамида узатиш вақтини оширади ҳамда маълумотлар сақлаш ҳажмини оширади. Шунинг учун ортикча (юқори) дискретлашдан сўнг санокларнинг баъзи ортикчалари олиб ташланади ва бу сийраклаштириш (децимация) деб аталади. Баъзи ҳолларда, масалан: тасвир сифатини ошириш учун дискрет сигнал саноклари орасига қўшимча санок қийматлари қўшилади. Бундай операция интерполяция деб аталади.

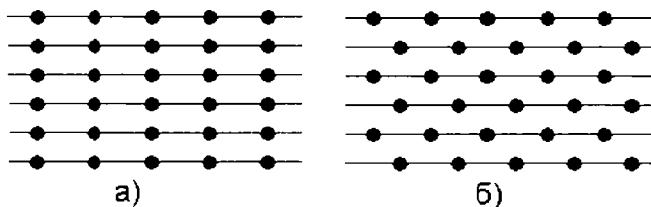
Инсон ахборотни фақат аналог кўринишда қабул қилиши мумкин бўлганлиги учун қабул томонида тескари алмштириш амалга оширилади, яъни рақамли сигнал аналог сигналга ўзгартирилади. Ушбу мақсадда аналог сигнални тиклаш учун юқори частотаси қиймати  $F_{\max}$  бўлган идеал паст частотали филтърдан (ПЧФ) ўтказилади ва бу операция интерполяция дейилади.

Телевидениеда кўпроқ частотаси ўзгармас (бир хил) дискретизация қўлланилади ва бу ёйиш (развертка) частотасига боғлиқ ёки боғлиқ бўлмаслиги бўлиши мумкин (2.4-расм). Агар дискретлаш ва ёйиш частоталари битта такт генераторидан шакллантирилса, унда улар орасидаги боғланиш кучли бўлади. Бу ҳолатда ҳар бир сатрдаги саноклар сони бир хил бўлади ва саноклар орасидаги масофа ҳам бир хил бўлади. Бу ҳолатда тасвирда ўзгармас (аник) ортогонал дискретизация тузилмаси

мавжуд бўлади ва саноклар тўғри тўртбурчакли панжаранинг тугунларида жойлашади (2.4.а –расм). Ушбу усул ҳозирги вақтда рақамли телевиденида студия жиҳозларида кенг тарқалган.



2.3-расм. Аналог сигнални рақамли шаклга ўтказиш жараёни



2.4-расм. Дискретлаш частотаси санокларини ёйишга боғлиқ (а) ва боғлиқ бўлмаган (б) тузилмаси.

Содда ва нисбатан арзон қурилмаларда, масалан маиший телевизион тюнерларда, дискретлаш частотаси алоҳида генератор

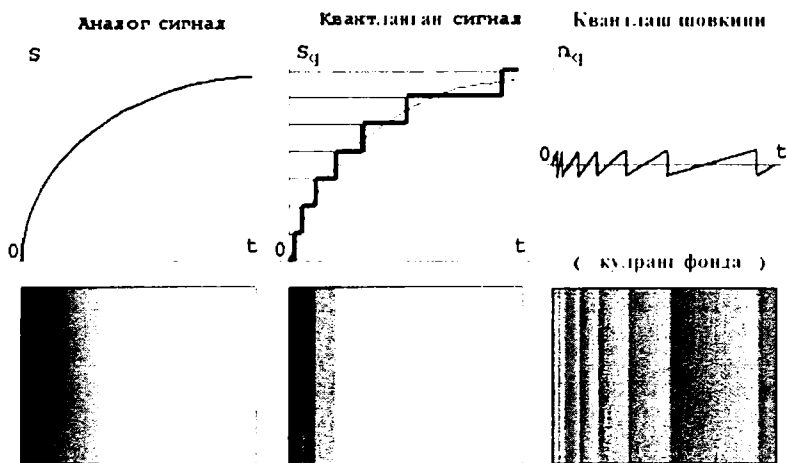
билан шакллантирилади ва у телевизион сигнални ёйиш частотаси билан боғлиқ эмас. Бу ҳолатда қўшни сатрларда турли координатали хилма хил сонли дискретлаш саноклари шакллантирилади. Бунда кадрдаги санокларни дискретлаш тузилмаси 2.4. б-расмда келтирилган каби бўлиши мумкин

**Дискретлашдан сўнг квантлаш** жараёни ёки **санокнинг қийматини (сатҳини)** тегишли аниқликда ўлчаш жараёни бошланади. Мисол учун, кўча температурасини ўлчашда аниқлик плюс-минус бир градус бўлиши унчалик катта аҳамиятга эга эмас, аммо инсон тана ҳароратини ўлчашда 0,1 градусгача аниқлик талаб этилади. Худди шу каби телевидениеда нечта ёруғлик сатҳини узатишни аниқлаш талаб этилади, яъни **квантлаш сатҳининг сонини** аниқлашни. Чунки квантлаш сатҳининг сони тасвирнинг сифатига боғлиқ. Шундай қилиб, квантлаш ҳам дискретлашдир фақат вақт бўйича эмас балки сатҳ бўйича амалга оширишдир (2.3, в -расм). Квантлаш сатҳлари оралиғи **квантлашнинг қадами** дейилади. Сатҳ сон қиймати сифатида энг яқин юқори ёки пастки қиймат қабул қилинади. Шунинг учун квантлашда аналог сигналнинг ҳақиқий қиймати ва унга яқинлашган квантланган сатҳ ўртасидаги фарқ **квантлаш хатолиғи ёки шовқини** дейилади (2.5.-расм). Квантлашнинг қуйи қисми-квантлаш бўсағаси деб ном олган.

2.5-расмда ёруғлик аста –секин ўзгаргандаги тасвирнинг ҳолати ва уни квантлаш натижасидаги бузилишлар (шовқин қиймати) келтирилган.

Шундай қилиб квантланган сигнал, дастлабки аналог сигналдан фарқли, фақат бутун сон қийматига эга бўлган кетма-кетликдир. Бу ўз навбатида ҳар бир дискретлаш интервалида (вақт оралиғида), квантлаш сатҳининг қиймати каби кўришда бўлишини белгилайди ва сатҳ қийматлари маълум белги ёки символлар комбинацияси бўлишини таъминлайди.

**Тузилмавий қондалар асосида маълумотларни шаклланган белгилар ёки символлар орқали ифодалаш код** деб аталади. Код белгиларининг кетма – кетлиғи “код сўзлари” дейилади.



2.5-расм. Аналог-рақам ўзгартириш. Квантлаш

Квантланган сигнални “код сўзлари” (кодлар жамламаси) билан ифодалаш мумкин. Бундай операциялар **кодлаш** деб аталади. Ҳар бир код сўзи битта дискретлаш интервалига тўғри келади. Тасвир ва овоз сигналларини кодлашда иккилик код кенг қўлланилади. Агар квантланган сигнал  $N$  қийматга эга бўлса, ҳар бир код сўзидаги иккилик белгилар  $p \geq \log_2 N$  бўлиши керак.

**Иккилик кодда ифодаланган бир разряд ёки иккита белги (символ) бит деб аталади.** Одатда квантлаш сатҳининг қиймати 2 нинг даражасига тенг бутун сон билан, яъни  $N = 2^n$  аниқланади. **Дискретлаш, квантлаш ва кодлаш одатда бир қурилма аналог – рақам ўзгартиргич (АРЎ) ёрдамида бажарилади ва бу жараён 2.6-расмда кўрсатилган.**

Тескарига ўзгартириш (айлантириш) **рақам – аналог ўзгартиргичда амалга оширилади.**

АРЎнинг тузилишига қараб рақамли маълумотлар иккилик кодидаги  $n$  – разрядли параллел ёки кетма-кет кўринишда бўлиши мумкин. Параллел АРЎда ҳар бир коднинг иккилик разрядли алоҳида алоқа линиясидан узатилади ва бу блоклар орасидаги боғланишни соддалаштириб, сигнал узатишни осонлаштиради, аммо жуда кўп уланиш линияларини таълаб

этади. Агар узатиш масофаси 1,5-2 метрдан ошса, кетма-кет кодни шакллантирувчи АРУдан фойдаланилади ва у ерда битта алоқа линияси орқали маълумот ташувчи битлар кетма-кет узатилади, ammo маълумотлар узатиш тезлиги код разрядига мос равишда ошади. Тўрт разрядли параллел ва кетма –кет кодларнинг шаклланиши 2.6-расмда келтирилган.

Телевидениега рақамли тизимларни киритиш бўйича тадқиқотлар йигирманчи асрнинг 30- йилларидан бошланган ва фақатгина XX аср охирларига келиб қўлланила бошланди. Телевизион сигнал спектрининг юқори частотаси 6 МГцга тенг бўлганлиги сабаб дискретлаш частотаси камида  $F_{\text{факт}} = 12 \text{ МГц}$  бўлиши керак эди. Бу эса ўз навбатида рақамли сигнални ўзгартириш ва узатиш қурилмаларининг ишлаш тезлигига қаттиқ талаблар қўйилишига олиб келади. Турли давлатларнинг рақамли телевизион стандартларини мувофиқлаштириш мақсадида дискретлаш частотаси 13,5 МГц деб қабул қилинган. 130 дан 200 гача бўлган кўз кўриш юқори даражасини (градациясини) таъминлаш учун 8 разрядли код қўлланилиб, 256 ярим тонни узатиш таъминланади. Бунда рақамли композит сигнал узатиш тезлиги

$$C = Nf_{\text{факт}} = 8 \cdot 13,5 = 108 \text{ Мбит/с}, \quad (2.1)$$

бу ерда  $N$  – коднинг разряди.

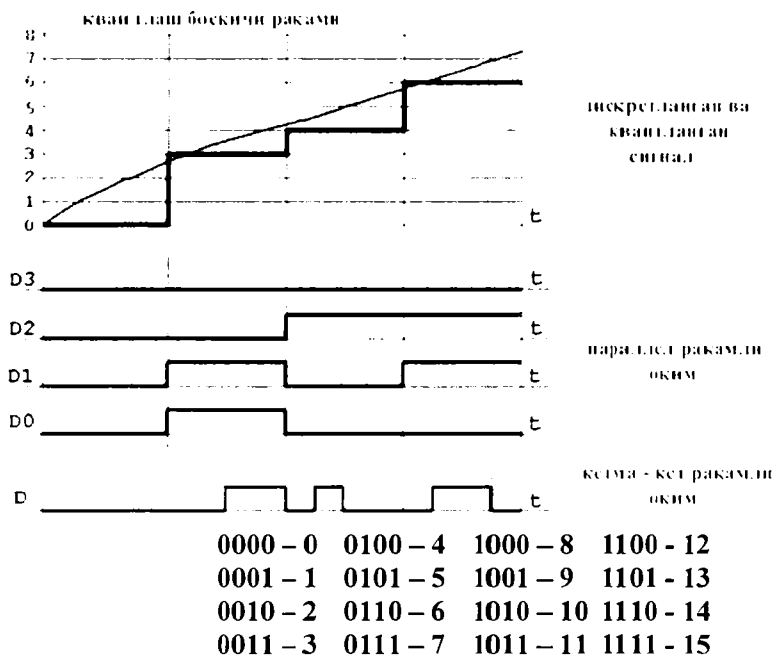
Бундай тезликни телевизион сигналларга ишлов бериш қурилмаларида ва алоқа каналлари орқали узатишда таъминланиши лозим, табиийки бу талабни бажариш техник томондан мураккабдир.

Шартли равишда бўлинган **статистик ва физиологик** кўрсаткичлар асосида сигналдаги информацион ортиқчалик чекланади ва телевизион сигнал махсус “сиқиш” усулларидан фойдаланиб, узатиш тезлиги камайтиради.

**Статистик ортиқчалик** тасвирнинг хоссалари билан аниқланади ва умуман олганда хаотик (тасодифий) ёритиш тақсимооти эмас, балки айрим элементларнинг ёруғликлари орасидаги аниқ боғлиқликдир (корреляция). Майдондаги икки кўшни тасвирнинг вақт оралиғидаги корреляция, яъни ўзаро боғлиқлик юқори даражада. Шунинг учун икки кўшни

элементдан бирини қайта- қайта узатмаслик мумкин ва шу орқали рақамли сигнал оқимини камайтиришга эришилади.

**Физиологик ортиқчалик** кўзнинг кўриши қобилиятининг чекланиши билан ифодаланади, яъни кўз фарқламайдиган ахборотни узатиш шарт эмаслигини билдиради.



2.6- расм. Аналог – рақам ўзгартиришдаги сонларни паралел ва кетма-кет иккилик тизимига ўтказиш жараёни.

## 2.2. Овоз сигналларини аналог-рақам ўзгартириш

Инсонлар овозни (товушни) 15 Гц дан 22 кГц гача бўлган частоталарда, ёши улғайгач эса 20 Гцдан 18 кГц гача бўлган тўлқин оралиғида эшитилади (қабул қилади). Худди шундай ҳолат тўлқиннинг амплитудаси, яъни овоз баландлигига ҳам тегишли.



Инсон кулоғининг эшитиш динамик диапазони 96 дБ яқин, яъни овознинг юкори қиймати (ундан юкориси кулокка оғрик беради - оғрик бериши бўсағаси) ва энг кам қиймати орасидаги фарқ 30 минг мартадан кўпроқ. Бундан ташқари инсон икки кулок билан эшитиш қобилиятига эга ва овозни қайси тарафдан келаётганлигини  $1^0$  гача аниқлик билан билади. Шу сабабли овозни (2.7-расм) аналог – рақам сигналга ўзгартириш жараёнида эшитиш қобилияти хусусиятларини ҳисобга олиш керак.



2.7-расм. Икки каналли аудио сигналнинг вақт аро кўриниши.

Шунинг учун овоз сигналининг частота диапазони кенглигини ҳисобга олиб, студияларда санокларни бирламчи квантлаш  $\Delta A = 16 \dots 24$  бит/ санок тезлигида амалга оширилади ва дискретлаш частотаси эса  $F_g = 44,1 - 96$  кГц оралигида қабул қилинади. Овозни студия каналларида дискретлаш учун 16 разрядли кодлаш қўлланилади (16 бит/санок) ва унинг полоса оралиги  $\Delta F = 20 - 20000$  Гц бўлиб, дискретлаш частотаси  $F_g = 48$  кГцга тенг. Бундай рақамли каналнинг динамик диапазони 54 дБ дан кам бўлмаслиги лозим. Агар  $F_g = 48$  кГц ва  $\Delta A = 16$  бит/санок бўлса, узатилаётган рақам оқимининг тезлиги (1та сигнални узатиш учун)  $v = 48 * 16 = 768$  кбит/с ва стерео овоз учун эса 1,5 Мбит/с бўлади. Бундай юкори дискретлаш частотаси (48 кГц) АРЎнинг кириш қисмидаги паст частота филтрани содалаштиришга ва овоз сигнали сифатини бузилишига йўл қўймайди ҳамда 20 кГцдан катта овоз тебранишларни ўтказмасликни таъминлайди.

Шундай қилиб, овозни рақамлаштиришда 16 разрядли текс

квантлаш саноғи қўлланилиб, ундан катта **бит** ифода белгиси сифатида, яъни ушбу сигнал саноғининг мусбат ёки манфийлигини (қутблйлигини) кўрсатади. Овоз сигналининг баландли ўзининг юқори(максимал) қийматиға яқин бўлишиға йўл қўймаслик керак, чунки бунда АРЎ да сигналнинг чекланиши ва тикланаётган овознинг бузилиши намоён бўлади.

2.1 - жадвалда овознинг рақамли кўринишидаги баъзи вариантларнинг кўрсаткичлари келтирилган.

2.1-жадвал

Ишлатиш соҳалари	Дискретлаш частотаси,кГц	Квантлаш сатҳининг сони	Иккилик белгиларнинг узатиш тезлиги, Кбит/с
Компакт - диск	44,1	±32768	705,6 (бир канал учун)
Рақамли радио эшиттириш, рақамли телевидение	48	±32768...±524288	768 – 960 (бир канал учун)

### 2.3 Телевизион сигналларни ITU-R 601 тавсияси асосида рақамли кўринишда ифодалаш

Студия қурилмаларида телевизион сигналларни рақамли кодлаш учун умумий Халқаро стандарт тавсиялари (кўрсатмалари) ITU – RBT601дан (оддийгина тавсия 601) фойдаланилади. Ҳозирги замонда бу стандарт оддий аниқликдаги тўлиқ рақамлаштирилган телевизион тизимларда фойдаланилади. Ушбу стандартда ёруғлик (Y) ва икки рангфарқ сигналлар, Cr (Chroma red) - қизил рангфарқ ва Cb (Chroma

**biue**) - кўк рангфарк сигналларни алоҳида(бўлак-бўлак) рақамли кодланиши белгиланган. Бундан ташқари техник адабиётда рангфарк сигналлар (**Cr** ва **Cb**) кўпинча **V** ва **U** харфлари билан ҳам белгиланадилар. Шундай телевизион сигнални бўлаклаб кодлаш **компонент (ташкилий)** кодлаш дейилади.

### 2.3.1. Рақамли телевизион сигналларнинг формат стандартлари

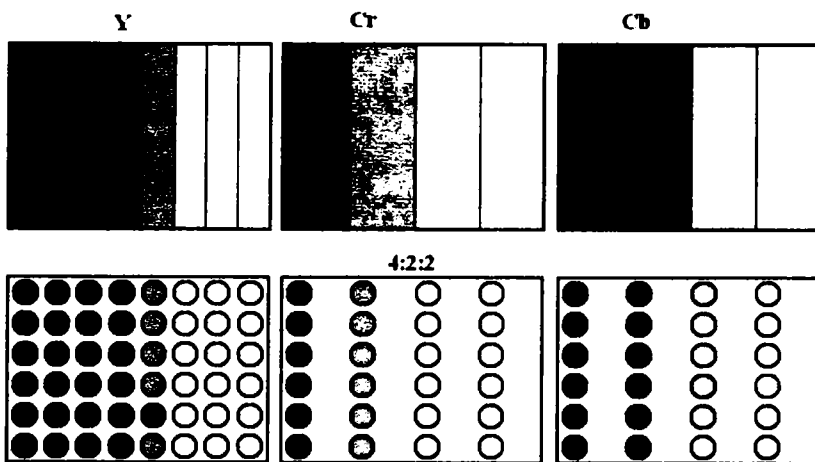
Халқаро тавсия талабларига кўра ёруғлик сигнадини дискретлаш частотаси 13,5 МГц бўлса, иккита нурни ёйиш стандарти учун: кадр 25Гц, 625 сатр ва кадр 30 Гц, 525 сатр қилиб белгиланган. Ҳар бир рангфарк сигнал дискретлаш частотасидан (**13,5 МГц**) икки баробар кичик ва унга каррали (бўлинадиган) частотада **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 сатр нуруни ёйиш частота қийматлари, таянч частотага карралиги билан боглиқ. Бу ўз навбатида телевизион сигналнинг ташкил этувчиларини кодлашда ягона дунё кодлаш стандартини киритишга имкон берди ва фаол қисмда ёруғлик сигналининг **720** саноғи ва рангфарк сигналларининг **360** саноғи бўлишини таъминлади. **625/50** ва **525/60** стандартлар орасидаги фарк сатрлар сонининг хилма хиллиги ва “ўчириш” интервали вақтининг мос эмаслигидир.

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

$$8 \times 13,5 + 8 \times 6,75 + 8 \times 6,75 = 216 \text{ Мбит/с}$$

$$10 \times 13,5 + 10 \times 6,75 + 10 \times 6,75 = 270 \text{ Мбит/с бўлади.}$$

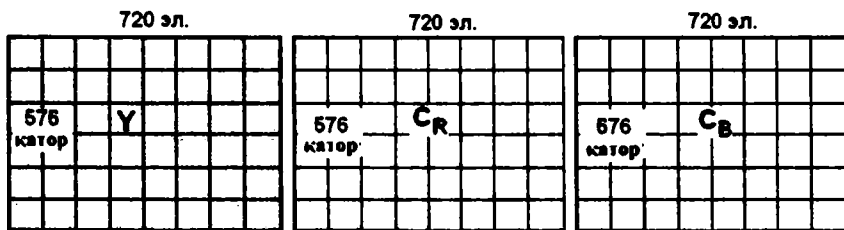
2.8-расмда ёруғлик (**Y**) ва рангфарк сигналлари (**Cr** ва **Cb**) санокларининг ўзаро жойлашиши келтирилган ва телевизион сигналларни бундай дискретизациялаш **формати 4:2:2** деб белгиланади. Ҳар бир кадрда ёруғлик сигналининг узатилаётган тасвир элементлари сони **414720** тани ташкил этади. Келтирилган **4:2:2** форматдан ташқари яна бир неча форматлар мавжуд ва баъзиларини кўриб чиқамиз:



2.8- расм. 4:2:2 форматда ёруғлик (Y) ва рангфарк (Cr ва Cb) сигналларининг ўзаро жойлашиши.

**Формат 4:4:4** Барча уччала компонентлар(қизил, яшил ва кўк ташкил этувчилар) **R, G, B** ёки ёруғлик (Y), рангфарк(Cr, Cb) лар учун 13,5МГц частота фойдаланилади (2.9-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 тезлиги телемарказ студияси қурилмаларида қўлланилади.

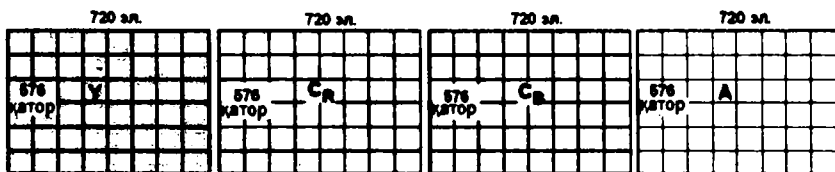
**Формат 4:4:4:4**да эса тўртта сигнални кодлаш ифодаланади (2.10-расм) ва улардан 3 таси тасвир сигнали компонентлари (R, G, B ёки Y, Cr, Cb), бўлса, тўртинчиси (альфа – канал) сигнални қайта ишлаш бўйича ахборотни ўз ичига олади. Мисол учун, бир неча тасвир устма- уст узатилганда олдинги қисмдаги тасвирнинг 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.



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

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

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



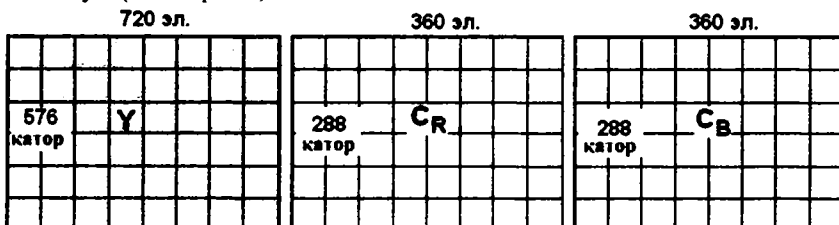
2.10-расм. 4:4:4:4 форматда тасвир сигнали ташкил этувчиларини кодлаш

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

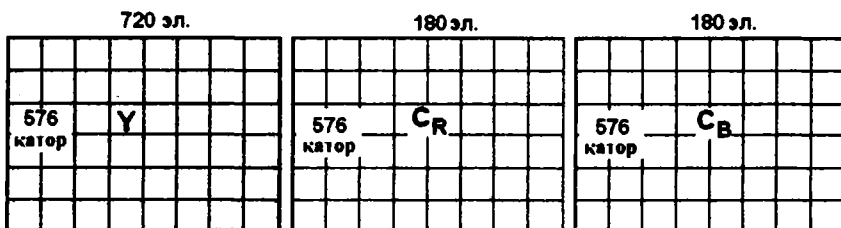
**Формат 4:1:1**да рангфарк сигналларнинг дискретлаш частотаси **4:2:2** стандартга қараганда икки баробар пасайтирилиши таклиф этилган. Ёруғлик сигнали  $Y$  эса 13,5 МГц частота билан дискретланади ва рангфарк сигналлар ( $C_r$  ва  $C_b$ ) ўз навбатида 3,375 МГцда.

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 (2.12 –расм)



2.11-расм. 4:2:0 форматда тасвир сигнали ташкил этувчиларини кодлаш



2.12- 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 оралик 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.

### 2.3.2. 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 захира (резерв) 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 рангфарк сигналлар аналог-рақам ўзгартиргич (АРЎ) га киришига қуйидагича берилади:

- $E'_{\gamma}$  – гамма коррекцияланган 0 дан 1 В гача қийматли аналог ёруғлик сигнали.
- $-0,5 \dots +0,5$  В оралиғидаги компрессия (сиқилган) рангфарк сигналлар:

$$E_{CR} = 0,713 E'_{R-\gamma} \text{ ва } E_{CB} = 0,564 E'_{B-\gamma} \quad (2.2)$$

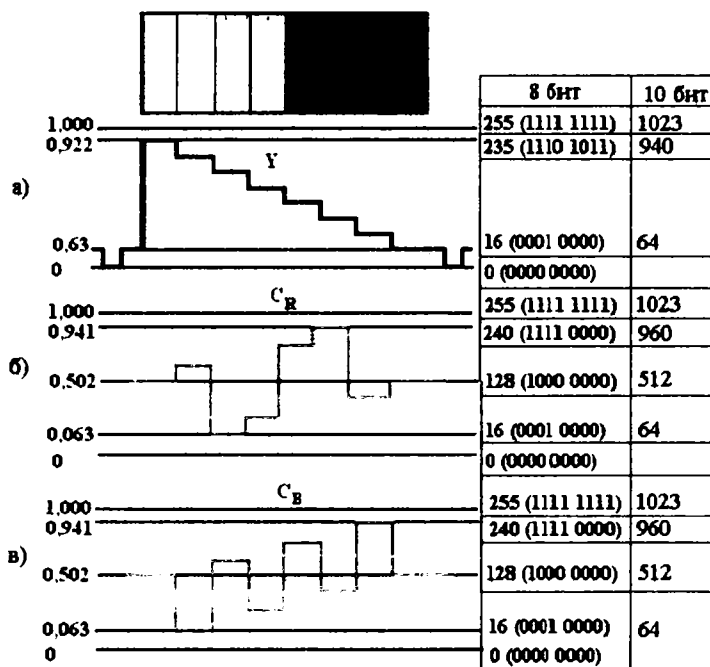
Ёруғлик сигнали ҳар доим мусбат қийматга бўлса, рангфарк сигналлар эса ҳам мусбат ҳам манфий қийматларга эга бўлишлари мумкин. Рақамли кодлаштиришда манфий ва мусбат қийматлар бир биридан узоқда жойлашадилар. Масалан: бир бирига яқин (1) ва (-1) қийматлар рақамли кўринишда 0001 ва 1000 кодлар кўринишида узатилади, аммо бу компрессорларда ишлов берилганда статик боғланишни (корреляцияни) бузилишига олиб келади. Шу сабаб рангли рангфарк сигналлар учун уларнинг қийматларини квантлаш сатҳини ярим диапазонига силжитилади. 8 разрядли кодлашда унга 128 ( $256/2$ ) сатҳ мос келади. Шундай қилиб, сигналнинг ноль қийматига, яъни кул рангга 128 ( $256/2$ ) сатҳ мос келади ва мусбат қийматлар ана шу 128 сатҳдан юқориларини эгаллайди ва манфий

кийматлар 128 сатҳдан пастда берилади. Телевизион сигнални ана шундай рақамли ташкил этувчиларга ажратиш куйидаги ифода билан берилади:

$$\begin{aligned} Y &= \text{Round}(219 E^y) + 16 \\ C_R &= \text{Round}(224 C^R) + 128 \\ C_B &= \text{Round}(224 C^B) + 128 \end{aligned} \quad (2.3),$$

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

-  $\text{Round}(x)$  -  $x$  сонини бутун сонга яхлитлаш операцияси



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

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



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

## 2.2 -жадвал

Иккилик разрядда тўртинчи байтдаги синхросигналнинг белгиланиши

Разряд номери	Белгиланиши	Бажарадиган функцияси
0	P0	Текширувчи бит
1	P1	Текширувчи бит
2	P2	Текширувчи бит
3	P3	Текширувчи бит
4	H	<b>H = 0 га тенг АСС</b> учун (актив сатр сигналининг бошланиши) <b>H = 1 га тенг ОТС</b> учун (сатрнинг охири тўғрисидаги сигнал)
5	V	<b>V = 1</b> кадр ўчирилиш вақтида <b>V = 0</b> бошқа вақтларда
6	F	<b>F=0</b> биринчи ярим кадр узатиш вақтида <b>F=1</b> иккинчи ярим кадр узатишда вақтида
7	I	Текширувчи бит, доимий ҳолати 1 га тенг

**Синхросигналлар АСС ва ОТС ларни ўзгартириш учун 4 та байтдан иборат махсус код комбинацияси ишлатилади:**

**FF 00 00(xx)**

Саккизта битли кодлашда биринчи байт 8та иккилик бирликдан иборат ва бу ўнлик соннинг **255га** мос келади (ўн

олтилик ёзувида **FF**), ҳамда 10 разрядли квантлаш қўлланилса бу **1023 (3FF)**га тенг бўлади ва қолган икки байт **0** га тенг. Сўнгги икки разрядларнинг охириги 4 - байтлари (xx) белгиланиши 2.2-жадвалда келтирилган.

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

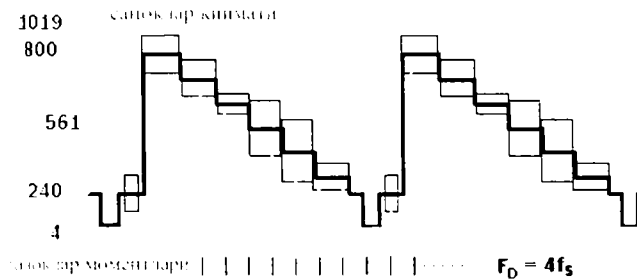
### **2.3.3 Телевизион сигнални турли тизимларда рақамли ҳолатга келтириш**

Аввалги бўлимларда телевизион сигнал ташкил этувчиларини, яъни ёруғлик ва рангфарк 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 телевидение студиялари қурилмаларида амалга оширилади.

Айрим ҳолатларда рақамли телевизион сигнал ташкил этувчиларини бир телевидение тизимидан (PAL, SECAM ва NTSC) бошқасига декодерламасдан ўтказиш керак бўлади. Бундай рақамлаш вариантлари телевизион сигналларни рақамли қайта ишлаш қурилмаларида: телевидение қабул қилгичларида, тюнерларда, телевизион стандартларни ўзгартиргичларда, айрим пайтларда телевизион сигнални магнит ленталарга ёзишларда ва х.к.ларда керак бўлади. Ҳозирда кўпинча 10 разрядли кодлаш қўлланилади ва 2.14-расмда қийматлари келтирилган.

**ITU – R BT 601** тавсияга асосан, рақамли телевизион сигналнинг ташкил этувчиларини дискретлашда **13,5 МГц** частотадан фойдаланилади. Бу телевизион тасвирларни ўзгартирувчи арзон қурилмалар ёки телевидение қабул қилгичларнинг хилма хил стандартларда оддий қурилмаларни ишлатиб, рақамли сигналларни қайта ишлашга имкон яратади. Лекин техник талаблар юқори бўлган қурилмаларда ташувчи

частотанинг тўртланган ( $4F_{РТ}$ ) қийматидан фойдаланилади. Чунки бундай дискретлаш частотасидан фойдаланиш рангфарк сигналларини сифатли ажратилишига ҳамда рангфарк сигналларни демодуляция қилишда осонлик яратади.



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

NTSC тизимида  $F_{РТ} = 3,57945 \text{ МГц}$  бўлиб, дискретлаш частотаси  $F_d = 14,31818 \text{ МГц}$  га тенг. Бу частоталар ўз навбатда сатр частотаси ( $F_{сатр} = 15750 \text{ Гц}$ ) билан  $227,5 F_{сатр}$  кўринишда ва дискретлаш частотаси билан  $910 * F_{сатр}$  каррали 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 рангфарк сигналлар ташувчиси фазасига мос келади. Шунинг учун дискретлаш жараёни кичик бузилишлар келтириб чиқаради.

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

Вақт бўйича саноклар ҳолати рангфарк ташувчи сигнал фазасига тўғри келади. SECAM тизимида эса частотали

модуляция қўлланганлиги сабабли дискретлаш частотасини рангфарқ сигналлар ташувчи частотасига каррали қилиб олиш мумкин эмас, чунки частота ҳар хил ранглар узатилганда уларга мос ўзгариб туради. Шунинг учун дискретлаш частотаси сатр частотасига каррали қилиб танланади. Дискретлаш частотаси  $F_d = 17,625 \text{ МГц}$  (1128 сатр) этиб танланади, чунки кизил рангнинг энг юқори частотаси  $4,40625 \text{ МГц}$ га тенг.

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

2.3-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

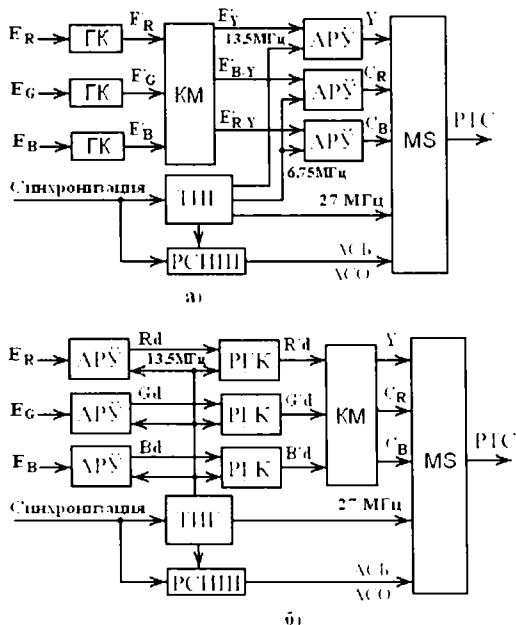
Аналог телевизион сигналнинг олди қисми ва синхроимпульс кесмасини рақамли кодланиши туфайли, қора рангнинг номинал қийматидан оқ рангнинг номинал қийматигача бўлган диапазонда квантлаш сатҳлари, ташкил этувчи сигналлардан тахминан 30 фоизга кам бўлишидир.

### 2.3.4 Рақамли телевизион сигнални шакллантириш

ITU – R BT 601 гавсиясига кўра рақамли телевизион сигнални шакллантиришнинг иккита усул билан амалга ошириш мумкин.

Биринчи ҳолатда аналог телевизион сигналнинг ташкил этувчилари (компонентлари) рақамли сигнал ҳолатга ўтказилса,

иккинчи ҳолатда эса дастлабки ранг сигналлари рақамлаштирилади ва ташкил этувчилар рақамли ҳолатда ишлов берилади. Иккала рақамли телевизион сигнални шакллантириш вариантларининг тузилиш схемасини кўриб чиқамиз ва улар 2.15-рasm ифодаланган.



2.15-рasm. Рақамли телевизион сигнални ҳосил қилувчи қурилманинг схемаси.

Бу ерда: ГК – гамма – корректор

КМ – кодловчи матрица

ТИГ – такт импульс генератори

MS – мультиплексор

АРЎ – аналог-рақамли ўзгартиргич

РГК – рақамли гамма корректор

РСИШ – рақамли синхроимпульсларни шакллантиргич

АСБ – актив сатрнинг боши

АСО – актив сатрнинг охири

РТС – рақамли телевизион сигнал

2.15- расмда кўрсатилган қурилмада аналог асосий ранг сигналлар  $E_R, E_G, E_B$  телекамерадан чиқиб, гамма – корректорлар орқали кодлаш матричасига, тушиб, (1.3) формулага биноан коррекцияланиб ( $E'_R, E'_G, E'_B$ ), ўзгартириш ёрдамида ёруғлик сигнали  $E'_Y$  га айлантирилади ва рангфарқ сигналлар  $E'_{R-Y}, E'_{B-Y}$  ҳосил қилинади. Сўнгра сигналлар АРЎда рақамли  $Y, C_R$  ва  $C_B$  сигналларга айлантирилади. Бундан ташқари (2.3) формулага асосан, АРЎ нинг кириш қисмида қўшимча аналог узеллардан фойдаланилади, яъни масштабланади ва сатҳ бўйича сигналлар силжитилади. Разрядлар сони ҳар бир АРЎда 8тани ташкил этади. Телевизион сигналларни ёйиш синхроимпульслари-рақамли синхроимпульсларни шакллантириш (РСИШ) блокига тушади ва у ўз навбатида АСБ, АСО синхросигналларни ишлаб чиқаради. Бундан ташқари синхроимпульслар –такт импульс генераторининг (ТИГ) бошқа блоklarга тушадиган импульсларини ишлаб чиқаришда, яъни 27, 13.5 ва 6,75 МГц частотали импульсларни ишлаб чиқишда қўлланилади. ТИГ блокада фаза бўйича частотани автоматик созловчи (ФЧАС) схема қўлланган ва у сатр синхроимпульсларининг частота ҳамда фаза бўйича аниклигини таъминлайди. Шундай қилиб, такт импульслари сони талаб этиладиган телевизион сигнал манбаининг сатр ёйиш даври тўғри келиши таъминланади.

Мультимплексор (MS) ўз навбатида рақамли синхросигналларни ва  $Y, C_R$  ва  $C_B$  рақамли сигналлар оқимини берилган кетма – кетликда узатилишини таъминлайди ҳамда қурилма чиқишида тўлиқ рақамли телевизион сигнал (РТС) олинади.

Иккинчи қурилмада (2.15 б- расм) асосий ранглар ( $E_R, E_G$  ва  $E_B$ ) рақамли сигналларга ( $R_d, G_d$  ва  $B_d$ ) киришда бирданига айлантирилади. Бу ҳолатда гамма корректорда сигналларни бузилишини камайтириш учун ҳар бир АРЎ 10 ёки 12 разрядли бўлиши шарт. Шундан сўнг  $R_b, G_b$  ва  $B_b$  рақамли сигналлар рақамли гамма – корректор (РГК) га тушади ва бу ерда ночикли ўзгартиришлар бажарилади.

Гамма – корректордан сўнг  $R'_d, G'_d$  ва  $B'_d$  сигналларнинг иккилик разрядлар сони 8тагача камаяди. Сўнгра эса  $R'_d, G'_d$  ва

**B**<sub>v</sub> сигналлари рақамли кодловчи матрицага (PKM) тушади ва у ерда рақамли ёруғлик сигнали **Y** рақамли рангфарқ сигнали **C<sub>R</sub>** ва **C<sub>B</sub>** ларга айланади.

Синхросигналларни ва такт импульсларининг шакллантириш ҳамда мультплексорнинг ишлаши қурилманинг биринчи варианты каби амалга оширилади.

Рақамли қурилмалар ёрдамида гамма – коррекциянинг амалга оширилиши талаб қилинадиган функцияни катта аниқликда бажарилишини таъминлайди, лекин бунда мураккаблашган, қиммат ва кўп рок иккилик разрядли АРЎ талаб этилади.

## **2.4 Рақамли телевидениенинг интерфейслари**

Рақамли телевизион сигналларни узатишда рақамли телевидение қурилмаларининг блоклари ва тизимларида махсус қурилмалар ишлатилади ва улар “**Видеотуташма**” (“**Видеостык**”) дейилади.

**ITU – R BT 656** тавсиясига кўра рақамли интерфейснинг икки варианты кўзда тутилган: параллел ва кетма – кет **видеотуташма**. Уларнинг ҳар бирида ўз афзаллиги ва камчилиги мавжуд.

Параллел видеотуташма сигналларни кўшимча ўзгартирмайди, оддий тузилмага (конструкцияга) эга, лекин блоklar орасида жуда кўп уланиш линияларидан иборат ва узатиш масофаси қисқа (2-3 метр). Кетма – кет видеотуташма сигналларни нисбатан узоқ масофага узатиш учун мўлжалланган, лекин мураккаб тузилмага эга бўлиб, сигналларни тизим ораликларидан ўзгартишларни қўллаш талаб этилади. Қуйида иккала интерфейсларни тўлиқроқ кўриб чиқамиз.

### **2.4.1. Параллел видеотуташма**

Рақамли телевизион сигнални узатишида параллел видеотуташма стандарти параллел 8 ёки 10 разрядли рақамли коддан фойдаланишни кўзда тутди ва бу ҳолат 2.16- расмда

келтирилган. Бунинг учун 8 ёки 10 сигналли алоқа линияси ва яна битта қўшимча такт импульсларини узатиш линияси мавжуд бўлиши керак. Блокларни ўзаро улаш учун кўп тонали стандарт улагичли (вилка\розетка) кабеллар, D25 типдагилар, ишлатилади. Халақитбардошликни ошириш мақсадида бундай кабелларнинг иккита сими бир бири билан ўралган ҳолатда жуфтланиб, узатиш қурилмасининг қарама қарши чиқишларига ва қабул қилгич қурилмаларининг дифференциал киришларига уланади. Гап шундаки, хилма хил қурилмаларнинг таъсирида ҳосил бўлувчи ташқи шовқинлар жуфт симларда сигналга халақит берувчи бир хил қийматли ва кутбли кучланишларни ҳосил қиладилар, яъни синфазали халақитларни пайдо қиладилар. Шунинг учун жуфт сим дифференциал киришга эга бўлган кучайтиргичга уланса, яъни чиқиш сигнали кириш кучланишлари фарқи билан шаклланадиган кучайтиргичга, бунда кучайтиргич синфазали халақитларни сезмайди. Бундай интерфейсда фойдали сигналларни ажратиш учун жуфт симлардаги сигналлар қиймати қарама қарши, яъни турли кутбли бўлиши керак. Шу сабаб узатиш қурилмаси чиқишлари икки фазали бўлиши таъминланиши лозим. Бу усул билан рақамли телевизион сигнални 1,5-2 метрдан ортиқ масофага узатиб бўлмайди. Одатда бундай интерфейслар телевизион қурилманинг блоклари орасида қўлланилади.

Узатилиш ва қабул қилиш вақтида такт импульслари фронтлари ҳақидаги маълумотларнинг ишончилигини таъминлаш мақсадида ҳар бир битнинг ўртасида аниқланиши лозим.

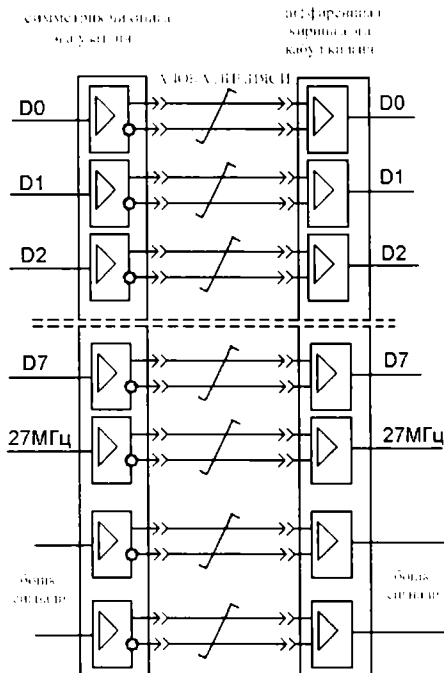
**4:2:2** дискретлаш форматини қўлланилганда ёруғлик  $Y$  ва рангфарқ  $C_R$  ва  $C_B$  сигналлар узатилганда уларнинг қиймати линияларда қуйидаги тартибда берилади:  $Y, C_R, Y, C_B, Y...$  Бунда такт импульсларининг частотаси қуйидагича:

$$F_T = 13,5 + 6,75 + 6,75 = 27 \text{ МГц}$$

Телевизион нурни ёйиш синхронизация сигналлари -АСБ ва АСО маълумотлар умумий оқимида, улар учун ажратилган вақт



оралиғида узатилади. Мультиплексорларни синхрозациялаш учун кўшимча сигнални бошқариш линиялари ишлатилади.



2.16-расм. Интерфейсни параллел видеоулашнинг функционал схемаси

2.16- расмда умумлашган параллел интерфейс (видеотуташма) кўрсатилган. Параллел видеотуташма сигналларни яқин масофага узатишга мослашган, агар узоққа узатилса, синхронизацияни бузилиш холати пайдо бўлади ва хатоликлар натижасида тасвирнинг бирдан ўзгаришига олиб келади. Бундан ташқари қимматбаҳо, кўп толали ва улагичлар ҳажми катта бўлган кабеллар қўллаш талаб этилади. Кўпинча яқин масофаларда стандарт ялпоқ оддий кабеллар ишлатилиши мақсадга мувофиқ бўлади.

Ҳозирги вақтда кўпинча параллел видеотуташма ўрнига кетма –кет видеотуташма қўлланилади ва нисбатан узоқ

масофаларга сигналларни коаксиал кабеллар орқали узатиш имконияти пайдо бўлади.

#### 2.4.2 Кетма –кетли видеотуташма

Телевизион сигнални нисбатан узоқ масофага узатиш кетма – кетли шаклда амалга оширилади. Бу ҳолатда рақамли сигналнинг ҳар бир саноқ киймати икки разрядли кўринишда, битта линия орқали бирин – кетин узатилади ва узатувчи сифатида коаксиал кабель ёки оптик толали кабелдан фойдаланилади. Бунда дискретлаш частотаси  $f_d$  ва квантлаш разрядлари сони “**b**”ларнинг кўпайтмаси рақамли сигналнинг иккилик символларининг узатиш тезлиги–  $Q$  (бит/с) дейилади. **ITV – RBT 656** тавсиясига кўра рақамли телевидение студия аппаратураси учун қуйидаги кўрсаткичлар белгиланган:

- ёруғлик сигнали учун  $Q_v = 13,5 \times 8(10) = 108(135)$   
**Мбит/с,**

- рангфарқ сигнали учун  $Q_c = 6,75 \times 8(10) = 54(67,5)$   
**Мбит/с**

8 ёки 10 разрядли кодланиш билан кетма – кетли видеотуташма қўлланилганда иккилик разрядларнинг умумий узатиш тезлиги қуйидагича бўлади:

$$Q_s = Q_v + 2 Q_c = 216(270) \text{ Мбит/с.}$$

Рақамли сигнал кетма-кет узатилганда такт частота импульслари алоҳида узатилмайди, балки қабул қилинмасида кичкина (тор) полосали филтёр ёрдамида узатилаётган сигналдан олинадиган **тикланади**.

Рақамли сигналларни қабул қилишдаги такт частота импульсларини тиклаш вариантларидан бири 2.17 расмда келтирилган ва у қуйидагича ишлайди:

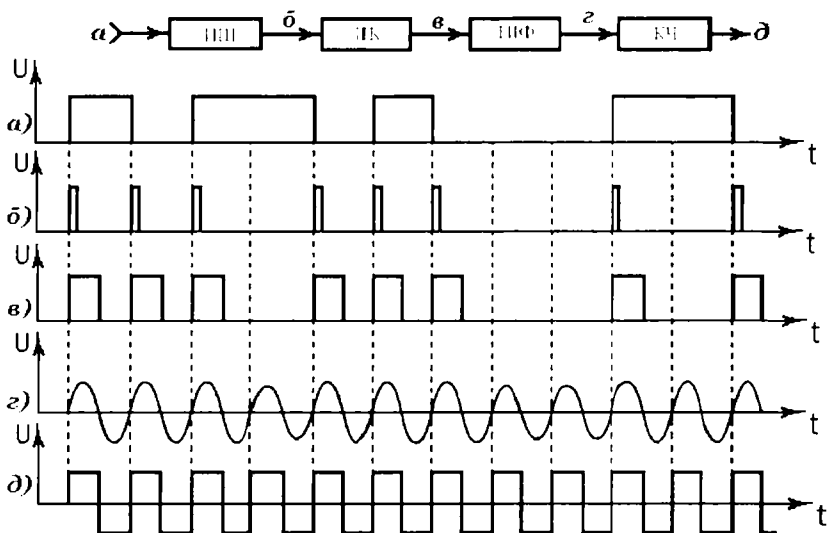
Қабул қилинаётган рақамли сигналларнинг манътикий кийматлар кетма –кетлиги (расм- 2.17, а) нолинчи (0) ва биринчи (1) сатхлар импульсларни шакллантирувчи (ИШ) блокка тушади ҳамда у қисқа импульсларни ишлаб чиқаради. Бу эса рақамли

сигналнинг маълумотлар импульсининг олд ва орқа фронтларига мос келади (расм- 2.17, б). Сўнгра бу импульслар катори импульс кенгайтиргичда (ИК) такт частотасининг ярим давригача кенгайтирилади (расм- 2.17, в). Шундан сўнг импульслар катта инерционликка эга бўлган кичик(тор) полосали филътрга (ТПФ) тушади (масалан: такт частотасига созланган кварц резонатор).

Филътрнинг чиқишда такт частотали синусоидал (расм- 2.17, г) сигнал ҳосил қилинади ва синусоидал сигнал кучайтиргич-чеклагич (КЧ) ёрдамида тўғри бурчакли импульсга айланади (расм-2.17, д) ҳамда қабул учун такт сигнали сифатида қўлланади.

Вақт диаграммаларидан кўриниб турибдики, рақамли сигналнинг “0” ва “1” сатҳли импульслар гуруҳи ИШ ва ИК блокларнинг чиқишида пайдо бўлиши мумкин. Бу ҳолат такт импульсларининг пайдо бўлишига таъсир қилмайди. Бундай бўлишига сабаб тор полосали филътрнинг катта инерционлиги ва маълум вақтда сўнувчи тебранишларнинг мавжудлиги, яъни тебраниш жараёнида йиғилган энергияни аста-секин сарфланишидир.

Лекин бу ҳолат узатилаётган сигналнинг тузилишига чекланишлар киритади, чунки нисбатан кенгрок “ноль” ва “бир” қийматли импульсларни мавжудлиги такт импульсларининг шаклланишини тўхтатилишига олиб келиши мумкин. Бундан ташқари рақамли сигнални узатиш пайтининг бошланишида ТПФ нинг чиқиш сигнали амплитуда тебранишлари аста-секин ўсади ва шу сабабли синхронлаш қурилмасининг чиқишида такт импульсларининг маълум вақтга кечикиши кузатилади. Шунинг учун рақамли сигналларни кетма – кет алоқа каналларида маълумотларни узатишда қўшимча **ўзгартириш (каналли кодлаш)** қўлланади, яъни кетма-кет узатилаётган “0” ва “1” сони чекланади.

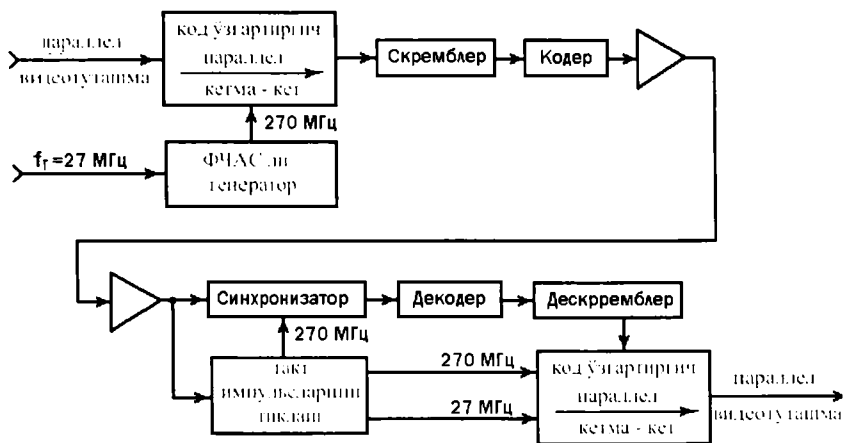


2.17-расм. Қабул қилинаётган рақамли сигналдан такт частотани тиклаш

**ITU – R BT 656** тавсияси кетма – кетли видеотуташманинг (интерфейсининг) **SDI (Serial Digital Interface)** рақамли телевизион сигналларни узатиш учун керакли кўрсаткичларни аниқлайди. 2.18- расмда мос видеотуташмали узатиш тизимининг тузилиш схемаси келтирилган.

Параллел интерфейснинг 10 разрядли рақамли сигнали, кетма – кетли шаклга айлантирилади. Бу ҳолатда такт частотаси 10 мартаба ошади ва унинг қиймати 270 МГцга етади. Сўнгра рақамли сигналларнинг такрорланувчи “0” ва “1” қийматлари скремблерланади, яъни у ерда маълумотлар битлари псевдотасодифий кетма – кетликка кўпайтирилади. Скремблерлангандан сўнг рақамли оқим канал кодерига тушади ва у ерда икки қутбли НК (НК – нолга қайтмайдиган, инглиз тилида NRZ – Non Return to Zero) кодга айланади. Бундай ишлов бериш натижасида кенг ноллар ва бирлар серияси йўқотилади ва чиқиш сигналида ҳар бир мантикий(логик) қиймагнинг ўзгариши мос равишда “1” га тенг бўлиши таъминланади. Бу қабул томонда

такт частотасини ишончли тикланишини белгилайди ҳамда қабул қилинаётган кириш сигнали қандай қутбли эканлигининг аҳамияти йўқлини таъминлайди. Қабул қилинган сигнал НҚ кодидан декодерланади ва кетма-кетли иккилик кодига айлантирилади ҳамда дескремблерлангач, АСБ ва АСО сигналлари топилади. Улар орқали кетма-кет кўриниш параллелга айлантиришда синхронлаштирилади.



2.18-расм. Кетма – кетли видеоушашманинг улашиши тузилиш схемаси.

Кетма – кет интерфейсининг узатгичи чиқишидаги сигнал киймати **0,8 В** га тенг. Узатиш жараёни тўлқин қаршилиги 75 Омга тенг коаксиал кабель орқали ташкил этилади. Шундай қилиб, иккилик символлар узатиш тезлиги 270 Мбит/с ни ташкил қилади ва кабелли алоққа каналининг полоса кенглиги 135 МГцдан кам бўлмаслиги лозим. Ҳақиқатда коаксиал кабеллар частота полосаси кенглиги бундан юкори бўлади. ITU – R BT 656 тавсиясига асосан даслабки кетма – кетлик видеоулашда ҳар бири 8 разрядли ёруғлик ёки рангфарқ сигналларини **9 бит**да узатиш кўзда тутилган эди ва бунда иккилик символларнинг узатиш

тезлиги 243 Мбит/с бўлади. Натиждада “0”ва“1” ларнинг серияларини қайта кодлаш керак бўлмайди.

## 2.5. Овоз сигналларини рақамли ҳолатда ифодалаш

Аввал таъкидлангандек, инсон ёшлиқда 15 Гцдан 22 кГц гача бўлган диапазондаги частотани эшита олса, кексайган сари эшитиш диапазони қисқариб боради ва катта ёшли инсон 20Гцдан 18кГцгача бўлган частотали овозларни (товушларни) эшита олади. Худди шундай ҳолат овоз баландлигини эшитишда ҳам такрорланади.

Қулоқнинг эшитиш диапазони кенг ва у 96 дБ ташкил этади, яъни энг баланд (кучли) овоз қиймати (бундан баланд сатҳда қулоқнинг “оғриқи” бўлади) билан энг паст овоз орсидаги фарқ 30 мингдан ортиқни ташкил этади.

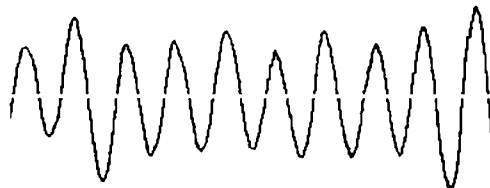
Шунинг учун студия трактида овоз сигналларини аналог - рақам ўзгартиришда квантлаш саноклари  $\Delta A=16 - 24$  бит/санок ва дискретлаш частотаси  $f_d=96$  кГц бўлади. Бундай юқори дискретлаш частотасини танлаш АРЎ нинг киришидаги ПЧФ ни соддалаштиришни таъминлайди ва овоз сигналининг 20кГцдан юқори ташкил этувчиларини осон сўндиради. Агар АРЎ нинг киришига овоз сигналининг  $f_d/2$  дан юқори частотали ташкил этувчиси кирса (Котельников шартининг бузилиши), унда овознинг тикланиш сифати бузилади. Студия каналларида  $A=16$  бит/санок, дискретлаш частотаси  $f_d=48$ кГц ва кодлаштириладиган овоз сигналларининг диапазони  $\Delta F=20 \dots 20000$  Гц қилиб олинади. Бунда катта **бит** ишорани белгилайди, яъни сигнал саноклари ишораси манфий ёки мусбат эканлигини кўрсатади.

Овоз сигналларини ўзгартиришда “дискретизация” термини ўрнига “сэмплирование” сўзи инглизча (Sample – намуна) қўлланилади, яъни АРЎ натижасида олинган рақамли маълумотлар кетма-кетлиги тушунилади.

Саноқлар қиймати

32768

0



-32768

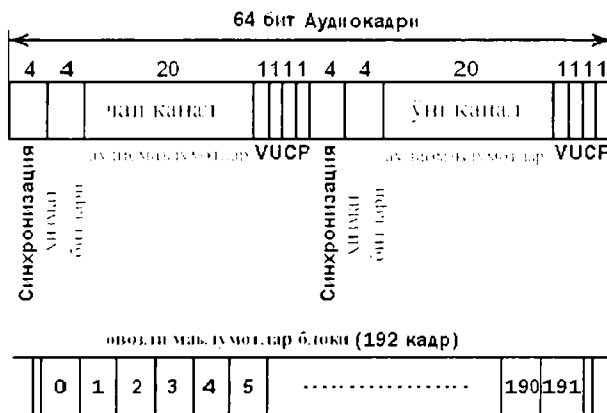
2.19.-расм. Овоз сигналини квантлаш сатҳи.

Агар 16 разрядли кодлаш қўлланилса, овознинг динамик диапазонни 90дБ бўлиши мумкин, аммо реал ҳолатда, динамик диапазонни сиқиш - кенгайтириш натижасида 50 – 60 дБгача камайтириш мумкин. Бунда сигнал қиймати кичик бўлганда квантлаш шовқинининг микдорини камайтириш ва сигнал қиймати катта бўлганда АРЎни чекланишлардан сақлаш мумкин бўлади. Телевидениеда тасвирнинг овоз ташкил этувчи сигналини узатишда 2 турдаги аудиоинтерфейс ишлатилади:

- биринчи тур- икки каналли кетма – кет балансли профессионал интерфейс AES / EBU ёки IEC 958;
- иккинчи тур-икки каналли кетма – кет балансланмаган маиший аппаратуралар интерфейси SPDIF ёки IEC 958.

Бу интерфейслар электр қисми билан фарқланади ҳолос, аммо маълумотлар бир хил форматда бўлади ва у 2.20-расмда кўрсатилган. Иккала интерфейсда ҳам, сигнални 32 – 48 кГц частота билан дискретлаб, стерео форматли аудиомаълумотларни реал вақтда узатиш учун, 20 бит сигимга (ҳажмга) эга бўлган каналда қўлланилади. Интерфейс аудиомаълумотлар блокдан ташқари 4 битли қўшимча маълумотларни (масалан: компандернинг сиқиш коэффициенти ҳақида маълумот) декодерга йўллашга хизмат қилиши ҳам керак. Яна қўшимча каналнинг ҳолати аниқловчи V(моно) ёки С (стерео), фойдаланувчининг маълумотларини U, жуфтлигини текширувчи P битлар бўлиши билан бирга 4та синхронизация бити бўлиши керак. Ҳозирда 4та хизматлар бити аудиомаълумотлар таркибига

киритилган ва шунинг учун умумий сизим (ҳажм) 24 битдан иборат бўлади.



2.20-расм. AES/EBU стандартида овоз сигналининг ифодаси.

Келтирилган стандарт иккита овоз сигналини шакллантиради (масалан: 2 моно ёки 1 стерео канал) ва уларнинг санокларидан 64 бит ўлчамли аудио кадр ҳосил қилинади.

Рақамли оқимни шакллантиришда 192та кетма – кет кадр бирлаштирилиб, маълумотлар блоклари яратилади ва махсус битлар ёрдамида- сигнал ҳақидаги ахборот (моно ёки стерео), киритилган ўзгартиришлар ва жамланган фойдаланувчи ҳақида маълумотлар узатилади.

“С” бит 192та аудиокадрдан иборат аудиомаълумотлар блокларини узатиш вақтида 24 байт ахборотни (канал ҳолати, дискретлаш частотаси, частота бўйича дастлабки бузилишлар ҳақидаги маълумотларни) кетма кет узатишга хизмат қилади.

**Аниклик бити “V”** ҳар бир субкадрнинг “0”да жойлаштирилади ва узатилаётган сигнал аналог сигналга айлантирилиши кераклигини белгилайди.

**Фойдаланувчининг бити “U”** фойдаланувчи ёки ишлаб чиқарувчининг талабига бинонан қўлланиладиган бит.

**Жуфтликни назоратловчи бит “P”** субкадрдаги сонлар



қиймати доимо жуфт бўлмоғини таъминлайди ва шу орқали қабул қилинаётган кадрнинг хатосини аниқлайди.

Бундан ташқари, 2.19- расмда келтирилган рақамли аудиосигнални, қабул қилувчи қурилманинг ҳар қандай қисми кадр ва субкадр орасидаги чегарани “билиши” лозим.

Бу мақсад учун ҳар бир кадр ва субкадрни синхронизацияловчи сарлавҳа блоки хизмат қилади.

Синхронизацияловчи сарлавҳалар 3 та турга бўлинади:

1. Чап канал субкадрининг бошланишини белгилайдиган саноклар учун;
2. Ўнг канал субкадрининг бошланишини белгилайдиган саноклар учун;
3. Ҳар 192 кадрдан сўнг (дискретизация частотаси 48кГц олинганда ҳар 4 мсекда қайтарилади) такрорланадиган битлар кетма –кетлигини белгилаш учун.

AES/EBU стандарти бир қатор дискретлаш частоталаридан фойдаланишни кўзда тутаяди, улардан телевидение учун 48кГц частотаси анча қулайдир, чунки маълумот блокининг давом этиш вақти 4мсекдан иборат. Овозни дискретлаш частотаси ва видеокадр частотаси орасидаги нисбат содда қилиб белгиланган бу ўз навбатида рақамли видео ва овоз сигналларини битта алоқа линиясидан узатиш ва синхронизация қилишни соддалаштиради.

## **2.6. Телевизион АРЎ ва РАЎ нинг тузилишлари**

Тасвир ва овозни рақамли узатилишига ўтиш жараёни тегишли элементлар базасини яратишни талаб этди. Нисбатан арзон, электр энергиясини кам истеъмол қиладиган дискретлаш частотаси бўйича талабларни бажарадиган, квантлаш разрядлар сони етарли ва ўзгартириш (алмаштириш) хатоликлари кам бўлган АРЎ ва РАЎ яратила бошланди. Аввалги бобларда келтирилганидек, видео сигналлар учун АРЎ-РАЎ ларнинг разрядлар сони 8 ёки 10 баъзида ҳатто 12, дискретлаш частотаси 13,5МГц ҳамда (oversampling), яъни дискретлаш частотасини қийматини ошириш талабига асосан 30МГц ва ҳатто 60МГц

қилиб белгиланадилар. АРЎ-РАЎ ларда овоз сигналларини квантлаш учун 16 сатҳ, яхшиси 18...20 сатҳ олиниси ва дискретлаш частотаси 50 кГцдан кам бўлмаслиги (oversampling) ҳисобга олиб 150...200 кГц қилиб танланиши мақсадга мувофиқ.

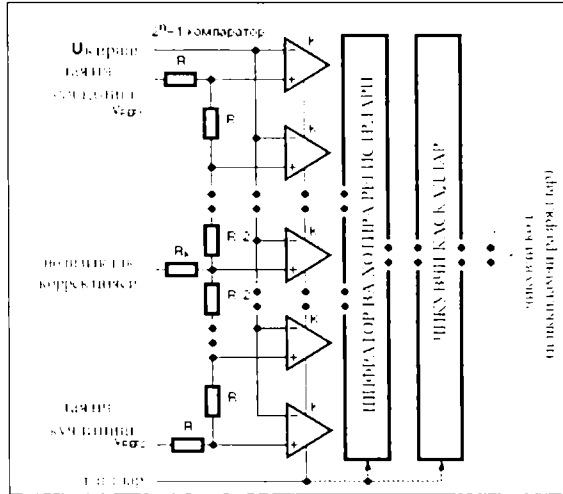
Ҳозирги замон АРЎ ва РАЎ лари асосан катта интеграл микросхемалар кўринишида бўлиб, ТТЛ ва КМОН технологиялари асосида, кам ташқи элементлар уланган ҳолда тайёрланадилар. Қуйида кенг тарқалган АРЎ ва РАЎларнинг баъзи бирларини кўриб чиқамиз:

### Параллел АРЎ

Телевизион сигналлар АРЎ блокнинг асосий хусусиятлари бири уларнинг юқори тезлиги. Бу талабга кўпроқ **параллел АРЎ** (2.21-расм) ва **параллел-кетма-кетли АРЎ**лар (2.22- расм) мос тушади. Параллел АРЎ асосан куйидаги ташкил этувчилардан иборат:

- R-резисторлардан тузилган таянч кучланишни бўлувчи элементлар;
- К-кучланиш компараторлари жамламаси;
- Ракамлаштиргич (шифраторлар);
- Чиқиш каскадлари.

Кенг частота ўтқишиш оралиғини таъминлаш ҳамда компараторларнинг сезгирлигини сақлаш учун **стробирация** қўлланилади, яъни компараторнинг чиқишидаги маълумот такт частотасининг аниқ маълум вақтларида ўқилади (масалан: такт частотасининг орқа fronti бўйича). Чиқишда  $n$  икки разрядли сигнал олиш учун, қурилма  $2^n - 1$  компаратордан иборат бўлиши керак. Компараторнинг биринчи киришлари бирлаштирилган ва уларга ташқи кирувчи сигнал ( $U_{кириш}$ ) берилса, бошқасига эса бўлгичлар орқали – бўсага (порог) кучланиши берилади. Бўлгичлар киришига юқори стабиллик таянч кучланиши берилади.



2.21-расм. Телевизион сигналлар АРЎнинг параллел тури.

Шундай қилиб, компараторлар киришдаги маълумот кучланиши билан таянч кучланишларини солиштирадilar. Агар киришдаги маълумот кучланиши бўсага кучланишидан кичик бўлса, компаратор чиқишидаги мантикий “0” га тенг бўлади.

Агар маълумот сигнали бўсага сигналдан катта бўлса, компаратор чиқишида мантикий “1” қиймати ҳосил бўлади. Хилма хил компараторлардаги таянч кучланишлари квантлаш қадамига мос равишда ўзгаради. Масалан: Бир вольт кучланишли 8 разрядли рақамли телевизион сигнал учун 255 компаратор керак бўлади ва таянч кучланиши 3,9 мВ кадам билан ўзгаради.

Қанчалик кирувчи сигналнинг қиймати катта бўлса шунча кўп компараторлар чиқишида мантикий “1”га ҳосил бўлади. Шифратор эса  $(2^n - 1)$  ли разрядли компараторларнинг коддини  $n$  – разрядли иккилик кодига айлантиради ва чиқиш регистрида ёзди ҳамда чиқишга узатади. Бундай АРЎнинг тезлиги компараторлар ва шифраторнинг тезликларига боғлиқ

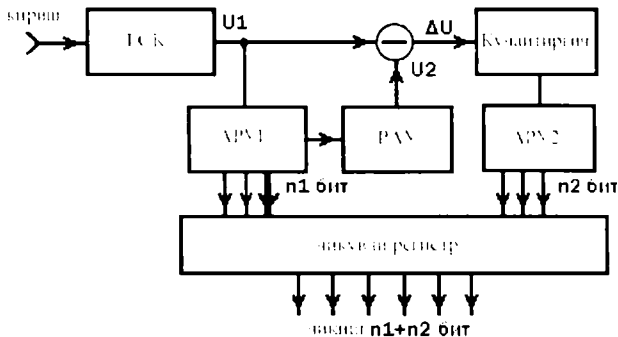
Дискретлаш вақтлари такт ёки стробирация импульслари билан аниқланиб, компараторлар ишлашинига рухсат берилади ва шифратор чиқишидаги кодлар қайд этилади.

Параллел турдаги АРЎнинг разрядлар сонини биттага ошириш компараторлар сонини икки марта оширишни талаб этади. Бу ўз навбатида катта интеграл микросхеманинг кристалл майдонини ошишига олиб келади ва схема мураккаблашиб, энергия таъминот куввати кўпаяди. Шу сабабли бундай кўринишли тезкор АРЎлар разрядлар сони 8 тадан ошмаган ҳолдатлардагина ишлатилади.

### Параллел -кетма – кет АРЎ

Разрядлар сони кўп ва айни вақтда тезкорлиги юқори бўлган АРЎ бу параллел – кетма – кет вариантдир (2.22-расм). Аналог сигнал хотира ячейкаси сифатида танловчи ва сақловчи қурилмада (ТСК), (русча УВХ – устройства выборки и хранения) дискретлаш вақтларида, қирувчи сигнал қийматлари ёзилади (белгиланади). АРЎ1 нинг биринчи тактида “кўпол (дастлабки)” ўзгартириш амалга оширилади ва  $n1$  юқори разрядлар шакллантирилади ҳамда РАЎ ёрдамида  $U_2$  кучланиши ҳосил қилиниб,  $U_1$  дан айирилади. Ҳосил бўлган кучланишлар фарқи  $\Delta U$  ( $U_2 - U_1 = \Delta U$ ) кучлайтирилади ва АРЎ2нинг иккинчи тактида  $n2$  кичик разрядларни аниқловчи чиқиш кодини шакллантиради. Шундай қилиб,  $n = n1 + n2$  иккилик разрядли натижавий код ҳосил қилинади, аммо параллел-кетма-кет турда ўзгартиришлар вақти параллел турга қараганда 2 марта кўп вақт талаб этади.

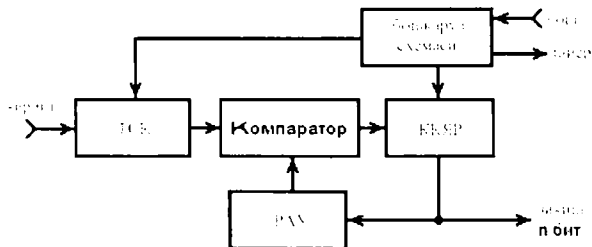
Бу турдаги АРЎ нинг хусусияти унинг разрядлари шаклланишининг содаллиги. яъни иккита 8 разрядли параллел турдаги АРЎ дан фойдаланиб, 16 разрядли чиқиш кодини олиш мумкинлиги. Кучланишлар фарқини ( $\Delta U$ ) кучайтирилиши туфайли АРЎ2да квантлаш қадамини катта қилиб танлашга имкон яратилади. Шу сабабли 10 – 12 разрядли рақамли телевидениеда, дискретлаш частотаси 40 – 60МГц ва ундан юқориларда юқори бўлган ҳолатларда параллел – кетма -кет тузилмаси қўлланилади.



2.22-расм. Параллел -кетма –кет туридаги APЎ

### Тенглаштирувчи турдаги APЎ

Бу турдаги APЎ (2.23-расм) овозни рақамли сигналга ўтказишда ишлатилади, ҳамда чиқувчи код 16 – 20 разрядли бўлиши талаб этилади, аммо ўзгартиришлар тезкорлиги аҳамиятга эга эмас. Тенглаштирувчи турдаги APЎ танловчи ва сакловчи қурилма, компаратор, кодга кетма-кет яқинлашиш регистри (ККЯР), бошқариш схемаси ва РАЎлардан иборат.



2.23-расм. Тенглаштирувчи турдаги APЎ

Ўзгартиришлар реал вақтда амалга ошириладиган параллел ёки параллел кетма-кет APЎдан фаркли тенглаштирувчи турдаги APЎ анча секин ишлайди. Ўзгартиришлар фақат “Бошланиш” (“Пуск”) сигнали берилиши билан бошланади ва ТСК кириш кучланишининг шу вақтдаги қийматини эслаб қолади. Шундан сўнг кетма-кет яқинлашиш сўлжитиш регистри такт импульслари

асосида тенглаштириш жараёни бошлайди. ККЯР нинг чиқиши РАЎга уланган ва РАЎ ўз навбатида ККЯР га ёзилган код комбинациясига асосан кучланишни шакллантиради. ККЯР коди ўзгарганда РАЎ чиқишидаги кучланиши ўзгаради ва у компараторнинг киришидан бирига узатилади ҳамда унинг қиймати кириш сигнали қиймати билан солиштирилади. ТСК да ёзилган кириш сигнали қиймати ва РАЎнинг чиқиш сигналлари қийматлари тенглашгунча жараён (ўзгартиришлар) давом этади. Бу ҳолатда, яъни сигналлар тенглашган ҳолатда, компаратор ККЯРга такт сигналларни узатишни тўхтатади ва ўзгатириш жараёни тугайди. Сўнгра маълумотларни ўқиш учун бошқариш схемаси “Тайёр” (Готовность) сигналини шакллантиради. Барча ўзгартиришлар жараёни  $n$  такт даврда амалга оширилади.

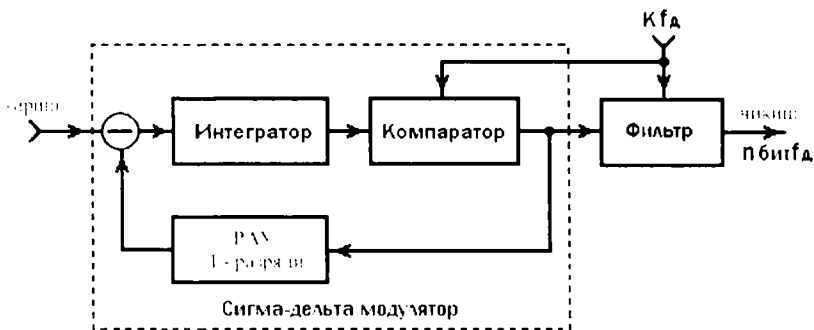
Тенглаштирувчи АРЎнинг асосий муаммоси РАЎ ни тайёрлашдаги талаб қилинадиган разряд ва тезкорликни таъминлашдир.

Телевидениени рақамлаштиришда бир вақтда бу иккала кўрсаткични таъминлаш бир бирига зид масала. Шу сабаб бу турдаги АРЎ асосан овоз сигналларини рақамлаштиришда фойдаланилади.

### Сигма – дельта АРЎ

Квантлашнинг энг катта разряд сони сигма – дельта АРЎ модуляторда (ёки оддий сигма – дельта АРЎ) амалга оширилади. Шундай АРЎнинг оддийгина ташкилий чизмаси 2.24- расмда келтирилган.

Бир разрядли АРЎ вазифасини бажарувчи ёки компаратор айиргичнинг чиқишидаги кучланиш билан ноль қийматни билан солиштиради. Компаратор  $k f_d$  частота билан тактланади ва бир разрядли АРЎ га таъсир кўрсатади. АРЎ нинг чиқиш кучланиши, мантикий “1” бўлганда,  $+ U_{оп}$  қийматни ва мантикий “0” бўлганда эса  $- U_{оп}$  қийматни қабул қилади. АРЎнинг чиқишидаги кучланиш кириш сигнали  $U_{кириш}$  дан айрилади ва интегралланади, яъни интеграллаш натижаси ўрға қийматга келтирилади ҳамда компаратор киришига берилади.



2.24-расм. Сигма – дельта АРЎ

Манфий тескари боғланишли кучатувчи тизим интегратор чиқишида ноль қийматли кучланишни ушлаб туришга хизмат қилади. Шу сабабли кириш кучланиши қиймати катталашганда компаратор чиқишида мантиқий “1” кўпроқ вақт давомида мавжуд бўлади ва аксинча кириш кучланиши камайганда мантиқий “0” да ҳам шундай бўлади.

Компараторнинг чиқишида мантиқий “1” ва “0” кетма-кетликлар рақамли филтлда  $n$  – разрядли иккиликларга айлантирилади ҳамда  $f_d$  частота билан дискретланиб, АРЎ чиқишига берилади.

Сигма – дельта АРЎ 24 разрядгача квантлашга эга бўлиб, юқори сифатли овоз сигналларини рақамли узатишда ва ўлчов жиҳозларида қўлланади.

2.4- жадвалда кўп тарқалган катта интеграл схемалик АРЎларнинг кўрсаткичлари келтирилган.

### Рақам – аналог ўзгартиричлар

РАЎ ни шакллантиришда асосан тоқларни суммалаштириш принципи(омили) ишлатилади. 2.25- расмда РАЎ нинг ташкилий чизмаси кўрсатилган, унда  $n$  – ток генераторидан иборат таянч манбадан озикланувчи ( $U_{\text{таянч}}$ ),  $n$  – калит сони (бу ерда  $n$  – иккилик разрядлар сони, келтирилган мисолда бу сон 4 га тенг). Тоқнинг катталиги иккиннинг даража кўрсаткичига пропорционал. Агар навбатдаги тактда тегишли  $Q$  битнинг рақамли сигнали мантиқий “1” га тенг бўлса, калит кўшилади ва тескари ҳолатда

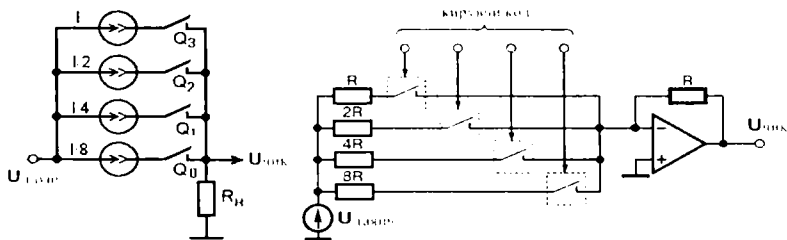
(“0” кийматда) калит узилади. Умумий ток юклама қаршилиги  $R_n$  орқали оқади ва чиқиш кучланиши  $U_{чик}$  ни ҳосил қилади. Токлар йиғиндисини кучланишга ўзгартириш учун РАЎ нинг чиқишда операцион кучайтиргич қўлланиши мумкин.

#### 2.4-жадвал

##### Кўп тарқалган АРЎларнинг айрим кўрсаткичлари

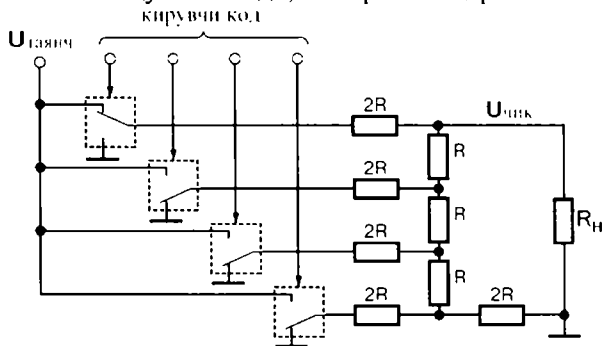
АРЎ тури	Ишлаб чиқарган корхона	Разрядлар сони	Максимал дискретизация частотаси	Максимал талаб этилувчи кувват мВт	Изох
AD73322L	ANALOG DEVICES	2x16 АРЎ 2x16 РАЎ	64 кГц	73	Овозли, икки каналли, сигма-дельта кодек
AD7721	ANALOG DEVICES	16	312 кГц	175	Сигма-дельта
AD7660	ANALOG DEVICES	16	100 кГц	15	Тенглаштирувчи турдаги
AD9224	ANALOG DEVICES	12	40 МГц	390	Параллел-кетма-кет турдаги тўрт погонати, хатолар коррекцияси учун
AD9840	ANALOG DEVICES	10	36 МГц	140	Видеосигналга ишлов бериш схемаларига эга, ПЗС-телекамералари учун
SAA7366	PHILIPS	2x18	53 кГц	345	Овозли, икки каналли, сигма-дельта, кетма-кет чиқишли
TDA8716	PHILIPS	8	120 МГц	900	Параллел-кетма-кет келувчи икки погонати, хатолар коррекцияси учун
TDA8752	PHILIPS	3x8	80 МГц	1000	Уч каналли, СК-экранларни бошқариш учун, ТВ синхронизация учун
SAA7111A	PHILIPS	2x8	14,3 МГц	500	Ракамли ранглилик декодерига эга ТРТСдан ракамли ТВ-сигналларни шаклантиргич.
SAB9076H	PHILIPS	4x8	27 МГц	1000	«Кадрда кадр» контроллери





2.25-расм. Суммалаштирилган икки ўлчам токли РАЎ

Ҳозирги пайтда тоқларни ҳосил қилиш учун резистив матрица  $R - 2R$  кенг қўлланилади, 2.26-расмга қаранг.



2.26-расм.  $R - 2R$  матрица асосидаги РАЎ

Суммалаштирилган иккилик ўлчам токли РАЎнинг афзаллиги ток генераторлари ва калитлар сони минималлигидир. Аммо разрядлар сони катта ва ўзгартириш частотасининг юқори бўлган ҳолатларида кўп ток генераторларнинг бир вақтда уланиши манбаа тоқининг кескин пасайиши ёки сакрашига олиб келади ва бу ўз навбатида РАЎнинг чиқишидаги кучланишнинг бузилиши келиб чиқади.

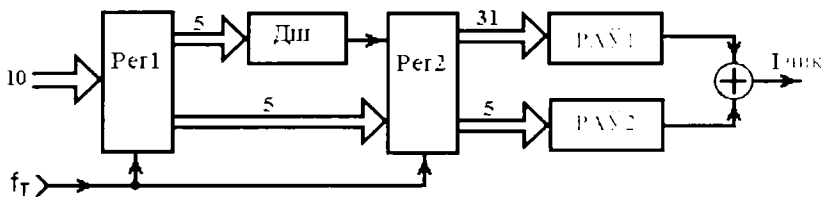
РАЎнинг яна бир камчилиги кўрсаткичлари юқори аниқликка эга бўлган ҳар хил қийматли резисторларни қўлланиши ва шу сабабли муракаб ва қиммат технологияларнинг ишлатилиши.

Агар ток генераторлари ва калитлар сонини  $2^n - 1$  гача оширсак ва барча генератор тоқларини  $I_0$  тенг қилиб олинса, юқоридаги кўрсатилган камчиликлар анчагина камаяди.

РАЎнинг киришига  $K$  иккилик сон ( $K = 0, 1, \dots, 2^n - 1$ ) берилса, унда  $K$  калитлар уланди ва чиқувчи ток  $K I_0$  га тенг бўлади.

Кириш сигнали кўпайса, калитлар кўшилади ва улар камайса ажралади. Бундай вариант тўла декодерланган РАЎ дейилади ёки термометрга ўхшаб суюқлик баландлиги тушгани ёки кўтарилгани каби “термометр” термини ҳам қўлланилади. Аммо, бундай РАЎдаги элементлар сони иккилик ўлчанган токли РАЎдан кўп бўлади.

Тезкор кўп разрядли квантланган РАЎларни куришда сегментларга бўлинган структураси схема қўлланилади. Ана шундай 10 разрядли РАЎнинг тузилиши мисол сифатида 2.27-расмда келтирилган.



2.27-расм. 10 разрядли сегментланган РАЎ

Расмда катта стрелкалар билан рақамли шиналар кўрсатилган, устига ёзилган сонлар ундаги разрядлар сонини кўрсатади.

