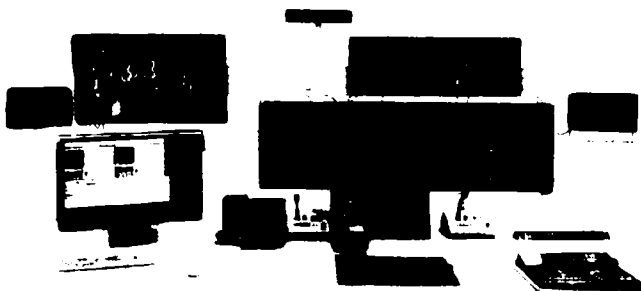


RAQAMLI TELEVIDENIYE

X.S.Soatov tahriri ostida

I.A.Gavrilov, T.G.Raximov, A.N.Puziy,
X.X.Nosirov, SH.M.Kadirov



Toshkent 2016

Mualliflar: Soatov X.S. tahriri ostida
Gavrilov Igor Aleksandrovich,
Raximov Taxir Gafurovich,
Puziy Anastasiya Nikolayevna,
Nosirov Xabibullo Xikmatullo o'g'li,
Kadirov Shuxrat Munavvarovich.

Taqrizchilar: t.f.d., professor - Nazarov A.M., Toshkent
davlat texnika universiteti
t.f.n., dotsent - Davronbekov D.A., Toshkent
axborot texnologiyalar universiteti

Ushbu kitobda analog va raqamli televideniye nazariyasi asoslari keltirilgan. Raqamli televideniya signallarni shakllantirish omillari, video va audio ma'lumotlarni siqish usullari va asosiy prinsiplari keng ko'rib chiqilgan. Tasvir signallari va ovozni siqish JPEG va MPEG standartlari majmuasida tuzilish va ishlash omillari hamda DVB, ATSC, ISDB, MMDS, LMDS, MVDS raqamli televideniye standartlari ko'rib chiqilgan. Bundan tashqari raqamli teleeshittirishlarda qo'llaniladigan qabul qilish qurilmalarining tuzilishi va ishlash prinsiplari, ularning elementlar bazasi va raqamli televideniyaning O'zbekistondagi hozirgi holati keltirilgan.

MUNDARIJA

KIRISH	7
1. TELEVIDENIYENING QISQACHA ASOSLARI	11
1.1. Televideniyening qisqacha tarixi	11
1.2. Televizion signalning tarkibi, shakli va spektri	15
1.3. Rangli televideniye signallari.....	20
1.4. Televideniye eshittirishlari standartlari.....	24
1.4.1. Oq-qora televideniye standartlari.....	24
1.4.2. Rangli televideniye standartlari	27
2. RAQAMLI TELEVISION SIGNALLAR	32
2.1. Tasvir signallarini analog-raqam o'zgartirish	32
2.2. Ovoz signallarini analog-raqam o'zgartirish.....	39
2.3. Televizion signallarni ITU-R 601 tavsiyasi asosida raqamli ko'rinishda ifodalash.....	40
2.3.1. Raqamli televideniye tasvir signallari standartlari.....	41
2.3.2. Televizion signal tashkil etuvchilarini raqamli ko'rinishi	44
2.3.3. Televizion signalni turli tizimlarda raqamli holatga keltirish.....	47
2.3.4. Raqamli televizion signalni hosil qilish va shakllantirish..	50
2.4. Raqamli televideniye interfeyslari	52
2.4.1. Parallel videoulash	53
2.4.2. Ketma-ket videoulash	55
2.5. Ovoz signalini raqamli holatga o'tkazish.....	59
2.6. Televizion ARO' va RAO'ning tuzilishi	62
3. TASVIR VA OVOZ SIGNALARINI SIQISH	74
3.1. Televizion signallarning ortiqcha axborotining turlari va ularni yo'qotish usullari	75
3.2. Spektral o'zgartirish asosida tasvir signalini siqish	78

3.2.1. Diskret-kosinus o'zgartirish asosida tasvirlarni siqish.....	79
3.2.2. Tasvirni veyvlet almashtirish asosida siqish.....	82
3.3. Tasvir signalini fraktallar asosida siqish.....	92
3.4. Kadrlararo ortiqchalikni yo'qotish asosida televizion tasvir signallarini siqish.....	95
3.4.1. Pikel usuli	99
3.4.2. Bloklarni solishtirish usuli	100
3.4.3. Parametrik modellar usuli	103
3.4.4. Ob'ektga yondoshish usuli	104
3.5. Ovoz signalini siqish xususiyatlari	108
3.5.1. Ovoz signaliga psixoakustik ishlov berish turlari	109
3.5.2. Raqamli audioma'lumotlarni kompressiyalash.....	113
4. TASVIR VA OVOZ SIGNALLARINI SIQISH STANDARTLARI.....	117
4.1. JPEG standarti.....	120
4.2. JPEG 2000 standarti	127
4.3. MPEG-1 standarti	133
4.3.1. MPEG-1 standartining video tashkil etuvchisi	133
4.3.2. MPEG-1 standartining ovoz tashkil etuvchisi	138
4.4. MPEG-2 televideniye eshittirish standarti	142
4.4.1. MPEG-2 standartida tasvirlarga ishlov berish	143
4.4.2. MPEG-2 ning video ma'lumotlari oqimi	148
4.4.3. Videoaxborot dekoderi	151
4.4.4. MPEG-1/2 standartlarida tasvir buzilishlari va videooqimning mumkin bo'lgan siqish koeffitsientlari	153
4.4.5. MPEG-2 standartida ovoz tashuvchi signallarga ishlov berish	154
4.5. MPEG-4 multimedia standarti	163
4.5.1. MPEG-4-10 (N.264) standartida videoni kodlash	167

4.5.2. MPEG-4 standarti da audioni kodlash	174
4.6. MPEG-7 va MPEG-21 istiqbolli multimedia standartlari ...	185
4.7. Ovoz signalini siqishning asosiy algoritmlari klassifikatsiyasi	187
5. RAQAMLI TELEVISION SIGNALARNI ALOQA KANALLARI BO'YLAB UZATISH	191
5.1. Raqamli televizion signalni aloqa kanallari orqali uzatishga bo'lgan talablar.....	191
5.2. Oralatish va Skremblerlash	193
5.3. Halaqitbardoshli kodlash.....	195
5.4. Raqamli televizion signalni uzatishda qo'llaniladigan modulyatsiya usullari	206
6. RAQAMLI TELEESHITTIRISH STANDARTLARI	218
6.1. DVB standartlarining umumiy konsepsiyalari.....	218
6.2. Yer usti raqamli DVB - T teleeshittirish tizimi.....	220
6.2.1. DVB-T tizimining uzatish tomonida signallarga ishlov berish	225
6.2.2. DVB-T tizimining qabul qilish qismida signallarni qayta ishlash.....	240
6.3. DVB-C raqamli kabel televideniye standarti	243
6.4. DVB-S raqamli sun'iy yo'ldosh televizion uzatish standarti.....	247
6.5. DVB-H raqamli mobil televizion eshittirish standarti	252
6.6. Raqamli televideniye boshqa standartlari	258
6.6.1. Yer usti televideniye Amerika standarti ATSC	258
6.6.2. ISDB raqamli televideniye Yaponiya standarti	267
6.6.3. ATSC va DVB raqamli televideniye tizimlarini solishtirish	273
6.7. MMDS, LMDS, MVDS tizimlari	276
6.7.1. MMDS	276