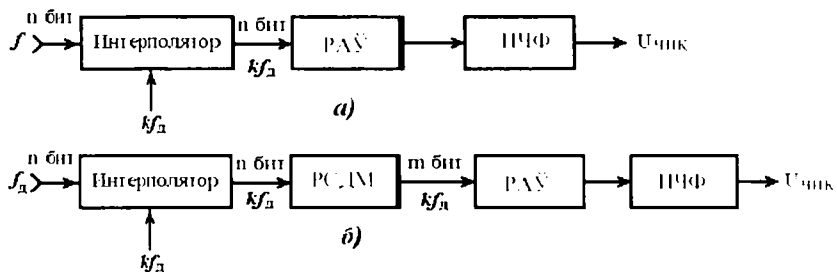
Кирувчи 10 разрядли код регистр  $Reg1$ да  $f_T$  такт частота билан қайд қилинади. Сўнгра 5та юқори разрядлар дешифратор (ДШ) ёрдамида 31 разрядли кодга айлантирилади. Айлантириш учун тўла декодерлаш конуни ишлатилади: агар дешифраторнинг киришида  $N$  сони (иккилик кодда) бўлса, ДШ чиқишида  $N$  кичик разрядлар “1” қийматни қабул қилади ва бошқа чиқишларида фақат “0”лар бўлади. ДШнинг чиқишидаги кодлар ва кириш

сигналининг 5 кичик разряд кодлари 36 разрядли регистрда (РЕГ2) хотирада сақланади ҳамда ҳосил қилинган 31 разрядли код РАЎ1 га келиб тушади. РАЎ1 ўз навбатида 31та бир хил қийматли ток генератори ва 31та калитдан иборат.

5та кичик разрядлар РАЎ 2га тушади, у эса иккилик ўлчам тоқларни суммалаштириш омили асосида қурилган. РАЎ1 ва РАЎ2 тоқлари қўшилиб, ўзгартиргичнинг чиқиш тоқи ҳосил қилинади.

РАЎ 1 ва РАЎ 2 да пайдо бўлган халақитлар қиймати аҳамиятсиз бўлиб қолади, чунки кичкина қийматли тоқлар уланиши мавжуд бўлади.

Овоз сигналларини рақам – аналог ўзгартиришда дискретлаш частотаси қийматини ошириш ва интерполяция(яқинлашиш) ишлатилади. Бунинг учун махсус РАЎлар қўлланилади (2.28, а-расм).



2.28-расм. Интерполяцияли (а) ва сигма – дельта модуляторли (б)РАЎлар

Интерполятор рақамли қурилма бўлиб, бунда киришдаги ҳар икки санок орасига маълум кунунлар асосида аниқланадиган, қўшимча  $k - 1$  донга янги саноклар киритилади. Натижада дискретлаш частотаси қиймати  $k$  мартаба ошади.

Сўнгра сигнал  $n$ -разрядли РАЎда аналог шаклга ўзгартирилади ва ПЧФ ёрдамида филтрланади.

## Кўп тарқалган айрим РАЎларнинг кўрсаткичлари

РАЎ тури	Ишлаб чиқа- рувчи корхона	Разрядлар сони	Макси- мал дискрети- зация частотаси	Максимал талаб этилувчи қувват мВт	Изох
AD1859	ANALOG DEVICES	2x16/18	44,1 кГц	330	Овозли. икки каналли, сигма- дельта, интер- поляцияли ва ПЧФ
AD768	ANALOG DEVICES	16	30 МГц	465	Паст коммутацион халакитли
AD9701	ANALOG DEVICES	8	250 МГц	780	Синхронизация ва сўн-дирувчи импульслар шакллантирувчи
ADV7123	ANALOG DEVICES	3x10	140 МГц	180	Уч каналли, синхронизация ва сўндирувчи импульслар шакллантирувчи
TDA1305	PHILIPS	2x20	48 кГц	200	Овозли. стерео, 96 тагача қайта дискретизацияга эга ва интерполяцияли
TDA8776	PHILIPS	10	1000 МГц	925	2.27-расмдаги чизмадек Сегментланган РАЎ

Энг кўп квантлаш разряди сигма – фильтр модуляторли РАЎ да таъминланади (2.28, б-расм). Интерполятор дискретлаш частотасини “ $k$ ” маротаба оширади. Рақамли сигма – дельта модулятор  $n$  разрядли иккилик сўзларни  $m$  –разрядли сўзларга айлантиради ( $m < n$ ) ва  $m$  – разрядли РАЎда аналог сигналга ўзгартириб, ПЧФда текисланади (спектр тозаланади).

Сигма – дельта модуляторда  $m$  – разрядли сўзлар шундай шакллантириладики, бунда катталаштирилган дискретлаш частотасидаги, бир неча санокларнинг ўрта қиймати олиниб,

чиқиш аналог сигналининг талаб этиладиган қиймати таъминланади.

Қанчалик “ $m$ ” “ $n$ ” га нисбатан кичик бўлса, дискретлаш частотаси қанчалик катта бўлишини кўрсатадиган “ $k$ ” хам ортади. Энг юқори қийматда  $m = 1$  бўлади. Бу ҳолатда чиқиш кучланиши текисланган импульслар кетма –кетлигига айланади, яъни импульс кенглиги бўйича ёки импульс частота бўйича модуляцияланган каби.

2.5-жадвалда айрим кўп тарқалган катта ИС РАЎлар келтирилган.

### 3. ТЕЛЕВИЗИОН ТАСВИР ВА ОВОЗ СИГНАЛЛАРИНИНГ ҲАЖМИНИ СИҚИШ

Ўтган бобларда келтирилгандек, аналог телевизион сигнални рақамли шаклга ўзгартирилганда, чиқишдаги видео маълумотлар оқими 240 Мбит/с гача етиши мумкин ва бу бир соатда узатилаётган маълумотлар учун 108 Гбайтни ташкил этади. Бу ўз навбатида рақамли телевидение 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 кийинчиликларни келтириб чиқаради. Шу сабабли видеосигнал кўрсаткичларини мослаштириш ва алоқа каналларидан узатиш учун, телевизион тасвир маълумотларнинг ортикчалигини ҳисобга олган ҳолда, сиқиш усулларидадан фойдаланилади. Агар сиқиш қўлланилмаса ўрта ҳолдаги битта фильм юзлаб Гигабайтни эгаллайди.

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

**Сифатни йўқотмасдан сиқиш йўли.** Бу йўл тикланган тасвирнинг дастлабки тасвирга тўла мослиги амалга оширилади, лекин сиқиш коэффициентини катта бўлмайди, кўпинча бу 10 – 20 мартани ташкил этади. Бунга стагик графика формати GIF ва видео учун GIF 89 мисол бўла оладилар.

**Сифатни йўқотиб сиқиш йўли.** Видео маълумотларни маълум қисмини йўқотган ҳолда катта сиқиш коэффициентини таъминлайди. Аммо агар инсон кўзи дастлабки ҳақиқий тасвир билан қайта ишланган тасвир ўртасидаги фарқини сезмасе, бундай сиқишни сифати йўқолмаган сиқиш дейиш мумкин. Иккала тасвир – ҳақиқий ва сиқиш йўли билан компрессор ёрдамида олинган тасвирлар (тиклангандан кейин) орасидаги фарқ иложи борича кам бўлиши керак ва битлар бўйича тўғри

келмайди, ammo инсон кўзи буни сезмаслиги мумкин. Шу сабабли амалиётда тасвир маълумоти нинг маълум қисмини олиб ташлаб, ўзгартиришлар амалга оширилади ва кейин эса ахборотни йўқотмасдан маълумотлар си қилади.

Куйида телевизион тасвир сигналининг ортиқчалик турлари кўриб чикилади ва ортиқчаликни олиб ташлаш усуллари келтирилади.

### **3.1 Телевизион сигналларнинг ортиқча маълумотининг турлари ва ортиқчал икни олиб ташлаш усуллари**

Телевизион тасвирнинг тахлили шуни кўрсатадики, улар катта ҳажмли ортиқча маълумотларга эга ва куйидаги 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.

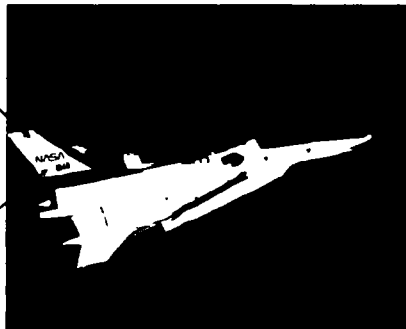
**Кодлик ортиқчалик** тасвирда бир хил кўринишдаги ва ёруғлик нуруни бир хил қай тарадиган кўплаб объектлар (таркибий қисмлар) мавжуд бўлиб, уларнинг юзаси бир хил ёруғлик нуруларини шакллантиради ва бундай ҳолат кўп тарқалган. Мисол учун 3.1- расмга қаранг.

Ёруғлик нури пикселларини иккилик қиймат 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 камай-

тиришга имкон беради.

244	244	246	247	247	248	249	248
244	244	246	247	247	248	249	248
245	245	247	247	248	248	249	248
245	246	248	248	248	248	249	248
247	246	248	248	248	248	249	248
247	247	249	249	248	248	249	248
248	248	250	249	249	248	249	248
246	247	251	250	246	245	248	249

243	248	248	244	245	244	242	
248	243	248	248	242	243	242	248
247	243	241	241	242	243	242	241
247	244	243	242	242	242	242	242
247	245	244	243	242	242	243	243
246	245	246	244	242	241	243	246
248	246	246	244	242	241	243	246
246	246	246	244	242	241	243	246



3.1- расм. Тасвирни кодли ва элементлараро ортиқчаликни кўрсатувчи мисоллар

**Элементлараро ортиқчалик** (3.1-расм) 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 ҳажми орттиради холос.

Элементлараро 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.

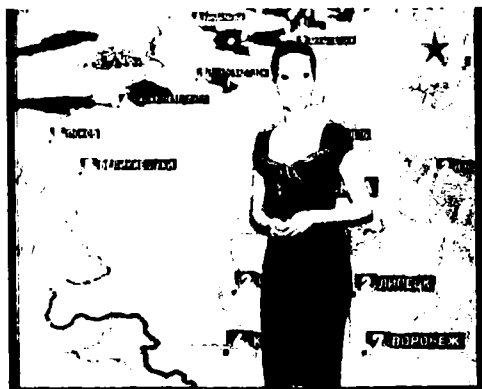
**Психофизик ортиқчалик** кўзимизнинг кўриш қобилиятига асосланган, яъни тасвирдаги маълумотнинг айрим қисмидаги маълумот йўқотилиши унинг сифатига сезиларли даражада таъсир этмаслиги мумкин. Масалан: кўз ёруглик ўзгаришидан кўра ранг ўзгаришини камроқ сезади.

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 рангги иккинчи даражали бўлиб қолади.

**Тузилмавий ортикчалик** 3.2-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 ортикчалик ҳажми камайтирилади.



3.2-расм. Тузилмавий ортикчаликни кўрсатувчи мисол

**Вақтли ёки кадрлар аро ортикчалик** битта видеосюжет вақтида икки қўшни кадр орасидаги фарқ нисбатан сезиларсиз бўлиши сабабли (3.3- расм), телевизион тасвир маълумотида асосий кадрга нисбатан кадрлар фарқини узатиш амалга оширилса, видео оқимдаги сикиш коэффицентининг катта қийматга эришиш имкони яратилади. Амалиётда кадрлар аро фарқ қўлланилмайди, чунки расмнинг жойлашинининг ўзгариши тасвир пикселлар координаталарининг ўзгаришига олиб келади ва кадрлар фарқининг ошиши келиб чиқади ҳамда бу ўз навбатда кадрлар орасидаги маълумотнинг ўсишига олиб келади.



3.3-расм. Видеосюжетдаги қўшни кадрлар ва улардаги кадрлар аро фарқининг кўриниши.

Шу сабабли амалиётда қўшни тасвир фрагментларини компенсациялашга асосланган мураккаб кадрлар аро фарқларни аниқловчи усуллар қўлланилади.

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 блокларининг ўзаро силжишлари ва кадрлар орасидаги фарқни кўрсатувчи маълумотлардан ташкил топади. Айтилган амаллар MPEG стандарти оиласига тегишли ва шунга ўхшаш кодекларда қўлланилади. Бугунги кунда эффективлиги хилма хил бўлган, видеомаълумотларни сиқишнинг кўплаб усул ва алгоритмлари ишлаб чиқилган ва улар турли сифат кўрсаткичларига, қўлланилган алгоритмлар мураккаблигига ҳамда тезкорлига боғлиқдирлар.

Шундай қилиб, тасвир сигналини 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 кенгроқ кўриб чиқамиз.

### 3.2 Спектр ўзгартириш асосида тасвир сигналини 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.

#### 3.2.1. Дискрет-косинус ўзгартириш асосида тасвирларни сиқиш

Олим В. Чен томонидан 1981 йилда таклиф этилган ва ДКЎ яхши ўрганилган ҳамда ўзгартиришлар JPEG, MPEG, MPEG – 1,

MPEG – 2, MPEG – 4 форматларида юкори эффективликда қўлланилган. Мазмуни бўйича бу усул Фурьенинг икки ўлчамли дискрет ўзгартиришига ўхшаш, фарқи фақат базис функцияларини ишлатилишида. ДКЎнинг афзаллиги каторнинг 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 горизонтал координатаси  
 $u$  – блок ичидаги координата,

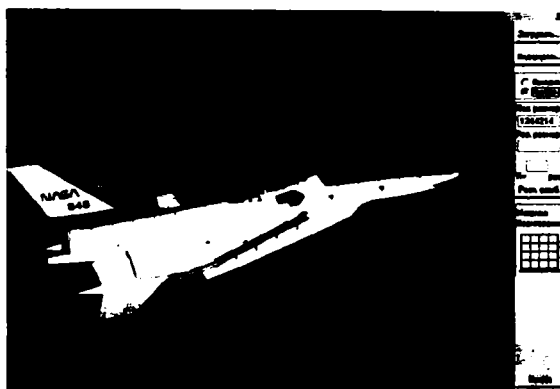
$C(u), C(v) = 1/\sqrt{2}$   $u, v=0$  учун ва акс холатда  $C(u), C(v) = 1$

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

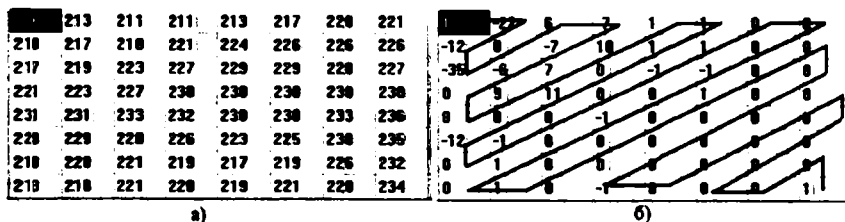
Бундай усул кадрларни (3.4-расмга қаранг) 64 (8x8) санокли блокларга бўлаклашни кўзда тутати ва улар (3.5, а-расм) сигналлар матрицаси дейилади. Сигнал матрицалари ўз навбатда шу ҳажмли частота коэффициентлари матрицасига (3.5б-расм) айлантрилади. Улар горизонтал ва вертикал йўналишлардаги икки ўлчамли тасвир спектрининг кўринишида ифодаланган. Бундай матрицанинг чап тепа бурчагидаги коэффициентлар тасвирнинг паст частотали ташкил этувчисини ва ўнг пасткиси коэффициентлар юкори частотали ташкил этувчиларни кўрсатади.

**ДКЎ спектрининг хусусияти шундан иборатки, частота спектри энергиясининг асосий ташкил этувчилари ноль қийматли частота атрофида йиғилганлигидир.** Юкори 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 (3.5, б-расм) ва узун серияларни статистик компрессор (RLE) орқали сиқилади



3.4-расм. Дастлабки тасвир



3.5-расм. Даслабки тасвирнинг ёруглик сигнали матрицаси. (а) – пикселлар ўлчами 8x8 ва (б) – тўғридан тўғри ДКЎ дан сўнгги матрица коэффициентлари.

Узатилиш пайтида нолли коэффициентлар чиқариб ташланганлиги сабаб, сиқилиш сифат йўқолмаган ҳисобланади ва тасвир декомпрессиядан (тиклангандан) сўнг оригиналдан (ҳақиқийсидан) фарк 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

аник сонларга (квантлаш матричасига) бўлинади, ҳамда олинган қиймати тўла сонга етгунча яхлитланади, бу эса ноллик коэффицентлар кетма-кетлигини кўпайишига ва сиқиш коэффиценти қийматини ошишига олиб келади. Тиклаш жараёнида ана шу маълум сонга, кўпинча 10га кўпайтирилади. Аммо бундай маълумотларни яхлитлаш бир томондан тасвирни сиқиш коэффицентининг қийматини оширса, бошқа томондан ахборотни қайтариб бўлмас йўқотишларига олиб келади ва натижада катта коэффицентли сиқиш қўлланиши туфайли ёруглик сигналларини чегараларда ўзгариш жараёни бузилади. Бу эса ўз навбатида бузилишлар пайдо бўлишига ва оқибатда тасвир блокининг тиклашдаги аниқлик ва сифатнинг пасайишига олиб келади (3.6-расм).



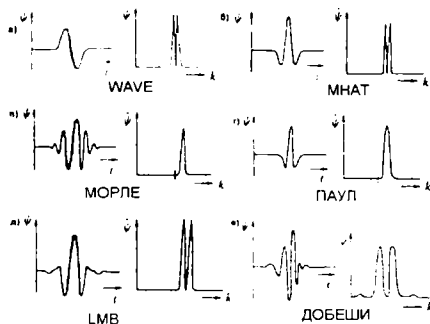
3.6-расм. 100 баробар сиқилгандаги ҳақиқий ва тикланган тасвирларнинг кўриниши.

Бу усул анча яхши натижа беради ва блок бўйича ҳаракатни компенсациялаш усули билан уйғунлашади, ҳамда видеооқим 5Мбит/с тезликдан юқори бўлганда тасвирнинг сифати яхши тикланади. Аммо оқим тезлиги камайганда блок эффекти деб аталадиган бузилиш кучли намоён бўлади ва натижада тасвир мозайик кўринишга келиб қолади, бу эса сиқишнинг асосий камчилигидир. ДҚЎ асосан тасвирни JPEG ва MPEG сиқиш стандартларида қўлланилади.

### 3.2.2. 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 ҳолатларда яхши ишламайди ва натижада фойдали маълумотнинг маълум қисмини тиклаш имконияти йўқотилади. Вейвлет ўзгартириш маълум функцияни вейвлет функцияли ташкил этувчилар кўринишида берилишидир ва вейвлет –бу кичик тўлқин ёки тўсатдан сакраш тўлқини.



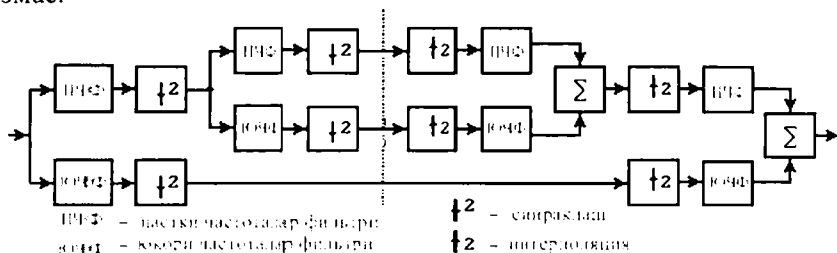
3.7-расм. Баъзи бир кўп тарқалган вейвлетлар

Ҳозирги пайтда жуда кўп вейвлет функциялар мавжуд ва улар турли хоссаларга ва қўлланилиш жойларига эга. Баъзи бир кўп тарқалган ва тасвир сигналларида фойдали ишлатиладиган вейвлетлар 3.7- расмда кўрсатилган.

Амалиётдан эса вейвлет – ҳолатдан ҳолатга ўтказишда тасвирни паст ва юқори частотали филтрлаш ҳамда олинган коэффицентларни сийраклаштириш (децимация) жараёнини қўллашдир ва улар 3.8-расмда келтирилган.

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

массивли маълумотлар ва шунинг учун вейвлет ўзгартиришлари алоҳида 2 этапда амалга оширилади, яъни горизонтал ва вертикал йўналишларда. Ўзгартириш йўналишини танлаш аҳамиятга эга эмас.



3. 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 бўлаклар жараёнининг (декомпозиция) ҳар бир қадами икки этапда бажарилади. дастлаб матрицанинг қаторлари таҳлил қилинади сўнгра устунчалари (столблар) ёки тескарасига аввал устунчалар сўнгра қаторлар.

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

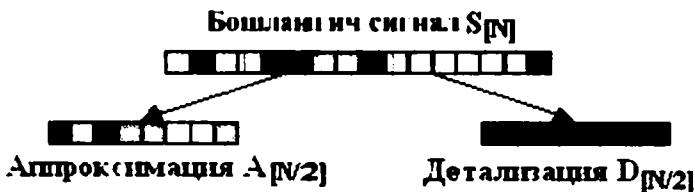
Ўзгартириш натижасида иккита массив пайдо бўлади.  $A_{[N/2]}$  ва  $D_{[N/2]}$ , уларнинг элементлари қуйидагича аниқланади:

$$A_k = \frac{S_{2k} + S_{2k-1}}{2}, \quad D_k = \frac{S_{2k} - S_{2k-1}}{2}.$$

бу ерда  $k \in \{0, N/2\}$



Паст частотали фильтринг коэффициентлари  $A_{[N/2]}$  сигнал аппроксимацияси ва юқори частота коэффициентлари  $D_{[N/2]}$  эса сигнал деталзацияси дейилади. Бунда  $A$  ва  $D$  массивлари мавжуд бўлса, даслабки сигнал-  $S_{[n]}$  ни тиклаш мумкин (3.9-расмда келтирилган каби).  $A_{[N/2]}$  ва  $D_{[N/2]}$  сон қийматлари ёруғлик нукталари билан кўрсатилган.



3.9-расм. Вейвлет — декомпозиция принципи

Вейвлет ўзгартириш принципини 3.10-расм келтирилган мисолда, тасвир сигналини ўзгартиришда кўриш мумкин.

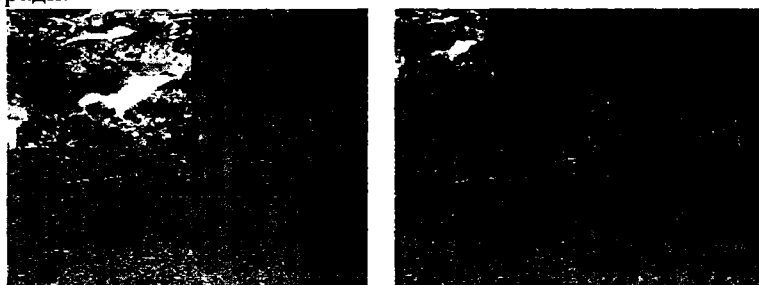
Фильтр бу кичкина “деразача ” шаклда бўлиб, у ерда ёруғлик ва ранглар пиксель қийматлари келтирилган вейвлет — функциянинг коэффициентларига кўпайтирилади ва кўпайтма қийматлар йиғиндиси олинади. Ундан сўнг “деразача” бошқа қийматни ҳисоблаш учун силжитилади. Видеомаълумотларни горизонтал йўналишда фильтрлаш оқибатида иккита маълумотлар массиви шакллантирилади: тасвирнинг асосий ахборотини ташувчи паст частотали ва башорат қилиш хатоликларини ўз ичига олган юқори частотали массивлар (3.11-расмга қаранг). Паст ва юқори частотали массивлар вертикал йўналишдан ўтгач яна улар қўшимча вертикал йўналишнинг паст ва юқори частотали массивларига бўлинадилар. Шундай қилиб, фильтрлашдан сўнг  $m \times n$  ўлчамидаги битта тасвир ўрнига вейвлет ўзгартириш натижасида 4 марта кичиклаштирилган  $(m/2) \times (n/2)$  ўлчамидаги тасвир пайдо бўлади (3.11 б-расм). Сиқиш самарадорлигини ошириш учун паст частотали тасвирни вейвлет ўзгартириши билан кўп марта ўзгартириш мумкин, яъни паст частотали қисмда 1 пиксель колгунча. Амалиётда ўзгартиришлар 3-6 мартадан ошмайди. Вейвлет коэффициентларининг паст ва

юқори частотали массивларини икки карра ўзгартиришлардан кейинги олинган тасвир (3.11 б- расмда) да келтирилган.



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

Шундай қилиб, кўп мартаба вейвлет декомпозициялаш (ўзгартириш) натижасида, аппроксимациялаш массивида жуда кичик тасвир олинади (3.11-расмдаги тепа чап бурчакда) ва айни вақтда у кичик ҳажмли ахборотлар маълумотини ташкил этади. Массивнинг катта қисмини детализациялаштирган ноллар ёки кичик коэффициентлар ташкил этади (3.11-расмда нолга қиймати 128 бўлган кул ранг мос келади), улар статистик компрессорда яхши сиқилади ва катта сиқиш коэффициентига эришишга имкон беради.



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

Шундай йўл билан Олинган вейвлет коэффицентлар кийматлари квантланади ва сиқишни бошқариш учун статистик компрессорлар ёрдамида сиқилади ҳамда шундан сўнг чиқиш оқимиға ёзилади.

Ҳозирги даврда, JPEG-2000 сиқиш стантартида, тасвирни сиқишда куйидаги вейвлет функциялар кенг қўлланилади: **Коэн-Добеши –Фово (CDF22, CDF24, CDF97), Вилласенора -V610 TS2/6, MIT97, Daubechies(9,7) ва LeGall(5,3).**

Амалиётда эса вейвлет ўзгартиришларнинг лифтинг схемаси кенг қўлланилмоқда ва у ҳақи да куйида маълумот берилади.

### Вейвлет ўзгартиришнинг лифтинг схемаси

Вейвлет ўзгартиришларда йўқотишни камайтириш учун филтрлар коэффицентлари катта аниклик билан олинади. JPEG-2000 сиқиш стантартида қўлланиладиган юқори частотали **Daubechies(9,7)** вейвлет филтри яхши мослашувчанлиги сабаб 9та коэффицентга эга ва улар 3.1-жадвалда келтирилган ҳамда функция шакли эса 3.12 –расмда ифодаланган.

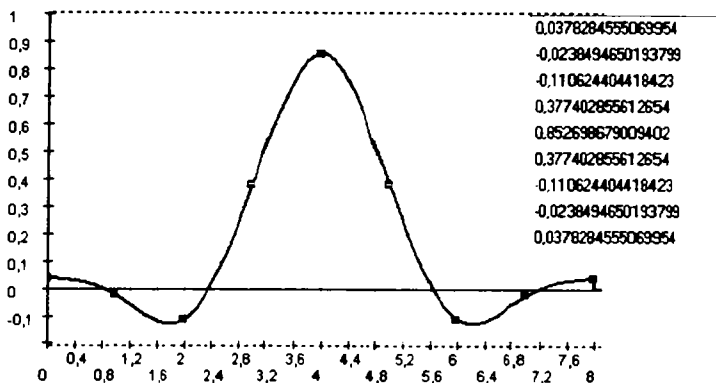
3.1-жадвал

Юқори частотали филтр **Daubechies(9,7)** коэффицентлари

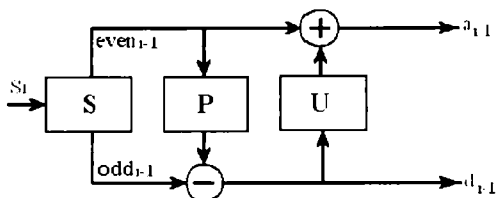
0,0378284555069954	-0,238494650193799	-0,11062404418423
0,377402855612654	0,852698679009402	0,377402855612654
-0,110624404418423	-0,0238494650193799	0,0378284555069954

Жадвалда келтирилган филтр коэффицентларидан кўриниб турибдики, улар кўп сонли кийматлардан ташкил топган. Шунинг учун тасвирнинг паст ва юқори частотали коэффицентларини ҳисоблаш ва сақлаш учун кўп вақт ва хотира талаб этилади. Шу сабаб тасвирни қайта ишлашда вейвлет ўзгартиришнинг лифтинг схемаси кенг қўлланилади ва у филтрлашнинг оддий кадамлари кетма-кетлиги тугалланганлигига асосланган ҳамда кадамлар лифтинг кадамлари ёки “зинапоясимон тузилма” дейилади (3.13-расм).

Бунда вейвлет формаси тўғридан тўғри ишлатилмайди ва сигнални аппроксимациялаш учун анча кам коэффицентлар қўлланилади.



3.12-расм. Daubechies(9,7) юқори частотали филтрининг шакли.



3.13-расм. Вейвлет ўзгартиришнинг лифтинг схемасини ишлаш механизми

Вейвлет ўзгартиришнинг лифтинг механизми инглизча “Lift” сўзидан олинган бўлиб, кўтариш маъносини англатади. Паст ва юқори частотали массивлар боскичма-боскич шакллантирилади ва ҳар бир боскичда 3-4 кадам амалга оширилади.

**1. Ажратиш (split).** Бу кадамда  $s_j$  пиксель қийматлари массивидан иккита янги ўзаро кесишмайдиган паст ва юқори частотали маълумотлар массиви шакллантирилади. Пикселларни

массивларга ажратиш усулини танлаш вейвлет турига боғлиқ. Аммо кўпинча жуфт  $\text{even}_{j-1}$  ёки тоқ  $\text{odd}_{j-1}$  пикселлар ажратилдилар ва S оператор ёрдамида қуйидагича ифодаланади:

$$(\text{even}_{j-1}, \text{odd}_{j-1}) = S(s_{j-1}).$$

**2. Башорат қилиш (predict).** Бу қадамда чап ва ўнг пиксель қийматлар асосида марказий пикселнинг эҳтимоллик (башорат) қиймати ҳисобланади ва шундан сўнг ҳақиқий ва башорат қийматлари айириладилар. Ана шу хатолик марказий пиксель қийматига ёзилади ва у юқори частота коэффициентига мос келади. Дастлабки массивни жуфт ва тоқ санокларга ажратганда башоратнинг юқори частотали хатолик коэффициентлари видеомаълумотлар массивининг жуфт қисмига ёзилади:

$$d_{i-1} = \text{odd}_{i-1} - P(\text{even}_{i-1}),$$

бу ерда P–башорат оператори.

**3. Янгиланиш (uhdate).** Бу босқичда паст частотали вейвлет коэффициентлари кейинги ўзгартириш этапига ўтиш учун, “кўтарилади”, яъни сигналнинг ўрта қийматини сақлаш учун. Янгиланиш жараёнида янгиланиш оператори ёрдамида башорат қилинган пикселларнинг ўрта қийматига асосан паст частотали массивнинг коэффициентлари шакллантирилади:

$$A_{i-1} = \text{even}_{i-1} + U(d_{i-1}),$$

бу ерда U –янгиланиш оператори.

Паст ва юқори частотали коэффициентлар шакллангандан сўнг массивлар ажратилдилар ҳамда алоҳида паст ва юқори частотали массивларга бириктириладилар.

Шундай қилиб лифтинг схема дастлабки пиксель қийматларини чизикли-бўлак конунига асосан аппроксимациялайди. Бунда массив коэффициентларининг жуфтлари ҳақиқий ва башорат қилинган пикселлар қиймати (башорат хатоликлари) айирмаси сифатида, тоқлари башорат хатоликлари ўрта қийматлари билан ёнма-ён пикселлар йигиндиси сифатида ёзиладилар. Агар дастлабки тасвирнинг бир хил рангли қисмлари мавжуд бўлса, башорат хатоликлар

коэффициентлари “0” га тенг бўладилар. Шундай қилиб сатр пикселларига горизонтал ишлов беришдан сўнг, маълумотлар массиви кетма кет келувчи паст ва юқори частотали коэффициентлар қийматлари йиғиндисидан иборат бўлади (3.14-расм).

**Пикселнинг бирламчи қийматлари**

nch	ЮЧ	ПЧ	ЮЧ	ПЧ	ЮЧ
30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30

⇒

**Горизонтал ВЎ**

ПЧ	ЮЧ	ПЧ	ЮЧ	ПЧ	ЮЧ
30	0	30	0	30	0
30	0	30	0	30	0
30	0	30	0	30	0
30	0	30	0	30	0
30	0	30	0	30	0
30	0	30	0	30	0

**Вертикал ВЎ**

ПЧ	ЮЧ	ПЧ	ЮЧ	ПЧ	ЮЧ	
30	0	30	0	30	0	ПЧ сатр
0	0	0	0	0	0	ЮЧ сатр
30	0	30	0	30	0	ПЧ сатр
0	0	0	0	0	0	ЮЧ сатр
30	0	30	0	30	0	ПЧ сатр
0	0	0	0	0	0	ЮЧ сатр

L = 320

		160			160		
H = 240	120	30	30	30	0	0	0
		30	30	30	0	0	0
		30	30	30	0	0	0
	120	ПЧПЧ			ЮЧЮЧ		
		0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0
		ПЧЮЧ			ЮЧЮЧ		

⇐

3.14-расм. Ёруғлик сигнали қиймати Y=30 га тенг 320x240 ўлчамли тажрибавий тасвирнинг икки ўлчамли ВЎ натижалари.

Тасвир икки массивли маълумот бўлганлиги сабабли, тасвирни сиқиш самарадорлиги ошириш мақсадида, пикселларни горизонтал декорреляция (ўзаро боғлиқлигини камайтириш) қилгандан сўнг вертикал йўналишда ҳам ўзгартиришлар амалга оширилади. Бунда тоқ сатрлар паст частотали коэффициентларга ва жуфт сатрлар юқори частотали коэффициентларга мос келадилар. Охирги этапда маълумотлар компрессорини самарали ишлаши учун паст ва юқори частотали коэффициентлар қайта гуруҳлантириладилар (сепарацияландилар) ва натижада барча паст частотали коэффициентлар бир массивда ҳамда юқори частотали коэффициентлар бошқа массивда жойлашадилар. Ёруғлик сигнали қиймати Y=30га ва пиксели

320x240 бўлган бир хил рангли синов тасвирига ишлов бериш натижаси мисол сифатида 3.14-расмда келтирилган.

Дастлабки тасвирни икки ўлчовли (горизонтал ва вертикал) вейвлет ўзгартириш натижасида 3.15-расмда келтирилган маълумотлар массиви шакллантирилади ва кейин квантланиб, статистик компрессор билан сиқилади.



3.15-расм. Бирламчи тасвир ва унинг икки ўлчамли ВЎ натижаси.

Вейвлет ўзгартиришнинг лифтинг схемасининг асосий афзаллиги шундаки, унда ўзгартиришлар жараёни нисбатан тез амалга оширилади ва вейвлет коэффициентлар жамламаси дастлабки тасвир маълумотлар ҳажми билан мос тушади ҳамда кўшимча хотира талаб этмайди.

Тасвирни сиқиш механизмнинг хусусиятларидан яна бири вейвлет ўзгартиришда тасвир блоklarга бўлинмайди, аксинча бутунлигича ишланади. Бу блоklar бузилишларини пайдо бўлишига йўл қўймайди ва тасвирнинг сифатини бузмаган холда унинг сиқиш коэффициентини 1,5 – 2 баробар оширади ҳамда 3.16-расмда келтирилгандек тикланган тасвир сифатини яхшилайди.

3.16-расмдан кўриниб турибдики, тасвирларни блоklarга бўлмай, вейвлетлар қўллаб, ўзгартириш натижасида тикланган тасвирлар сифати анчагина юқори бўлади.

Аммо тасвирни блоklar бўлмасдан ўзгартириш, MPEG стандартида мумкин бўлган, тасвир харакатларини 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 коэффицентлари қўлланилса, тасвирнинг аниқлиги камаяди ва ранг чегараларида, бузилиш оқибатида, тиниксизликни келтириб чиқаради. Аммо бундай бузилишлар, ўртача олганда, тасвирларни кўз билан илғашда камрок 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.



ВЎ

ДКЎ

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



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

### 3.3. Тасвир сигналларини фракталлар асосида сиқиш

Юқори коэффицентли 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.

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

Фрактал архивлаш шунга асосланганки, бунда итерацион функция тизимидаги коэффицентлар 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, айлантириш ва параллел кўчиришларни ўз ичига олади.

Чизикли алгебрада  $X'$  ва  $Y'$  ларнинг кординаталарини ҳисоблаш учун қуйидаги бир-бирига формула қўлланилади:

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

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

Бу ерда:

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

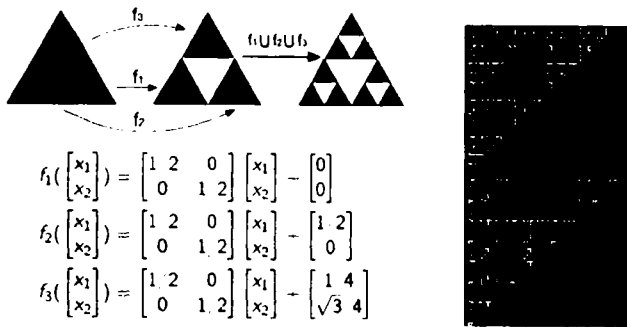
$b = \sin(\alpha) * \text{scale\_x}$ ,  
 $c = \sin(\alpha) * \text{scale\_y}$ ,  
 $d = \cos(\alpha) * \text{scale\_y}$ ,  
 $e = \text{move\_x}$  (силжиш)  
 $f = \text{move\_y}$   
 бунда  
 $\text{scale\_x}$  –  $x$  ўқи бўйлаб масштаблаш.  
 $\text{scale\_y}$  –  $Y$  ўқи бўйлаб масштаблаш.  
 $\alpha$  – бурилган бурчак.  
 $\text{move\_x}$  –  $X$  ўқи бўйлаб параллел силжиши.  
 $\text{move\_y}$  –  $Y$  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.

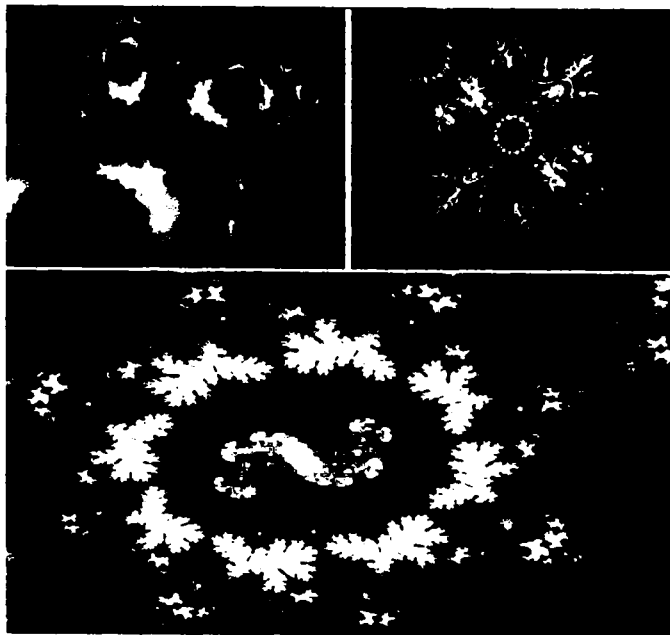
Бир-бирига боғлиқ (аффинацияланган) ўзгартиришлар сиқувчи бўлиб ҳисобланади, агар масштаблаш коэффициентни бирдан кичик бўлса, мисол учун  $y = 0,5x$

Сиқувчи ўзгартирувчилар муҳим хусусиятларга эга. Агар ҳар қандай нуктани олиб, унга итерацион функцияни қўлласак, яъни  $f(f(\dots f(x)))$  сиқиш функциясини унда нукта учун натижа доимо битта нукта бўлади. Ўзгартириш канчалик кўп қўлланилса, нукта шунчалик аниқлик билан ифодаланади ва у **қўзғалмас нукта (силжимас нукта)** 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 (3.17-расм) Серпинскийнинг учбурчагини қуриш мумкин.

3.17-расмдан кўриниб турибдики, дастлабки учбурчак уч марта кўпаймоқда, кичиклашмоқда ва силжимоқда. Кейин жараён яна қайтарилмоқда. Бунинг чексиз давом эттирсак, Серпинскийнинг фрактали ҳосил бўлади ва унинг майдони 0, ўлчами 1.585 бўлади. Учбурчак ўрнига квадрат, айлана ва бошқа геометрик шаклларни ишлатиш мумкин. Бунда тасвир объектини кодлаш учун фрактал



3.17-расм. Серпинскийнинг учбурчаги куришда СИФнинг кўлланилиши.



3.18-расм. Мураккаб тасвирни синтезлашда фракталларнинг кўлланилишига мисоллар.

функциянинг кўрсаткичларини сақлаш, яъни объектни синтезлаш учун координаталари, 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 (3.18-расм).

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

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).

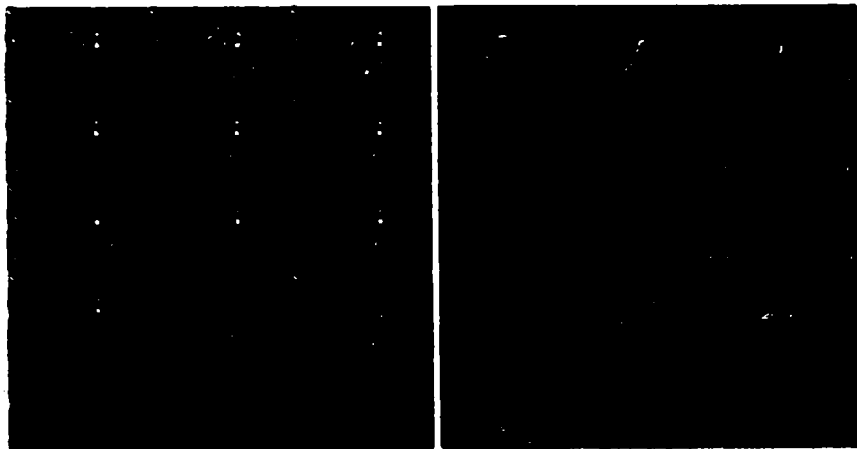
Шу сабаб телевизион дастурларни узатишда фрактал сиқиш усули ишлатилмайди.

### **3.4. Кадрлар аро ортикчаликни йўқотиш асосида телевизион тасвир сигналларини сиқиш**

Юқорида қайд этилгандек, телевиденида асосий видеооқимни сиқиш кадрлараро ортикчаликни 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 (3.19-расм). унда маълумот ҳажми сезиларли камаяди ва видеооқим сиқиш коэффициентининг катта қийматини олиш мумкин.

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 қийматларни айирмасига олиб келади. Бу ўз навбатида

кадрлар аро маълумотнинг ҳажмини ошириб, кичик элементлар пайдо бўлишига олиб келади ва уларни сиқиш қийин, оқибатда сиқиш коэффициентлари қиймати 2-3 мартадан ошмайди. Шу сабаб амалиётда тасвир фрагментларининг ҳаракатини компенсацияловчи, қўшма кадрли мураккаб кадрлар аро ишлов бериш қўлланилади.



(а)

(б)

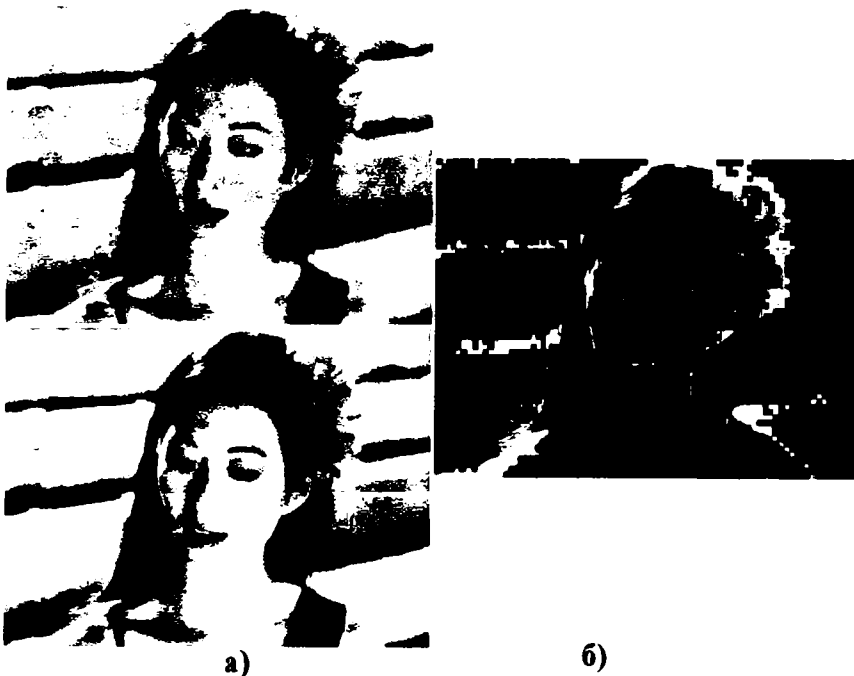
3.19-расм. 15та тасвир кадрларининг видео кетма кетликлари кўриниши (а) ва уларнинг кадрлараро фарқи (б).

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.

3.20(а)-расмда видеосюжетнинг иккита қўшни кадрлари ва орасидаги фарк, яъни уларнинг ҳаракатлари компенцияси (расм 3.20, 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 ортикчалиги йўқотилган таянч кадри ва бир ёки бир неча кадрларнинг фарқини кўрсатувчи ва блоклар векторлари силжишини белгилловчидан ташкил топади. Бунда амалиётда кўпинча сиқиш MPEG стандарти қўлланади ва ундан ташқари бошқа кодеклар оиласи ҳам қўлланиши мумкин.

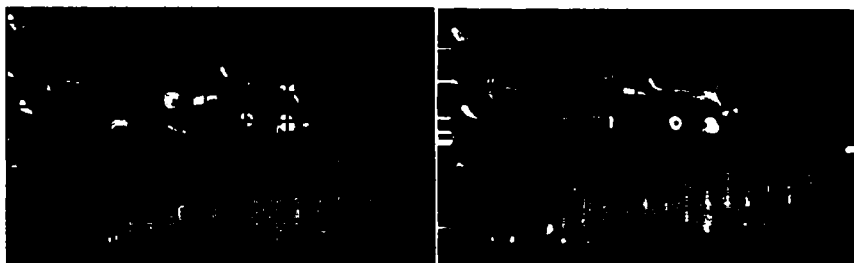


3.20 -расм. Ўзаро қўшни кадрлар кўриниши (а) ва уларнинг ўзаро ҳаракатини компенсациялаш нагижалари (б)

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

- 1) Таянч (асосий) кадр юкланади ва кейинги кадр таянч кадрга нисбатан сиқилади;
- 2) Кадр тўғри тўртбурчакли блокларга (макроблок) бўлинади, одатда уларнинг ўлчами 16x16 пиксель (3.21, 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.

3.21 б-расмда аввалги ва кейинги кадрларда ўхшаш макро блокларни излаб топиш жараёни келтирилган.



а)

б)

3.21 – расм. Кадрни макро блокка бўлиниши (а) ва қўшни блокларда ўхшаш блокларни излаб топиш(б) жараёни.

Телевизион тасвир фрагментларининг ҳаракатларини компенсациялашнинг кўп тарқалган усулларини кўриб чиқамиз.

Ҳаракатни компенциялаш усуллари телевизион тасвир кадрлар аро ўзгартиришларининг энг самарадорли методлари

хисобланадилар. 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 қуйидаги 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 қуйидаги ўлчовлар қиради:

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

$$SAD = \sum_{p \in O_{bj}} |F_{orig}(p) - F_{comp}(p)| \quad (3.3)$$

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

$$SSD = \sum_{p \in O_{bj}} [F_{orig}(p) - F_{comp}(p)]^2 \quad (3.4)$$

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 гуруҳга бўлинади:

- 1) Видеони сиқишда иштатилувчи 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 созланади.

Кенг тарқалган, кўпинча қўлланиладиган ҳаракатни сиқиш усуллари кўриб чиқамиз.

### 3.4.1 Пиксель усули

Бу усул дастлабки видеобъект ҳаракатини компенциялаш усулидир. Ушбу усулда ҳар бир кадр пиксели учун алоҳида компенсация қилинади, яъни амалга оширилаётган ўзгартиришлар синфи-чизиқли силжитишлар дейилади. Одатда битта кадр учун сиқиш хатоликлари йиғиндиси минималлаштирилади (Sum of Absalube Differences, DFD).

$$DFD(d, n) = \sum_{F \in \text{кадр}} |F(p, n) - F(p + d(p), n - 1)| \quad (3.5)$$

Бунда  $F(p, n)$  –  $n$ - номерли кадрнинг  $p=(x, y)$   $T$  нуктадаги ёруғлиги ва  $d(p) = (d_x, d_y)T - (x, y)T$  нуктанинг силжиш вектори. Келаётган кадр учун алгоритмнинг ишлаши натижасида янги пикселларнинг координатаси (ҳаракат вектори) аниқланади ва кўшни кадрлар орасидаги кадрлар аро фарқ қиймати кичиклаштирилади (минималлаштирилади).

Масалага ёндошиш қуйидагича амалга оширилади, яъни кўшни кадрлардаги ёруғлик пикселлари кадрдаги нукталар ҳолатини ифодаловчи чизиқли функция билан ёзилади. Аммо бу масалага ёндошиш нуктанинг нисбатан кичик атрофида

(майдонида) тўғри келади ва бу ўз навбатида ушбу усулни қўллаш жойларини камайтиради ҳамда кичик силжишларни аниқ баҳолашда ёрдам беради.

Излаш зонасини кенгайтиришда, ҳаракат ўнлаб пикселларни ташкил этганда, силжиш вектори интеракцион алгоритм ёрдамида топилади ва ҳар бир қадамда олдинги қадамда топилган қиймат аниқлаштирилади. Бу усул қатор камчиликларга эга:

- Алгоритмнинг мураккаблиги, чунки ҳаракат ҳар бир пиксель учун алоҳида баҳоланади;
- Метаахборот ҳажми жуда катта, чунки ҳар бир пиксель учун силжиш вектори қиймати иккита бутун сон сифатида берилди.

Шу сабаб ушбу усул алоҳида яқка тартибда қўлланилмайди.

### 3.4.2. Блокларни солиштириш усули

Бу усулда тасвир  $8 \times 8$  ёки  $16 \times 16$  пиксель ўлчамли тўғри бурчакли блокларга бўлакланади ва ҳаракатлар чизиқли силжишларда изланади. Бунда ҳар бир блокнинг силжиши икки ўлчовли вектор силжиши  $X$  ва  $Y$  координатаси билан ифодаланади. Ушбу усул ишлаши учун кадрлар орсидagi интервалда объектлар ҳолати кичик ўзгариши керак. Амалийликда бу шарт кўпчилик видео кетма кетликда бажарилади, объект ҳолати тез ўзгарган тасвирлардан ташқари. Шу сабаб объектларни ҳаракатини, кўпинча, узлуксиз деб ҳисобласа бўлади.

Ушбу усулнинг ишлаш принципи куйидагидек: (3.22-расм).

1. Келган кадр ўзаро кесилишмайдиган, бир хил ўлчовли,  $B$  ( $x, y$ ) блокларга бўлинади;

2. Ҳар бир  $B$  ( $x, y$ ) блок учун олдинги кадрдаги катта бўлмаган силжиш атрофда “ўхшаш”  $B_{\text{рнек}}(x+y, y+v)$  блок изланади. “Ўхшашлик” танланган ўлчов SAD ёки SSD билан аниқланади.

3. Блокнинг янги координатларининг жойлашмиш хатоликларни минимум қийматига эришишни келтирилган блок векторининг  $d = (u, v)^T$  силжиши белгилайди.



3.22-расм. Блокларни солиштириш алгоритмининг ишлаш схемаси

Хатони компенсациялаш функцияси сифатида кўпинча SAD блокни сиқиштириш қўлланилади:

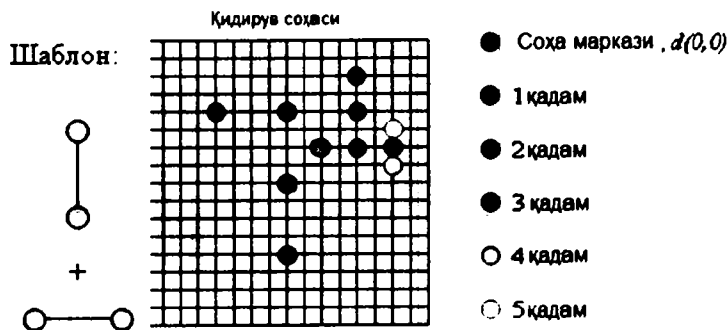
$$SAD(\vec{d}, n) = \sum_{p \in B(x, y)} |F(p, n) - F(p + \vec{d}, n - 1)| \quad (3.6)$$

Ушбу ҳолат процессорлар архитектурасида ҳисоблаш жараёни содда амалга оширилади.

Бундай усул ДКЎ ўлчамли сигнал матрицалари билан яхши мослашади ва MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4-10 оқимли сиқиш стандартларида кўп тарқалган. Аммо блокларнинг ҳамма жойлашиш позициялари, яъни аниқ жойларини топиш кўп ҳисоблаш вақти ва ресурсларни талаб қилади. Шу сабаб алгоритм ишлашини тезлатириш учун кўпинча излаш бутун майдон бўйлаб эмас, балки маълум аниқ шаблонлар орқали кидирилади.

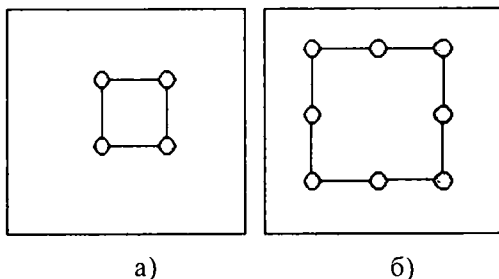
Ортогонал шаблонлар текширувлар сони минимал бўлишини таъминлайди, бу текширишлар 2 тадан (горизонтал ва вертикал) иборат ва ҳар бир қадам излашни икки мартага қисқартиради (3.23-расм).

Аммо, хатолик функциясини компенсациялаш монотон (қайтарилувчан) бўлмайди ва кўпинча локал минимумлардан ташкил топади ҳамда асосий минимумни излаб топишни қийинлаштиради. Шунинг учун кўпинча ҳар қадамда икки нуқтани текширувчи шаблонлар қўлланилади.



3.23-расм. Излашнинг ортогонал шаблони

Бу эса глобал (ҳақиқий) ўрнига локал (ёлғон) минимумни излаш эҳтимолини камайтиради. Тўғрибурчакли (3.24, а-расм) ва саккизта нуқтали (3.24, б -расм) шаблонлар кенг тарқалган шаблонлардир. Бунда саккизта нуқтали шаблонларнинг ҳамма қадамлари бир хил бўлиши ёки ҳар қадамда ўлчови икки мартадан кичрайиб бориши мумкин.



3.24-расм. Тўғрибурчакли (а) ва саккизта нуқтали (б) излаш шаблонлари

Шаблонлаш усуллари қўлланилганда ишлаш тезлигининг юқори бўлиши таъминланади аммо улар жойларни аниқлашдаги аниқлиги етишмайди ва ҳақиқий минимум ўрнига ёлғон локал минимумни топади.

Ушбу усулнинг афзаллиги шундаки, унда ҳар бир блокнинг ҳаракат векторини излаш қўшни блоклардаги натижаларга боғлиқ эмаслиги.

### 3.4.3 Параметрик моделлар усули

Кадрдаги сյжетларнинг барча ўзгаришлари фақат узатувчи камера ҳаракати билан боғлиқ бўлганда ушбу усул яхши натижа беради.

Бундай ҳаракат куйидаги тўрт параметрли модул билан изоҳланади:

$$\bar{d}(x, y, n) = \begin{pmatrix} p_1(n) + p_3(n) \cdot x \\ p_2(n) + p_4(n) \cdot y \end{pmatrix} \quad (3.7)$$

$p_1(n)$  ва  $p_2(n)$  камеранинг параллел силжишини изоҳлайди ва  $p_3(n)$  ва  $p_4(n)$  камеранинг айланишини ёки узоклаш-яқинлашишини белгилайди. Ушбу усулни умумий ҳолатга бирлаштириш мумкин, бунда кадрда кўплаб бирига бирига боғлиқ бўлмаган ҳаракатлар мавжуд деб, кадр блокларга бўлинганда ушбу усул кадрнинг ҳар қандай блокига алоҳида кўлланлиши мумкин.

Ушбу усулни самарадорлигини ошириш учун, уни бошқа бир блокли усул билан бирга кўлламоқ лозим.

Тасвирнинг бирон бир майдондаги ҳаракатини назарий параметрли моделни ёзиш мумкин агар:

- 1) Умумий майдондаги текис юза қисм маълум майдонга мос келса.
- 2) Камерадан ҳар хил масофада узоклашган объектларни битта майдонда жойлаштириш мумкин бўлса ва объектларни тасвирга олиш силжимайдиган камера орқали амалга оширилса.

Бошқа ҳолатларда объект тасвирининг “кадрларнинг силжиш ҳаракати” мураккаб бўлиши ифодалади. Параметрли моделлар бундай чегарани кенгайтиришга йўл қўймайди. Шунга сабаб бундай ҳолатларда бир неча ҳаракатларнинг бирданига компенсацияланишини таъминловчи усуллар кўлланилади.

### 3.4.4 Объектга ёндошиш усули

Телевизион тасвирларни сиқишда шундай холатлар бўладики, унда тасвирни блокларга бўлган кўра, видео объект кадрилини яхлитлигича, бутунлай ишлов бериш осонроқ бўлади. Бундай объекларни ажратиш усули – сегментация дейилади.

Телевизион тасвирни объект бўйича йўналтириб ифодалаш, алгоритм сегментациясини қўллаш соҳасига киради. Сегментациялашда тасвир майдонларида бир хил хоссали зоналар, ички текстуралар, ажратилади ва каналлардан уларнинг хоссаларигина жўнатилади. Бу ўз навбатида сиқиш коэффициентни даражасини ўстиради. Бундай усулда тасвирни сиқиш самарадорликни ошириш билан бирга тасвир сифатини йўқотмасликка олиб келади.

Тасвирни объект бўйича йўналтириб ифодалаш усули, MPEG-4 ҳаракатни аниқ компенсация қиладиган стандартида ишлатилади. Бунда тасвир аниқ ўлчамли блокларга бўлинмайди, балки хилма хил ихтиёрий ўлчами блокларга бўлинади. Улар бошқа усуллар қатори, сегментациялар усулидан фойдаланиб, тасвирнинг сюжетидан ажратилади.

Сегментация жараёни ҳаракат параметрларини излашга боғлиқ бўлмаслиги мумкин, аммо иккаласи ҳам бир яқка жараён сифатида кетма-кет яқинлаштириб (итератив) аниқлантирилиши ҳам мумкин. Биринчи холатда сегментация асоси сифатида ёруғлик маълумоти ташкил қилса, иккинчи холатда, қайта аниқлаштирилган, сегментация ҳаракатлар параметрлари асосида топилади.

Баъзи вақтларда объектларни кадрларда сегментациялаш учун, вектор майдонини коррекция қилиш мақсадида, алоҳида блоклар векторлари силжишидан сўнггина қўлланилади.

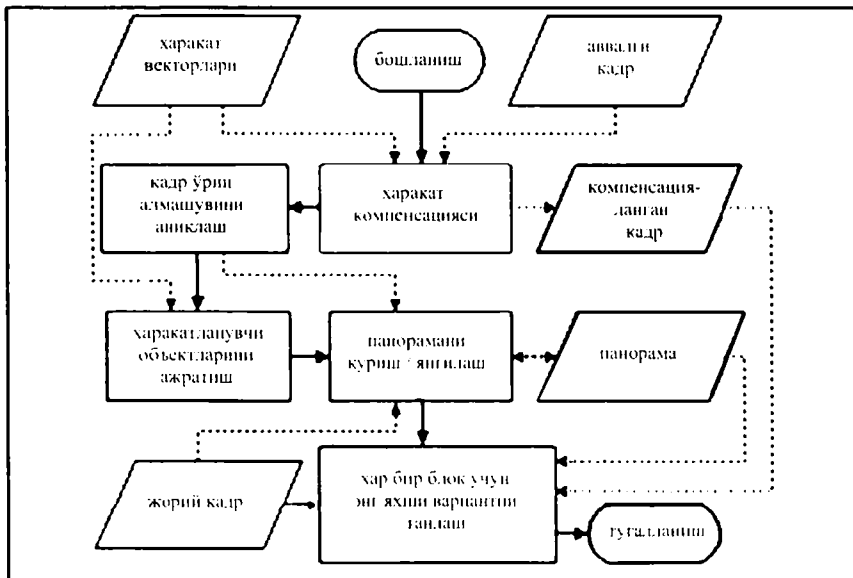
3.25- расмда кўп кадрли ҳаракатни компенсациялаш объектига йўналтирилган холатдаги умумлашган схема келтирилган.

Фаолият ўтаётган кадрининг хотира буферига жойланиши ва векторлар ҳаракатини олдиндан айтиб берувчи (башарот

қилувчи) алгоритм орқали ишловчи кодекда аниқланган ҳаракат векторидан бошланади.

Агар ўтаётган кадр видеооқимдаги биринчи кадр бўлса, унда ҳаракат векторлари мавжуд эмас.

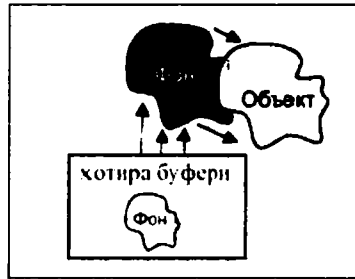
Шу маълумотлар асосида сегментлашган объектлар силжиши ҳақидаги ахборотлар қўшилади.



3.25- расм. Объектга йўналтирилган ҳаракатни компенсацияловчи умумлашган структура схемаси.

Тасвирни сегментлаш усули ёрдамида объектлар тасвирларидан ташқари улар атрофидаги фонлар (соялар) ҳам ифодаланиши мумкин.

Ушбу фон (соялар) майдонлари ҳам узатилиши лозим, чунки объектнинг ҳаракатланиши туфайли баъзи соялар майдонлари тўсилади ёки баъзи ёпик бундай майдонлар эса очилади. Унинг алгоритми 3.26-расмда келтирилганидек. Ана шу бўшлиқ зоналар фон майдонлари билан тўлдирилади ва улар объектнинг динамик контури билан узатилади.



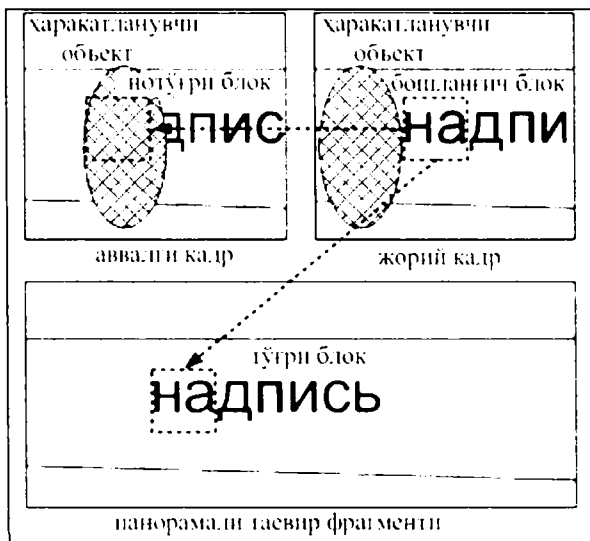
3.26-расм. Ҳаракатланувчи объектнинг ва тасвир фонининг ўзаро солиштирма расмлари.

Кейинги икки кадрга ишлов бериш қадами асосий кадрни чиқиш оқими шакллантирувчисига тушиши ва сегментлаштирилган динамик объектнинг кадрдаги координаталарининг жойлашиши билан боғлиқ.

Шундай қилиб, ўзгармас фондаги тасвир ва ўзгарувчан форма ва рангга эга силжувчи объектларнинг охириги ҳолати учун((1 объект), асосий кадрни тўлиқ узагиш шарт. Яна албатта кўшимча кўшни кадрдаги ажратилган динамик объектнинг координаталарининг кадрдаги жойлаши ҳақидаги ахборот ҳам узатилади. Иккинчи кадрнинг узатилмаган барча зоналари(майдонлари) стационар бўлиб, биринчи кадрдан нусха қилиб олиниши мумкин. Ўзгартириш талаб этиладиган зоналар спектрал ўзгартиришлар асосидан фойдаланиб сиқилади ва видео маълумотлар оқимида алоқа каналлари орқали декодерга жўнатилади. Қабул қилувчи томондаги декодерда асосий кадр ёрдамида стационар фон тикланади ва узатилган силжиш координатларидан фойдаланиб, сегментлаштирилган объект киритилади. Ушбу усулда ёндошиш катта сиқиш коэффициентига эришишни таъминласа, айни вақтда динамик объектларни сегментлашда содда алгоритмлардан фойдаланишга йўл очади.

3.27- расмда мисол сифатида кадрлар кетма-кетлигининг статистик ёки динамик объектини силжитилишининг устма уст тушиши туфайли фоннинг тикланиши кўрсатилган.





3.27-расм. Кадрлар кетма- кетлигида ҳаракатлануви объектнинг фонини тикланиши.

Шундай қилиб, ҳаракатни объектга йўналтирилган сижилларини компенсациялаш қуйидаги асосда олиб борилади:

- 1) видеообъект сегментация қилинади;
- 2) қўшни кадрларда объектлар изланади;
- 3) асосий кадр узатилади, яна қўшни кадрлардаги статик (бир хил ўзгармас) участкалари ва кадрларда бўлаётган ўзгаришлар ҳақидаги маълумот декодерга узатилади.
- 4) декодерлашда қўшни кадрлар асосий кадр ва ёрдамчи маълумотлардан фойдаланиб тикланади.

Бунда объектни сегментациялаш ёруғлик ёки ранг белгилари ҳамда блоklarнинг бир хиллиги принципи асосида амалга оширилади ва улар умумлашиб, объектни ташкил этади.

Кадрдаги объектларни излаш ёки селекция қилишда кўплаб усуллар мавжуд ва қўлланилган алгоритмга қараб мураккаб ва тезкор бўлиши ҳамда контур чегараларининг аниқлиги

белгиланган бўлишлари мумкин. Баъзи ҳолатларда қўшимча сифатида кадрлар аро фарқдан ҳам фойдаланиш мумкин.

Рақамли оқим тизимида асосий (таянч) кадрлар ишлатилади ва спектрал ўзгартиришлардан фойдаланиб, уларнинг кадр ички статистик ортиқчаликлари йўқотилади. Оралик кадрлар эса узатилаётган кадрлардаги динамик объектларнинг жойлашиш координаталари ҳақидаги маълумотларни ва қўшимча ахборотларни ўз ичига олади.

Шундай қилиб, ўзгармас фондаги ҳақиқий тасвирларнинг исталган шаклдаги ва рангдаги ҳаракатланувчи динамик объектларини узатиш учун фақат асосий кадрни узатиб, қўшни кадрлар объектларининг ҳолатларини узатиш кифоя.

Декодер эса кадрдаги объектнинг хотирадаги янги жойга тиклайди ва бунда объектларнинг кадрда силжиш координаталари жойлашишга асос бўлади.

Бундан ташқари бошқа усулларни ҳам қўллаш мумкин, масалан: камерани тасвирга олиш бурчагининг ўзгариши объектни шаклининг ўзгаришига боғлиқ бўлиши мумкинлигини кўрсатувчи параметрик усулдир. Яна кадрлар аро фарқлар, уч ўлчовли рекурсив излаш (объектни ва унинг блокларини излаш) ва ҳоказо усуллар мавжуд.

Шуни таъкидлаш кераки, тасвирни блоklar бўйича бўлаклашни қўлловчи, сюжет фрагментларининг ҳаракатланишини компенсациялашнинг барча усуллари, қўшимча метаахборотлар массивини шакллантиради ва уларга сиқилган асосий кадр ҳамда кадрлар аро фарқлар ҳақидаги маълумотларга қўшилади.

Яна қанчалик ҳаракат компенсацияси аниқ бўлса, шунчалик метамаълумотлар ҳажми ортади ва видеоқимни сиқиш коэффиенти қиймати камаяди. Шу сабабли қўлланилаётган хилма-хил ҳаракатни компенсациялаш усуллари шакллантирилаётган метамаълумотлар ҳажмини минималлаштириши лозим ва акс ҳолда уларнинг ҳажмини ошиши ҳаракатланишни компенсациялаш усулларининг афзаллигини йўққа чиқариши мумкин.

### 3.5. Овоз сигналларини сиқишнинг хусусиятлари

Корреляция усуллари орқали яхши сиқиладиган, кўплаб бир хил пикселли ёруғлик участкалари мавжуд бўлган тасвир сигналларидан фаркли, овоз сигналлари саноклари орасидаги корреляцион боғланиш кучсиз бўлгани сабаб, сиқиш коэффиценти кичик, одатда 2-4 марта бўлади. Овоз сигналлари кўпинча ҳар хил манбалардан тарқалувчи, бир бирига боғлиқ бўлмаган сигналлар йиғиндисидир (инсон овози, оркестр мусиқаси, кўча ёки шамол шовкинлари ва ҳ.к.). Бундан ташқари овоз сигналининг динамик диапазони кенглиги видеотасвирдан анча катта ва шу сабаб овоз сигналлари санокларининг бир хил қийматлиги деярли учрамайди. Шу сабаб эшиттиришда овоз сигналларини сиқиш жараёни, инсоннинг эшитиш қобилияти хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда, психоакустик алмаштиришлар асосида амалга оширилади.

Ҳозирги вақтда овоз сигналларини сиқиш кодеклари мавжуд бўлиб, улар сигналларни тиклаш орқали ҳосил қилинган фонограммалар сифати, аудио оқимларни сиқиш коэффиценти ҳамда қўлланилган алгоримларнинг мураккаблиги ва тезкорликларига боғлиқ.

Амалиётда ушбу кодекларларнинг кўп қисми бир хил шаклланган ва улар спектриал ўзгартиришларига асосланган, Фурьенинг тезкор алмаштиришларига ёки такомиллаштирилган ДКЎларига (бир массивли маълумотларга ишлов бериш) мос равишда қўлланадилар. Баъзида спектриал коэффицентларни сиқишда статистик компрессорлардан (RLE ва Хаффман) фойдаланилади.

Бу кодекларнинг фарқи овоз сигналларига ишлов беришда психоакустик ўзгартиришлардан фойдаланишидир, аммо уларни яратишга катта маблағ сарфлашга тўғри келади.

Қанчалик психоакустик моделлар инсон эшитиш қобилиятига яқин бўлса, овоз сигналидан, сифатни йўқотмаган ҳолда, шунча кўп ахборотни ташлаб юбориш мумкин бўлади.

Ҳозирги даврда овоз сигналларига ишлов бериш учун қатор психоакустик моделлар яратилган, улар **MASCAM, MUSICAM,**

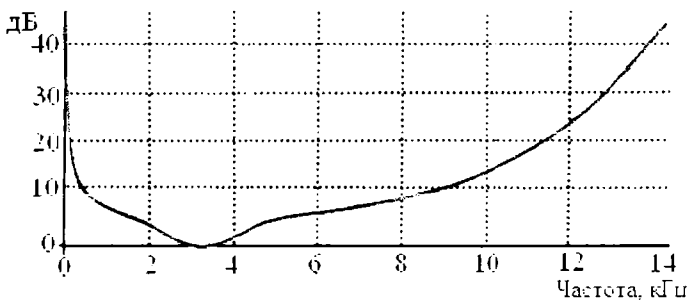
**АТРАС, АСПЕК** ва бошқалар. Овозга психоакустик ишлов бериш турларини қараб чиқамиз.

### 3.5.1. Овоз сигналларига психоакустик ишлов бериш хусусиятлари

Психоакустик моделларнинг ишлаши инсоннинг эшитиш аппарати хусусиятларига асосланган бўлиб, энсиз полосали резонаторлар йиғиндисидан иборат дейиш мумкин. Улар овоз сигналларини маълум ташкил этувчиларини: овоз сатҳи (баландлиги), частотаси, вақти бўйича ўхшашлигини (маскировкасини) таъминлайдилар.

**Сатҳ бўйича ўхшашлик (маскировка)** овозни эшитиш чегараларининг нотекис тақсимланишига асосланган ва у 3.28-расмда келтирилган.

Инсон кўпроқ яхши эшитадиган овознинг частота оралиғи 2-4 кГцни ташкил этади ва бу оралиқда асосий сўзлар диапозони жойлашган. Бундан паст ва юқори частоталарда инсон кулоғининг эшитиш сезгирлиги камаяди.



3.28-расм. Жимжитликдаги эшитиш чегараси.

Шундай қилиб, овоз сигналининг чегараси 2-4кГцдан қанча юқори бўлса, шунча кўп ахборотни сифатга сезиларли таъсир қилмаган ҳолда, кесиб ташлаш мумкин.

Одатда баланд овоздан кейин, паст овоз деярли эшитилмайди. Мисол учун: зарб бериб ҳосил қилинган

барабаннинг овозидан кейин паст овоз эшитилмайди, чунки барабаннинг баланд овози паст овозни босиб ташлайди. Шунинг учун паст овоз сигналини олиб ташланса, ҳеч нима йўқотилмайди, чунки бу паст овозни барибир инсон эшитмайди.

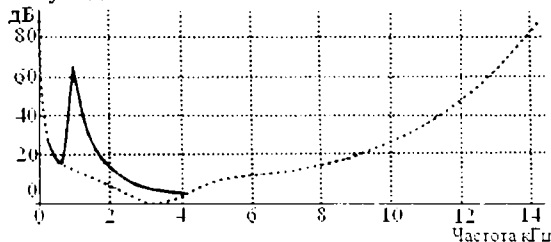
**Частотали маскировка** -инсон овозни эшитиш тизими ҳар бир резонатори маълум ўтказиш полосасига эгалиги асос қилиб олинган.

Мисол учун 1000Гц частотада фарқлаш чегараси 30Гцни ташкил этади. Шу сабаб овоз сигналининг 1000 ва 1020 Гц частотали қийматлари мавжуд бўлса, улар орасидаги фарқ кулоққа сезилмайди. Бунда бемалол 1020 Гц ўрнига 1000 Гцни узатиш мумкин, яъни 1020Гцли сигнални ташлаб юбориш мумкин.

Бундан ташқари ҳар қандай эшитилаётган тон(овоз) бошқа овозлар эшитиш қабулини ўзгартиради. Бирор бир тонни қайта тикласак, унинг ёнидаги частоталар эшитиш чегараси ўзгаради. Чунки тикланган тон(овоз)- маскировка қилувчи тон дейилади ва агар атрофдаги частоталар маскировка қилувчи тонга қанчалик яқин бўлса, тонларнинг эшитиш чегараси шунчалик кўтарилади.

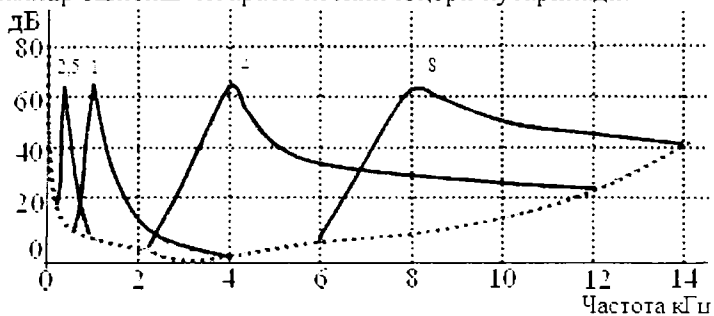
Яъни паст овозларни эшитаётган вақтда яна кейинги паст овозни эшитишдан кўра, юқори частотали овозни эшитиш осонроқ ва яққолроқдир.

Мисол учун тон частотаси 1кГц ва таъсир этиш диапазони 60дБ бўлса, эшитиш қобилияти чегарасининг ўзгариши 3.29-расмдагидек бўлади.



3.29-расм. Частотаси 1кГц тоннинг таъсир этиш диапазони 60дБ бўлган ҳолатда эшитиш қобилияти чегараси.

Одатда муסיқада хилма хил тонлардан ташкил топган ва шу сабаб маскировка тонлари бир нечта бўлишлари мумкин. Бирданига бир неча маскировка тонлари қўлланилса (частоталари 0,25, 1, 4, 8кГц ва худди 3.30- расмда кўрсатилгандек), бошқа сигналлар эшитиш чегараси кескин юқори кўтарилади.



3.30-расм. Бир неча маскировка тонлари (частоталар 0,25, 1, 4, 8 кГц) таъсирида эшитиш чегарасининг ўзгариши

Келтирилган 3.30-расмдан кўриниб турибдики, юқори частоталар яхши маскировкаланган.

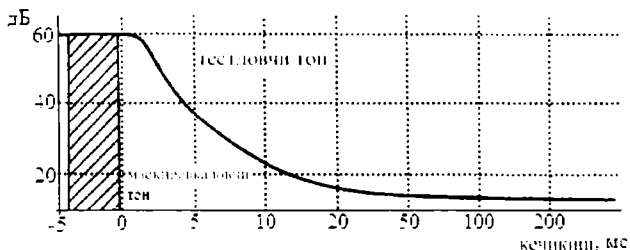
8 кГцли маскировка қилувчи тон тикланса, эшитиш чегараси 14 кГцгача кўтарилади. Сиқиш алгоритмлари бундай ҳолатдан актив фойдаланиладилар. Сиқилганда, биринчи навбатда, юқори частоталарнинг сифати пасаяди, бу паст битрейтларда жуда яхши сезилади (битрейт – 1 секунддаги овозларни кодлаш учун керак бўладиган битлар сони).

**Вақтли маскировка** – бу инсон кулоғи жуда қисқа овоз сигналларини сезмаслигига асосланган. Бундан ташқари, маскировка тонининг кескин тўхтатилишидан кейин, қисқа вақтда ичида (частота ва амлитудасига қараб, бир неча миллисекунд) кулоқнинг эшитиш чегараси ўзгаради, лекин ўзгариш нозикли бўлади. 3.31-расмда вақтли маскировкага мос келувчи график келтирилган.

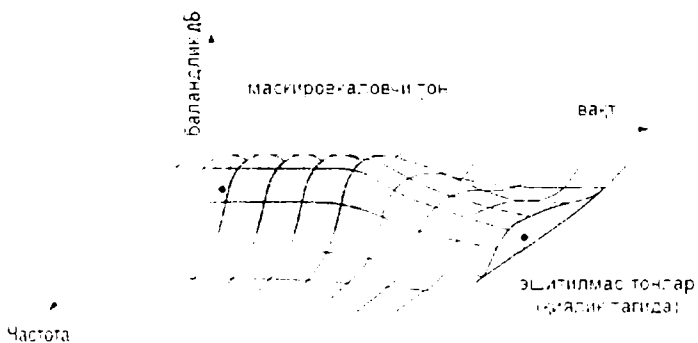
Частотали ва вақтли маскировкалар графикларида ўқлардан бирининг мос тушиши тасодифий эмас.

Икки графикни бирлаштириб, ҳажмли диаграммани қуриш мумкин, бу эса сигнални маскировкалашга асосланган. овознинг

умумий сиқилишнинг самарадорлигини ифодаловчи графикка айланади (3.32-расм).



3.31-расм. Вақтли маскировка



3.32- раем. Овозни сиқилишнинг умумий самарадорлиги.

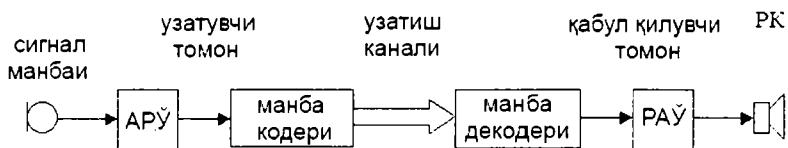
Келтирилган графикдан кўриниб турибдики, овозни эшитиш юзаси остидаги майдон катта қисмини ташкил этади. Маскировкаланган тонларини йўқотиш катта сиқиш қийматини беради, аммо бу сезиларли сифат йўқотишига олиб келиши мумкин.

### 3.5.2. Рақамли аудиомаялумотларни сиқиш

Аналог овоз сигнали студия трактида рақамли шқалга аналог-рақам ўзгартириш (АРЎ) орқали амалга оширилади. (3.33-расм). Бу холда овоз сигналларини дастлабки квантлаш саноклари  $\Delta A = 16 \dots 25$  бит/санок ва дискретлаш частотаси  $f_d =$

44,1... 96кГцга тенг қилиб олинади. Студиянинг юқори сифатли каналларда  $\Delta A=16$  бит/саноқ ва  $f_d=48$  кГц ҳамда овоз сигналлари частота диапазони  $\Delta F=20... 20000$  Гца тенг қилиб олинади. Бундай рақамли канал динамик диапазони 54 дБ дан кам бўлмаслиги керак.

Агар  $f_d=48$ кГц ва  $\Delta A=16$  бит/саноқ бўлса, биттагина шундай сигнални узатишдаги рақамли оқимнинг тезлиги  $v=48 \cdot 16=768$ кбит/с бўлади. Рақамли аудиомаялумотни сиқиш жараёни манбаанинг кодерида амалга оширилади (3.34-расм) ва уни тиклаш қабул қилиш томонида декодер томонидан ижро этилади в ҳамда РАЎ сўнг чиқишга берилади.



3.33-расм. Рақамли овоз сигналининг узатувчи ва қабул қилувчи томонларининг умумлашган схемаси.

Юқори сифатли овозни янграшини кўп каналли системалар 3/2, 5.1 ҳамда квадрофоник система “трапеция” таъминлайдилар. “Трапеция” тизими кўпинча юқори тиникликдаги телевидениеда (HDTV) қўлланилади. У ерда иккита олдинги канал (чап ва ўнг) ва иккита орқа майдон канали ишлатилади. 3/2 системаси қўшимча олдиндаги марказий канални ва 5.1 система эса ўта паст частотали канални қўллайди. Аммо, юқори сифатли овоз 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.

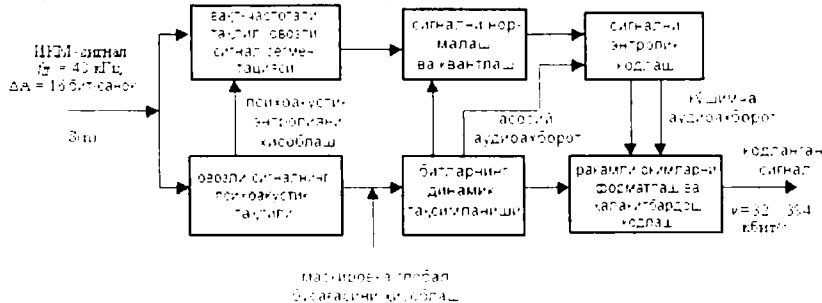
Овоз сигналини рақамга ўтказишдаги асосий муаммолардан бири бу статистик ва психофизик ортиқчаликларни қисқартиришдир. Бу қисқартиришлар кодлаштирилган рақамли оқим тезлигини мумкин қадар камайтиришга олиб келади ва улардаги шовқин ва бузилишлар қулоққа эшитилмайди.

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

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

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

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.



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

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

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

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

Психоакустик моделларда, овоз сигналини эшитиш қонунларини ҳисобга олган ҳолда, жараён бажарилади ёки жараён психоакустик блокда таҳлил қилинади. Бу ерда махсус жараён бўйича ҳар бир субполосаси (ажратма) сигнал учун мумкин бўлган квантлаш бузилишларининг (шовкинлари) киймати ҳисобланади, яъни шу субполосадаги бузилишлар фойдали сигнал билан маскировкаланиш киймати аниқланади.

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

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

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

Битларни динамик тақсимлаш блоки, эшитишнинг психоакустик модели талабларига асосан, ТДКЎ коэффициентларини узатишдаги минимал битлар сонини аниқлайди, яъни минимал битлар узатилганганда эшитиш сезмайдиган квантлашнинг (чегара) бузилиш қийматларини белгилайди.

Овоз 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 овоз сифатига қараб, кодернинг чиқишида сиқилган аудиомаълумотларнинг рақамли оқими 32... 320 кбит/с оралиғида танланади.

#### 4. ТАСВИР ВА ОВОЗ СИГНАЛЛАРИНИ СИҚИШ СТАНДАРТЛАРИ

Аввалги бобларда кўриб чиқилгандек, тасвир ва аудио маълумотлар ҳажмларини сиқиш учун ўзаро самарадорлиги билан фарқ қилувчи жуда кўп усуллар ва алгоритмлар мавжуд. Улар бир биридан қўллашдаги мураккаблиги, кодекларни таъминлашдаги аппарат ёки компьютерларга қўйиладиган талаблари ва сигналларга ишлов беришнинг тезлиги ҳамда қўлланилиш соҳалари билан фарқ қиладилар.

Бунда ҳар бир сиқишда қўлланиладиган механизм (мисол учун: Фурье, ДКЎ, вейвлет, фракталлар асосидаги ва бошқалар) ўзи ишлаши учун қулай чиқувчи маълумотлар базасини (массивини) шакллантиради.

Дунёда кодекларни ишлаб чиқарувчи фирмалар жуда кўп ва улар ўзларига маъқул кодеклар чиқаришади ва шу сабаб рақамли телевизион программалар ва бошқа телевизион маълумотлар билан ўзаро алмашиш деярли мумкин эмас, чунки бир ишлаб чиқарувчининг кодеклари иккинчи ишлаб чиқарувчининг кодекларидан техник фарқ қилади ва бир бирини тушунмайдилар.

Шу сабаб рақамли аудио-видео маълумотларнинг кириш ва чиқиш ахборот тизим кўрсаткичлари, бир турдаги кодеклар учун, ягона бўлишлари таъминланиши керак. Шунинг учун бир типдаги кодеклар учун аудио-видео маълумотлар кириш ва чиқиш рақамли сигналлари тузилмаси бир хил бўлиши керак.

Бундай ягона таъминланиш амалга оширилса, телевизион дастурлар ва фильмларни, кодер ва декодерларни ким томонидан ишлаб чиқарилишидан қатъий назар, бемалол томоша қилиш имконияти яратилади. Қабул қилинган стандарт ва форматлар учун ишлаб чиқарувчилар ихтиёрий равишда тасвир ва овоз сигналларини ўзгартириш усуллари ва алгоритмларини қўллашлари мумкин, аммо чиқиш сигналлари бир хил қонун асосида таксимланган, универсал бўлишлари таъминланиши шарт.

Бу худди сувнинг кран жўмакларини қандай қатта ва мураккаб бўлмасин, уларнинг охириги резбасини ҳаммаси бир хил бўлмоғи ва истаган ҳолатда чикиш трубага ўрнатиш мумкин бўлганидек ҳолат билан ифодаш мумкин.

Ҳозирги даврда тасвир ва овозни сиқишда қўлланиладиган қуйидаги стандартлар мавжуд:

**JPEG** ва **JPEG-2000** силжимас тасвир (фотография) учун;

**MPEG** ва **MPEG** стандартлар оиласи ҳаракатланувчан тасвирлар учун.

Термин **JPEG** қисқартирилган (**joint photographic Experts Group**) Бирлашган фотографик экспертлар гуруҳини бўлиб, сифатли ва энг кўп тарқалган статик(силжимас) тасвир стандарти мақомида дунёда кўп тарқалган ва барча ишлаётган программаларда қўлланилмоқда. JPEG файлларини кўриш учун WEB – браузер стандартларининг мавжуд бўлиши шарт. Браузерлар JPEG файлларини сиқишдан чиқаради, яъни декомпрессия қилади ва ҳамда мониторда кўрсатади.

**MPEG** қисқача эксперт гуруҳининг номи **ISO (Moving Picture Expert Group)** бўлиб, гуруҳ видео ва аудио маълумотларни кодлаш ва сиқиш стандартлари билан шуғилланади. Гуруҳнинг ҳақиқий номи **ISO/IEC JTC1 SC29 WG11** дир. Кўпинча **MPEG** қисқартмаси ушбу гуруҳ томонидан ишлаб чиқилган стандартларга тегишли эканлигини билдиради. Ҳозирги кунда қуйидаги стандартлар мавжуд:

**MPEG-1** видеофильмларни (VHS форматда 358\*288 ҳажм билан) ва минимал тезлик оқими 1,5 Мбит/с бўлган овоз сигналларни CD-ROM га ўзиш учун мўлжалланган. MPEG-1да видеомаълумотлар сифат кўрсаткичлари юқори бўлмаганлиги сабабли, бу формат ҳозирги даврда телевидениеда эмас, балки видео кузатув тизимларида қўлланилади.

**MPEG-2** телеэшиттиришлар маълумотларини 3 дан 15 Мбит/с тезликда узатиш учун яратилган, аммо профессионал аппаратурада оқим тезлиги 50 Мбит/сгача бўлиши талаб этилади.

MPEG-2 стандарти телевидениенинг сунъий йўлдошлар ва ер усти қурилмаларида ҳамда катта ҳажмли видеоматериалларни архивлашда ишлатилади.

**MPEG-3** юқори аниқликдаги телевидениенинг учун яратилган (High-Defenition Television, HDTV) ва оқим тезлиги 20-40 Мбит/с, аммо кейинчалик бу MPEG-2 стандарти ичига қўшилган ва ҳозирда алоҳида тилга олинмайди.

**MPEG-4** кичик полосали Интернет каналининг оқим тезлиги 64 Кбит/секундгача бўлган мультимедия ахборотларини узатишга мўлжалланган ва телевизион формат ҳисобланмаган эди. Сўнгра стандарт телеэшиттириш сигналларини ва DVD видео фильмларни сиқиши учун 10та илова билан билан тўлдирилди. Бу стандарт оқим тезлиги 2,5 Мбит/с бўлган юқори сифатли рақамли тасвир сигналларини узатишда ва MPEG-2 билан бирга рақамли телевидениеда кенг қўлланилади.

Бугунги кунда MPEG-4 стандарт видео ахборотни сиқишда энг истиқболли алгоритм бўлиб қолмоқда.

Бу хилма хил мультимедия объектлари: аудио, видео, текст, синтезланган объектлар ўртасидаги ўзаро умумлашган боғланишни ифода этади дейиш мумкин.

**MPEG-7** формат “Таркибини ифодаловчи мультимедия интерфейси” (Multimedia Content Description Interface) деб номланади ва аудио – визуал маълумотларни мультимедия майдонидаги асосий технологияларни стандартлаштиришга бағишланган. Аудиовизуал маълумотлар MPEG-7 стандартида: статик тасвирни, графикани, 3D моделни, овозни, видео ва композит ахборотни ўз ичига олиб, мультимедия майдонида қандай ўзаро бир бири билан боғлиқ бўлиши мумкинлигини ифодалайди. Маълум бир ҳолатларда маълумотларга инсон юзининг ифодаси ва белгилари (кўз қорачиги, бармоқ излари ва ж.к.) киритилиши мумкин.

Ҳозирги пайтда MPEG-7 стандарт янада такомиллаштирилиб, яратилиш арофасида.

**MPEG-21** стандарт ҳам мультимедия стандарти бўлиб, ўзаро маълумотлар алмашишда, сотишда, маълумотлардан

фойдаланишга рухсат этишда ва бошқа рақамли объектларни манипуляцияларини таъминлаш технологияларида қўлланилади.

Бунда бажарилаётган операцияларнинг тиниклиги ва максимал самарадорлиги таъминланиши кўзда тутилади.

Стандарт мультимедиа очик бозорида дистрибьютерлар ва сервис провайдерларга мўлжалланган. Ҳозирги пайтда стандарт MPEG-21 ҳам яратилиш арафасида. MPEG стандарти асосий характеристикалари 5.1-жадвалда берилган.

#### 4.1-жадвал

##### MPEG стандарти характеристикалари

Стандарт	MPEG-1 ISO/IEC 11172	MPEG-2 ISO/IEC 13818	MPEG-4 ISO/IEC 14496	MPEG-7 ISO/IEC 15938	MPEG-21 ISO/IEC 21000
мақсади	аудио ва видеони кодлаш	аудио ва видеони кодлаш	Паст тезликда аудио ва видео кодлаш	Мудьтимедиа контентини ифодалаш интерфейси	Мультимедиа воситаларига очик кириш структураси
чикиш оқими тезлиги	1...5 Мбит/с	4...80 Мбит/с	0,064...4 Мбит/с	Маълумотлар хали йўқ	Маълумотлар хали йўқ
ишлаб чиқилган санаси	1992 г.	1994 г.	1998 г.	2001 г.	2001 г.

#### 4.1. JPEG стандарти

Ҳаракатсиз (силжимас) тасвирларни самарали сиқиш амалга оширувчи ва кўп тарқалган усулардан бири ISO Халқаро стандартлаштириш ташкилоти томонидан қабул қилинган **JPEG** (Joint Photographic Experts Group) стандартида ифода этилган. Ушбу стандарт ҳаракатсиз тасвирларнинг кетма-кетлигини ҳамда кодлаш ва декодлаш амаллари кўрсаткичларини белгилайди.

JPEG ҳаракатсиз тасвирларни сиқишда йўқотишларга эга бўлган усул бўлиб, асосан тасвирларни турли хотира қурилмаларига ёзишда қўлланилади. Кўпгина мавжуд ярим тонли ва ранг тасвирлар учун бу усул ахборот ҳажмини, визуал

сифатни саклаб қолган ҳолда, 5...10 марта кичрайтиришга имконини беради. JPEG ёркинлиги (ёруғлиги) шкки хил бўлган тасвир, расм ва чизмаларни сиқишга мўлжалланмаган.

Ушбу **JPEG** стандарти қўлланганда, барча дастурларда бажарилувчи ҳолатлардаги, минимал махсус талабларни белгилайди. **JPEG стандарти** олим В.Чен томонидан таклиф этилган ва **тасвирнинг блокли тузилмаси асосида дискрет-косинус ўзгартиришга биноан ишлайди** (3.2.1. бўлимда келтирилган каби).

ДКЎ асосида сиқиш усуллари табиатига кўра йўқотишлар билан кодлайди, бироқ маълумотларни минимал йўқотиш билан бирга сиқишнинг юқори босқичини таъминлайди. JPEG стандарти бўйича сиқиш жараёни қуйидаги босқичларни ўз ичига олади (4.1-расм):

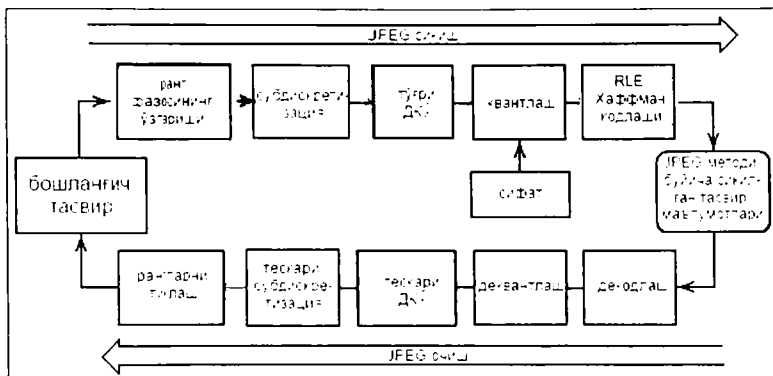
- **Тасвирни оптимал(мукамал) рангли майдонга ўзгартириш;**
- **Пикселлар гуруҳларининг ранг ташкил этувчиларини умумийлаштириш ҳисобига субдискретизациялаш;**
- **Тасвир маълумотларининг ортиқчаликларини қисқартириш учун дискрет- косинус ўзгартиришни қўллаш;**
- **ДКЎ ҳар бир блоки коэффициентларини, инсон визуал қабул қилиш идрокини ҳисобга олиб, мукаммалаштирилган вазн функцияларини қўллаган ҳолда квантлаш;**
- **Ахборотнинг ортиқчалигини олиб ташлаш учун, Хаффман алгоритминини қўллаган ҳолда, натижавий коэффициентларни (тасвир маълумотларини) кодлаш.**

JPEG стандарти кодекининг ишлашини 4.1.- расмда кўрсатилган ташкилий чизма асосида кўриб чиқамиз. Шу ўринда JPEG декодлаш амали тесқари тартибда амалга оширилишини назарда тутиш лозим.

Бошланғич тасвирнинг пикселлар маълумотлари ранг фазоси(майдони) ўзгартириш блокига келиб тушади. Одатда JPEG алгоритми ҳар қандай рангли модель билан ишлайди, чунки унинг ҳар бир ташкил этувчисига алоҳида ишлов берилади. Бу



JPEGнинг ҳар қандай рангли фазо моделидан (масалан, RGB, HSI ёки CMYK) мустақил бўлишини таъминлайди, бироқ ёруғлик/ранглилик (YUV ёки YCbCr) рангли фазода(майдонда) фойдаланилганда нисбатан юқори сиқиш кўрсаткичига эришилади. Y ташкил этувчи ёруғлик интенсивлигини ифодаласа, U ва V лар эса – ранглиликни (рангфарк сигналларни) кўрсатади. Бу модель RGBга ўзгартирилиши мумкин ва ўзгартиришда тўйинганликни коррекция қилиш шарт эмас. Ярим тон тасвирлар учун (кул ранг мисолида) фақат ягона таркибий Y қўлланилади.



4.1-расм. JPEG стандарти бўйича тасвирларни кодлаш ва декодлаш ташкилий чизмаси

RGB ранг моделини YCbCr моделига ўзгариши куйидаги муносабатлар ёрдамида амалга оширилади:

$$Y = 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B;$$

$$Cb = - 0,1687 R - 0,3313 G + 0,5 B + 128;$$

$$Cr = 0,5 R - 0,4187 G - 0,0813 B + 128.$$

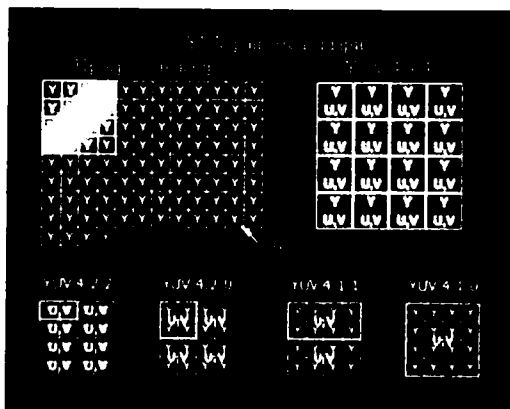
YCbCr моделини RGB ранг моделига қайта айлантирилиши эса куйидаги муносабатлар билан амалга оширилади:

$$R = Y + 1,402 (Cr-128);$$

$$G = Y - 0,34414 (Cb-128) - 0,71414 (Cr-128);$$

$$B = Y + 1,772 (Cb-128).$$

Сўнгра субдискретизация блокада рангфарк ташкил этувчиларни ўзгартириш имкони мавжуд бўлади, яъни 4:4:4 форматдаги (YUV24) ёки 4:2:2 форматдаги (YUV16) модель (4.2 - расм). Бу ерда YUV- битта ёруғлик ва иккита рангфарк ташкил этувчи. Бунда 4:2:2 модели кичик элементлар сони кўп бўлмаганда, ранглар бирдан бирига текис ўтадиган реал тасвир сюжетларини сиқишда кам бузилишлар киритади. Компьютер графикасидаги сунъий тасвирларда кўп кичик деталлар тасвири мавжуд бўлиб, рангдан рангга ўзгариш тез амалга ошганда, 4:4:4 модулидан фойдаланган маъкул, аммо бунда рақамли оқимнинг тезлиги оширилиши керак.



4.2-расм YUV ранглар модели

**Тўғри ДКЎ** блокада уч ташкил этувчи тасвир сигнали қатлам бўйича блоklarга тақсимланади (кўпинча 8x8 пиксель қийматли) ва улар устида ДКЎ амалга оширилади. Натижада ДКЎ коэффициентлари матрицаси олинади ва улар сигнал энергиясининг спектрал таркибий қисмлар бўйича тақсимланишини характерлайди. Бундай ҳолатда одатда, блокнинг асосий энергияси ДКЎ матрицаларининг чап юқори коэффициентларига жамланади ва бошқа коэффициентлар қийматлари эса 3.5.б- расмда кўрсатилганидек кичик ёки “0”га тенг бўлади.

Сўнгра кодлаш блокада видео маълумотлар ҳажмини

қискартириш мақсадида, ДКЎнинг ноль қийматли кетма-кетлик коэффицентлари, статистик компрессорлар серияси (RLE) ёрдамида қайтарилишига қарали қиймат билан алмаштирилади. RLE компрессоридан сўнг, чиқиш маълумотларини самарали пакетларга жойлаштириш учун, жадвалли Хаффман кодери қўлланилади ва кадрда учрайдиган код комбинациясининг қайтарилишига қараб, узатиш битлари мослашган ҳолда қайта тақсимланиб чиқишга берилади. Демак бунда кўп учрайдиган код комбинациялари қисқа кодлар билан, кам учрайдиганлари узун кодлар билан узатилади.

Компрессор сиқиш коэффиценти ошириш учун ДКЎ коэффицентлари матрицасини кескин-кесиксимон (зигзаг) кўринишдаги ўқиш қўлланилади, бу нолли коэффицентлар кетма кетлик занжири узунлигини оширади (3.5.6-расм). Ушбу босқичда сиқиш ҳеч қандай сифат ва ахборот йўқотишларисиз амалга оширилади, лекин тасвир сиқиш коэффиценти, тасвир сюжетига боғлиқ ҳолда, камроқ бўлади ва 10-20 мартадан ошмайди. Сиқиш коэффицентини бошқариш учун ДКЎ коэффицентлари матрицасини квантлаш матрицасига бўлиш операцияси ишлатилиб, олинган натижани яқин бутун сонгача (квантлаш қиймати) яхлитлаш амали қўлланилади. Квантлаш коэффицентлари матрицаси қиймати “фойдаланувчи” томонидан киритилади ва қийматлар “сифат” кўрсаткичларнинг талабларига боғлиқ. Агар сифат 100%га тенг қилиб ўрнатилса ва ДКЎ коэффицентлари қиймати ўзгартирилмаса, унда квантлаш матрицалари қиймати **1 сонга** тенг бўлади, яъни сиқиш йўқотишларисиз бажарилган дегани. Сифат кўрсаткичлари камайса, квантлаш матрицаси сон қийматлари ошади, бу эса нолли коэффицентлар кетма-кет занжирлари узунлигини ва мос ҳолда тасвир сиқишни ошишига олиб келади. Бироқ бунда бўлиш натижаларини яхлитлаш ҳисобига ахборотни тикланмайдиган йўқотишлари ошиб кетади, натижада катта сиқиш коэффицентларида блок чегараларидаги ёруғликнинг текис ўзгариши бузилади ҳамда тикланган сигналда блок бўйича бузилишлар ортади (3.6-расм). Декодер тўғри ишлаши учун квантлаш матрицаси қийматлари сиқилган тасвир маълумотлари

билан бирга узатилади.

Кодлаш блокадаги маълумотларга ишлов бериш тугатилгандан сўнг шакланган JPEG маълумотлар оқими алоқа канали бўйлаб узатишга тайёр бўлади ёки уни турли ахборот ташувчиларда сақлаш имконияти пайдо бўлади.

Декодлаш ёки бошланғич тасвирни сиқилган маълумотлардан тиклаш жараёни худди шундай фақат тескари тартибда амалга оширилади.

JPEG стандарти одатда “**Ўзгармас сифат**” ҳолатида ишлайди, яъни квантлаш матрицаси қийматлари бутун тасвир учун ягона бўлади, бу эса ахборот йўқотиш даражасини ўзгармаслигини таъминлайди. Бунда турли тасвирлар сиқиш коэффициентлари турлича бўлади, чунки у ишлов берилмаётган тасвир тузилмасидан келиб чиқади.

JPEG стандартида кодлашнинг 4 та ҳолати қўзда тутилади:

- ДҚЎ асосида кетма-кет (sequential);
- ДҚЎ асосида прогрессив (progressive);
- йўқотишларсиз (lossless);
- иерархик (hierarchical).

Барча ҳолатларда кодлашда энг йирик бирлик **бошланғич тасвирни (image)** сиқилишида бўлади. Кетма-кет ва прогрессив ҳолатларда тасвир битта кадрга мос келади ва ушбу кадр тасвирнинг ўзи билан бир хил бўлади. Иерархик ҳолатда тасвир бир неча кадрларга бўлинади.

Маълумотларни бўлишнинг кейинги босқичи **-скан (scan)** бўлиб, у тасвир ахборотининг бир қисмини ташкил этади. Сканларга бўлиш турли ҳолатларда, турлича амалга оширилади. ДҚЎ асосида тасвирни одатий сиқишда битта сканни ташкил этувчи тасвирнинг барча блоклари кетма-кет кодлаштирилади ёки декодлаштирилади.

Тасвир бир ёки бир неча **таркибий қисмлардан (component)** иборат бўлиши мумкин. Монохром яримтон (ок-кора) тасвир битта компонентдан иборат бўлади. Рангли тасвир бир неча таркибий қисмлардан, масалан, ёруғлик Y ва иккита рангфарк Cr ва Cb лардан иборат. Бир неча таркибий қисмлардан иборат тасвир учун кодлашнинг **оралатиш билан (interleaving)**

**ва оралатишсиз** вариантлари мавжуд. Оралатишсиз кодлашда аввал биринчи сканни юзага келтирувчи ташкил этувчи кодланади, биринчи скан юзага келгандан кейин, иккинчи сканни юзага келтирувчи ташкил этувчи кодланади, иккинчи скан юзага келгандан кейин шундай тартибда давом этаверади. **Оралатиш билан кодлашда** барча таркибий қисм блоклари битта сканни юзага келтиради, кодланади ва чиқувчи оқимга блоklar навбат билан ёзилади. Масалан, 4:2:0 дискретизация форматида аввал Y нинг 2x2 матрицани ташкил этувчи 4 блоки, кейин уларга мос келувчи битта Cb блок, яна битта Cg блоки кодланади, ундан сўнг эса Y нинг кейинги 4 блоки кодланади ва х.к.

**Сиқишнинг прогрессив режими** биттадан ортиқ скан бўлишини ва декодланадиган тасвирнинг тикланиш тартиби бошқача бўлишини тақозо этади. Биринчи сканнинг тасвирини таркибий қисмларини декодлаш бутун тасвирни бошланғич, нисбатан юқори бўлмаган сифат билан тиклашни амалга оширилишини таъминлаши керак. Ҳар кейинги сканнинг декодланиши тикланаётган тасвирнинг сифатини ортишига олиб келиши керак. Бундай вариант тасвирларнинг маълумотлар базаси, Интернетдан қидириш ва тез кўриш ҳамда бошқа ҳолатларда қўлланилиши мумкин. Бундай мақсадда декодланаётган тасвирнинг сифатини секин аста кўтарилиб боришини таъминлаш учун қуйидаги икки усулдан фойдаланилади.

**Биринчи усулда**, жорий скандаги тасвирнинг ҳар бир блокиннинг, кескин-кескинсимон (зигзаг) ҳисоблашларидан олинган, кетма-кетли коэффициентлар диапазонининг фақат маълум белгиланганлари кодланади. Бу усул **спектрал селекция** деб номланади, чунки ҳар бир диапазон одатда 8x8 пикселли блок частота спектрини қуйи ёки юқори қисмини эгалловчи коэффициентлар, яъни спектрал диапазондан таркиб топган.

**Иккинчи усулда** эса, барча блок коэффициентларининг муҳим битлари тасвирнинг биринчи сканида кодланади. Ҳар кейинги скан ДКЎ коэффициентлари аниқлигини битта битга ошишини таъминлайди. Бу усул **кетма-кет яқинлашиш** деб номланади.

JPEG нинг ахборот йўқотишларисиз режими (Lossless JPEG) тасвирнинг кўшни элементларининг башорат қилиб топишдаги кодлашга асосланган. Бундай режимда барча амаллар тўғри ва тескари ҳолатларда амалга оширилиши мумкин, бироқ эришиладиган сиқилиш катта эмас.

**Иерархик режимда** тасвир кадрлар кетма-кетлиги сифатида кодланади. Биринчи кадр **таянч кадри** ҳисобланади ва ҳар бир таянч кадр кетидан бир ёки бир неча кадрлар фарқини кўрсатувчи кетма-кетлик келиши мумкин ҳамда шундан сўнг яна таянч кадри келади. Маълумотлар чиқиш ҳажмини камайтириш мақсадида кадрлараро пикселлар қийматини ДКЎдан фойдаланилган ҳолда маълумотларни йўқотишлар билан ёки йўқотишларсиз амалга оширилади, бу эса **“сифат”** кўрсаткичларига боғлиқ бўлади.

Иерархик режим ҳам прогрессив режим каби, тикланиш сифатини аста-секин ошиб боришини таъминлайди. Ҳар кейинги кадрни декодлаш борган сари сиқилмаган оригиналга яқин тасвирни беради. Прогрессив режимга нисбатан иерархик режим муҳим хусусиятга эга ва у қатор ҳолатларда татбиқ этишда фойдали бўлиши мумкин. Кетма-кет келувчи кадрларнинг ҳар бир таркибий қисмлари тасвир аниқлигининг ўлчамини ошишига олиб келиши мумкин. Сиқилмаган дастлабки тасвирнинг аста секин оралиқ ўлчовлари камайтирилиши бажарилади, натижада иккиламчи тасвир юзага келади ва унинг элементлар сони ҳам аста-секин камаяди.

Биринчи (таянч) тасвир кичик ўлчамга эга иккиламчи тасвирни кодлаш асосида олинади. Кейинги кадрлараро фарқнинг таянч тасвирини олишда биринчи кадрдаги элементлар сонини интерполяциясини ошириш орқали амалга ижро этилади. Ҳар кейинги кадрлараро фарқнинг таянч тасвирини олишда барча кодланган кадрлардан олинган тасвирдаги кўшимча элементларни интерполяциялаш йўли билан амалга оширилади.

JPEG формати турли маълумот ташувчиларда ва Интернет иловаларида кўп рангли, сифатли расмларни сақлашда кенг қўлланилади.

## 4.2. JPEG 2000 стандарти

JPEG 2000 стандарти JPEG каби, расмлар соҳаси экспертлари гуруҳи томонидан ишлаб чиқилган. JPEGнинг Халқаро стандарт сифатида шаклланиши 1992 йилда тугалланган. 1997 йилда нисбатан янги, кучли, мослашувчан стандарт яратиш кераклиги тушунилди ва амалий ишлардан сўнг у 2000 йилнинг қишига тайёр бўлди. JPEG 2000 алгоритмининг JPEG дан асосий фарқлари қуйидагилардир:

1. Сиқишнинг нисбатан юқори қиймати таъминланади ва тасвир сифати яхшиланади.
2. Алоҳида майдонлар учун юқори сифатли кодлашни қўлланилиши, яъни инсонга кўриш қобилияти орқали тасвирнинг қайси жойини камроқ сифат билан сиқиш мумкин, қайси жойини ўз ҳолича қолдириш кераклиги имконини бериш. Натижада бир ҳил субъектив тасвир сиқишида юқори сифатларга эришиш мумкин.
3. Алгоритм вейвлет ўзгартиришга асосланган. Алоқа тармоқларини юклашда, тасвирнинг аста-секин намоён бўлиши билан боғлиқ.
4. Хаффман кодери ўрнига нисбатан самаралироқ, битга йўналтирилган арифметик кодлашни қўллаш. Бу амал JPEG стандартида қўлланилиши мумкин бўлган, лекин у вақтда патент билан ҳимояланган эди. Кейинчалик асосий патент муддати тугаган ва шу сабаб уни JPEG2000 стандартида қўллаш мумкин бўлган.
5. Бир битли (2та рангли) тасвирларни сиқиш имконияти мавжудлиги.
6. Катта ўлчамдаги тасвирларни сиқиш.
7. Сиқилган тасвирни декомпрессиясиз қайта ишлаш имкониятининг мавжудлиги.

Юқорида айтилганидек, JPEG кодердан фаркли JPEG-2000 тасвирни майда квадрат блоklarга бўлиниши талаб қилинмайди, чунки дискрет вейвлет ўзгартиришда қўлланиладиган алгоритм ҳар қайдай ўлчамдаги фрагмент учун ҳам ишлайди. Бироқ айрим ҳолларда, масалан, бутун тасвирни кодлашга хотира етмаса, уни

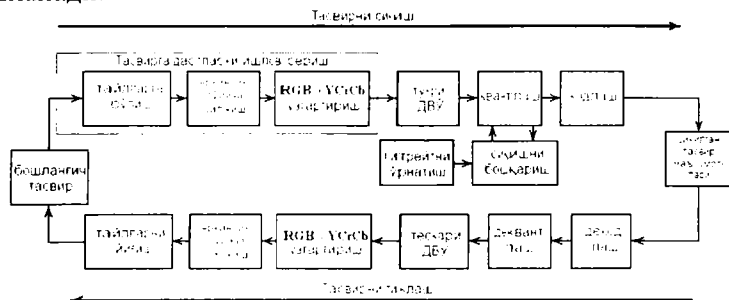
бир-бирдан мустақил равишда кодланадиган квадрат тайлларга бўлиш амалга оширилади (4.3-расм).



4.3-расм. Тасвирни тайлларга бўлишга мисол

Умуман олган, JPEG-2000 тузилмаси JPEGники билан айнан бир хил, бироқ баъзи фарклари ҳам мавжуд. JPEG-2000 кодек блокларини 4.4-расмда келтирилган чизма бўйича вазифаларини кўриб чиқамиз.

**Тасвирларга дастлабки ишлов беришда**, зарур бўлса тасвир бир неча қисмларга (тайлларга) бўлиниши мумкин, улар эса ўз навбатида алоҳида сиқилади ва ишлов берилади ҳамда кодланади. Бунда тиклаш жараёнида бириктирилган блокларнинг бириктириш жойлардаги сезиларли чизиқларни пайдо бўлишини олдини олиш учун махсус чоралар кўрилади. Ундан сўнг тасвир пикселлари ёруғлик қийматидан кадрнинг ўрта қиймати олиб ташланади.



4.4-расм. JPEG-2000 стандарти бўйича тасвирни кодлаш ва декодлаш алгоритми тузилмаси



Бу биринчидан ёругликнинг динамик диапазонини текислайди ва иккинчидан уларнинг максимал қийматини камайтиради. Бундай ёндошиш чиқиш оқимида битларни камайишига олиб келади ва видеомаялумотларни сиқиш коэффициентини оширади. Ундан сўнг тасвирни RGB майдонидан YUV майдонига ўтказиш амалга оширилади. Маялумотларни йўқотиш билан сиқишда бу ўзгартириш JPEG алгоритмига айнан ўхшайди. Йўқотишларсиз сиқишда майдон куйидаги ифода ёрдамида берилади:

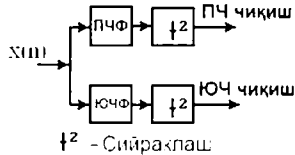
$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{R+2G+B}{4} \\ R-G \\ B-G \end{pmatrix} \quad (4.1)$$

Тескари ўтказиш куйидагича:

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U+G \\ Y - \left[ \frac{U+V}{4} \right] \\ Y+G \end{pmatrix} \quad (4.2)$$

Сўнгра дискрет вейвлет ўзгартириш (ДВЎ) амалга оширилади, у қабул қилинган коэффициентларга қараб маялумотни йўқотишлар билан ёки йўқотишларсиз ўзгартиради. Охирги ҳолда ДВЎнинг коэффициентларининг чиқиш қийматлари бутун сон қийматига эга бўлиши керак. Бунда стандартнинг биринчи қисмида иккита вейвлет филтър белгиланган: йўқотишлар билан сиқиш учун Добеши филтѐри, йўқотишларсиз сиқиш учун бутун сонли қийматга эга биортогонал филтър. Стандартнинг иккинчи қисмида ҳар қандай филтѐрдан фойдаланишга рухсат этилади.

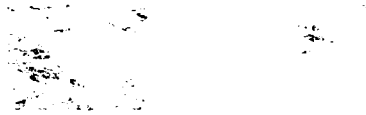
Частота филтѐрларидан фойдаланиш (4.5- расм) тасвир маялумотлар массивини иккита ПЧ ва ЮЧ ташкил этувчи массивларга бўлиш имконини беради. Тасвирлар икки ўлчамли массивдан иборат бўлгани учун тасвирларга аввал горизонтал сўнг вертикал ёки аксинча, ишлов берилади.



4.5-расм. Частота фильтрининг ишлаш чизмаси

ДВЎ битта босқичдан сўнг (вейвлет декомпозицияси) ишлов берилётган тасвир ёки унинг тайли тўртта сегментга бўлинади (4.6, а-расм):

- LL – қатор ва устунлар бўйича паст частоталар;
- HL – қатор бўйича юкори ва устун бўйича паст частоталар;
- LH – қатор бўйича паст ва устун бўйича юкори частоталар;
- HH – қатор ва устунлар бўйича юкори частоталар.



а)

б)

4.6-расм. Тасвирнинг бир каррали (а) ва икки каррали (б) вейвлет-декомпозицияси

Стандарт бўйича декомпозициялар сони 0 дан 32 гача бўлиши мумкин, бироқ амалиётда кўпинча 4 дан 8 гача ишлатилади. Ҳар бир кейинги декомпозицияда фақат паст частотали майдон (LL)га ишлов берилади, чунки одатда юкори частотали майдонда муҳим маълумотлар бўлмайди.

Сиқиш коэффициентини бошқариш учун ДКЎ коэффициентларини ўлик зонали ўзгармас квантлагичга бўлинади. Бўлиш коэффициенти 10 га тенг бўлган квантлагич иш принципи 4.7- расмда келтирилган. Бу ерда **квантлагичнинг ўлик зонаси** – бу иккита яхлитловчи диапазонга эга  $2\Delta b$ , нолга

якин интервал бўлиб, у чиқишда ноллар миқдорини кўпайтиради. 4.7-расмдан кўриниб турибдики, ДВЎ коэффициентининг бошлангич қиймати **-21,82**га тенг, квантлагич қиймати 10 га бўлингандан ва яхлитлангандан сўнг **-2** қиймати қолади. **-9,999...+9,999** интервалга тушган ДВЎ коэффициентларининг барча қийматлари 0 га айлантирилади, бу тасвирни сиқиш коэффициентини оширади.

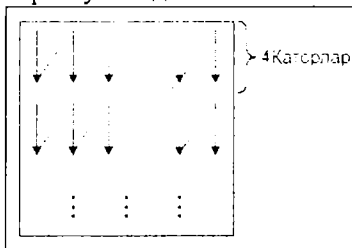


4.7-расм. Квантлагич ишидан намуна

JPEG-2000 стандартида кўпгина ҳолатларда кодлаш доимий битрейт ёки сиқиш коэффициентини режимида амалга оширилади. Шу мақсадда сиқишни бошқарувчи блокдан фойдаланилади, у тасвирни сиқишда кодер сиқиш коэффициентини фойдаланувчи томонидан киритилган қийматга олиб келиш учун квантлагич параметрларини адаптив (мас равишда) ўзгартиради.

ДВЎ коэффициентларини квантлаш амалга оширилгандан сўнг уларни кодлаш амалга оширилади, бу жараён JPEG стандартига ўхшайди, фақат Хаффман алгоритми бўйича энтропик кодлаш ўрнига нисбатан самарали арифметик кодлаш амалга оширилади. Бунда олинган яхлитланган коэффициентлар кодлаши ҳар бир блокда алоҳида бажарилади. Бунинг учун кодлаш олдидан фрагментлар етарлича кичик блоklarга шундай бўлинадики, (масалан, 32x32 ёки 64x64 ўлчамли), ҳар бир фрагментнинг барча блоklари алоҳида кодланадиган, бир хил катталиқда бўлиши таъминланиши керак. Блоklarга бўлиш, ҳалақитбардошлиқни ошириш мақсадида, ахборотни сиқишни янада мукамалроқ қилиш учун амалга оширилади. Кодлаш

алгоритми ҳар бир блок яхлитлаш коэффициентлари матричасини, 4.8- расмда кўрсатилгандек, айланиб(юзани коплаб) чиқади. Блоклар номинал баландлиги 4 бўлган блокларга бўлинади. Кейин полосалар тепадан пастга сканерланади(силжийди), ҳар бир полосанинг устунчалари эса чапдан ўнга йўналтириб ўтилади.



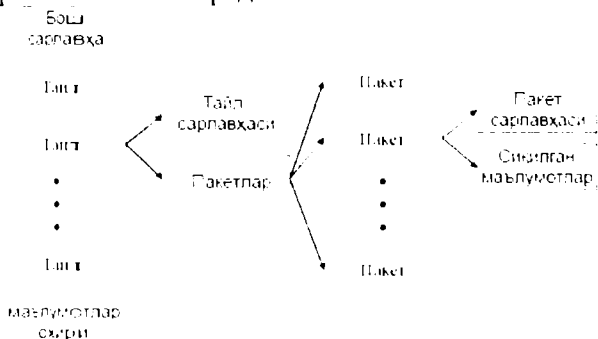
4.8-расм. Битлар текисликларидида блокларни кодлаш тартиби.

Кодлаш жараёнида коэффициентлар блокда виртуал битлар текислиги кўринишида намоён бўлади. Шундай текисликлардан бири коэффициент белгиларини кўрсатади, қолган текисликлар коэффициентлар катталикларининг турли разрядларига (текисликдаги битни жойлашуви коэффициентни блокдаги жойлашувига мос бўлади) мос келади. Бунда биринчи бўлиб, коэффициентларнинг юқори разрядига мос келадиган текислик кодланади, кейин эса камайиш бўйича навбатдагиси ва ҳоказо.

**Сиқилган тасвирларни декодлаш** кодлашга тесқари тартибда бажарилади ва жараён 4.4.-расмнинг пастки қисми бўйича амалга ошади. Бунда декодернинг тўғри ишлаши учун барча зарур кўрсаткичлар чиқувчи маълумотлар массиви сарлавҳасида сақланади.

JPEG-2000 стандартнинг муҳим афзаллиги, тасвирнинг алоҳида элементларига унинг намоёишини тўлиқ декодламай туриб ҳам кира олиш имқониятидир. Бундай имқоният биринчидан дастлабки тасвирни алоҳида тасвир сифатида кодланадиган, кесишмайдиган соҳаларга (**тайлларга**) бўлинишини таъминлаши бўлса, иккинчидан эса алоҳида тайл

кодини қисмлар (**қатлам**) сифатида бериш ва ҳар бир қатлам код коэффициентлари йиғиндиси бўлиб, бирор бир тайлга мос келади. Қатламлар ўз навбатида декомпозициянинг турли босқичидаги блок коэффициентлари кодларидан иборат **пакетларга** бўлинади. Тасвирнинг бирор-бир майдонини декодлаш учун, у қандай тайлга тегишли экани ва шу тайлга тегишли қайси қатламлар тикланиши учун зарур блоклар коэффициент кодларига эга эканлигини аниқлаш кифоя. 4.9-расмда JPEG-2000 стандартининг чиқиш оқимини ташкил этиш тузилма чизмаси кўрсатилган. Аммо ҳақиқатда ҳам, маълумотларнинг бундай намоиши тасвирни сиқиш самарадорлигини пасайтиради.



4.9-расм. JPEG-2000 стандартида чиқиш кодининг ташкил этиш чизмаси.

Бироқ стандарт нафақат тасвирнинг маълум қисмини тез ажратиш ва таҳрирлаш имконини беради, балки тасвирнинг сиқиш самарадорлигини пасайишига ҳам йўл қўймайди. JPEG-2000 стандарти, JPEG стандартининг йўқотишлар билан сиқишдан тахминан икки баробар, йўқотишларсиз сиқишдан эса 5-20% самарали эканни тасдиқлаган.

### 4.3. MPEG-1 стандарти

MPEGнинг биринчи стандарти бўлган — MPEG-1 CD компакт дискларга “нормал” ёзиш тезлиги 1,4 Мбит/с бўлган

видеофильмларни ёзиш учун ишлаб чиқилган. MPEG-1 стандарти video CD форматни таъминлашга, яъни VHS (уйдаги видео) кассеталаридаги видео билан рақобатлашадиган, ҳаваскор видео форматини қўллаб-қувватлайдиган, шунингдек, телевизион тасвирларни 1-3 Мбит/с тезлик билан узатадиган, нисбатан паст тезликдаги алоқа каналлари бўйлаб маълумотларни узатиш учун ўйлаб топилган.

Стандарт 3 қисмдан: видео, овоз, тизимлардан иборат.

### 4.3.1. MPEG-1 стандартининг видео қисми

Стандартни ишлаб чиқишда унинг қўлланиш соҳасини аниқлаб берувчи қуйидаги чекловлар қабул қилинган:

- тасвирнинг горизонтал ўлчами < 768 пиксель;
- тасвирнинг вертикал ўлчами < 576 сатр;
- макроблоклар сони < 396;
- кадрлар частотаси < 30 Гц;
- прогрессив (сатр бўйлаб) ёйиш;
- рақамли оқим тезлиги < 1,856 Мбит/с.

Айни вақтда, рақамли оқимнинг максимал тезлиги қаттиқ чегараланганлиги учун, MPEG-1нинг асосий видео формати бўлиб, Умумий Оралиқ Формат (Common Intermediate Format – **CIF**) ҳисобланади. Формат бир секундда 30 та кадрлар бўлганда, 352та сатр ва ҳар бир сатрда 240 нукта ёки 25 та кадрлар бўлганда 288 та сатр ва ҳар бир сатрда 352та нукта бўлишини ҳисобга олади. Бундай тасвир VHS форматидаги маиший видеоёзув сифатига яқинроқ бўлади ва эшиттириш стандартидаги телевизион тасвир сифатидан 4 марта кам бўлади. Бундан ташқари ушбу стандартда сатрлараро ёйиш имкони мавжуд эмас, шунинг учун ҳам MPEG-1 телевидениеда қўлланилмайди. Бирок MPEG-1 стандартида рақамли (сиқишнинг) компрессиянинг **башоратга, кадр ичи ва кадрлараро кодлашига, ҳаракат компенсациясига, ДКЎ, адаптив квантлаш ва энтропик кодлашга** асосланган замонавий қурилмаларнинг кўп қисми ишлатилган.

MPEG-1 кадрлар кетма-кетлигига ишлов беришга

йўналтирилган ва кичик вақт интервалларига бўлинган, реал тасвирларда мавжуд, ахборотнинг катта ортиқчилигидан (95 фоизгача ва ундан ортиқ) фойдаланиш учун ишлаб чиқилган. Дарҳақиқат, қўшни кадрлар орасидаги фон кам ўзгаради, барча ҳаракатлар эса тасвирнинг кичик фрагментлари ўрин алмашиши билан боғлиқ. Шунинг учун кадр ҳақидаги тўлиқ ахборотни узатиш зарурияти фақат сюжет ўзгаришида юзага келади, қолган вақтда эса янги объектларнинг пайдо бўлиши ёки эскиларининг йўқолиши ва тасвир элементларини ўрин алмашиш катталиги ва йўналишини характерловчи қайд қилинган маълумотлар билан чекланса бўлади. Бундай фарқлар аввалги ёки кейинги кадрларга нисбатан аниқланиши мумкин. Шундан келиб чиққан ҳолда MPEG-1 алгоритми қуйидаги 3 турдаги кадрлардан фойдаланади:

- **I (Intra)** - "мустақил", бошқа видео кадрлар ва тасвир тузилмаси ҳақидаги маълумотлар билан боғлиқ бўлмаган ҳолда, тасвир таянч кадрлари ахборотларини тўлиқ сақлайдиган кодлаш;

- **P (Predicted)** – **тўғридан-тўғри башорат кадрлари**, аввалги **I** ёки **P** кадр билан солиштирганда тасвир тузилмаси ўзгарганлиги ҳақидаги ахборотни ташиш;

- **B (Bi-directional)** - "икки томонлама башорат кадрлари", "олдинга" ва "орқага" башоратлари усули билан шаклланади, фақат аввалги ва кейинги тасвирнинг муҳим фарқлари ҳақидаги маълумотни сақлайди. **B**-кадрлардан фойдаланишнинг афзаллиги шундаки, сахна объектлари ҳаракатида фондаги тасвирнинг ҳам ўзгариши ҳисобга олинади. Шунинг учун унинг етишмаётган қисмларини узатиш учун кейинги кадрларнинг маълумотларидан фойдаланиш қулай (4.10-расм). Кодер ҳам тўғри ҳам тескари башоратни ҳисобга олади ва декодерга энг кичик ҳажмдаги маълумотларни жўнатади.

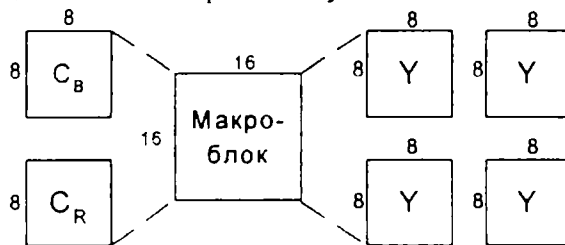
MPEG-1 стандарти бўйича видеони сиқиш алгоритмининг ишлаш схемаси 4.12- расмда келтирилган. MPEG-1 да тасвирларга ишлов бериш JPEG стандарти билан бир хил, бироқ бунда ҳаракат компенсациясига асосланган кадрлараро ишлов бериш қўлланилади. Бунда MPEG-1 блокларининг ҳаракат вектори ҳақидаги метаахборотни қисқартириш учун 16x16

пикселли **макроблокдан** фойдаланилади ҳамда макроблоклар 4 та 8x8 ёруғлик саноғи ва биттадан  $C_R$  ва  $C_B$  саноқ блокларидан ташкил топади. (4.11-расм).



4.10-расм. Тасвирнинг бўлагини кечиккан кадрдан башорат қилиш.

Видеооқимнинг сиқилиши таянч (**I**) кадрларга ишлов беришдан бошланади, яъни декодернинг ишончли ишлаши учун таянч кадрлар ҳар 12, 15 ёки 30 кадрлардан сўнг, шунингдек, тасвир сюжетининг кескин ўзгаришида жойлаштирилади. Бундай ҳолда уларни кодлаш юқорида кўриб чиқилган JPEG стандартидаги сиқиш алгоритмига тўлиқ мос келади.



4.11-расм. 4:2:2 форматидаги макроблок таркиби

Агар башорат қилинган кадр таркибидаги макроблок ( $P$  ёки  $B$ ) кодланаётган бўлса, дастлаб қўшни кадрлардаги ( $I$ ,  $P$  ёки  $B$ ) видеообъект макроблоклар силжиши мумкинлиги баҳоланади. Агар макроблокларнинг янги координаталари топилса, мос жорий



кадр пиксель қийматларидан олдинги кадрнинг кодлаштирлаётган макроблок пиксель қийматлари элементлар бўйича айрилади.



4.12-расм. MPEG-1 стандартида видеони сиқиш алгоритми.

Ундан кейин эса ушбу ажратилган пиксель қийматлари бўйича макроблоклардаги ДКҰ коэффицентлари ҳисобланадилар ва уларни квантлаш бажарилади. P- ва B-кадрлардаги макроблоклар учун, сукут (индамасдан) билан қўлланиладиган, квантлаш жадвали ҳамма позицияда 16 сонидан иборат бўлади, лекин видеооқим сиқиш коэффицентини бошқариш учун кодер томонидан ўзгартирилиши мумкин. Таъкидлаш жоизки, мета маълумотлар массивини қисқартириш учун, блоклар харакатини компенсациялашда фақат ёруғлик саноғи қўлланилади ва бунда олинган кўчиш векторлари рангфарқ сигналлар саноғи блокларини учун ҳам ишлатилади.

MPEG алгоритмларининг муҳим хусусияти шуки, кодланаётган кадрлар мустақил бўлмай қолади, чунки таянч кадрсиз P- ва B-кадрларни тиклаб бўлмайди. Бундай ҳолда тез оқимли кодлаш учун кадрлар улар намоиш бўлиши керак бўлган (тикланиш) тартибда берилмайди (4.13- расм). Шунинг учун тўғри декодлаш учун кадрларни қуйидаги кетма-кетликда қайта гуруҳлаш жоиз бўлади: I – P – B – B – P – B – B – P ....



4.13-расм. I-, B- ва P-кадрларнинг намунавий кетма-кетлиги. P-кадр фақат олдин келаётган I- ёки P кадрга боғланиши мумкин, бу вақтда B-кадр ҳам олдинги ҳам кейинги келаётган I- ёки P-кадрларга боғланиши мумкин.

Шунингдек кодлаш алгоритмининг муҳим звеноси сифатида рақамли оқим чиқиш тезлигини ўзгармаслигини таъминлаш бўлиб қолмоқда. Манбаадан сигналлар саного ўзгармас тезлик билан келиб тушади, аммо квантлагич чиқишида битлар келиб тушиш тезлиги кенг чегараларда ўзгариши мумкин. У видеокадр тури (I-кадр P- ва B-кадрларга нисбатан ёмон сиқилади) ва тасвир сюжетиغا (бир турдаги бўлаккли яхлит кадр майда зарралаи, элементли кадрга нисбатан яхши сиқилади) боғлиқ бўлади. Шунинг учун чиқувчи оқим тезлигини бир хил қилиш учун кодер ва декодерда буфер хотира блоки қўлланилади. Буфер кодер томонидан ўзгарувчан тезлик билан тўлиши мумкин, чиқишда, алоқа канали томонида, маълумотни ўқиш эса ўзгармас битрейтли бўлади. Бундан ташқари, I-, P- ва B-кадрлар орасида битларнинг тақсимланиши уларнинг ДҚЎ коэффицентларини квантлаш параметрларини ўзгартириш ҳисобига амалга

оширилади. Айрим кодерлар кодлашни “иккита ўтиш” билан амалга оширади, биринчи ўтишда видеокадрнинг мураккаблиги баҳоланади. ушбу баҳо асосида унга аниқ битлар ресурси ажратилади. иккинчи ўтишда эса ажратилган ресурсни ҳисобга олган ҳолда саноқлар кодланади.

#### 4.3.2. MPEG-1 стандартининг овозли қисми

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

**«Layer-1» (1–қатлам)** профессионал овоз ёзиш учун бўлиб, студия сифатига эга ва унча мураккаб бўлмаган алгоритм ҳамда сиқишнинг катта бўлмаган коэффициенти билан характерланади. **Асосий параметрлари: 15 кГцга тенг овоз сигнали частота полосасидаги рақамли оқимни узатиш тезлиги 192 кбит/с; компрессия коэффициенти 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) амалга оширилади.

**«Layer-2» (2–қатлам) истеъмол соҳаси** (юқори сифатли радиоэшиттиришда ўрта мураккабликдаги сигналларни узатишда ва аудиоматериаллар 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 коэффициенти қиймати ошди, лекин овоз сигнали компрессияси тезлиги камайди, гарчи тескари ўзгартириш тезлиги секинлашмаган бўлса ҳам. **Асосий параметрлари: 15 кГцга тенг овоз сигнали частота полосасидаги рақамли оқимнинг узатишдаги тезлиги 128**

**Кбит/с; компрессия коэффициенти 6 га тенг; сигнал кечикиши 40...50 мсекундни ташкил қилади.**

**«Layer-3» (3–қатлам), 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 фаркланади ва қуйидаги параметрлар билан характерланади: 15 кГцга тенг частота полосасидаги рақамли оқимнинг узатишдаги тезлиги 64 Кбит/с; сигнал кечикиши 50 мсекундни ташкил қилади.**

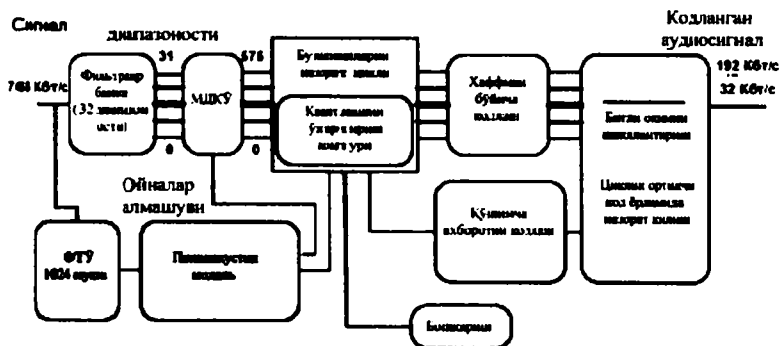
Модомики, ҳозирги вақтда MPEG-1 стандарти видеокузатув тизимларида чекли равишда бўлса ҳам қўлланар экан, фақат **Layer-3** форматини кўриб чиқиш билан чекланамиз. Формат ҳозирги кунда компьютерларда мусиқани сақлаш ва аудиомаълумотларни эшитиш учун энг оммалашган формат ҳисобланади. Қисқартирилган вариантда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

Ҳозирги вақтда MP3, овозли 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 катламлардан фарқли Layer-3 да модификацияланган ДКЎ (МДКЎ) ишлатилган. Бу овоз 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 форматада 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 овоз оқимининг кўпгина

одамларнинг эшитиш қобилияти фарқламайдиган айрим қисмларининг ташлаб кетишга асосланган. Бу усул қабул қилишни (эшитишни) кодлаш дейилади. Бунда биринчи босқичда қиска вақт оралиқлари учун кетма-кетлик кўринишида овоз диаграммаси тузилади, ундан сўнг инсон кулоғи фарқламайдиган маълумотлар ўчириб ташланади ва қолган маълумотлар жамланган кичик (компакт) ҳолда сақланади. Ушбу ёндашув расмларни JPEG форматида сиқишда қўлланиладиган сиқиш усулига ўхшайди.



4.14-расм. MP3 кодери нинг умумий ташкилий чизмаси

4.14- расмда кўрсатилган кодекнинг умумлаштирилган ишлаш тузилмасини кўриб чиқамиз.

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

Филтрлашдан сўнг, ҳар бир субполосадаги овоз сигналлари саноклари блокларга йнгилади, масштабланади(нормаллаштирилади) ва модификациялашган дискрет-косинус ўзгартириш (МДКЎ) билан ишлов берилади.

Ушбу ўзгартирлиш натижасида сигнал вақт бирлигидан частота бирлигига ўтади. Натижада сигнал энергиясининг спектрал ташкил этувчилари бўйича тақсимланишини характерловчи МДКЎ коэффициентлари шакллантирилади. МДКЎ спектрининг хусусияти шуки, унинг асосий энергияси юқори бўлмаган паст частотали худудда гурухланади, қолган ораликларда коэффициентлар кичик ёки 0 га тенг. Ундан сўнг ушбу коэффициентлар кодек сиқиш коэффициентини ошириш учун квантланади (маълум қийматларга бўлинадилар ва яқин сонгача яхлитланадилар) ва сўнгра кодланади. Ҳар бир субполосадаги масштаблашда 18та санокдан овоз сигналининг максимал қийматлиги олинади ва у субполосали танловнинг масштаби коэффициентини SCF (Scale Factor) деб номланади. Кодекда 32 та масштаби коэффициент ишлатилади ва ҳар бири 36та санокдан иборат овоз сигнали блоқи яна ўз навбатида учта майда блокчаларга бўлинади ва улар **гранула** дейилади. 18та саногини мавжуд ҳар бир гранулада санокнинг максимал қиймати аниқланади ва унинг қиймати грануланинг масштаби коэффициентини SCF ҳисобланади. Кодекда ишлатиладиган субполосалар 32 та, шунинг учун Layer-2 да масштаб коэффициентлар SCF гранулаларнинг умумий миқдори  $3 \times 32 = 96$ га тенг бўлади. Ушбу коэффициентлар маълумотларнинг чиқиш массиви сақланадилар ва декодерга табица шаклида берилади. Шунинг учун грануладаги саноклар максимал қиймати SCF жадвалдаги қийматлар билан солиштирилади ва жадвалдаги кўп қийматлардан энг яқин катта қиймат танлаб олинади. Шу қиймат кейин грануланинг SCFси 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(шовкин) фойдали сигнал билан маскировкаланиш чегараси аниқланади. Сигналнинг максимал

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

Одатда кодеклар маълум рақамли оқим тезлигидаги (96Кбит/с, 128Кбит/с, 256Кбит/с ва х.к.) маълумотларни кодлашни таъминлайди ва улар битрейтлар дейилади. Шунинг учун ҳар бир узатиш тезлиги (ёки гуруҳ тезлиги) учун ўзининг жадвали мавжуд ва уларда  $f_d$  қийматлари ва рақамли маълумотларнинг узатиш тезлиги  $v$  асосида квантлашнинг қийматлари аниқлаштирилади. Овоз сигнали саноклари кодлаштирилادиган субполосаларнинг максимал рақам номери  $n$  аниқлайди ва тизимнинг қабул қилувчи томонига узатилади.

Кўп ҳисоблашлар натижасида, “бузилишларни назорати” блокнинг чиқишида овозли кадр шакллантирилади ва дастлаб узун серияли статистик компрессор(RLE) ёрдамида сиқилади ҳамда Хафман жадвали асосида энтропия кодерига асосан қайта кодланади. Энтропик кодлаш, овоз сигналнинг хусусиятларини назарда тутди 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 аудио маълумотларни декодлаш, психоакустикани ҳисобга олмаган ҳолда, тескарисига, яъни тикланган субполоса таркибий қисмларнинг йиғиндисини олиб амалга оширилади.

#### 4.4. Телевидение эшиттириш стандарти- MPEG-2

MPEG-2 стандарти телевидение 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 телевидениесида фаол қўлланилади.

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

**Тизимли қием-** стандартнинг овоз, 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 юкори сифатли рақамли видео учун кодланган битли оқимини характерлайди. MPEG-2 формати MPEG-1нинг барча иш режимларини қўллаб- қувватлайди, яна қўшимча сатрлараро видеоформатни ва юкори аниқликдаги телевидение (ЮАТ) ҳамда стерео телевидениени қўллаш имкониятларига эга.

**Товуш қисм-** MPEG-2 стандартининг кўп каналли овозни кодланишини белгилайди. MPEG-2 бештагача тўлик 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 овоз сигналларининг янграш сифатини яхшилаш учун дискретлаш частотасининг ярим қиймати (16; 22,05 ва 24 кГц) қўлланилиши мумкин.

#### **4.4.1. MPEG-2 стандартида тасвирларга ишлов бериш**

МPEG-2 стандарти телевизион сигнални ўзаро бир бирига мос, турли мураккабликдаги алгоритмлар билан рақамли



сиқишнинг стандарт гуруҳчалари оиласини ифодалайди. Уларни мослигини татбиқ этиш учун профил (кўриниш) ва сатҳлар(кийматлар) конунлари қўлланилади.

Стандарт 5 та профилдан иборат:

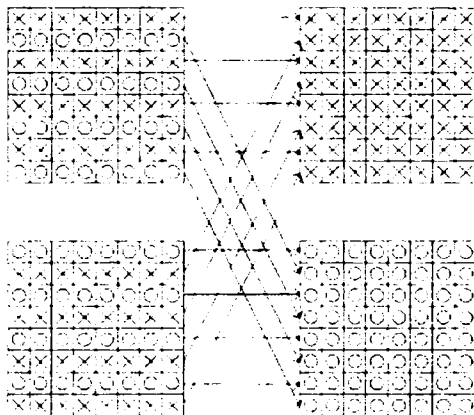
- оддий (simple) — видео оқимларни В-кадрларсиз сиқиш;
- бош (main) — ишнинг барча босқичларини таъминлаш учун, лекин масштабланишсиз;
- сигнал/шовқин (SNR scalable) муносабати бўйича масштабланиш;
- худудий (фазовий) масштабланиш (spatiallyscalable);
- профессионал (professional 4:2:2)- фазовий масштабланувчи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

Бунда MPEG-2 макроблок учун ДКЎнинг иккита тип: кадрли ва майдонли бўлинишни аниқлайди. Кадрли ДКЎ MPEG-1 билан бир хил ишлайди, бу ерда 16x16 пиксель ўлчамли ёруғлик саногии 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 4.15-расмда кўрсатилганидек макроблокнинг юқори ва пастки майдонлари ҳосил қилинади. Ушбу вазиятда рангфарк блоклар фақат тепа томондаги майдонга тегишли ҳисобланади. Майдонли ДКЎ майдонлар орасидаги мавжуд фарк 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.

Сатрлараро тасвирларга ишлов бериш башорат жараёнига ҳам сезиларли ўзгартиришлар киритади. Кадрли башорат худди

MPEG-1даги каби жорий ва таянч кадрларда 16x16 пикселли макроблокларнинг энг мукамал мосликлгини баҳолайди.



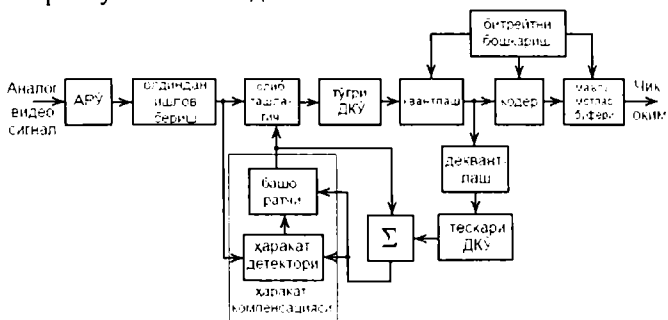
4.15-расм. Майдонли ДКЎда макроблок майдонларининг шаклланиши

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 кидирилади.

Ҳаракат компенсациясининг юқори аниқлигини макроблокнинг иккита майдонга бўлиниши таъминлайди. Бунда 16x8 пиксель 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) 4.16-расмда кўрсатилган кетма-кет жараёнларни ўз ичига олади.



4.16-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:

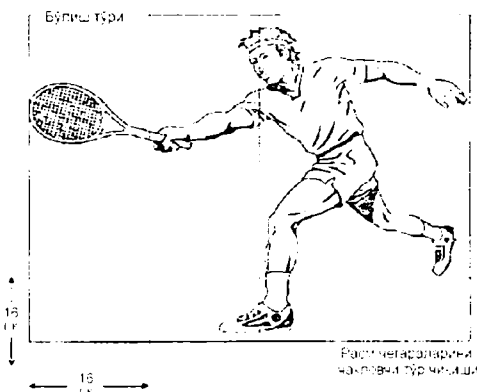
- RGB сигналлар ёруғлик  $Y$  ва рангфарқ  $U$  ва  $V$  сигналларига ўзгартирилади, шунингдек 4:4:4 рангли форматни 4:2:2 (рангфарқ компонентларни горизонтал қайта дискретлаш)га ёки 4:2:0 (рангфарқ компонентларни горизонтал ва вертикал қайта дискретлаш)га қайта кодлаш амали бажарилади;

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

- Тасвирнинг ҳар бирини  $8 \times 8$  пикселли олтига блокдан иборат макроблоklar кетма-кетлигига бўлиш: 4таси  $16 \times 16$  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 карра бўлмаса, тасвирнинг макроблоклар бутун сонига яхлит бутун сонли қилиб бўлинишини таъминлаш учун тасвирнинг қаторлар ва устунларига ноль ёруғликда етишмаётган пикселлар қиймати(сони) қўшилади (4.17-расм).



4.17-расм. Тасвирни 16x16 пикселли блокларга бўлиш.

Сўнгра бўлинган тасвирнинг макроблоклари кадрлараро ортиқчаликни бартараф этиш учун олиб ташлагич блокнинг 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 қутилаётган ҳаракати башорати асосида ҳисобланади, ундан кейин уларнинг кўчиши мумкин бўлган ҳудуд 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 ортиқчалигини бартараф этиш учун ДКЎ механизмидан фойдаланилади. ДКЎнинг тўғридан-тўғри олинган, сигнал

энергиясини унинг гармоник таркибий қисмлари бўйлаб тақсимланишини характерловчи коэффициентлари, Хаффман жадвали асосидаги энтропик кодлар ва узун сериялар статик компрессори ёрдамида адаптив квантланади ва кодланади.

Тикланган тасвирнинг сифатини баҳолаш ёки чиқиш оқимининг ўзгармас битрейтидаги ҳолатда, квантлашни адаптив бошқариш учун кодларда сиқилган видео маълумотларни декодерлаш жараёни амалга оширилади. Бунинг учун деквантлаш ва тескари ДКЎ блоклари ишлатилади ва умумлаштирилади (йиғиндиси олинади) (4.16-расм). Умумлаштириш блокада видеомулумотлар ҳаракатини компенсациялаш башорат хатоликлари билан қўшиладилар ва шу орқали кадрнинг пиксель қийматлари тикланадилар. Сигнал ҳақида олинган маълумотлар ахборотларни кодлаш узелига юборилади, бу эса шаклланаётган сиқилган тасвир сифатини баҳолаш имконини беради.

**Бундан ташқарн MPEG-1дан фарқли равишда MPEG-2 стандарти қуйидагиларга имкён яратади:**

- MPEG-1даги каби фақат 8 битли эмас, балки 9 ёки 10 битли квантлашдан фойдаланиш;

- Ички кадрли башорат билан кодланган макроблоклар йўқолишини бартараф 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.

#### **4.4.2. MPEG–2 стандарт видеомалумотлар оқими**

MPEG-2 видеокодер чиқишидаги маълумотлар оқимининг соддалаштирилган тузилмаси 4.18-расмда кўрсатилган. Видеомалумотлар 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.

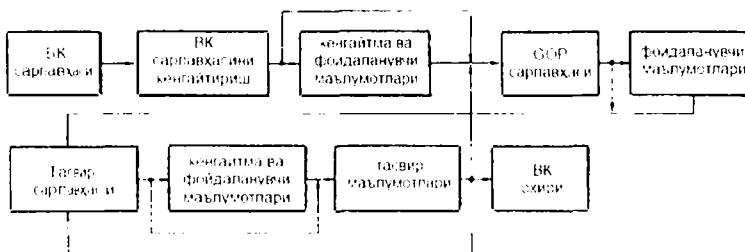
Ҳар бир видеомануотлар оқими ташкилий бирлиги декодлаш жараёнида оқимдан керакли мануотларни ажратиб олиш имконини берувчи мос бошланғич коддан бошланади.

**Видеомануотларни узатиш доимо видеокетма-кетлик (ВК)** сарлавҳасидан бошланади, унинг кетидан сарлавҳа кенгайтмалари келади. Мануотлар оқимининг ушбу қисмларида қуйидаги мануотлар узатилади:

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

Кейинчалик фойдаланувчининг қўшимча мануотлари ва кенгайтмалари узатилиши мумкин. Оқимнинг шу қисми бўлмаслиги мумкин, блокни айланиб ўтиши кўрсаткич билан келтирилган. Кенгайтмалар масштабlilik бор бўлган холлардагина мавжуд бўлади, у тўлиқ видеомануотлар 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. Мануотлар оқимининг қўшимча ёки яхшиловчи (enhancement) қатламлари тасвирнинг янада сифатлироқ қилиб олиш имконини беради. MPEG-2 стандарти

видеомаълумотлар оқимини масштабли билан ёки масштабсиз ташкил этиш имкониятини кўзда тутди.



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

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 кўрсаткичи 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.

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

4.2-жадвал

МPEG-2 кодлаш вариантлари учун битрейт максимал қийматлари

Қийматлар	Профил				
	Оддий (Simple)	Бош (Main)	С/Ш бўйича масштаблаш (SNR Scalable)	фазовий (Spati-ally 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	-	-

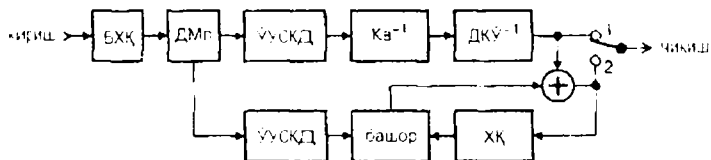
#### 4.4.3. Видеоахборот декодери

Стандартдан келиб чиққан ҳолда декодерда (4.19-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 ( $Kb^{-1}$ ), хотира қурилмаси (ХҚ), тескари ДКЎ блоқи ва кодер блоklarига мос келувчи блоklarдан ташкил топади. Такт частотаси 27 МГц



декодланаётган оқимдаги маълумотлардан фойдаланиш асосида тикланади.



4.19-расм. MPEG-2 видеодекодери тузилмавий чизмаси

Хилма хил кадр декодерларида (I; P; B) тикланиш вакти оқимнинг тузилиш мураккаблигига боғлиқ ва шунинг учун декодер киришида 3-4 кадр сигимли буфер хотира қурилмаси (БХҚ) қўйилади. Ушбу БХҚ ўзгармас маълумотлар узатиш тезлигини кадрларни декодлаш жараёни билан мослаштиради. Бунда маълумотлар БХҚдан вақт бўйича нотекис ўқилади. Рақамли оқимда хилма хил маълумотлар (видеомаълумотлар, блокларнинг ҳаракат векторлари, вақтнинг тузилмавий белгилари, овоз маълумотлари ва х.к.) узатилганлиги сабаб уларни тўғри декодлаш учун қайта ишлашнинг турли усуллари қўлланилади. Шунинг учун декодерда демультимплексор ишлатилади ва ва у пакетлаб жойлаштирилган видеомаълумотларни ЎУСКД орқали декванлавчига ( $K_b^{-1}$ ) ўтказди. Тескари ДКЎ (ДКЎ<sup>-1</sup>) чиқишида таянч кадрлар пикселлари шакллантириладилар ва улар коммутатор орқали (1 уланган ҳолатда) чиқишга узатиладилар.

Рақамли оқимнинг каттагина қисмини, кадрнинг тўғри ва икки томонлама башорат қилинган, яъни жорий ва кейинги кадр пикселлари орасидаги кадрлараро фарқни кўрсатувчи блоклардан ташкил топади ҳамда улар видеооқимни асосий сиқилишини таъминлаганлар. Шу сабаб бундай тасвир кадрларини тиклаш учун дастлаб аввалги кадр блокларидан ва башоратдаги уларнинг ҳаракат векторларидан тасвирнинг кадрлараро фарқи шакллантирилади. Сўнгра сумматорда (қўшувчида) башорат чиқишидаги пикселлар қийматини тикланган аввалги кадрнинг хотира қурилмасида (ХҚ) сақланган қиймати билан қўшилиши натижасида башорат кадрларининг

декодлашган тасвирлари шаклантириладилар. Улар коммутаторнинг 2 ҳолатида чиқишга узатиладилар.

Декодерни аппарат, дастурий ва аппарат-дастурий воситалар билан қўллаш кодерниқига нисбатан анча осон, чунки декодер блокларнинг тайёр ҳаракат векторлари билан ишлайдилар. Кодерда эса блоклар ҳаракат векторларини излаш учун катта пиксель массивларига ишлов бериш керак бўлади ва бу ўз навбатида катта ҳажмли ҳисоблашлар ҳамда кўп вақт талаб этади.

#### **4.4.4. MPEG-1,2 стандартларида тасвир бузилишлари ва видеооқимнинг мумкин бўлган сиқиш коэффициентлари**

**MPEG-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 қуйидаги сабаб билан юзага келади: қўшни блоклар бир биридан мустақил ҳолда кодланади ва декодланади, натижада блоклар чегарасидаги (орасидаги) ёруғлик пикселларининг равои 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 қўшимча “соиялар” (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. Погона эффекти. Блок ичидаги тасвирларнинг қирраларини нотўғри узатиш ёки тиклаш натижасида юзага келади. Эффект тасвирни катталаштириш масштабида тиклаганда кўпроқ нам оён бўлади.

#### **Кадрлараро кодлашда юзага келадиган бузилишлар:**

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

2. «Чивинлар» эффекти. Блокнинг ҳаракатланувчи объект ва фон орасидаги чегараларида рангли ёки ёруглик флукутацияси (бирор бир қонунга бўйсинмаган ҳолда жуда тез ёркин ўзгариш) сифатида нам оён бўлади. Эффект мавжуд ва башорат қилинган кадрларнинг квантланиш параметрларининг кадрдан кадрга ўзгариши натижасида юзага келади.

3. Стационар ҳудуддаги “донли” шовқин. Сустр ҳаракат кузатиладиган ёки ҳаракатсиз ҳудудларда ўзгарувчан товланувчи (рангли) пайдо бўлиш даври нисбатан кам шовқинлар сифатида нам оён бўлади.

4. Макроблокда унинг бошланғич ранглари ва уни атрофини ўраб турувчи ҳудуддаги 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 ёзилмишча, амалиётда қабул қилинган

тасвирнинг студиядагидек сифатини олиш учун видеоахборотни узатиш тезлигини 9 Мбит/с гача сиқиш мумкин, яъни сиқиш коэффиценти 18 мартабани ташкил этади. PAL тизимидаги оддий тасвир билан таққосланадиган тасвир сифатини олиш учун тезлик 4...5 Мбит/с гача камайиши мумкин, яъни сиқиш коэффиценти 30...40 мартабани 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.

#### **4.4.5. MPEG-2 стандартида овоз сигналларига ишлов бериш**

MPEG-2 стандартида таркибий қисм сифатида овоз сигналларини сиқиш алгоритми киритилади, бунда худди MPEG-1 (1, 2 ва 3 босқичлар) стандартидаги каби товушни полосали кодлаш принципларидан (омилларидан) фойдаланилади. Бу ерда овозли сигналнинг бутун частота спектри полосали филътр 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 коэффиценти таъминланади. Ундан ташқари, психоакустик деб номланувчи эффект қўлланилади, у кучсиз овозни яқин частотали кучли овоз билан маскировка қилишдан иборат. Квантлаш шовқинлари маскировка поғонасига мослашади ва каналда факат фойдаланувчи томонидан қабул қилиниши мумкин бўлган эшиттириш овозлари узатилади. Ҳар бир полосадаги квантланиш ушбу полоса сигналининг энергиясини ўлчаш асосида (1-босқич) ёки ташқи спектрал тахлилдан фойдаланиш асосида (2-босқич) амалга оширилиши мумкин.

«Layer-1» (1-қатлам) — профессионал соҳада ҳамда хотираси етарли катта ҳажмга эга ёзиш тизимларида, овознинг жуда юқори сифатида, студия сифатларида ёзиш ва қайта ёзиш

учун тавсия қилинади, аудиомаълумотларни унча катта бўлмаган сиқиш коэффициентига ва хотираси катта талаб қилинадиган қатламдир. Айнан шу қатлам қолган барча қатламларнинг бошланиши бўлган, айнан у “SONY” фирмасининг минидискларининг (MiniDisk - MD) сиқиш тизими асосини ташкил этади. Асосий параметрлари: 15 КГцга тенг овоз 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 модель ва коэффициентларни тахминан яқинлик билан кесишишини ҳисоблашлардаги хатоларга йўл қўйилиши ҳисобига). Декодлаш алгоритми – тез (реал вақтга татбиқ 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 тароксимон учли (гребенчатый) филтър ва Фурье тез ўзгартириш амали киритилади. шунингдек, кўпгина махсус жадваллар аниқлантирилади. Натижада сиқиш босқичи ошади, лекин овоз сигнали компрессияси тезлиги тушди, гарчи тескари ўзгартириш тезлиги секинлашмаса ҳам. Асосий параметрлари: 15 КГцга тенг овоз сигнали частота полосасидаги рақамли оқимнинг узатишдаги тезлиги 128 Кбит/с; сиқиш коэффициенти 6 га тенг; сигнал кечикиши 40...50 мсни ташкил қилади.

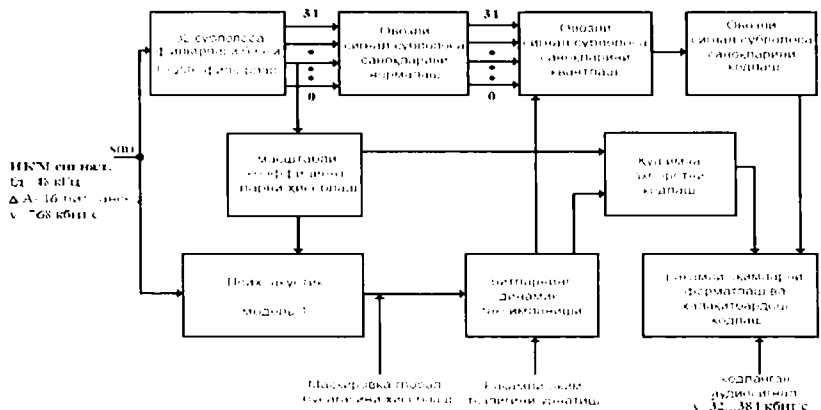
**«Layer-3» (3–қатлам)**, нутқни ISDN тармоқларидаги кичик полосали каналларда, профессионал соҳада (радиоэшиттиришда ва ўрта сифатли ҳамда кам хажмли хотирага эга ёзиш тизимларида) узатиш учун фойдаланилади. Алгоритмнинг юқори мураккабликка эгаллиги билан фарқланади ва қуйидаги параметрлар билан характерланади: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

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

Аудио сигналнинг кириш саноклари кодер киришига узатилади ва рақамли филтёрлар банкига келиб тушади. Бу ерда бирламчи сигнал ( $f_d = 48$  КГц,  $\Delta A = 16$  бит/санок,  $v = 768$  кбит/с) 32 субполосали ташкил этувчиларга бўлинади. Аудиокадр 384 та (Layer-1 учун) ёки 1152 та (Layer-2 ва Layer -3) санок ажратмаларидан иборат овоз сигналлини 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  $f_d$  — овоз сигналнинг дискретизация частотаси,  $n$  — 750Гц тенг бўлган субполосалар сони.

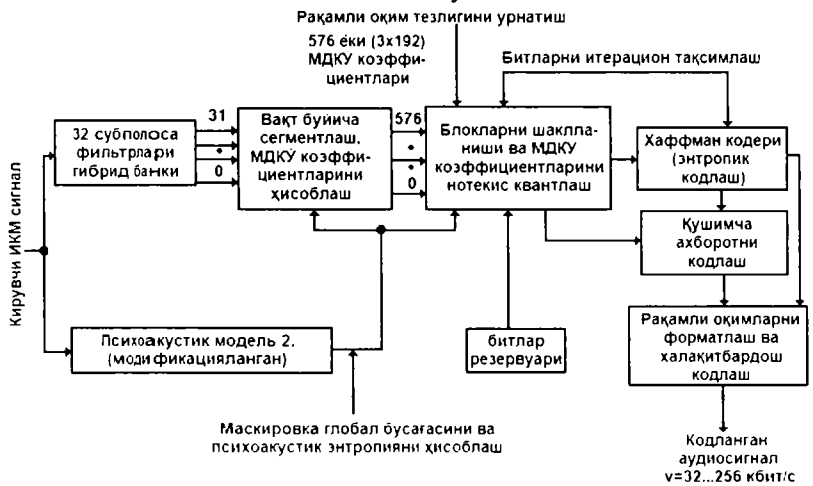
Филтрациядан сўнг ҳар бир субполосадаги овоз сигнали саноклари блоklarга йиғилади, сўнг масштабланади (нормаллаштирилади), квантланади ва кодланади. Layer-1даги масштаблашда, овоз сигналнинг ҳар бир субполосадаги 12та санокларининг максимал қийматлари олинади ва улар масштабли коэффициент SCF (Scale Factor) деб номланади. Layer-1 учун умумий 32 та масштаблаш коэффициентига мавжуд. Layer-2да овоз сигналнинг ҳар бир блокадаги 36та саноклари 3та кичик блокчаларга бўлинади ва улар юқорида қайд этилгандек гранула деб номланади. Ҳар бир гранулада овоз сигналнинг 12та саногии 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. Ўша қиймат кейин SCF грануласи деб қабул қилинади.

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



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

Layer-3 (4.21-раам) 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.



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

Бундан ташқари Layer-3 да кодлашга овоз сигнали саногининг 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 овоз сигналнинг статистик хоссасини ҳисобга оладиган энтропик кодлаш деб номланади.

Кўплаб ҳисоблашлар натижасида, “Рақамли оқимларни шакллантириш ва ҳалақитбардош кодлаш” блоки (4.20 ва 4.21-расмлар) чиқишида аудиокадрлар кетма-кетлигини ифодаловчи овозли 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 (бўлақланган) 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) — овозли 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 давом этиш вақти ўзгармас



бўлганлиги боис, ушбу ҳисоблашлар аудио санокларини кодлашга ва аудио сифатига таъсир қилиши мумкин.

Ундан ташқари, MPEG-2 стандарти 1997 йилда овозни кодлашнинг такомиллаштирилган тизими AAC (Advanced Audio Coding) билан тўлдирилган. У ISO/IEC 11172-3 ва 13818-3 стандартларининг Layer-3 сиқиш алгоритмини ишлаб чиқишда йиғилган тажрибага асосланган ва барча таниш овоз форматлари: моно, оддий стерео, Dolby тизимининг турли кўринишлари, беш каналли 5.1 овоз форматини қўллайди. Бирок 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 кодир 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 ва 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 (орикча 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 машхури LC бўлиб, унда овоз сигналлари сиқишнинг нисбатан паст мураккаблиги ишлатилади. бу эса AAC LC файлларни AAC плеерлар ёрдамида тасвирлаш имконини беради (масалан: Apple iPod ёки Nokia телефонларида).

AAC кодерининг иш принципини 4.22-расмда кўрсатилган ташкилий чизма ёрдамида кўриб чиқамиз. MPEG-2 AAC да

МДКЎ коэффицентлари кодланади, бироқ нотекис квантлашда сиқиш эгри чизиғи шакли бирмунча ўзгартирилган ва 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 сиқиш алгоритмининг сифатини ошириш учун, AAC кодерда бузилишларни минималлаштириш махсус амалиётларидан фойдаланилади. Аниқроқ айтганда, квантлаш хатоликлари микротузилмаси ҳар бир субполоса ичидан минималлаштирилиши (TNS-Temporal Noise Shaping – деб номланувчи) техника билан бошқарилади. Субполосали сигналларни бирлаштиришда ва кодлашда (Coupling) аввалгидек **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. Чизикли башоратда фақат кўпканалли сигнал саноғи орасидаги корреляция(боғланиш) эмас, балки квантланиш шовқини спектрининг шакли ва унинг вақт бўйича ўзгариши ҳам ҳисобга олинади. AAC кодери психоакустик модели маскировкасининг глобал погонасини(юқори чегарасини) ҳисоблашда кўшимча амалиётлар ва аниқлаштиришлар киритилади. Бироқ бу ерда ҳам Layer-3даги каби 2-модификацияланган психоакустик модел асос ҳисобланади.