6.7.2. LMDS/MVDS	281
7. RAQAMLI TELEVIDENIYE IKKINCHI AVLOD STANDARTLARI	286
7.1. Yo‘ldosh televideniyesi DVB-S2 standarti.....	286
7.2. Yer usti DVB-T2 televideniye standarti	294
7.3. DVB-C2kabel televideniye standarti	306
7.4. Mobil televideniye standarti DVB-SHning umumiy xarakteristikasi	317
8. RAQAMLI TELEESHITTIRISHNING QABUL QILISH QURILMALARI	320
8.1. Raqamli teleeshittirish qabul qilish qurilmalarining bloklari va asosiy uzellari.....	324
8.2. Raqamli teleeshittirish qabul qilish qurilmalarining elementlar bazasi	328
8.2.1. STi7109 mikroprotessorining umumiy xarakteristikasi va ish algoritmi.....	333
8.2.2. Yuqori chastotali blok va COFDM demodulyator.....	336
8.2.3. STi7109 asosidagi DVB-T qo'shimcha moslamasining bazaviy varianti	337
9. O‘ZBEKISTONDA RAQAMLI TELEVIDENIYENING XOLATI	340
TERMINLAR VA QISQARTMALAR LUG‘ATI	347
ADABIYOTLAR RO‘YXATI	368

KIRISH

Raqamli televideniye va radioeshittirish sohasining zamonaviy bosqichlari global axborot tarmog'ini raqamli tizimlarga o'tishi va ularning evolyutsion rivojlanishi bilan xarakterlanadi.

Raqamli texnologiyalar aloqa tarmog'ida ko'p dasturli televizion va radioeshittirishni amalga oshirish, telekommunikatsion xizmat turlarini kengaytirish va signal sifatini yanada oshirish imkonini beradi.

Dastlab 1998-1999 yillarda AQSH, Fransiya va Rossiyada o'tkazilgan televizion uzatgichlar sinovlari, signallarni raqamli qabul qilgichlarga qabul qilish jarayonida uzatgichlarning quvvatini anchagina pasaytirish, pirovardida, elektr energiyasi sarflarini kamaytirish va albatta sifatni yanada oshirish mumkinligini ko'rsatgan.

Rangli PAL, SECAM va NTSC analog tizimlarida, 40 yildan ortiq davr mobaynida metrli va detsimetrli to'liq diapazonlarida, televizion eshittirishlar efirga uzatilmoqda. Ushbu davrda butun dunyo bo'ylab televizion signallarning rivojlangan uzatish va qabul qilish tizimi yuzaga kelgan. Bu orada apparat-studiya vositalarining takomillashuvi kuzatildi va so'nggi yillarda raqamli texnikaning rivojlanishi video va audio signallarni yaratish va shakllanitirish amaliyotida raqamli va kompyuter texnologiyalarini tatbiq qilish imkoniyatini yaratgan. Biroq, analog signallarni uzatishga mo'ljallangan mavjud tarmoqlar, dasturiy mahsulotlarni raqamli texnika yordamida shakllanitirish va yangi xizmat turlarini taqdim etishda qator cheklovlarni o'rnatib, raqamli tarmoq imkoniyatlarini to'liq darajada namoyon etishga to'sinlik qilayotgan xollar kuzatilgan. Shuning uchun, tadqiqotlar asosida mavjud analog kanallar bo'yicha raqamli signallarni uzatish imkoniyati mavjud ekanligi tasdiqlangandan so'ng, dunyoda qator xalqaro va milliy tadqiqot loyihalari ish boshladiki, ularning pirovard maqsadi - analog televideniye (TV) tizimiga muqobil bo'ladigan raqamli televideniye tizimini yaratish bo'ldi.

Raqamli televideniye tizimlari analoglarga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega:

- Eshittirish tarmog'ida uzatilayotgan tele kanallar sonining bir necha bor ko'pligi;

- Tasvir va ovoz sifatining yuqoriligi;

- Uzatish qurilmalarida analog tizimga nisbatan kam quvvat sarflanishi;

- Tarmoqni loyihalashda keng imkoniyatlarning mavjudligi, tizim parametrlarini tanlash evaziga kerakli uzatish sifatiga erishish, qo'shimcha xizmatlar turini boshqarish, qamrov hududini tanlash;

- Mobil va ko'chma qabul qilgichlarda sifatli signal qabul qilish;

- Bir chastotali tarmoqlarni tashkil qilish;

- Ma'lumotlar oqimini birlashtirib (multipleksirlash) uzatish hisobiga radiochastota spektridan unumli foydalanish;

- Boshqa raqamli (yo'ldosh va kabel) tizimlarga nisbatan arzon tatbiq qilinishi, ya'ni tarmoq operatorlari uchun - analog televideniye infrastrukturasiidan foydalanish, mijozlar uchun esa - mavjud antenna tizimidan foydalanish;

- Kichik quvvatli raqamli stansiyalar qurish hisobiga qisqa vaqt (2-5 yil) ichida va kam xarajatlar evaziga aholini xizmatlar bilan ta'minlash;

- Raqamli televideniye tizimini Internet tarmog'i bilan birlashtirish imkoniyati;

- Interfaol xizmat turlarini tashkil qilish.

Shu sababli ko'pchilik davlatlar, shu jumladan O'zbekiston ham, analog televideniye dan raqamli o'tish bo'yicha jadal harakat qilmoqda.

O'zbekiston hududida raqamli televizion tizimni tatbiq etish bosqichma-bosqich olib borilmoqda:

- 2005 yil - tanlangan raqamli televizion va ovoqli eshittirish tizimini lokal bir zonada qanday ishlashini tekshirish;

- 2006 yil - raqamli televizion va ovoqli eshittirishni bir va bir necha zonada muntazam olib borish, bunda, televizion dasturlar sonining yetarli va turli bo'lishiga e'tibor qaratish;

- 2007 - 2009 yillar - raqamli televizion eshittirish qamrov hududini viloyatlar markazlari va katta shaharlarida tatbiq qilish;

- 2010-2015 yillar - umummilliy raqamli televizion va ovoz eshittirish tizimini ishga tushirish va kengaytirish.

2008 yildan buyon O'zbekistonda raqamli televideniye DVB-T standarti asosida faoliyat yuritib kelmoqda. Eshittirish MPEG-4 (N.264) formatida olib borilmoqda. Loyihani tijorat usulida rivojlantirish "UzDigital TV" korxonasi tomonidan amalga oshirilmoqda. Bu televizion dasturlarni qabul qilish uchun Toshkentda "TELMAX Electronics" MCHJ tomonidan ishlab chiqarilgan abonent qo'shimcha qurilmalar yordamida amalga oshirilmoqda.

Bular raqamli televideniye sohasining rivojlanishi va unga xizmat ko'rsatish yuqori malakali mutahassislarga bo'lgan ehtiyojni keltirib chiqaradi. Ushbu ehtiyojni qondirish va mutahassislarning bilimini boyitish maqsadida ushbu o'quv qo'llanmasi yaratildi.