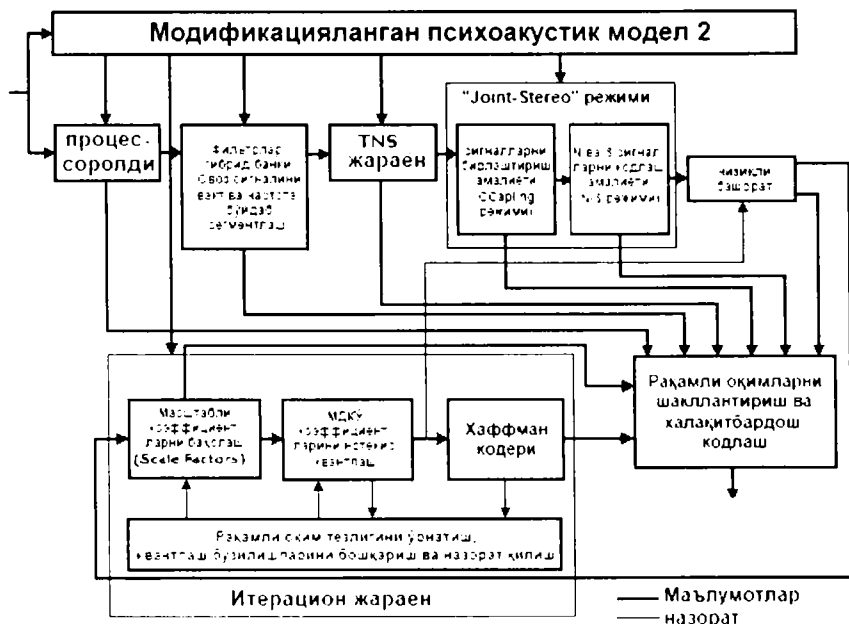
AAC алгоритми овоз сигналини кодлашда нисбатан юқори сифатга эришишни таъминлайди, масалан, **5.1.** форматидаги каби. Сиқиш ҳисобига юзага келган бузилишлар рақамли оким йиғинди тезлиги 320...384 Кбит/с бўлгандаёқ, эшитиш сезгисини қийматининг қуйи погонасидан пастда бўлади, яъни инсон сезмайдиган ҳудудда.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

Шундай қилиб, MPEG-2нинг овозли қисми, кўпканалли овозни кодлашни қўллаган ҳолда, қуйидаги форматларнинг ижросини

таъминлайди:

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

Овозли канал динамикларининг мос жойлашуви 4.3-жадвалда келтирилган.



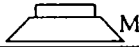

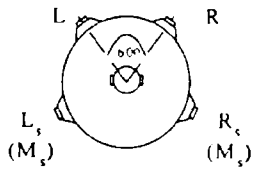
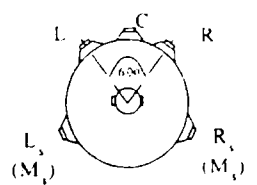
4.22-расм. ISO/IEC 13818-7 стандартининг MPEG-2 AAC кодирининг ташкилий чизмаси ва унинг кўпканалли шакли

Кўп каналли овоз кўринишларидан бири, кўп тилли овоз инфодаси 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 овоз каналларини инсонларнинг

эшитиш ва кўриш қобилияти пасайганлар учун (биринчи ҳолатда саҳнанинг кўринишини тасвирлаш канали, иккинчи ҳолатда суҳбат текстларини, диалогларини алоҳида бериш канали) ҳам узатиш мумкин.

4.3-жадвал.

BS.775-Тавсиясидан келиб чиққан кўп каналли овозли тизимлар иерархияси.

Тизим	Каналлар	Белгиланиши	Динамикларнинг жойлашиши
Моно	M	1/0	
Моно + моно	M	1/1	
Икки каналли стерео	L/R	2/0	
Икки каналли стерео + 1 атрафдаги	L/R/Ms	2/1	
Икки каналли стерео + 2 атрафдаги	L/R/Ls/Rs	2/2	
Учканалли стерео	L/C/R	3/0	
Учканалли стерео + 1 атрафдаги	L/C/R/Ms	3/1	
Учканалли стерео + 2 атрафдаги	L/C/R/Ls/Rs	3/2	

Мураккаб кўп ташкил этувчили овоз сигналларни (квадрофония, Долби 5.1. ва х.к.) кодлашда, MPEG-1 ва MPEG-2 стандартларининг декодерлари ўзаро мослашиб ишлашлари учун MPEG-2 кодерида дастлаб матрица ёрдамида MPEG-1 стереосигналига мос тушадиган комбинациялаштирилган стереосигнал шакллантирилади. Шундан сўнг MPEG-2 кўп каналли овоз сигналлини тиклайдиган кўшимча сигналлар мажмуаси шакллантирилади.

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

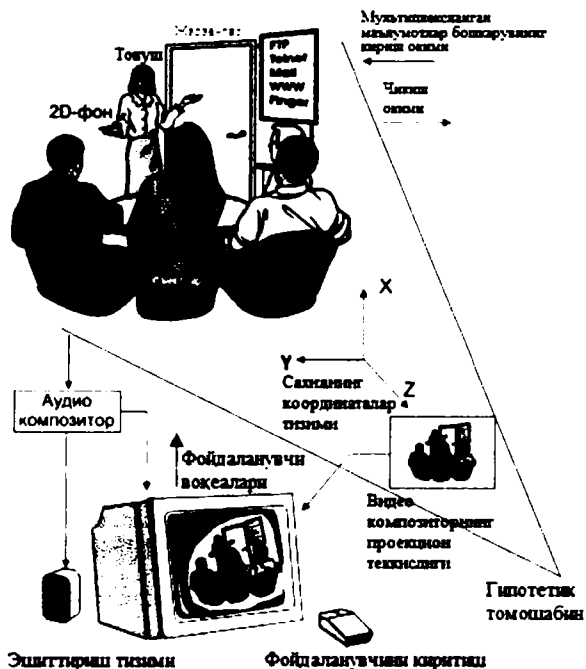
#### 4.5. MPEG-4 мультимедиа стандарти

MPEG-4 стандарти 90-йиллар бошида мультимедиа ахборотларни (овоз, кам кадрли телевидение, графика, матн ва бошқалар) Интернетнинг рақамли оқим тезлиги 64Кбит/с бўлган кичик полосали каналларида маълумот узатиш учун ишлаб чиқилган. Дастлаб, MPEG-4 яратилишидан оқ телевидион 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 телевидение сигналларини кодлаш қондаларини белгилайди. Ушбу қисм **MPEG-4-10** ёки **H.264** деб номланади.

Ўзининг аждодларидан 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 медиамалумотларни учта йўналишда: интерфаол мультимедиа, график иловалар ва

рақамли телевидениеларда объектга йўналтирилган тасвирланишидир. Агар MPEG-1 ва MPEG-2 стандартлари тайёр видеокадрлар билан ишлашни ифодаласа, MPEG-4 асида объектга йўналтирилган муҳитни ташкил этиш қодаларини белгилайди. У рақамли оқимлар, оддий маълумот массивлари билан эмас, балки медиа-объектлар билан ишлайди ва унга асос бўлиб, алоҳида объектлардан иборат натижавий овоз ва тасвирнинг реал вақт масштабида узатишда ва қабул нуктасида шаклланишига хизмат қилади (4.23-расм).



4.23- расм. MPEG-4 сахнасига мисол.

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;
- Бўлакланган объектларни бошқа саҳналарда ишлатиш осон;
- Масштабланган объектларни тузиш содда;
- 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, саҳнадан объектни олиб ташлаш, фойдаланувчи томонидан турли манбаалардан олинган ва кодек хотирасида сақланаётган янги объектлардан иборат янги саҳна яратиш.

MPEG-4 да саҳна ва унинг динамик ўзгаришини ифодалаш учун махсус ишлаб чиқилган иккилик тил BIFS (Binary Format for Scenes саҳналарни 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 саҳнадаги 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 ресурслари оқими сифатида кўрилиши мумкин, саҳналар тасаввури эса саҳнадаги объектларни фазо-вақт бўйича кўчишини ўзгартиришга хизмат қилади. MPEG-4 саҳналарнинг ифодасини (тасаввурини) ва медиа-объект ҳақидаги маълумотларни ташийдиган оқимлар синтаксисини аниқ ифодалаш учун махсус таъсис этилган тилдан фойдаланади. BIFS вақт бўйича иккита саҳна модификацияси(кўриниш) протоколларидан фойдаланади: буйруқли (BIFS-Command) ва анимацион (BIFS-Anim).

BIFSнинг буйруқли оқимлари янги саҳнани юклаш, объектлар таркибини ўзгартириш ёки объектларни кўшиш ва

ўчириш имконини беради BIFS-Anim анимацион оқимлари саҳна 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 видеоовозли саҳна объектини йиғиш имконини бериши;
- охирги ахборот қабул қилгувчи учун саҳна 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 (овозлар, инсон билан боғлиқ овоз);
- саҳна билан боғлиқ матн;
- саҳна ёзилаётганда бўлмаган сунъий объектлар, бироқ фойдаланувчига етқизилганда қўшилади (масалан: компьютер графикаси воситалари томонидан яратилган “сўзловчи инсон боши”);
- сунъий объект билан боғланган ва овозга ўзгартириладиган матн.



Маълумотларни ушбу усулда бериш саҳнада медиа объектларни нисбатан осон силжитишга имкон яратади. Бунда уларни кадр майдонининг барча қисмида силжитиш имконияти мавжуд, яъни геометрик ўлчовини ва масшабини ўзгартириш, хилма хил кўринишда бериш. Бундан ташқари баъзи бир алоҳида видеообъектларнинг рангини ва матнларини ўзгартириш ҳамда улардан мураккаб композициялар йиғиш мумкин.

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.

#### **4.5.1. 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-макроблокга максимал мос келувчи ва эркин жойлашган макроблок 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 ДҚЎ 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 1та 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 тутуди: у фақат Y компонентали блоклар учун қўлланилади. Ушбу усулнинг фарқли хусусияти шундаки, айирма блокнинг аввалги I- ёки P-текисликларда унга ўхшаш учта блокнинг ўлчовлари суперпозицияси бўйича ташкил этилишидадир, 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.

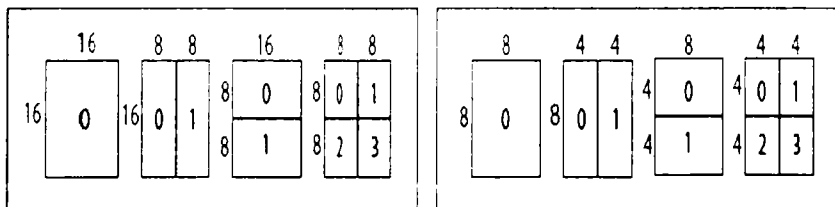
Юқорида кўрсатилганидек, MPEG-4 видеооқимларини юқори самарали сиқилиши учун сахна объектларини ажратиб олишдан фойдаланилади, бироқ объектларни бир жинсли бўлмаган фонда ажратиб олиш етарлича мураккаб масала ва у кўплаб ҳисоблашлар талаб қилади. Шунинг учун MPEG-4-10 (H264) стандартида тасвирларни ўзгарувчан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

MPEG-4 видео кодекки 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 блоklar ҳам (8x8, 8x4, 4x8 ёки 4x4) 4.24-расмда кўрсатилгандек бўлилади.

Ҳар бир кичик ўлчам худуд макроблок бўлаги ҳисобланади. Макроблокларни блоklarга, 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 бўлаklarининг катта ўлчамидан(16x16,16x8,8x16) фойдаланиш, ҳаракат векторларини узатиш учун кам битлар талаб қилиниши аниқлади, лекин бу қолган блоklarни майда деталли тасвирлар худудидаги ҳаракатланиш компенсациясининг катта хатоликларига олиб келади.



4.24-расм. Макроблокларни кичик ўлчамли блоklarга бўлинишига мисол.

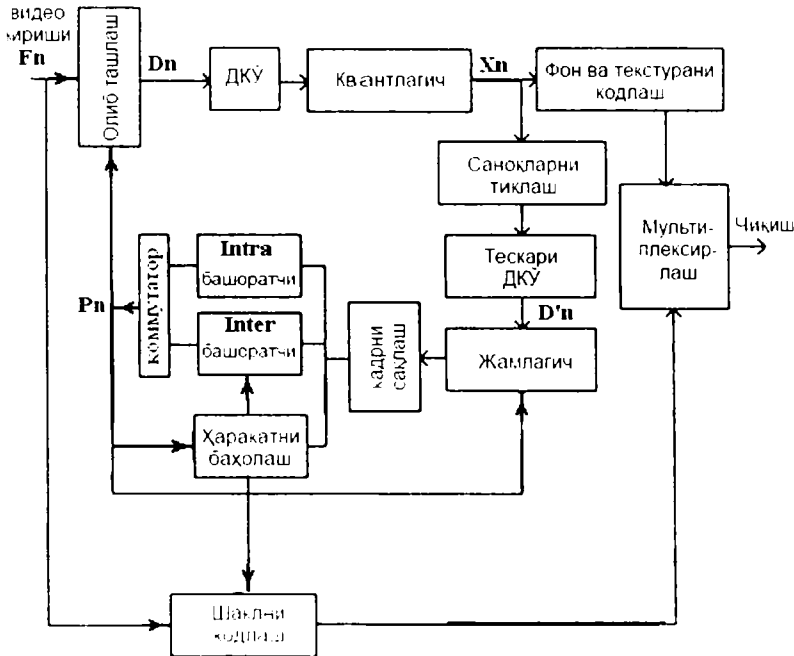
Бўлиш бўлаklarининг кичик ўлчамидан(8x4,4x4 ва ҳ.к.) фойдаланиш, қолдиқ блоklarни майда деталли тасвирлар худудидаги, ҳаракатланиш компенсациясидан сўнг, кам хатоликларига олиб келади, лекин бу ҳаракат векторлари ва бўлиш усуллари ҳақида узатилаётган ахборотнинг ҳажмининг ошиб кетишига олиб келади. Шундай қилиб, бўлиш ўлчамини танлаш видеотасвирнинг сикши қийматига катта таъсир килади.

Одатда, маълумотлар хатоликлари ахборотларни сунъий

йўлдошдан қабул қилишда кўпроқ юзага келади. Об-ҳаво шароитлар ёки бошқа факторлар сабабли сигнал аниқ вақт оралигида йўқолиб қолса, янги кадрнинг мавжуд блоклари узатилади, айрим блоклари, мавжудмаслари узатилмайди. Янги мавжуд блоклар координатага мувофиқ кўчиб ўтади, йўқларининг ўрнига эса аввалги кадр блоклари 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 намён қилувчи ташкилий чизма 4.25-расмда кўрсатилган ва у деярли MPEG-1, MPEG-2 кодекларидаги элементлардан иборат.



4.25-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 бошлангич тасвирнинг  $16 \times 16$  пиксель 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 солиштирганда 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 макроблоқдан айириб олиб ташланади. Натижада қолдиқ коэффицентлар  $D_n$  макроблоки ҳисобланади. Ушбу макроблок ўзгартиргичга келиб тушади, бу ерда тўғридан-тўғри ДҚЎ асосида қолдиқ коэффицентларининг частотали ўзгартирилиши амалга ошади. Шундай қилиб алгоритмнинг ҳисоблашлардаги мураккаблиги сезиларли пасаяди, бироқ сиқиш жараёнида қўшимча хатоликлар юзага келади. Частотавий коэффицентлар квантланади(масштабланади), бу видеомаълумотларни йўқотишлар билан сиқишни бошқариш имконини беради. Ўзгартирилган ва квантланган коэффицентлар тўплами  $X_n$  маълумотларни тиклаш тесқари канали учун бошлангич(дастлабки) маълумотлар бўладилар. Кодланган коэффицентлар. макроблокни тўғри декодланиши учун зарур қўшимча маълумот билан биргалиқда, абстракт (мавхум) тармок босқичининг (NAL) маълумотлар битли оқимини (bitstream) ташкил

этади.

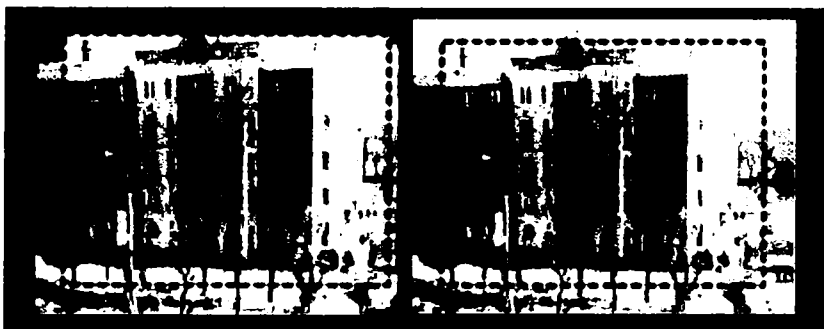
Тиклаш каналида аввал тескари квантланади, кейин тескари частотали ўзгартириш амалга оширилади. Натижада тикланган, ўзаро айирма сифатида аниқланган, коэффицентлар  $D'_n$  олинадилар. Улар башоратландиган кадр  $P_n$  билан кўшилади ва бу тикланган  $F'_n$  кадрни олиш имконини беради.

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 олиниши 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 камаяди. 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 кодерид**а кодланади, кейин мультиплексор орқали чикувчи маълумотлар оқимида кўшилади.

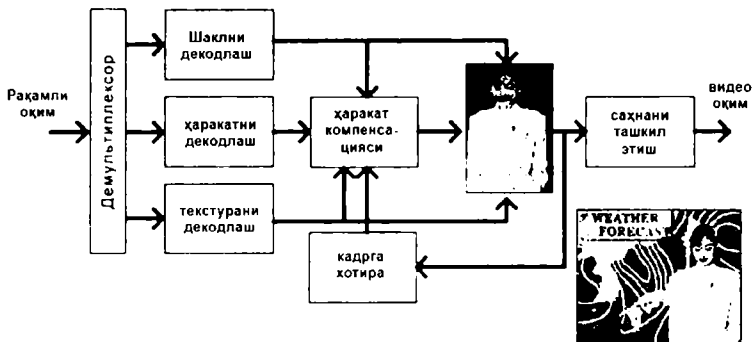
Видеообъект шакли ҳақидаги маълумотлар оддий ҳаракат векторига нисбатан кўпроқ иккилик символларни эгаллашига қарамай, узатилаётган ахборотни ҳажмини кичрайтиришдаги афзаллик MPEG-1,2 ларга нисбатан анча сезиларлидир.

Ҳаракатсиз фон ва текстли чўзилган объектларнинг тасвирларини сиқишда вейвлет-ўзгартиришга асосланган **фон ва текстура кодеридан** фойдаланилади. Ушбу усул сиқишнинг юқори қийматларини ва фазовий майдон бўйича кўп босқичли

масштаблиликни 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 (4.26-расм).



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



4.27-расм. MPEG-4 видеокадрини декодлаш

Берилаётган кадр чегараларида узилишлар бўлмаслиги учун текислаш алгоритмидан фойдаланилади. Панорамадаги номалум



майдонларга фазовий тўлдириш алгоритми асосида қўшимчалар киритилади ва тўлдирилади. Ҳаракатни компенсациялашнинг ушбу усули нисбатан энг кўп фойдаланиладигани ҳисобланади, чунки ҳеч қайси тасвир саҳнаси ҳаракатсиз, абсолют статик фонга эга бўлмайди ва видеокамера силжишисиз амалга ошмайди. Шунинг учун ҳам ушбу услубни бошқалари ичида сиқишнинг энг муҳим ва яхши натижаларини берувчи усули сифатида ажратиб кўрсатиш мумкин.

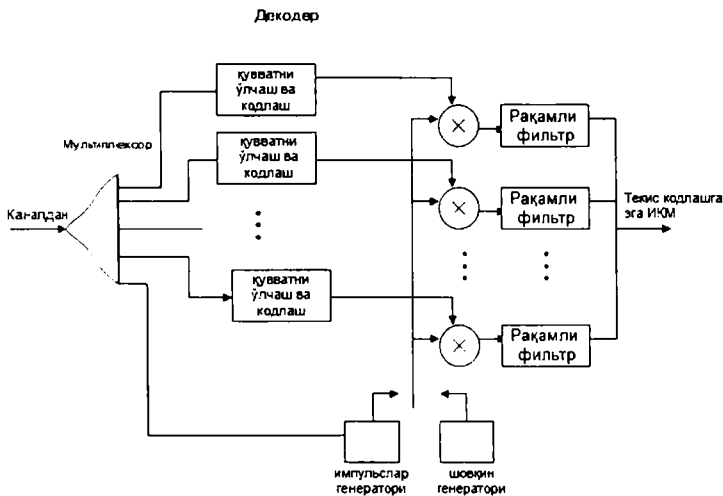
Декодернинг ташкилий тузилмаси 4.27-расмда келтирилган. Сиқилган тасвирларни декодлаш амалга оширилганда кодерга нисбатан тескари амаллар бажарилади. Декодер сиқилган битлар оқимини қабул қилади ва маълумотларни декодлашни амалга оширади. **Intra-** ва **Inter** – башоротлар ташкил қилиш блокади, кадр тахлилига жавоб берадиган элементлар йўқ. Аниқ қайси режим ҳамда уни амалиётга татбиқ қилиш ҳақидаги ахборот битли оқим ичида узатилади.

#### 4.5.2. MPEG-4 стандартида аудио кодлаш

Мультимедиа иловалари учун яратилган MPEG-4 стандарти, MPEG гуруҳи томонидан яратилган рақамли маълумотларни сиқишдаги алгоритмларини ишлаб чиқишда йиғилган тажрибалари умумлаштирилган. Бу ерда AAC алгоритмидан ташқари, юқори сифатли овоз сигналларининг рақамли маълумотларини сиқиш учун илк маротаба параметрик кодлашни қўллаш таклиф этилган, ҳамда реал овоз сигнали тонли ва шовкинсимон сигналлардан иборат модель сифатида тақдим этилади. Овоз сигналларини кодлашда ушбу сигнални ифодалайдиган катор параметрлар аниқланади, кейин улар декодерга узатилади. Декодер эса ушбу параметрлар асосида синтезатор ёрдамида бошлангич овоз сигналини тиклайди. Овоз сигнали параметрлари қанча аниқ ифодаланса, унинг янграши шунча оригиналга(ҳақиқийсига) мос келади. 4.28 ва 4.29-расмларда параметрик кодлаш ва декодлашнинг содалаштирилган чизмаси кўрсатилган. Параметрик кодернинг ишлаш омилени батафсилроқ кўриб чиқамиз.



Сўнгги вақтгача параметрик моделлаштириш, нутк сигналларининг рақамли маълумотларини сиқишда фақат вокодер (овоз кодлагич) тузилиши бўйича ишлатилган ва у мусликий сигналлари моделларидан соддарок бўлган. Бирок сўнгги 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.



4.29-расм. Параметрик декодернинг ташкилий чизмаси

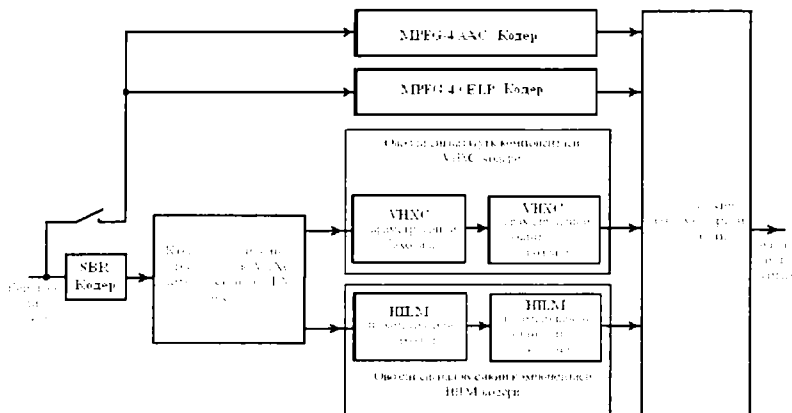
Кўрсатгичларни баҳолашнинг, мураккаб амалиётларга эгаллиги ва татбиқ қилишда кўплаб ҳисоблашларнинг ижросини таъминлаш кераклиги, талаб қилинган параметрик кодлашда етарлича яхши янграш сифатини беради ҳамда рақамли оқим тезлигини 16...24 Кбит/с бўлишига имкон яратади.

ISO/IEC 14496-3 нинг MPEG-4 стандарти аудио кодлаш тузилмасини 4.30-расмда кўрсатилган умумлаштирилган чизма асосида кенгрок кўриб чиқамиз.

Кодерсиқишнинг қуйидаги алгоритмларини ўз ичига олади:

- мураккаб динамик ва вақт тузилмага эга бўлган, овоз сигналининг муסיкавий фрагментларини кодлашга мўлжалланган MPEG-4 AAC (Advanced Audio Coding) тизим;

- MPEG-4 AAC+SBR (Spectral Band Replication, айнан «спектрал полосалардан нусха кўчириш») динамик ва вақт бўйича мураккаб тузилмага эга бўлган, овоз сигналининг муסיкавий фрагментларини кодлашда ракамли оким тезлигини кўшимча пасайтириш имконини беради;



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

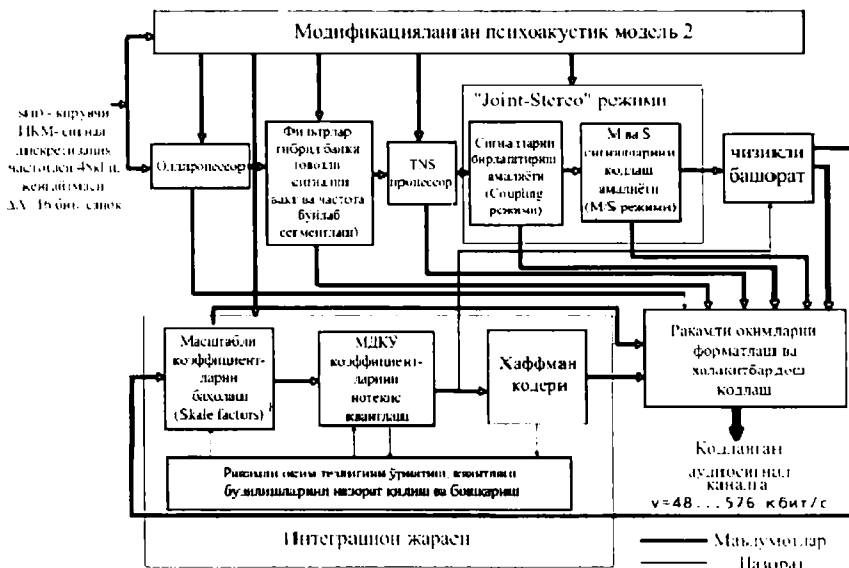
- Нутқни кодлашга хизмат қилувчи MPEG-4 CELP (Code Excited Linear Prediction);

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

Сикши алгоритми танлаш овоз сигналининг ажратмасини дастлабки тахлил қилиш жараёнида автоматик амалга ошади.

Юқорида санаб ўтилган овоз сигналининг кодлаш усулларини нисбатан тўлиқроқ кўриб чиқамиз.

**ААС Алгоритми (4.31-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 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 ва II, 3/2) ва беш каналли Surround-формат 5.1.**



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

MPEG-4 AAC алгоритмида MPEG-2 AAC алгоритмига нисбатан, овоз сигналларининг дискретлаш частоталарининг кўп қийматлари қўлланган: 8, 11,025, 16, 22,05, 24, 32, 44,1, 48, 64, 88,2, 96 КГц, шунингдек, синусонал “дераза” функциялари ўрнига Кайзер-Бессел “дераза” функциялари қўлланган, у икки хил ўлчамдаги “деразага” эга: овоз сигналининг 2048 саногидан иборат бўлган узун “дераза” ва овоз сигналининг 256 саногидан

иборат бўлган киска “дераза”. Бу эшитиш имкониятининг частота ва вақт бўйича Layer 3га нисбатан яхши мослашувини таъминлайди. Иккала ҳолатда ҳам овоз сигнали саноги ажратмаларининг 50% қоплашдан фойдаланилади.

Layer 3 (MP-3) даги каби кодлашга семплларнинг ўзи эмас, балки МДКЎ коэффицентлари учрайди. Бирок Layer 3 фарқли равишда, бу ерда нотекис квантлашда сиқиш қиялиги шакли ўзгарган, МДКЎ коэффицентларини кодлаш учун Хаффманнинг 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 модель томонидан ҳисобланган, квантлаш бузилишларининг ҳақиқий қийматлари мумкин бўлган қийматлардан ошиб кетса, унда МДКЎ коэффицентларининг коррекциялаш амалиёти қуйидагича бажарилади: бошида бузилишлар олди режими ишга туширилади, агар бу иш ёрдам бермаса, психоакустик моделнинг талаблари бажарилмаётган кодлаш субполосасидаги МДКЎ коэффицентлари, коррекцияловчи кўпайтиргичга кўпайтирилади. Алгоритм уларнинг бошидаги кичик қийматдан бошлаб кетма-кет танлаб олинган бир неча қийматларига эга. Коррекциялашнинг ҳар бир циклидан сўнг, МДКЎ коэффицентларининг квантлаш ва кодлашнинг 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:

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

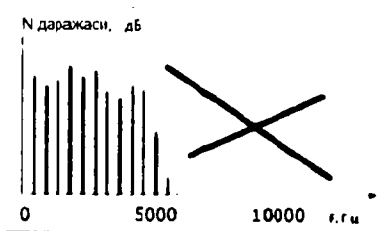
Таъкидлаш жоизки, чизикли башоратда нафакат сигналлар саноклари орасидаги корреляция, балки квантлаш шовқин спектрининг шакли ва унинг вақт бўйича ўзгариши ҳам ҳисобга олинади. Бунда MPEG-4 AAC кодери асосини Layer 3даги каби модификацияланган психоакустик 2 модели ташкил этади, бироқ маскировкалаш асосий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

TNS технологияси рақамли фильтрларнинг асосида AAC 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 ҳудудида шакли бўйича яқин бўлиб қолади, бу эса аудио оқим сиқиш самарадорлигини сезиларли оширади. Шундай қилиб, эшитиб кўрилган тестлар AAC 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 телевидение овоз сигналларини, паст тезликга эга рақамли каналларда узатилгандаги, сифатни ошириш имкониятини беради.

Сиқишнинг катта коэффициентларида, овоз сигналлари спектридаги юқори частотали ташкил этувчиларини пасайтириш. унинг тембрининг бузилишларига олиб келади (4.32-расм). Натижада овоз сигналининг янграш тембри жуда паст ва хира

(жарангсиз) бўлиб қолади ҳамда овоз сигнали тушинарсиз бўлиб қолади. Ундан ташқари, бундай ҳолатларда ишлаб чиқарувчилар каналнинг талаб этилган ўтказиш қобилиятини ва радиоканал частотасининг оралиғини камайтириш учун овоз сигнал спектрини узатишда чеклашга мажбур бўладилар. Масалан, частота дискретизацияси 12 КГц бўлганда, Котельников теоремасига кўра кодланаётган овоз сигналининг юқори частотаси 6 КГцдан юқори бўлмаслиги керак. SBR усули тикланаётган овоз частоталарини полосасини юқорида кўрсатилган чегарадан каттароқ кенгайтириш имконини беради. Жараён куйидагиларга асосланган, қабул қилиш томонида, сигнал спектрининг паст частотали ва юқори частотали ташкил этувчилари орасида боғланиш ҳисобига, узатиш томонидаги дастлабки овоз сигнали (4.32-расм) тахминан тикланади.



4.32-расм. Овоз сигналининг юқори частотали спектрини чеклаш

Қабул қилувчи тарафдаги декодерда спектрнинг паст частотали таркибий қисмларидан қисман нусха олинади ва улар юқори частота спектрига ўтказилади. Бунда овоз спектрининг юқори частотали ташкил этувчисининг эғувчиси, SBR декодердан кейин, дастлабки сигнал эғувчисидан сезиларли фарқ қилмаслиги керак. Бу SBR декодерга овоз сигнали спектрининг юқори частотали қисми эғувчисини шакллантиришни таъминловчи қўшимча ахборот узатилиши ҳисобига эришилади. Эғувчини узатиш учун тахминан 2 Кбит/с тезликка эга рақамли оқим талаб этилади. Жараёнда овоз сигнали спектрининг қайта



тикланган юқори частотали қисмидаги шовқинсимон ва гармоник ташкил этувчилари орасидаги энергетик муносабатни сақлаш муҳим саналади. Шу сабабли декодернинг қабул қилувчи тарафида овоз сигнали юқори частота спектрининг қайта тикланган қисмини қўшимча шовқинсимон компонентлар билан тўлдирилади.

**MPEG-4 AAC+SBR гибрид кодлаш алгоритми.** Овоз 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 овоз сигналининг кодлашдаги рақамли оқим тезлигини камайтириш имконини беради. Ушбу ҳолатда рақамли овоз сигнаolini кодлашнинг икки турдаги протоколи қўлланилиши мумкин: улар кодлаш усулларининг биргаликда ишлатилишини кўзда тутадиган SBR+MPEG-4 AAC ва SBR+MPEG-4 CELP. Бироқ рақамли телевидение эшиттириш тизимида ҳозирча фақат SBR+MPEG-4 AAC ишлатилмоқда.

SBR+MPEG-4 AAC протоколи бўйича декодлашда MPEG-4 AAC декодери(4.33-расм) чиқишидаги рақамли оқим 32та полосали таҳлилловчи филтрлар жамламаси киришига келиб тушади. 32та полосанинг ҳар бирида овоз сигналининг 30 та саногидан иборат гуруҳлар ҳосил бўлади. Натижада таҳлилловчи филтрлар жамламаси чиқишида 960 та санокдан 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 блокдан овоз сигналининг юқори частоталари ташкил этувчиларини тиклаш учун зарур маълумот келиб тушади. Тизим кодерида овоз сигнали эгувчиси ва шовқинсимон ташкил этувчилари саноклари дельта-модуляциядан фойдаланган ҳолда квантланади ва кодланади. Бу ахборот Хаффман коди ёрдамида кодланади ва SBR декодерига узатилади. Хаффман декодери қабул қилинган

кодли сўзларни овоз сигнали эгувчиси ва шовкинсимон ташкил этувчиларнинг квантланган санокларига ўзгартиради.

Овоз сигнали спектри эгувчисини баҳолаш учун SBR кодерида овоз сигнали субполосанинг санокларини адаптив гуруҳлаш амалга оширилади ва белгиланган ўлчовли кийматлардан бири учун битта эгувчи санок аниқланади. Кодлаш субполосалари чегараси ва ажратма узунлиги ҳақидаги ахборот, яъни ҳар бир аудиофрейм учун частота-вақт параметрлари SBR декодерига узатилади. Узунроқ ажратмалар овоз сигнали квазистационар фрагментлари учун, кичиклари эса тез ўзгарувчилар учун қўлланилади. Овоз сигнали шовкинсимон спектрал ташкил этувчиларни 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 овоз сигнали спектрининг юқори частотали бўлаги эгувчисини шакллантирадиган кучайтиришни созлаш блоки учун зарур.

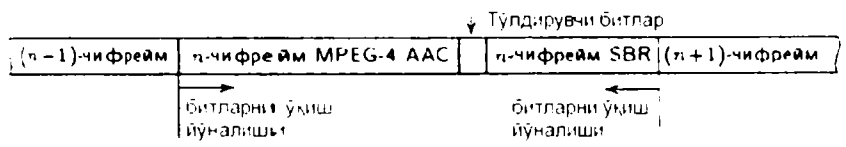
Кучайтиришни созлаш блокада амалиётдан ўтган субполосали юқори частотали ва паст частотали санокларни бирлаштириш 64 каналли синтезловчи филтрлар жамламаси ёрдамида бажарилади.

Синтезловчи филтр чиқишидаги аудиофрейм овоз сигнали 1920 саногидан ташкил топади ва хусусан AAC ва SBR кодерларига тегишли бўлган икки қисмдан иборат (4.31-расм). SBR битлари унинг охирида жойлашган бўлади, бунда AAC ва SBRга тегишли қисмлардаги битларни ўқиш йўналиши ўзаро тесқари бўлади, бу эса фреймнинг иккала қисмидаги бошланғич нукталарни қидиришни енгиллаштиради.

Узатиш битрейти 20 Кбит/с га тенг ёки ундан катта бўлган овоз сигналлари учун SBR кодлаш усули, радиоканал частота полосасига сиғиши(жойлашиши) учун, албатта қўлланиши керак. Овоз сигналнинг паст битрейтларида SBR кодери зарур ҳолда ишлатилиши мумкин. Кодлашнинг ушбу услуби рақамли аудиомаълумотларни снқишнинг анча самарали технологияси

хисобланади. Бу юқори сифатли овоз сигналини (40...15000Гц) кодлашдаги рақамли оқим тезлигини пасайтириш имконини беради(битта каналга 22...24 Кбит/с тезлик) ва куйидаги характеристикаларга Эга:

- Овоз 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 овоз частота диапазони - 0...6 кГц;
- SBR алгоритмидан фойдалангандаги овоз частота диапазони -6...15,2КГц;
- AAC алгоритмидан фойдалангандаги битрейт - 22...24Кбит/с;
- SBR алгоритмидан фойдалангандаги битрейт – 2 Кбит/с.



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

Шундай қилиб, MPEG-4 стандартида овозли ахборотларни кодлаш бир-биридан қўлланилаётган алгоритмлар мураккаблиги ва тезлиги, узатилаётган маълумотлар ҳажми ва тикланган фонограммалар янграш сифати билан фаркланадиган турли усуллар ёрдамида амалга оширилиши мумкин. Шунинг учун овоз сигналини кодлашда қўлланиладиган меҳнаизмларнинг асосий хусусиятларини санаб ўтамыз:

1. Юқори ва ўрта сифатлари таъминланган барча турдаги овозларни кодлаш ISO/IEC 13818-7 MPEG-2 стандартининг AAC алгоритми асосидаги усул билан бажарилади. Ушбу ҳолатда овознинг 8 та канали гача узатиш иккилик сигналларнинг тезлиги

битта каналга 16..64 Кбит/с бўлган қийматни саклаган ҳолда таъминланади.

2. Чикувчи оқими тезлиги анча паст бўлган мусика ва бошқа овозлар учун TwinVQ (Transform-domain Weighted Interleave Vector Quantization – ўзгартириш худудидаги ўлчовли вектор орқали квантлашда оралатиш)ни қўллаш усули бўйича бажарилади. AAC усулидаги каби бу усулда ҳам частота диапазони кичик бўлакларга ажратилиши ва ҳар бир диапазонда МДКЎ бажарилиши билан ифодаланади. AAC дан TwinVQнинг фарқи, унда овоз сигналларининг спектрал таркибий қисмларини векторли квантлашда. Натижада иккилик символларнинг чикувчи маълумотлар оқимидаги узатиш тезлиги 6 дан 24 Кбит/с гача етади.

3. Юкори ва ўрта сифатли нуткни узатиш учун CELP (Code Excited Linear Predictive – кўзғалишларни чизикли башорат билан кодлаш) кодлаш усулидан фойдаланилади, унда дискретизация частотаси 8КГц ёки 16 КГц бўлганда, узатиш тезлиги 6...24 Кбит/с бўлиши таъминланади.

4. Нуткни параметрик кодлаш HVXC (Harmonic Vector eXitation Coding – кўзғалишларни гармоник векторлар билан кодлаш усули) Бу нуткни тушунарли саклаб 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 нуткни синтезлашда эришилади. Бунинг учун MPEG-4 да матнни нуткга айлантирувчи интерфейс мавжуд бўлиб, у нуткни талаффуз қилиш хусусиятлари (урғу, давомийлик ва бошқалар) кўрсатмалари билан бирга фонлар (овозлар бирикмаси) кетма-кетлиги кўринишида узатиш имконини беради. Ушбу маълумотларга кўра декодерда юз тасвири анимацияси билан синхронланадиган (мос келадиган) нутқ синтезланади.

6. Шунингдек мусика ҳам ифода кўринишида узатилиши ва декодерда синтезланиши мумкин. Мусикий асбоблар янграшини ифодалаш учун MPEG-4да махсус тил SAOL (Structured Audio Orchestra Language – ташкиллаштирилган оркестр овози тили)

ишлатилади. Ҳар бир асбоб, жорий мусиқа асбоб учун, махсус овоз ҳосил қилувчилар йигиндиси, сигналга ишлов берадиган воситалар сифатида олинади. Ҳар бир мусиқий асбобларнинг ифодалари декодерга қабул қилинадиган маълумотлар оқимидан алоҳида юкланади ва ундан кейинги фойдаланишга сақлаш мумкин. Хусусан мусиқани ифодалаш учун оркестр жамламаси узатилади. яъни турли асбобларга мос келадиган овозлар синтезини бажарадиган маълумот ва буйруқлар.

#### **4.6. 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 сатҳли ифодалаш тузилмасини қўллайди. Энг юқори сатҳда файл таркиби, яъни яратувчининг исми, яратилган санси кабилар ёзиб кўйилади. MPEG-7 сиқиш форматининг кейинги сатҳида сиқилаётган аудио ва видеомаълумотнинг хусусиятлари кўрсатилади. масалан: ранги, текст матни, фони ва тезлиги ва х.к.. Бунда MPEG-7 аудиовизуал материалларнинг қуйидагиларини ўз ичига олиши мумкин: статик тасвирлар, графика, 3D модель, овоз, товуш, видео ва композит маълумотлар ҳамда мультимедиа намоёйишида элементлар қандай бирикиши ҳақидаги ахборотларни. Махсус ҳолларда ушбу умумий маълумот турларига инсоннинг юз ифодаси ва шахсий характеристикалари ҳам қиради. 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 ифодаланadi. 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 маълумотларни қидириш амалиёти сиқиш форматини кўриб чиқиш муҳитидан ташқари бўлади.

Алоҳида шунини айтиб ўтиш жоизки, MPEG-7 стандарти MPEG-4 стандартининг ўрнини босмайди, балки уни тўлдиради. Бунда MPEG-4 ахборотни намойиш 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 телевидение эшиттириш соҳасида кенг қўлланилади ва қидирув серверлари томонидан турли мультимедиа ахборотларини топишда фойдаланилади. Мультимедиа ахборотларни қидириш жараёни айниқса, катта ҳажмли қаттиқ дискларда ёзилган ахборотларнинг, катта ҳажмлари билан иш қўраётганда 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 қўллаб қувватлаш технологиясини аниқлаш ҳисобланади. Шу билан бирга ушбу операцияларнинг 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 ифодалаши керак. Тарқатилаётган ахборот ўз-ўзидан кимматлидир, ва албатта фойдаланувчи ундан фойдаланишда уни бошқаришни хоҳлайди. MPEG-21стандарти жиддий ҳаракат кучи бўлиб, рақамли революция унинг мультимедиа ахборотини тарқатиш ва ишлаб чиқиш занжирида янги роль ўйнаш имкониятини беришидадир.

#### 4.7. Овоз сигналларини сиқишнинг асосий алгоритмлари классификацияси

Ҳозирги пайтда овоз сигналани сиқишнинг кўплаб усуллари ишлаб чиқарилган ва уларнинг нисбатан устунлик ва камчиликлари мавжуддир. Қайси бири талаб этиладиган сифатни таъминласа, лекин кичик сиқиш кийматига эга, бошқаларининг сиқиш коэффиценти катта, аммо уни ўзлаштириш, турмушга тадбиқ этиш мураккаб алгоритмдан иборат, чунки компрессия ва декомпрессия тезлигига унинг таъсири кучлидир. Сиқиш форматларининг жуда кўплигига қарамай уларнинг кўпчилиги Фурьенинг тез алмаштиришларига ёки МДКЎга асосланади.

Кучсиз корреляцион боғланиш сабабли овозни сиқиш эффекти кичик ва у одатда 4 – 6 баробардан ортмайди.

Шу сабабли катта коэффицентли сиқишни таъминлаш учун ҳар хил ва жуда мураккаб овознинг эшитиш қобилиятига асосланган психоакустик моделлардан фойдаланилади, бу эса ўз навбатида мураккаб математика аппаратни ишлатишни талаб этади.

4.4-жадвалда кенг тарқалган овоз сигналани сиқишнинг асосий характеристикалари келтирилган.

4.4- жадвал

Юқори сифатли овоз сигнали сиқишнинг асосий усуллариининг классификациялаш

Алгоритмнинг номи	Компрессия услуги	Дискретлаш частотаси КГц	Узатиш каналларининг сони	Узатиш тезлиги Кбит/с хар бир каналга	Компрессиянинг катталиги	Ишлатилиши
ASPEC	Кодлаш холида қайта тиклаш	32, 44.1, 48	1 2	64...192	1:6	ISDN – Integrated Services Digital Network
ATrac	Суб полосали кодлаш билан қайта тиклаш	44.1	2	256	1:5	Mini Disk



MASCAM	Суб поласали кодлаш	48	1.2	128... 256	1:4	DAB (Digital audio broadcasting)
MUSICAM	Суб поласали кодлаш	48	1.2	128... 256	1:4	DAB
MPEG – 1 Layer – 1 ва 2	Суб поласали кодлаш MUSICAM	32,44,1, 48 Layer – 1 факат48	1.2	32..448 (Layer 1) 32..384 (Layer 2)	1:4 (Layer 1) 1:6 (Layer 2)	DAB (Layer 2) 128..256 кбит/с) DBS (Direct Broadcast Satellite Layer 2) 224 кбит/с) DCC Digital Compact Cassette Layer 1) 384 кбит/с
MPEG – 1 Layer – 3	Суб поласали кодлаш қайта тиклаш билан бирга	32,44,1, 48	1.2	32... 320	1:9	Internet – эшиттириш (хабардор қилиш эшиттириш)
MPEG – 2	Суб поласали кодлаш Суб поласали кодлаш қайта тиклаш билан бирга	16, 22...48	1 – 5.1	32...384	<1:9	Кўпканали стереофоник эшиттириш
MPEG – 2 AAC	Суб поласали кодлаш қайта тиклаш билан бирга	16, 22...48	5.1	16...384	1:15	Кўпканали стерео эшиттириш
MPEG – 4	Суб поласали кодлаш қайта тиклаш билан бирга параметрли кодлаш	16, 22...48	1 – 5.1	2...64	1:22	Мультимедиа илова
Dalby AC – 3	Кодлаш ҳамда қайта тиклаш	44,1	1-5;1	32... 384	1:13	Кинематографлар HDTV суний йўлдош бўйлаб

						эштириш
Гибрид кодлаш	Суб поласали кодлаш ҳамда кайта тиклаш	44,1	1,2	32...64	1.15:20	Радиоэшиттириш ахборотни сақлаш

Жадвалдан кўриниб турибдики, энг яхши сиқиш (22 маротаба) MPEG – 4 стандартида экан.

## 5. РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИЗИОН СИГНАЛЛАРНИ АЛОҚА КАНАЛЛАРИ ОРҚАЛИ УЗАТИШ

### 5.1 Рақамли телевизион сигналларни алоқа каналлари тизими орқали узатишга бўлган талаблар

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

Буни талабни бажармаслик жуда катта молиявий харажатларга олиб келади, чунки рақамли телевидение учун янги частота диапазонларини бириктириш, узатувчи ва қабул қилувчи қурилмаларни, антенналарни алмаштириш, кенг полосали узатгичлар ва телевидение қабул қилгичларни яратиш кераклигига олиб келар эди. Бу ерда аввал айтилгандек, MPEG – 2 кодирининг чиқишида максимал битрейт қиймат 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 телевидение 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 телевидениедаги оний қийматлари узатиладиган тўлик рангли телевизион сигнал (РТВС) ва овоз ташкил этувчисидан фарқли равишда рақамли телевидение тизимида, алоқа канали орқали, алоҳида телевизион программаларнинг (программа оқимлари) сиқилган рақамли оқимлари узатилади. Бунда программа оқими видео, аудио ва

қўшимча 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 телевидение кўрсатиш сифатини ёмонлаштира, 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 х.к), улар асосан қабул қилгичларнинг кириш каскадларида намоён бўладилар;

– индустриал ва атмосфера халақитлари (қиска кўринишдаги, ёйсимон разрядлишлар -пайвандлаш аппаратларида, электр транспорти воситаларида, момақалдирик вақтида);

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

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

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

Бирламчи (якка) хатолар бир бирига боғлиқ эмас ва пакетли хатолар бирданига бир неча қўшни иккилик символларни бўлиши мумкин. Мисол учун: қўп узок давом этган импульс халақитлар

таъсир сигналида кема кет келаётган бир неча иккилик символларни барчасини нолга ёки бирга айлантатириши мумкин.

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

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

Бундан ташқари танланган модуляция усули ҳам халақитларни камайитиришга йўналтирилган бўлиши лозим. Шунинг учун ҳам рақамли телевидениеда сигналларни узатиш усуллари аналог телевидениедан тубдан фарқ қилади.

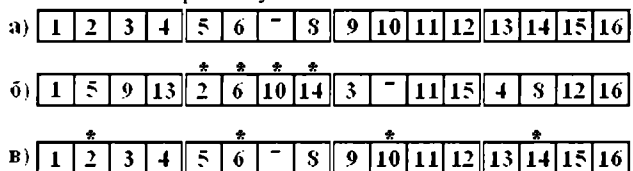
## 5.2. Оралатиш ва Скремблерлаш

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 холда пакетли хатолар, бўлақланган яққа хатоларга айланади ва уларни осон аниқланиш имконияти яратилади ҳамда хатони аниқловчи кодлар ёрдамида тузатилади.

Оралатиш ва қайта оралатишлар 5.1- расмдан келтирилган. Дастлабки рақамли сигнал иккилик сўзларининг тўрт разрядли кетма – кет узатиловчи битларидир (5.1а-расм)

16 битдан иборат кесимда рақамли сигнал оралатилади. Сонлар бу кесимдаги битларнинг номерини кўрсатади. Оралатиш таъсирида битларнинг жойи ўзгаради (5.1б- 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 (5.1, в -расм). Шундай қилиб айрим битларни эмас балки битлар гуруҳини ёки байтларни ҳам алмаштириш мумкин.



5.1- расм. Оралатиш ва қайта оралатиш

Рақамли телевидениенинг DVB стандартида оралатиш, Рид – Соломон (кейинги бўлимларида кенгрок 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 х.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 оралигида аралашиб кетадилар. Энг асосийси қабул қилиш томонида ҳамма байтлар кетма кетлиги тикланади. Оралатиш узатилаётган сигналларни санкциясиз (рухсатсиз) киришдан саклашда ишлатилиши қулай, чунки тиклаш ва дастлабки ҳолатга қайтариш ва ўрин алмаштириш конунларини билган ҳолдагина амалга оширилиши мумкин.

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

**Қайта скремблерлаш** эса скремблерлашнинг тескарисидир, яъни қайта тиклаш операциясидир. Рақамли

телевизион тизимларда скремблерлаш 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 қувват 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 телевидениенинг аналог телевизион тизимларга таъсирини, ҳалақитларини камайтиради.

Скремблерлаш учун узатилаётган рақамли сигналга кўшимча “ҳалақит 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 дескремблерлаш мумкин эмас.

### 5.3. Халақитбардошли кодлаш

Юқорида айтилгандек, рақамли телевидениени 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.

Халақитбардошлиликни 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-**кодларни 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:



$$R=k/n = k/(k+p) \quad (5.1)$$

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 ўтказади.

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 қўшимча иккилик символ  $X_p$  **назорат қилувчи ёки текширувчи бит** киритилади. Бу бит **1**га тенг, агар даслабки комбинациядаги бирлик йиғинди ток сонга тенг бўлса

ва акс ҳолда эса  $\Theta$ га тенг. Ушбу қонуният қуйидагича ифодаланади:

$$X_p = X_1 \oplus X_2 \oplus \dots \oplus X_k, \quad (5.2)$$

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

Агар тизимнинг қабул қилиш томонида кодли комбинациянинг иккилик символининг бири хато қабул қилинса, унда назорат битининг қиймати (5.2) ни қаноатлантирмайди. 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 хам 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 фарқ қилади ва қолган рухсат этилган код комбинацияси 2 дан кам бўлмаган ҳолда фарқ қилади.

Бундай ҳолатда хато албатта тузатилади. Умумий ҳолатда код комбинациясидаги  $r_2$  хатоликни коррекциялаш учун иккита исталган ихтиёрий рухсат этилган кодлар орасидаги кодлар масофаси  $d$  қуйидаги 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. Бунда энг кичик кодлар орасидаги масофа қуйидагича аниқланади:

$$d_{\min} = p + 1 = n - k + 1, \quad (5.3)$$

бу ерда

$d_{min}$  -иккита рухсат этилган код комбинацияси орасидаги минимал код масофаси;

**k**- маълумот ташувчи иккилик символлар сони;

**n**-код комбинациядаги умумий символлар сони.

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 телевидение тизими учун пакетли хатоларни, бир неча қўшни иккилик символларини бузилишини коррекциялаш катта аҳамиятга эга. Бундан ташқари рақамли телевидениеда тизимга кодни танлашда оддий декодлаш усулини танлаш мақсадга мувофиқ, чунки декодер ҳар бир телевидение қабул қилгичида бўлмоғи лозим. Шу сабаб катта бўлмаган халақитбардош кодлар классификацияси 5.2 –расмда келтирилган.

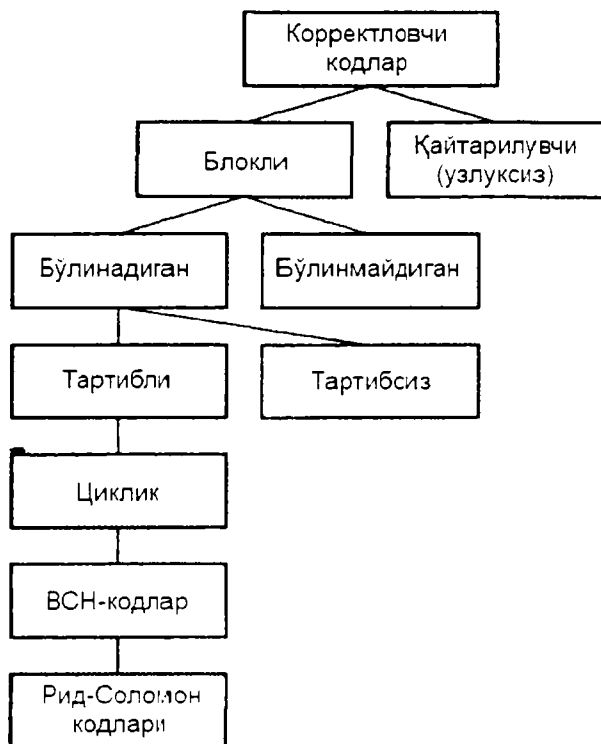
Коррекцияловчи кодлар **блокли** ва **йиғилувчи** (узлуксиз) кодларга бўлинади. **Блокли кодлар- k** ахборот кодларидан ташкил топган, дастлабки код комбинациясини узатилаётган **n>k** символларидан ташкил топган код комбинациясига қайта кодлашга асосланган. Қўшимча **p = n – k** символлари дастлабки 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 қодалар асосида шакллантирилади.



5.2-расм. Коррекцияловчи кодлар классификацияси

Мисол учун ҳар бир текширувчи символ  $X_{pj}$  ахборот символларининг чизикли комбинацияси сифатида олинади:

$$X_{pj} = (b_{1j}x_1) \oplus (b_{2j}x_2) \oplus \dots \oplus (b_{kj}x_k) \quad (5.4)$$

бу ерда  $b_1, \dots, b_{kj}$  – коэффициентлар, уларнинг қиймати 0 ёки 1;  
 $J = 1, 2, \dots, n-k$

**Циклик кодлар** – улар полиномлар кийматлари 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.

Кодларни тузиш учун **яратувчи полином** тушунчаси киритилади, яъни қолдиқсиз иккиҳадга  $(1 + x^n)$  бўлинувчи  $x = (n - k)$  даражали полином тушинилади. Рухсат этилган код комбинациялари эса дастлабки код комбинацияларини ифодаловчи  $k-1$  полиномни яратувчи полиномга кўпайтириш натижасида ҳосил қилинади.

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  $G$  матрица қатори сифатида ёзилади ва **матрица шакллантирувчиси (яратувчиси)** деб аталади.
3. Коднинг рухсат этилган кодлар комбинацияси йиғиндиси яратилади. Унга ноль кодлар комбинацияси  $g(x)$ , аввал келтирилган  $k$  кодлар комбинацияси  $xg(x), x^2 g(x), \dots, x^{k-1} g(x)$  ва уларнинг ҳар хил кўринишдаги комбинациялар йиғиндиси олинади. Йиғиш (суммалаштириш) разрядлар бўйича амалга оширилади ва ҳар бир разряд модуль 2 бўйича суммалаштирилади. Шундай йўл билан олинган рухсат этилган кодлар комбинациясининг умумий сони  $2^k$  бўлиб ахборотлар кодлари разрядига тенгдир.

Декодашида 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  $(n)$ нинг  $j$  – сатрининг(қаторининг)  $h_{ji}$  элементлари.

Олинган  $n - k$  сонлар  $C_j$  нинг **тўғирловчи вектори ёки синдромни** 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 Хоквингем (БЧХ – бош ҳарфлари, инглиз тилида эса ВСН – Bose, Chfudhuri, Hockwinham) 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 (ВСН) кодларидан** бир тури **Рид – Соломон(Reed-Solomon)** кодларидир. Улар замонавий рақамли телевидение тизимларида халақитбардошликни оширишда қўлланадилар. Бу кодлар **иккиликмас** кодларга киради, чунки уларнинг символлари кўп разрядли иккилик сонлар, байтлар бўлишлари мумкин. Европанинг DVB рақамли телевидениесида **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 кўшимча  $16 \times 8 = 128$  текширувчи битлар символлари олинади. Бундай коднинг нисбий тезлиги **0,92**. **Рид - Соломон коди ҳар бир транспорт пакетигаги хатолик билан қабул қилинган байтларнинг 8тагача 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 ҳолда, 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 ўлчамини(байтларини) код параметрлари билан мослаштириш учун кодлашдан аввал ҳар бир транспорт пакетининг бошида 51та ноллик ахборот байтлар қўшилади, кодлашдан кейин эса қўшилган 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.

**Йигилувчи кодлар** замонавий ракамли телевидениеда қўлланиладиган 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. Йигилувчи кодлар ишлатилгандаги узатилаётган иккилик символлар сонининг кўпайиши коднинг нисбий тезлиги билан характерланади, баъзида код тезлиги ҳам дейилади:

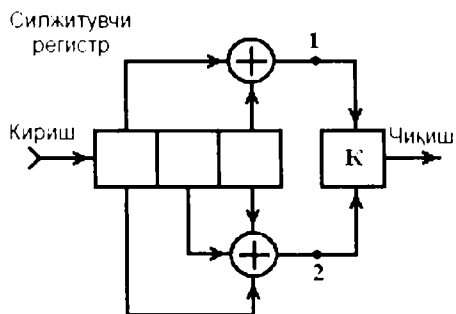
$$R=Q_{\text{кир}}/Q_{\text{чик}} = k/n, \quad (5.6)$$

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. Йигилувчи 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 модуль 2 сумматорларининг иккига чиқишларига уланган. Коммутатор (К) ёрдамида чиқишда иккилик символлари кетма-кетлиги шакллантирилади. Коммутатор ҳар бир киришдаги кетма –кетлиги тактлари учун аввал тепадаги сумматордан битни (нукта – 1) узатади ва сўнгра пастки сумматордан битни (нукта 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.





5.3-расм. Йигилувчи кодернинг умумлашган ташкилий чизмаси.

Йигилувчи 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.

Кодернинг ишлаши натижасида киришдаги ҳар бир иккилик символлари кетма-кетлиги чиқишда жуфт иккилик кетма кетлигига айлантирилади. Айлантирилишда кириш иккилик символлар ва айни 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 мисол учун кириш кетма – кетлигида биттагина бирлик бити бўлса ва қолганлари ноллардан иборат:... **001 000**...бўлса, унда чиқиш кетма кетлиги қўйдаги кўринишда ифодаланади:

**...00001101110000...**

Бу кетма – кетлигида 5 та бирлар мавжуд, шунинг учун фақат ноль кийматлари учун кодлар масофаси 00 00 00 00 00 00, яъни 5га тенг. Шундай қилиб, хатоликлари бўлмаган, хилма хил

кириш кетма – кетликлари билан чиқиш кетма-кетлитликлари орасидаги Хемминнинг масофаси 5 дан кам эмас. Бунда код тезлиги **-R** камайиши ва код чекланиши - **K** катталашиши билан чиқувчи кетма –кетликлар орасидаги масофаси ортади.

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

Шундай қилиб, рақамли телевиденида DVB, маълумотларни сунъий йўлдошлар ва ердаги алоқа каналлари орқали узатишда йигилувчи кодлашнинг қуйидаги 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 телевидение стандартларида каскадли кодлаш қўлланилади, чунки фойдаланилаётган алоқа каналларида, баъзида, хатоликлар такрорланиши шунчалик кўп бўладики, хатто Рид- Соломон коди ҳам талаб этиладиган халақитбардошлиқни таъминлай олмайди. Шунинг учун транспорт оқимининг пакетлари дастлаб, Рид – Соломон коди билан (ташки кодлаш), сўнгра олинган иккиламчи символлар кетма – кетлиги йигилувчи кодлар билан кодланадилар (ички кодлаш).

Бундай каскадли кодлаш рақамли телевизион сигналларни узатишда хатоликлардан самарали ҳимояланишни таъминлайди. Агар сигнал/ шовкин 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  $10^{-10}, \dots 10^{-11}$  гача янада камаяди.

#### 5.4. Рақамли телевидениеда 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 телевидениеда ташувчининг модуляцияси телевизион сигнал дастурларини радиоканаллар орқали тарқатишга хизмат қилса, рақамли телевидениеда яна қўшимча транспорт оқимидаги рақамли символлар узатиш тезлигини мавжуд бўлан 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 телевидениеда анча мурраккаб, кўп сатҳли модуляциялар қўлланилади.

Частота полосасининг фойдаланиш самарадорлигини ошириш учун канал символларида, имкон борича, узатилаётган ахборотнинг кўпроқ битлари бўлиши лозим. Бунинг учун исталган вақтда алоқа каналида 2 та (0 ёки 1) эмас, имкони борича кўпроқ мумкин бўлган қийматлар бўлиши керак. Агар бир канал символларида 16 сатҳли кодлаш қўлланилса, бирданига 4 бит маълумот символини узатиш мумкин ва бу эса маълумотлар узатиш тезлигини 4 марта оширади. Бунда махсус манипуляция тури қўлланиши натижасида икки сатҳли рақамли сигнал кўп сатҳлига ёки квази узлуксизга айланади. Масалан: амплитуда манипуляциясида амплитуда қийматларига мос ташувчилар сони орқали эришилади. Частота манипуляциясида ташувчи

частоталари мос бўлиши ва фаза манипуляциясида сигнал фазалари бўлиши орқали амалга оширилади.

Демак, 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 ҳалақитбардошлигини ёмонлашишига олиб келади, чунки қабул қилгич 2та сигнал қийматини эмас, балки кўпроқ сигнал қийматларини қабул қилишга мажбур бўлади.

Қабул қилинган сигналлар сатҳларини ишонарли фарқлаш учун алоқа каналида сигнал/ 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 айни 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

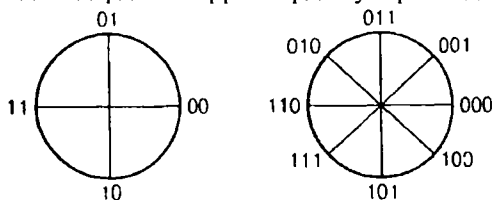
ташувчи сигнал фазалари бошлангич абсолют фаза билан солиштирилади ва хулоса чиқарилади.

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

5.4- 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  $45^{\circ}$  тенг. Бундай ҳолатда частота полосаси қўлланишининг самарадорлиги оддий икки позицияли ФМн га нисбатан 3 баробарга кўтарилди.

Узатилаётган кодлаш комбинациясини жойлаштириш учун Грей манипуляциясидан фойдаланилади, бунда кўшни позициялар битта битга фарк 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 тўғриланади.



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

Фаза манипуляцияси DVB – S стандартида, сунъий йўлдошлардан рақамли телевидениени 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  $U_1$  (inphase)

ва  $U_q$  (quadrature) билан ташувчи сигнал частотасида  $\omega_0$ , иккита квадратли таркибий ташкил этувчилар билан модуляциялаш ва уларнинг йиғиндисига тенг сигнални олишдир.

$$\mathbf{u}(t) = \mathbf{u}_i(t) \cos \omega_0 t + \mathbf{u}_q(t) \sin \omega_0 t \quad (5.7)$$

Демодуляциялашда синхрон детекторлаш қўлланилади, яъни  $\mathbf{u}_i(t)$  сигнални  $\cos \omega_0 t$  ва  $\mathbf{u}_q$  ни  $\sin \omega_0 t$  га қўпайтириш 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 5.5- расмда, тўрт позицияли ва 16 позицияли КАМнлар келтирилган.

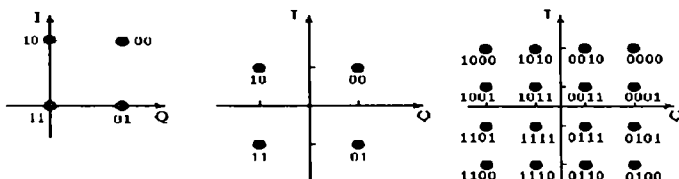
Тўрт позицияли манипуляцияда ҳар бир квадратуравий ташкил этувчи иккита мумкин бўлган сатҳ қийматига эга бўлади. 5.5,а- расмда кўрсатилган ҳолатда ҳар бир ташкил этувчиси маълум амплитуда сатҳ қиймати билан ёки мавжуд бўлиши ёки бўлмаслиги мумкин. 5.5,б- расмда эса ҳар бир ташкил этувчи фазаси мос бўлиши 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 5.5в -расмда кўрсатилгандек бўлади. Бундай модуляциянинг қўлланилиши самарадорликни 4 баробарга оширишга имкон беради, чунки бир вақтда 4та бит узатилади. Код комбинацияларининг позициялар бўйича тақсимланиши (манипуляция кодлаш) шундай амалга

ошириладики, бунда қўшни позициядаги кодлар фақатгина битта битга фаркланадилар холос.

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



5.5-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 куйидаги 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  $\theta_i$ ,  $\theta_Q$  квадратуравий ташкил этувчиларнинг фазалари.

$A_0$ ,  $\theta_0$  - натижавий сигнал амплитудаси ва фазаси.

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

5.1 жадвал

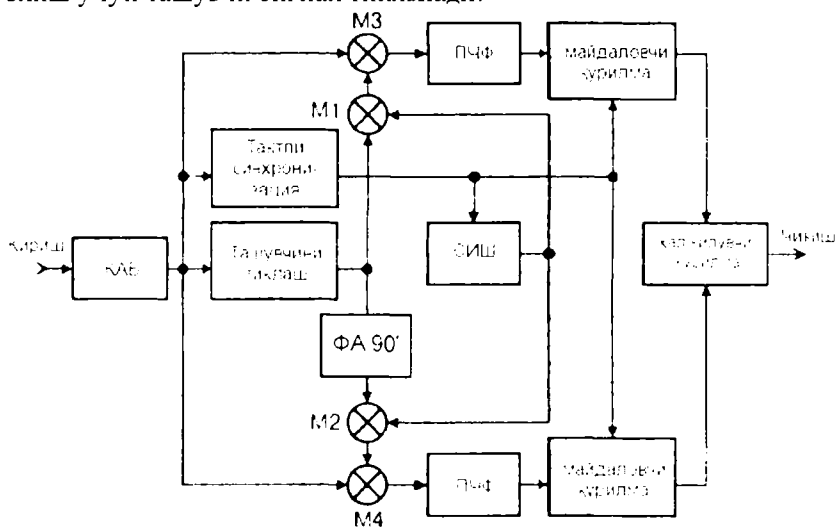
$\theta_i$	0	0	$\pi$	$\pi$
$\theta_Q$	0	$\pi$	0	$\pi$
$\theta_0$	$\pi/4$	$-\pi/4$	$3\pi/4$	$-3\pi/4$

Иккала квадратуравий ташкил этувчилар фазаси алмашган вақтда,  $\theta_0$ нинг фазаси  $180^\circ$  га сакраб ўзгаради. Бу ўз навбатда КФМн сигнални частотага боглик 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 ўзгаришлар ва натижада умумий сигнал фазасининг  $180^{\circ}$  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 5.6-расмда келтирилган.

Ушбу қабул қилгич киришига оралиқ частотадаги (ОЧ) узлуксиз сигнал берилади. Бу сигнал кучайтиришни автоматик бошқариш (КАБ) блокдан ўтади. Алоқа тизимларида энергетик самарадорликни ошириш учун баланс модуляцияси қўлланилади ва унда ўртадаги ташувчи сигнал олиб ташланади (сўндирилади). Аммо қабул томонда квадратуравий ташкил этувчи сигналларни олиш учун ташувчи сигнал тикланади.



5.6-расм. Квадратуравий амплитуда манипуляцияли қабул қилгичнинг ташкилий чизмаси



Бу амал ташувчини тиклаш блокада бажарилади ва бунинг учун таянч генераторга асосан частотани фазавий автосозлашдан (ЧФАС) фойдаланилади. Аммо бу жараён аналог PAL ёки NTSC тизимида ранг синхронизациясини ифодаловчи таянч сигнал узатилишидан мураккаброк, чунки бу ҳолатда рақамли тизимларда таянч сигнали мавжуд эмас. Шу сабаб, ташувчини тиклаш учун мураккаб кўринишдаги ЧФАС “қарор бўйича тескари алоқалар” деган схемалар қўлланиладилар. Бундай қурилмаларда, қабул қилинган сигнал квадратуравий ташувчига кўпайтирилади ва квадратуравий ташувчилар кучланиш билан бошқариладиган созланувчи генератор орқали ҳосил қилинади. Сўнгра кўпайтма сигнал хатоликлар детекторига тушади ва у даврий равишда қабул қилинаётган символларнинг тўғрилиги ҳақидаги ахборот бўйича қарор қабул қилади. Агар хатолик аниқланса, детектор чиқишида бошқарувчи кучланиш шаклланади ҳамда у тескари боғланиш орқали кучланиш билан бошқариладиган генераторнинг частотаси ва фазасини созлайди ва символ хатоликлари йўқотилади. Шундай қилиб, ЧФАС тизими даврий равишда ташувчи генератор частота ва фазасини коррекциялайди (созлайди), яъни назорат каналида детекторланаётган символлар хатоликларини пайдо бўлишини йўқотади.

Бошқариладиган генератор частотасини созлашда, қабул қилинаётган сигнални детекторлашдаги хатоликларни йўқотиш мақсадида вақт бўйича ушлаб туриш (кечиктириш) бошқариш генераторининг созлаш вақтидан кўпроқ қилиб танланади.

Шундай қилиб, ташувчини тиклаш блокнинг чиқишида биринчи квадратуравий ташкил этувчи  $\cos(\omega_n t + \phi)$  шакллантирилади ва бу ерда  $\omega_n$  – ташувчининг айланма (доиравий) частотаси, ҳамда  $\phi$  – унинг фаза силжиши.

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

Қабул қилинаётган сигналнинг квадратуравий ташкил этувчиларни ажратиш учун, сигнал импульслари M1 ва M4 кўпайтиргичларда квадратуравий ташкил этувчилар пакетлари

билан кўпайтириладилар ва улар M2, M3 кўпайтиргичлардан келиб тушадилар.

Квадратуравий гебранишлар пакетларини шакллантириш M2 ва M3 кўпайтиргичларда амалга оширилади. M2 ва M3ларда сигнал импульсларининг квадратуравий гебранишлари ва сигнал импульсларини шакллантириш (СИШ) блоки сигналлари кўпайтириладилар. Такт синхронизацияси сигналлари орқали бошқариладиган СИШ импульслари қабул қилинаётган сигнални символлар интервали вақтида “ўлчаш” учун керак бўлади. Оддий ҳолатда импульс сигналлари тўғри тўртбурчак шаклида бўлиши мумкин, аммо косинусоида ёки гауссоида бўлаклари шаклидаги импульсларни қўллаш яхши натижаларни беради.

Такт синхронизациясини таъминлаш учун, қабул қилинаётган иккилик символларини тўғри аниқлашда, ахборот символлари кетма-кетлигининг такт частотасини билиш керак.

Агар сигнал таркибида, такт синхронизациясини таъминловчи, ҳеч қандай кўшимча ташкил этувчилар бўлмаса, одатда бу ҳолат кўп учрайди, унда такт синхронизацияси қабул қилинган сигналнинг ўзидан гикланади. Бунинг учун такт синхронизацияси блоки қўлланилади ва унинг ишлаши 2.4.2 параграфда (кема-кет уланишда) келтирилган.

M1 ва M4 кўпайтиргичлар чиқишларидан сигналлар паст частотали фильтр (ПЧФ) ва майдаловчи қурилмадан ўтиб, хал қилувчи қурилмага тушади. Майдаловчи қурилма блоклари такт импульслари таъсири вақти давомида қабул қилинаётган символлар қийматини эслаб қолишни амалга оширади. Майдаловчи қурилма блоклари символларни аниқлаш ишончилигини кескин оширади, чунки қийматларни аниқлаш вақти символ интервалининг ўртасида қайд этиш белгиланган. Бу механизм ўтиш жараёнлари таъсирини ва коммутацион халакитларни йўқотади.

Хал этиш қурилмаси қабул қилинган квадратуравий ташкил этувчи символлар қийматларини, мумкин бўлган сигнал барча канал символларининг квадратуравий эталон кўрсаткичлари билан солиштиради ва эталонга яқин символ қиймати танланади. Шундан сўнг танланган символ қабул қилгич чиқишига узати-

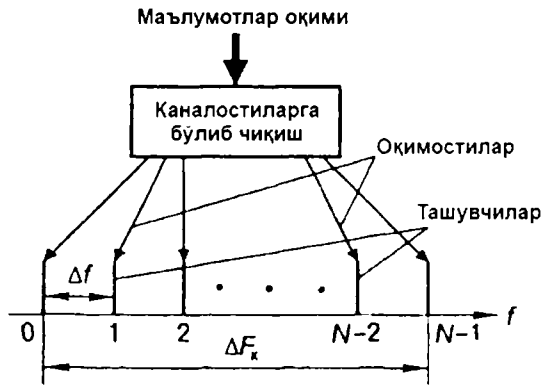
лади.

Фазали ёки квадратуравий фаза манипуляциялик қабул қилиш худди 5.6-расмдаги каби бўлади, фақат улар учун КАБ блоки бўлиши шарт эмас.

Ифодаланган операциялар одатда рақамли кўринишда бажарилади, шу сабаб КАБ блокдан сўнг РАЎ бўлиши лозим. Замонавий рақамли сигналларни радио каналлардан узатиш усули **ортогонал частотали мультимплексирлашдир**. Бу инглиз тилидаги техник адабиётларда **OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)** дейилади. Ҳақиқатда кўп ортогонал ташувчилик модуляциядир. **OFDM** қўлланилганда узатиш канали жуда кўп (юзлаб ёки минглаб) каналчаларга (канал остиларга) бўлинади ва бу эса асосий каналнинг частота спектридан тўлик фойдаланиш имконини беради. Бундан ташқари асосий канал спекترینинг маълум қисмининг йўқотилиши узатилаётган маълумотни йўқолишига халақит қилмайди. **OFDM** модели сифатида бир хил кадамли, ўзаро қаррали ( $f, 2f, 3f, 4f$  ва ҳ.к.) генераторлар мажмуаси хизмат қилиши мумкин. Бу усулнинг моҳияти 5.7- расмда изоҳланган.

Ҳар бир оқим ости маълумотлари ўз частоталарида узатилади, масалан: КАМн дан фойдаланилади. Шундай қилиб, битта телевидение эшиттириш каналида  $N_{та}$  кичик полосали канал ости маълумотлар 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. Бошқача қилиб айтганда манипуляция такти давомидаги барча ташкил этувчилар йиғиндиси ногла тенг. 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 ва бу сигнални вақт бўйича тасвирлашдан частота бўйича тасвирлашга осон ўтишини таъминлайди. 5.8-расмда узатиш қурилмасида OFDM сигнални шакллантириш принципи келтирилган.



5.8-расм. OFDM усулининг моҳияти



5.9-расм. OFDM сигналини ҳосил қилиш принципи.

Битли символлар оқими  $X_{n,k}$ , кетма-кет-параллел ўзгартиргич силжитиш регистрида, модуляция қилинганда, улар параллел  $N$ -разрядли кодга ( $X_0, X_1, \dots, X_{N-1}$ ) айлантириладилар ҳамда улар Фурьенинг тескари алмаштириши блокига тушадилар. Фурьенинг тескари алмаштириш блокида частотали компоненталардан сигналнинг вақт бўйича сатҳ қийматлари  $x_0, x_1, \dots, x_{N-1}$  шакллантириладилар ва рақам-аналог ўзгартаришдан сўнг квазианалог сигнал бўладилар. Сўнгра олинган сигнал радиоузатиш қурилмаси модулятори ёрдамида телевидениенинг ишчи диапазонида кўтарилади ва кучайтирилиб эфирга узатилади.

OFDM сигнални демодуляция қилишда қабул қилгичда тескари амал бажарилади. Қабул қилгич қабул қилган OFDM квазианалог сигнал дастлаб оралиқ частотага келтирилади,

сўнгра АРЎ ёрдамида N-разрядли параллел кодга  $x_0, x_1, \dots, x_{N-1}$  айлантрилади. Сўнгра Фурьенинг тезкор тўгри алмаштириши блоки орқали квазианалог сигнал саноклари қийматларидан модуляцион символларнинг спектрал коэффициентлари шакллантриладилар ҳамда улар кетма-кет кодга ўзгартирилгач декодлашнинг канал трактига тушадилар.

Ушбу узатиш усули ку йидаги 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, ёруглик сигналининг паст частотали ташкил этувчиси). Оддий телеэшиттиришнинг тасвир ва овозни ташувчи канал частота полосаларидан умуман фойдаланмаслиги.

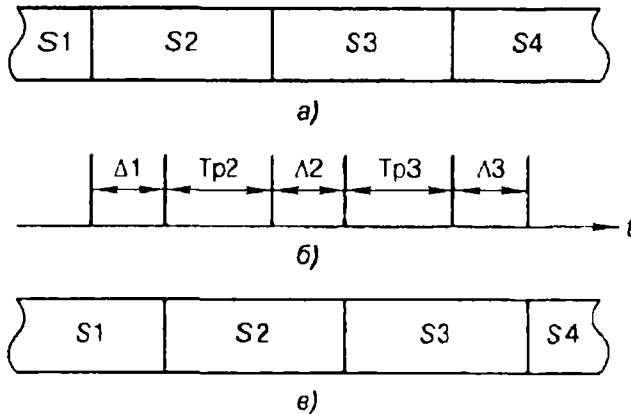
❖ Ҳар бир канал остиларнинг кичик частота полосалиги туфайли, қабул қилиш томонида, кўп нур қайтишининг таъсирини камайтиради.

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 химояловчи интерваллар киритилади. 5.10,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 химояловчи интервал  $\Delta 1$  (5.10 б- расм) шакллантрилади ва бу вақт ичида қабул қилиш қурилмасининг демодулятори киришида аввалги S1 символининг қайтган сигнали (5.10.в -расм) мавжуд бўлиши мумкин. Сўнгра Тр 2 интервали оралигида S2 симболи узатилади.

Жудди шундай  $\Delta 2$  химояловчи интервал S2 символидан олдин шакллантирилади ва ҳ.к..

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



5.10-расм. Ҳимоя интервалларининг шакллантирилиши

Шундай қилиб, рақамли телевидение сигналларини алоқа каналлари радиочастоталари орқали узатилганда икки поғонали ҳалақитбардошли 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 ҳалақитбардошликка эришилади.

## 6. DVB РАҚАМЛИ ТЕЛЕЭШИТТИРИШНИНГ СТАНДАРТЛАРИ

### 6.1. DVB стандартининг умумий қонуниятлари

Халқаро рақамли телеэшиттиришни ташкиллаштиришнинг Европадаги катта лойиҳаларидан бири Рақамли Видео эшиттириш- Digital Video Broadcasting (DVB) 1993 йили октябрь ойида бошланган. DVB Project -лойиҳасининг штаб – квартираси Швецариянинг Женева шаҳрида жойлашган. Халқаро гуруҳнинг DVB Project лойиҳаси асосида қуйидаги рақамли телевидение стандартларини қабул қилинган:

- DVB – C (C – cable – кабель) рақамли кабелли телеэшиттириш;
- DVB – S (Sattelrte – йўлдош) сунъий йўлдошли телеэшиттириш;
- DVB – T (Terrestrial – ер усти) ер усти телеэшиттиришлари.

Демак, DVB телеэшиттириш стандартлари рақамли телевидение қурилма ва жиҳозларини, элементлар базасини ҳамда дастурларини ягона, умумлашган талабларга хизмат қилишини таъминлашдир. Бу ягона талаблар бутун дунё мамлакатларида рақамли телевидениени, ягона, умумий кўрсаткичлар асосида, амалиётга киритилиш хусусиятини қўллашдир. Шуни айтмоқ жоизки, DVB стандарти МДХ давлатларида, шу жумладан Ўзбекистонда ҳам қабул қилинган.

6.1- жадвал

DVB стандарти турларининг қўллаш соҳалари

Гуруҳ номи	Аҳамияти	Изоҳи	Модуляцияси
DVB - S	Сунъий йўлдошли телеэшиттириш	Компрессияланган (сиқилган) видео ва аудиони ҳамда йўлдош орқали қўшимча ахборотни узатиш	QPSK, 8 – PSK, 16 – QAM

DVB – S2	Сунъий йўлдошли теле эшиттириш иккинчи авлод	Худди DVB – S дагидек ва яна қўшимча турдаги модуляциядан фойдаланиш ва каналнинг узатиш қобилияти кенглиги бир неча бор катталаштириш	QPSK, 8 – PSK, 16 – QAM ёки 32 APSK
DVB – SH	Сунъий йўлдошли мобил теле эшиттириш	Сунъий йўлдошли/ ер усти эшиттиришларни мобил қабул қилиш. Сунъий йўлдошли ва ер усти тизимларини биргаликда қўллаш (қисқача гибрид тармоқлар)	QPSK, 8 – PSK, 16 – APSK
DVB – C	Кабелли теле эшиттириш	Компрессияланган(сики лган) видео ва аудиони ва қўшимча ахборотни кабеллар орқали узатиш	16 – QAM, 32 – QAM, 64 – QAM, 128 – QAM ёки 256 – QAM
DVB – C2	Кабелли теле эшиттириш иккинчи авлоди	Рақамли кабелли телеэшиттириш “иккинчи авлоди”	QPSK, 16 – QAM, 64 – QAM, 256 – QAM, 1024 – QAM, 4096 – QAM
DVB – T	Ер усти эфир теле эшиттириши	Компрессияланган (сикилган) видео ва аудио ва қўшимча ахборотни ер усти эфир орқали телеэшиттиришни узатиш(стандарт қабул)	16 – QAM ёки 64 – QAM (ёки QPSK) COFDM билан бирга
DVB – T2	Рақамли эфир теле	DVB – T каби, факат модуляциянинг ва	QPSK, 16 – QAM,



	эшиттиришнинг иккинчи авлоди	канални кодлашнинг янги режимларини қўллайди. Шу сабаб DVB – Т га нисбатан каналнинг ўтказиш қобилиятининг кенглиги 2 баробар ортади. Лекин бу стандарт DVB – Т билан бирга ишламайди	64 – QAM, 256 – QAM
DVB - Н	Мобил теле эшиттириш	DVB –Т каби, фақат мобил қабул учун	OFDM
DVB – IPDC	Тармоқлараро IP протокол орқали маълумотларни узатиш	DVB – Н мобил телеэшиттиришни Интернет тармоғи орқали узатиш	

Бугунги кунда ўз мақсадига қараб, DVBнинг кўплаб синфлари(гурӯхлари) мавжуд ва улар 6.1- жадвалда келтирилган.

## 6.2. DVB – Т ер усти рақамли телеэшиттириш тизими

Ер усти рақамли телеэшиттириш тизимини яратиш анчагина муаммоли вазифадир, чунки шаҳарнинг муррақаб, 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 қўшни ҳудуддаги радиоузатгичлардан чиқаётган халақит ҳам етарлидир ҳамда улар билан албатта курашиш керак. Яна қўшимча ер усти рақамли телевидениеси мавжуд бўлган аналог телеэшиттириш

тизимлари билан мослашиши даркор. Шу сабабли ер усти рақамли телевидениеси қуйидаги талабларни қониқтириши керак:

- халакитбардошликни 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, кабель телевидениеси 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;
- ҳимоя 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<sup>n</sup> даражасига тенг бўлганда ишлайдилар, шу сабаб унга яқин бўлган сон **8192** ёки (2<sup>13</sup>) 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**” режимда  $\Delta f_1 = 1/T_1 = 1116$  Гц ва “**8к**” режимда  $\Delta f_2 = 1/T_2 = 446,4$  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 ҳимоялаш интерваллари қиймати кўзда тутилган ва улар актив символларнинг давомийлик вақти T нинг 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 қисмини ташкил этадилар. 6.2 жадвалда баъзи асосий параметрларининг абсолют қийматлари келтирилган.

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

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

6.3-жадвалда келтирилган қийматларни солиштириб, иккилик символларини узатиш тезлигига асосан ташувчиларни модуляция усуллари ва ҳимоя интервалларини танлаб,

телевизион дастурларнинг сони ҳамда талаб қилинган сифатини таъминлаш мумкин.

6.2-жадвал

DVB – T стандартидаги COFDM модуляциянинг асосий параметрлари

Модуляция режими	8к				2к			
Ишчи интервал давомийлиги Тр, мкс	896				224			
Ташувчи частоталар оралиғи ΔГц	1116				4464			
Ташувчилар сони	6817				1705			
Частота полосаси кенглиги, МГц	7,61				7,61			
Ҳимоя интервалининг нисбий давомийлиги	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Ҳимоя интервалининг давомийлиги Δ,мкс	224	112	56	28	56	28	14	7
Δ+Тр символнинг давомийлиги, мкс	1120	1008	952	924	280	252	238	231
Узатгичларнинг бир частотали тармоқдаги максимал оралиғи (км) d=cΔ, c – ёруғлик тезлиги	67,2	33,6	16,8	8,4	16,8	8,4	4,2	2,1

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

6.3- 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.

### 6.3- жадвал

Хилма хил модуляция ҳолатларида маълумотлар узатиш тезлиги

Модуляция тури	Коднинг нисбат тезлиги	Сигнал/шовкин,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

Жадвалдан кўриниб турибдики, рақамли телевидениени қабул қилишда сигнал/шовкин нисбати етарлича паст бўлиши мумкин, аммо аналог телевидениеда сифатли тасвирни олиш учун сигнал /шовкин 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 телевидениега 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** **символи** дейилади ва улар **кадрларга** бирлаштириладилар.

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

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

Таянч ташувчиларнинг маълум қисми частота ўқида доимий жойлашадилар, бошқа таянч ташувчиларининг ҳолати COFDM боғлиқ ҳолда, бир символидан 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.

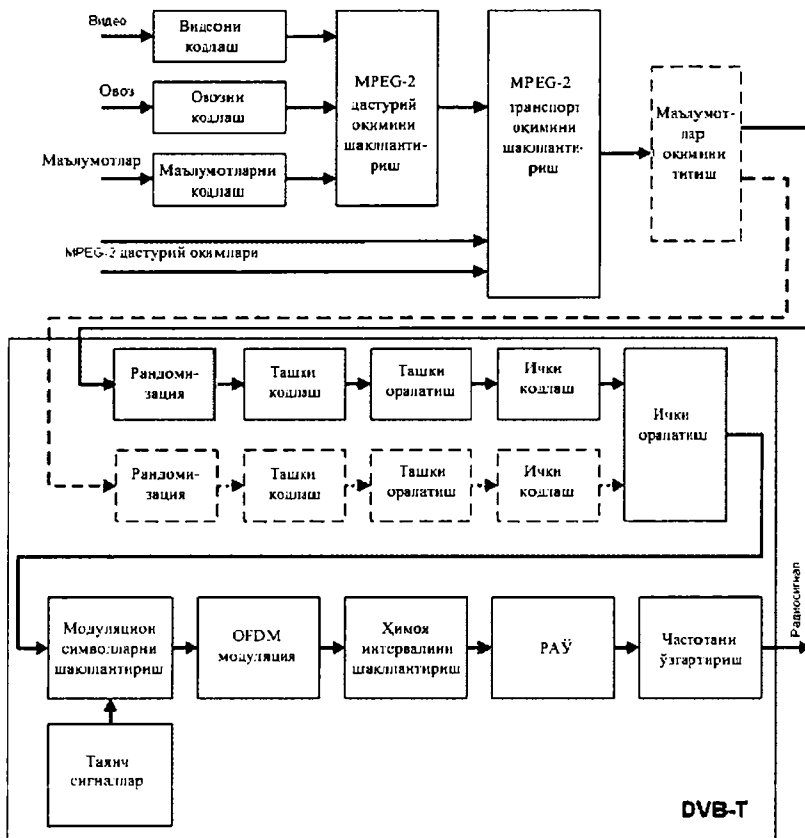
### **6.2.1 DVB-T тизимининг узатиш қисмида сигналларга ишлов бериш**

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 6.1-расмда келтирилган.

DVB-T нинг фаркли 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, овоз сигнали, графика ва бошқа хизмат маълумотлари) MPEG-2 MPEG-4 кодер стандартларида сиқиштирилади ва (ҳар бир кўриниш алоҳида) кодланади. Сўнгра мультимплексирлаш усули билан дастур оқими яратилади ва унга видеосигнал, овоз 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 ҳалақитбардошликни оширади, иккинчиси эса – узатиш тезлигини оширишга хизмат қилади. Кодернинг чиқишида улар яна бирлаштириладилар. Олинган транспорт оқими пакетлари ҳар бир 188 байтли пакетларга ажратилади. Биринчи байт синхронизациялаш пакетидир ва иккиликдаги қиймати ҳар доим 01000111 ёки ўн олти разрдликдаги 47 га тенг. Пакетларни танишни соддалаштириш учун улар саккизта пакетдан иборат гуруҳларга бўлинадилар. Ҳар бир гуруҳнинг биринчи пакети синхронизацияловчи байти инвертирланган(тескарисига айланттирилган). яъни – 10 111 000 (B8H).



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

Бундан сўнг ахборотга ишлов бериш **OFDM** (ортогонал частота мультимплексоори) 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, модуль 2 бўйича қўшилади.

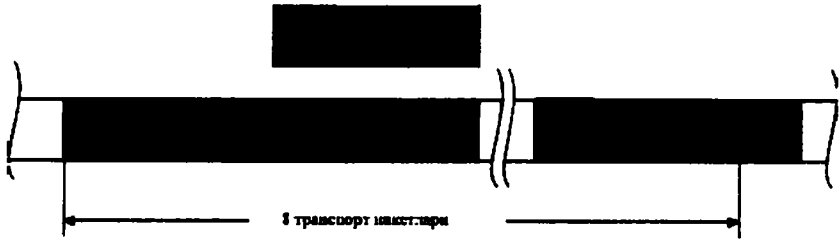


Бундай операция бирлик ва ноллик символлар кетма – кетлигини йўқотади ва сигнал спектрини текисланишини таъминлайди.

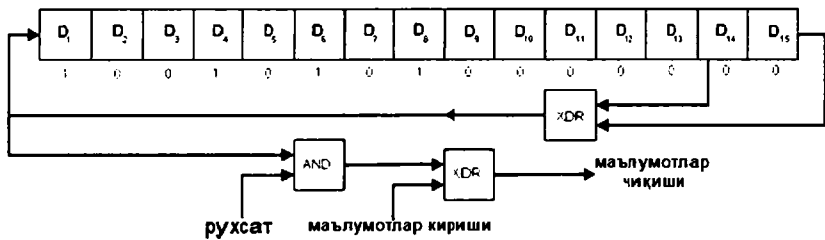
**Рандомизацияга** MPEG-2 транспорт пакетлари кетма кетлигини таъминловчи рақамли оқимларни мослаштириш операцияси мос келади (6.2-расм). Давомийлиги 188 байтдан иборат пакетлар 8 та гуруҳ пакетларига бирлаштириладилар. Биринчи пакет гуруҳининг синхробайти инвертирланади ва  $101110002 = B816$ ни ҳосил қилинади.

Рандомизация модуль 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). Шакллантирилаётган кетма – кетликни тасодифийга ўхшашлиги ва қабул қилгичда узатилаётган 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 руҳсат этиш сигналларидан фойдаланилади ва синхро байтлар рандомизация қилинмайдилар. Шундай қилиб псевдотасодифий кетма-кетликнинг давомийлиги 1503 байтга тенг бўлади ( $187+188 \times 7 = 1503$ )

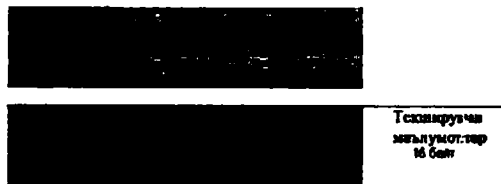


6.2-расм. MPEG-2 нинг транспорт пакетларининг мослашуви.



6.3-расм.Маълумотларни рандомизатори

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).



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

**Ташқи кодлаш ва оралатиш.** Ташқи кодлаш тизимида ҳамма 188 байт транспорт пакетини ҳимоялаш (синхробайтни

хам қўшган холда) учун Рид-Соломон коди ишлатилади. Кодлаш жараёнида бу 188 байтга 16 та текширувчи байтлар ҳам (6.4-расм). қўшилади. Бу қабул тарафида декодлаш жараёнида, ҳар бир код сўзининг давомийлиги 204 байт бўлган ҳолатда 8 хато байтларни тўғирлаш имконини беради.

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

Оралатиш алоқа каналидаги шовқин ва ҳалақитлар натижасида ҳосил бўлиши мумкин бўлган узун пакетли хатоликларни йўқотади. Бунга сабаб, маълумотларни тесқари оралатишдан сўнг ҳалақитлар таъсирида бузилган қўшни пакетлар қабул қилгичда ҳар хил код сўзлари ораларига тарқатилади. Шунинг учун ҳар бир код сўзи ичига пакет хатоликларининг кичик қисмигина тушади ва уни аниқлаш тизими осонгина топади ҳамда Рид –Соломон декодери хатоликни тўғирлайди.

DVB-T стандартида ҳалақитларлардан ҳимояланган 204 байтли блоклар ташқи оралатиш блокида 12та кетма-кет бўлақларга бўлинади.

6.5- расмда ташқи оралатгич ва деоралатгичнинг (қайта тиклагичнинг) тузилмавий схемаси келтирилган ва у 12та силжитиш регистрлари ҳамда коммутаторлар жуфтлигидан ташкил топган. Коммутаторлар жуфтлиги синхрон равишда, байтлар кетма – кетлиги частотаси бўйича, регистрларни кириш ва чиқиш оқимларига улайди. Силжитиш регистри 17 байт хотира сиғимига эга ва ҳар бир кейинги регистр аввалгисига нисбатан  $N=17$  байт кўп маълумотни сақлайди. Оралатиш тармоқларидаги кечиктириш шундай танланганки, унда 12 уланишли коммутаторнинг барча ҳолатларида, оралатгич ва деоралатгичнинг умумий кечикиши  $12 \times 17 = 204$  байтга тенг бўлади. Бу маълумотлар пакетини Рид-Соломон кодерида кодлаштирилгандан кейинги ўзгартирилган код сўзи узунлиги билан мос тушишини таъминлайди.

Тўғри оралатиш бажарилганда ноль тармоқнинг биринчи регистри синхробайтни тўғридан –тўғри (кечиктирмасдан)

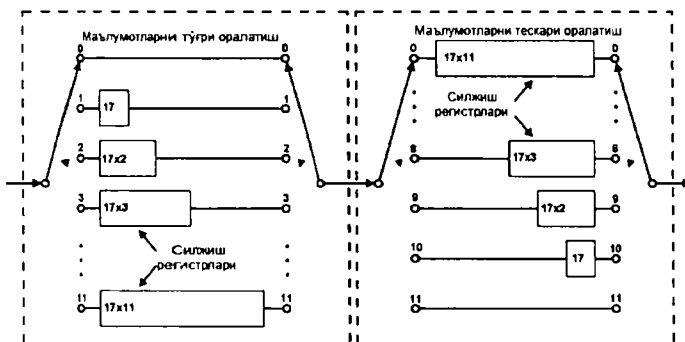
узатилишини таъминлайди. Сўнгра кейинги навбатдаги байт келиши билан коммутаторлар даврий равишда кейинги регистрга уланадилар ҳамда 12-регистрдан сўнг дастлабки ҳолатга, яъни нолинчи регистрга қайтади ва шу тариқа жараён қайта такрорланади. Қабул томонида, яъни деоралатишда барча операциялар тескари тартибда амалга оширилади (6.5-расм).

Шундай қилиб, чиқиш кетма-кетлигида ҳар бир блокнинг 17байти мавжуд бўлади. Масалан: 12 блокка ишлов беришдан кейинги 204 символдан ташкил топган чиқиш кетма-кетлиги куйидаги кўринишга эга бўлади:

1 <sub>12</sub>	2 <sub>11</sub>	3 <sub>10</sub>	4 <sub>9</sub>	5 <sub>8</sub>	6 <sub>7</sub>	7 <sub>6</sub>	8 <sub>5</sub>	9 <sub>4</sub>	10 <sub>3</sub>	11 <sub>2</sub>	12 <sub>1</sub>
13 <sub>12</sub>	14 <sub>11</sub>	15 <sub>10</sub>	16 <sub>9</sub>	17 <sub>8</sub>	18 <sub>7</sub>	19 <sub>6</sub>	20 <sub>5</sub>	21 <sub>4</sub>	22 <sub>3</sub>	23 <sub>2</sub>	24 <sub>1</sub>
25 <sub>12</sub>	26 <sub>11</sub>	27 <sub>10</sub>	28 <sub>9</sub>	29 <sub>8</sub>	30 <sub>7</sub>	31 <sub>6</sub>	32 <sub>5</sub>	33 <sub>4</sub>	34 <sub>3</sub>	35 <sub>2</sub>	36 <sub>1</sub>
37 <sub>12</sub>	38 <sub>11</sub>	39 <sub>10</sub>	40 <sub>9</sub>	41 <sub>8</sub>	42 <sub>7</sub>	43 <sub>6</sub>	44 <sub>5</sub>	45 <sub>4</sub>	46 <sub>3</sub>	47 <sub>2</sub>	48 <sub>1</sub>
49 <sub>12</sub>	50 <sub>11</sub>	51 <sub>10</sub>	52 <sub>9</sub>	53 <sub>8</sub>	54 <sub>7</sub>	55 <sub>6</sub>	56 <sub>5</sub>	57 <sub>4</sub>	58 <sub>3</sub>	59 <sub>2</sub>	60 <sub>1</sub>
61 <sub>12</sub>	62 <sub>11</sub>	63 <sub>10</sub>	64 <sub>9</sub>	65 <sub>8</sub>	66 <sub>7</sub>	67 <sub>6</sub>	68 <sub>5</sub>	69 <sub>4</sub>	70 <sub>3</sub>	71 <sub>2</sub>	72 <sub>1</sub>
73 <sub>12</sub>	74 <sub>11</sub>	75 <sub>10</sub>	76 <sub>9</sub>	77 <sub>8</sub>	78 <sub>7</sub>	79 <sub>6</sub>	80 <sub>5</sub>	81 <sub>4</sub>	82 <sub>3</sub>	83 <sub>2</sub>	84 <sub>1</sub>
85 <sub>12</sub>	86 <sub>11</sub>	87 <sub>10</sub>	88 <sub>9</sub>	89 <sub>8</sub>	90 <sub>7</sub>	91 <sub>6</sub>	92 <sub>5</sub>	93 <sub>4</sub>	94 <sub>3</sub>	95 <sub>2</sub>	96 <sub>1</sub>
97 <sub>12</sub>	98 <sub>11</sub>	99 <sub>10</sub>	100 <sub>9</sub>	101 <sub>8</sub>	102 <sub>7</sub>	103 <sub>6</sub>	104 <sub>5</sub>	105 <sub>4</sub>	106 <sub>3</sub>	107 <sub>2</sub>	108 <sub>1</sub>
109 <sub>12</sub>	110 <sub>11</sub>	111 <sub>10</sub>	112 <sub>9</sub>	113 <sub>8</sub>	114 <sub>7</sub>	115 <sub>6</sub>	116 <sub>5</sub>	117 <sub>4</sub>	118 <sub>3</sub>	119 <sub>2</sub>	120 <sub>1</sub>
121 <sub>12</sub>	122 <sub>11</sub>	123 <sub>10</sub>	124 <sub>9</sub>	125 <sub>8</sub>	126 <sub>7</sub>	127 <sub>6</sub>	128 <sub>5</sub>	129 <sub>4</sub>	130 <sub>3</sub>	131 <sub>2</sub>	132 <sub>1</sub>
133 <sub>12</sub>	134 <sub>11</sub>	135 <sub>10</sub>	136 <sub>9</sub>	137 <sub>8</sub>	138 <sub>7</sub>	139 <sub>6</sub>	140 <sub>5</sub>	141 <sub>4</sub>	142 <sub>3</sub>	143 <sub>2</sub>	144 <sub>1</sub>
145 <sub>12</sub>	146 <sub>11</sub>	147 <sub>10</sub>	148 <sub>9</sub>	149 <sub>8</sub>	150 <sub>7</sub>	151 <sub>6</sub>	152 <sub>5</sub>	153 <sub>4</sub>	154 <sub>3</sub>	155 <sub>2</sub>	156 <sub>1</sub>
157 <sub>12</sub>	158 <sub>11</sub>	159 <sub>10</sub>	160 <sub>9</sub>	161 <sub>8</sub>	162 <sub>7</sub>	163 <sub>6</sub>	164 <sub>5</sub>	165 <sub>4</sub>	166 <sub>3</sub>	167 <sub>2</sub>	168 <sub>1</sub>
169 <sub>12</sub>	170 <sub>11</sub>	171 <sub>10</sub>	172 <sub>9</sub>	173 <sub>8</sub>	174 <sub>7</sub>	175 <sub>6</sub>	176 <sub>5</sub>	177 <sub>4</sub>	178 <sub>3</sub>	179 <sub>2</sub>	180 <sub>1</sub>
181 <sub>12</sub>	182 <sub>11</sub>	183 <sub>10</sub>	184 <sub>9</sub>	185 <sub>8</sub>	186 <sub>7</sub>	187 <sub>6</sub>	188 <sub>5</sub>	189 <sub>4</sub>	190 <sub>3</sub>	191 <sub>2</sub>	192 <sub>1</sub>
193 <sub>12</sub>	194 <sub>11</sub>	195 <sub>10</sub>	196 <sub>9</sub>	197 <sub>8</sub>	198 <sub>7</sub>	199 <sub>6</sub>	200 <sub>5</sub>	201 <sub>4</sub>	202 <sub>3</sub>	203 <sub>2</sub>	204 <sub>1</sub>

бу ерда, пастки индекс блокка мос келишини кўрсатади.

Оралатиш блоklarда (тўғри та тескари ҳолатларда) синхробайтлар ўз ўрниларида қоладилар.



6.5-расм. Маълумотларни ташқи оралатиш

**Ички кодлаш** Байтларни оралатишдан кейинги канал кодерининг функционал блоки **ички йиғувчи кодер** ҳисобланади ва у бешта тезликка мўлжалланган: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, ва 7/8.

DVB-T эшиттириш тизимида ички кодлаш блок бўйича кодлашга асосланган.

Блокли 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 ҳолос.

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 сўзини 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.

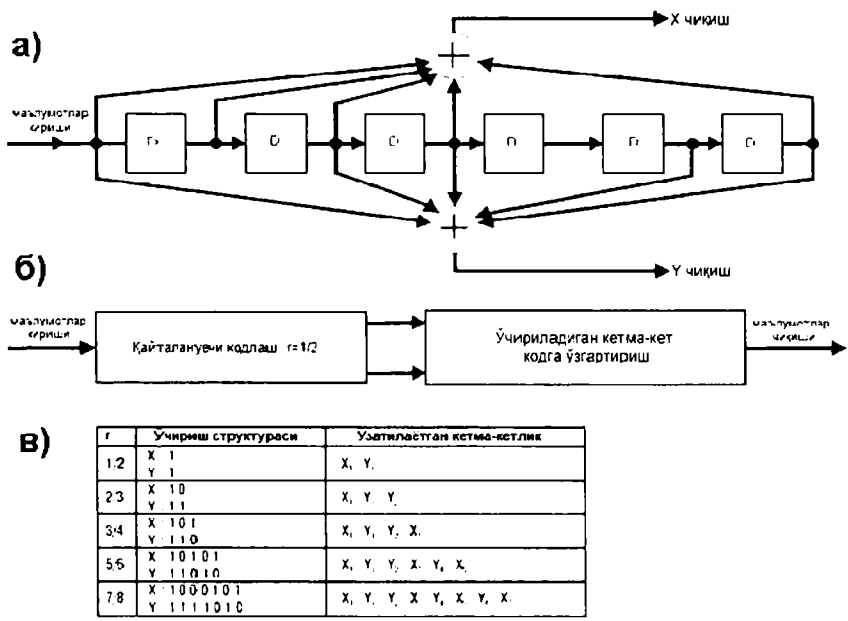
Юқорида айтилганидек, ички код тезлиги ёки битта код кадрда, информацион ички кадрдаги символлар сонининг умумий символларга нисбати алоқа каналлари орқали маълумотлар узатиш шартлари ва маълумотлар узатиш тезлигига қўйилган талаблар асосида ўзгариши мумкин. Код тезлиги қанчалик юқори бўлса, унинг ортиқчалиги 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 коднинг асосини иккита рақамли филтрлар ташкил этадилар. Уларнинг чиқиш сигналлари X ва Yлар модуль 2 бўйича сигналларини қўшиш йўли билан шакллантирилади. Қўшувчиларга кечикишни таъминловчи силжитиш регистрларининг, яъни олтига триггернинг чиқишларидан сигналлар келиб тушадилар (6.6-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 узатилади (узатилаётган сигналлар ва уларнинг тартиби 6.6 в -расмда келтирилган).

Мисол учун, иккита кириш бити тезлиги  $2/3$  бўлганда учта чиқиш бити кетма –кетлига айланттирилади (X1, Y1, Y2) ва X2 ўчирилади, чунки X:10, Y:11(6.6, в-расм). Ички код максимал тезлика эга бўлганда, яъни  $7/8$  га тенг бўлганда 7 та кириш битларига 8 та чиқиш битлари (X1, Y1, Y2 Y3, Y4, X5, Y6, Y7) тўғри келади. чунки X:1000101, Y:1111010.



6.6-расм. Ички кодлаш (а- тезлиги  $r = 1/2$  бўлган йиғиш коди., б- ўчириш билан кодлаш, в – кодлаш жадвали)

**Ички оралатиш ва модуляцияланган символларни шакллантириш** DVB-T тизимида ташувчи тебранишларни модуляциялаш билан ўзаро кучли боғлиқ. Ички оралатиш маълумотларга ишлов бериш трактининг, иккита параллел кодлаш кичик системаларидан кейинги, умумий киришида жойлашган (6.1-расм). Ички оралатиш битлар оралатгичидан ва ундан кейин келувчи символлар оралатгичидан ташкил топади. Ички оралатишнинг тузилиши танланган иерархик режим ва модуляция схемасига боғлиқ ҳамда хилма хил ташувчи тебранишларни модуляцияловчи маълумотларни аралаштиришни аниқлаштиради. Бу жуда мураккаб жараён бўлиб, аини вақтда OFDM модуляция DVB-T тизимининг асосий принципини ташкил этади. Унинг биринчи босқичи кириш маълумотлар

оқимини демультимплексирашди. Оралатишдан сўнг модуляцион символларни шакллантириш амалга оширилади.

**Демультимплексираш.** Рақамли телевиденида айрим ташувчилар квадратура фаза манипуляцияси орқали модуляция қилинишлари (QPSK -Quaternary Phase Shift Keying) ёки квадратурали амплитуда модуляцияси (QAM-Quadrature Amplitude Modulation) орқали шаклланишлари мумкин. Бундай модуляция усулларида ташувчини модуляцияловчи сигналлар кўп сатхли бўладилар ва кўп позицияли символлар кетма-кетлигини билан ифодаланидилар ва улар “модуляцияланувчилар” деб аталадилар.

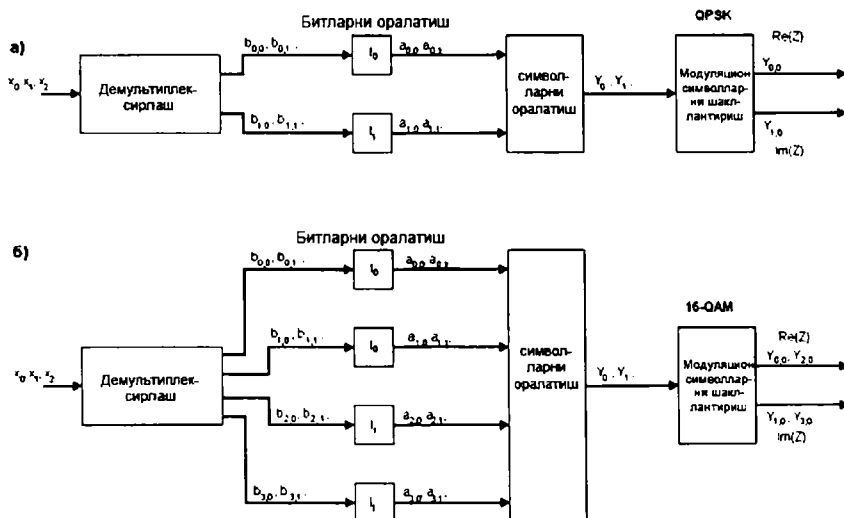
QPSK усулида модуляцияловчи сигнали тўртта позицияли символлар кетма кетлигидан иборат, улар алфавитдаги тўртта икки разрядли иккиламчи сўзлардан (00, 01, 10, 11) ташкил топади ва улар модуланган тебранишлар фазасини аниқлайди. Бундай символлар кириш кетма-кетлиги битлар оқимини ажратиш ёки демультимплексирашда иккита субоқимга ажратиш керак. Бунда ҳар бир субоқимда такт частотаси киришдагига нисбатан икки марта кичик бўлади. (6.7, а-расм). 16 позицияли квадратуравий амплитудали модуляция (16 QAM) учун модуляцияланган тебранишлар фаза ва амплитудасини аниқлаштирувчи, тўрт разрядли иккиламчи сўз кўринишдаги модуляцияловчи символларни шакллантириш лозим. Бу ҳолатда кириш оқими (16 QAM ҳолатида кириш оқими) тўртта субоқимга демультимплексираланади (6.7, б-расм).

Шунга асосан, агар 64- QAM модуляция қўлланилса, модуляцияловчи символлар олти разрядли сўзлар кўринишида бўладилар ва кириш оқими демультимплексирашда олти субоқимга бўлинади.

Шундай қилиб, маълумотлар кириш оқими демультимплексиранган  $V$  субоқимларга (QPSK учун  $V=2$ , 16-QAM учун  $V=4$ , 64-QAM учун  $V=6$ ) ўтказилади. Битлар оқими  $x_0, x_1, x_2, x_3, \dots$  эса  $V$  разрядли сўзлар кетма кетлигига айлантириладилар (6.7-расм). QPSK қўлланилганда кетма кет келадиган иккита битлар ( $x_0$  ва  $x_1$ ) параллел шаклдаги, икки разрядли  $b_{00}$  ва  $b_{10}$  битлардан таркиб топган, код символларига



айлантириладилар. Кейинги битлар ( $x_2$  ва  $x_3$ ) ўз навбатида  $b_{0,1}$  ва  $b_{1,1}$  сўзларга (символларга) ўзгартириладилар ва х.к.



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

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

Худди шундай 64-QAM қўлланилганда, 6 та разрядли параллел код ишлатилади ва бу эса алоқа канали орқали узатиладиган маълумотлар тезлигини 6 марта камайтириши имконини беради.

**Битларни оралатиш** субоқимнинг 126 битлар кетма кетлиги доирасида амалга ошириладиган блокли жараён (6.7-расм). Ҳар бир оралатгич блоklar ичида битларни ўрнини алмаштиради:

$$Bi = (bi,0, bi,1, bi,2, \dots, bi,125),$$

яъни 126 битларни алмаштириб, оралатиш блоки шакллантирилади:

$$Ai = (ai,0, ai,1, ai,2, \dots, ai,125).$$

Битлар оралатилишида, субоқимда максимал бўлган, фақат фойдали маълумотларга ишлов берилади (QPSKда 2та, 16-QAMда 4та., 64-QAMда 6та) Бунда ҳар бир модуляция турига оралатишлар ўз қодалари асосида ижро этиладилар. Битларни ўрнини алмаштириш ( $w = 0, 1, \dots, 125$ ) қонунига асосан чиқиш массивининг битлар индекси ҳисобланадилар ва ҳар бир субоқимнинг оралатгичи учун қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$I_0: H_0(w) = w;$$

$$I_1: H_1(w) = (w+63) \bmod 126;$$

$$I_2: H_2(w) = (w+105) \bmod 126;$$

$$I_3: H_3(w) = (w+42) \bmod 126;$$

$$I_4: H_4(w) = (w+21) \bmod 126;$$

$$I_5: H_5(w) = (w+84) \bmod 126;$$

бу ерда  $\bmod 126$  берилган бутун сонли операция 126 модули бўйича бажарилаётганлигини билдиради.

Шундай қилиб,  $I_0: H_0(w) = w$  субоқим учун ўрин алмаштириш мавжуд эмас, 5-нчи субоқим оралатгичи учун  $I_4$  ўрин алмаштириши  $I_4: H_4(w) = (w+21) \bmod 126$  функцияси асосида амалга оширилади. Мисол учун, бешинчи оралатгичда ( $I_4$ ) Ф блокнинг 120-нчи бити В блокнинг қуйидаги позициясидан олинади:

$$H_4(w) = (w+21) \bmod 126 = (120+21) \bmod 126 = 141 - 126 = 15.$$

Битта оралатгични амалга ошириш учун 126 бит ҳажмдаги учта хотира худуди керак бўлади. Бунда биринчи худудда навбатдаги блок В шакллантирилади, ва икинчи худудда эса аввалги В блокдан А блок шакллантирилади ҳамда у ўз навбатида учинчи худуда жойлашилтирилган бўлади. Шундай қилиб, барча бит оралатгичларини татбиқ этиш учун талаб этиладиган, умумий хотира ҳажми  $6 \times 26 \times 3 = 2268$  (тахминан 284 байт).

**OFDM маълумотларини рақамли символга айлантириш**

учун оралатиш қурилмалари чиқишлари шундай бирлаштирилдиларки, 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  $I_0$  чиқишида катта битни беради, яъни:

$$y'_w = (a_0, w, a_1, w, \dots, a_{v-1}, w).$$

Символ оралатгич блок ичида маълум қонун асосида сўзларнинг ўрнини алмаштиради:

$$Y' = (y'_0, y'_1, y'_2, \dots, y'_{Nmax-1}),$$

Бунда **2к** режимида битларни оралатиш жараёни 12 марта такрорланади, натижада маълумотларнинг рақамли символларининг 1512 ( $12 \times 126 = 1512$ ) тасидан ташкил топган пакет ҳосил бўлади ҳам у OFDM симболи дейилади.

126 сўздан иборат 12 гуруҳ 1512 рақамли символдан ташкил топган  $Y' = (y'_0, y'_1, y'_2, \dots, y'_{1511})$  векторни шакллантиради ва улар битта OFDM симболи интервалида, 1512 та ташувчи тебранишларни модуляция қилишда ишлатиладилар. Бунда OFDM симболи давомийлиги TS билан белгиланади.

**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  $Y' = (y'_0, y'_1, y'_2, \dots, y'_{6047})$  векторни беради.

**Модуляцион символларни шакллантириш.** Маълумотлар рақамли симболи у ( $y'$  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 ҳақиқий ва мавҳум қисмлари битлар  $y_{u,q}$  орқали ифодаланидилар. Модуляцион символлар ва  $y_{u,q}$  битлар мослиги яна бир марта 6.8-расмда намоиш этилган (QPSK ва бир турли

16-QAM модуляция). Ифодалаш Грей коди орқали амалга оширилади, шунинг учун қўшни горизонтал ва вертикал символлар фақат битта (кўпинча учрайдиган холат) 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 ишлатилганда  $u_{0,q} = 0$  ва  $u_{1,q} = 0$  бўлса, уларга  $z = 1 + j$  комплекс сон мос келади (6.8 –расмнинг чап томондаги диаграммаси ўнг юқори нуктаси). Модуляцион символ комплекс сон қийматларининг ҳақиқий ва мавҳум қисмлари аниқ реал мазмунга эга ҳамда модуляцион тебранишларнинг квадратура  $Q$ , синфазали амплитуда  $I$  қийматлари  $I$  га тенг. Бу шуни билдирадики, модуляция жараёнида косинусоидал (синфаза) ва синусоидал (квадратура) ташкил этувчилар бир хил бирлик амплитудалар билан қўшиладилар. 6.8 –расмнинг чап томондаги диаграммаси ўнг пастки нуктаси  $u_{0,q} = 0$  ва  $u_{1,q} = -1$ . Унга  $z = 1 - j$  комплекс модуляцион символ мос келади. Бу икки ташкил этувчиларнинг амплитудаларининг  $I$ 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  $\sqrt{2}$  тенг гармоник косинусоидал тебранишни беради. Унинг бошланғич фазаси 45 градусга тенг (бу 6.8,а –расм келтирилган ўнг томон юқори нукта координатаси векторига мос келади).

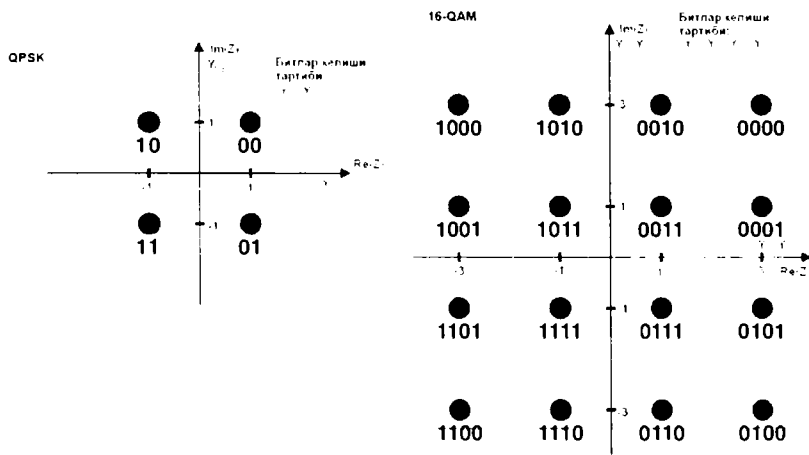
Ўнг томон паст нуктасига фазаси минус 45 градусга тенг тебраниш вектори мос келади.

Шундай қилиб, ўнг томон юқори нуктадан ўнг томон пастки нуктага 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 ўзгардилар.

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

Диаграмманинг **0111** нуқтаси учун  $u_{0,q}=0, u_{1,q}=1, u_{2,q}=1, u_{3,q}=1$  битлар комбинациясини ифода этади ва комплекс модуляцияланган символни  $z=1-j$  белгилайди, ҳамда модуляциялаш жараёнида тебранишларнинг амплитудаси  $\sqrt{2}$  (илдиз ости иккига) ва бошланғич фазаси  $-45$  градус эканлигини кўрсатади.



6.8-расм. QPSK ва 16-QAM модуляциялари ( $z$  комплекс модуляция символга мос  $u_{n,q}$  битларни белгилайди)

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

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

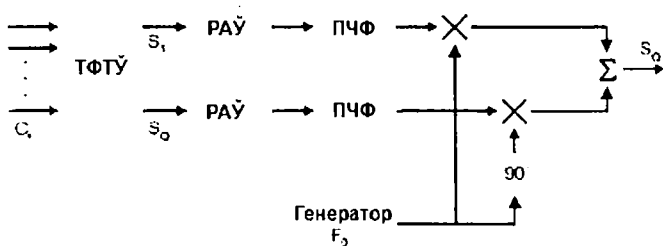
QPSK кўлланилгандаги нормаллаштирилган комплекс модуляцион символ  $c=z/\sqrt{2}$  бир турдаги 16- QAM модуляциясида эса  $c=z/\sqrt{10}$  бўлса, турли турдаги 64-QAM модуляция учун (параметри 4 тенг ҳолатда)  $c=z/\sqrt{108}$  бўлади.

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 ҳолда 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. Шунинг учун Фурьенинг тезкор тўғри ва тескари дискрет ўзгартиришлари асосида, жуда кўп ташувчиларни модуляциялаш ва демодуляциялаш алгоритмларининг махсус усуллари ишлаб чиқилган. Бунинг учун Фурьенинг юқори тезликда тўғри ва тескари ўзгартиришларини таъминловчи процессорлар яратилиб, катта интеграл схемалар кўринишида шакллантирилган. OFDM сигналларини шакллантиришнинг математик қурилмасига батафсил берилмаган ҳолда, OFDM радиосигналларининг шакллантиришнинг тузилмавий схемасида 6.9- расмда келтирамыз.

Келтирилган схемадан кўришиб турибдики, OFDM рақамли шаклда тезкор Фурье тескари ўзгартирилиши асосида бажарилади ва ундан сўнг РАЎ орқали модуляцион комплекс символларнинг мавҳум ва ҳақиқий қийматлари ўзгартириладилар. Ўзгартиришлар натижасида икки сатҳли (квазианалог сигнал) шакллантириладилар ва улар паст частотали филтрлардан ўтиб, квадратуравий модуляторга тушадилар.

Модуляторда синфазали  $I$  ва квадратуравий  $Q$  тебранишлар, 47-480 МГц диапазондаги телевизион каналнинг танланган ташувчи частотасининг квадратуравий сигналига кўпайтириладилар.

Бунда косинусоидал тебраниш  $F_0$  генератордан тўғридан-тўғри келиб тушади ва синусоидал тебранишлар эса сигнални 90 градусга силжитадиган фаза айлантргич орқали келиб тушади. Сўнгра квадратуравий ташкил этувчилар йигувчида (сумматорда) кўшиладилар ва қувват кучайтиргичлари орқали антеннага узатиладилар.



6.9-расм. OFDM радиосигналларининг яратилиши

### 6.2.2. DVBT тизимининг қабул қилиш қисмида сигналларга ишлов бериш

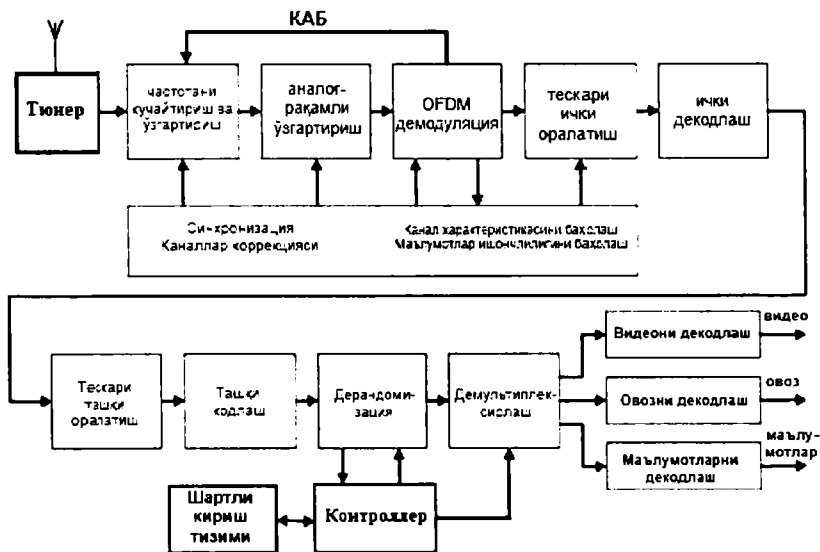
Қабул қилиш қурилмасида сигналларга ишлов бериш жараёни DVB-T стандарти билан регламентланмаган ва очиқ қолган. Бу ҳолат телевизор ишлаб чиқарувчилар орасидаги рақобатни кучайтиради ва юқори сифатли, айтини вақтда арзон қурилмаларни яратишдаги интилишларни қуллаб-қувватлайди. DVB-T стандартига мувофиқ 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 6.10- расмда келтирилган.

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

Натижада COFDM сигналининг хақиқий ва мавҳум қисмларига мос келувчи, квадратуравий ташкил этувчиларига ажратиладилар. Ундан сўнг 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 блокдан 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 блокада 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 тесқари қийматига кўпайтирилади.

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





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

Сўнгра маълумотлар оқими маълумотларни дерондомизация қилиш учун дескремблерга келиб тушади ва дастлабки рақамли оқимнинг тузилиши тикланади. Рандомизация қўлланишида тикланиш сигнални псевдотасодифий кетма кетлик билан модуль 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 ҳамда 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 оловчи 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 телевидение қабул қилгичида дастурни танлаш иккита этапда амалга оширилади. Аввал бир нечта дастурлардан иборат транспорт оқими узаталаётган телевидение 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.

### **6.3. DVB-C рақамли кабель телевидение стандарти**

Кабел алоқа линиялари экранлаштирилган йўналтирувчи тизимлардан иборат бўлгани учун, улар орқали узатилган сигналлар атмосфера ва индустрия халакитлар таъсирдан ҳимоя қилинган. Ундан ташқари тизимда актив оралик кучайтиргичлардан фойдаланиш ҳисобига уларда сигнал/шовқин (30 дБдан кам эмас) нисбатининг етарлича юқори қийматларининг таъминланиши имконияти мавжуд. Шунинг

учун халақитбардошликни таъминлаш нуқтан назаридан, кабель телевизион тизими ер усти телеэшиттириш тизимларига нисбатан енгил шароитларда ишлайди. Шу сабаб оддий ҳолатда рақамли кабель телевидениесига йиғиш коди ёрдамидаги ички кодлаш ишлатилмайди. Кабель телевизион эшиттиришнинг асосий мақсади мавжуд кабель 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.

6.4-жадвалнинг охириги устунчаларидаги маълумотларни, тасвир сифати кийматлари турлича бўлган телевизион дастурлар талабларига асосан, иккилик символларни узатиш тезлиги билан билан солиштириб, битта кабель телевидениеси каналида у ёки бу сифат билан нечта телевизион дастурни узатиш мумкинлигини баҳолаш мумкин (4.4 бобга қаранг).

DVB-C тизимининг узатувчи қисмининг умумлашган ташкилий чизмаси 6.11- расмда келтирилган. Рақамли кабель телевидениесининг 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 синхрогурух инверторланади, яъни ўн олти разрядли сон **0x47** ўрнига **0xB8** узатилади. Бу қабул қилгич томонида цикли синхронизацияни таъминлаш учун зарур.

#### 6.4-жадвал

Модуляциянинг турли қийматларида маълумотларни узатиш тезликлари

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

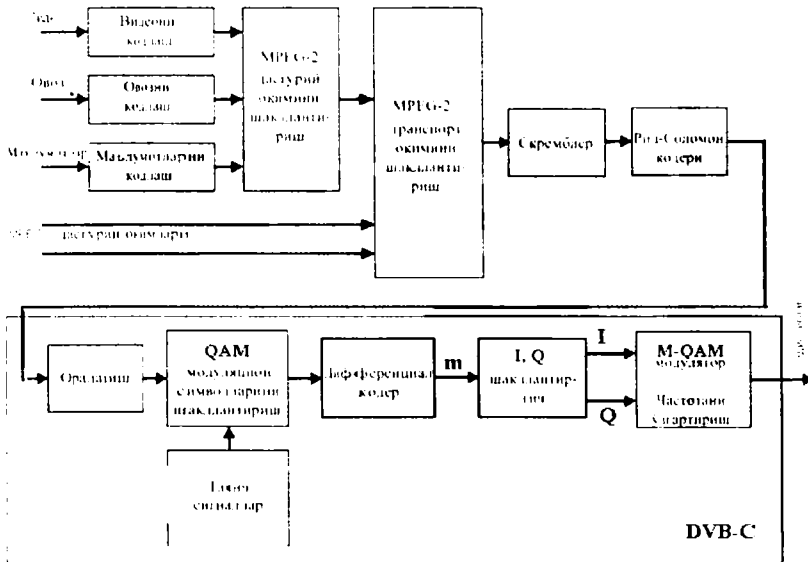
Сўнгра узатилаётган дастурни рухсат этилмаган киришдан сақлаш учун **скремблирлаш** операцияси амалга оширилади ва алоқа канали полосасида сигнал қувватини бир текис тақсимланиши таъминланади. Скремблерлаш қабул қилгичда уларни танлашни таъминлаш учун транспорт пакетлари синхрогурухларига тегилмайди.

Сўнгра Рид-Соломон кодларини қўллаган ҳолда халақитбардошли кодлаш амалга оширилади. Бунда транспорт пакетларининг давомийлиги 188 дан 204 гача ортади ҳамда пакет хатоликларидан маълумотларни химоялаш 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 халақитбардошликни ошириш учун уларнинг икки катта битлари дифференциал кодлаши амалга оширилади.

DVB-Сдаги 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 филътр ёрдамида текисланади.



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

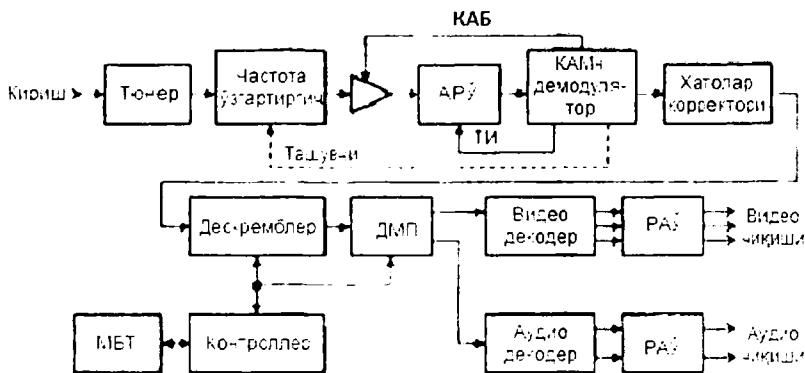
Сўнгра квадратура модуляторида, оралиқ частотада, кўп сатхли квадратуравий амплитуда модуляцияси амалга оширилади. Ундан кейин частота алмаштиргичи ёрдамида сигнал спектри талаб этиладиган телевизион каналга кўтарилади ва кабелъ тармоғининг таксимловчи чиқиш кучайтиргичлари орқали сигналлар қабул қилувчи қурилмаларнинг киришларига келиб тушадилар.

Қабул қилгичда мос равишда тескари операциялар бажарилиши шарт. Кабелъ рақамли телевидениесининг қабул тракти тузилмавий схемаси 6.12- расмда келтирилган. Кабелъ 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 демодуляторида 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 олинадиган 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.



6.12-расм. Кабелли рақамли телевидениенинг қабул қилиш трактининг ташкилий чизмаси

Демодуляторнинг ишлаш принципи 5.4 бобда келтирилган (5.6-расм). Демодуляторга келиб тушган рақамли сигнал ташкил этувчилари  $I$  ва  $Q$  бўлган квадратуравий сигналларга

айлантириладилар 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 **деоралатиш** амалга оширилади. Натижада транспорт пакетларининг давомийлиги (188 байтдан) ва пакетдаги байтларини кетма-кетлигининг бошлангич 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 бўладилар.

#### **6.4. DVB-S сунъий йўлдош рақамли телевизор узатиш стандарти**

Сунъий йўлдош телеэшиттириш тизимлари кенг худудларнинг ҳар қайси нуктасига юқори сифатли телевизион сигналларини етказишнинг энг тез, ишончли ва тежамкор усули ҳисобланади. Сунъий йўлдошнинг Ер орбитасининг белгиланган нуктаси ушлаб турилиши, куёш 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. Айни вақтда замонавий техник воситалар Ер юзининг катта бўлмаган қисмини йўналтирилга 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 ўтқир(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 кабель телевидениеси каналлариган нисбатан сезиларли даражада кенг.

6.5-жадвалда маълумотларни мумкин бўлган узатиш тезлиги ва канал символларини алоқа 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.

DVB стандарти 11...12 ГГц частота диапазонида 27 МГцли частота кенглигига эга сунъий йўлдош телевидениесининг мавжуд каналларидан фойдаланишни кўзда тутди. Истикболда сунъий йўлдош тизимларида 20.... 21 ГГц диапазондан



фойдаланиш ва алоҳида каналларнинг частота полосалари кенгроқ бўлишлари назарда тутилмоқда.

6.5- жадвал

Маълумотларни узатишнинг турли тезликлари

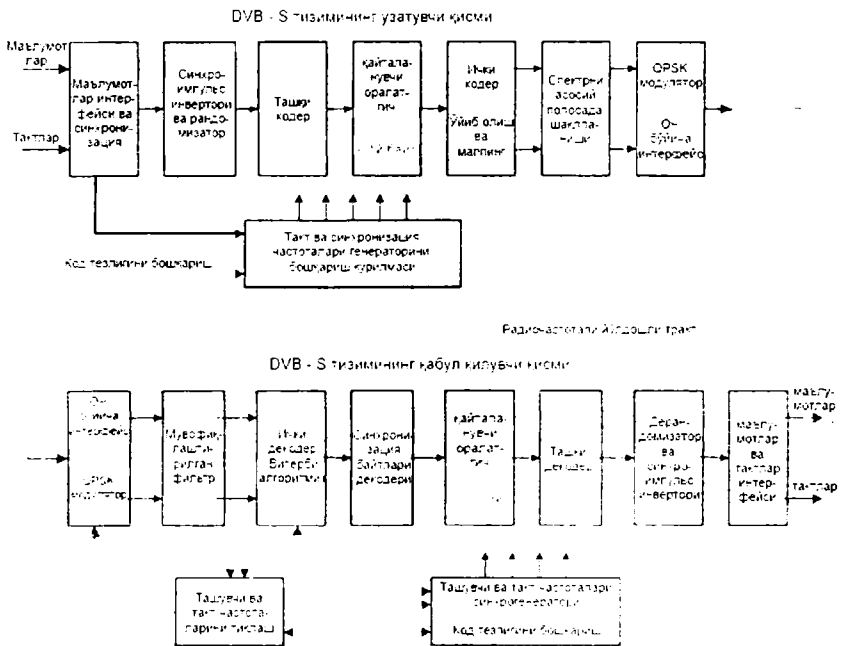
Канал кенглиги, МГц	Узатиш тезлиги Мсимв/с	Тўлиқ тузатиш тезлиги Мбит/с	Фойдали маълумотларни узатиш тезлиги Мбит/с
54	45	90	41,5... 72,6
36	30	60	27,7...48,4
33	27,5	55	25,3... 44,4
71	22,5	45	20,7... 36,3

Сунъий йўлдош телерадио эшиттириш тизимларида узатилаётган сигналларнинг қувватлари нисбатан кичик ва чегараланган бўлганлиги сабабли интерференцион халақитлар ва шовкинларнинг таъсирига сезувчанлик юқори ҳисобланади. Шунинг учун энергетик самарадор QPSK- квадратуравий фаза модуляцияси ва қисқартирилган RS коди ҳамда Витбери декодлаш алгоритмидан фойдаланувчи, йиғувчи код асосларидаги каскадли кодлашдан биргаликда фойдаланиш тизимнинг юқори халақитбардошлигини таъминлайди. Халақитбардошликни оширишда шовкин ва интерференцион халақитлар ҳамда сунъий йўлдошнинг борт ретрансляторларининг ночизикли 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 кийин шароитларида ҳам юқори сифатни таъминлашга имкон беради. Юқори сифат хатто ташувчи/шовкин ва ташувчи/интерференцион халақит нисбатлари чегара (бўсаға) қийматга яқин бўлганда ҳам сақланиб қолади. Бунда хатолик бир соатда биттадан ошмаслиги

кафолатланади, бу эса қабул қилувчи декодерда, MPEG-2 демультимплексор киришида хатолар эквивалент эҳтимоллигига  $10^{-10} \dots 10^{-11}$  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 6.13-расмда келтирилган.



6.13-расм. DVB-S тизимининг тузилмавий схемаси

Узатишда маълумотлар оқимининг каналга мослашиши учун қуйидаги алмаштиришлар амалга оширилади:

- транспортли мультимплексорлаш 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.

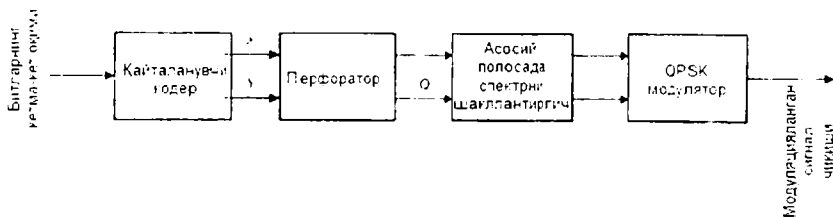
Узатишда транспортли маълумотлар оқими ва унинг тактлари тизимга интерфейс орқали келиб тушади. Интерфейсдан чикувчи такт частотаси ва код тезлигини бошқарувчи ташқи сигнал барча зарур такт ва синхронизацияловчи частоталарни генерациялаш(пайдо қилиш) учун фойдаланилади. Такт сигналларининг узатилиши ва узатиш қурилмасининг синхронизацияси мос равишда бошқарув генераторлари ёрдамида амалга оширилади.

Интерфейс чиқишидан транспорт пакетлари синхробайт цикллари шакллантирувчи қурилма (бунинг учун, MPEG-2 стандарти бўйича, ҳар бир саккизинчи транспорт пакетининг синхробайти инверсия (тескарисига айлантириш) 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 6.14 -расмда келтирилган. Бунда кодлаш базаси тезлиги  $R=1/2$  бўлган ҳолатда, ички йиғиш кодерда кодлашдан кейин маълумот пакетлари перфараторга тушадилар ва коднинг тезлиги оширилиши талаб этилганда ортиқча текширувчи символлар олиб ташланади. Ички оралатгич мавжуд бўлмайдиган, 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, оралик 70/140 МГц частотада, сунъий йўлдош ер станцияси радиоканалини таъминловчи юкори частотали узатиш қурилмаси билан мослаштирилади.



6.14-расм. DVB-S тизимида модуляциялаш ва тизим ости кодлашнинг тузилмавий схемаси

### 6.5. DVB-H рақамли мобиль телевизион эшиттириш стандарти

**DVB-H** (Digital Video Broadcast Handheld, DVB “қўл бошқарувида, портагив”) бу 2004 йилнинг декабрида тасдиқланган мобиль телевидение стандарти. **DVB-H** стандарти Телекоммуникацион стандартлар бўйича Европа Ассоциацияси (ETSI) томонидан мобиль қабул қилиш қурилмаларида (уяли телефонлар, автомобиль ёки поездларда ўрнатилган қабул қилиш қурилмаларида) телевизион программаларни ишончли қабул қилишга ўрнатилган талаблардир.

Мобиль телевидение тизимини яратишда қабул қилишнинг мобиль терминалларига 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. Допплер

эффекти туфайли, узатилаётган импульслар сезиларли даражада бузилишларга олиб келиши мумкин;

- мобилъ терминалларнинг манбаалари энергия куввати захираларининг чегараланганлиги.

Ана шу шартлардан келиб чиқиб, DVB-H тизимида куйидаги талаблар кўйилади:

- мобилъ терминалларнинг аккумулятор батареяси токининг сарфланишини тежамкорлиги таъминлаш. Бу масала мобилъ эшиттиришнинг концепциясини шакллантиришда асосийлардан ҳисобланарди;

- ҳаракат давомида, айниқса катта тезликларда, ишончли мобилъ қабул қилиш;

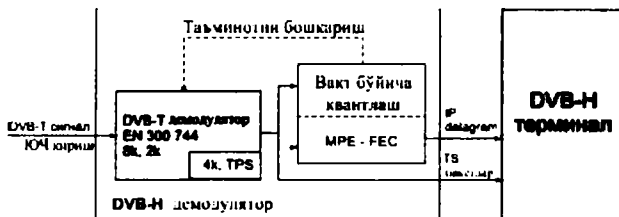
- сигналларнинг кўп нури тарқалишида, айниқса хона шаронтида қабул қила олиш имкониятининг мавжудлиги;

- аввал яратилган DVB-T тармоқлари билан тўлиқ мослик;

- мобилъ қабул қилиш терминаллари имкониятлари билан мослашиш, яъни катта бўлмаган экранда тасвирнинг сифатининг юқори даражада бўлишини таъминлаш ва шунинг учун кичиклаштирилган аниқлик қобилиятида (320×420 пиксель) 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. DVB-H кўшимчага эга яъни **2к** ва **8к** модуляциялаш режимларига яна битта алоҳида **4к** режимнинг кўшилганлигидир. Бу ўз навбатида, битта сота радиусида, қабул қилгич қурилмаси юқори тезликда ҳаракатланган ҳолатда ҳам маълумот алмашишда кўшимча эркинликни таъминлайдиган режим кўшилганлигини билдиради. Агар COFDM модуляциялашда ортогонал ташувчиларнинг қанча кам миқдори иштирок этса, кўшни 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. Бирок, бошқа томондан ташувчилар қанча кам бўлса, ҳар бир COFDM символнинг узатиши

учун ажратилган вақт даври шунга қисқа бўлади ва албатта ҳимоя интервали ҳам шунча қисқа бўлади. Ҳимоя интервалининг қисқариши эса, қўп нурли қабул қилишдаги халақитбардошликни пасайишига олиб келади ва сота радиусининг ишончли қийматини камайтиради. Асосан стационар қабул қилишга мўлжалланган DVB-T тармоқлари учун, камраб олиш зонасининг қиймати сезиларли даражада муҳим омил бўлиб ҳисобланади. DVB-H стандарти тармоқлари учун юқори тезликда қабул қилиш имкониятлари катта аҳамиятга эга ва камраб олиш зонаси эса тюнер 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.



6.15. –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 катталиқдаги 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 хисобланади. DVB-T каналли кодлаши бир COFDM символ ичида маълумотларни оралатишни назарда тутаяди. У асосан кўп нурули 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 мобиль эшиттириш стандартларида, узок 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. Бирок 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 кимматлашувига олиб келадиган, катта ҳажмдаги хотира зарур;
- давомий кетма - кетликларнинг қўлланилиши DVB-T билан мослашни 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. Бирок 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.

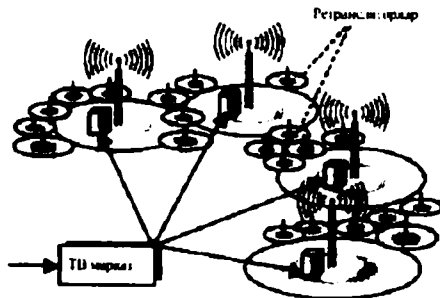
**Учинчи тўлдириш** эса транспорт сигнализацияга тегишлидир (TPS-Transmission Parameter Signalling), бунга DVB-H форматида узатиладиган хизматлар оқимига мавжуд индицираловчи (текширувчи) 2 та бит қўшилади, шунингдек амалга ошириладиган IP дейтаграммалар (маълумотлар пакетлари) базасига қўшимча ҳимоя 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 мобиль 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 оралик вақтда узатилади ёки қабул қилинади. DVB-H телевидение хизматининг сифатли тасвирлари учун рақамли ахборот узатиш тезлиги 250 Кбит/с бўлиши етарлидир. Шундай қилиб қабул қилгичнинг иш вақти ва ўчирилиш вақти муносабати ( $10/0.25 = 40$ ) ни ташкил этса, энергия тежамкорлиги тахминан 90% га тенг бўлади. DVB-H тизимининг ютуқларидан бири телевидение эшиттиришлар учун кам қувватли узатгичлардан фойдаланишдир. Бунда кенг масштабли сигналлари қабул қилиш учун самарали ечим бўлиб, **бир частотали тармоқ** варианты ҳисобланади (6.16- 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 олинадиган ниҳоятда аниқ вақт сигналлари ёрдамида аниқ синхронизация қилинадилар.



6.16-расм. DVB-H бир частотали тармоқ варианты

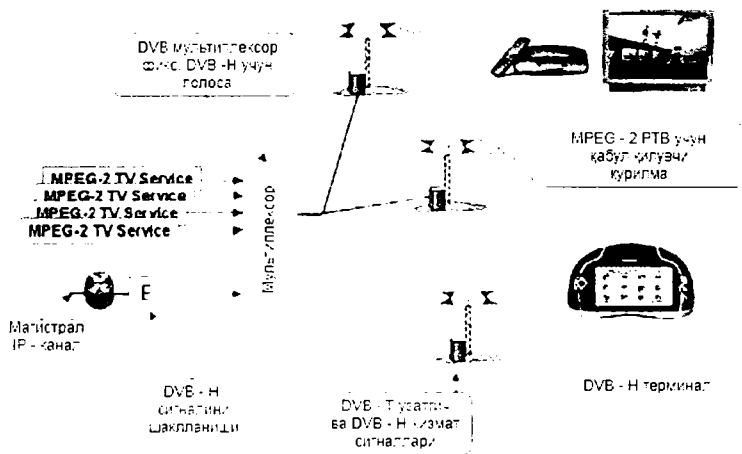
Қамраб олиш зонасини кенгайтириш ва мураккаб шароитларда (бинолар ички қисмларида, автомобилларда) қабул сифатини ошириш учун қўшимча ретрансляторлар ишлатилишлари мумкин. Бундай турдаги тармоқ баъзида юқори зичликка эга бир частотали тармоқ деб ҳам номланадилар.

Агар DVB-H сигналлар учун мультиплексирланган тўлик 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 кодлаш тезлиги қиймати, тармоқнинг ҳимоя интервали ва географик жойлашишларга боғлиқ, одатда камров ўнлаб километрларни ташкил етади. Агар SFNни бирор бир вилоятда қабул қилиши мураккаб ёки деярли мумкин бўлмаган жойларида, GPS ёрдамида синхронизацияланган бир неча қўшимча узатгичлар қўлланиши мумкин. Шуни қайд этиш керакки, DVB-H тармоқда узатгич қувватлари ва антенналарнинг баландлиги одатий рақамли

телеэшиттиришларнинг ер усти DVB-T тармоқларига нисбатан кам бўлади. Шу сабаб мобиль терминал киришида сигналнинг нисбатан катта қийматини таъминлаш учун синхронизацияланган асосий узатгичларнинг сони кўп бўлиши керак. Бундай тармоқ юқори зичликка эга бир частотали тармоқ деб номланиши мумкин. Бундай тармоқнинг таннархи, анъанавий DVB-T ер усти рақамли телевизион эшиттириш тармоғи нархидан киммат 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 (6.17-расм).



6.17-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 қучланиш майдонини ҳосил қилиши керак. DVB-T узатгичлари учун ягона

такомилаштириш 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 мультимплексиранган оқим даражасида амалга оширилади. DVB-H тизими DVB-H хизмати ахборотларини узатишга мўлжалланган мультимплексиранган оқимини талаб этилган қисмларини танлашда ҳеч қандай чеклашлар қўймайди. IP маълумотларни кодлашда, MPE-FEC (Multiprotocol Packaging-Forward Error Correction) кўп протоколли пакетлашдаги хатоликларни тўғирлаш функциясини амалга оширишда, 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 телевидение дастурларининг оддий стационар узатишларига мўлжалланадиган кичик кириш сигналига нисбатан бардошлилигини оширадиган юқори приоритетли ҳолат қўлланилади.

## **6.6. Рақамли телевидениенинг бошқа стандартлари**

### **6.6.1. Ер усти телевидениесининг ATSC Америка стандарти**

АҚШ бошқа давлатлардан аввал эфир эшиттиришларини юқори аниқликдаги форматга ўтказиш режаларни билдирганлар. 20 аснинг 80-йилларидаёқ истикболли телевидение тизимлари бўйича Кўмита (ATSC-Advanced Television Systems Committee) ташкил этилган ва NTSC аналог сигнал билан мос келадиган ҳамда, мавжуд эфирдаги частота полосасида ишлайдиган, юқори

аникликдаги тизимни ишлаб чиқиш бошланган. Юқори аникликдаги телевидение соҳасидаги изланишлар Европада, Японияда ҳам олиб борилган, бироқ фақат АҚШ эфир эшиттиришлари учун мавжуд тизимга мослашадиган тизимни ишлаб чиқиш устида иш олиб борган. 1991 йилга келиб турли компаниялар томонидан олтита мослашган тизим тақдим этилди ва улардан тўрттаси тўлиқ рақамли бўлган. ATSC барча ишлаб чиқувчи компанияларга ўзларининг ҳаракатларини жамлаб барча лойиҳанинг энг яхши ечимларини ўзида мужассамлаштирилган ягона стандарт тузилишни таклиф этаган. 1995 йилда катта Альянс деб номланадиган Консорциум томонидан хизмат ахборотини ва субтитрларни, кўп каналли овозлар ташувчиси билан қўшилган юқори аникликдаги бирлашган дастурни АҚШ да ажратилган ягона телевизион каналда, яъни 6 МГц полосада узатиш имконини берувчи тўлиқ рақамли стандарт лойиҳаси тақдим этилган.

Стандарт ишлаб чиқарувчилар ёйишнинг ягона формати бўйича келиша олмайдилар ва шу сабаб стандарт 4та форматда ҳам ишлай олади.

-юқори аникликдаги телевидение формати HDTV-A(1280x720 пиксель ёйишли);

- юқори аникликдаги телевидение формати HDTV-B (1290x1080 пиксель ёйишли);

-оддий аникликдаги телевидение формати SDTV (704x480 пиксель ёйишли);

-компьютер формати VGA 640x480 (пиксель ёйишли).

ATSC тизими концепцияси модуллиқ принципи асосида яратилган. ITU 11/3 гуруҳи изланишлари таклифларига асосланган тузилмада учта тизим ости қисмларни ажратиш мумкин, улар: дастлабки маълумотни кодлаш, транспорт оқими шакллантириш ҳамда канални кодлаш ва модуляциялашлардир. Дастлабки маълумотни кодлашнинг мақсади телевизион тасвир ва овозни сиқишдир. ATSC нинг маълумотни кодлаш тизимида MPEG-2 оқимидан фойдаланилади ва овозни кодлашда AC-3, Dolby 5.1 стандарти қондаси қўлланилади. Транспорт оқимининг шакллантиришда видео, овоз ва қўшимча маълумотларни

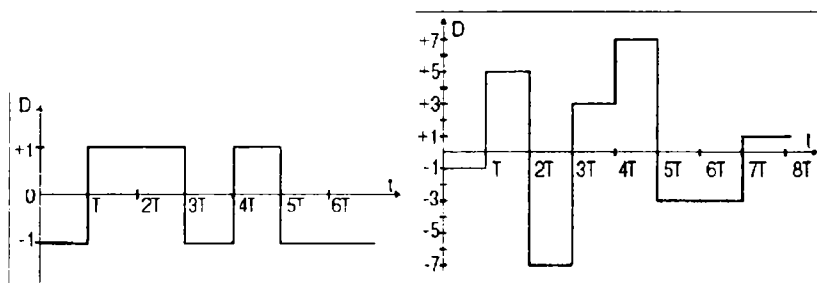
пакетлаштириш учун MPEG-2 транспорт оқимининг синтаксиси қўлланилади. Шакллантирилаётган транспорт пакетларининг белгиланган давомийлиги 188 байт (улардан биринчиси синхронизациялаш байти ҳисобланади) бўлиб, телевизион эшиттириш сигналларини узатиш шартлари учун оптимал (мукаммал) ҳисобланадилар.

ATSC стандартида радиоканаллар бўйича рақамли сигналларни узатиш учун мавжуд тизимларида кенг қўлланиладиган амплитудавий модуляцияда битта ён томони ташкил этувчиси йўқотилиши (қисман олиб ташланган) каби ривожланган технология асосида, бир ён полосасини қисман олиб ташланган (Vestigial Side-Band-VSB) кўп сатҳли рақамли модуляция усули қўлланилган.

VSB модуляциясида модуляцияловчи сигнал икки позицияли ёки кўп позицияли бўлиши мумкин. 2-VSB деб белгиланувчи, икки позицияли кўп сатҳли узатишда (6.18- расм) модуляцияловчи сигнал узатиладиган маълумотлар сигнали билан мос тушади ва ҳар бир символ интервалида икки сатҳдан бирини қийматини қабул қилади (характерли қийматлар 0 га нисбатан симметрик, масалан +1 ва -1). Модуляция тизимини аниқ ва мукаммал танланганлиги туфайли маълумотларни узатишнинг солиштирама тезлиги 1,79 (бит/с)/Гц бўлади ва назарий чегара (2бит/с) га яқин бўлади. Кўп позицион узатишда характерловчи қийматлар нолга нисбатан симметрик жойлашади ва оралиқ шундай танланадики, унда улар орасидаги интервал бир хил бўлиши таъминланиши керак. Масалан 8-VSB тизимдаги (6.18-расм) 8 позицияли узатишда модуляцияловчи сигнал битта символ интервалида 8 та қийматни қабул қилиши мумкин (-7,-5,-3,-1,+1,+3,+5,+7). Бунда битта символ интервалида маълумотлар оқимининг 3 та иккилик разряди узатилади ва бу узатиш тезлигини 3 марта оширади. Шундай қилиб, 8-VSB тизимдаги 6 МГц полосада маълумотлар солиштирама тезлиги 3 марта оширилса, тизим  $1,79 \times 3 \times 6 = 32,3$  Мбит/с тезлик билан оқимни узатиши мумкин.

VSB тизими модуляцияловчи сигналнинг турли тузилмаларини ҳисобга олган бир неча вариантларда ишлаб

чиқилган: 2-VSB, 4-VSB, 8-VSB, 8T-VSB, 16-VSB. Модуляцияловчи сигнал сатҳлари сони 2 дан 16 гача ўзгариши мумкин, бунда символларнинг кетма-кетлигини частотасини сатҳлар сони логарифмига кўпайтирган ҳолда ҳисобланадиган маълумотларни узатиш тезлиги ҳам мос равишда ўзгаради. Модуляцияловчи сигнал сатҳлар сони қанча кўп бўлса, шовқиндан ҳимояланганлик шунга паст бўлади. Бу қоидадан фақат 8-T-VSB тизими ҳолидир, унда шовқинга қарши курашиш мақсадида кўшимча кодлаш қўлланилади (Т ҳарфи- Trellis, ушбу кодлашнинг символ номи, яъни панжарали код). Бу коднинг тезлиги  $2/3$  га тенг, яъни ҳар 2та узатилаётган битга битта текширувчи бит қўшилади. Кодлаш шовқиндан ҳимояланганликни оширади, бироқ 8-VSB тизимига нисбатан маълумотлар узатиш тезлиги камаёди. 8T-VSB тизимида бирлик вақт ичида узатилаётган фойдали маълумотлар умумий ҳажми, 4-VSB тизимдагидек бўлади. 8T-VSB тизими нисбатан юқори даражали шовқинлар билан характерланувчи ер усти эшиттириши учун, 16-VSB эса рақамли кабель телевидение эшиттиришларига мўлжалланган.

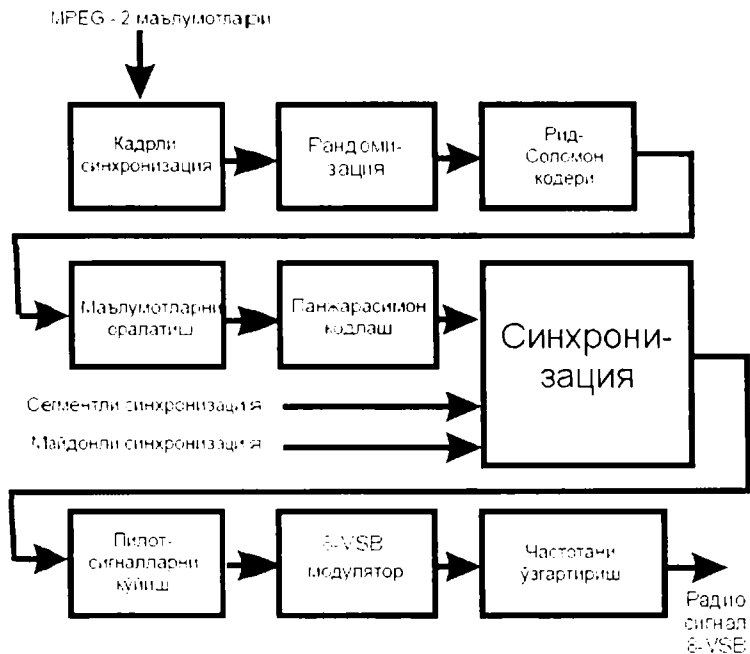


6.18- расм. Икки позицияли кўп сатҳли модуляцияловчи VSB сигнал

Модуляциянинг кўрсатилган усуллари умумий тезлиги 19,39 Мбит/с бўлган маълумотлар оқимини ер усти телевизион эшиттириш шароитларида ва параллел худди шундай 2 та оқимларни кабель телевидение тармоқларида узатишни амалга оширишга имкон беради. Бундай тезлик битта 50 атрофидаги

сиқиш коэффициентли MPEG-2 форматдаги HDTV дастурни узатиш учун етарли. Стандарт аниқликга эга сигналлардан фойдаланилганда эса, ATSC тизимида бир вақтда, 2-3 дастурни узатиш имконияти мавжуд.

6.19- расмда ATSC тизимининг узатиш қисми тузилмаси келтирилган, ATSC узатгичда сигналларни ва маълумотларни қайта ишлаш тракти асосий элементлари қуйидагилар: рандомизатор, Рид-Соломон кодери, оралатгич, Треллис кодери, мультиплексор, таянч-сигнал шакллантиргич, VSB-модулятор.



6.19-расм. ATSC тизимининг узатувчи қисми тузилиши.

ATSC тизими узатчиги киришига MPEG-2 технологияси бўйича шаклланган, сегментнинг биринчи байти махсус синхробайт ҳисобланган, 188 байтдан иборат сегментдан ташкил топган, рақамли маълумотлар транспорт оқими келиб тушади. ATSC кодлашда бу махсус синхробайт ўчирилади ва 187 байт

сегмент маълумотларигина қайта ишланадилар. Ундан ташқари ATSC да маълумотларни ташкил этиш қўшимча поғонаси- иккита майдондан иборат кадр киритилган (ҳар бир майдон маълумотларнинг 312та ахборот сегментларини ўз ичига олади.)

Қўшимча равишда, кўп сатхли модуляцияловчи сигналларни шакллантириш босқичида ҳар бир сегмент бошига сегментнинг махсус синхросигнали (СМС), ҳар бир майдон бошига эса майдон синхросигнали (МСС) ларни қўйиш амалга оширилади.

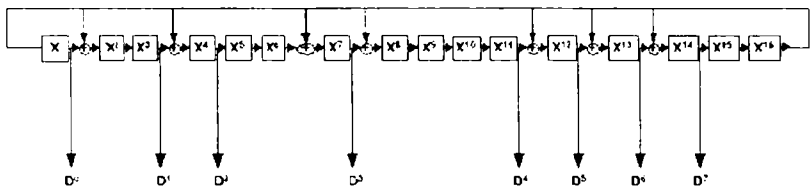
ATSC да рақамли маълумотларни қайта ишлашнинг биринчи этапида, аналог телеэшиттириш каналларида юзага келадиган шовқинларнинг қийматини камайтириш ва сигналнинг частота спектрини текис тақсимланишини шакллантириш учун ҳамда узатилаётган маълумотларга “тасодифийлик” ва “шовқинга хослик” хоссаларини ташкил этадиган рандолизация операцияси қўлланилади. Рандомизатор 9 та тесқари алоқага эга бўлган 16 разрядли силжиш регистрга эга блокдир (6.20-расм). Байтлар келиб тушиш частотаси рандомизаторнинг такт частотаси ҳисобланади. Маълумотларнинг навбатдаги байти келиб тушганда, шу тушган байтлар битлари рандомизатор D0...D7 битлари билан модуль 2 бўйича қўшиладилар ва маълумотлар силжиш регистрида силжитиладилар. Модуль 2 бўйича қўшиш натижасида олинган байт, канал кодерида кейинги қайта ишлаш учун қўлланилади. Рандомизатор инициализацияси (текширилиши) синхросегмент майдоннинг биринчи байти орқали амалга оширилади. Бунда силжиш регистрга F180 сони ёзилади. Рандомизация бир неча мақсадларни кўзда тутди:

- 1) Тарқатилаётган сигналнинг текис тақсимланган спектрини шакллантириш учун (шу муносабат билан рандомизацияни кўпинча қувватни тарқатиш алгоритми деб ҳам номланади);
- 2) Кейинги тянч сигнални шакллантириш учун сигналдаги доимий ташкил этувчини йўқотиш;
- 3) СМС ва МСС ларни ажратишни соддалаштириш.



Генератор берувчи полиноми ПСП  $G_{16,1} = x^{16} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^7 + x^6 + x^3 + x + 1$   
 Инициализация майдон синхросегменти орқали бажарилади

F180 юкмаси синхронизацияси  
 $x^{15}x^{15}x^{14}x^{13}x^4x^3$



Силжилш регистри байтлар кетма-кетлиги частотаси билан синхронизацияланади

6.20- расм. ATSC тизимининг рандомизатори

Қайта ишлашнинг кейинга босқичи бўлиб Рид-Соломон коди ёрдамида блоклар кодлаш ҳисобланади, бу жараёнда маълумотларнинг 187 чиқиш байтининг ҳар бир сегментига, аниқ коидалар бўйича шаклланадиган 20 текширув байтлари қўшилади. Қабул қилинган маълумотлар пакетига асосланган ҳолда қўшимча текширув маълумотлар гуруҳини ташкил этиш учун Рид-Соломон кодери уларни математик битта блок деб кўради. Бу 20 та битлар Рид-Соломон жуфтлик коди саногини ташкил этадилар. Қабул қилгич маълумотларнинг мумкин бўлган йўқотишларини аниқлаш учун қабул қилинган 187 байтдан иборат блок билан жуфт санокларнинг 20 та байтини солиштиради. Агар хатоликлар аниқланса, ресивер хатонинг аниқ жойини белгилаш, бузилган битларни ўзгартириш ва бошлангич ахборотни тиклаш учун жуфт санок битларидан фойдаланади. Кодлашнинг бундай тизими ўта самарали ҳисобланади ва ҳар бир кодли сўзда 10 тагача хато байтларнинг, қаерга жойлашган бўлишидан катъий назар, тўғрилаш имконини беради.

Кейинчалик ATSCда 52 та сегментдан иборат ички интерсегмент маълумотларини оралатиш амалга оширилади. Скремблер маълумотлар кетма-кетлиги тартибини алмаштиради ва MPEG-2 маълумотларини хотира буферлари ёрдамида вақт бўйича (тахминан 4,5 мс оралигида) бўлинишини таъминлайди.

Қайта ишлашнинг ушбу усули ўта кучли қувватли импульс шовқинларга қарши кураш учун мўлжалланган. Бундай кучли шовқинларнинг таъсири нағижасида қабул қилишда кетма-кет келадиган байтлар хатоликларининг давомий сериялари (хатоликлар пакети) юзага келиши мумкин. Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, Рид-Соломон (РС) коди учун импульс шовқинлар давомийлиги қуйидаги ифода билан баҳоланади:

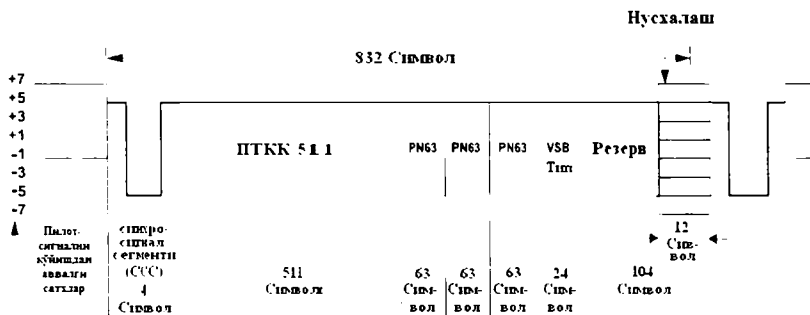
$$T_{pe} = t * (1/R_c) * (2n) = 10 * (1/10,762) * (2 * 2) = 3,71 \text{ мкс},$$

бу ерда  $t$ -Рид –Соломон кодининг тўғирлаш қобилияти ва у 10га тенг;

$R_c$ -символлар келиш кетма-кетлиги (частотаси);

$n$ - модуляция символга мос келувчи маълумот битлар сони (8 VSB учун  $n=2$ ).

Кўпинча амалиётда мавжуд бўлган ҳолатда, яъни ҳалақитлар қиймати 3,71 мксдан ошса, бошқача қилиб айтганда сегмент ичидаги хато байтлар сони Рид-Соломон кодининг тўғирлаш қобиятидан каттароқ бўлса, сегмент хатоликлар билан қабул қилинади. Бундай ҳолатларни йўқотиш учун маълумотларни ички интерсегментларида оралатиш (ўрнини алмаштириш) киритилади ва бу оралатиш  $N$  сегментдан ташкил топади. Қабулда қайта тиклашда (деоралатиш) операцияси бажарилиш босқичида, хатоликлар пакети юзага келиш ҳолатида, қўшни хатолар байтларининг 52 байт узокликда жойлашиши таъминланиб, хатоликлар пакети эса интерсегментга кирувчи барча 52 та маълумотлар сегменти бўйлаб тақсимланган бўлади. Бунда ҳар бир сегментга хатоликлар пакетининг кичик қисми тушадилар ҳамда улар Рид-Соломон кодлари билан осонгина тўғирланадилар, яъни хатоликлар пакети давомийлигининг 193 мкс дан ошмаган вақтда ҳеч қандай қўшимча текширувчи битлар киритмай хатоликларни аниқ тўғирлаш имкони мавжуд бўлади. ATSC интерсегменти 52 сегментдан иборат ва сегментнинг давом этиш вақти 77,3 мкс бўлганда, ҳалақитнинг таъсир этиш вақти чегараси тахминан 4 мс гача кўтарилади.