Ushbu kitobning maqsadi - raqamli televideniye sohasi bo'yicha bo'lajak mutaxassislarni, zamonaviy raqamli texnika va signallarni raqamli siqish hamda ularni aloqa kanali bo'ylab uzatish usullari bilan tanishtirishdir.

Raqamli apparatura studiyasining tuzilishi, teleko'rsatuvlarni yaratish, montaj qilish va yozib olish masalalari raqamli eshittirish texnikasining mustaqil bo'limi sanaladi va ularni alohida ko'rib chiqish tavsiya qilinadi. Shuning uchun ham, ushbu kitobda bu masalalar ko'rib chiqilmaydi. Kitob teleradioeshittirish, radiotexnika yo'nalishi talabalari, magistrantlari, o'z bilim doirasini kengaytirishni maqsad qilgan boshqa mutahassislik injenerlari, va albatta, raqamli eshittirish fidoylari uchun ham foydali bo'ladi deb hisoblaymiz. Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, ushbu kitobda, raqamli televideniyaning mavjud va istiqbolli tizimlari, ularning ishlash prinsiplari va qabul qiluvchi qurilmalarning elementlari bazasi ko'rib chiqilgan.

Mualliflar ushbu kitobni yozishda, undagi keltirilgan ma'lumotlar o'quvchiga tushunarli va qiziqarli bo'lishiga intildi, va unga qator grafik materiallarni kiritdi. Bunga erishish uchun, kitobni tushunishda matematik apparatni qo'llash minimallashtirilib, ma'lumotlarni iloji boricha sodda tushuntirishga katta ahamiyat qaratilgan.

Ushbu qo'llanmani dotsent X.S.Soatov kirish, 5-bobni, dotsent I.A. Gavrilov 6-7-8 boblarini va 2-3-4-boblarni A.N.Puziy va X.X.No'sirovlar bilan, professor T.G.Raximov 1-bobni, SH.M.Kadirov 9-bobni yozishgan. Umumiy tahriri dotsent X.S.Soatov amalga oshirgan.

Ushbu qo'llanmani yaratishda Y.A.Filatova, S.M.Ibraeva, O.S.Ignateva, A.A.Chernishyov, Y.F.Kabanova, M.Y.Suvorova, K.R.Nazarova, D.A.Savitskaya, L.R.Valiyeva, I.R.Valiyev, S.E.Ottolarning ilmiy izlanishlaridan foydalanilgan va ularga ushbu yordamlari uchun katta minnatdorchilik izhor etamiz. D.B.Muxamedovaga grafik ma'lumotlarni tayyorlagani uchun alohida minnatdorchilik bildiramiz.

1. TELEVIDENIYENING QISQACHA ASOSLARI

Televideniyeining mexanik tizimdan elektronga, oq-qoradan rangliga, analogdan raqamligiga o'tishiga 100 yildan ortiq vaqt hamda katta hajmdagi aqliy va moliyaviy xarajatlar talab etilgan. Shuning uchun ham televideniyeida, xuddi boshqa texnik tizimlardagi kabi eski va yangi avlodlarning o'zaro mutanosibliigi talab qilingan. Shunday ekan, oq - qora televideniyeidan rangligiga o'tishda dunyoda nafaqat ko'p miqdorda oq - qora televizorlar parkini hisobga olish, balki butun boshli oq-qora televideniye infratuzilmasi: uzatgichlar, radioreley, kabel va sun'iy yo'ldosh uzatish tizimlari qayta yaratilgan. Rangli televideniyeini uzatuvchi va kanal hosil qiluvchi moslamalar oq-qora televideniye asosida shakllantirilgan. Shu sababdan, yangi yaratilayotgan tizimlar oq-qora televideniye negizida yaratilishi va mavjud tizimlarga halal bermasdan ishlashi talab qilingan. Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, zamonaviy raqamli televideniye analog televideniye negizida yaratilganini ta'kidlash mumkin. Shunday ekan, raqamli televideniye tizimini qurish omillarini tushunish uchun televideniyeining asosiy prinsip va standartlariga to'xtalib o'tamiz.

1.1. Televideniyeining qisqacha tarixi

“Televideniye” (uzoqdan ko'rish yoki masofadan ko'rish) atamasini ilk bor rus harbiy muhandis-elektrigi K.D. Perskiy 1890 yilda Parijda bo'lgan xalqaro kongressda ishlatgan.

Televideniyeining negizida uchta fizik jarayon yotadi:

- yorug'lik energiyasini elektr signalga aylantirish;
- aloqa kanallari orqali signallarni uzatish va qabul qilish;
- uzatilgan elektr signalni tiklash va dastlabki optik tasvirga aylantirish.

Optik tasvirni elektr energiyasiga aylantirish uchun turli fotoelementlar va fotouzgartirgichlar ishlatiladi. Agar bir dona fotoelement ishlatilsa, uning chiqishidagi kuchlanish sahnaning o'rtacha yorug'ligiga teng bo'ladi va hech qanday tasvir yuzaga kelmaydi. Shuning uchun fotoelementlarning miqdori ko'p bo'lishi

lozim, va ular qancha ko'p bo'lsa, tasvir sifati shuncha yuqori bo'ladi. Uzatish standartiga ko'ra, fotoelementlar soni 550 mingtaga yaqin bo'lishi lozim. Tabiiyki, bu signalni uzatish uchun hech qachon 550 mingta kanaldan foydalana olmaymiz. Shuning uchun signallarni bitta kanal bo'ylab ketma-ket uzatiladi. Bunday uzatishni yoyish deb ataladi. Televideniye yoyish jarayoni ikkita omilga asoslangan.

1. Tasvirni elementlarga (piksellarga) ajratish omili - piksellar soni qancha yuqori bo'lsa, tasvir sifati ham shu qadar yuqori bo'ladi;

2. Yoyish omili - tasvir elementlarini ketma-ket uzatish va qabul qilish.

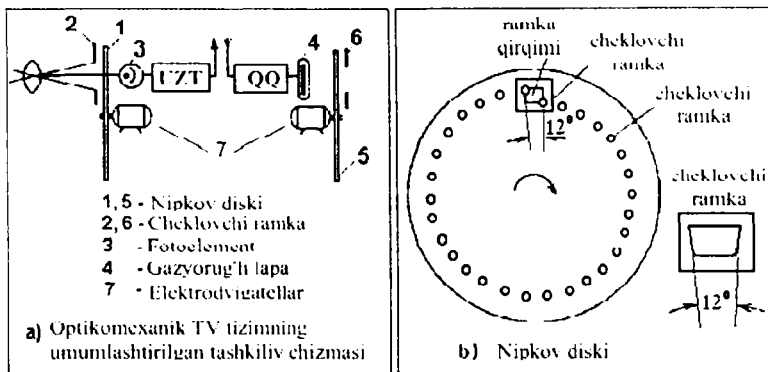
Shunday qilib ekrandagi tasvir - illyuziya(hayoliy) bo'lib, u ko'rishimizning inersionligi hisobiga yuzaga keladi. Aslida esa, vaqtning har bir lahzasida ekranda faqat birgina nuqta yoritiladi. Yoyish jarayoni hisobiga ekranning har bir nuqtasi katta tezlikda ketma-ket yoritiladi va natijada biz ko'rayotgan yaxlit optik tasvir hosil bo'ladi.

Dastlabki televizion tizimlarida optik yoyish uchun bir dona fotoo'zgartirgichdan foydalanilgan. U nemis talabasi Paul Nipkov tomonidan 1884 yilda yaratilgan bo'lib, "Nipkov diski" nomini olgan. U katta diametrlilik shaffof bo'lmagan disk bo'lib, uning tashqi chekkasi bo'ylab Arximed spirali ko'rinishida oraliq masofasi aniq belgilangan teshiklar (18 tadan 240 tagacha - yoyish satrlari miqdori) teshilgan (1.1-rasmga qarang). Ushbu disk asosida yaratilgan televizorlar, esa hozirgi zamonaviy televideniye qabul qilish qurilmalariga umuman o'xshamagan (1.2-1.5-rasmlar).

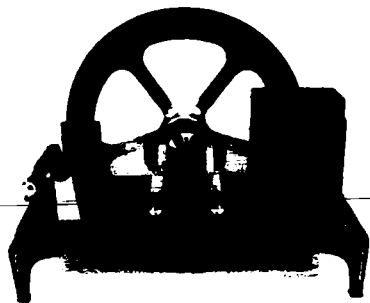
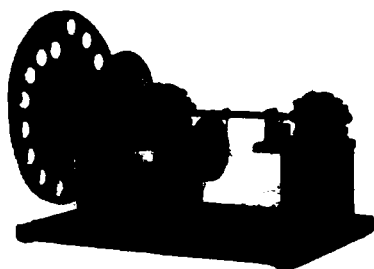
Nipkov tizimining soddaligi keyingi bosqichda bir necha optika-mexanikaviy televideniye tizimlarini yaratilishiga sabab bo'ldi. 1931 yilda Moskva elektrotexnika instituti jamoasi Shmanov P.V. rahbarligida Leningradga (hozirda Sankt-Peterburg shahri) ekspremental tasvirlarni radiouzatishini amalga oshirishgan. Tasvirda 30 ta satr, kadrlar chastotasi 12,5 Gs (1200 tasvir elementi) bo'lgan hamda 379 va 720 metrlik to'liqlarda uzatilgan.

1934 yilning kuzidan boshlab esa bu uzatishlar muntazam ravishda olib borilgan. Bir yildan so'ng Leningradning Kozitskiy nomidagi zavodi B-2 modeli televizorlarning birinchi partiyasini

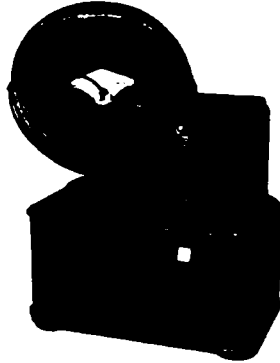
chiqara boshlagan (1.3-rasm).



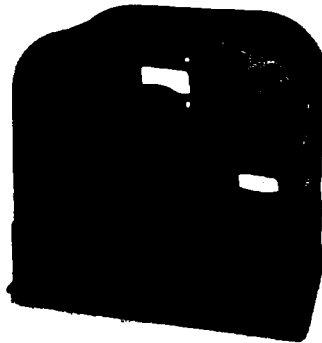
1.1- rasm. Nipkov diski asosidagi optiko-mexanik televideniye tizimi



1.2- rasm. Berdning diskli televideniye kamerasi va elektromexanik televizorning tuzilishi

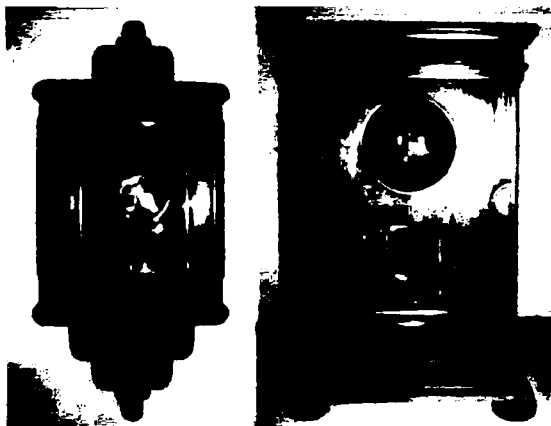


1.3- rasm. Birinchi mexanik televizor (B-2 modeli)



1.4- rasm. Ikkinchi mexanik televizor (Pioner modeli, 1934 y.)

1934 - 1935 yillarga kelib oynali barabandan foydalanilgan optiko-mexanik tizimlar paydo bo'lgan. Ularning yoyish imkoniyati 180tadan xatto 375tagacha bo'lgan satrni tashkil etgan. Satrlar sonining ortishi har bir satrni o'qish vaqtini qisqarishiga olib kelgan va tasvir sezuvchanligini pasayishiga sabab bo'lgan. Bundan tashqari, ushbu turdagi televizorlar juda ham murakkab tuzilishga ega bo'lganlar va tasvir sifati ham ancha past bo'lgan. Shu sababdan, optika-mexanikaviy usuldan elektron usulga o'tishga ehtiyoji tug'ilgan.



1.5- rasm. Televizorlar dizayni erkin tanlangan (1928 y.)

1907 yilda rus olimi Boris Rozing hozirgi televizor ekraning dastlabki turini yaratgan va unga patent olgan, ya'ni hozirgi zamon elektron-nurli trubkalarga -kineskoplarga asos solgan.

1925 yilda Toshkentda Grabovskiy rahbarligida to'liq elektron televideniye tizimi loyihasi birinchi bo'lib yaratilgan. Unda uzatuvchi va qabul qiluvchi taraflarda elektron nurli trubka qo'llanilgan. Ammo B.P. Rozingning shogirdi V.K.Zvorikin yaratgan elektron televideniye tizimi ko'prok mashhur bo'lgan va u elektron televideniye asoschisi hisoblanadi.

Bugungi kunda televideniye deb harakatlanuvchi va harakatlanmaydigan jismlar tasvirlarini elektr aloqa vositalari yordamida real va o'zgartirilgan vaqt masshtabida uzatish va qabul qilish bilan shug'ullanuvchi zamonaviy radioelektronika sohasiga aytiladi.

1.2 Televizion signalning tarkibi, shakli va spektri

Eshittirishda ishlatiladigan to'liq televizion signal (TTS) ning satrlar va kadrlar bo'yicha ko'rinishi 1.6-rasmda ko'rsatilgan va u quyidagilardan iborat:

1. Video (yorug'lik) signal.

2. Satr va kadrlarni o'chiruvchi impulslar (SO'I, KO'I).

3. Satr va kadrlarni sinxronlashtiruvchi impulslar (SSI va KSI).

4. Kadr sinxroimpulsini kesuvchi ikkilangan satr chastotasi.

5. Tenglashtiruvchi impulslar.

6. Yorug'likning o'zgarmas tashkil etuvchisi.

Videosignal shakli. Fotoelementdan chiqayotgan signal tasvir elementlarining yoritilganligiga proporsional va vaqtning funksiyasidir. 1.6-rasmga diqqat bilan qaralsa, signalning yuqori qiymati oq nurning, past qiymati qora nurning, oraliq qiymat esa kul rangning chegaralariga mos kelishi ko'rinadi.