8-VSB режими учун аввалги сегментнинг 12 символдан сўнг охири резерв майдоннинг синхро символлари (МСС) нусхаланади

## 6.21-расм. ATSC тизимининг узатиш сигнали тузилиши.

Ўйгувчи кодлар гуруҳига тааллуқли треллис (панжарали)-кодлашнинг сўнгги босқичида, рақамли оқимнинг ҳар иккита бити, узатилаётган символ интервалида, модуляциялаш сигнали 8 сатҳнинг қайси бирини эгаллашини аниқлайдиган 3 та битга ўзгартириб, шакллантирилади. Панжарали кодлаш амалга ошириладиган, кодерда ҳар бир янги 2 разрядли сўз аввалги 2 разрядли сўзларнинг олдинги кетма кетлиги билан солиштирилади ва натижада аввалги 2 разрядли сўзга муносабатни ўзгартишни таъминловчи 3 разрядли иккилик код генерацияланади. Бу 3 разрядли кодлар бошлангич 2 разрядли сўзларни ўрнига алмашади ва эфирга 8 сатҳли символлар 8-VSB кўринишида узатилади ( $3\text{бит} = 2\text{нинг } 3\text{ даражаси} = 8\text{ комбинация ёки сатҳ}$ ). Панжарали кодлаш кодерига келиб тушган ҳар 2 бит учун, чиқишда 3 та бит ҳосил бўлади. Шунинг учун 8 – VSB тизимидаги панжара кодери  $2/3$  разрядига эгадир.

Қабул қилгичдаги панжарали кодлаш декодери 3 разрядли кодлардан фойдаланади ва маълумотлар оқимининг бошлангич кўринишидаги 2 разрядли сўзлар кетма кетлигини тиклайди. Шундай қилиб, панжарали кодлаш вақт бўйича бир сўздан иккинчи сўзга ўзгаришни кузатади.

Узатиш учун тўлиқ шаклланган сигнал: махсус таянч-сигналининг кўшилиши ва синхросигналлар жойлаштирилишлари мультимплексорда амалга оширилади:

MPEG -2 стандарти учун синхробайт сигментлари ўрнига 4 та СМС элементи қўйилади (+5,-5,-5,+5) (6.21-расм). Бунда ҳар бир майдон бошланишида МССнинг иккита (-5,+5) элементи қўйилади. Синхросигнал кўрсаткичлари шундай танланадики, агар фойдали сигнал ва шовқин амплитудалари тенг бўлган ҳолат мавжуд бўлганда ҳам, қабулда корреляцион усулларни қўллаб, фойдали сигнални ишончли ажратиш олиш имконини беради. Бундан ташқари МССда сервис ахборотини узатиш учун 100 га яқин қўшимча захира ва сигнализация ҳолати учун узатиладиган (8 VSB ва 16VSB) символлар ажратилган. МСС нинг охириги 12 симболи олдинги сегментнинг охириги 12 сегментини қайта такрорлайди.

ATSC бошиданок, белгиланган ҳалақитбардошлик билан, HDTV тизимидаги сигналларни узатишга мўлжалланган эди, аммо бундай сигнални узатиш частота кенглиги (полосаси) жуда катта бўлган ва у стандарт 6 МГцли каналда узатиш имкони бўлмаган.

Бироқ ушбу спектрнинг кўп қисмини, узатилаётган рақамли ахборот шикастламасдан, филтрлаш имконияти мавжуд. Турли катталиклардаги ён ташкил этувчилари марказий спектрнинг кичиклаштирилган нусхаси ва қуйи ён полоса эса юқори полосанинг кўзгули акси ҳисобланадилар. Бу ўз навбатида бутун қуйи ён полосадан ва юқори ён полосанинг барча гармоникасидан фойдаланмаслик имконини беради. Найквист назариясига асосан, колган сигналнинг (марказий спектрнинг юқори қисми) ярмиси кесилиши мумкин, яъни берилган частотада рақамли сигнал кетма кетлик маълумотларини узатиш учун частота полосаси кенглигининг ярмигина етарлидир. Сигнал спектрининг ён полосалари филтрланиши Найквист филтри ёрдамида амалга оширилади.

Найквист филтридан сўнг, 8 – VSB сигнал анъанавий усулда метрли ёки дециметрли диапазонларнинг юқори частотали сигналларига айлантириладилар. 8 – VSB модуляторининг чиқиш сигнали DTV – телеузаткичга боради, у ерда канал полосасининг ичига тушадиган ва узаткич ноцикликлари туфайли

чақариладиган ҳар қандай ҳалақит берувчи сигналларни йўқ қилиш мақсадида филтрация қилинади.

Қабул қилишда АТSC сигналларини декодлаш тавсифланган алгоритмлар кетма кетлигига тескари тартибда амалга оширилади ва декодер чиқишида MPEG -2 технологияси бўйича сиқилган стандарт рақамли маълумотлар оқимини шакллантириш таъминланади.

### **6.6.2 Рақамли телевидениенинг ISDB Япония стандарти**

Хизматлар интеграциясига эга, ер усти ва кабель тизимлари учун умумий ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) рақамли эшиттириш концепцияси NHK (Япония) компанияси томонидан таклиф этилган.

Американинг АТSC тизими юқори аниқликдаги ер усти телевизион эшиттириш ва кабелли телевидениеси тармоқларида маълумотлар оқимини шакллантириш ва узатиш мақсадида ишлаб чиқилган эди. Ҳозирда DVB рақамли телевидениенинг барча йўналишларида маълумотларни узатишга мўлжалланган, умумий ядро тизимига эга бир оилани ташкил этади, улар: сунъий йўлдош, кабель ва ер усти рақамли телевидение эшиттиришни ташкил этиш ва турли частота диапазонлари учун рақамли телевидение сигналлари тақсимоти тизимларидир. Япония ISDBнинг тизимининг мақсади телевидение эшиттиришлари учун турли хилдаги хизматларнинг интеграциясини таъминлашдир. Келажак телевизорини ишлаб чиқарувчи операторлардан қуйидагиларни: сунъий йўлдош, ер усти ва кабель телевидениелари сигналларини қабул қилиш, юқори аниқликдаги монитор, катта ҳажмли хотирага эга компьютер, аудио ва видео сигналларни қайта ишлаш, шунингдек, коммуникация тармоқлари интерфейсини мужассам этган интеграллашган қурилма бўлиши кераклигини таъминлаш таълаб этилмоқда. Шунинг учун ISDB стандарти ва юқори аниқликдаги рақамли телевидение, рақамли радио эшиттириш, шунингдек турли хилдаги комбинацияли ва матн билан, статик

таъсир, графика ва бошқа маълумотлар билан ҳамроҳанг, (масалан: компьютер дастурлари) радио эшиттириш ва рақамли телевидение сигналларини узатиш учун қўлланилади.

ISDB ва DVB тизимларининг техник ишлашида жуда кўп умумийликлар мавжуд. Иккала тизимда ҳам, маълумотлар узатиш тезликлари диапазони чегараларига яқин қийматларга олиб келадиган, стандарт ва юқори частотали рақамли видеосигналларни сиқиш учун қўлланиладиган MPEG – 2 компрессияси тизими қўлланилади. OFDM модуляцияси усулидан фойдаланиш ер усти эшиттиришлари учун радиотўлкинларни кўп нузли тарқалиш ва ҳаракатдаги қабул шароитларида узатиш самарадорлигини оширади. Шунингдек, дастурлар тарқатишнинг бир частотали тармоғини яратиш истаги маълумотларни кодлашда ва ташувчиларни модуляция қилишда ўхшаш тузилмалар ва омилларни танлашни талаб этади. Шунингдек (1\4, 1\8, 1\16, 1\32) ҳимоя интервали нисбий катталиклари мос келади ва мос режимлар учун абсолют қийматлари яқин ҳисобланадилар. Иккала тизимда ҳам Рид - Соломон коди ёрдамида ташки кодлаш қўлланилади, бу жараёнда MPEG – 2 транспорт оқими пакетининг 188 байтига 16 та текширувчи байтлар қўшилиши натижасида 204 байт давомийлигидаги кодли сўз шакилланади. Ички код сифатида иккала тизимда ҳам 1\2, 2\3, 3\4, 5\6, 7\8 тезликдаги йиғувчи кодлаш схемаси қўлланилинади. Алоҳида ташувчиларни модуляциялаш усуллари: QPSK, 16 QAM, 64 QAM лар ҳам бир хил ҳисобланадилар. Бироқ ISDB – T тизимида, асосий маълумотларни олиб ўтадиган ташувчилар модуляцияси учун, узатишни шовқиндан ҳимояланишнинг юқори қийматиغا эришишга имкон берувчи DQPSK- дифференциал квадратуравий фаза манипуляцияси қўлланилади. Модуляциянинг бундай усулида модуляциялаш символлари худди QPSK ҳолатидагидек икки разрядли иккилик сўзлардан шакилланади.

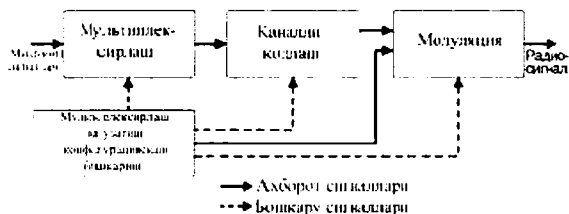
**ISDB – T нинг DVB – T тизимидан принципиал фарқларига** юқорида келтирилган BST – OFDM усули доирасидаги сегментлаштириш ва маълумотларни вақтли оралатиш кирадилар. **Оралатиш** – алоқа каналларидан юзага

келадиган хатоларга қарши курашишда, самарани ошириш учун қўлланиладиган муҳим операциядир. DVB – T тизимида, кўп нурли тарқалиш ҳисобига, қабул қилинадиган радиосигнал спектри частота компонентлари босилишидан юзага келадиган, давомий пакетли хатоликларни катта бўлмаган ва хато фрагментлар занжирини осон тўғрилайдиган частотали оралатишдан фойдаланилади. Агар қабул қилиш шартлари жуда тез ўзгарса, масалан, қабул қилиш терминали юқори тезликда ҳаракатланса, частотали оралатиш етарлича бўлмайди. Вақт бўйича оралатиш эса, параметрлари тез ўзгарадиган ва частотали оралатиш ёрдамида кичик фрагментларга бўлинмайдиган катта хатолик пакетларини тўғирлаш имконини беради. Вақт бўйича оралатишдан фойдаланилганда, ISDB – T тизими телевидениеси ёки радио қабул қилгичлари, масалан, тез ҳаракатланаётган поезд ёки автомобилда жойлашган ҳолатларда ҳам самарали қабулни таъминлаш имкониятига эга.

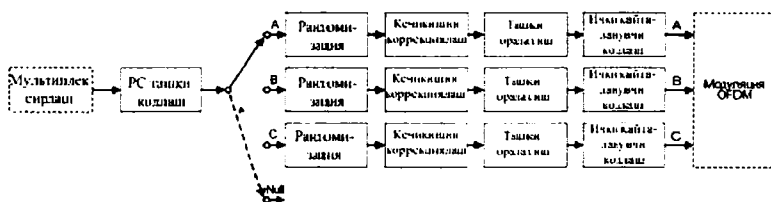
MPEG – 2 кириш траспорти оқимининг радиосигналга айлантрилиши: мультимплексириш, каналли кодлаш, модуляциялаш, шунингдек қабул қилгич функцияси ва узатиш конфигурациясини бошқаришларини ўз ичига олади (6.22 – расм). MPEG– 2 транспорт оқими демультимплексириланади ва қайта мультимплексириланади, бунда маълумотлар сегменти ташкил этилади. Каналли кодлашдан кейин маълумотлар сегментлари OFDM частота сегментларига шакллантириладилар, уларнинг ҳар бири канал частота полосасининг кенглигига боглик бўлган тегишли частота полосасини эгаллайдилар (6 МГц полоса кенглиги эга канал учун 429 КГц, 7 МГц канал учун 500 КГц, 8 МГц канал учун 521 КГц). Шундай қилиб, 12 та частота сегменти 5,6МГц; 6,5МГц ёки 74 МГц га мувофик полосани эгаллайдилар.

Бир неча сегментлар, битта физик канал доирасида, манътиқий алоқа каналлари ҳосил қиладиган, қатлам деб номланадиган бир гуруҳга бирлашиши мумкин. Битта каналда бир вақтнинг ўзида 3 тагача қатлам узатилиши мумкин (6.23 – расм). Иерархик узатишга турли параметрли қатламларни узатиш орқали эришилади. Ташувчиларни модуляциялаш усули. ички

код тезлиги ва вақт бўйича оралатиш интервалини ўзгартиришга рухсат этилади.



6.22 – расм. ISDB – Т тизимнинг узатиш чизмаси



6.23 – расм. ISDB тизимида маълумотларни каналли кодлаш.

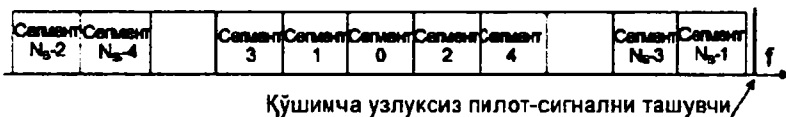
ISDB узатиш тизимининг асосий хусусияти шундаки, унда каналли кодлаш ва модуляциялаш схемалари мослашувчан қўлланилган. ISDB системасини яратган тадқиқотчиларнинг изланишлари шуни кўрсатдики, агар сегментлар сони 13та бўлса, бу барча рақамли телеэшиттирилар тизимлари учун етарли бўлади.

OFDM частота сегметлари нафақат транспорт оқимини мультиплексириш натижасида олинган маълумотларни, балки таянч – сигналларни ҳам ўз ичига олади. ISDB тизимида узлуксиз таянч сигналлар (CP – Continual Pilot), тақсимланган таянч сигналлар (SP – Scattered Pilot) ҳамда мультиплексириш ва узатиш конфигурациясини бошқарувчи маълумотларни ўз ичига оладиган таянч – сигналлар (TMCC – Transnission and Multiplexing Configuration Control – Pilot) қўлланиладилар. Ҳар бир сегмент маълумотлари вақт давомида форматланади ва OFDM кадрларига бирлашадилар (Битта кадр маълумотлар ҳажми 204 та OFDM модуляцияон символларига мос келади).



Иерархик узатишда мультимплекс кадри тушунчаси киритилади. Мультимплекс кадри давомийлиги OFDM кадри давомийлигига мос бўлади, бироқ мультимплекс кадрига кирадиган транспорт оқими пакетлари сони OFDM кадрда узатиладиган пакетлар сонидан кўпроқ бўлади. Орадаги фарқ OFDM модуляцияси жараёнида фойдаланилган Фурье тескари тез алмаштириши қийматига ва ҳимоя интервали катталигига боғлиқ бўлади. Фарқ MPEG – 2 транспорт оқимига киритилган “бўш” (NULL) пакетлар билан тўлдирилади ва аммо ишлов бериш жараёнида улар ташлаб юборилдилар.

OFDM кадр сегментини форматлаш вақт ва частота оралатишларидан кейин бажарилади. Дифференциал модуляциялаш (DQPSK) ҳолатида фойдали маълумотларга узлуксиз таянч – сигнал CP ва когерент модуляциялаш (QPSK, 16 QAM, 64 QAM) ҳолатида – таксимланган таянч – сигнал SP қўшиладилар. Узлуксиз таянч– сигнал ҳар доим 0 рақамли ташувчи ёрдамида узатилади. Таксимланган таянч сигналлар ҳар йиғирманчи ташувчида ва ҳар тўртинчи OFDM симболида ўтадилар. Кадр таркибида узлуксиз ва таксимланган таянч – сигналлардан ташқари, TMCC мультимплексирлаш ва узатиш конфигурациясини бошқариш сигналлари, шунингдек AC (Auxiliary Channel) қўшимча маълумотлари узатиладилар. AC ва TMCC учун мўлжалланган ташувчилар жойлашуви ҳар бир режим учун махсус жадвал ёрдамида белгиланади. CP ва SP таянч сигналлари билан узатиладиган телевизион ёки радиодастур ҳақидаги ахборотларнинг маълумотларини, TMCC бошқарув сигналлари ва AC қўшимча маълумотлари билан тўлдирилиши натижасида, ҳар бир сегментдаги ташувчилар миқдори 1 – режимда 96 тадан 108 тагача, 2 – режимда 192 тадан 216 тагача ва 3 – режимда 384 тадан 432 тагача ошади. Узатилаётган радиосигнал ташувчиларининг сегментлари жойлашуви, тизимнинг берилган режими талабига асосан, битта қадамда частота ўқида таъминланадилар. Сегментлар 6.24-расмда кўрсатилганидек рақамланадилар.



6.24-расм. Узатилаётган радиосигнал спектри ( $N_s$ -сегментлар миқдори)

Маълумотларни узатишда иерархик принципни амалга ошириш ISDB-T тизимининг хилма хил вариантлар шаклини амалга татбиқ қилишга имкон яратади. Масалан: бир сегмент радиопрограммаларни узатишга ёки кўтариб юриладиган ёки чўнтак қабул қилувчига ажратилиши мумкин. Бошқа ҳамма сегментлар эса, юқори аниқликдаги телевидение маълумотларига ажратилиши мумкин ва улар стационар ТВ қабул қилгичлари ёрдамида маълумотларни қабул қилишга имкон яратади. Шундай қилиб, маълумотларнинг битта қатламини қабул қилиш ва декодлаш парциал (алоҳида-алоҳида) қабул қилишни амалга оширишга имкон беради. Парциал қабул учун битта марказий сегмент ажратилган ва унинг номери 0 ҳамда спектрнинг марказий қисмида жойлашган. Бунда ички сегментлар дифференциал модуляциядан ва ташқилари когерентдан фойдаланиб узатиладилар. Спектрнинг юқори қисмига яна битта ташувчи қўшилади ва у узлуксиз таянч сигнални узатилишини таъминлайди.

Агар стационар қабул қилгич интеграллашган бўлса, унда у марказий сегментда узатиладиган ҳам телевидение дастурларини ҳам радиоэшиттиришни ҳам маълумотларни қабул қилиш мумкин. Бошқа вариантда икки гуруҳ сегментлари стандарт аниқликдаги телевидениенинг икки дастурини қабул қиладиган кичик(портатив) ёки катта бўлмаган экранли кўтариб юриладиган ва мисол учун автомобилларда, автобусларда ёки поездларда ишлатиладиган қабул қилгичларда қўлланиши мумкин. Яна бир тузилиш варианты бир неча радиоэшиттириш дастурларини ёки маълумотларини узатишдир. Шуни кайд этиш керакки, узатиш иерархияси фойдаланиши ёки фойдаланмаслигидан қатъий назар битта физик каналда MPEG-2нинг битта транспорт оқими маълумотлари узатилади.

BST-OFDM маълумотларни узатиш усули интеграция хизматига эга ер усти рақамли телевизион эшиттириш замонавий концепсиясига жавоб беради ва келажакда янги хизматларни киритиш учун кенг имкониятларни таъминлайди.

### **6.6.3. ATSC ва DVB рақамли ТВ тизимларини солиштириш.**

DVB-T ва ATSC тизимлари уларда қўлланиладиган модуляция услублари билан фарқланадилар. ATSC тизимида битта ташувчи қўлланиладиган 8-VSB (8 сатҳли ён ташкил этувчиси қисман босилган) модуляциясидан фойдаланилади. DVB-T тизимида эса радиоканалда тенг частота интервали билан жойлашган, ҳар бири рақамли модуляция қилинадиган, ташувчиларнинг кўп қийматларидан фойдаланишни кўзда тутадиган OFDM (частота зичлаштиришлари орқали ортогонал ташувчиларни мультимплексирлаш) модуляцияси қўлланилади. DVB-T тизими ATSC тизимига нисбатан каналдаги “қотиб қолишларга” анча юқори халақитбардошликни таъминлайди, бу эса ҳаракатланадиган ва кўчириб юриладиган телевизион қабул қилгичларда муҳимдир.

Ер усти рақамли телеэшиттириш тизими (DVB-T)да, **бир частотали тармоқларни** яратиш имконини таъминлайдиган OFDM рақамли узатиш услуги танланган, бу эса телеэшиттириш спектри учун қўшимча юкланиш бўлган ҳолатда муҳим аҳамият касб этади. Ундан ташқари, OFDM модуляцияси қўллаган ҳолда сигналларни қабул қилиш айниқса, кўчириб юриладиган ва ҳаракатланадиган ҳолатларда, аҳолининг зич жойлашган туманларига хос бўлган кўп нурли тарқалишларига анча бардошлидир. OFDM усулининг ютуғи шундаки,, аналог шовқинлар ва рақамли хизматлар ҳимоясини таъминлайдиган, масалан: тасвир ташувчи частоталар ва овоз бирлаштирилган каналдаги телевизион аналог сигналлари тарқалиш спектрининг маълум қисмини бостириш хусусиятига эгалидир.

Радио спектрдан фойдаланиш самарадорлиги нуктаи назаридан қараганда, ATSC ва DVB-T тизимларининг асосий фарқи шундаки, ATSC каналда юкори аниқликдаги телевидениенинг (ЮАТ) битта дастурини узатишга мўлжалланган, DVB-T тизими эса телевизион эшиттиришга ажратилган частота полосаларидан самарали (узатилаётган ахборот ҳажми нуктаи назаридан) фойдаланиш имконини берадиган, стандарт телевизион каналларнинг кўп дастурли тўлдиришига мўлжалланган.

DVB-T тизимининг асосий ютуғи шундаки, у бошқа тизимлар билан максимал даражада мослаштирилган (унификацияланган). DVB-T ни ишлаб чиқишда шу оилга тегишли бошқа тизимлар (DVB-S, DVB-C) мослаштириш талаблари максимал даражада ҳисобга олинган. Хусусан, DVB-S да ҳам секремблерлаш, кодлаш ва оралатишнинг ягона схемалари ишлатилган. DVB-T стандарти тизими турли иш режимлар ва фойдаланиш шартларига мослашиш имконини берувчи кўрсаткичлар йиғиндисига ҳам эга.

Рақамли телевидение тизимларида ер усти тармоқларининг 2 та тури мавжуд: бир частотали тармоқ (SFN, Single Frequency Network) ва кўп частотали тармоқ (MFN, Multi Frequency Network). SFN да барча узаткичлар битта частотада ишлайдилар. MFN да эса тармоқдаги ҳар бир узаткич учун индивидуал частоталар қўлланилади. Иккала стандарт ҳам MFN тармоқни куриш имконини беради, бироқ фақат DVB-T дагина SFN самарали ишлатилади. Шунинг билан бирга, мамлакатдаги ер усти рақамли телеэшиттиришнинг кенг камровли татбиқи этишда, SFN га катта зарурат туғилмаслиги мумкин. Бир частотали тармоқда телевизион узаткичлар нисбатан бир биридан узок масофага жойлашадилар ва уларнинг сигналлари қабул қилинади. Бунда сигналлар орасидаги фарқ туфайли, эхо —қайтиш сигналларига ўхшаш сигналлар пайдо бўладилар ва уларнинг кечикиш вақти DVB-T ҳимоя интервалидан катта бўлиши мумкин. Узаткичларнинг вақт бўйича синхронланмаганлиги туфайли, DVB-T қабул қилгичидаги узатиш сигналлар орасида

символлараро интерференция мавжуд бўлади ва умуман худди эхо сигналлар каби кенг ғолосали шовқинга яқин бўладилар.

Шу билан бирга COFDM дан фойдаланган холда синхрон SFN ташкил қилиш мумкин, бунда кўшни узатгичдан кечикиш қабул қилгич химоя интервалидан оширмайдиган эхо – сигналнинг келиши кафолатланади. Ундан ташқари қабул қилгич, бу икки сигналдан қувват бўйича каттасини “танлаши” ҳам мумкин. DVB-Тда бундай тармоқ учун спецификация ишлаб чиқилган. Синхрон SFN тизимни таъминловчи DVB-T стандартда битта катта қувватли узатгич ўрнига бир неча кам қувватли узатгичлар гуруҳини қўллаш имконияти мавжуд, зеро бу худудни телевизион сигналлар билан етарлича бир текис қоплашни ва шу билан бирга худуднинг исталган нуқтасида ишончли қабулини таъминлайди. Катта масштабли синхрон SFN ни 8к режимда қуриш мумкин, бунда узатгичлар орасидаги масофа максимал бўлади ва  $Dt/Tu = 14$  да 67 кмгача етиши мумкин. Бундай тармоқларни аҳолиси жуда зич бўлган мамлакатларда татбиқ этиш мақсадга мувофиқдир. 2к режимда эса телеузатгичлар бор йўғи 17км узоқликда жойлаштирилиб, кичик масштабли тармоқ қуриш мумкин. Иккала холатда ҳам бундай телеэшиттиришлар тармоғини қуриш сермеҳнат эканлигини ва телестудиядан то ер усти синхрон узатгичларигача сигнални узатиш учун юқори тезликка эга кабель тармоғини қуриш талаб қилишини ҳисобга олиш керак. Ундан ташқари бу узатгичлар аниқ частота синхронизацияни талаб қиладилар шунинг учун буни амалга оширишда сунъий йўлдош GPS-қабул қилгичлардан фойдаланилади. Бу холатда молиявий харажатлар янада ошади.

**Ўтказилган изланишлар ва тажрибаларга мувофиқ, DVB-T стандарти телевизион ретрансляторлар қувватидан самарали фойдаланиши; юқори халақитбардошликка эгаллиги; 300 км/с тезликка бўлган ҳаракатланувчи объектларда сигналларни қабул қилиш имконияти мавжудлиги, ҳамда рақамли сигнал узатиш тезлигини бошқариш вазифаларини ечиш мумкинлиги тасдиқланган.**

Иш жараёнидан маълум бўлдики, ATSCда телеузатгичларнинг қуввати пасайиши ўрнига, уларни сезиларли

даражада кўтариш кераклиги аниқланди. Бунинг сабаблардан бири ATSC стандарти шовкинлардан деярли ҳимоя қилинмаган. Стандартни ишлаб чиқарувчилар томонидан бу бандга эътибор бўлмаган ёки асосий эътибор сигналларни ер усти тизимида ҳалақитбардошлик масаласи мавжуд бўлмаган, кабель тизимлари ёрдамида тарқатишга қаратилганлигидир. Ушбу сабаблар асосида айтиш мумкинки, ATSC стандарти сигналларини автомобиль ёки поездда ҳаракатланаётганда сифатли қабул қилиб бўлмайди.

**Шундай қилиб, амалиётда ATSC стандарти DVB-T га деярли барча сифат параметр кўрсаткичлари бўйича ютқазди ва шунинг учун ҳам АҚШда ATSC ни келгусида татбиқ қилиш учун махсус DVD-T трансляциялар диапазони ажратилган. DVB-T формати транспортда қабулга мўлжалланган узатишлар учун тавсия этилган деб белгиланган.**

## **6.7. Яратилган MMDS, LMDS, MVDS тизимлари**

### **6.7.1. MMDS тизими**

MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service) – кўп каналли кўп нуқтали тақсимланувчи тизимлар 20 аснинг 70-йилларида ишлаб чиқилган MDS (Multipoint Distribution System) 2,1–2,7 ГГц диапазонида узатгичдан 50 км радиус масофани камраб оладиган тизим ўрнига келган. Улар 50-60 км радиусли зонанинг 2,5-2,7 ГГц диапазонида ишлашига имкон беради. Шу билан бирга базавий станция узатгичининг қуввати, одатда 100 Вт (1кВт гача) дан ошмайди, аммо оддий аналог телевизион тармоқлар узатгичлари қуввати 10...50 кВт бўлишлари керак эди.

Ер усти телевидениесида кўп каналли MMDS тизимларидан фойдаланиш, ер усти телеэшиттиришнинг оддий тизимларига нисбатан бир қатор афзалликларга эга:

- Улар аналог сигнал стандартидан келиб чиққан ҳолда, 25 тагача телевизион дастурларни ва MPEG-2 стандартида рақамли

сигналларни модуляциялашда эса 4-6 марта кўпроқ дастурлани узатиш қобилиятига эга.

- Радио ва телеэшиттириш узатгичнинг умумий қуввати 1000 Вт (асосан 1-10 Вт) дан ошмаган, экологик хавфсиз даражада олиб борилади.

- 15-25 см чизикли, ўлчами кичик ҳажмли ихчам антенналардан фойдаланиш ҳисобига абонент қурилмаларининг нисбатан арзонлиги.

- Ушбу тизимлар учун ажратилган частота диапазонларида (2,5-2,7 ГГц) шовқинларнинг нисбатан паст даражаси ҳисобига сигналлар юқори сифатининг таъминланиши.

- NTSC, PAL, SECAM телевизион стандартлари қабул қилиш шартларига боғлиқ бўлмаган сигналларни рақамлаштириш ҳисобига.

- MMDS тизимлари кўп қаватли қурилишларга эга йирик шаҳарларда “ўлик зоналарни” бартараф этиш имконини беради. Улар кабелли телевидение тизимларини қуришга нисбатан тежамкорликни таъминлайди. Агар тармоқланган кабель тизимида 5...20 км майдонни қоплаш талаб этилса, унда ретрансляторли вариант афзалроқ бўлиши мумкин.

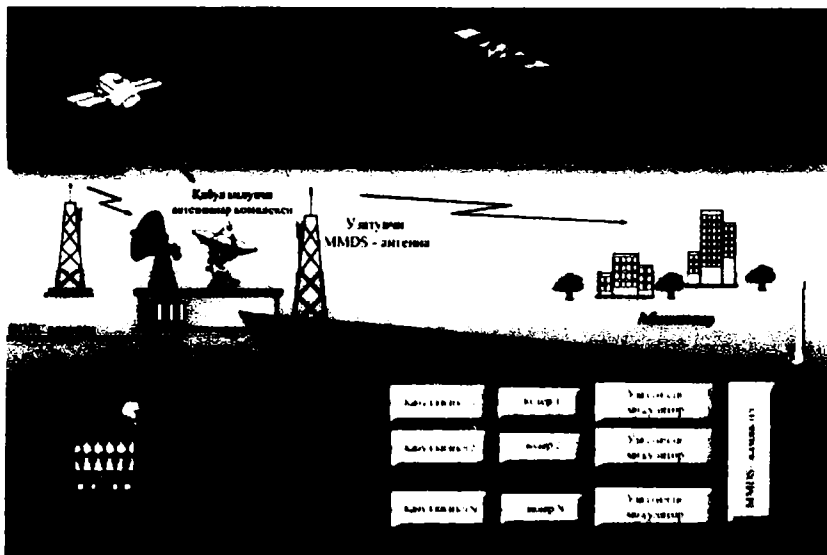
- Узайтирилган магистрал ва субмагистрал линияларининг йўқлиги ҳисобига эксплуатацион харажатлар анча қисқаради.

- MMDS технологиялари асосидаги, уяли телевидение тизимлари орқали, регионал даражада ретрансляция қилинаётган теледастурлар сонини оширишга кенг имкониятлар очилади: 2-5 телеканаллар ўрнига телетомошабинлар 100 тагача чет эл рақамли каналларини кўришлари мумкин.

MMDS тизимининг қурилиш вақти унинг конфигурациясига боғлиқ ҳолда бир неча кундан, то 2-3 ҳафта оралигида бўлиши мумкин. 6.25-расмда MMDS тизимидаги телевизион эшиттиришни ташкил этиш структураси келтирилган.

MMDS қурилмаларида квадратуравий амплитуда модуляцияли 4та позицияли QPSK(модуляцион символга 2 та битдан)дан, то 256 позицияли QAM (256 – QAM модуляцион символга 8 бит тўғри келади) гача қўлланилади. Шунинг учун MMDS даги маълумотларни узатиш тезлиги, мос канал

кенглигида, жуда катта қийматларга эга бўлиши мумкин. Шундай қилиб, стандарт 8 МГцли телевизион каналда назарий тезлик 56 МГц/сгача бўлиши мумкин. Шунини таъкидлаб ўтиш лозимки, дастлаб MMDS тизими телевизион программа сигналларини бир томонга йўналтиришга мослаштирилган эди. Бироқ сўнгги йилларда икки томонлама ишлаш (интерактив) учун қурилмалар пайдо бўла бошладилар, айниқса тескари каналли Интернетни таъминлаш учун. Бунда қоида бўйича тескари, иккинчи канал 4-8 марта кичик бўлган ўтказиш полосасига эга бўлади.



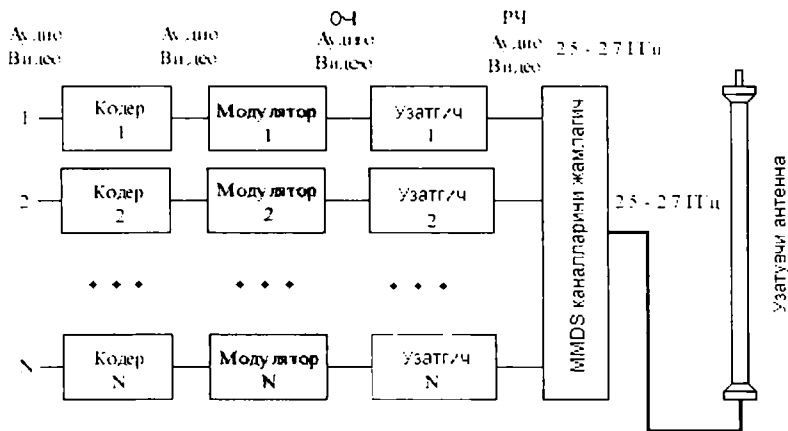
6.25-расм. MMDS тизими базасидаги телерадиоэшиттиришни ташкил этилиши чизмаси.

MMDS тизимининг муҳим кўрсаткичларидан бири, унинг турли даражадаги даромадига эга аҳолининг кенг қатламлари учун фойдаланишни ташкил этиш ҳисобланади. MMDS бутун шаҳар аҳолиси учун телевизион дастурлар қабул қилишдаги оддий ва қиммат бўлмаган манбаа сифатида, ҳамда айни вақтда талабчан миқдорлар учун ёпиқ каналлар пакетига эга пуллик телевидение тизими сифатида қўлланилиши мумкин.



MMDS тизимларидаги телеэшиттириш бир каналли ва кўп каналли схема бўйича амалга оширилиши мумкин. Шундай қилиб, узатгич гуруҳлари кўп каналли ёки бир каналли ҳамда аналог ёки рақамли сигналларнинг узатишга мўлжалланган бўлишлари лозим. Ундан ташқари, узатгичлар бино ичида ёки антенна яқинида, бино ташқарисида ишлашга мўлжалланган бўлиши мумкин. Узатгичларни антенна олдида жойлаштириш варианты фидер линияларидаги хатоликларни деярли ҳисобга олмасликка имкон беради, бироқ температура ва намликнинг сезиларли ўзгаришлари ишлашнинг ишончлигига бўлган талабларнинг ўсишига олиб келади ва натижада хизмат кўрсатиш мураккаблашади.

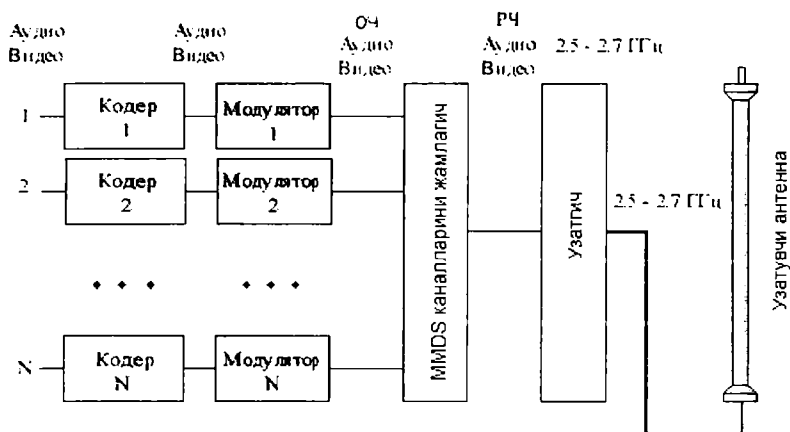
Бир каналли вариантда N-телевизион дастурларни узатиш учун модулятор ва узатгичлардан иборат бўлган N- узатгич қурилмалари қўлланиладилар ва чиқишда турли узатгичларнинг қувватларини йиғиш, жамлаш 6.26-расмда кўрсатилганидек антеннада амалга оширилади.



6.26-расм. MMDS тизимида бир каналли узатгичлардан фойдаланган ҳолдаги тузилмавий схема

Кўп каналли вариантда узатилаётган N-телевизион дастуралар аввал ўзларининг модуляторларига келиб тушадилар, кейинчалик улардан умумий антеннага ишловчи кенг поласали узатгични модуляциялайдиган гуруҳ сигнали шакллантирилади (6.27-расм).

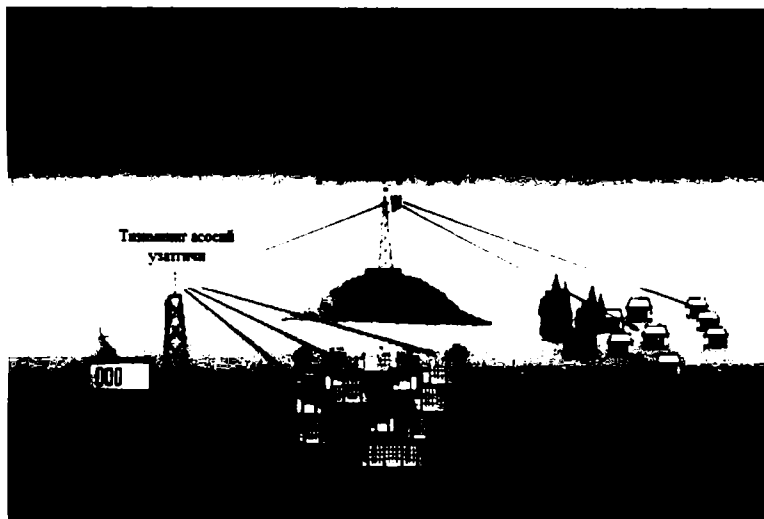
Бир каналли вариантда бутун қувват битта каналга йўналтирилади, кўп каналли вариантда эса 8 та канал учун қувват тахминан 50 мартага камаяди, яъни қувват ҳар бир каналда тахминан 2N мартага пасаяди. Шундай қилиб, кўп каналли узатгичлар қамраб олиш зонаси радиуси 6 км дан ошмайдиган, кичик шаҳарлар ва шаҳар кўринишидаги қишлоқларда ишлатилишига мўлжалланган. Бунда 2,5...2,7 ГГц полсадаги MMDS тизими, стандарт 8 МГц поласали PAL ёки SECAM аналог телевидениесининг 24 каналлини ташкил этиш имконини беради.



6.27-расм. MMDS тизимида кўп каналли узатгичлардан фойдаланган ҳолдаги тузилмавий схема.

Экранлашган тўсиқлар (баландлик, техник қурилма ва бошқалар) ёки жойнинг мураккаб рельефи мавжуд бўлган, юқори

қаватли шаҳар қурилишларида абонент терминал антенналари ва базавий антенналар орасидаги, юзага келадиган тўғридан-тўғри кўринишни таъминланмаслиги туфайли ҳосил бўладиган “ўлик зона”ларни чиқариб ташлаш учун ретрансляторлардан фойдаланиш кўзда тутилади (6.28-расм).



6.28- расм. MMDS тизимда ретранслятор ёрдамида сигнал узатиш чизмаси

Ретранслятор – кўпинча фильтрловчи блокни қабул қилиш ва узатиш антенналардан ҳамда кенг полосали кучайтиргичлардан иборат бўлган, хизмат кўрсатмайдиган қабул-узатиш комплексиدير. Бунда ретранслятор кўпинча, сигнални қайси частотада қабул қилса, айнан шу частота тарқатади. Асосий узатгич ва ретрансляторларнинг қамров зонасидаги мавжуд халақитлардан қутилиш учун ретранслятордан сигнал узатиш бошқа поляризацияда амалга оширилади ёки ретрансляторнинг антенналари узатиш ва қабул қилиш йўлланма диаграммаси учун мос конфигурация танланади. Ретранслятор узатгичи ва қабул қилгичи тегишли антенналар яқинида жойлашадилар, об-ҳаво

шароитининг таъсиридан ишончли ҳимоя қиладиган герметик корпусга ва термобошқарув тизими эгадирлар.

### 6.7.2. LMDS/MVDS тизимлари

Локал кўп нуқтали тақсимланувчи тизим – Local Multipoint Distribution Service (LMDS) концепциясининг пайдо бўлиши кенг полосали кириш тизимлари соҳасида кейинги қадам бўлди. Унинг дастлабки тажрибалари 1992 йилда Нью -Йорк шаҳрида ўтган. Биринчи ҳақиқий LMDS тизими Нью- Йоркнинг Брайтон Бич районида, кабелли телевидение тармоги билан камраб олинмаган ҳудудда, Cellular Vision компаниясининг уяли телевидение тармогида ишга туширилган.

**LMDS** даставвал 27,5-29,5 ГГц ли диапазонда ишлаш учун мўлжалланган эди, бироқ ҳолат региондаги частоталар тақсимотига боғлиқ бўлганлиги туфайли бошқа частоталар олинган. Европада худди юкоридаги тизимга ўхшаш **MVDS** (Multipoint Video Distribution Systems) - тизим пайдо бўлган ва у 40,5-42,5 ГГц диапазонда (Европада аналог телевидение эшиттиришлари учун мўлжалланган диапазонда) ишлашга мўлжалланган.

Ҳар бир ретрансляторнинг камров радиуси катта бўлмаслиги ва улардаги гуруҳларда кам қувватли узатгичлардан (узатгич қуввати ўн ваттдан ошмаган ва ҳар бир каналга 100-300мВт тўғри келган) фойдаланилганлиги туфайли телеэшиттиришлар радиуси бор йўғи 3-8 км ни ташкил этгани учун LMDS/MVDS тизимлари уяли телевидение деб номланганлар. Ундан ташқари миллиметрли диапазонда радио тўлқинларнинг сўниш киймати етарлича юкори, бироқ бошқа тарафдан бу диапазонда тўлқинлар қайтиши нисбатан кам йўқотишлар билан намоён бўлади. Натижада мураккаб шаҳар қурилишлари шароитида аксланган сигналлар билан ишлашдан самарали фойдаланиш мумкин.

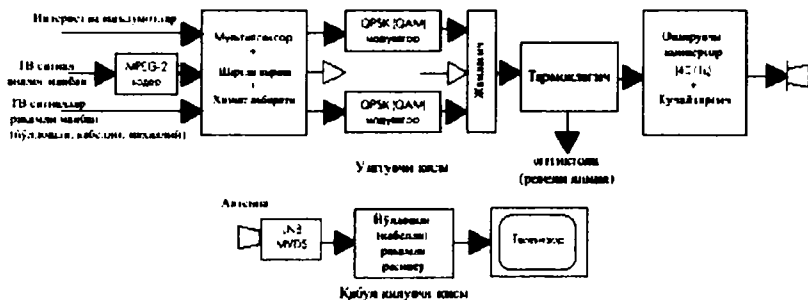
LMDS/MVDS тизимларининг частота тақсимланишлари сунъий йўлдош телеэшиттириш тизимлари каби (19,5-39МГц

диапазонда) ва QPSK, QAM -модуляция усулларидан фойдаланиладилар. Уларнинг ишчи диапазоли эгалланмаган частота ресурсининг мавжудлиги билан аниқланади ва мисол учун: 10, 24, 31, 38 ГГц бўлишлари мумкин. Бундай тизимлар 2 ГГцли частота полосаси кенглигида 96 дан 128 гача бўлган аналог телевизион каналларни ёки 1000 яқин рақамли каналларни узатиш имконини беради.

LMDS/MVDS тақмоқларининг уяли структурасида сигналларни турли поляризация билан узатиш, йўналтирилган антенналарни қўллаш, бир хил каналлардан хилма хил соталарда фойдаланиш каби ишлар тизимнинг частоталарини тақсимлаш режалари учун кенг имкониятлар очади.

6.29 -расмда MVDS тизимининг узатувчи ва қабул қилувчи қисмининг тузилмавий схемаси келтирилган. Рақамли пакетлар шакллангандан сўнг, каналлар модуляцияланадилар ва кенг полосали узатгичларга киритиш учун бирлаштириладилар. Бунда алоҳида индивидуал узатгичлардан ҳам фойдаланиш мумкин. Узатгичда сигнал спектри 40 ГГц диапазонга кўтарилади (бир ёки икки босқич орқали), кучайтирилади ва антеннага узатилади. Базавий станциялар узатилаётган сигналнинг қувватини ошириш. шунингдек частотани қайта ишлатиш ва поляризацияни алмаштириш ҳисобига абонентлар миқдорини ошириш имконини берадиган. секторли антенналар тўплами билан жиҳозланишлари мумкин.

Рақамли телевидение узатишларини ташкил этишда MVDS мультимедиа тармоғи бош станция базасида қурилади. Ахборот оқимларини шакллантиришда хилма-хил манбаалардан фойдаланиш мумкин: Интернет, эфир, кабель ва сунъий йўлдош телевизион каналлари ва турли ҳудудлар ўз ички ахборот манабаалари. Аналог сигналлар рақамли кўринишга MPEG-2 кодерларида ўзгартириладилар. Сервисли ахборотларнинг шаклланиши, иккита стандартлар DVB-C ва DVB-S ларнинг бирига асосан каналли кодлаш ва модуляциясига мувофиқ амалга оширилади.



6.29- расм. MVDS узатувчи ва қабул қилувчи қисмларининг тузилмавий схемаси

MVDS узатгичларда қўлланиладиган қаттиқ жисмли куцайтиргичларнинг қувватлари сезиларли даражада кичик бўлади. Канал узатгичлари учун қувват ўнлик мВт ларда ва юзлаб каналларни узатишга мўлжалланган, гуруҳлар учун эса, бирлик Вт ларда ўлчанадилар.

Уяли узатгичларга сигнални тақсимлаш оптик тола орқали, кам қувватли реле линиялар бўйлаб ёки MVDS тизимининг ўзи ёрдамида амалга оширилиши мумкин.

Кўпинча абонентнинг биноси деворига антенна жойлаштирилади, кам шовкин берадиган конвертор ва стандарт ресиверлар ҳам ўрнатилади. Қабул учун турли конструкцияли антенналар: карнайли, микрополоскали ва параболик антенналар қўлланишлари мумкин.

Миллиметрли диапазонда сигналларни эфир орқали қабул қабул қилишдаги катта муаммоларни юзага келтирадиган интерференцион шовкинлар ва импульс халақитлар унчалик сезиларли бўлмайдилар. Бу диапазонда бўлиши мумкин бўлган халақитларнинг асосий манбааси сифатида узатгичларнинг ўзларининг аксланган сигналлари бўлиши мумкин. Шу сабаб жуда тор диаграммага эга, бурчак кенлиги бир неча секунд, қабул қилиш антенналаридан фойдаланилади. Миллиметрли диапазон учун бундай тор бурчакли, йўлланган диаграммани ҳосил қилишда ўлчами катта бўлмаган антенналар ишлатилади.

Частотанинг миллиметр диаразонидан дециметр диапазониға ўтказиш бир ёки икки босқичда амалға оширилади. Бу ҳолатда конвертор гетеродинининг абсолют частота ностабиллиги ва натижада узатилаётган сигналнинг частотасининг ўзгариши ҳисобига муаммолар туғилиши мумкин. Ностабилликнинг ечими бўлиб, умумий оқимға узатиш томонида киритиладиган, гетеродин частотасини таянч-сигнал билан стабиллаштириш (боғлаш) бўла олади. Бу принцип DVB-C стандарти билан мослашадиган тизимларда қўлланилади, масалан Technosystem тизимларида.

**LMDS/MVDS тизимларининг ютуқларига** қуйидагиларни киритиш мумкин:

- Маълумотларнинг катта оқимини узатиш имконини берувчи кенг частота диапазони. Айнан шу катта бўлмаган радиусли қамрови билан MVDS тизимлари интерфаол мультимедиа тармоқларини ташкил этишға мос келади. Частота ресурсларидан фойдаланиш самарадорлиги секторли узатувчи антенналар ҳисобига қўшимча оширилиши мумкин.
- Шаҳар мураккаб қурилиш шароитларида ишончли қабул зонасини шакллантириш имконини берувчи пассив ва фаол ретрансляторлардан фойдаланиш имконияти.
- Кабелли тармоқларға нисбатан MVDS ўзининг соддалиги, тезкор қурилиши ҳамда нисбатан арзонлиги билан фарқланади.
- Кейинчалик тармоқ, жуддий қўшимча маблағларсиз, осон кенгайтирилиши мумкин. Кабелли тармоқларға нисбатан, моддий чиқимларнинг асосий фоизи абонент қурилмаларига тўғри келади, бу асосан тесқари каналли тизимлар учун ўринлидир. Бу чиқимлар эса фақатгина абонент билан пуллик ижараға шартнома тузилгандагина амалға оширилади.
- MVDS тизимлари экологик хавфсиз, чунки улар юқори частоталарда ва инсон организмға хавфли бўлмаган кам қувватли сигналлар билан ишлайди. Ундан ташқари, ўраб турган ландшафт ва қурилишлар билан боғлиқ эмаслар.

**MVDS тизимлари камчиликларига қуйидагиларни киритиш мумкин:**

- Уларнинг сифат доирасининг об-ҳаво шароитига, биринчи навбатда намликка каттик боғланган. Шу сабаб битта сотанинг қамраб олиш радиусини аниқлаш учун ҳар бир аниқ худуда давомли тажрибаларни ўтказишни талаб этилади. Шунингдек, аниқ қурилиш шароитларида аксланган сигналлар конфигурациясини аниқлаш ҳам талаб этилади, бунда қамров радиусининг доимий ўзгариши, шу конфигурациянинг ҳам доимий ўзгаришига олиб келишини ҳисобга олиш зарур. Тесқари каналли абонент қурилмаларининг нисбатан қимматлиги ва абонент тўловининг нархи тармоқ интерактив имкониятларига бўлган талабга таъсир этади.

**Шуни таъкидлаб ўтиш жоизки,** Радиоалоқа регламентига мувофиқ MMDS, LMDS ва MVDS типдаги радио тизимлар учун қуйидаги частота полосалари ажратилган: **2,1-2,7; 30,8-33,4; 27,5-29,5; 40,5-42,5; 42,5-43,5 ГГц.**

Шунингдек, **51,4-52,6; 55,78-59; 64-66 ГГц** диапазонларида қўшимча частота полосалари ажратилиши мумкин.



## 7. РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕНИНГ ИККИНЧИ АВЛОД СТАНДАРТЛАРИ

### 7.1. Йўлдошли телевидениенинг DVB-S2 стандарти

Телевидение, интерфаол хизматлар, янгиликларни тўплаш ҳамда бошқа кенг полосали йўлдошли иловалар учун мўлжалланган DVB-S2 стандарти амалиётда қўлланилаётган DVB-S стандартининг тўлдирилган кўриниши ҳисобланади. Янги стандарт Европада рақамли телевидение стандартларини ишлаб чиқувчи DVB project (Digital video Broadcasting project) консорциуми томонидан ишлаб чиқилган.

DVB-S2 стандарти мавжуд DVB-S ва DVB-DSNG (Digital Satellite News Gathering-рақамли йўлдош видео журналистикаси) негизларида яратилган. DSNG термини остида асосан телевизион маълумотларни воқеа жойларидан кўчма қурилмалар орқали узатиш тушунилади.

Янги DVB-S2 стандарти, мавжуд DVB-S стандартининг камчилиги (QPSK модуляцияси формати ҳисобига кичик оқим тезлиги) ва DVB-DSNG стандарти камчилигини (паст қийматли бузилишларни таъминлаш учун сунъий йўлдош узатгичларини кам қувват билан ишлашини амалга ошириш) бартараф этишга қаратилган. Янги стандартни яратишда асосий эътибор қуйидаги омилларга қаратилган:

1. DVB-S2 янги стандартининг яратишга сабаб сифатида юқори аниқликдаги телевидение (HDTV) хизматларининг кенг жорий этилиши бўлди. Ҳозирги куннинг ўзида стандарт рақамли каналларни трансляция қилишда ҳам частота ресурларининг етишмаётганлиги кузатилмоқда. Агар йўлдошли тизимларда HDTV узатиладиган бўлса, энг илгор компрессия усуллардан фойдаланилганда ҳам мавжуд частота ресурслари етарли эмаслиги аниқланган. Шундай экан HDTV нинг қўлланилишида янги канални кодлаш форматини яратиш ва частота ресурсидан самарали фойдаланишни ташкил қилиш талабларини юзага келтиради.

2. DVB-S2 стандартининг яратилиши **Ка** диапазонда сигналларни қабул қилишнинг қийинчиликларини бартараф этишга қаратилган, яъни бу диапазондаги сигналларни қабул қилишда об-ҳаво шароитлари катта аҳамиятга эга. Шунинг учун ҳам ушбу диапазонда телеузатиш учун **С** ва **Ку** диапазонга нисбатан юқори ҳалақитбардошлик талаб этилади.

3. Интерфаол белгиланган хизматли йўлдошли тизимларнинг пайдо бўлиши янги стандартнинг яратилишини асослаб берди. Интерфаол тармоқлар катта транспорт ресурсларини талаб қилади ва уларни ишлатишда аниқ манзил бўйича маълумот узатиш ресурси сарфларини такомиллаштириш мумкин. Аввалги стандартлар бундан афзалликларга эга эмас эдилар.

Шундай экан, **DVB-S2** стандартдан қуйидагилар талаб қилинади:

- транспорт каналдан фойдаланиш самарадорлигини ошириш, яъни мавжуд стандарт канал полосасида кўпроқ маълумот узатиш имкониятига эга бўлиш;

- бир каналда узатилаётган турли маълумотларни узатишда алоҳида ёндошувни ташкил қилиш, яъни ҳар хил хизматлар учун канал параметрларини турлича танлаш;

- аввалги мавжуд стандартлар билан мутаносиб ишлашини таъминлаш ва янги техника қурилмаларга ўтишда енгиллик яратишни таъминлаш.

Дастлабки иккита талабни бажариш ўзгача модуляция усулларидан ва самарали ҳимоя тизимларини кодлашдан фойдаланиш ҳамда модуляцияланган сигнал фронтларини тиклантиришга (қиррасини оширишга) мўлжалланган қўшимча коэффициентлар ҳисобига амалга оширилган. Канални шакллантиришда мослашувчанлик кодлаш ва модуляциялашнинг ўзгарувчан параметрини танлаш (VCM – variable coding and modulation) ва адаптив кодлаш ва модуляциялаш (ACM – adaptive coding and modulation) усулларидан фойдаланиш ҳисобига эришилган. VCM битта узатилаётган каналдаги ҳар хил хизматлар учун ҳалақитлардан сақланиш сатҳини белгилайди. ACM эса хизматларни қабул қилишда қўшимча равишда

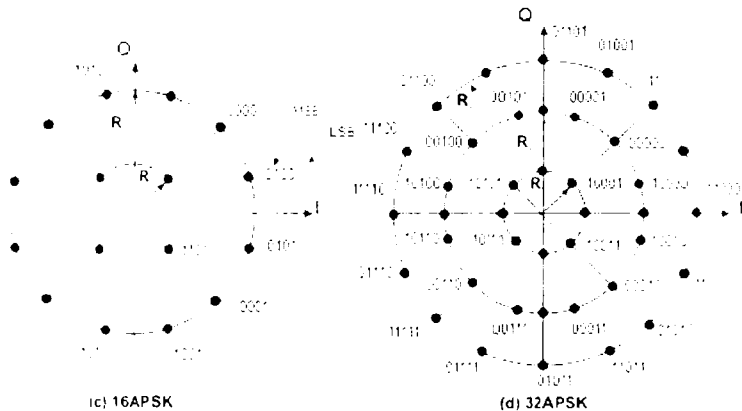
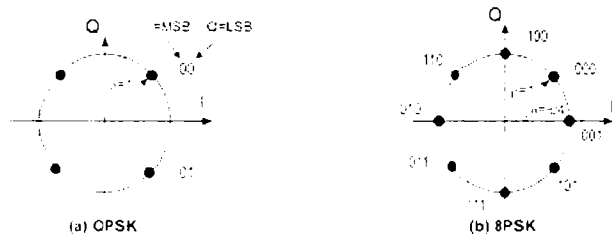
транспорт тармоғининг параметрларини мавжуд шароитлар учун мослаш имконини яратади. АСМ режими тескари каналга эга тармоқлар учун мўлжалланган бўлиб, унда бош станцияга қабул нуқтасидаги қабул шартлари ҳақидаги маълумотларни юбориш назарда тутилган.

Натижада, универсал DVB-S2 стандарти яратилган бўлиб, унинг негизида стандарт ва юқори аниқликдаги телеканалларни узатиш имконияти мавжуд ҳамда интерфаол хизматлар, Интернет тармоғига уланиш ва қатор бошқа хизматлар ташкил этилган. **DVB-S2** стандарти маълумот узатиш тармоқлари ҳамда IP магистралларини ташкил этиш учун ҳам қўлланилади.

Аммо DVB-S2 таркибига киритилган кўпгина самарали механизмлар аввалги эски стандартлар билан мос келмайди. Шу сабабдан ҳам, мавжуд стандартларнинг мослашувчанлигини таъминлаш учун ишлаб чиқарувчилар стандартга икки режимни киритишган. Биринчи режим – самарадорлиги паст бўлган бироқ икки стандартда ишловчи қурилмаларни қўлловчи режимдир. Иккинчи режим эса барча янги имкониятларни тўлиқ қўллайди, бироқ DVB-S стандартидаги қурилмаларни ишлатишга йўл қўймайди. Шунинг учун ҳам DVB-S2 стандартига дастлабки ўтиш даврида биринчи режимдан фойдаланиш назарда тутилган, иккинчи режим эса - тизим тўлиқ ишга тушгач қўлланилиши мумкин ва янги авлод тюнерларидан фойдаланишни талаб этади.

Янги **DVB-S2** стандарти 4 турдаги модуляция усулларини қўллаш схемаларини назарда тутди (7.1-расм). Дастлабки икки, QPSK ва 8PSK модуляция турлари эшиттириш тармоқларида қўлланилади. Бу ерда транспондер узатгичлари тўйиниш режимига яқин ҳолатда ишлайдилар ва ташувчини амплитуда бўйича модуляциялашга йўл қўймайди. Юқори тезликдаги модуляциялаш схемалари 16APSK ва 32APSK (APSK- амплитуда ва фаза модуляцияси) модуляция турлари профессионал тармоқларни ташкил қилишда қўлланилади ва паст қувватли ер усти узатгичлардан фойдаланиш имконини беради. Қувватнинг паст бўлиши борт ретрансляторларининг ночикли ишлашига олиб келмайди ва қабул тарафида сигнал фазасини катта аниқлик билан танлаш имкониятини берадиган профессионал

конверторлар (LNB) ўрнатилишини таъминлайди. Бу модуляция усулини эшиттириш тизимида ҳам ишлатиш мумкин, бироқ канал ташкил этиш қурилмаси мураккаб қўринишдаги дастлабки бузилишларни амалга оширишни таъминлаши керак ҳамда қабул томонида сигнал/шовқин қиймати нисбаган юқори бўлиши лозим. Келтирилган 7.1, с, d-расмлардан, сигнал диаграммаларидан, кўриниб турибдики, APSK символлари халқасимон жойлашгандирлар. Бундай вариант амплитуда символини узатишда халақитбардош бўлиб, ретранслятор қувватидан тўлиқроқ фойдаланиш имкониятини яратди. Бунда 32APSKда, ўз навбатида, QPSK га нисбатан умумий оқим тезлигини 2,5 баробар ошишига эришилади.



7.1–расм. Модуляцион характеристикаларнинг юлдузчали сигналлар тўплами

APSK режими учун қабул томонда махсус дастлабки бузилиш киритилиши мумкин ва бунинг ҳисобига борт узатгичларининг максимал қувватини олиш имконияти пайдо бўлади. Бу режим, яъни тўла қувват (тўйиниш) режими 32 APSK учун муҳим кўрсаткичдир. Фақатгина, бу режимда ишлайдиган тизимда қабул қилувчи махсус кам шовқинли конверторлар (LNC) қўлланадилар ва уларнинг нархи маиший конверторларга нисбатан юқори бўлади.

DVB-S2 стандартида юқори тартибли модуляция усулларидан фойдаланишдан ташқари кўшимча иккита альфа яхлитлаш коэффициентлардан фойдаланиш ҳам назарда тутилган. DVB-S2 стандартида аввал ишлатиладиган яхлитлаш альфа=0,35 коэффициентига 0,25 ва 0,2 қийматли альфа коэффициентлар киритилганлар. Киритилган янги альфа коэффициентлар импульс фронти тиклигини кўтаради ва частота спектрдан самарали фойдаланиш имкониятини беради. Иккинчи тарафдан, кичик альфа коэффициентини нозикли бузилишларни кучайтиради ва айниқса транспондерга битта ташувчи узатилганда сезиларли бўлади. Шунинг учун ҳам, узатишдаги барча параметрларни аниқлаштириб, альфа коэффициентни танлаш тавсия этилади.

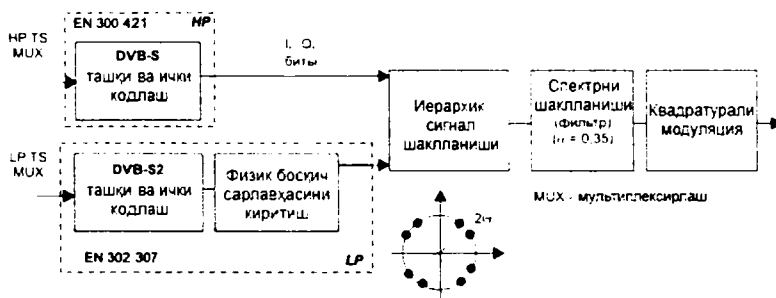
DVB-S2 стандартидаги халакитбардош кодлаш учун DVB-S даги каби тўғри коррекцияланадиган икки сатҳли кодларни устма-уст туширишга (Forward Error Correction-FEC) асосланган ва маълумотларни оралатиш қўлланилади. Бироқ ички ва ташқи химоя кодлар тизими DVB-S форматидан бошқача. DVB-S2 стандартида Боуз-Чоудхури-Хоквингем (BCH) кодидан фойдаланилади, DVB-S да эса Рид-Соломон коди қўлланилган. Боуз-Чоудхури-Хоквингем коди кодлаш режимига боглиқ холда, 8-12 та хатоликларни тузатиш имкониятини беради. Ички код сифатида, йиғиш коди ўрнига, жуфтликни кичик зичликда текширувчи коддан фойдаланилади (Low Density Parity Check Codes -LDPC). Тарқатиладиган қувват билан спектрал самарадорликни уйғунлаштиришга эришиш учун DVB-S2 стандартида турли модуляциялар форматида (QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK) кодлаш тезликларининг кўп қийматларидан

фойдаланилади ( $1/4$ ,  $1/3$ ,  $2/5$ ,  $1/2$ ,  $3/5$ ,  $2/3$ ,  $3/4$ ,  $4/5$ ,  $5/6$ ,  $8/9$  ва  $9/10$ ). QPSK модуляциялашдаги қўлланиладиган  $1/4$ ,  $1/3$ ,  $2/5$  каби кодлаш тезликлари, энг ёмон шароитларда, яъни сигнал сатҳи шовқиндан паст бўлган ҳолат учун фойдаланилади. QPSK ва 8PSK модуляция турларидан тўйиниш режими яқин ҳолатда ишлайдиган борт узатгичлариди (транспондерларида) фойдаланилади. 32APSK модуляция тури транспондернинг чизикли режимини ва катта сигнал/шовқин қийматини талаб қилади ҳамда профессионал иловалар учун ишлатилади, бироқ энг кенг полосани таъминлайди. 16APSK формат тури транспондернинг чизиклигига чегаралар бўлган ҳолатда (махсус дастлабки бузиш схемалари қўлланилади) кўп иловалар бериши мумкин, шу жумладан телеэшиттиришларни ҳам киритиш мумкин. 16APSK ва 32APSK модуляция турлари ночизикли транспондерда ишлашга мўлжаллангандирлар ҳамда уларнинг чизикли каналдаги ишчи характеристикалари 16QAM ва 32QAM форматлари билан мослашганлар.

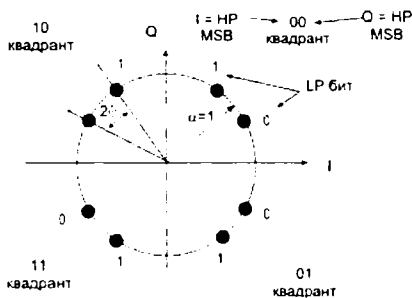
DVB-S2 тизими “транспондерда битта ташувчи” ёки “транспондерда кўп ташувчи” (частотавий мультимплексирлаш қўлланилади) режимларида ишлай олади. Битта ташувчи билан ишлашда символни узатиш тезлиги  $R_s$ , транспондернинг ўтказиш полоса оралиғига тенг ( $BW = R_s$ ) бўлади. Агар ташувчилар кўп бўлса,  $R_s$  шу хизматга ажратилган частота диапазонига тенг бўлади. Кўрсатилаётган хизматларнинг максимал сонининг чекланиши транспондер полосаси. ҳар бир хизматга талаб этиладиган тезлик ва ўзаро ёнма ён ташувчиларнинг мумкин бўлган халакитлари қийматлари билан аниқланади. Ушбу стандартда иерархик модуляция усули қўлланилиши мумкин, яъни, иккита бир бирига боғлиқ бўлмаган каналлар учун турли приоритетга эга бўлган модуляциялар ишлатилади (HP – юкори приоритет, LP – паст приоритет) ва у 7.2-расмда келтирилган.

**Иерархик модуляция** DVB-S ва DVB-S2ларда иккита параллел каналларни, юкори (HP) ва паст приоритетлиларни (LP) қўллашни назарда тутди (7.2 – расм). LP- паст приоритетли иккинчи каналда фаза девиация қиймати нотекис 8PSK гача оширилади (7.3-расм). DVB-S2 оқимининг барча

конфигурациялари орасидан фақат кадрнинг 64800 (720слот x 90 бит) битли нормал конфигурациясидан фойдаланишга рухсат этилади. Бундан ташқари қабул қилгичнинг ишончли ишлаши учун, фойдаланувчи талабига асосан, девиация бурчаги  $Q$  ни танлашни ўзгартириш мумкин, чунки  $Q$ нинг катта қийматлари LP каналида тегишли сигнал/шовқин нисбатини яхшилади, аммо HP каналида эса сигнал /шовқин нисбатини камайтиради.



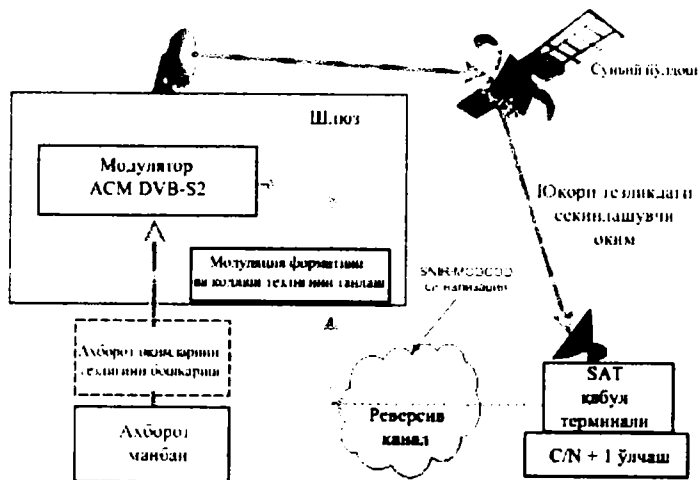
7.2-расм. Икки каналли иерархик модуляциянинг ташкилий чизмаси



7.3-расм. Фазавий девиация қийматининг ўзгариши

DVB-S2 стандартининг хусусиятларидан бири шундаки, унда адаптив кодлаш ва модуляциялаш (ACM) усулини қўллаш мумкин. Бундай ишлаш “нуқта-нуқта” режимда ишловчи иловалар учун мос келади(масалан,икки нуқтали

илова, яъни битта адресга IP эшиттириш ёки рақамли йўлдош видео журналистикаси). ACM режимининг моҳияти сигнал қабул қилиш шароитларидан (масалан: ёмғирли давр) келиб чиқади ва шунга асосан DVB-S2 модуляторининг ишлаш режими ўзгаради. Формат модуляциялаш ва ўзгарувчан кодлаш тезлиги ҳисобига абонентнинг сигнал /шовқин нисбати кўтарилади. Шундай қилиб ACM режими, исталган об-ҳаво шароитида ҳам рақамли маълумотларнинг катта тезликда узатилишига имкон беради. Бу ҳолатда сигнал/шовқин нисбатининг қиймати қабул томонида абонент томонидан танланади (7.4-расм). Қабул нуктасида сигнал/шовқин плус халақитларни ( $S/N+П$ ) узлуксиз ўлчашлар ва натижаларни тесқари канал ёрдамида ер усти узатиш станциясига юбориш билан белгиланади ва танланади. Бунда кодлаш параметрлари (кўрсаткичлари) кадрдан кадрга ўзгаришлари мумкин.



7.4-расм. Узатиш параметрларини адаптив ўзгартиришни ташкил қилиш схемаси

MPEG-2 TS транспорт оқимини узатишгагина мўлжалланган DVB-S ва DVB-DSNG стандартларидан фарқли равишда, DVB-S2

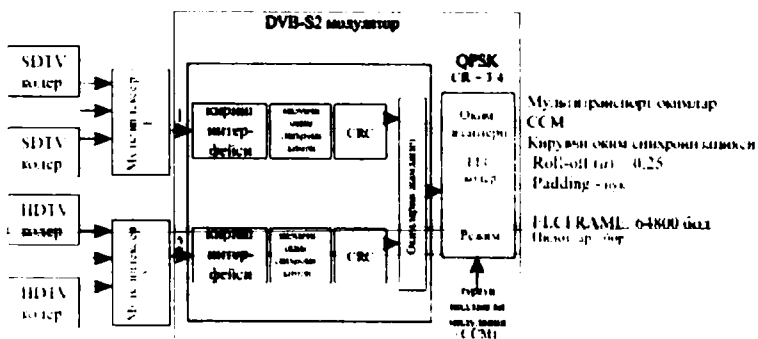


стандарти нафақат MPEG-2 транспорт оқимини балки, исталган кўринишдаги ёки узуксиз пакетли маълумотларни ҳам узатиш имкониятига эга.

Юқорида айтиб ўтилганидек, DVB-S2 тизими бир вақтнинг ўзида эшиттириш хизматларининг бир нечта транспорт оқимларида узатишга қодир ва бунда ҳар хил оқимлардаги ҳалақитбардошлик қийматларлари турлича бўлиши таъминланиши мумкин. Масалан, мультимплексиранган стандарт аниқликдаги телевидение ва кам ҳимояланган юқори аниқликдаги телевидение каналининг юқори ҳалақитбардошлигини таъминланиши мумкин. 7.5-расмда узатиш томонидаги мультимплексирашнинг намунавий схемаси кўрсатилган.

Ушбу конфигурацияда,  $CR=3/4$  да 8PSK ва  $CR=2/3$  да QPSK бўлганда фойдали сигнални 27,5 Мбод/с тезлик билан узатиш назарда тутилган. Бу ҳолатда бод тезлиги фақат фойдали маълумотни узатишни ҳисобга олади ва ҳалақитбардошли қўшимча бит кодларини эса ҳисобга олмайди. Шу сабаб рақамли узатиш тизимларидаги бод тезлиги қўшимча маълумотли бит тезлигидан кичик бўлади. Сигналнинг бит тезлиги эса бу ҳолатда  $SR=40$  Мбит/с ни ташкил этади.

Бундай тезликдан 2 та HDTV дастурни ва  $SR=12$  Мбит/с тезликда эса 2-3 та стандарт DTV дастурларни узатишда учун фойдаланиш мумкин.



7.5-расм. Теледастурларни мультимплексирашнинг намунавий схемаси

Шуни таъкидлаш керакки, юқорида келтирилган схемалар ва модуляция усулларини қўллаш натижасида DVB-S2 стандарти DVB-S га нисбатан 25-30% га кўпроқ фойдали маълумотларни узатиши ёки шу спектр самарадорлиги сақланган холда, сигнал бўйича 2-2,5 дБ энергетик захирага эга бўлиш имконини беради.

## **7.2. Ер усти DVB-T2 телевидение стандарти**

Аввалги бўлимда айтиб ўтилганидек, йўлдошли DVB-S2 стандарти аввалгисига нисбатан каналнинг ўтказиш қобилиятининг 30% гача ортишини таъминлайди. Шунинг учун ҳам юқори аниқликдаги телевидениени узатиш учун DVB-S2 стандартидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ.

HDTV ни ер усти эшиттириш тизимларига татбиқ қилишда уларнинг нисбатан кенглиги кичик каналлари янада тезроқ банд этилади ва шунинг учун ҳам юқори аниқликдаги телевидение эшиттиришлари учун янги кенг полосали ва самарали стандартни яратишга эҳтиёж юзага келган.

2006 йил февраль ойида DVB консорциуми доирасида тадқиқот қўмитаси (Study Mission) ташкил қилинди ва қўмита хилма хил технологияларни ўрганиш билан шугилланди. Ярим йилдан сўнг қўмитанинг иш фаолияти якунига етди ва DVB-T2 стандартини ишлаб чиқишга киришилди ва 2008 йил ноябрь ойида ушбу стандарт тасдиқланди ҳамда унга қуйидаги талаблар қўйилди:

- DVB-T2 стандартидаги трансляция мавжуд хонаки ва уй антенналарига қабул қилиниши лозим ва янги тизимга ўтиш мавжуд тармоқнинг инфратузилмасини ўзгартирмаслиги керак.
- DVB-T2 стационар ва портатив антенналарга бирдек қабул қилиниши лозим.
- DVB-T2 стандартида аввалги DVB-T стандартига нисбатан камида 30% канал самарадорлигига эришиш лозим.
- DVB-T2 стандарти бир частотали тизимнинг (SFN) ишлашини яхшилаши керак.

- DVB-T2 стандарти ягона радиоканалда турли халақитбардошлик билан узатиладиган бир нечта алоҳида хизматларнинг кўрсатилишини қўллаши лозим. Масалан, 8 МГц кенгликдаги каналда узатилаётган хизматларнинг баъзилари фақат томда ўрнатилган йўналган антенналарга, баъзилари эса хонаки антенналарга қабул қилиниши керак.
- DVB-T2 стандарти частоталардан ва частота полосасидан фойдаланиш самарадорлишги ошириши лозим.

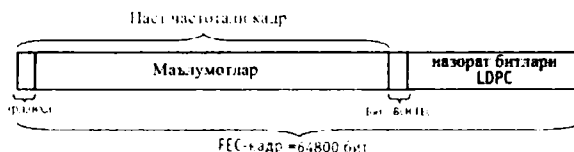
DVB оиласига кирувчи стандартларни яратишда асосий талаб, уларнинг барчаси ўзаро мутаносиб бўлишини таъминлашдир. Масалан, DVB-T2 ва DVB-S2 стандартларида сигнални бир форматдан иккинчи форматга ўзгартиришда иложи борича содалашган бўлишини таъминлаш керак. Демак, янги стандартларни яратишда иложи борича аввалги мавжуд механизмлардан фойдалани мақсадга мувофиқ. Бу талабни бажариш учун DVB-S2 стандартидаги иккита асосий технологиялар сақлаб қолинган. Улар:

1. Транспорт оқимларининг тизимли архитектураси ва дастлаб маълумотларни паст частотали Base Band (BB) пакетларга жойлаштириш (кейинги параграфда кўриб чиқилади).
2. Паст зичликни жуфтликка текширишни таъминловчи (Low Density Parity Check Codes - LDPS), халақитдан химояланган коддан фойдаланиш.

Алоқа каналининг максимал ўтказиш қобилиятини таъминлаш учун янги стандартда қатор янгиликлар қабул қилинганки, улар DVB-T2 стандартида каналнинг ўтказувчанлигини янгича кодлаш усуллари, химоя интерваллари ўлчамини ўзгартириш, таянч сигналларининг режимларини ўзгартириш ҳисобига, кодлаш параметрларини мукамаллаштиришга қаратилгандирлар.

Бунга эришиш учун **халақитларга қарши кодлашнинг (FEC)** янги схемалари ва **Base Band (BB)** кадр пакетлардан фойдаланилган. 7.6-расмда кўрсатилганидек узатиловчи маълумотлар BB пакетларга жойлаштирилади. Сўнгра худди DVB-S2 каби LDPS FEC назорат битлари ёрдамида ёпилади. Яна LDPS декодлангандан кейинги хатоликларни тузатиш учун

маълумотлар Боуз-Чоудхори-Хоквингем қисқа кодлари ёрдамида кўшимча равишда ҳимояланадилар.



7.6-расм. Паст частотали кадрнинг структураси (BB кадр)

Кадрнинг, ҳалақитбардош кодлаш маълумотлари билан, тўлиқ давомийлиги 64800 битни ташкил қилади. Бу кадр DVB-T2 стандартида базавий блок ҳисобланади. Бунда T2 стандартида ҳимоялаш кодларининг назорат битларининг кўлами 15-50% миқдорида ўзгариши мумкин. Бироқ, стандарт томонидан 16200 бит бўлган анча қисқа кадр ҳам қўлланилиши назарда тутилган. Бу кадр паст тезликдаги хизматларни қабул қилишдаги кечикишни камайтириш учун қўлланилиши мумкин.

BB блок ичида узатиладиган маълумотлар одатда, MPEG-2 форматидаги пакетлар оқими кетма-кетлиги ҳисобланадилар. Айни вақтда, BB-кадр майдони сигнализация сарлавҳаси GSE (Generic Stream Encapsulation –умумий оқим инкапуляцияси)янги DVB-протокол IP-пакетлари жойлашиши билан мос тушади.

LDPC асосидаги ҳалақитдан ҳимояланганлик ишининг тест натижалари, Рид –Соломон кодлари ва йигувчи кодлашни бирга қўллаш асосидаги DVB-T ҳалақитбардош кодлашга нисбатан ҳалақитлардан ҳимояланганликни сезиларли ошганини кўрсатди. Янги FEC ҳисобига сигнал/шовқин нисбати бўйича ютуқ, назорат символларнинг бир хил қисмлари учун, оддий хатолар қийматида, 3 дБгача бўлиши мумкин. Ушбу яхшиланиш канал ўтказувчанлик қобилятини 30% га ошириш имконини беради.

T2 ни ишлаб чиқишда бир ёки кўп ташувчили модуляцияларнинг бир неча вариантлари такқосланган. Натижада ҳимоя интервалига (ҲИ) га эга OFDM варианты танланган, у DVB-T да ишлатилган, бунда ҳар бир символ бир вақтда фаза ва амплитуда бўйича модуляцияланадиган ортогонал

ташувчиларнинг катта сони билан узатилади. DVB-Тда, хусусан, иккита режим - 2К ва 8К лар кўзда тутилган. Бу рақамлар сигнални кўп ташувчилар билан шакллантириш учун қўлланиладиган FFT (Фурье тез ўзгартириши) ўлчамини ифода этади. Маълумотларни узатиш учун қўлланиладиган ташувчиларнинг мавжуд амалиётдаги сони бир мунча кам. Сигналларни кўп тарқалиш оқибатидаги бузилишлардан (хатоликлардан) сақлаш учун (берилган символни узатишга хизмат қиладиган ҳар бир ташувчи учун) T2 тизимда ҳар бир символ якунида ҳимоя интервалидан фойдаланилади ҳамда у 7.7-расмда келтирилган.



7.7-расм. Ҳимоя интервалларидан фойдаланиш

Ҳимоя интервалининг давомийлиги эфир тракти узунлиги ва узатиш тармоғининг бошқа параметрларидан келиб чиқиб танланади. Давомийроқ ҳимоя интерваллари бир частотали тармоқларда талаб қилинади, чунки бунда қўшни узатгичдаги сигналлар қабул қилгичга асосий сигналга нисбатан сезиларли кечикиб келиши мумкин. Ҳимоя интервали ўзида алоқа каналининг ўтказувчанлик қобилиятини пасайишига таъсир қилувчи устқурмани намоён қилади. DVB-T да ушбу устқурма узатилаётган маълумотлар ҳажмининг 25% ни эгаллаши мумкин. Ҳимоя интервалининг, умумий маълумотлар қисмидаги ҳажмини оширмасдан кўпайтириш имконига эришиш учун, T2да иккита янги режимлар **16К ва 32К** киритилган ва бу ҳолат ортогонал ташувчиларнинг сонини мос равишда оширилишига олиб келинган. 7.8-расмда ташувчилар сони кўп бўлган режимга ўтиш кўрсатилган. Ушбу ҳолатда ҳимоя интервалининг абсолют ўлчамлари сақланиб қолинган, бироқ унинг умумий ҳажмдаги қисми қисқарган.



### 7.8-расм. Кўп сонли ташувчилар режимига ўтишнинг кўрсатилиши.

DVB-T2 да нисбатан узун символлардан фойдаланиш, умумий ҳажм символида, ҳимоя интервалининг сезиларли қисқаришига имкон беради. 32K режимдаги T2 да ҳимоя интервалининг максимал давомийлиги ҳимоя интервалининг тўлиқ символлар давомийлигига, яъни 19/128 га тенг нисбатда эришилади. Ҳимоя интервалининг давомийлиги 500мкс бўлганда, йирик умумдават бир частотали тармоғини куриш имконияти мавжуд.

Шундай қилиб, T2 нисбатан кўп бўлган FFT ўлчамлари ва кенг ҳимоя интерваллари қийматларини беради. Хусусан:

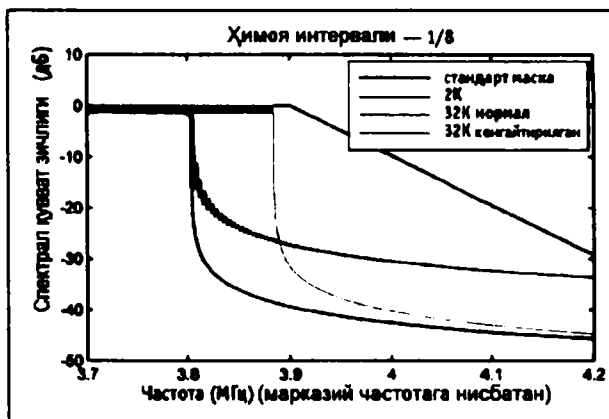
- FFT ўлчамлари: 1K, 2K, 4K, 8K, 16K, 32K;
- Ҳимоя интерваллар параметрлари: 1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4.

Юқорида айтиб ўтилганидек, OFDMда ҳар бир ташувчи ҳам фазада ҳам амплитуда бўйича модуляцияланадилар. Олий модуляциялаш стандарти DVB-T, 64 QAMда, битта символ билан бирданига 6 битни (битта ташувчининг модуляцияланган элементи билан) узатиш имконини беради.

**T2да олий модуляция 256 QAMгача кўтарилган.** у битта символ билан 8 та бит узатиш имконини беради. Ушбу модуляция шовқин томонидан яратилган хатоликларга таъсирчан эканига қарамай, тест натижалари шуни кўрсатдики, LDPC FECдан фойдаланиш DVB-T га нисбатан, худди шундай шароитларда, канал самарадорликни 30% ошишини таъминлайди.

T2 да яратилган янги режимлар - 16K ва 32K аввалги 2K режимга нисбатан полосадан ташқаридаги таркибий қисмларнинг кескин пасайтириш имконига эга. 7.9-расмда кўрсатилганидек, ушбу ҳолат ташувчиларнинг, 8МГц полосада. DVB-T сигналларини стандарт спектрал маскага яқин жойлаштиришга

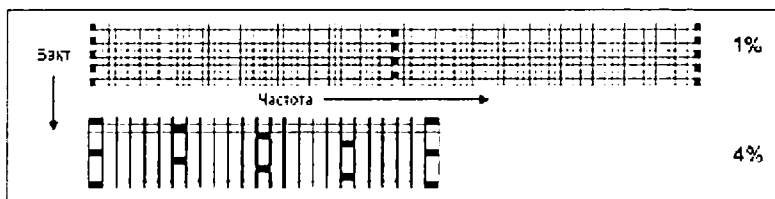
имкон яратади. Ушбу кенгайтирилган полосалар яна 2%гача кўшимча маълумотларни узатиш имконини беради.