Rangli tasvirni paydo qilish uchun esa 3 ta aniqlashtirgich (datchik) yordamida yani qizil, yashil va ko'klar ranglar shakllantiriladilar va so'ngra kodlashtiriladilar.

Ular haqidagi ma'lumotlar 2 bobda beriladi.

To'la televizion signal (TTVS) ning tarkibini ko'rib chiqamiz:

1. **Video signal** - o'zida uzatilayotgan tasvirning nuqtalarni yorug'ligini jamlovchi ma'lumotlar to'plami yoki biz televizor ekranida ko'radigan axborot.

2. **Satr va kadrlar o'chiruvchi impulslar (SO'I va KO'I)** - uzatgich trubkasidagi va qabul qilgich- kineskopdagi satr va kadr bo'yicha nurlarni ortga harakati vaqtida tasvirga tasiri bo'lmasligini ta'minlash maqsadida nurlarni o'chirishga xizmat qiladilar. Agar bu impulslardan foydalanilmasa, ortga harakat qiluvchi satrdan yorug' chiziqlar tasvirlarda jimirlovchi gorizonta va kadrdan yonboshlagan chiziqlar hosil bo'ladi. O'chiruvchi impulslar har satr va yarim kadrlarni oxirida o'chish yoki qora rang sathida uzatiladi (1.7-rasm).

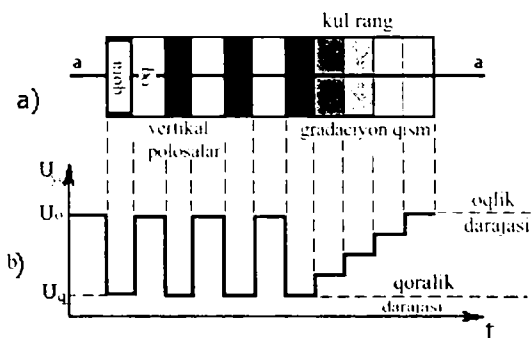
3. **Satr va kadrlarning sinxroimpulsari (SSI va KSI)** uzatuvchi va qabul qiluvchi taraflarda yoyuvchi moslamani sinxron (bir vaqtda) ishlashini ta'minlaydi. **Satr sinxroimpulsi noto'g'ri ishlasa ekranda tasvir chap va o'ngga harakatlanishi, kadr sinxroimpulsi ishlamasa tasvir tepaga va pastga harakatlanishi kuzatiladi. Shu sabab bu SSI va KSI tasvirni normal ishlashda katta ahamiyatga ega.**

4. **KSI dagi kesmalar** - kadr sinxro impulsi ishlash davrida satr sinxro impulsini normal ishlashini ta'minlaydi. **Kesmaning yo'qligi**

ekran tasvirining tepa qismida buzilishlar paydo bo'lishiga olib keladi, ya'ni KSI davrida satr sinxro impulsi yo'qoladi, chunki KSI harakati paytida SSI impulsida uzilish paydo bo'ladi.

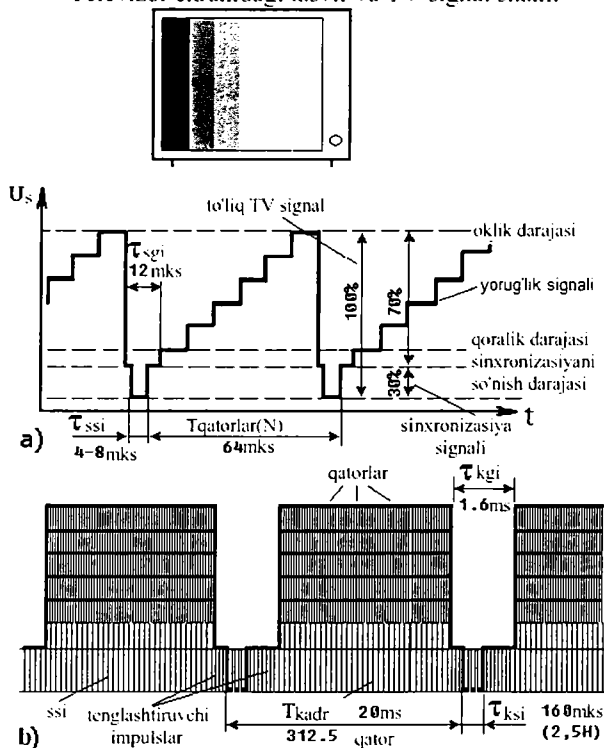
5. Tenglovchi impulslar juft va toq yarim kadrlarning yopishib qolishidan saqlaydi. Bir satr tashlab (o'tkazib) ochiluvchi yoyishda (razvertkada) 312,5 (butun son va yarimta) satr maydonni ochiladi. Bunda agar toq yarim kadr satrning boshidan boshlansa, juft yarim kadr uning yarmidan boshlanadi. Bunda qo'shni satr va kadr sinxroimpulslar orasidagi interval o'zgaradi. Bundan tashqari KSI ning toq yarim kadrda 3 ta kesma, juft yarim kadr KSI sida esa 2 ta kesma bo'ladi. **Yarim kadrda juft va toq impulslar sonini tenglashtirish uchun ikkalamchi chastotali satr kesmasidan foydalaniladi, shuningdek, KSI dan oldin va keyin 5 donadan maxsus ikkalamchi satrli chastota tenglashtiruvchi impulsleri kiritiladi.**

6. O'zgarmas yoki o'rtacha (yorug'lik) tashkil etuvchi videosignal paydo bo'lishiga sabab videosignal o'z tabiatiga ko'ra garmonik, impulsli yoki simmetrik emas. Shuning uchun tasvirga bog'liq o'zgarmas tashkil etuvchisi mavjud va uzatilayotgan videotasvir o'zgarishiga qarab, 3 – 7 Gs chastota bilan o'zgarishi mumkin.



Rasm 1.6. Videosignalni shakllantirish
a) uzatilayotgan tasvir, b) a -satrni yoyilgandagi signal holati

Televizor ekranidagi tasvir va TV signal shakli



1.7- rasm. Televizor ekranidagi tasvir ko'rinishi va televizion signalning
a) satr va b) kadr davridagi shakli

Agar to'liq televizion signalning amplituda qiymatini 100 % deb qabul qilsak, tasvir signali (videosignal) oq sathdan qoragacha 70 % ni, sinxronizatsiya signali esa qora sathdan pastdagi, qolgan quyi 30 % ni egallaydi, ya'ni **qoradan** ham **qoraroq**. Bu esa qabul qilgichda tasvir signalini toza ko'rinishda, sinxronizatsiya signallaridan, ajratish imkoniyatini taminlaydi.

Televideniye signalining spektri

Shuni aytmoq kerakki, televizion signalning tarkibi uzatilayotgan videotasvirga kuchli bog'liqdir. Gap shundaki, tasvirning katta detallari past chastotada, kichik detallari esa yuqori chastotada uzatiladi. Bunda kanalning o'tkazish qobiliyati va diskretizatsiya chastotasini tanlash televizion signalning chegara chastotalari va spektrining kengligiga bog'liq.