7.9-расм. 8 МГц канал учун DVB-T2 сигналлари назарий ноцикли спектрал қувватлари таксимоти

OFDM тизимларида тақсимланган таянч-сигналлар ишлатиладилар. Улар маълум вақт ва ташувчилар бўйича тақсимланган модуляцияланган элементлар сифатида намоён бўлади. Қабул қилгичга таянч-сигналлар модуляция параметрлари маълум ва қабул қилгич уларни канал ҳолатини баҳолашга ишлатиши мумкин. DVB-Tда ҳар ўн иккинчи модуляцияланган элемент таянч-сигнал бўлиб ҳисобланади, яъни уларнинг умумий маълумотлар ҳажмидаги қисми 8%ни ташкил қилади. Ушбу пропорция химоя интервалларининг ҳар қандай вариантида ишлатиладиган ва химоя интерваллари 1/4 бўлган сигналларни текислаш имконини берадиган, таянч-сигналларни жойлаштириш мумкин бўлиши керак. Бироқ кичик химоя интерваллари учун 8% миқдордан кам таянч-сигналларни қўшиш ортқчаликка олиб келади. Шунинг учун T2да уларни жойлаштиришнинг 8 турли хил варианты мавжуд. Ҳимоя интервалининг нисбий давомийлигининг ҳар бир вариантга

таянч-сигналлар жойлашувининг бир неча варианты мос келади ва улар каналнинг жорий ҳолатидан келиб чиқиб динамик танланади, бу эса уларнинг сонини мукамаллаштириш имконини беради. 7.10-расмда таянч-сигналлар жойлашувининг мумкин бўлган икки варианты кўрсатилган. Таянч-сигналларнинг зичроқ жойлашуви қабул қилгич киришида сигнал/шовқин нисбатини талаб этилган қийматини пасайтиришга ва синхронизацияни яхшилашда ишлатилиши мумкин. Охириги ҳолатда таянч-сигналлар псевдотасодифий кетма-кетлик билан модуляцияланадилар.



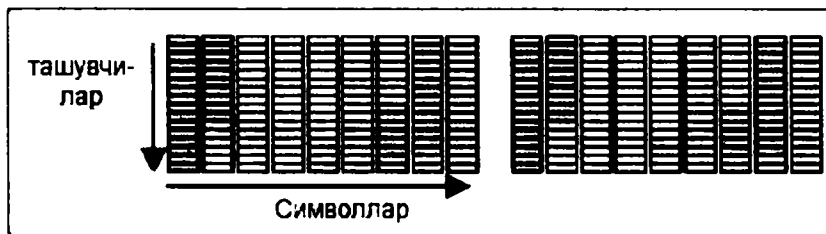
7.10-расм. Таянч-сигналлар жойлашувининг вариантлари ва уларнинг умумий сигналдаги улушлари

T2га бўлган тижорат талаблари турли хизматлар учун хилма хил қийматли ҳалақитбардошликни таъминлашдан иборатдир. Бу турли модуляция схемалари ва ҳалақитбардош кодлашдан фойдаланилганда таъминланиши мумкин. T2да бунга OFDM-символларни кадр ичида гуруҳлаш билан эришилади, яъни ҳар бир хизмат кадрда аниқ слотни эгаллайдиган бутун блок билан узатилади. Ушбу омил 7.11-расмда келтирилган ва бу ерда турли ранг билан турли хизматга тегишли оким фрагментлари ифодаланган.

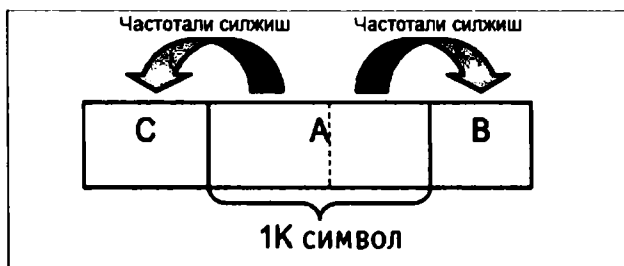
T2 да кадр боши қисқа OFDM-символ P1 билан белгиланади. P1 худди 7.12-расмда кўрсатилгандек, қўшни ташувчиларнинг (частота бўйича силжиган) бош ва охириги символларини қайтарилишини кўрсатувчи 1K OFDM-символидан иборат. Бундай P1 символининг тузилиши бир томондан уни осон аниқланиши имконини беради, бошқа тарафдан символни



асосий кадрнинг қандайдир фрагменти билан қўшилиш имконини таъқиқлайди.



7.11-расм. T2да кадрлар структураси



7.12-расм. DVB-T2 сигнализацияси P1 символининг содалаштирилган кўриниши

Спектрни сканерлайдиган қидириш режимидаги T2-ресивер томонидан, узатишни аниқланишининг ва содда, ишончли механизмини, яъни ресивер билан частотани тезкор ва 6 битли сигнализациясини ушлашни таъминлайди (масалан: T2 кадрда FFT ўлчамини аниқлаш учун).

T2 кадрнинг стандарт давомийлиги —200 мс атрофида, кадр тузилиши ҳақидаги ахборотни узатилиши талаб қилувчи устқурма эса қоида бўйича 1%дан камроқни эгаллайди.

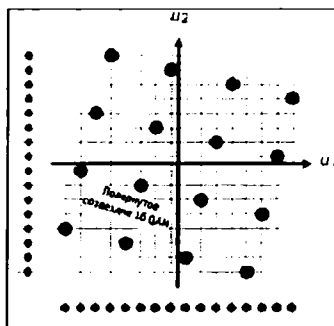
T2 канални кодлаш тизимида **оралатишнинг учта каскади** ишлатилади. Бу эса бузилган элементларнинг пакетли хатоликлари, декодерда деоралатишдан кейин, LDPC FEC-кадр

бўйлаб тарқатилишини деярли кафолатлайди ва яқунда LDPC кодерга маълумотларни тиклаш имконини беради.

Ушбу каскадларни келтириб ўтамыз:

1. Битли оралатгич: битларни FEC-блоки доирасида рандомизациялайди;
2. Вақтли оралатгич: T2 кадр доирасида FEC-блок маълумотлари символларини қайта тақсимлайди. Бу сигнални импульс шовқинга ва узатиш тракти характеристикаларининг ўзгаришига чидамликлигини оширади.
3. Частотали оралатгич: у селектив “частота қотиш” эффектини сусайтириш мақсадида маълумотларни OFDM-символи доирасида рандомизациялайди.

Шунингдек, T2 да халақитбардошликни ошириш учун, модуляцион юлдузча туркуми белгиланган айлана бурчакка буриш янги техникаси қўлланилган. Бундай буриш, эфирдаги одатий муаммолар мавжуд ҳолатда, сигнал чидамликлигини сезиларли ошириши мумкин. Диаграммани аниқ белгиланган бурчакга буриш ҳисобига юлдузча туркумининг ҳар бир нуқтаси бошқа нуқталар томонидан такрорланмайдиган ўзига хос координатасига ( $u_1$  ва  $u_2$ ) эга бўладилар (7.13-расм).



7.13-расм. QAM16да модуляцион юлдузчалар туркумларининг бурилиши

Нуктанинг ҳар бир координатасига модуляторда алоҳида ишлов берилади ва улар бошқа символнинг  $u_2$  ва  $u_1$  билан аралаштирилиб, OFDM-сигналда бир-бирига боглиқ бўлмаган ҳолда узатиладилар (яъни,  $u_2$  ва  $u_1$ лар турли OFDM-ташувчиларда ва хилма хил OFDM-символларда узатилиши мумкин).

Қабул қилгичда  $u_2$  ва  $u_1$  бирлаштириладилар ва айлана бўйлаб бурилган дастлабки юлдузча туркуми шакллантирилади. Шундай қилиб, агар битта ташувчи ёки символ интерференция натижасида йўқолиб қолса, унда бошқа координата ҳақидаги ахборот сақланиб қолади, бу эса символни тиклаш имконини беради, гарчи сигнал/шовқин нисбати кичик бўлса ҳам. Симметрик (бурилмаган) юлдузча туркумидан тақсимланган  $u_2$  ва  $u_1$  лардан фойдаланишнинг маъноси йўқ, чунки символ фақатгина иккита координата бирикмаси асосида танилиши мумкин. Уларнинг ҳар бири алоҳида эгизагига эга бўлади ва уларнинг бирикмасигина ўзига хос бўлади. Тест моделлаштириш нагижалари ушбу техникадан фойдалангандаги сигнал /шовқин нисбати бўйича ютуқ 5дБгача етиши мумкинлигини тасдиқлаган.

T2 стандарти Аламоут кодидан фойдаланиш ҳисобига иккита узатгичдан қабулни амалга ошириш имкониятини таъминлайди. Ресивер бирданига иккита узатгичнинг сигнаolini “қабул қилса”, масалан, бир частотали тармоқда йўналмаган антеннадан қабул қилиш ҳисобига, ундан фойдаланиш тизимнинг ишини сезиларли яхшилаши мумкин. Ушбу кодлаш таянч -сигнал формати шаклини ўзгартириш билан бирга амалга оширилса, иккита ҳар хил эфирдан келаётган каналлар сигналларини ҳалақитсиз ажратиш ва алоҳида декодлаш имконини беради. Хусусан, агар антеннага фақат битта каналга руҳсат бор бўлса, кодни қўйиш қабулни ёмонлаштирамайди. Дастлабки ҳисоблашлар ушбу техника кичик бир частотали тармоқларни қамраб олиш соҳасини 30% кенгайтириш имконини беришини кўрсатди.

**Шуни алоҳида таъкидлаб ўтиш жонзки, DVB-T2 да қўшимча функциялар киритилиши ҳам белгиланганлар, уларнинг баъзилари ҳозирги кунда ишлатилмасида, келажакда**

ушбу тизим имкониятларидан кенг фойдалиш мумкин. **Масалан:** T2да иккита қўшимча қурилма мавжуд бўлиб, уларни келажакда кадрни кенгайтиришда қўллаш мумкин. Бунда T2 кадрининг тузилиши ҳали аниқланмаган турдаги сигналларга мўлжалланган мавжуд бўлмаган турдаги кадрларга сигнализацияни киритиш имкониятини кўзда тутати (7.14-расм).



7.14–расм. T2 кадрлар аро FEF майдонларининг киритилиши

Яъни, бу FEF (Future Extension Frames- Кадрларнинг Келгуси Кенгайтириши) кадрларнинг мазмуний таркиби ҳали аниқланмаган. T2 кўрсаткичларига мос сигнализациянинг киритилиши биринчи авлод ресиверлари учун FEF-фрагментларни таниб олиш ва уларга эътибор бермаслик имконини яратади. Бирок ҳозирдан эгалланмаган ўринлар узатишнинг биринчи тизимларини келажакдагилари билан тескари алоқасини таъминлаши, уларда бу сигнализация таркибни янги маълумотлар ҳақидаги ахборотни ташишини белгилайди.

**Шунингдек, T2да частота-вақт сегментация кўзда тутилган бўлиб,** улар келгусида слотларга (TFS — Time Frequency Slicing – частота кесиш вақти) частота-вақт бўйича бўлиш учун зарур. **Гарчи асосий қабул қилишнинг хусусияти** TFS дан фойдаланмай қўллашни назарда тутсада, сигнализацияларга киритилган белгилар, улар иккита тюнер билан жиҳозланган бўлгуси ресиверларнинг TFS-сигналлари билан ишлаш имконини беради. Бундай сигнал бир неча радио частота каналларни эгаллайди ва ҳар бир хизматнинг турли фрагментлари умумий ҳолда турли частоталарда узатиладилар. Ресивер каналдан каналга сакраб ўтиб, созланиб, қабул қилинаётган хизматга тегишли маълумотлар фрагментларини йиғиб олади. Бу битта радио частота каналига учун руҳсат олингандан кўра кенгрок пакетларни шакллантириш имконини беради. бу эса ўз навбатида каналлар частоталарини

режалаштиришдаги мослашувчанлигини ва статик мультимплексирилаш ҳисобига каналлар сонини ютиш имконини яратади.

Бунда T2 тизимининг ўтказувчанлик қобилияти параметрларнинг белгиланган бутун кетма- кетлигини танлаш билан аниқланади. Бу мақсадда кўпгина опциялар кўриб чиқилган ва аниқ конфигурация билан қабул қилгичлар махсус сигнализация ёрдамида хабардор қилинади. Параметрларни танлаш тизим иши мукамаллаштиришни кўзда тутаяди, масалан, каналдан каналга ўтиш вақти билан хизмат ахборотининг қисмининг ўзаро муносабати ёки ўтказувчанлик қобилияти билан ҳалақитларга чидамлилиқ орасидаги мослашувни кидириш.

Шакллантирувчи кўрсаткичларнинг кўп бўлиши бошқа тизимлар билан солиштиришни мураккаблаштиради. Масалан, T2ни DVB-T билан солиштирсак, биринчи навбатда стандарт каналдаги худди шундай сигнални таъминловчи, бироқ T2 да мураккаб шароитда қабулнинг катта ҳалақитбардошлигини назарда тутаядиган параметрлар олиниши мумкин. Бундай вариант DVB-Tга нисбатан T2 каналининг юқори ўтказувчанлик қобилиятига мос келади. Бироқ нормал канал учун кўрсаткичлари пастроқ вариантни ҳам танлаш мумкин, аммо худди аввалгидек қабул қилиш мураккаб шароитларидаги каналлар учун юқорилари танланади. Бундай шароитда қабул қилиш қобилияти яна ҳам ошади.

Гаусс каналидаги бир хил турдаги тизим нисбий характеристикалари 7.1-жадвалда келтирилган.

Жадвалдан кўриниб турибдики, DVB-T инглизча вариантга нисбатан қутилаётган ўтказувчанлик қобилиятининг ўсиши 1,5 мартани ташкил қилади. Бу назарий баҳолашнинг натижалари, аммо мавжуд адабиётларда ушбу материалларини ифодалашдаги тажрибавий натижалар келтирилмаган.

Шундай қилиб, DVB-T2 янги стандартининг асосий ҳолатини таҳлил қилишда, стандартга сигналларни эфирли узатиш хусусиятини назарда тутувчи янги самарали технологиялар киритилган деб ҳисоблаш мумкин. Бундан

ташқари, кадрларнинг хизмат-назорат устқурмаларини оптимизациялаш имконини берувчи асосий параметрлар сафи кенгайтирилган. Буларнинг барчаси умумий холда ўтказувчанлик қобилиятини сезиларли ошишига ва бир вақтнинг ўзида тизимнинг чидамлилигини оширишига олиб келиши кутилмоқда. Яъни, юқори аниқликдаги телеузатишлари учун мукамал тармоқни қуриш имкони мавжудлиги ва таъкидланмоқда.

7.1-жадвал

DVB-T ва DVB-T2 тизимларининг айрим қиёсий  
характеристикалари

	DVB-T(инглиз варианти)	DVB-T2
Модуляция	64QAM	256 QAM
ФТЎ ўлчами	2К	32К
Ҳимоя интервали	1/32	1/128
FEC	2/3CC+RC (8%)	3/5LDPC+VCH (0,3%)
Тақсимланган ТС	8%	1%
Гурғун ТС	2,6%	0,35%
Кадр сарлавҳаси	1%	0,7%
Полоса	нормал	кенгайтирилган
Ўтказувчанлик қобилияти	24,1 Мбит/с	35.9 Мбит/с

Бу ерда: ФТЎ – Фурье тез ўзгартириши; ТС- таянч-сигнал

### 7.3. DVB-C2 кабель телевидение стандарти

Каналдаги халақитларнинг паст кўрсаткичи ва юқори ўтказувчанлик қобилияти ҳисобига замонавий кабелли телевизион тармоқлар ҳозирда ва келгусида айниқса, кенг полосали тесқари алокани шакллантирувчи телекоммуникацион хизматлар учун сифатли асосларни намоён қилмоқда. DVB-C стандартида рақамли телевидение тизимини MPEG-2 сиқилиши билан биргаликда жерий қилиниши тармоқда катта миқдордаги

телевидение каналларини киритиш имконини яратди. Шу билан бирга DVB-C аналог телеэшиттириш билан бирга мавжуд бўлиши давом этмоқда, чунки ҳозиргача кўпгина кабель тармоқларида Интернет маълумотларини икки томонлама узатиш амалга оширилмоқда. Операторлар ўзларида анъанавий телеэшиттиришга қўшимча телефония ва Интернетга киришни таъминлайдиган мультисервис хизматлар пакетини шакллантирадilar. Бунда IP-трафик ҳажми сезиларли ўсмоқда ва бу ривожланиш келажакда ҳам сақланиб қолиш истикболи кутилмоқда. Ундан ташқари, видеоматериаллар борган сари юқори аниқликдаги телевидение форматида тақдим қилинмоқда, бу эса стандарт аниқликдаги телевидениега нисбатан юқори ўтказувчанлик қобилиятини таъминлайдиган кенгроқ полосани талаб этади. Шу билан бирга, фойдаланилаётган тўғри канал спектри 800МГц қиймат билан чекланган. Шунинг учун юқори аниқликдаги телевидение стандартида оммавий узатишларни жорий қилишда, кўпгина кабель операторлари, спектр частоталари етишмаслиги муаммосига дуч келадилар. Ушбу муаммони ёки телевидение диапазони юқори частотасини кўтариш ёки тармоқдаги абонентлар сонини кам миқдорга эга сегментларга бўлиш билан бартараф этиш мумкин. Иккала ёндашув ҳам қўшимча қурилмаларни ҳам узатиш, ҳам қабул қисмларида фойдаланишни талаб қилади, бу ўз навбатида кўрсатилаётган хизмат ҳаққини ошишига олиб келади. Учинчи, истикболли ёндашув – физик каналнинг спектрдан самарали фойдаланиш технологиясини қайта ташкил қилишдир. Бундай технология айнан яқиндагина қабул қилинган рақамли кабельли телевидение стандарти, иккинчи авлоди DVB-C2да ишлаб чиқилган.

### **DVB-C2нинг умумий характеристикалари**

DVB стандартлари иккинчи авлоди учта асосий транспорт муҳитга - DVB-S2 (йўлдош), DVB-T2 (эфир) ва DVB-C2 (кабель) хизмат кўрсатувчи учта асосий транспорт стандартларини ўз ичига оладилар. DVB-X2 стандартлар оиласини ишлаб





DVB-S2 ва DVB-T2 даги каби янги кабель стандартида ҳам битта физик канал ичида бир неча транспорт каналларини ажратиб олиш кўзда тутилган. Улар PLP (Physical Layer Pipe - Трубининг физик қатлами) номини олган. Бу манътиқий канал бўлиб, у MPEG-2 TS оддий оқимни ўтказиш ёки GSE (Generic Stream Encapsulation – ташкилий умумий оқим) IP протоколидан фойдаланган ҳолда узатиш учун қўлланилиши мумкин. Ҳар бир PLP ишлов беришнинг кириш блокдан ўтказилади, унинг кетидан халақитбардош кодлаш модули ва сўнгра QAM-символлар шакллантиригичига узатилади. Бир ёки бир неча PLP маълумотлар қатлами Data Slicesга (канал билан бир хил) ётқизилиши мумкин. Пакетли хатоликларга ёки кичик полосали халақитлар таъсирига чидамликликни ошириш учун ушбу қатламлар вақт ва частота бўйича оралатиладилар. Сўнгра улар барча қатламларни Бирлаштирувчи ва таянч-сигнал, шунингдек, биринчи даража сигнализация сарлавҳасини қўшувчи кадр шакллантиригичига келиб тушадилар. Охириги босқичда шакллланган кадр OFDM-оқим и генераторига келиб тушади.

Бир неча PLP дан фойдаланиш битта физик каналда бир неча мустақил манътиқий каналларни узатиш имконини яратади. Ҳар бир PLP шундай манътиқий канални намоён қиладикки, унда ёки MPEG-2 TS транспорт оқими пакетлари ёки GSE протоколидан фойдаланиб IP-пакетлар узатиладилар.

Қабул қилувчи томонда аниқ PLPни идентификациялаш имконини берувчи PLP Id- идентификатори, ҳар бир пакет олдида узатиладиган сарлавҳанинг қисми ҳисобланади. Ушбу сарлавҳани декодлаб, PLP Id ажратиб олингандан кейин, қабул қилгич сарлавҳа кетидан келтаётган пакетни декодлаш керакми ёки керак эмаслигини аниқлаб бериши мумкин. Талаб этилаётган PLP га тегишли бўлмаган пакетлар QAM-демодулятор ва халақитбардош кодлаш декодерига ўтказилмайдилар. Натижада қабул қилгич томонидан ишлов берилаётган оқим тезлиги, шунингдек, ушбу ишловга талаб этилаётган процессор қуввати сезиларли пасаяди. PLP дан фойдаланишнинг бошқа афзаллиги шундаки, унда турли оқимларни турли халақитбардошлик қийматида узатиш мумкин, масалан: модуляция схемаси ва

халақитбардошли кодлаш режими ҳар бир PLP учун индивидуал танланиши мумкин. Яъни, ҳар бир хизмат учун ўзининг хизмат кўрсатиш сифати (Quality of Service- QoS) танланиши мумкин. Параметрларни индивидуал танлашнинг афзаллиги биринчи навбатда маълумотларни “нукга-нукта” режимида иккитомонлама узатилишида намоён бўлади. Улар бош станция ва аниқ абонент қурилмасини боғловчи каналлар характеристикасидан келиб чиқиб танланади, аниқроқ айтганда, алоқа линиясининг давомийлиги, тармоқ кучайтиргичлари сони ва уй ичи учун ажратилгани сифатларга боғлиқ бўлади.

Ушбу техника Интернетга мўлжалланган тармоққа **DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specifications- маълумотларни коаксиал телевизион кабель орқали узатиш стандарти)** кабель орқали кириш учун қўлланилиши мумкин. Ушбу ҳолатда тўғри йўналишда узатишда DVB-C2 канали ишлатилади, қабул қилинаётган сигнал сифати ҳақидаги ахборот эса кабель модем орқали тесқари каналда узатилиши мумкин. Бу тармоқ спектрдан фойдаланиш самарадорлигини оширишга имкон беради.

**Халақитбардош кодлаш ва модуляция.** Қурилманн умумлаштириш учун DVB-C2 стандартида ҳам LDPC халақитбардош кодлаш амалга оширилади ва у аввалроқ DVB-T2 ва DVB-S2 стандартларига киритилган эди. Ушбу канал кодлари 20 асрнинг 60-йиллариданок маълум бўлганлар. бироқ унинг амалиётда қўлланилиши сўнгги йиллардагина, микропроцессор технологиялари ривожланганидан сўнг, амалиётга татбиқ қилиш мумкин бўлди. Улардан фойдаланиш афзаллиги қуйидагида ўз аксини топган. Ҳимоя коди нисбий тезлигига 9/10 бўлганда декодер томонидан, ҳаттоки хатоликлар зичлиги бир неча фоиз бўлганда ҳам, DVB-C2 оқими тикланиши мумкин. DVB-C да қўлланиладиган Рид-Соломон кодлари худди шундай тезликдаги оқимни квазихатоликсиз ҳолатдаги хатоликлар зичлиги  $2 \cdot 10^{-4}$  ошмагандагина тиклаши мумкин. LDPC-кодлашнинг самарадорлиги айниқса давомийлиги катта кетма-кетликларни кодлашда юқори бўлади. Чунки DVB-C2 стандартида LDPCга қўйиладиган сўзичи давомийлиги **64800 битни** (DVB-C даги

1632 бит ёки 204 байт ўрнига) ташкил қилади. Яъни, кодланаётган сўз MPEG-2 TS транспорт пакети билан корреляцияланмаган (боғланмаган).

DVB-C2 да LDPC кодлашдан кейин жуда юкори нисбий тезликка (0,99 атрофида) эга BCH коддини қўллаш кўзда тутилган. Ушбу код кам корреляциялаш қобилияти LDPC билан тўғрилаш сатҳини (поғонасини) пасайтириш учун киритилган. Тўғрилаш поғонаси LDPC ёки турбокодлар каби барча итератив (яқинлашиш) кодлаш схемаларида мавжуд. У декодлашдан кейин, FEC-декодер томонидан бажарилган кетма-кет итерациялар тўғрилашлари ёрдам бермайдиган, хатоликларнинг бир нечтасининг қолиб кетишида юзага келади.

Халакитбардош кодлашнинг самарадорилигининг сезиларли даражада ошириш учун модуляциянинг янада юкорирок ўлчамли қийматларидан фойдаланиш керак. Агар DVB-C да максимал 256 QAM ни ишлатиш мумкин бўлса, DVB-C2 да кўшимча 1024 ва 4096 QAM бўлган қийматлардан фойдаланиш мумкин. Мумкин бўлган модуляция комбинациялари 7.2-жадвалда келтирилган. Келтирилган жадвалдан кўриниб турибдики, маълумотларни хатоликларсиз қабул қилиш учун зарур бўлган сигнал/шовкин нисбати 10дан 35 гача бўлган ораликда ётади ва бунда модуляциялашнинг рухсат этилган спектри ва кодлаш схемалари, талаб этилаётган сигнал/шовкин нисбатининг 2дБ атрофидаги қадами билан танлаб олиш имконини беради.

**DVB-C дан DVB-C2 нинг асосий фарқи шундаки.** унда битта QAM-модуляцияланган ташувчиги ўрнига OFDMни қўлланилади, чунки OFDM турли кўринишдаги канал бузилишларига кўпроқ чидамлироқдир (масалан: кичик полосали халакитлар ёки кўп нурли аксланишларга). DVB оиласига келадиган бўлсак, OFDM бошида DVB-T биринчи авлоди эфир стандартида қўлланилди, кейин унинг имкониятларидан DVB-T2ни кенгайтирилишида ва такомиллаштирилишида қўлланилди. Янги эфир стандартида қўлланилган COFDM-кўрсаткичлар тўшмаги кабель орқали узатишлар талабларига тўла мос келадилар, шунинг учун улар DVB-C2 га ҳам фойдаланилган. COFDM-параметрларининг умумийлиги кабель ва эфир

стандартни қурилмалари функционал блокларининг қўпгина қисмларининг ўхшашликлари улар учун мужассамлаштирилган чиплар яратиш жараёнини арзонлаштирди.

#### 7.2-жадвал

DVB-C2 тизимида хатосиз қабул қилиш учун рухсат этилган нисбий узатиш тезлиги, модуляцияси ва сигнал/шовқин кийматлари

FEC	16 QAM	64 QAM	256 QAM	1024 QAM	4096 QAM
2/3	-	13,5 дБ	-	-	-
3/4	-	-	20,0 дБ	24,8 дБ	-
4/5	10,7 дБ	16,1 дБ	-	-	-
5/6	-	-	22,0 дБ	27,2 дБ	32,4 дБ
9/10	12,8 дБ	18,5 дБ	24,0 дБ	29,5 дБ	35,0 дБ

Натижада DVB-C2 формати DVB-T2да ўзлаштирилган фойдали OFDM-символ давомийлиги 448 мкс бўлган ва химоя интервалининг иккита кўриниши- 1/64 ва 1/128дан иборат 4К режимни қўллайдн. Ундан ташқари, DVB-C2да иккала тизимда ҳам канал сифатини баҳолаш ягона блокни қўллаш имконини берувчи таянч-сигналларни тақсимотлаш схемасидан фойдаланилади.

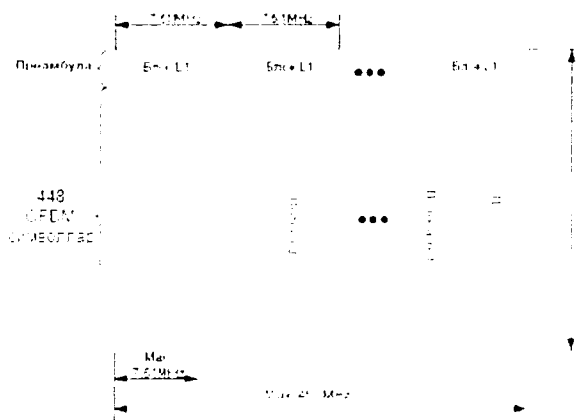
Шу билан бирга, эфир стандартидан фаркли. DVB-C2 частота диапазонида каттик боғланишга муҳтож эмас. Кабелли тармоқ ёпик экранлаштирилган муҳитни ифодалагани учун, уни спектрнинг частота тақсимланиш эфир режаси билан бошқариш зарурияти йўқ. Шунинг учун, кабелли тизимда канал полосасини ўз талабларидан келиб чикиб, аста мослаштира бўлади. Битта модуляцияланган ташувчи ўрнига OFDM ни қўллаш, айна шу имкониятни таъминловчи калит- фактор ҳисобланади. Канал кенглиги унга ажратилган OFDM –ташувчиларнинг аниқ сонига қараб белгиланади. Кириш фильтр характеристикаси ва тизим соатлари деярли ўзгармайди. Бундай ёндашув хизматларнинг кўпроқ миқдорини жойлаштириш учун узатилаётган сигнал

полосасида кенгайтириш имконини яратади. Абонент қурилмасини мураккаблаштирмаслик ва қимматлаштирмаслик бундай каналларни сегментланган қабулини татбиқ этишни тақозо этади. Ушбу ёндашув эфир телевидениенинг япон тизими ISDB-Tда қўлланилади. Стандарт полоса ўтказиш қобилиятига эга қабул қилгич кенг пакетдан, айти дақиқада, қабул қилинаётган хизматни ташкил этувчи маълум қисмини ажратиб олиши мумкин, ушбу қисм томондан эгалланадиган полоса ҳеч қачон 8МГцдан ошмайди.

DVB-C2 кадрининг тузилиши 7.16-расмда кўрсатилган. C2нинг ҳар бир кадри бир ёки бир неча OFDM-символлардан иборат ва иккита асосий вазифани бажарувчи дастлабки қисмдан (преамбуладан) бошланади. Бир томондан у тузилманинг ўзини ва OFDM-сигнални вақт ва частота бўйича ишончли синхронизациясини таъминлайди. Шу мақсадда преамбулага таянч-сигналларнинг ўзига хос кетма-кетлиги киритилади ва улар преамбула символларининг ҳар олтинчи OFDM-ташувчисини модуляциялайди. Бошқа тарафдан преамбула ўзида маълумотлар оқимини декодлаш учун зарур бўлган фойдали ахборотдан иборат бўлган 1-қийматли (L1) сигнализациясини сақлайди. Преамбула цикл бўйича узатиладиган L1 сигнализация блокларидан иборат, улар кенг полосали каналнинг ҳар 7,61 МГц полосасида такрорланади. L1 блокларининг аниқ белгиланган жойлашуви ва уларнинг 7,61 МГц кадам билан такрорланиши ҳар қандай 8 МГц диапазонида кадрни солашни таъминлайдиган қабул тўнерини ишлашини таъминлайди. 7.17-расмда келтирилганидек, сигналнинг частота бўйича намойишга ўтишда (яъни, Фурьенинг тўғридан-тўғр ва ўзгартиришидан кейин) қабул қилгич, у томонидан қабул қилинган ташувчиларни керакли тартибда жойлаштириш ва преамбуладаги ахборотни тиклаш имконига эга. Ҳаттоки, бир неча ташувчиларнинг йўқотилиши ҳам тизим ишига сезиларли таъсир кўрсатмайди, чунки сигнализация жуда халакитбардош режимда узатилади. L1сигнализация блокларидан фаркли равишда қатламлар частота диапазонида қаттиқ боғланмаслиги керак ва улар оқим ичида тамомила эркин жойлаштирилиши мумкин. Ягона талаб - ҳеч қайси

катлам кенглиги 7.61 МГцдан ошмаслиги керак. Айнан шунинг учун L1 сигнализациялари кирувчи оқимнинг хар қандай частота сегментига созлаш мумкин бўлиши керак.

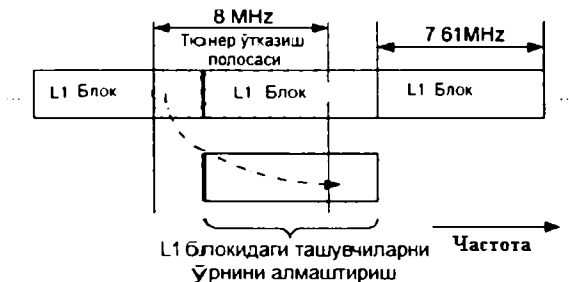
Бундай схема ажратилаётган қатлам полосасини унда узатилаётган оқим тезлигига аниқ созлаш имконинин беради. Масалан, турли бит тезликдаги йўлдош оқимлари DVB-C2 оқимларига ортикча битлар билан тўлдирмай ёки MPEG-2 TS транспорт оқимига қайта мультимплексирамасдан туриб ўтказилишлари мумкин. Қатлам токи OFDM-сигналнинг барча ташувчилари тўлмагунча шаклланишлари мумкин. Хар бир қатламни кенглиги ва жойлашгирилиши фреймдан-фреймга қараб ўзгариши мумкин, лекин бу қабул қилгични созлаш заруриятини талаб этмайди. Кадрда узатилаётган L1 блокдаги сигнализация фақатгина қатламнинг бошланғич ва охири частоталаридан иборат бўлмайди, балки, ушбу қатламни қабул қилиш учун оптимал частота созлашларини ҳам ўзида мужассамлайди. Яъни, узатгич қатлам параметрларини кадрдан-кадрга қараб, унга берилган қабул полосаси доирасида, ўзгартириши мумкин.



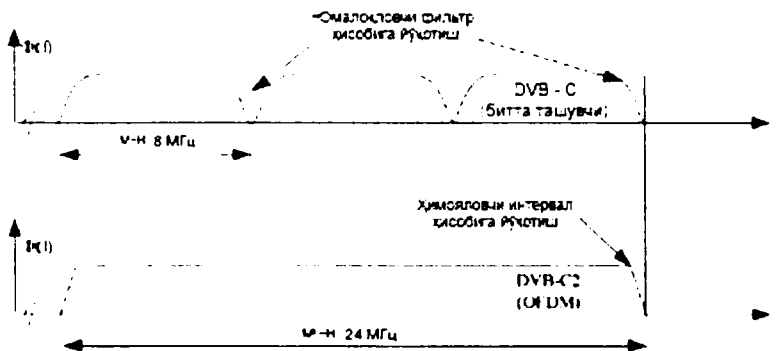
7.16-расм. DVB-C2 кадр структураси

DVB-C2 ишлаб чиқишдан асосий максалларидан бири сикетрдан фойдаланиш самарадорлигини оширишдир. Бу

LDCP—кодлашда OFDM ни қўллаш ҳисобига ва QAM-модуляциянинг анча юқори сифатли бўлган схемаларидан фойдаланиш асосида эришилади. DVB-C стандартида унинг бир частотали модуляцияси билан узатилаётган сигналга шакл берувчи маскировкаловчи филтър ишлатилади.



7.17-расм. DVB-C2 преамбуласининг структураси



7.18-расм. DVB-C ва DVB-C2 ларда спектрдан фойдаланиш чизмаси

Текисловчи филтър таъсири натижасида, канал чегараларида қияликлар юзага келади (7.18-расм). DVB-Cда текислаш коэффиценти 0,15 бўлган филтърлардан фойдаланилади ва ушбу катталиқка спектрдан фойдаланиш самарадорлиги камаяди. Аслини олганда бундан кичик коэффицентли филтърдан ҳам

Фойдаланиш мумкин, бироқ бу узатгич ва қабул килгичларнинг созланишларнинг янада юқори аниқликда бўлишини талаб қилади.

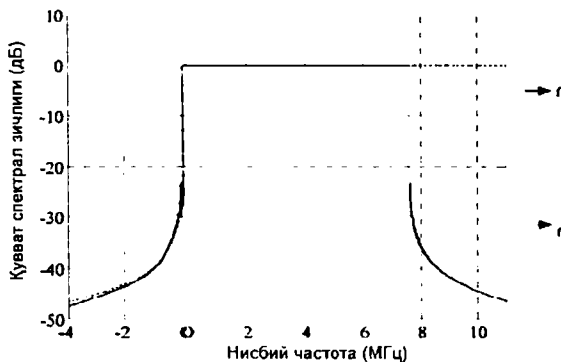
Таъкидлаб ўтиш жоизки, текислаш эвазига йўқотилган спектр кенглиги канал абсолют кенглигига боғлиқ бўлмайди, яъни 16МГц канал учун текислаш спектр йўқотишлари худди шундай бўладилар. Лекин OFDM ҳолатида бундай эмас. Бу ерда йўқотишлар ҳимоя интервалини қўшиш, таянч-сигналлар ва спектр чегараларида ҳимоя полосасини киритиш билан боғлиқ бўладилар. Ҳимоя интервали 1/128, таянч-сигналлар жойлашув зичлиги 1/96 бўлган стандарт режимда, шу икки фактор билан боғланган йўқотишлар тахминан 2%ни ташкил этади. Чегаравий ҳимоя каналларига келадиган бўлсак, улар фақат қўшни каналлар орасидагина талаб этилади, аммо битта OFDM-оқими ичида эмас. 7.19-расмда кўриниб турганидек, чегаравий ҳимоя полосаси кенглиги OFDM-сигнал эгаллаб турган полосага деярли боғлиқ бўлмайди. DVB-C идеал сигналларининг 450МГц даги 7,61 кенгликда чегаравий частота спектрал зичлиги графикаси деярли бир-бири устига ётадилар. Яъни, иккала сигнал учун ҳам тахминан, 200кГц ли ҳимоя полосаси етарли бўлади. Шундай қилиб, полосани кенгайтириш спектр йўқотишларни сезиларли камайишини таъминлайди. Мисол учун, 32 МГц(6,4 МГц ли 5та қатламни узатиш учун) кенгликга эга DVB-C2 сигнали спектр йўқотишлари 3,25% ни ташкил қиласа, айти вақтда DVB-C да улар 15%ни ташкил қилади.

Шундай қилиб, спектр йўқотишлар, COFDM асосида LDPC-кодлаш мужассамлигида қўллаш ҳисобига, бўйича самарадорлик назарий чегарага яқин тизимни яратиш имконини бери.

7.3-жадвалда DVB-C ва DVB-C2 тизимларида ахборот битларининг мумкин бўлган узатиш тезликлари келтирилган. Аниқроқ таққослашлар учун иккала тизим учун ҳам 8МГц кенгликдаги канал кўриб чиқилмоқда. DVB-C2 ҳолатида оқим умумий кенглиги 32 МГц катталиқ билан белгиланган. DVB-C2 да юзага келган янги режимлар сигнал/шовқин нисбатини 35дБ бўлганда, тезликни 65% катталikka ошириш имконини беради



ҳамда бунни кўпгина замонавий кабель тармоқларида амалга ошириш мумкин.



7.19-расм. 480 МГц да сигнал кенлиги 7,61 МГц ҳолатда 1/128 ҳимоя интервалига эга DVB-C2 сигналнинг спектрал зичлигининг тақсимланиши. Биринчи актив ташувчи ости 0 МГц нисбий частотада жойлашган.

7.3-жадвал.

Канал кенлиги 8 МГц бўлгандаги DVB-C ва DVB-C2 тизимлари учун мумкин бўлган ахборот битларининг узатиш тезлиги (DVB-C2 кўрсаткичлари: полюса кенлиги — 32 МГц, ҳимоя интервали — 1/128, таянч-сигналлар зичлиги — 1/96).

-	16 QAM	64 QAM	256 QAM	1024 QAM	4096 QAM
DVB-C	25 Мбит/с	38,4 Мбит/с	51,2 Мбит/с	-	-
C2, 2/3	-	31,4 Мбит/с	-	-	-
C2, 3/4	-	-	47,1 Мбит/с	58,9 Мбит/с	-
C2, 4/5	25,1 Мбит/с	37,7 Мбит/с	-	-	-
C2, 5/6	-	-	52,4 Мбит/с	65,4 Мбит/с	78,6 Мбит/с
C2, 9/10	28,3 Мбит/с	41,4 Мбит/с	56,6 Мбит/с	70,7 Мбит/с	84,8 Мбит/с

Шундай қилиб, ишлаб чиқилган DVB-C2 стандарти спектрдан фойдаланиш самарадорлигини сезиларли ошириш имконини берди. Бу LDPC-кодлар базасида халақитбардош кодлашга асосланган юқори қийматли QAM (4096 QAMгача) – модуляция тизимини қўллаш ҳисобига эришилади. Бундан ташқари, OFDMдан фойдаланиш самарадорлик ва мослашувчанлик борасида қўшимча ютуқларга эришишни таъминлайди, шунингдек, DVB-T2/C2 тизимлари учун ягона қабул чипларини яратишни, яъни арзонлаштириш имконини беради. Стандартнинг ишчи имкониятлари назарий чегарага жуда яқин бўладилар. Бу эса унинг асосида стандарт ва юқори аниқликдаги телеэшиттиришни, шунингдек, Интернетга кириш ёки талаб қилинган бўйича видео кўринишидаги интерактив хизматларни ўзида мужассам этган иқтисодий самарадор тизимни яратиш имконини беради. У шунингдек, MPEG-2 TS транспорт пакетларисиз, GSE протоколидан фойдаланиб, узатишни таъминлайди, бу эса узатилаётган хизмат ахборотининг ҳажмини кичрайтириш имконини беради.

#### **7.4. Мобиль телевидение стандарти DVB-SHнинг умумий характеристикаси**

DVB-SH стандарти айнан мобиль ТВ тармоқларини яратиш учун ишлаб чиқилган, бироқ, DVB-T билан мослиги DVB-SHни ҳар қандай рақамли телевидениенинг DVB-T тизими билан ёки унинг ўрнига алоҳида ташкиллаштириш имконини беради.

DVB-х стандартлар оиласининг биринчи авлоди (кабель, ер усти ва йўлдош рақамли эшиттиришларига мосланган DVB-C, DVB-T ва DVB-S стандартлари) бир неча ўн йилликлар олдин аниқланган. Ушбу давр мобайнида иккинчи авлод стандартларини яратишга энг камида иккита муҳим шарт-шароитлар юзага келди. Биринчидан, абонентлар нисбатан кўп телевизион каналларни (шу қаторда юқори аниқликдаги HDTVни ҳам) қабул қилиш талаблари юзага келди, иккинчидан, операторлар рақамли эшиттириш тармоқларини шакллантиришда

инвестицияларни қисқартириш зарурияти тугилди. 2007 йилда дунёга келган DVB-SH стандарти DVB-C2, DVB-T2 ва DVB-S2лар каби DVB-х оиласининг иккинчи авлодига тааллуқли бўлиб, у ҳам рақамли эшиттиришни сифатини ошириш ва инвестицияларни тежаш учун зарур бўлган барча хусусиятларга эга.

Гибрид стандартни ишлаб чиқишда қуйидаги шароитлар ҳисобга олинган. Йўлдош транспондердан сифатли қабул қилиш учун унинг тўғридан-тўғри кўринадиган зонада жойлашиши муҳим, шунинг учун бинолар ичида қабул қийинлашиши мумкин. Шунинчун олган ҳолда, ушбу камчиликни бартараф этиш учун аҳоли зич жойлашган ҳудудларда қабул ер усти ретрансляцион станциялар томонидан амалга оширилади. Шу сабаб ер усти ёки йўлдош тармоқ орқали узатилаётган DVB-SH битлари шундай синхронизацияланиши керакки, бунда абонент терминали сигнали қаердан – ретрансляторданми ёки сунъий йўлдошданми қабул қилинаётганлиги билинмай қолсин. Ер усти ва йўлдош тармоқларни OFDM-модуляция режимида синхронизация қилинганда сигнал ҳам бино ичида, ҳам кўчада жойлашган ҳам мобиль, ҳам силжимайдиган терминалларга сифатли эшиттиришни таъминланади. Яъни шаҳар бинолари зич жойлашган ҳудудларда абонентлар DVB-SH ёрдамида бирданга иккита тармоқдан – йўлдош ва ер усти тизимларидан сигнал қабул қилиши мумкин. Бу “сояли” экранланиш эффектидан қутилиш имконини беради, эффект фақат йўлдош тармоқдан фойдаланганда юзага келади, чунки йўлдош абонентга нисбатан вертикал бўлмаган ҳолда “нур сочади” ва барча иморатлар унинг сигналинини ўтишига қайсидир даражада тўсқинлик қиладилар. Шу каторда, шаҳардан ташқарида, яъни “сояли” экранланиш муаммоси бўлмаган жойларда фақат йўлдош алоқадан фойдаланиш мумкин. Ҳозирги вақтда DVB-SH-эшиттириш учун иккита сунъий йўлдош ишлатилмоқда: улардан бири Америка компанияси ICO Global Communicationsга, иккинчиси эса Европа оператори Solaris Mobile (Eutelsat ва SES Astra қўшма корхонаси). Европада DVB-SH гибрид стандарти билан Alcatel-Lucent тизим

интегратори иштирокида Париж шаҳри қопланган, йўлдош тармоқдан сигнални бутун Франция бўйича қабул қилиш мумкин.

DVB-SH – гибрид тармоғининг иккинчи асосий хусусияти шундаки, у операторга битта частотада, битта MPEG-2 транспорт оқимида турли параметрларга эга телевизион контентнинг иккита кўринишига: мобиль ва силжимайдиган абонент мўлжалланган эшиттиришда MPEG-4нинг иккита оқимини узатиш имконини беради. Бунда силжимайдиган абонент учун контент ҳам стандарт форматдаги, ҳам HDTV форматдаги каналларни ўз ичига олиши мумкин. DVB-SH узатгичи томонидан 16QAM 2/3 модуляция режимида ҳосил бўладиган битта мультиплекснинг транспорт канали сизими тахминан 14 Мбит/с ни ташкил қилади ва унга силжимайдиган абонент ҳам мобиль телеканалларнинг турли комбинациялари жойлашиши мумкин. Мисол учун, юқори аниқликдаги телевидениенинг ҳар бири 4,5 Мбит/с тезликдаги иккита канали, стандарт аниқликдаги телевидениенинг 1,5 Мбит/с даги иккита канали ва мобиль телевидениенинг (LDTV) 384 Кбит/с тезликдаги 5 та канали бўлишлари мумкин. Шундай қилиб, DVB-SH тармоғи ёрдамида оператор частота ресурс чекланган шароитларда, битта узатгич асосида бирданга фойдаланувчиларнинг иккита сегментини узатишни таъминлаш мумкин. Бунда мобиль ва силжимас терминаллар фақат контентнинг ўзларига тегишли қисминигина кўрадилар. Дастлаб амалиётда DVB-SH воситасида гибрид рақамли телевидениенинг татбиқи CSTB 2010 кўргазмасида Alcatel-Lucent компанияси томонидан намойиш қилинган.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, DVB-SH тармоқларини қуриш, топологияси ва қўлланиладиган частота ресурслари бўйича, улар мобиль алоқа тармоқлари каби амалга оширилади. Шунинг учун уларнинг ёйишда мавжуд мобиль алоқа тармоқлари инфраструктурасини қўллаш мумкин. DVB-T ёки DVB-H асосида ер усти телеэшиттириш тармоғида DVB-SHни ривожланишига келсак, у мавжуд узатгичларга DVB-SH модуляторларни қўшиш йўли билан амалга оширилади. DVB-SH- тармоққа уланиш учун абонентлар ўрнатилган, DVB-SHни қўллайдиган, махсус терминаллардан фойдаланишлари мумкин: мобиль телефонлар,

мультимедиа гаджетлари, телевизион қўшимча мосламалари, USB-қабул қилгичлари. Ундан ташқари, DVB-SH-сигнални қабул қилиш учун турли телевизорлардан фойдаланиш мумкин, ҳаттоки аналог телевизорлардан ҳам, қўшимча DVB-SH-ресиверни ўрнатиш шарти билан.

Амалиётда DVB-SH DVB-T/T2 билан биргаликда қўлланилиши мумкин. Шаҳарларда юқори аниқликдаги телевизион сигнални (HDTV) қабул қилиш учун силжимас антенналар ва абонент ўзи билан олиб юрмайдиган стационар телевизорлардан фойдаланидилар. Шунинг учун шаҳар шароитида HDTV-эшиттиришлар учун юқори ўтказувчанлик қобилиятини таъминловчи DVB-T/T2 асосидаги тармоқлар анча самаралидир. DVB-SH бин оларда ва мобил терминалларда стандарт аниқликдаги телевизион сигналларни халақитбардош қабулини таъминлашда қўшимча сифатида қўлланилиши мумкин. Шаҳардан ташқарида, яъни сигнални қабул қилиш сезиларли яхши шароитларда, DVB-SH эшиттиришнинг ҳар қандай кўриниши қўлланилиши мумкин, бунда DVB-T/T2га нисбатан анча катта ҳудудни қамрашда тармоқни ёйиш минимал харажатлар билан амалга оширилиши мумкин. DVB-SHнинг иктисодий самарадорлиги ҳам ана шундадир. Шундай қилиб, DVB-SHни нафақат гибрид ва мобиль эшиттириш тармоқлари қуриш пойдевори сифатида, балки телевидениени рақамлаштириш доирасида DVB-T ёки DVB-T2 стандартлари асосидаги тармоқларни ёйишда самарали қўшимча сифатида қараш мумкин.

## 8. РАҚАМЛИ ТЕЛЕЭШИТТИРИШ ҚАБУЛ ҚИЛУВЧИ ҚУРИЛМАЛАРИ

2008 йилнинг охирларига келиб, Ўзбекистонда DVB-T стандартидан фойдаланиб, 41 ва 42 телевизион каналларга мўлжалланган ер усти эшиттиришларининг рақамли телевидениеси ишга туширилди. Рақамли телевидение эшиттиришлари MPEG-4 (H.264) сиқиш форматига амалга оширилмоқда. Тижорат татбиқ билан махсус ташкил этилган ташкилот "Uz Digital TV" шуғулланмоқда ва контент ҳимояси учун IRDETO 2 шартли кириш тизими танланган. Бу вазиятда рақамли телеэшиттириш сигналларини қабул қила олмайдиган аналог телевизорларнинг катта сонининг мавжудлиги муаммо бўлган.

Бу муаммо аста секин иккита усул билан ҳал этилган:

- Телевизорга махсус қўшимча мосламани улаш билан, у рақамли телевидение сигналларини қабул қилиб, уларни аналог телеэшиттириш стандартига айлантириб, оддий телевизорларда намоёйиш этилишини таъминлаш;
- Учинчи авлод телевизорларига махсус рақамли қўшимча платани улаш ва канал селекторларини мос равишда алмаштириш.

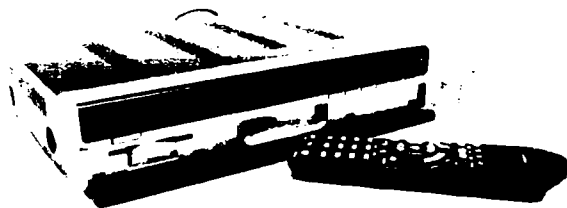
Махсус платадан фойдаланиш Россиянинг аналог-рақам (гибрид) TV/DVB-T концепцияси асосида ётади, телевизорлар ҳам аналог, ҳам рақамли телевидение дастурларини қабул қила оладилар. Бу айниқса янги телевизорларни ишлаб чиқишда қулай, чунки "digital TV Ready" телевизорлари оддий телевизорлар асосида ишлаб чиқилади. Уларнинг аналог қурилмаларида DVB-Tнинг қабул қилувчи платаларини улаш учун махсус тиркиш (аппаратли интерфейс) кўзда тутилган. Аналог каналлар селектори эса амплитуда —фаза характеристикаси талабларига мос махсус рақамли (digital tuner) тюнерларга алмаштирилади. Ундан ташқари телевизорнинг, "digital TV Ready" бошқарув процессорига махсус дастурий восита "қўшилади" ва дастур DVB-T платасини иш режимларини бошқаришда қўшимча имкониятлар яратади. Бу ҳолда "DVB-T

Ready" кўринишидаги гибрид телевизорлар нархи оддий телевизордан деярли фарқ қилмайдилар. Рақамли плата гибрид телевизорнинг кўплаб имкониятларини таъминлайди ва замонавий телевизорлар кўпгина турларига мўлжалланган, бироқ уларни 1990 йилдан аввал чиққан телевизорларга ўрнатиб бўлмайди, бу эса ундан фойдаланишни чеклайди.

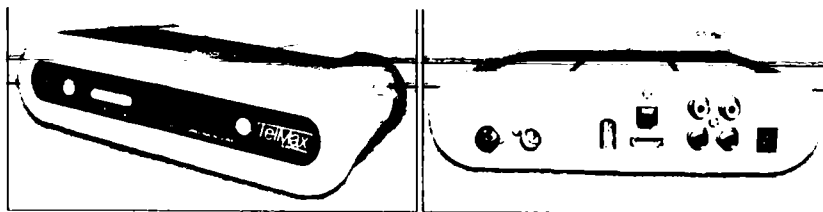
Махсус қўшимча қурилманинг қўлланиши, ҳар қандай телевизорда ҳеч қандай ўзгартиришсиз рақамли телевидение сигналларини қабул қилиш имконини беради, бу созланган қўшимча рақамли платалар қўлланишидан кўра умумийроқ қилади. Шунинг сабаб Ўзбекистонда абонентлар учун DVB-T/T2 –қўшимча қурилмалар ишлаб чиқарилиши йўлга қўйилди.

Ҳозирги кунда, Ўзбекистонда "TELECOM INNOVATIONS" корхонаси томонидан қўшимча қурилма чиқарилмоқда ва тюнер модели **TE6010IR** қуйида 8.1 –расмда келтирилган.Келажакда IV-2010IR тюнер модели ишлаб чиқиши режалаштирилган.

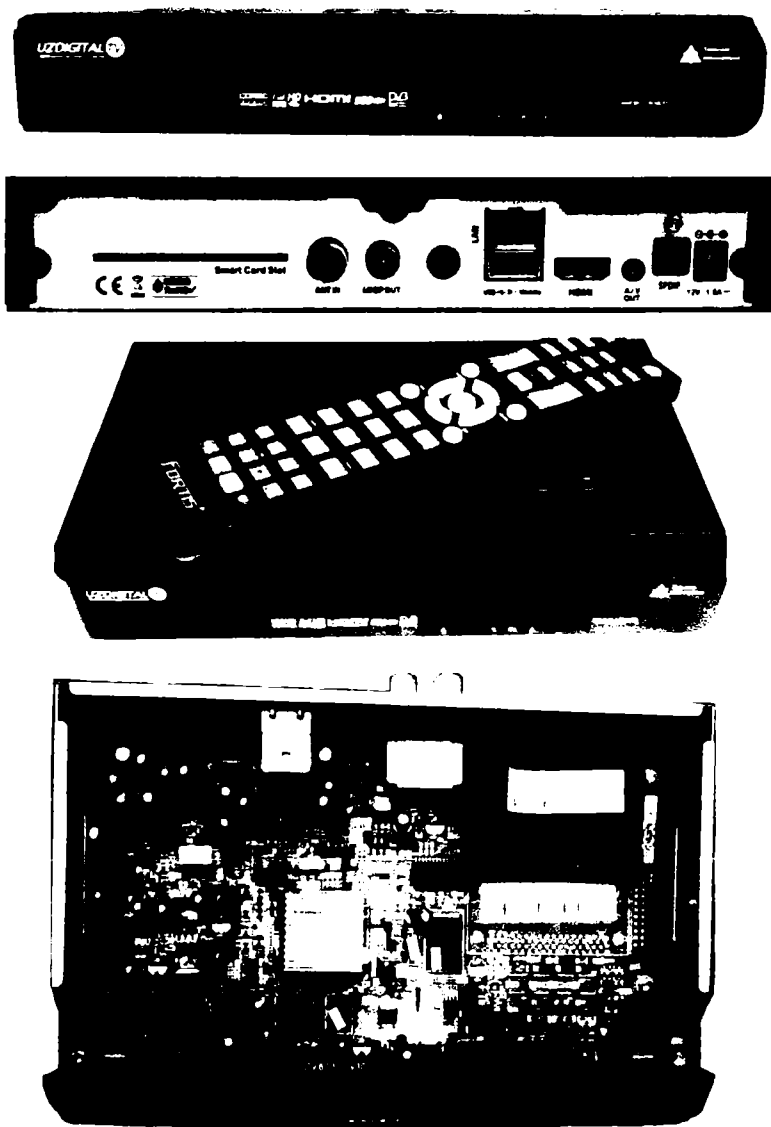
Ушбу қўшимча **TE6010IR** қурилманинг асосий техник кўрсаткичлари 8.1-жадвалда келтирилган.



8.1-расм. DVB -Т 1000 MP4 тюнерининг ташқи кўриниши



8.2-Расм TE-D-1001 тюнерининг ташқи кўриниши



8.3-расм. TE-6010IR абонент қабул қилгичи (олди, орқа, тепа ва ички кўринишлари)



## 8.1. жадвал

## Тюнерларнинг асосий характеристикалари

Модель	1000 MP4	TE-D-1001
DVB-T сигнаlining ишлаш частота диапазони, МГц	146-862	174 - 862
Кириш сигнаlining сатҳи, дБ мВт	-87...-20	-87...-20
DVB-T стандартини тўлиқ амалга ошириш	бор	бор
Видеооқимни сиқиш стандартлари	MPEG-2 H.264 HP	MPEG-2 H.264/AVC
Полоса кенглиги, МГц	7, 8	7, 8
Форматларни амалга ошириш	4:3 ва 16:9	4:3 ва 16:9

## 8.2-жадвал.

## TE6010IR тюнернинг асосий техник характеристикалари

Қурилма	Кўрсаткичлар	
Тюнер	Сигнални қабул қилиш стандарти	DVB -T, DVB -T2
	Кириш сигнали частотаси	VHF 174-230 МГц UHF470-862 МГц
	Кириш сигнали қиймати	-77...-20 дБмВ
	Кириш сими(разъем)	IEC 169-2 Female
	Кириш қаршилиги	75 Ом
	Полоса кенглиги	7;8 МГц
Демодулятор	Модуляция	COFDM
	Ташувчилар модуляцияси	QPSK, QFM16, QAM64, QAM256

	Химоя интервали	1/4,19/256,1/8,19/128,1/16,1/32,1/128
<b>Видеодекодер</b>	Транспорт оқими	MPEG-4 Part10(H.264), MPEG-2 ISO/IEC 13818
	Экран формати	4:3,16:9
	Видео формати	PAL, NTSC
	Видео мумкинлиги	720x576i, 720x480i, 720x576p,720x480p, 1280x720p, 1920x1080i,1920x1080p
<b>Аудиодекодер</b>	Стандарт	ISO/IEC 13818-3
	Овоз декодланиши	MPEG-1 ва MPEG-2 Layer I&II, Dolbe digital Audio (AC-3)
	Дискретлаш частотаси	32КГц, 44,1КГц, 48КГц

Кўшимча бошқа характеристикаларига қуйидагиларни кiritиш мумкин:

Кўп тилли фойдаланиш интерфейси: ўзбекча(лотин ҳарфли); русча (кирилл ҳарфли).

Ота-она “қулфи” функцияси- Ёш бўйича чегаралаш

“Дастур узатиш” функцияси-EPG

Логик режим “Logic Channel Number –LCN

Канални излаш режими –NIT

Оператор қўшимча иловалари ва сервис хизматларни таъминлашлар

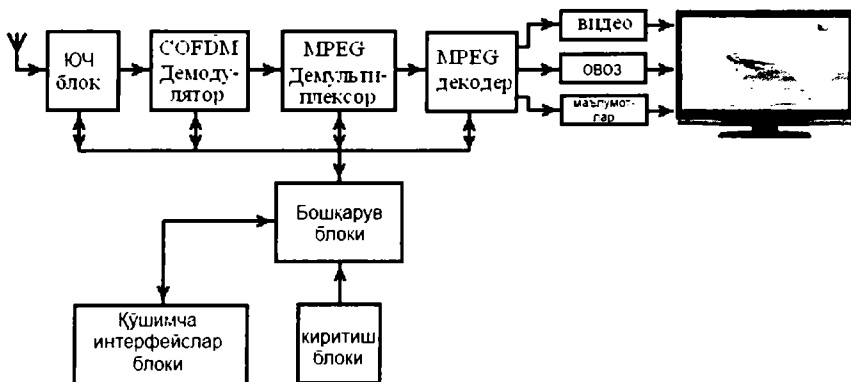
### **8.1. Рақамли телешиштириш қабул қилувчи қурилмаларининг асосий узеллари ва блоклари**

8.2-расмда DVB-T қабул қилгичининг умумлаштирилган ташкилий чизмаси кўрсатилган. DVB-T стандарти сигналлари ўтказиш полосаси 8 МГц ва тизим такт частотаси  $f_T$ , тахминан,

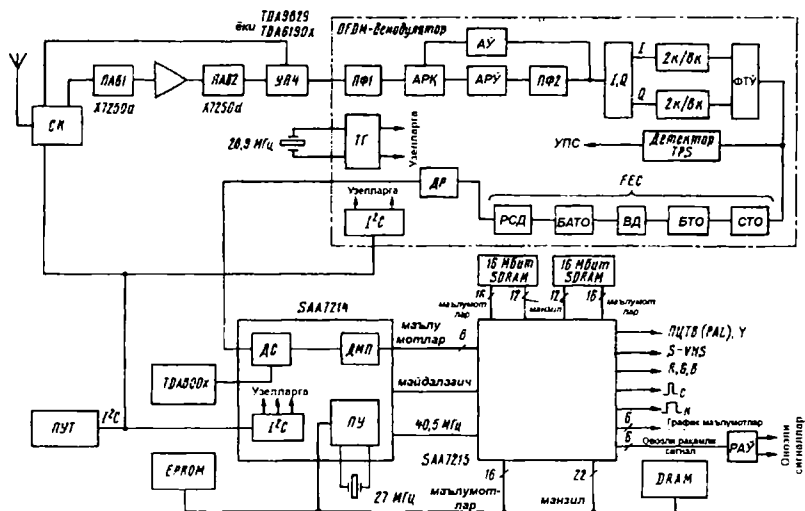
**9,14 МГц** га тенг бўлган метр ёки дециметр канналарида узатилади. Метрли тўлқин ёки дециметрли тўлқин диапазонларида частота полосаси 7 МГцга тенг бўлган мамлакатларда, сигналга худди шундай ишлов берилиши мумкин, факат тизим такт частотаси 8 МГцгача пасайтирилади. Агар интерференция жараёнида аксланаётган сигналлар ҳисобига бир нечта ташувчи сигналлар қийматлари камайсалар, бу қабул қилинаётган тасвирнинг сифатини деярли бузмайди. Баъзида ретрансляция ўрнига битта дастурни битта канал бўйлаб бир неча узатгичлар орқали узатиш мумкин.

8.3-расмда DVB-T нинг анча аввалроқ чиққан қабул қилгичларининг ташкилий чизмаси келтирилган. Антеннадан келаётган сигнал дециметрли тўлқинларнинг каналлар селекторига (КС) келиб тушади. У тузилиши бўйича оддий телевизор селекторига жуда ўхшайди, бироқ нисбатан яхши кўрсаткичларга эга (масалан: TD1344 PHILIPS фирмаси селектори). Замонавий телевизорларда уни бошқариш учун частота синтези услуги қўлланилади. Селектор иккита симли рақамли I2C шинаси орқали телевизорни бошқариш процессори (ТБП) билан боғланган. Селектор чиқишида сигнал спектри ўртача частотага 36,125 МГцга айлантирилади (биринчи ўрта частота).

Зарурий танловни таъминлаш учун иккита кетма-кет уланган махсус акустик тўлқин ўзгартирувчи (АТЎ) филтрларидан фойдаланилади. Масалан: INFINEON фирмасининг X7250d филтрлари). Филтрлар орасига уларнинг сўнишининг ўрнини тўлдирувчи кучайтиргич ўрнатилган.



8.4-расм. DVB-T сигналини декодлаш ташкилий чизмаси.



8.5-расм. DVB-T стандартидаги бир вариант қабул қилувчи қурилманинг ташкилий чизмаси

Фильтрациядан сўнг сигнал оралиқ кучайтиргич (ОРК) ва иккинчи аралаштиргичнинг микросхемасига ўтади. PHILIPS фирмаси бунинг учун TDA9829T микросхемасини ишлаб

чиқарган. SIEMENS фирмаси эса худди шундай функцияларни бажарувчи TDA6190 микросхемасини ишлаб чиқарган. Микросхемаларда демодулятор, ташқи контурга эга кучланиш билан бошқариладиган генератор (КБГ) кўлланган бўлиб, у оддий ОрК даги каби оралиқ частотанинг иккиланган қийматига созланмаган, балки аралаштиргич режимида ишлаётган демодулятор чиқиши каналининг иккинчи оралиқ частотаси функциясини бажарувчи айирма 7,225 МГц частотага созланган. Бундай оралиқ частота сигналида ҳам юқори, ҳам қуйи ён полосалари, яъни рақамли сигналнинг тўлиқ спектри сақланиб қолади. Оралиқ частотани кучайтириш микросхемаси КБГ частотаси созлаш учун киришга эга, бу демодулятор микросхемаси чиқишларидан биридаги махсус бошқарувчи кучланиш томонидан таъминланади.

ОрК чиқишидан сигнал, аксланган канални пасайтирувчи,полоса фильтри ПФ1 орқали ўтиб, самарали саккиз разрядли АРЎга келиб тушади. АРЎ мустақил элемент ёки OFDM демодулятор микросхемаси таркибида бўлиши мумкин. АРЎ чиқишида кучайтиришни автоматик бошқариш (КАБ) каскади кўшилган ва у АРЎ характеристикаси бутун таркибини бир хил ишлатилишини таъминлайди. Кўшимча каскадга бошқарувчи сигнал амплитуда ўлчагичи (ИА) орқали кейинги рақамли узеллардан келиб тушади. АРЎ чиқишида иккинчи рақамли оралиқ фильтри (ПФ2) ўрнатилган ва у номинал ўтказиш полосадан ташқарида ётган сигнал ташкил этувчиларини йўқотади(фильтрлайди).

ПФ2 фильтр чиқишида I ва Q комплекс сигналларни шакллантиргич ўрнатилган. Бунинг учун намунавий сигналлар квадратуравий ташкил этувчиларидан фойдаланилади ва улар ишлов берилаётган рақамли сигналга кўпайтириладилар.

Намунавий сигнални синхронизацияси учун, TPS детектори томонидан ажратиладиган, узатиш параметрлари сигналидаги (УзПС) маълумотлар ишлатилади.

I ва Q сигналлари УзПС томонидан бошқариладиган ва 2к ва 8к режимларда сигнал ташкил этувчиларига ажратадиган фильтрлар орқали ўтади. Тезкор Фурье ўзгартириш (ТФЎ)

звеносида Фурьенинг тез ўзгартириши таъминланади ва вақт бўйича ўзгаришдан частота бўйича ўзгариш таъминланади. Ўзгартиргич киришига саккиз разрядли **I** ва **Q** сигналлар келиб тушади, чиқишларда эса иккита 12 разрядли сигнал ажралади. Кейинги узелларда символларни тескари оралатиш (СТО) ва битларни тескари оралатиш (БТО) юз беради ва ундан сўнг Витерби декодерда(ВД) ички йиғувчи декодлаш амалга оширилади.

Бунда барча бешта кодга ишлов берилиш таъминланади, улар узатувчи томонидан (1/2, 2/3, 3/4, 5/6 ва 7/8) қўлланилишлари мумкин. Натижада битлардаги хатоликлар шундай тўғриланадики, уларнинг қиймати чегара миқдоридан ҳам камаяди. Сўнг БТО узелида байтларнинг ташқари тескари оралатилиши бажарилади, бунда кодердаги каби, узатиш занжирига кетма-кет ва даврий тарзда 12 та силжиш регистрлари қўшилади ҳамда улар сигнални Одан то 204 битгача ушланиб қолинишини таъминлайди. Декодерда бу кодер ишига тескари тартибда бажарилади. Натижада байтлар кетма-кетлигининг навбати тикланади, хато байтлар эса вақт бўйича 100 такт интервал билан тарқалиши таъминланади. Шу кўринишда сигнал Рид-Соломон декодерига (РСД) келиб тушади. У бузилган байтларни, 16 текширувчи байтларига асосан, тезда тўғрилайди. СТО, БТО, ВД, ва РСД узеллари FEC (forward error correction — хатоларни олдиндан тўғрилаш) блоки деб номланади.

FEC блокдан ўтган сигнал иккилик псевдотасодифий кетма-кетлик билан дерандомизацияга (ДР) учрайди, буни олиш учун кодердаги каби генератор қўлланилади. Дерандомизациядан кейин барча синхробайтларнинг бир хил кутбилиги тикланадилар ва MPEG-2 транспорт оқими кўринишидаги ахборотлар пакетинининг кетма-кетлигини олинади. Транспорт оқимини демодуляциялаш кифоя.

Транспорт оқимини демодуляторлари DVB рақамли тизимининг уччаласи учун (DVB-T— ер усти, DVB-C — кабель ва DVB-S — йўлдош) бир хил бўлади. Шунинг учун декодернинг бу қисмидаги схемотехника сифатли ва мукамал ишлаб чиқилган.

8.5-расмда келтирилган DVB-T қўшимча қурилманинг ташкилий чизмасидан кўриниб тураганидек, у ўрта интеграцияли чипларнинг кўп миқдоридан ташкил топган. Ҳозирги кунда махсус микропроцессорли катта интеграл микросхемалар ишлаб чиқилган бўлиб, улар DVB қабул қилгични бор йўғи бир неча микросхемада қуриш имконини беради.

## **8.2. Рақамли телеэшиттириш қабул қилувчи қурилмаларининг элемент базаси**

Ҳозирги кунда жаҳон бозорида видео тасвирларни кодлаш ва декодлаш учун микропроцессорларини таклиф этаётган компаниялар сони жуда кўп. Бу рўйхатга Texas Instruments (АҚШ), STMicroelectronics (Франция, Италия), Broadcom Corporation (АҚШ), NXP (Голландия), Marvell (АҚШ)ларни ҳам киритиш мумкин.

Texas Instruments фирмасининг илғор ишланмаларидан бири бир кристалли махсус процессор **TMS320AV7110 бўлиб**, у DVB-T қўшимча қурилмаларида ва гибрид телевизорларда қўлланилади.

8.6-расмда замонавий TMS320AV7110- жуда катта интеграл схеманинг функционал тузилмаси келтирилган ва у битта микросхемада рақамли телевидение сигналларига дастурий-аппарат бўйича ишлов беришнинг барча компоненталарини жамлайди (System-On-Chip):

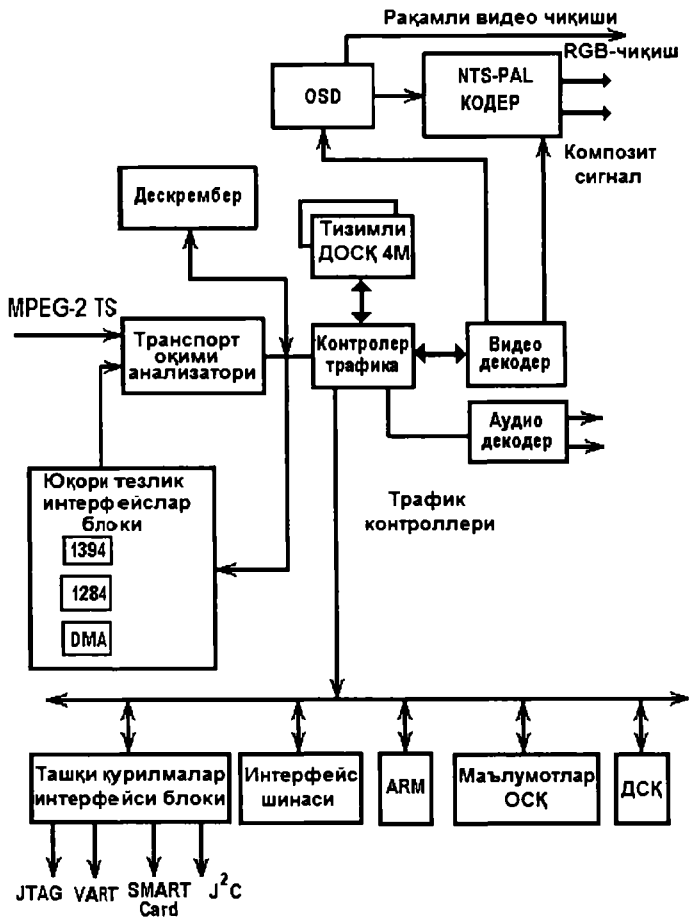
- 60 Мбит/с гача бўлган тезликдаги MPEG транспорт оқимини анализатори ва уни демультимплексирлаш ва дескремблерлаш имконияти;
- видео ва аудио декодерлар блоки;
- белги -ҳарфли ахборотларни дисплейга чиқаришга созланган блок;
- RGB-чиқиши ва композит сигнал чиқишига эга PAL/NTSC кодер блоки;
- 16, 20 ёки 32 Мбайтли оператив хотира қурилмаси декодери контроллери;

- умумий интерфейс учун 16/32 разрядли шина;
- хотирага тўғридан-тўғри кириш имкониятига эга юкори тезликдаги интерфейслар блоки;
- SMART-карта интерфейси;
- марказий процессорнинг оператив хотира курилмасини, ўзгармас хотира курилмасини бошқарув шиналари ҳамда маълумотлари ва кириш-чиқиш интерфейсларини бошқариш блоки.

Бу функционал блоklarнинг тўлик бўлмаган рўйхати, шунингдек, дастурий-математик таъминот соzлаш воситаларининг мавжудлиги **TMS320AV7110** махсулотнинг катта имкониятлари борлигини ифодалайди. Шу сабаб ушбу чип абонент курилмаларини, гибрид ва рақамли телевизорларни ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади ҳамда улар DVB-T, DVB-S, DVB-C стандартлари телевизион сигналларини қабул қилишини амалга оширадидлар.

Рақамли телевидение тизимлари ривожлангани сари юкори аниқликдаги форматни қўллайдиган ва MPEG-4 стандарти сигналларини декодлайдиган курилмаларга кизиқиш катта. Ҳозирги кунда кўпгина видео қўшимча мосламасини ишлаб чикувчи компаниялар STMicroelectronics микропроцессорларини ишлатишади, чунки уларнинг махсулотлари нарх/сифат нисбати бўйича талабни қондирадидлар. STMicroelectronics — Европа микроэлектроника компанияси бўлиб, ярим ўтказгичли электрон ва микроэлектрон компонентларни ишлаб чиқариш ва сотиш билан шугулланадиган энг йирик компаниялардан бири ҳисобланади.





8.6-расм. TMS320AV7110 жуда катта ИС функционал схемаси

8.2-жадвал.

**MPEG-4 декодерига эга видео қабул қилиувчи қурилмалар учун STMicroelectronics  
микрочиплари**

<b>Маркаси</b>	<b>Умумий таъриф</b>	<b>Декодер тури</b>	<b>Видео кенгайтмаси</b>	<b>Созланган демодулятор</b>	<b>Қўлланиладиган интерфейслар</b>	<b>Овоз чиқиш формати</b>
STi5202	H.264 ва Microsoft VC1 қабул қилгичлари учун арзон декодер	H.264; VC-1 MPEG-2	Стандарт аниқликдаги (SD)	Мавжуд эмас	Ethernet; HDMI; IrDA; SPDIF; UART; USB-2.0	йўқ
STi5205	Рақамли қабул қилгич учун юқори самарали SD декодери	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	SD	Мавжуд эмас	Ethernet; HDMI; IrDA; SATA; SPDIF; SPI; UART; USB-2.0; eSATA	Dolby Digital
STi5206	Рақамли қабул қилгич учун арзон SD декодери	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	SD	Мавжуд эмас	Ethernet; IrDA; SPDIF; SPI; UART; USB-2.	Dolby Digital
STi5262	DVB-T/DVB-C интегралланган демодуляторига эга узатувчи SD STB декодери	H.264; MPEG-2; VC-1	SD	DVB-C; DVB-T	Ethernet; USB-2.0	йўқ
STi5267	DVB-T/DVB-C интегралланган демодуляторига эга узатувчи SD STB декодери	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	SD	DVB-C; DVB-T	Ethernet; HDMI; SPDIF; USB-2.0; eSATA	Dolby Digital
STi5289	QPSK арзон демодулятори ва Рақамли қабул қилгичлар	AVS; H.264; MPEG-2;	SD	DVB-S	UART; USB-2.0	Dolby Digital

	учун SD декодери	VC-1				
STi7101	H.264 кодлашга эга рақамли қабул қилгич учун HDTV арзон декодери	MPEG-2; H.264	Юкори аниқликдаги (HD)	Мавжуд эмас	Ethernet; HDMI; SATA; SPDIF; USB-2.0	Dolby Digital
STi7108	Уч ўлчамли график тезлатгичга эга узатувчи HD AVC декодери	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	1080p; HD	Мавжуд эмас	Ethernet; Giga Ethernet; HDMI	Dolby Digital
STi7109	H.264 ва Microsoft WMA9 учун HDTV рақамли қабул қилгич арзон декодери	H.264; VC-1; MPEG-2	HD;SD	Мавжуд эмас	HDMI; Ethernet; SATA USB-2.0;	Dolby Digital
STi7141	Интерактив рақамли кабелли қабул қилгич учун HD декодери	VC-1; MPEG-2; H.264	HD;SD	DVB-C	HDMI; USB-2.0; Ethernet	Dolby Digital
STi7162	DVB-T/DVB-C интегралланган демодуляторига эга узатувчи SD STB декодери	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	HD	DVB-C; DVB-T	Ethernet; IrDA; SPI; UART; USB-2.0	Dolby Digital
STi7197	QAM интегралланган демодуляторга эга рақамли қабул қилгич яхшиланган декодери	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	1080p	Мавжуд эмас	Ethernet; USB-2.0 HDMI	Dolby Digital
STi7200	H.264 ва VC-1 учун иккиталик декодер, HDTV рақамли қабул қилгич, уч томонлама намойиш	VC-1; MPEG-2; H.264	HD;SD	Мавжуд эмас	Ethernet; HDMI; SATA; USB 2.0; SPDIF	йўқ

8.3-жадвалда келтирилган STMicroelectronics компаниясининг MPEG-4 декодерига эга барча қабул қилувчи қурилмалари махсулотларининг рўйхатини кўриб чиқамиз. Жадвалдан кўриниб турибдики, ҳар ҳил қийматдаги ва турли хил мураккабликдаги микропроцессорлар мавжуд. Созланган демодуляторга эга бир неча вариантлар ҳам бор. Кўрсатилган моделлар ичида DVB қўшимча мосламалар ва гибрид телевизорлар учун кўпроқ STi7109 микропроцессор қўлланилади, у ўзининг арзон нархи, HD кенгайтмали видеони қўллаши ва MPEG-4 декодлаш стандартига эгалиги билан бошқалардан ажралиб туради. Ушбу қурилманинг камчилиги унда COFDM созланган демодуляторининг йўқлигидир. Ушбу микропроцессорни батафсилроқ кўриб чиқамиз.

### **8.2.1. STi7109 микропроцессорининг умумий характеристикаси ва иш алгоритми**

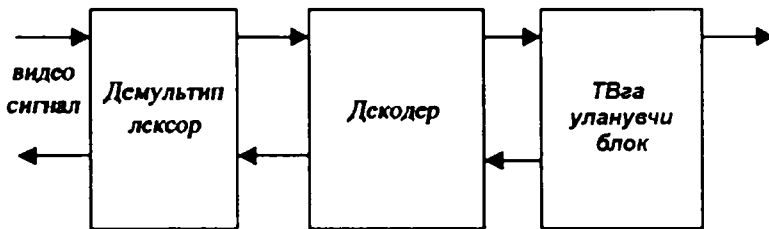
STi7109 – декодерларнинг юқори сифатли рақамли чипларининг янги авлоди бўлиб, HD арзон тизимлари учун юқори самарадорликни таъминлайди, STBus архитектурага асосланган. Ушбу микропроцессор замонавий рақамли ер усти, йўлдош ва кабель, тизимлари шунингдек, DSL ва IP масалаларининг ечимидир.

STi7109 демультимплексори HD ва стандарт рақамли видео оқимларини кўп каналли аудио йўлакчалар бўйлаб қайта тиклайди.

Телевизор билан алоқа DAC аналог кириш орқали ёки кўчиришдан ҳимояланган DVI/HDMI рақамли киришдан амалга оширилади. Аудио чиқиш эса S/PDIF аралаш интерфейси орқали ёки интегралланган DAC стерео интерфейси орқали таъминланади.

Рақамли кўринишга айлантирилган аналог дастурлар намоиш учун STi7109 микропроцессори ёрдамида қайта форматлаштирилиш мумкин. Ушбу чип бир вақтнинг ўзида турли манбаалардан келаётган еттигача оқимга ишлов бериш имкониятига эга.

STi7109 266 МГц частотада ишлайдиган ST40-202 марказий процессорига эга. Синхрон динамик хотира интерфейси ЗУПВ DDR1 янада сифатли ишлаш учун қўлланилади ва у VC-1/HD H.264 ўтказиш стандартида видеодекодерга зарур полоса бўйлаб ишлашга имкон беради. STi7109нинг умумлаштирилган ташкилий чизмаси 8.7-расмда келтирилган.



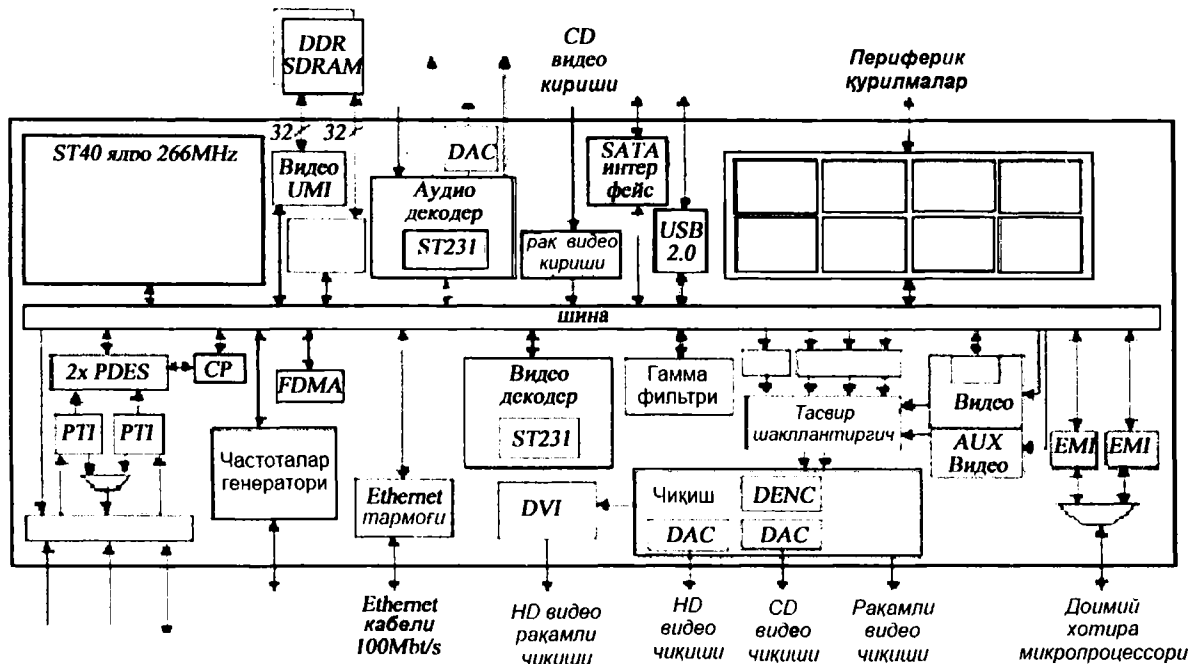
8.7-расм. STi7109 нинг умумлашган схемаси

Процессорда 64-QAM модуляциядан фойдаланилади, модуляцион символлар 6-разрядли сўзларни намоён қилади, шунинг учун кирувчи оқим олтига субоқимга демультимплексирланади.