Umumiy holatda televizion signalning yuqori chegara chastotasi axborotning (piksellarining) sekund birligida uzatiladigan maksimal qiymat bilan aniqlanadi.

Afsuski, standart analog televideniya maksimal satrlar soni belgilanadi, ammo satrdagi piksellar soni aniqlashtirilmaydi.

Satrdagi piksellar sonini bilmoq uchun ekran formati koeffitsienti "k" dan foydalaniladi. "k" format - to'g'riburchakli ekraning tomonlar nisbatidir.

Shulardan kelib chiqib, televizion signalning yuqori chastotasi quyidagicha aniqlanadi:

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

bu yerda: **k** – kadr formati – **4/3**

z – kadrda*g*i satrlar soni – **625**

n – bir sekundda*g*i kadrlar soni – **25**

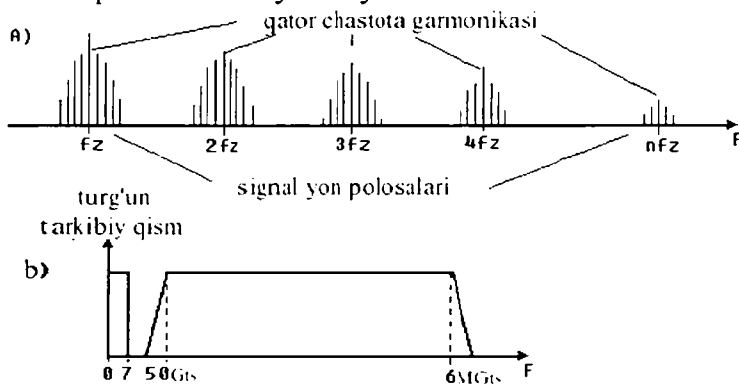
Amaliyotda, elektron nurning o'lchami chekli ekanligi, hamda tasvirning satrli tuzilishi hisobiga vertikal tiniligining kamayishini inobatga olib, tasvir sifatiga sezilarsiz ta'sir evaziga, yuqori chastota chegarasini pasaytirish mumkin.

(1.1) formulaga 0,89 - 0,9 koeffitsientini kiritish yo'li bilan G'yuqori ni 6 MGs gacha pasaytirish mumkin.

Televizion signalning past chastotasi tarkibida o'zgarmas tashkil etuvchi yoki yorug'lik tashkil etuvchining 0-7 Gs chastotali va 50 Gs chastotali yarim kadr yoyish chastotasi mavjudligidir.

Televizion signal spektrining yana bir xususiyati uning chiziqli diskret tuzilishidir. U garmonik satr (qator) chastotasidan iborat bo'lib, uning atrofida nisbatan tor yon polosalar guruhlanadilar (1.8-rasm) va ular kadr yoyishi hamda tasvir detallarining harakatlanishi sababida paydo bo'ladi*lar*.

Natijada tasvir haqidagi ma'lumotni tashuvchi diskret energiya tashuvchi zonalar shakllanadilar. Bunda satr garmonikasining son qiymati oshishi bilan energiya zonalaridagi qiymatlar kamayadi va bundan raqamli televideniya foydalaniladi.



1.8- rasm. Televidenion signal spektrining namunaviy tuzilishi (a) va uning grafik ko'rinishi (b)

1.3. Rangli televideniye signallari

Rangli televideniye eshittirish tizimlariga quyidagi talablar qo'yiladi:

1. Oq - qora televideniye bilan to'liq moslashish, ya'ni oq - qora televizorda rangli ko'rsatuvlarni oq - qora ko'inishida qabul qilish imkoniyati bo'lishligini amalga oshirish. Bu holat oq-qora va rangli qabul qilgichlarni bir vaqtda ishlashini ta'minlanadi. Shu sababli rangli televideniye yaratishda oq - qora televideniye parametrlari bilan mos kelishini ta'minlash kerak. Eng asosiy parametrlar - satr va kadr yoyishlarning chastotalari, chastota polosasi (kengligi) saqlanishi lozim;

2. Asosiy rangli tasviri haqiqiy (original) tasvirga yuqori sifat bilan mos kelishini baholashdir. Bu degani, tasvirning har bir elementi rangi original element rangidan farq qilmasligi hamda original va tasvir elementlari yorug'liklari nisbati o'zgarmas bo'lishi kerak;

3. Rangli televizion qabul qilgichlarning nisbatan soddaligi, nisbatan arzonligi va ishonchligi ta'minlanishi lozim;

4. Istiqbolda rangli televizion tizimlarning rivojlanishini hisobga olish, ya'ni sifatni oshirishda tasvirni o'zgartirishlar, ishlov berish va uzatish jarayonlarini takomillashtiradigan va tomoshabinning televizor ekraniga qo'shimcha ma'lumotlar bera oladigan tizimini yaratishdir;

5. Boshqa davlatlar bilan axborot dasturlarini almashishni ta'minlaydigan moslashgan standartni yaratish.

Moslashtirishni amalga oshirish uchun rangsiz televizor ekranida oq-qora tasvirni beruvchi yorug'lik signalini yoki yorug'likni ta'minlovchi signalni uzatish kifoya. Boshqacha qilib aytganda yorug'lik signalini ma'lum nisbatdagi rang signallari yig'indisidan iborat bo'lishini ta'minlash kerak va u ko'zning ranglarni sezuvchanlik spektriga mosligini hisobga olishi kerak.

Amalga oshirilgan hisob - kitoblar shuni ko'rsatdiki, yorug'lik signalining-asosiy ranglari (R, G, B) nisbati quyidagicha ifodalanadi:

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

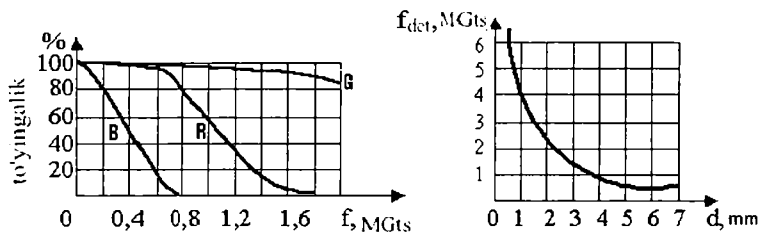
Bunday signalni hosil qilish uchun **matritsadan** foydalaniladi.

Agar (1.2) ifodadagi yorug'lik signali bo'lsa, aloqa kanalidan alohida uch rangli signalni uzatish shart emas. Ikkitasini uzatish yetarli, uchinchisini dekodeerli matritsadan, ya'ni yorug'lik signalidan ayirib olish mumkin.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki inson ko'zi mayda detallarning ranglarini yaxshi ajrata olmaydi.

Detailarning o'lchami va ularni uzatish uchun kerak bo'ladigan yuqori chastota chegarasi 1.9, b-rasmda keltirilgan.

Qator tajribalar shuni ko'rsatdiki, detallarning o'lchami kichraygani sari ularning ranglarini farqlash qiyinlashadi. Bu holat, ya'ni ranglarni ajratmaslik, turli ranglar uchun turli o'lchamlarda sodir bo'ladi. Bunday holat ko'zning ranglarga spektral sezgirligi har xilligidan dalolatdir (eng ko'p yashil rangda, o'rtacha qizil va kam ko'k rangda). Ushbu holatni ko'rinishi 1.9, a-rasmda ifodalangan.



1.9- rasm. Ko'zning detallar o'lchamiga qarab tasvir ranglariga sezgirligini ko'rsatuvchi grafik.

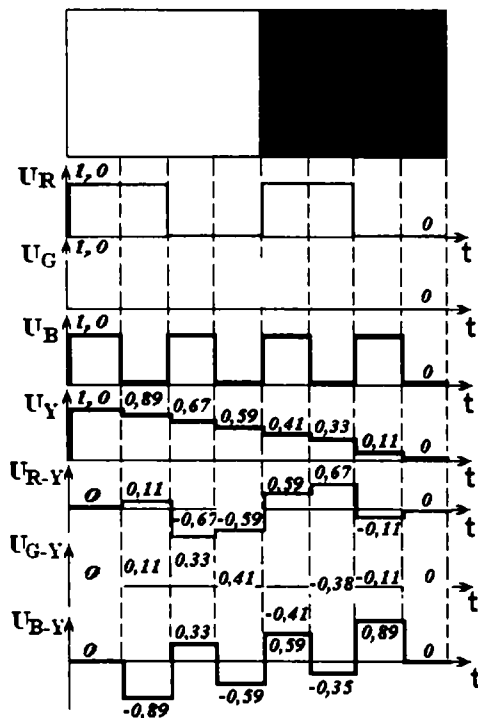
Rasmdan ko'rishimiz mumkinki, yashil rangli mayda detallarni farqlash, ko'rish televizion spektrining yuqori chegarasi 2,0 MGsgacha, qizil rang uchun 1,4 - 1,6 MGs, ko'k rang uchun esa 0,6 - 0,8 MGs ga tushib ketadi. Bu degani, rangli ma'lumotni uzatganda asosan ikki rangdan (asosan 1,5 MGs gacha) qisqartirilgan polosadan foydalanish mumkinligi, chunki ko'z qizil va ko'k rangdagi mayda detallarni ko'rolmaydi. Yorug'lik signali uzatilayotgan tasvir signali elementlarining yorug'liklar nisbatini o'z ichiga olgan to'la axborotni qamrab olganligi tufayli uni asosiy rang signallaridan chiqarib tashlash mumkin. Shu sabab aloqa kanalidan E_Y , E_{B-Y} va E_{R-Y} lar uzatiladi. Oxirgi E_{B-Y} va E_{R-Y} lar **rangfarq** (цветоразностный) signal deb ataladi. Bu ikkita rangfarq signallar kodlovchi matritsada shakllantiriladi va quyidagicha ifodalanadi:

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

Ranglarning bunday bo'linishi qator afzalliklarni beradi va shunga asosan bundan butun dunyo rangli televizion tizimlari foydalanadilar:

1. Bu signallar tarkibidan qisman keraksiz (ortiqcha) yorug'lik ma'lumoti olib tashlangani sabab, uning amplitudasi kul rang va oq detallarni uzatishda "0" qiymatga tushadi (oq rangda asosiy ranglar amplitudasi = E_Y) va kam yoritilgan joylarda esa qiymati kichikdir.

2. Rangfarq signallar qabul qilgich qurilmasi dekoderini yaratishda qulaylik yaratadi, chunki dastlabki ranglar rangfarq signallarni yorug'lik signali bilan oddiy qo'shish natijasida olinishlari mumkin. Bunda asosiy ranglar signallari birdaniga to'la chastota polosasida tiklanadilar (spektrning yuqori chastotali qismi yorug'lik signalidan tiklanadi). Bu esa qabul qilgichda dekoderlash jarayonini osonlashtiradi.



1.10- rasm. Yorug'lik va rangfarq signallarning ossillogrammasi

Shunday qilib, to'la rangli television signal quyidagi tashkil etuvchilardan (komponentlardan) iborat:

1. To'la chastota polosasidagi yorug'lik signali (6,5 MGs);
2. Cheklangan 1,5 MGs lik polosadagi ikkita rangfarq signallar (R - Y va V - Y), ular yorug'lik signali spektrini zichlashtirish

uchun bitta yoki bir nechta tashuvchi chastotalarda modulyatsiyalanib, uning yuqori qismiga joylashtiriladi;

3. Qabul qilgichni sinxronizatsiyalovchi signali;

4. Ranglarni sinxronizatsiyalovchi signallar.

1. 10- rasmda dastlabki RGB signallarning, yorug'lik va rangfarq signallarni tasvirning rangli polosalarini shakllantirishdagi ossillogrammasi ko'rinishlari keltirilgan.

1.4. Televideniye eshittirishlari standartlari

Televideniye dasturlarini tarqatayotgan har qanday davlatda oq - qora yoki rangli televideniye asosiy tavsif va ko'rsatgichlari ma'lum belgilangan standartda olib boriladi. Har qanday standart belgilangan yagona ko'rsatgichlarga asosan tizimning barcha tashkil etuvchilarini ishlashini ta'minlanishidan tashqari maksimal iqtisodiy va texnik cheklanishlarda ma'lum yutuqlarga erishishni ham hisobga oladi. Televideniye standartlari har xil davlatlarda, turli vaqtlarda, yaratilgan (Buyuk Britaniya, Germaniya, AQSH, Fransiya) va ular ko'p holatlar faqat o'zlarining ehtiyojlari asosida shakllantirilganlar. Shu sabab televideniye kanal chastotalari xilma -xil tanlangan (radiokanal kengligi, tashuvchilarning joylashishi, yon polosalarning tanlanishi va h.k.) va natijada tizimlarda farqlar bo'lgan. Quyida dunyo televideniyesining standartlariga qisqacha to'xtalib o'tamiz.

1.4.1. Oq - qora televideniye standartlari

Televideniye eshittirishlarida asosiy xarakteristika va parametrlar asosan I - III MV (41... 68; 87,5... 108; va 163... 230 MGs mos ravishda) diapazonlarni tanlash va tasdiqlash davrida olib borilgan hamda ularda 11, 12, 13 kanallar ishlagan xolos. Dastlabki birinchi etapda 5 standart bo'lgan:

G'arbiy Yevropa; uni CCIR ham deyishadi (International Radio Consultative Committee) yoki MKKP (Международный

Консультативный Комитет Радио - Xalqaro radio Konsultativ komiteti)

· **Sharqiy Yevropa** - OIRT (International Organization Radio and Television) yoki МОРТ (Международная Организация Радиовещания и Телевидения -Xalqaro radioeshittirish va televideniye tashkiloti)

· **Amerika - standarti FCC** (Federal Commications Commission) yoki ФКС (Федеральная комиссия связи - Federal aloqa komissiyasi)

· **Angliya - standarti BBC** (British Broadcasting Corporation)

· **Fransiya - standarti E** (Standard de television en France)

Bu telestandartlarning asosiy ko'rsatgichlari 1.1- jadvalda keltirilgan.