Декодернинг базавий асосини тугалланган импульс характеристикага эга иккита рақамли фильтр ташкил этади, уларнинг чиқувчи сигналлари X ва Y лар, олтига триггер силжиш регистри кўринишидаги кечикиш линияларининг турли нукталаридан олинган иккита сигналнинг модулини кўшиш натижасида шаклланади.

Кирувчи маълумотлар кетма-кет силжиш регистрига киритилади, фильтр чиқувчи сигналларидан эса, ўзгартиришдан кейин кетма-кет кўринишли рақамли оқим шаклланади, бу оқимда битлар киришдагидан кўра икки марта кўпроқ келадилар. STi7109нинг янада батафсилроқ ташкилий тузилмаси 8.8-расмда кўрсатилган.

В STi7109 да видеони декодлаш VC-1/H.264/MPEG-2 форматларида ёки рақамли видео интерфейс орқали олинган



8.8-расм. STi7109 микропроцессор функционал схемаси

форматда бажарилади. Асосий процессор видео сигнални қабул қилади ва чизикли-блокли айлантиришни, панорамалашни ва сканерлашни, шунингдек форматни вертикал ва горизонтал ўзгартиришни амалга оширади.

Қатор оралаб ёйишда ишлаш учун шунингдек, de-interlaser (DEI) режими мавжуд. Ёрдамчи процессор декодланган сигнални қабул қилади ва панорамалашни ва сканерлашни, вертикал синхронизацияни, форматни, ранглиликни ва тус ҳамда тўйинганликни горизонтал ўзгартиришини амалга оширади. Ушбу ёрдамчи процессор тасвирни чиқариш учун мўлжалланган.

Тасвирни чиқариш асосий интерфесларнинг ҳар қайсисида амалга оширилиши мумкин:

- асосий аналог чиқишда;
- DVI / HDMI чиқишда.

Ушбу чип қаторлар сони 525i, 525p, 750p, 1125i бўлганда стандарт ва юқори сифатли телевидениенинг турли кенгайтмаларида дисплейни қўллайди.

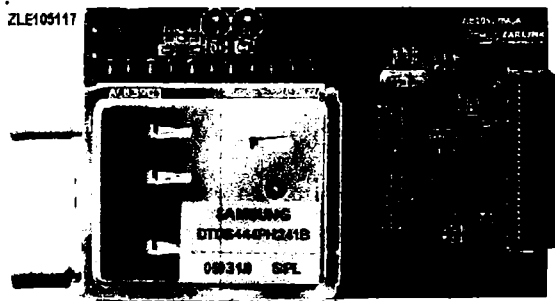
**STi7109 микропроцессорнинг камчилиги деб унда соzланган демодуляторнинг йўқлигини ҳисоблаш мумкин.**

## **8.2.2. Юқори частотали блок ва COFDM демодулятор**

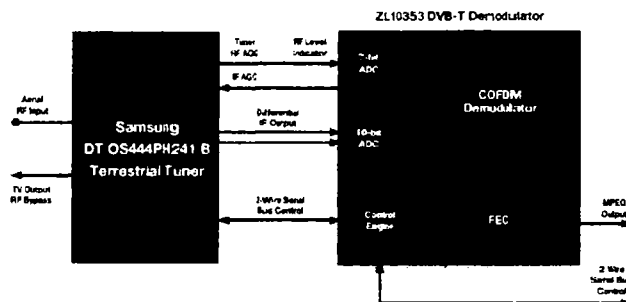
Демодулятор сифатида ZARLINK фирмасининг тугалланган қурилмаси кенг тарқалган ва у ўзида DVB-T қабул қилгичнинг (Samsung DTOS444PH241B) юқори частотали блокини ҳамда ZL10353 чипидаги COFDM демодуляторни алоҳида модуль қўринишида мужассамлаштирган (8.9-расм).

Ушбу блок куйидагиларни ўрнатиш учун мўлжалланган:

- DVB-T қўшимча мосламаси;
- DVB-T телевизорлар;
- DVB-T компьютер тюнерлари;
- Шахсий компьютерга USB орқали тўғридан тўғри уланадиган DVB-T модули;
- портатив DVB-T қабул қилгичлар.



ZLE10517 RF to MPEG DVB-T Solution



8.9-расм. ZLE10517 тюнеринг ташқи кўриниши ва умумлашган ташкилий чизмаси

Дастурий таъминот Zarlink Semiconductor фирмаси томонидан таъминланади ва ҳар бир моделга хужжатлар тўплами ва тестлар натижаси илова қилинади. DVB-Тни қўлловчи ушбу модель юқори сифатли сигнални ва кам энергия сарфлашни таъминлайди.

Ушбу қурилма қуйидаги техник характеристикага эга:

- частота диапазони 174-862 МГц;
- сигнала қиймати -3.....-82 дБм;
- каналлараро интерференции қиймати-3 дБ;
- DVB-T учун 38 дБ каналдаги тасвирни ҳимояланганлик қиймати
- Сигнал/шовқин нисбати 17,5 дБ



- Таъминловчи кучланиш +5 талаб этилган қувватда ишчи режим учун 1 Вт ва кутиш режимида 0,7 Вт;
- Каналга созлаш ва АКЎ иши I2C шинанинг кетма-кетли 2 ўтказувчан сим ҳисобига таъминланади.

### **8.2.3. STi7109 асосидаги DVB-T қўшимча мосламасининг база варианты**

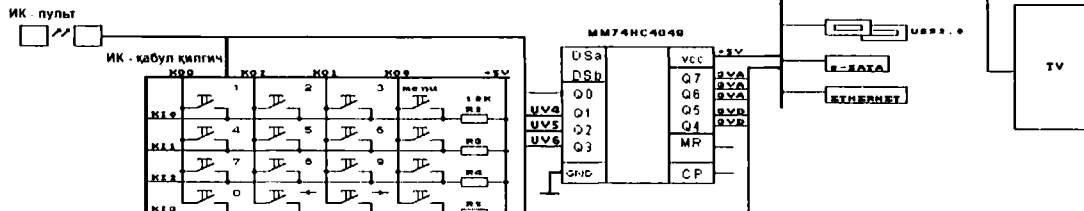
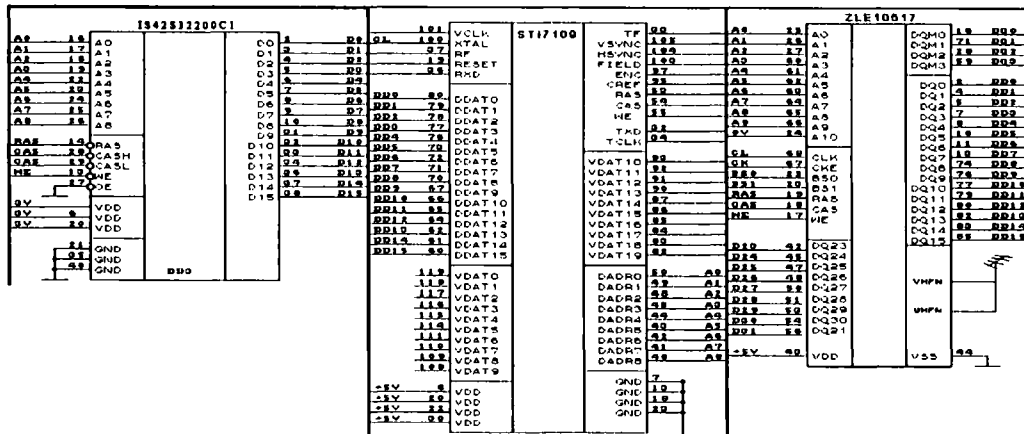
MPEG-4 кодлаш форматига эга DVB-T сигнал қабул қилувчи қурилмасининг базавий қисмининг ташкилий чизмаларидан бир варианты 8.10-расмда кўрсатилган ва у қуйидаги ташкил этувчиларга эга:

- Радиоканалнинг юқори частотали блоки ва COFDM демодулятори ZARLINK фирмасининг DVB-T қабул қилгичида (Samsung DTOS444PH241B) юқори частотали блоки ва ZL10353 чипидаги COFDM демодулятори орқали мужассамланган. Ушбу блок иккита микропроцессордан иборат: Тюнер (қабул қилгич) ва оқим демодулятори. Антеннадан келаётган сигнал тюнер микропроцессорига келиб тушади, бу ерда у қайта ишланиб, демодуляторга узатилади, демодулятор ўз навбатида керакли символларни ажратиб олади ва уларни транспорт оқими демультимплексорига узатади.

- Транспорт оқим демультимплексори ва MPEG декодери STi7109 чипида яратилган. Ушбу элемент 8 та дастурий оқимни танлаш ва зарур телевизион дастурга тақсимлашни, сиқилган маълумотларни декодлаш, тасвир сигналларини ҳамда овоз ташкил этувчиларни РАЎга ўзгартиришларни амалга оширади.

- MPEG декодердан келиб тушадиган ахборотни вақтинчалик сақлаш учун ташқи оператив хотира қурилмасидан фойдаланилади. Динамик оператив хотира қурилмаси IS42S32200C1-7TL микросхема асосида қурилган. Динамик хотирага декодердан келаётган маълумотлар ўн олти разрядли маълумотлар шинаси орқали келиб тушади.

- Бошқарув блокидан келиб тушаётган ахборотни микропроцессор томонидан қабул қилиниши учун схемага



8.10-расм. MPEG 4 стандарти DVB-T қабул қилувчи қурилмасининг соддалаштирилган шартли чизмаси

ММ74НС4049 микросхемаси асосидаги бошқарув микроконтроллери зарур. У билан алоқа ўн олти разрядли кетма-кет порт орқали таъминланади. Ушбу микроконтроллер қўшимча мосламасининг иш режимларини бошқариш клавиатурасини ва бошқарув пульти томонидан қабул қилинаётган сигналларга ишлов беришдаги сканерлаш учун мўлжалланган.

## 9.ЎЗБЕКИСТОНДА РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕНИНГ ХОЛАТИ

Ўзбекистонда ер усти рақамли телевидениега ўтиш ва уни ривожлантириш учун кўшимча равишда UZDIGITAL TV корхонаси ташкил этилган. Бу корхона жисмоний ва юридик шахслар учун рақамли телевидение хизматларини ташкил этишга мўлжалланган. Рақамли телевидениега ўтиш даври учун DVB-T/T2 (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) ва видеотасвирларни сиқиш стандарти MPEG-4 (H.264) қабул қилинди.

Ўзбекистон барча худудларини рақамли телевидение билан қамраб олиш масаласи асосий вазифалардан бири ҳисобланади. Ҳозирги кунда аҳолини 12 та миллий телеканал дастурлари билан таъминлаш куйидаги телевизион каналларда амалга оширилмоқда:

- Андижан вилояти -27 ТВК;
- Бухоро вилояти- 47 ТВК;
- Самарқанд вилояти-42 ТВК;
- Хоразм вилояти - 40 ТВК;
- Жиззах вилояти - 45 ТВК;
- Фарғона вилояти - 40 ТВК;
- Қашқадарё вилояти -47 ТВК;
- Навоий вилояти -30ТВК;
- Сирдарё вилояти -32ТВК;
- Сурхандарё вилояти -47ТВК;
- Тошкент вилояти (Ангрен шаҳри-44ТВК, Бекобод шаҳри - 27ТВК);
- Қорақалпоғистон Республикаси-46 ТВК;
- Тошкент шаҳри ва атрофи учун-29. 37,41,42 ТВК, яъни 535,25; 599,25; 631,25 ва 639,25 МГц частоталарга мос келувчи кўшимча 48 та рақамли(пуллик) теледастурлар узатилмоқда.

Аввал қайд этилганидек, рақамли телеканалларни қабул қилиш учун махсус Set-top box (STB) қурилмасидан фойдаланилади. Фақат кодлаширилмаган каналларни қабул қиладиган (Free To Air FTA) ёки шартли ружсат этиш тизимини таъминлайдиган STBлар мавжуд.

Кодлаштирилган рақамли каналларга киришга рухсат этишни бошқариш учун UZDIGITAL TV куйидаги кўринишдаги қурилмалардан фойдаланади:

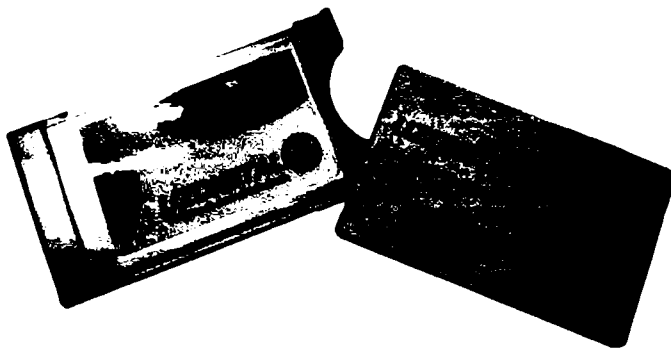
-Ичига DVB-T тюнери ўрнатилмаган телевизорлар учун TE - 6010IR (9.1-расм) абонент қабул қилгичидан (тюнери);



9.1-расм. TE-6010IR рақамли ТВ тюнери.

- DVB-T/T2 стандартида ишлайдиган, пуллик кодланган телеканалларни кўриш имконини берадиган, ичига рақамли телевидение сигналларини қабул қилишни таъминловчи рақамли тюнер ўрнатилган ва махсус киришга (слотга) CITeleCARD эга бўлган ҳамда TeleCARDдан фойдаланувчи қурилмадан.

UZDIGITAL TV фойдаладиган TeleCARD қуйида 9.2-расмда келтирилган.



9.2-расм. TeleCARD нинг ташқи кўриниши.

UZDIGITAL TV тизимида TeleCARDдан фойдаланиш қуйидаги афзалликларни беради:

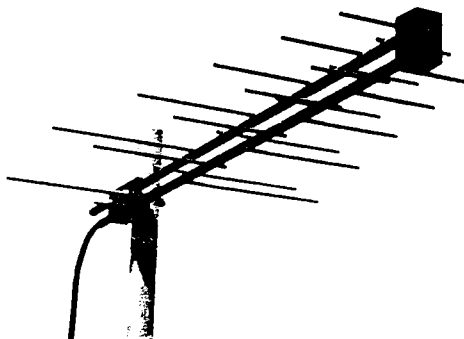
- телевизор ёнида алоҳида ТВ тюнернинг йўқлиги ва у билан боғлиқ уланувчи симларнинг мавжуд эмаслиги;

- тасвир сифатининг, ТВ тюнер қўлланилишига нисбатан, юқорилиги (телевизорда ичига ўрнатилган тюнердан фойдаланилганда, алоҳида ТВ тюнер қўлланилгандаги ҳолатга нисбатан, телевизор киришида қўшимча рақамли сигнални аналог сигналга айлантириш жараёни мавжуд бўлмайди);

- рақамли каналларни бошқариш фақат телевизор пулти орқали бажарилиши;

- TeleCARD юқори аниқликдаги стандартни (HDTV) таъминлай олиши, чунки қўпгина ҳозирги замон ичига рақамли ТВ тюнер ўрнатилган телевизорлар Full HD ёки HD Ready.

Рақамли телевизион сигналларни қабул қилиш учун UZDIGITAL TV икки турдаги дециметрли (ДМВ) антенналарни тавсия этади. Бири хона ичидаги ва иккинчиси ташқи логопериодик антенна. Ташқи логопериодик антеннанинг кўриниши 9.3-расмда келтирилган.



9.3-расм. Рақамли ТВ сигналларини қабул қилувчи логопериодик антеннанинг ташқи кўриниши

Кодлаштирилган(пуллик) рақамли каналга киришни таъминлаш учун шартли рухсат этиладиган тизимларнинг (Conditional Access System- CAS) хилма хил кўринишлари қўлланиладилар. Ҳозирги замон рақамли шартли рухсат этиш тизимлари тарихи аналог тизимлардан бошланган, яъни улар пуллик телеканалларни химоя қилиш вазифасини бажариб, рухсат этилмаган каналларнинг очилишига йўл қўймаганлар. Бу тизимларда нисбатан оддий амалиёт қўлланилган ва узатилаётган

тасвир қаторлари маълум алгоритм бўйича аралаштирилганлар. Ушбу усул “скремблерлаш” номини олган ва бундай аталиш ҳозирда ҳам қўлланилади. Рухсат этилганлар рўйхатига киритилган қабул қилгичларгина махсус қурилма ёки программа орқали телеканал тасвирларини кўрсатганлар. Аммо хатоликлар ва ишлатиладиган алгоритм камчиликлари ҳамда инсонларнинг рухсат этилмаган (пуллик) каналларга қизиқишининг катталиги, бу каналларга рухсатсиз киришни пайдо бўлишини таъминлади. Шартли рухсат этиш тизимларининг кейинги ривожланиши скрембле рлашнинг комбинациялаш усулларидан ва шифрлаш алгоритмларидан фойдаланиш бўлиб, улар телеканаллар ҳимояланишини оширилишига сабаб бўлган.

Телеэшиттиришларни рақамли форматга ўтказилиши, жумладан DVB стандартининг пайдо бўлиши ва ривожланиши, шартли рухсат этиш тизимларини ишлаб чиқарувчилар учун кенг имкониятлар яратди. Айни вақтда, шартли рухсат этиш тизимлари ҳал қилиши керак бўлган муаммолар сони ҳам ошди. Ишончлилик, масштабланишлик ва кам таннархлилик каби ананавий талаблардан ташқари универсаллик ва контекст боғлиқ бўлмаган талаблар қўйилди. Контекст боғлиқ бўлмастик деганда хилма трафиклик кенг эшиттириш каналларида шартли рухсат этиш тизимларини қўллаш мумкинлиги тушунилади.

Умумий ҳолатда, ҳозирги замон шартли рухсат этиш тизимлари программа- аппарат қурилмалари мажмуаси бўлиб, бир неча ўзаро боғланган кичик тизимларнинг йигиндиси ҳисобланади.

UZDIGITAL TV корхонаси рухсат этилмаган киришларга йўл қўймаслик учун Голландиянинг Irdeto Access B.V хусусий компаниясининг Irdeto номли тизимдан фойдаланади. Голландиянинг бу компанияси смарт-карталарни лойиҳалаштиради, пуллик телевидение учун шартли рухсат этиш программаларини ва бошқа микропроцессорларни ҳамда кенг рухсат этиладиган программа технолигияларини, контентга ишлов бериш ва тарқатиш қурилмаларини автоматлаштириш жиҳозларини ишлаб чиқаради. Irdeto технологияси мобиль

коммуникация жихозларини ва рақамли телевидениенинг хилма хил стандартларида контентларни ҳимоялашда қўлланилади.

UZDIGITAL TV корхонасида 2011 йил апрелдан 2014 йил сентябргача Irdeto шартли рухсат этиш тизимидан фойдаланилган ва у контентни смарт-карта орқали ҳимоялашга асосланган.

Cloakware ҳимояланиш технологиясининг ривожланиши ва Irdeto Cloaked CA ярим функционал, смарт картасиз шартли рухсат этиш тизимининг пайдо бўлиши билан 2014 йил октябрдан бошлаб UZDIGITAL TV контентни ҳимоялашнинг янги ечимига - шартли рухсат этиш тизими Irdeto CAS 3 (Irdeto Conditional Access System version 3) га ўтди.

Cloakware технологияси тизимнинг яхлит бутунлигини ва барча хизмат кўрсатиш жараёни давомида юқори хафвсизликни таъминлайди. Бундан ташқари ҳар бир дастурий фойдаланувчи алоҳида ажратилган калитларга уланган ва улар қабул қилиш қурилмасини яратишда, чипларга киритилади.

Янги тизим аввалги қўлланилган тизим билан тўлиқ мослашиб ишлай олади ва шу жумладан аввал ўрнатилган абонент карточкалари (смарт-карталар) ҳамда қабул қилгичлар ҳам.

Шартли рухсат этишни бошқариш UZDIGITAL TVнинг биллинг маркази орқали амалга оширилади ва у абонент ҳисоб рақамидаги пул маблағини назорат қилади ҳамда шунга асосан хизмат кўрсатади.

DVB-T/T2 ер усти рақамли телеэшиттириш стандартидан фойдаланиш, тасвир ва овозни сифатли таъминлашидан ташқари, хилма хил интерактив хизматлар ташкиллаштирилишига ҳам имкон беради.

Ҳозирги даврда UZDIGITAL TV абонентлари дастурлар узатишнинг электрон жадвали (EPG) фойдаланишлари мумкин. EPG қандай дастурлар қайси каналларда, қачон узатилиши ҳамда дастур ва фильмлар мазмунлари билан танишишга имкон яратади. EPG хизматлари учун тесқари канал шарт эмас, чунки ахборотлар, шу жумладан дастур мазмунлари мунтазам узатилиб борилади. Бундан ташқари ҳозирги замон қабул қилгичлари қуйидаги функцияларга эга:



-“Вақт бўйича силжитиш” режими, яъни ташқи қаттиқ диск (USB 2.0) ёрдамида видеони ёзиш ва тасвирга кўйиш;

-Иккита канални бир вақтда ёзиш ва иккита канални “картина ичида картина” режимида (PIP) кўриш;

- USB 2.0 портидан фойдаланиш (MP 3 –плеер ва JPEG форматда тасвирни кўриш);

- Хилма хил мультимедиа форматларини қўллаш (шу жумладан, Xvid тасвирни кўйишда);

- Ethernet ни қўллаб қувватлаш;

- Юқори аниқликда экраннинг тўлиқ ранг билан тасвирланиши;

- Танланган каналларнинг рўйхатини шакллантириш;

- Танланган каналлар рўйхатини кенгайтириш, тезкор кўриб чиқиш, таъқиқлаш ҳамда каналларни силжитиш, ўзгартириш ва ўчиришни таъминлаш;

- Алфавит бўйича ажратиш функциясини амалга ошириш;

- Ота-оналарнинг (назорати) тизимга киришга (тизимга рухсат этилишни таъқиқлаш) таъқиқлари, яъни созланишни таъқиқлаш.

UZDIGITAL TV корхонаси рақамли телевидениенинг жаҳондаги тараққиёти тажрибалари билан мунтазам танишади ва шу асосда уни Ўзбекистонда ривожланиши бўйича тегишли ишларни амалга оширмоқда. Ҳозирги кунда UZDIGITAL TV томонидан амалга оширилаётган лойиҳалардан бири электрон телегазета Paper UZ хизматини ташкил қилиш бўлмоқда. Paper Uz ахборот янгиликлар хизмати абонент қурилмаларига, Интернет ёки бошқа маълумот узатиш каналларини қўллагасдан, эфир орқали маълумотларни етказишдир. Paper Uz сервис хизматлари томонидан бериладиган барча ахборотлар исталган сондаги синфларга бўлинадилар ва уларнинг номлари ва логотиплари ўзгартирилишлари мумкин. Синфлар исталган сондаги мақолаларга бўлинишлари мумкин ва ҳар бир мақола бир неча бетни ташкил қилиши мумкин.

Бу хизматнинг асосий афзалликларидан бири Интернет тармоғи бўлиши шарт эмаслигидир ва хизматни ташкил этиш учун кўшимча қурилмалар талаб этилмаслигидир.

Шундай қилиб, тизим мосланувчан бўлиб, унда ҳеч қандай абонентнинг қўшимча қурилмаларисиз хилма хил ахборотларни: янгиликлар, сўров маълумотлари, реклама ва шахсий эълонларни бериш мумкин.

Paper Uz сервис хизматидан фойдаланувчилар сонини ошириш мақсадида Smart TV иловаси ишлаб чиқилмоқда.

Бундан ташқари UZDIGITAL TV корхонаси телеэшитиришларга бағишланган илмий –тадқиқот ишларида ҳам фаол қатнашмоқда, жумладан Ўзбекистонда тарқатилаётган телерадио каналлар, дастурлар рейтингини аниқлаш, баҳолаш усуллари ва тартиблари ишлаб чиқилмоқда. Бу илмий- тадқиқот ишлари Ўзбекистондаги телерадио каналларининг бутунлай янги ва ўзига хос рейтингни аниқлашда асосий дастури амал бўлишига ишонч билдирилмоқда.

Умумлаштирилган ҳолда шуни айтиш мумкинки, Ўзбекистонда рақамли телевидениенинг ривожлантириши актив амалга оширилмоқда ва унга бир неча йўналишларда дастурлар қабул қилинган.

Ўзбекистон Республикаси ҳукумати томонидан томонидан қабул қилинган рақамли телевидениега босқичма босқич ўтиш прогаммаси фаол татбиқ этилмоқда ва тегишли амалий ишлар бажарилмоқда. DVB-T2 форматдаги узатиш қурилмалари ўрнатиш ва ишга тушириш туфайли 2015 йил охирига Ўзбекистон ҳудудини 50 % дан ортигини рақамли телевидение билан қамрам олиш масаласи хал этилди. Босқичма босқич DVB-T2 форматга ўтиш техник муаммоларни хал этишнинг янги поғонасига кўтарилишга ва фойдаланувчилар учун янада сифатли телеканаллар ташкиллаштириш ва уларнинг сонини кўпайишини таъминлайди.

## ТЕРМИНЛАР ВА ҚИСҚАРТМАЛАР ЛУҒАТИ

**Абонент картаси** – пластик карта ичига жойлаштирилган микросхема (Smartcaid) кўринишидаги қурилма. DVB ва бошқа телеэшиттириш тизимларидаги пуллик теледастурлари тизимига кириш элементларидан бири сифатида қўлланилади.

**АДИКМ** - Адаптив дифференциал импульс-кодли модуляция (инглизча ADPCM). Дискрет импульс код модуляция тури бўлиб, унда кванлаш қадами ва башорат кўрсатгичи қийматларининг кодланаётган сигнал жорий таркибига боғлиқ ўзгаришидир.

**Амплитудавий манипуляция (АМн)** – рақамли сигналларни узатишда қўлланиладиган модуляция турларидан бири. Ташувчининг амплитудасини дискрет ўзгаришидир.

**АРЎ** - Аналог- рақам ўзгартиргич.

**Башорат хатоси** – сигналнинг башорат қилинган ва мавжуд қийматлари орасидаги фарқ. Тасвирларни кодлашда тасвир фрагментининг (макроблокининг) хатоси сонлар матрицаси бўлиши мумкин. Ҳар бир элемент мавжуд ва башорат қилинган фрагмент элементлари орасидаги фарққа тенг бўлади.

**Башоратли кодлаш** – Дискрет импульс код модуляциясига қаранг.

**Бир частотали тармоқ** (Single Frequency Network - SFN) - DVB-T эшиттиришларидан бири бўлиб, бир неча телеузатгичларнинг бир частотада синхрон ишлашини таъминлайди. Бунда уларнинг эшиттириш қамров ҳудудлари ўзаро қопланишлари мумкин.

**Битларни тақсимлаш** (инглизча- bit allocation) – тасвирни сиқиш ва овозни узатишнинг кўпгина усулларида қўлланиладиган операция. Квантлашдаги иккилик разрядлар (битлар) белгиланган сони умумий маълумотлар оқимининг бир неча ташкил этувчилари бўйича тақсимланади, масалан, частота диапазони ости бўйича.

**Битларнинг адаптив тақсимланиши** (ингл. – adaptive bit allocation) – квантлашдаги битларнинг тақсимланиши,

масалан: сигналнинг кодланаётган қисми кўрсаткичларига боғлиқ ҳолда частота диапазони ости бўйича.

**Блоклар мослиги** (инглизча- Nock matching) – ҳаракатни баҳолашнинг усулларидан бири бўлиб, унда танланган критерияси асосида, кодланаётган тасвирнинг ҳар бир блоки (макроблок) учун мос равишда, таянч тасвирнинг худди шундай ўлчамли худуди топилади.

**Босқич** (инглизча - Level) - MPEG-2 да тасвирнинг ўтказиш қобиляти бўйича босқичлари (кийматлари) белгиланган.

**Буферли ХҚ** – маълумотларни вақтинчалик сақловчи хотира қурилмаси. Хусусан, MPEG кодер ва декодерларида кодланган видеомаълумотларни доимий тезликда узатувчи канал билан ушбу қурилмаларни мослаштириш учун ишлатилади.

**Буюртма бўйича видео** (инглизча. Video-on-land) – телеэшиттиришнинг янги турларидан бири бўлиб, абонент бериладиган дастурни буюртма қила олиш имкониятига эгалиги.

**Вейвлет-ўзгартириш** – Ортогонал бир ўлчамли ёки икки ўлчамли ўзгартириш бўлиб, унинг натижасида дастлабки сигнал қуйи ва юқори аниқликдаги ташкил этувчиларга бўлинадилар.

**Векторли (ҳаракат) силжиш-тасвир** блоки силжишини иккита майдон координатаси билан баҳолаш натижасини кўрсатувчи жуфт сон.

**Векторли квантлаш** – берилган критерия бўйича, сигнал саноклари гуруҳи ёки тасвир элементлари гуруҳини эталон вектор деб номланувчи гуруҳ (элементлар) санокларига яқин бўлганлари билан алмаштириш. Барча эталон векторлар олдиндан кодлар китобига киритиб қўйилган бўладилар.

**Видео конференцалоқа** – ҳақиқий вақт даврида, бир неча абонентлар ўртасида овоз ва видеомаълумотларни алмашилишни таъминловчи видеоалоқа тизими.

**Видеотелефон** - ҳақиқий вақт даврида, иккита абонент ўртасида овоз ва видеомаълумотни алмашилишни таъминловчи видеоалоқа тизимларидан бири.

**Видеотуташув (Видеостык)** - ITU-R BT 656 Тавсиясига мувофиқ рақамли телесигналларни узатувчи интерфейслар(туташувлар)

номи ва тавсияда параллел ва кетма-кет видеотуташувлар белгиланган.

**Видео кетма-кетлик** (инглизча-video sequence) - MPEG-1,2 видеомаълумотлари оқимининг энг йирик структуравий бирлиги. Шунингдек, “видеокатор” номи ҳам учрайди.

**Гамма-коррекция** – телевизион сигналларни ночизикли ўзгартириш бўлиб, телевидение тизимининг турли узеллари узатиш характеристикаларини ночизиклиликларини коррекциялаш (тўғирлаш) мақсадида қўлланилади. Айни вақтда гамма-коррекция квантлашдаги тасвир сифатиغا таъсирни камайтиришга ҳам хизмат қилади.

**Гибрид кодлаш** - MPEG-1, MPEG-2 ва MPEG-4 ларда қўлланиладиган ҳаракатланувчи тасвирларни кодлаш ҳамда ички кадр ва кадрлар аро кодлашни мужассамлаштирган усул.

**Дастурли оқим** (инглизча-Program Stream) - MPEG-1 тизим қийматиға мос бўлган, MPEG-2 маълумотлар оқимининг мультиплексирланган (бирлаштирилган) кўринишларидан бири. Транспорт оқимдан фарқли фақат битта теле дастурнинг маълумотларини узатади.

**Деквантлаш** – квантлашга тескари амал. Деквантлаш натижасида рақамли сигнал ёки бошқа ахборотнинг санок қийматларини ифодаловчи квантлаш сатҳи сонлари ошади.

**Декодлаш** - кодлашга тескари операция. Декодлаш натижасида ахборот кодлашга қадар қандай кўринишга эга бўлган бўлса, ўша ҳолатга қайтарилади.

**Декомпрессия** – компрессияга (сиқишга) тескари амал.

**Дематрицалаш** – матрицалашга тескари амал. Дастлабки сигналлар матрицалашда олинган аниқ коэффицентли сигналлардан олинган йиғинди сифатида ҳисобланади.

**Демодуляция** – модуляцияга тескари амал. Демодуляциялаш (кўпинча детектирлаш деб номланади) натижасида модуляцияловчи сигнал қайта тикланади.

**Деоралатиш (деперемежение)** – оралатишга тескари амал. Маълумот элементлари бошланғич тартибини қайта тикланади.

**Дескремблер** – дескремблерлашни амалга оширилувчи қурилма.

**Дескремблерлаш** – скремблерлашга тескари амал. Маълумотни қайта ўқишни ташкил қилиш, масалан: скремблерланган сигналдан псевдотасодифий кетма-кетлигини ажратиш туфайли.

**Децимация** – оралатишга қаранг.

**ДИКМ** - Дифференциал импульс-код модуляцияси (инглизча- DPCM). Шунингдек термин “Башоратли кодлаш” деб ҳам юритилади. ИКМ турларидан бўлиб, сигналнинг аввалги бир ёки бир неча саноклари қиймати асосида башорат қилинган жорий сигнал санокларининг қиймати шаклланади ҳамда алоқа канали бўйлаб эса башорат хатоси, яъни башорат қилинган жорий сигнал саноклари ва дастлабки сигнал саноклари қийматларининг фарқи узатилади.

**Дискретизация** – узлуксиз сигнални, маълум вақт интервалларида, саноклар (ажратмалар) кетма кетлиги орқали ифодалашдир. Тасвирнинг дискретизациялаш ҳолатида, дискретлаш тасвир текислигида жойлашган матрицанинг саноклари сифатида ифодаланади.

**Дискрет частотаси** – дискретлаш частотаси улушларида ўлчанадиган дискрет сигнал частотаси.

**Дискретизациялаш частотаси** – дискрет сигнал саноклари кетма-кетлиги даврига тескари катталиқ. Котельников теоремасига кўра дискретизация частотаси дискретизацияланаётган сигналнинг юқори чегаравий частотасидан энг камида 2 марта катта бўлиши керак.

**ДКЎ** - Дискрет косинус ўзгартириши.

**ДФЎ**- Дискрет Фурье ўзгартириши.

**Ёруғлик сигнали** (сигнал яркости) – оқ-қора телевидение видеосигналига мос келувчи ҳамда тасвирнинг барча элементлари ёруғлиги ҳақида маълумотни ташувчи сигнал. Рангли телевидениеда ёруғлик сигнали, гамма коррекциясидан ўтган, асосий ранглар  $E'_R$  (қизил),  $E'_G$  (яшил),  $E'_B$  (кўк) сигналлар ҳисобига, қуйидаги формула бўйича

$E'_Y = 0,30 E'_R + 0,59 E'_G + 0,11 E'_B$  шакллантирилади.

**Иерархик модуляция** - DVB-T да қўлланиладиган модуляция тури бўлиб, унда сифатли тасвирни қабул қилиш учун,

маълумот халақитлардан юқори ҳимояланганлик билан узатилади.

**Иккилик сигналларни узатиш тезлиги** (инглизча. - Bitrate).

Секунд ичида узатиладиган маълумот битларининг сони.

Ўлчов бирлиги бит/с, Кбит/с, Мбит/с ва бошқалар.

**ИКМ** - Импульс-код модуляцияси (инглизча- PCM). Маълумотни рақамли кўринишда узатиш усули. Ҳар бир сигнал санокларининг рақамли коди канал бўйлаб импульс кетма – кетлиги кўринишида узатилади.

**Интерфаол телевидение** - телевидение тизими бўлиб, уларда телетомошабин узатилаётган дастурлар бош станцияга тесқари канал бўйлаб маълумот узатиши билан таъсир қилишлари ва уларни ўзгартиришлари мумкин бўлади.

**Интерполяция** - 1. Дискрет сигнални узлуксиз сигналга ўзгартирилишида дискрет сигнал вақт оралиқлари санокларини аниқ қоида бўйича қўшимча тўлдириши.

2. Дастлабки дискрет сигнал саноклари орасига аниқ қоида бўйича аниқланган қўшимча санокларни киритиш йўли билан амалга оширилиш.

**Кадр 1.** Телевидениеда кадр деб узатиладиган, ҳамда кетма-кет акс эттириладиган ҳаракатсиз тасвирлар айтилади. Агар кадрлар узатиш частота сезиларли даражада юқори бўлса, томошабин кузатилаётган тасвирларни узлуксиз ҳаракати деб қабул қилади. Кадрлар узатилишида сатрларга (қаторларга) бўлинади.

2. Кўпгина ҳолларда кадр деб маълумотлар оқимининг тузилмавий бирлиги номланади, масалан: овоз кадрлари.

**Кадрли кодлаш** - MPEG-1 ва MPEG-2 стандартларида қатор ташлаб ёйиш билан видеомаълумотни кодлаш режимларидан бири. Бу режимда ҳар бир макроблокга иккала кадр майдонининг тасвир элементлари кирадилар.

**Кадрлар аро кодлаш** (инглизча. - interframe) – видеомаълумотни сиқиш, у кадрлар аро корреляциядан фойдаланишга асосланган.

**Каналли кодлаш** – Кўпинча модуляция билан бирга амалга ошириладиган, бевосита ахборотни канал бўйлаб узатишдаги

кодлаш тури. Одатда алоқа канали параметрлари билан мос бўлиш, халақитбардошликни ошириш кабиларни мақсад қилади.

**Квадратуравий амплитуда манипуляцияси** (КАМн ёки КАМ) – модуляция кўринишларининг бири бўлиб, у ташувчининг иккита ( $\cos$  ва  $\sin$ ) квадратуравий таркибий ташкил этувчиларининг амплитудаси дискрет ўзгарувчан, рақамли сигнални узатиш учун қўлланилади.

**Квантлаш** 1. Узлуксиз ёки дискрет сигналнинг ҳар бир қийматини квантлашнинг яқин сатҳига тенг сон билан бутунлаш йўли билан ўзгартириш.

2. Рақамли кўринишда келтирилган сигнални квантлашда ҳар бир сигнални ҳисоблашда битлар миқдори камайиши мумкин.

**Квантлаш шовқини** – сигнални квантлаш натижасида юзага келадиган хатолик ёки умуман ҳар қандай ахборотни квантлашдаги хатоликлар.

**Кенгайтириш** (инглизча- extension) - MPEG-2да видео ва аудиомаълумотлар оқимининг қисмлари бўлиб, оқимларнинг базавий қисмларини тўлдирадilar.

**Кодек** – ҳам кодер, ҳам декодер вазифаларини бажарувчи қурилма.

**Кодер** – кодлашни амалга оширувчи қурилма.

**Кодлаш** 1. Квантланиш натижасини олинган дискретланган сигнал ҳар бир санокларини аниқ қоида бўйича иккилик рақам билан ифодаланиши.

2. Бирор бир мақсад учун маълумотнинг символлар гуруҳини аниқ қоида бўйича бошқа символлар гуруҳига ўзгартирилиши. Кодлашнинг мақсади ахборотнинг ортиқчаликлигини қисқартириш ёки сиқиш, халақитбардошликни ошириш, маълумотларни кераксиз шахслардан ҳимоялаш кабилар бўлиши мумкин.

**Кодли сўзларнинг давомийлиги ўзгаришидаги кодлаш** – энтропик кодлаш турларидан бири ҳисобланади. Узатилаётган маълумот ҳажмининг қисқаришда тез-тез учрайдиган



символларни қисқа кодли сўзлар билан, кам учрайдиганларни эса давомий узун символлар билан алмаштириш.

**Кодлар китоби** – векторли квантлашда қўлланиладиган барча эталон векторлар рўйхати.

**Композитли кодлаш** – тўлиқ ранг телевизион сигнални рақамли кўринишга ўзгартириш.

**Компонентли кодлаш** – ёруглик ва рангфарқ сигналларни алоҳида-алоҳида рақамли кўринишга ўзгартириш.

**Компрессия 1.** Маълумотни самарали кодлаш, яъни ахборотнинг зарур бўлмаган қисмларини ташлаб юбориш ёрдамида сиқиш.

2. Ночизикли ўзгартириш ҳисобига сигналнинг динамик диапазонини сиқиш.

**Коррекцияловчи кодлар** – маълумотни узатишда юзага келадиган хатоликларни топиш ва/ёки тўғрилаш имконини берувчи кодлар.

**Масштабланиш** (инглизча- Scalability) - MPEG-2 маълумотлар оқимининг синтаксиси ва кодлаш услуги хоссаси бўлиб, видеомаълумотлар оқимидан маълум қисмидан тасвирни паст сифат билан олиш имконини беради. MPEG-4 да масштабланиш овоз ташувчи учун ҳам тарқалган.

**Майдон** – Сатр (қатор) ташлаб (оралаб) ёйишдаги ярим кадр, яъни кадрнинг тоқ сатрлари (биринчи майдон) ва жуфт сатрлари (иккинчи майдон) бўладилар. Майдон телевизорнинг битга вертикал ёйиши даврида узатилади ва намойиш этилади.

**Майдонли кодлаш** - MPEG-1 ва MPEG-2 стандартларида видеоахборотни қатор оралаб ёйишдаги кодлаш режимининг бир тури. Бу режимда макроблок тасвирнинг фақат биринчи ёки фақат иккинчи майдоннинг элементларидан ташкил топади.

**Макроблок** - MPEG стандартларида тасвирни кодлаш тузилмавий бирлигининг асоси ҳисобланган ва тасвирнинг 16x16 пиксель ўлчамли тўртбурчак худуди. Макроблоклар учун баҳолаш ва ҳаракатни компенсациялашлар бажарилади.

**Матрицалаш** – Маълум коэффициентлар билан берилган бир неча кирувчи сигналлар йиғиндиси бир неча чиқиш сигналлари кўринишида шакллантириш.

**Маълумотлар оқими** (инглизча - Bitstream) – Алоқа канали бўйлаб узатиладиган ёки маълумот ташувчига ёзиладиган иккилик символлар кетма-кетлиги. Сарлавҳа билан таъминланган тузилмавий бирликлардан (пакет, кадр ва бошқалар) ташкил топади.

**МДКЎ** – Модификацияланган(такомиллаштирилган) дискрет косинус ўзгартириш. ДКЎ қўшимча турларидан бири. Долби АС-3 ва MPEG-1 ҳамда MPEG-2 Audio, Layer III ларда қўлланилади.

**Медиан филтрлаш** – Чикиш сигналининг саноклари кириш сигналларининг бир неча саноклари медианаси сифатида аниқланади. Медиан филтрлаш бир ўлчамли, икки ўлчамли, яъни фазовий бўлиши мумкин.

**Модем** – модуляция ва демодуляция амалларини бажарадиган қурилма.

**Модуляция** – модуляциялаётган сигналга мос равишда ташувчи сигнал ёки тебранишнинг бир ёки бир неча параметрларини (кўрсаткичларини) ўзгартириш.

**Норекурсив рақамли филтр** – рақамли филтр, унда шаклланаётган чиқувчи сигнал санокларининг қийматлари фақат кирувчи сигнал санокларининг қийматиларга боғлиқ бўлади.

**Овозни маскировкалаш** - MPEG-1 ва MPEG-2 Audio ҳамда Долби АС-3ларда қўлланиладиган эшитиш қобилияти хусусиятларидан фойдаланиш. Бирор бир частотали баланд овоз мавжуд бўлганда, унга яқин частотадаги нисбатан паст овозлар эшитилмай қолади.

**Объект** – Объектга йўналтирилган ёндашувнинг асосий тушунчаси. MPEG-4да видеообъект тушунчаси сифатида қайсидир белгига кўра ажратиб олинган тасвир фрагменти ёки тўлиқ тасвири тушунилса, аудиообъект сифатида битта манбаа томонидан яратиладиган овоз тушинилади ҳамда аудиовизуал объект деганда эса ҳам видеообъект, ҳам аудиообъект бирлашмаси тушинилади.

**Пакет** – Алоқа каналлари бўйлаб биргаликда узатиладиган ахборот символларини (битлар, байтлар ва бошқалар) ўзида

сақлайдиган маълумотлар оқимининг тузилмавий бирлиги. Қоида бўйича пакет ўзида ҳақидаги маълумотларни сақловчи сарлавҳага эга мавжуд бўлади.

**Пакетланган элементар оқим (ПЭП)** (инглизча - Packetized Elementary Stream, PES) – элементар оқимдан маълумотларни пакетга жойлаш йўли билан олинган маълумотлар оқими.

**Пакет хатоликлари** — узатилаётган ахборотни бир неча қўшни символлар (битлар) ини бузадиган (шикастлайдиган) хатоликлар.

**Панжарасимон кодлар** (инглизча- trellis code) – рақамли телевидение тизимларида ички кодлашда қўлланиладиган коррекцияловчи кодлар.

**Пиксель** – (инглизча- Pixel -расм элементи). Рақамли дискрет тасвирнинг ўзгармас ёруғлик ва рангига эга бўлган кичик элементи.

**Прогрессив ёйиш** - ёйишнинг турларидан бири бўлиб, бунда кадрнинг барча қаторлари бирин-кетин кетма-кет узатиладилар.

**Профиль** - MPEG-2 ва MPEG-4 ларда профиль тушунчаси кодлашнинг фойдаланиладиган усулларининг мураккаблиги ва масштаблашнинг мавжудлигини ифодалайди.

**Психоакустик модель** (ПАМ) – эшитиш қобилятини ҳисобга олувчи алгоритм, MPEG-1 ва MPEG-2 Audio ларда ҳар бир частота диапазони ости бошқа диапазон остилар билан овознинг маскиров каланиши баҳоланадилар ва квантлаш учун битларнинг тақсим ланиши ҳисобланадилар.

**Ранг ташувчи** – аналог рангли телевидение тизимларида тўлиқ ранг телевизион сигнални шакллантиришда рангфарқ сигналларни модуляция ёрдамида ўтказадиган частота.

**Рангфарқ сигналлар** – рангли телевидение сигналлари бўлиб, ранг ҳақидаги маълумотларни ташийди ва тасвир ёруғлигига таъсир этмайди. Қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$E'_{R-Y} = E'_R - E'_Y$  (қизил);  $E'_{G-Y} = E'_G - E'_Y$  (яшил);  $E'_{B-Y} = E'_B - E'_Y$  (кўк); бу ерда  $E'_R$ ,  $E'_G$ ,  $E'_B$  лар мос равишда қизил, яшил ва кўк ранг сигналлари ва  $E'_Y$  –ёруғлик сигнали. Рангли телевидение тизимида қоида бўйича фақат  $E'_{R-Y}$  ва  $E'_{B-Y}$  сигналлари ёки

уларнинг чизиқли комбинация узатилади, чунки учинчи рангни қайд этувчи сигнал  $E'_{G-Y}$  куйидаги муносабатдан аниқланиши мумкин:

$$0.30 E'_{B-Y} + 0.59 E'_{G-Y} + 0.11 E'_{R-Y} = 0.$$

**РАЎ** — Рақам - аналог ўзгартиргич

**Рақамли фильтр** — кирувчи рақамли сигналларнинг саноклари кетма-кетлигини чиқувчи рақамли сигналнинг саноклари кетма-кетлигига ўзгартирувчи қурилма.

**Рекурсив рақамли фильтр** — чиқиш сигнали санокларининг шаклландуви қиймати ҳам кириш сигнали саноклари қиймати, ҳам олдин шаклландган чиқиш сигнали санокларидан келиб чиқадиган рақамли фильтр.

**Рид-Соломон кодлари** — коррекцияловчи халакитбардош кодлар, жумладан рақамли телевиденида фойдаланилади.

**РХМҚ** — Радиоалоқа бўйича Халқаро маслаҳат Қўмитаси. Ҳозирда ITU-R деб номланади.

**Сарлавҳа** (инглизча - header) — Маълумотлар оқимининг тузилмавий бирлигининг бошланғич қисми. Қоида бўйича маълумотлар оқимида сарлавҳа бошланишини таниб ола бўладиган бир ёки бир нечта символлардан иборат синхроғурухдан ташкил топади.

**Саҳна** - MPEG-4 тушунчаларидан бири. Томошабин томонидан кузатиладиган ва эшитиладиган аудиовизуал объектлар мажмуиси.

**Оралатиш (Сийраклаш)** — рақамли сигналнинг саноклари сонини камайтириш. Сийратлаганиш натижасида ҳар биринчи ёки ҳар иккинчи ёки ҳар нечанчисидир саноклари олиб қолинади, қолгани эса ташлаб юборилади.

**Символ 1.** Умумий тушунчада — алифбо элементи, ахборотни ифодалаш учун қўлланилади.

2. Канал симболи — вақтнинг айна лаҳзасида битлар комбинацияси билан узатилишга мос келувчи ташувчи сигналнинг тебраниш ҳолати.

3. COFDMда — вақтнинг айна лаҳзасидаги барча ташувчилар ҳолатининг тўплами.

**Синхроимпульслар** – Узатувчи телевизион камеранинг ёйиш тизимидаги ҳамда теле қабул қилгичнинг фазаси ва частотасини синхронизацияси таъминлайдиган, тўлиқ телевизион сигнал таркибига кирувчи, импульслар. Кадр синхроимпульслари телевизион қабул қилгичнинг вертикал ёйиш синхронизацияси учун, қатор синхроимпульслари эса горизонтал ёйиш синхронизацияси учун хизмат қиладилар.

**Скремблер** – скремблерлашни амалга ошириладиган қурилма.

**Скремблерлаш** – рухсат этилмаган киришдан химояланиш учун узатилаётган сигналга ҳалақит берувчи сигнални қўшиш.

**Слайс** (инглизча- slice) – Макроблокларни кодлаш жараёнидаги кетма-кет келувчилар гуруҳлар. Слайснинг барча макроблоклари учун бир хилдаги сиқиш параметри берилди ва у слайс сарлавҳасида ёзиб қўйилади.

**Стаффинг** – иккилик сигналларнинг узатиш тезлигини берилган қийматини сақлаб қолиш мақсадида алоқа канали бўйлаб бўш маълумот блокларини узатиш.

**СРИБП** (инглизча. - DSP). – сигналларга рақамли ишлов берувчи процессор

**Тавсия 601** – тўлиқ номи Тавсия ITU-R BT 601. Эски номи Тавсия 601 МККР ёки CCIR-601. Оддий аниқликдаги телевидение рақамли телесигналларининг параметрларини ифодалайди.

**Тавсия ITU-R BT-709-3** – Европа, АҚШ ва Япония учун умумий бўлган юқори аниқликдаги сигналларининг рақамли параметрларини ифодаловчи ҳужжат.

**Тасвир элементи** – Пикселга қаранг.

**Тасвир ортиқчалиги** – тасвирда ташлаб юборилса, намойиш этилаётган тасвирнинг сифати, визуал қабул қилишга, жиддий тасвир этмайдиган таркибий тузилмаларнинг мавжудлиги.

**Таянч тасвири** (инглизча-Reference Picture) – кодланаётган тасвир макроблоклари ҳаракати туфайли қайси жойни эгаллашни башорат қилишга асос бўладиган кадр ёки майдон.

**Текстура** – Тасвирнинг кичик тузилмаси. Объектлар контурининг тўлдирилиши.

**Тескари канал** – алоқа канали бўлиб, унда интерфаол телеэшиттириш тизимида абонентлар бош станцияга ахборот узатиши амалга оширилади.

**ТИХ-фильтр** – тугалланган импульс характеристикали фильтр. Норекурсив рақамли фильтр билан бир хил.

**Транспорт оқими** (инглизча- Transport Stream (TS)) – транспорт пакетлари оқими ва бирлаштирган бир нечта телевизион дастурларни ва хизмат маълумотларидан ташкил топган MPEG-2нинг мультимплексиранган (умумлаштирилган) маълумотлар оқими.

**ТРТС** – Тўлиқ рангли телевизион сигнал. Аналог рангли телевидениенинг ёруғлик сигнали, ранг ташувчилар частотасида жойлашган рангфарқ сигнали, синхроимпульслар, сўндирувчи импульслар каби бошқа зарур компонентларга эга бўлган умумий сигнал шундай номланади.

**ТТХМҚ** – телеграф ва телефония бўйича Халқаро маслаҳат кўмитаси. Ҳозирда ITU-T деб номланади.

**Уяли телевидение** – СВЧ (жуда юкори частота) диапазондаги телеэшиттириш тизими, масалан: MMDS тизими, унда кам кувватли узатгичлар тармоғи қўлланилади.

**Фазавий манипуляция (ФМн)** — рақамли сигналларни узатишда қўлланиладиган модуляция турларидан бири. Ташувчи сигналнинг фазалари дискрет ўзгарадилар.

**Фазовий филтрлаш** – тасвирни ўзгартириш бўлиб, бунда шаклланаётган тасвир ҳар бир элементининг ранги ва ёруғлиги бошланғич тасвир элементлари ранги ва ёруғлигининг берилган функцияси сифатида аниқланадилар.

**Фазовий частота** (узлуксиз тасвирлар учун) – Фазовий даврга тескари катталиқ. Бирор бир параметрнинг ўзгариши давр ичида қанча эканини, масалан, бирлик давомийлигида нечта ёруғликни ётишини кўрсатади. Ўлчами  $m^{-1}$ .

**Фазовий (икки ўлчамли) филтр** – фазовий филтрлаш амалга ошириладиган курилма.

**ФДЎ** - Фурье дискрет ўзгартириши.

**ФТЎ** – Фурье тез ўзгартириши. ФДЎнинг тезлаштирилган алгоритми шундай номланади.

**Хафман бўйича кодлаш** – кодли сўзлар давомийлиги ўзгарувчан бўлгандаги кодлашнинг бир тури бўлиб, у узатилаётган маълумотда ортиқчаликни иложи борича кам бўлишини таъминлайди.

**Хаар ўзгартириши** - вейвлет-ўзгартириш турларидан бири.

**ЧИХ-фильтр** - чексиз импульс характеристикали фильтр. Рекурсив рақамли фильтр билан бир хил.

**Чизиқли башорат** (инглизча - Linear Prediction) – сигналнинг башорат қилинган қийматини (ДИКМга қаранг) аввалги қийматлар чизиқли комбинацияси кўринишида шакллантириш.

**Шартли кириш** (инглизча - Conditional access) – телевизион дастурларга ёки бошқа узатилаётган ахборотга киришни чеклаш. Телевизион эшиттиришда пуллик хизматларни мавжуд бўлиши учун зарур.

**ШК** – шахсий компьютер.

**Элементар оқим** (инглизча- Elementary Stream(ES)) – овоз ёки тасвир кодери чиқишидаги маълумотлар оқими. Элементар оқимлар пакетланган элементар оқимларга айланади, улар ўз навбатида мультимплексирланган оқимларга бориб қўшилади, масалан, MPEG-2 ёки MPEG-4 транспорт оқимларига.

**Энтропик кодлаш** – маълумот ҳажмини ёқотишларсиз камайтириш имконини берувчи кодлаш. Ахборот манбаининг статик хусусиятларидан фойдаланишга асосланган. Масалан, турли сўзлар, символлар ва бошқаларнинг тақсимланиш эҳтимоллиги.

**ЮАТ** – Юқори аниқликдаги телевидение.

**Қатор (сатр)** – одатда ўзида узатилаётган тасвирнинг горизонтал ёки озгина қия ингичка полосасини ифодаловчи кадр бўлаги. Узатиш жараёнида қаторлар бирин-кетин узатилади.

**Қиймат** (инглизча - Layer) - MPEG-1 ва MPEG-2ларда овоз (Audio) ташувчини кодлашнинг 3та қиймати белгиланган: Layer I., Layer II, Layer III

**Қайта оралатиш** – Узатилаётган маълумотни пакетли хатолардан ҳимоялаш учун маълумотдаги битлар, байтлар ёки

нисбатан каттароқ блокларнинг кетма-кетлик тартибини ўрнини алмаштириш

**Қатороралаб (саторралаб) ёйиш (развертка)** – ёйишнинг бир тури бўлиб, бунда аввал кадрнинг биринчи майдонини ҳосил қилувчи тоқ (сатрлар) қаторлар, кейин иккинчи майдонни ҳосил қилувчи жуфт (сатрлар) қаторлар узатилади. Қатороралаб (сатрлараро) ёйиш ТВ-эшиттиришнинг барча эшиттириш тизимларида қўлланилади, чунки ТВ сигнал томонидан эгалландиган частота полосасини 2 марта қисқартириш имконини беради.

**Қолдирилган макроблок** (англ. - skipped) – таянч тасвирнинг мос макроблоки билан мос келгани учун узатилмайдиган макроблок.

**Ҳаракат вектори (ўрин алмаштириш вектори)** – иккита фазовий координаталар бўйича тасвир блокинни ўрин алмаштириш тезлигини баҳолаш натижасида топилганларни ифодаловчи сон жуфтлиги.

**Ҳаракат компенсацияси** - Тасвирнинг бир-бирига яқин кадрлар тахминий ҳаракати катталигига алмаштириладиган таянч тасвир фрагментлари, элементлари, блокларидан шаклланиши. MPEG стандартида башорат қилинган кадрларнинг шаклланишида қўлланилади.

**Ҳаракатни баҳолаш** – тасвирнинг бошқа таянч тасвирга нисбатан ҳолатига кўра алоҳида блок, элемент, фрагментларини силжишини аниқлаш. Аниқланган силжиш ҳаракат вектори сифатида ифодаланади. Ҳаракатни баҳолаш натижасига кўра тасвирнинг ҳаракатланувчи фрагментларининг ўрнини қоплаш амалга оширилиши мумкин.

**Хатони маскировкалаш** – хато аниқланган символлар гуруҳини, аввал қабул қилинган хатосиз символлар гуруҳига алмаштириш.

**ААС (Advanced Audio Coding** – овознинг яхшилانган кодланиши) - MPEG-2даги овозни кодлашнинг янги босқичи



- бўлиб, Layer III га қараганда худди ўша сиқиш босқичида эшиттиришнинг нисбатан юқори сифатни таъминлайди.
- AC-3 (Dolby AC-3)** – кўпканалли овозни сиқиш стандарти. Хусусан, ATSC рақамли ТВ тизимида қўлланилади.
- Adaptive bit allocation** – битларнинг адаптив тақсимланишига қаранг.
- ADPCM** - Adaptive Differential Pulse Code Modulation. АДПКМга қаранг.
- ATM** - (Asynchronous Transfer Mode – узатишнинг асинхрон режими) – узатишнинг кенг поласали рақамли тармоқларда юқори ўтказувчанлик қобилиятини таъминловчи усул.
- ATSC** (Advanced Television Systems Committee – телевидениенинг такомиллаштирилган тизимлари бўйича Қўмитаси) – АҚШда қабул қилинган рақамли телевизион эшиттириш тизими.
- AVGD** - Audio video Graphics Decoding - аудио-, видео- ва график декодер.
- BER** (Bit Error Rate) – узатилаётган 1 бит ахборотга тўғри келадиган хатолар частотаси.
- Bit allocation** - Битлар тақсимланишига қаранг.
- B-frame** (B-кадр) – Bidirectionalдан олинган. – икки томонлама башорат кадри. Макроблоклари иккита таянч тасвир башоратлари бўйича кодланадиган кадр, бунда улардан бири кодланаётган В-кадрдан олдин, бошқаси эса кейин келади.
- Block matching** – блоklar мослигига қаранг.
- BSB**- Biggest Significant Bit – катта мазмунли бит.
- CA** (Conditional Access) – шартли киришга қаранг.
- CAT**- Conditional Access Table – шартли кириш жадвали.
- CCIR** - Comite Consultativ International de Radio. PXMҚ, ITU-R. га қаранг.
- CCIR-601** - Тавсия 601га қаранг.
- CCITT** - Comite Consultatji International de Telegraphique et Telephoniqu. TTXMҚ, ITU-T га қаранг.
- CELP** (Code Excited Linear Predictive – қўзғалувчиларни чизикли башорат билан кодлаш). Частота дискретизацияси 8 кГц ёки

16 кГц бўлганда узатиш тезлигини 6...24 Кбит/с бўлишини таъминловчи нутқ сиқиш услуби.

**CI** - Common Interfase – Умумий интерфейс

**CIF** - Common Intermediate Format. Кадр формати бўлиб, ўзида ёқинлик сигнали қатори учун 288 қатор ва 352 элемент ҳамда ранг қайд этувчи сигналлар ҳар бир қатори учун 144 та қатор ва 176 элемент сақлайди.

**CLOCK** – тактлаш, рақамли шина синхронизация линияси.

**COFDM** (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) - OFDM, каналли кодлашга мос.

**Content-based coding** – таркибга асосланган кодлаш. MPEG-4даги тасвирни кодлашнинг турларидан бўлиб, унда мураккаб кўринишдаги объектлар кодланиши мумкин.

**CPU** - Central Processing Unit - марказий процессор.

**CS** - Control Storage – бошқарувчи ХҚ; Control Signal – фаоллаштириш сигнали.

**CVBS** - Composite Video Blanking Signal – тўлик рангли телевизион сигнал, ТРТС.

**DATA** - маълумотлар, рақамли шинанинг маълумотлар линияси.

**D-box** - См. Set-Top-Box.

**DCT** – ДКЎ га қаранг

**DDS** - Digital Date Stream – рақамли маълумотлар оқими.

**DMA** - Direct Memory Access – хотирга тўғридан-тўғри кириш

**DMIF** (Delivery Multimedia Integration Framework – мультимедиа етказиб беришнинг интегралланган тизими) - MPEG-4да маълумотлар оқимини бошқаришни таъминловчи протокол.

**DPCM** - Differencial Pulse Code Modulation. ДИКМга қаранг.

**DVB** - Digital Video Broadcasting (рақамли видеозиттириш). Европада ривожланаётган рақамли телевидение тизими. У кабелли (DVB-C), йўлдошли (DVB-S), ерусти (DVB-T), мобиль (DVB-T), шунингдек келажакда ТВ эшиттиришнинг бошқа турларини ўз ичига олади.

**DVD** - Digital Versatile Disk – кўпёқлама рақамли диск. Шунингдек Digital Video Disk каби номи ҳам учрайди, у оптик диск турларидан бири, хусусан, MPEG-2 бўйича сиқилган

оддий аниқликдаги (720x576) видеодастурларни ёзиш учун қўлланилади.

**EBU** (European Broadcasting Union – Эшиттириш Европа Иттифоқи) – Европадаги радиоэшиттириш соҳасини бошқарувчи ташкилот.

**Elementary Stream (ES)** - Элементар оқимга қаранг.

**ENABLE** – Рухсат берувчи сигнал, рақамли шинанинг рухсат этувчи сигнали (қайтариш сигнали)

**Extension** – Кенгайтиришга қаранг.

**Field** – Майдонга қаранг.

**Frame** – Кадрга қаранг.

**G.711, G.721, G.722, G.726, G.728, G.729** - ITU-T Тавсиялари, алоқа тизими ва шу қаторда видеоалоқа тизими нутқларининг сиқиш услубларини тавсифлайди.

**GOP** - Group of Pictures – тасвирлар гуруҳи. MPEG-1 ва MPEG-2 ла кетма-кетма келадиган тасвирлар (кадрлар ёки майдонлар) гуруҳи бўлиб, таянч I-кадрдан бошланади.

**GP** - Gating Pulse - тарашлайдиган импульс; General-purpose Processor -универсал процессор; Group Processor - гуруҳли процессор.

**H.261, H.262, H.263** - ITU-T Тавсиялари, видеоалоқа тизимлари учун видеоахборотни кодлаш услубларини тавсифлайди.

**HDTV** - High-Definition Television. Юқори аниқликдаги телевидение. (ЮАТ).

**I-frame (I-кадр)** - Intraframe дан олинган- ичкикадрли. MPEG-1 в MPEG-2 стандартларида GOP бошланадиган кадр. *I*-кадрнинг барча макроблоклари ички кадрли услуб билан кодланади.

**ISDB** (Integrated Service Digital Broadcasting – хизматлар интергациясига эга рақамли эшиттириш) – Японияда қабул қилинган рақамли телевизион эшиттириш стандарти.

**IDENT** - Идентификация, таниб олиш.

**IEEE** - Institute of Electrical and Electronical Engineers – Радиоэлектроника ва электротехника муҳандислари институти (АҚШ).

**IRD** - Integrated Resiever-Decoder – интеграл қабул қилгич-декодер.

- ISDN** (Integrated Services Digital Network - интегралланган хизматлар рақамли тармоғи) - Каналлар коммутациясига эга рақамли алоқа тармоқлари тури.
- ISO** - International Organization for Standardization. Стандартлаш бўйича Халқаро ташкилот. 1947 йилда асос солинган, аъзоси сифатида 100 дан ортиқ стандартлаштириш миллий ташкилотларини ўз ичига олади.
- ITU** - International Telecommunication Union. Электроалоқа Халқаро Иттифоқи. (МСЭ). Бу ташкилотнинг вазибаларидан бири – халқаро стандарт хисобланадиган Тавсияларни тайёрлаш.
- ITU-R** - Ташкилот – ITU нинг радиоалоқа ва телевидение соҳасидаги тавсияларни тайёрлашга масъул қисми.
- ITU-T** - Ташкилот – ITU нинг телефония ва маълумотларни рақамли узатиш соҳасидаги тавсияларни тайёрлашга масъул қисми.
- JPEG** - Joint Photographic Experts Group – фотографиялар бўйича экспертлар бирлашган гуруҳи. ISO нинг ишчи гуруҳи бўлиб, худди шундай номланувчи ҳаракатсиз тасвирларни сиқиш кодлаш стандартларини ишлаб чиқиш билан шуғулланади.
- JTAG** - Joint Test Automation Group – тестлашни автоматизациялаш бўйича бирлашган гуруҳ.
- Layer** - Босқичга қаранг.
- Level** - Босқичга қаранг.
- LCD** - Liquid-Crystal Display – суюқ кристалли дисплей.
- Linear Prediction** – чизиқли башоратга қаранг.
- LNB** - Low-Noise Block – кам(кичик) шовқинли блок.
- LNC** - Low-Noise Converter – кам шовқинли ўзгартиргич.
- Lossless JPEG** - йўқотишларсиз JPEG. JPEG гуруҳи томонидан ишлаб чиқилган башоратли кодлашга асосланган тасвирларни сиқиш услуги. “Одатий” JPEG га нисбатан кичик сиқишлишга имкон беради, шу билан бирга тасвирнинг бошланғич сифатини сақлаб қолади.
- LPC** - Linear Predictive Coding. Чизиқли башоратли кодлаш услуги. (ДИКМ, чизиқли кодлашга қаранг).
- LSB** - Least Significant Bit – кичик мазмунли бит.

**MDCT-МДКЎ**га қаранг.

**MMDS** (Multichannel Microwave Distribution System – Ўта юкори частотали таксимлашнинг кўпканалли тизими.

**Motion JPEG** – ҳаракатланувчи тасвирларни сиқиш услуги бўлиб, унда ҳар бир кадр JPEG услуги билан бошқаларидан мустақил равишда сиқилади. Хусусан, видеомонтаж тизимларида қўллан илади.

**MISC** - Minimum Instruction Set Computing – Минимал командаларни териш билан ҳисоблаш.

**MPEG** - Moving Picture Expert Group. Ҳаракатланувчи тасвирлар бўйича экспертлар гуруҳи. ISO нинг ишчи гуруҳи бўлиб, видео ва аудиомаълумотларни кодлаш стандартларини ишлаб чиқиш билан шуғулланади. Гуруҳ номи стандарт номларида учрайди.

**MPEG-1** – 1993 йилда тасдиқланган, овозли кузатув ва ҳаракатдаги тасвирларни сиқиш стандарти. Асосан SIF (352x288) форматдаги лазер дискларга видеодастурларни 1,5 Мбит/с сиқиш билан таъминлаган ҳолда ёзишда қўлланади.

**MPEG-2** - 1994 йилда тасдиқланган, овозли кузатув ва ҳаракатдаги тасвирларни сиқиш стандарти. Замонавий рақамли телевидение тизимининг асоси ҳисобланади

**MPEG-3** – ЮАТ тасвирларини сиқиш бўйича MPEG гуруҳининг лойиҳаси. Лойиҳа MPEG-2га киради ва алоҳида мавжуд эмас.

**MPEG-4** – ҳаракатланувчи тасвир ва овозларни сиқиш стандарти. 1998 -1999 йилларда қабул қилинган. Биринчи навбатда интерфаол ТВ ва тор полосали алоқа каналлари бўйлаб аудиовизуал ахборотни узатишга йўналтирилган.

**MPEG-7** - MPEG гуруҳининг лойиҳаси бўлиб, асосий мақсади аудио ва видеоахборотни сақлашни тавсифловчи воситаларни стандартлаштиришдир.

**NBC** (Nonbackward compatible) - MPEG-2да кўп каналли овозни кодлаш турларидан бири, MPEG-1 “Орқага” билан мувофиқ келмайди.

**NTSC** - National Television System Committee. АҚШ, Канада, Япония ва шу қаторда Осиё ва Американинг бошқа мамлакатларида қўлланиладиган рангли телевидение тизими.

Кадр формати 4:3; сатрлар сони 525та, улардан 480таси экранда кўринади. Кадрлар частотаси 30 Гц. Майдонлар частотаси - 60 Гц, сатроралаб ёйилади. Иккита ранг қайд этувчи сигналлар частотаси 3,58 МГц бўлган рангли ташувчининг квадратура модуляцияси ёрдамида бир вақтнинг ўзида узатилади.

**N-QAM** - N-state Quadrature Amplitude Modulation - N-босқичли квадратурали амплитудавий модуляция.

**OE** - Overflow Error – тўлиб кетиш хатоси.

**OFDM** (Orthogonal Frequency Division Multiplex) - Ортогонал частотавий мультимплексирлаш. Рақамли ТВ тизимида кўлланиладиган модуляция турларидан бири.

**OVL** - Overlay - беркитиш. **OVLД** - Overload – қайта юклаш.

**PAL** - Phase Alternating Line. Европанинг кўплаб мамлакатларида, Хитойда ва бошқа мамлакатларда кўлланиладиган рангли ТВ тизими. Кадр формати 4:3; қаторлар сони 625та, улардан 576 таси экранда кўринади. Кадрлар частотаси 25 Гц. Майдонлар частотаси - 50 Гц, сатроралаб ёйилади. Иккита ранг қайд этувчи сигналлар частотаси 4,43 МГц бўлган рангли ташувчининг квадратура модуляцияси ёрдамида бир вақтнинг ўзида узатилади.

**PAT** - Program-Association Table – оқим дастурлари ва уларнинг идентификаторлари рўйхати жадвали.

**PCM** - Pulse Code Modulation. ИКМга қаранг.

**P-frame** (P-кадр) - Predictive дан олинган– башорат қилинган. Таянч тасвир башорати билан кодланса бўладиган макроблоклар кадри. Таянч тасвир сифатида олдин келувчи I-кадр ёки P-кадрдан фойдаланиш мумкин

**PCMCIA** - Personal Computer Memory Card International Association – шахсий компьютер хотирасини кенгайтириш воситаларининг стандарти.

**PCR** - Program Counter – дастур ҳисоблагичи.

**PES** - Packetized Elementary Stream - пакетланган элементар оқим.

**PI** - Program Identifier – дастур идентификатори; Protocol Identifier – ирмоқ идентификатори; Program Interrupter – дастурларни узиш блоки.

**PID** - Protocol Identification - Протокол идентификацияси.

**PIO**- Parallel Input/Output - параллел кириш/чикиш; Programmable Input/Output - кириш/чикиш дастурловчи контроллерли.

**PIP** - Picture in picture – тасвирдаги тасвир (кадрдаги кадр).

**Pixel** - Picture element – Тасвир элементи. Пикселга қаранг.

**PMT** - Program-Map Table – дастур тузилмаси жадвали.

**Profile** – Профилга қаранг.

**PWM** - Pulse Width Modulation - кенг-импульсли модуляция (КИМ).

**QAM** - Квадратура амплитудавий манипуляцияга қаранг.

**QCIF** - Quarter Common Intermediate Format. CIF форматининг 1/4 қисмини, яъни ёруғлик сигналининг 176x144 элементини ташкил этувчи кадр формати.

**QPSK-ФМн** га қаранг.

**QSIF** - Quarter SIF. SIF форматининг 1/4 қисмини ташкил этувчи кадр формати.

**R, G, B** - Red, Green, Blue – қизил-яшил-кўк – Телевидениенинг асосий ранглари.

**RE** - Read Enable – ўқишга рухсат.

**REF** - Reference - таянч сигнал.

**RISC** - Reduced Instruction Set Computer – қисқартирилган буйрук тўпламига эга компьютер.

**RLC** - Runlength Coding. Кодлаш услуги бўлиб, унда хабарнинг бир хил символлари сон жуфтлиги билан ифодаланади. Улардан бири кетма-кет келаётган бир хил символлар микдорини, иккинчиси эса символнинг ўзини кўрсатади.

**SCL** - Serial Clock Line - синхронизациянинг издош линияси.

**Scalability** – Кўламли ликга қаранг.

**SDA** - Serial Data Address – Маълумотлар ва манзилларни узатиш издош линияси.

**Skipped macroblock** – Қолдирилган макроблокга қаранг.

**SECAM** - Sequentiel Couleur A Memoir. Францияда, собиқ СССР, Шарқий Европа мамлакатларида ва Африканинг айрим мамлакатларида қўлланиладиган рангли ТВ тизими. Кадр формати 4:3; сатрлар сони 625та, улардан 576 таси экранда кўринади. Кадрлар частотаси 25 Гц. Майдонлар частотаси - 50

Гц, сатрлараро ёйилади. Иккита ранг қайд этувчи сигналлар частотаси навбат билан икки рангли ташувчининг частотали модуляцияси ёрдамида узатилади, бунда бошлангич частота 4,406 МГц ва 4,250 МГц бўлади.

**Single Frequency Network (SFN)** – Бир частотали тармоққа қаранг.

**Set-Top-Box** – рақамли телевизион дастурларини қабул қилишга оид қўшимча қурилма.

**SIO** - Serial Input/Output - издош кириш/чиқиш.

**Single Frequency Network (SFN)** – Бир частотали тармоққа қаранг.

**SIF** - 1. Standard Interchange Format. Кадр формати бўлиб, бир сатрда тасвирнинг 288 қатор ва 352 элементи ёки бир сатрда тасвирнинг 144 қатор ва 176 элементини сақлайди.

2. Source Input Format. Кадр формати бўлиб, ўзида тасвирнинг 240 сатри ва 320 элементини бир қаторда сақлайди.

**Smartcard** - Абонент картасига қаранг.

**SQCIF** - Sub-Quarter Common Interchange Format. Ёруғлик сигналининг 128x96 элементини ўзида сақловчи кадр формати.

**S-Video** – телевизион ва видеоаппаратура интерфейси стандарти бўлиб, унда ранглилик сигнали, яъни ранг қайд этувчи сигналлари билан модулланган рангли ташувчи (С) ва синхроимпульсли ёруғлик сигнали (Y) алоҳида ўтказувчилар орқали узатилади. Шунингдек, Y/C каби ифодаланади.

**SYNCH** - Synchronisation – Синхронизация.

**Transport Stream (TS)** – Транспорт оқимиға қаранг.

**UART** - Universal Asynchronous Resiever-Transmitter - универсал асинхрон қабул-узатгич.

**Video-on-Demand** – буюртма видеоға қаранг.

**VLBV (Very Low Bitrate Video)** - MPEG-4да маълумотлар узатиш тезлигининг энг паст босқичи.

**VLC** - Variable Length Coding. Кодли сўзлар узунлиги ўзгарувчилари билан кодлашға қаранг.

**VSB** - Vestigial side band – ён полосаларининг бири қисман сиқилган амплитудавий модуляция.



**Wavelet-Transform** - Вейвлет-ўзгартиришга қаранг.

**WE** - Write Enable – ёзишга ружсат

**4:2:2, 4:2:0** ва бошқалар. — ранг қайд этувчи ва ёруғлик сигналларининг дискретизациялаш форматлари турлари.

**5.1** (ёки 5,1) – кўп каналли овозли кузатувни кодлаш услубидаги шартли ёзув бўлиб, 5та асосий ва битта қуйи частотали тор полосали овоз каналларини кўрсатади.

## 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.
5. Б.А. Локшин Цифровое вещание: - от студии к телезрителю. от студии к телезрителю - М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС, 2001. 446 с.
6. Артюшенко В.М., Шелухин О.И., Афонин М.Ю. «Цифровое сжатие видеоинформации и звука» И.: Москва 2003г. 430 с.
7. Ковалгин Ю.А., Вологдин Э.И. «Цифровое кодирование звуковых сигналов» И.: Корона принт. Санкт-Петербург 2004г, 230 с.
8. Теория цифровой обработки видеоизображения. <http://mirazh-std.narod.ru/index2.htm>
9. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 384 с.
10. В. Воробьев, В. Грибунин. Теория и практика вейвлет-преобразования. – НИИ В.Г. ВУС, 1999. 204 с.
11. Селомон Д. «Сжатие данных и изображения и звука». Издательство: Техносфера 2004 г. 368с.
12. Бенилов А.И., Погорелый С.Д «Вейвлет-анализ и его применение для сжатия мультимедийной информации». Киевский национальный университет имени Т. Шевченко 2002г. 15 с.
13. И.А. Гаврилов, Т.Г. Рахимов, А.Х. Ахмедова. Анализ методов устранения избыточной информации в ТВ изображениях. 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.
14. Рыбаков Г., Суслов А. JPEG-2000. <http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/data-compression/jpeg-2006>.
  15. Константин Гласман «Видеокомпрессия» журнал "625" 1997, №7
  16. Константин Гласман. MPEG- это просто. архив журнала "625": 2000:#3 <http://rus.625-net.ru/625/2000/03/r1.htm>
  17. «Информация о MPEG-4 (включая AVC/H.264)» <http://codecs.org.ua/article/mpeg4info.html>;
  18. Юрий Ковалгин. Цифровое радиовещание в формате DRM. Кодирование звуковых сигналов. Часть2. // Звукорежиссер №7 2008 г.
  19. Денис Кубасов, Дмитрий Ватолин «Обзор методов компенсации движения», [http://cgm.graphicon.ru/content/view/76/64/#\\_Тoc104359666](http://cgm.graphicon.ru/content/view/76/64/#_Тoc104359666)
  20. Ян Ричардсон. «Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 – стандарты нового поколения». // Мир цифровой обработки. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, Wfest Sussex PO19 8SQ, England, 2003. Перевод с англ: В.В. Чепыжова. ЗАО «РИЦ» Техносфера, Москва, 2005 г. Стр. 182
  21. Гаврилов И.А., Ибраева С.М., Игнатьева 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.
  22. Игнатьева 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.
  23. Богданов В.В. Цифровые вокодерные преобразователи: учеб. пособие для студентов / В.В. Богданов. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1996. - 75 с.

24. 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
25. Gavrilov I.A., Chernyshov A.A., Ibraeva S.M., Kabanova J.F., Puzyi A.N., Suvorova M.J. «Interframe processing of TV images in wavelet-codecs for cellular communication systems», 3-d International Conference In Central Asia on Internet The Next Generation of Mobile, Wireless and Optical Communications Networks (ICI2007), 2007, Tashkent.
26. Суворова М.Ю, Пузий А.Н., Кабанова Ю.Ф. «Применение межкадровой обработки ТВ изображений в кодеках на вейвлет-преобразованиях», сборник статей республиканской женской научно-технической конференции «Ахборот - коммуникация технологиялари ва автоматлашган бошқарув тизимлари» 22 ноября 2007 г Том -3 стр.75-80.
27. Пузий А.Н., Кабанова Ю.Ф., Суворова М.Ю., «Возможности фрактальных методов сжатия ТВ изображений», сборник статей республиканской женской научно-технической конференции «Ахборот - коммуникация технологиялари ва автоматлашган бошқарув тизимлари» 22 ноября 2007 г Том -3 стр.65-70.
28. Суворова М.Ю, Пузий А.Н., Кабанова Ю.Ф. «Применение межкадровой обработки ТВ изображений в кодеках на вейвлет-преобразованиях», сборник статей республиканской женской научно-технической конференции «Ахборот - коммуникация технологиялари ва автоматлашган бошқарув тизимлари» 22 ноября 2007г Том -3 стр.75-80
29. И.А. Гаврилов, А.А. Чернышёв, Кабанова Ю.Ф., А.Н. Пузий, Д.А. Савицкая, «Выделение объектов в ТВ изображениях для повышения эффективности работы вейвлет-кодеков», сборник трудов Шестой Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов молодых специалистов

- государств участников РСС «Техника и технологии связи» стр. 103-104, Ташкент 9-10 октября 2008 г.
30. Фёдоров К.Ю. «Анализ методов обработки звуковых сигналов в психоакустических моделях слуха»//Труды Шестой Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов государств участников РСС «Техника и технологии связи», Ташкент, 9-10 октября 2008г.
  31. I.Gavrilov, D..Savitskaya, Y. Kabanova, «TV images compression basing on the dynamic objects selection», Статья в сборнике международной конференции IT Promotion in Asia 2009, Ташкенте 21-25 сентября, с.128-133.
  32. 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
  33. 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.
  34. И.А. Гаврилов, И.Р. Валиев, С.Э. Отто, А.Н. Пузий, Т.Г. Рахимов. «Межкадровая обработка ТВ изображений с компенсацией движения для видекодека 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.
  35. 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.
36. Официальный сайт производителя микроэлектронных элементов STMicroelectronics в Интернет - [www.st.com](http://www.st.com).
  37. Техническая документация микропроцессора STi7109 предоставленная компанией STMicroelectronics.
  38. Официальный сайт компании производителя микроэлектронных элементов Zarlink Semiconductor Inc. в Интернет - [www.zarlink.com](http://www.zarlink.com).
  39. Официальный сайт компании производителя интегральных схем Integrated Silicon Solution, Inc. в Интернет - [www.ISSI.com](http://www.ISSI.com).
  40. Официальный сайт компании производителя энергонезависимых устройств хранения информации [www.macronix.com](http://www.macronix.com).
  41. Официальный сайт компании производителя электроники Philips [www.philips.com](http://www.philips.com).
  42. Техническая документация микропроцессора IS42S32200C1-7TL, Integrated Silicon Solution, Inc., 2007 г.  
Константин Гласман. Методы передачи данных в цифровом телевидении. Часть 2. Стандарт цифрового телевидения ATSC. <http://rus.625-net.ru/625/1999/07/atsc.htm>.
  44. Константин Гласман. Методы передачи данных в цифровом телевидении. Часть 3. Концепция DVB-T: архив журнала "625": 1999: #9 <http://rus.625-net.ru/625/1999/09/glasman.htm>
  45. Константин Гласман. Методы передачи данных в цифровом телевидении. Часть 4. Система цифрового наземного телевизионного вещания ISDB-T <http://rus.625-net.ru/archive/0200/art6.htm>
  46. Реализуемость в России технологии мобильного цифрового телевизионного вещания DVB-H. <http://www.rfcmd.ru/analytics/005>.
  47. А. Бителева. Система вещания DVB-H. Теле-Спутник - 6(128) Июнь 2006 г