Televideniye eshittirishlar tizimlari rivojlangan sari ularning xarakteristikalaridagi farqlar ham o'zgargan, ayniqsa chastota spektrida:

- har bir diapazondagi kanallar soni bo'yicha;
- radiokanalning chegara chastotalari bo'yicha;
- kengligi bo'yicha yoni bostirilgan polosa chastota diapazoni bo'yicha va h.k.

Shu sabab, asta- sekin metrli to'lqinlar diapazonida 9 ta eshittirish televidizion standartlari tasdiqlangan, bular **A, B, C, O, E, F, K1, M, N**.

Hozirgi paytda **Angliya standarti A** (tasvirni 405 satrga bo'laklash)

I-standartga, 625 satrga almashtirilgan, **Fransiya standarti E, F** (819 satr bo'lgan) va **standart L-** 625 satrga almashtirilgan va **standart C** ishlatilmaydi.

B - G'arbiy Yevropa standarti

D va K1 - Sharqiy Yevropa standarti

I - Angliya standarti

L - Fransiya standarti

M va N - Amerika standarti

Bugungi kunda 10 televidizion standart tasdiqlangan: **B,D,H,I,K,K1,L,M,N,G** ulardan 3 tasi yangidan yaratilgan ular **G, H**

va K. Ular quyidagi ko‘rinishda:

-B,G,H - G‘arbiy Yevropa

-D, K, K1 - Sharqiy Yevropa

-I - Angliya

-L - Fransiya

-M va N - Amerika Qo'shma Shtatlari.

Jadval 1.1

Televideniye eshittirish standartining asosiy parametrlari

Asosiy xarakteristikasi	Angliya BBC	Amerika FCC	G‘arbiy Yevropa	Sharqiy Yevropa	Fransiya E OIRT
Kadrdagi satrlar soni	405	525	625	625	819
Sekunddagi maydon soni	50	60	50	50	50
Sekunddagi satrlar soni	10125	15750	15625	15625	20475
Sekunddagi kadrlar soni	25	30	25	25	25
Format koeffitsienti	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3
Radiokanalning kengligi, MGs	5	6	7	8	14
Tasvir va ovoz chastotalaridagi oraliq farq MGs	3,5	4,5	5,5	6,5	11,15
Tasvirning oraliq chastotasi, MGs	34,65	45,75	38,9	38	28,05
Ovozning oraliq chastotasi, MGs	38,15	41,25	33,4	31,5	39,2
Tasvirning modulyatsiyasi	AM+	AM-	AM-	AM-	AM+
Ovozning modulyatsiyasi	AM	CHM	CHM	CHM	AM

Detsimetrli to'liqlar diapazoni o'zlashtirilgan sari nominal polosa chastota spektrida qator farqlar shakllangan:

Diapazon kengligining nominal polosa chastotalari bo'yicha;
Har bir diapazonda radiokanallarning joylashish soni bo'yicha;
Radiokanalning chegara chastotalari qiymati bo'yicha;
yoni tornon bostirilgan polosa kengligi bo'yicha va h.k.

Bu detsimetr (DMB) diapazondagi chastota spektrlarining farqi 1.2- jadvalda ko'rsatilgan. AM OBP – bir polosali amplitude modulyatsiyasi.

1.4.2. Rangli televideniye standartlari

Hozirgi paytda dunyoda 3 asosiy analogli rangli televideniye tizimlari - NTSC, PAL, SECAM va ularning takomillashgan turlari qo'llaniladi. Bu tizimlarda 3ta signaldan tashkil topgan guruh: yorug'lik va 2 ta rangfarq signallari qo'llaniladi va shu signallar orqali ranglar haqidagi ma'lumot uzatiladi. Uchchala tizimda ham rangfarq signallarni yorug'lik signali ichiga zichlantirish (joylashtirish), ya'ni yorug'lik signali chastota spektrining yuqori qismiga rangfarq signallarining spektrini boshqa tashuvchi (поднесуший) chastotada joylashtirish qo'llanadi. Bu 3ta televizion standart 80 % ga bir - biriga mos keladi va faqat rang signallarining kodlanishi bilan farqlanadilar. Shu sababli zamonaviy televizorlarda universal, ranglarni avtomatik dekodelovchi qurilmalar ishlatiladi. Farqi ularda ranglar haqidagi ma'lumotni yorug'lik signali spektrining kengligi orlig'ida xilma xil usulda uzatishdadir. Quyida standartlarning alohida xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.

NTSC (National Television System Committee) Amerika Qo'shma Shtatlarida ishlab chiqilgan va 1953 yilda teleeshittirishga qabul qilingan. Eshittirishlar ushbu tizimda Kanada, Yaponiya, Janubiy Koreya va Amerika qit'asidagi boshqa davlatlarda tarqatilgan.

Standartda I va Q rang signallarini qo'shimcha tashuvchi (podnesushiy) chastotada birdaniga amplituda va faza bo'yicha modulyatsiya qilinib (kvadratura modulyatsiyasi) uzatiladi. Standartning eng ko'p tarqalgan variantida rangning qo'shimcha

tashuvchi chastotasi 3,579545 MGs ga teng. Shu sababli NTSC **3.58** belgisi qo'llanadi. Televizion signal qabul qilgichda, rang signalni to'g'ri tiklash uchun, videosignal tarkibidagi satr o'chiruvchi impulsida, rangning qo'shimcha tashuvchi polosasi tebranishlar jamlanmasi ko'rinishdagi, rangni sinxronizatsiyalash signali uzatiladi.

Bu tizimning asosiy kamchilikgi - rangni uzatishda buzilish hosil bo'lishining mumkinligidir. Ekranda rangning o'zgarishi, yorug'lik signaliga bog'liq holda, tasvirning ayrim qismlarida kuzatilishi mumkin.

Misol uchun, insonning yuzi ekranda soya joylarida qizarib ko'rinishi va yaxshi yoritilgan joylarida yashilroq bo'lishi mumkin. Ushbu nosozlikni kamaytirish uchun NTSC tizimidagi televizorlar rang ton sozlagichlari TINT Sontrol bilan jihozlanadi. Ushbu sozlagich yordamida detallar tasviri tabiiy ranglar holatiga yaqinlashadi, ammo juda yorug' va qorong'i polosalarda tasvir rangi o'zgarishi kuchli seziladi.

PAL tizimida NTSC tizimidagi yozilgan rang tasvirlarni ko'rish uchun NTSC 4.43 standarti ishlatiladi.

1966 yilda AQSH da raqamli televideniye uchun yangi standart qabul qilingan, lekin aholida NTSC tizimidagi televizorlar ko'pligi tufayli masala yechimiga hozirgacha talab bor.

PAL tizimi (Phase Alternation Line) 1962 - 1966 yillarda Germaniyaning Telefunken firmasi tomonidan yaratilgan. Bu tizimdagi teleeshittirishlar ko'pchilik G'arbiy Yevropa, Avstraliya, Osiyo va Afrika davlatlarida olib borilmoqda.

PAL standarti NTSC ning mukammallashtirilgan variantidir. PAL tizimida NTSCdagi rangfarq signallari (E_{B-Y} va E_{R-Y}) o'rniga ularga proporsional rang signallari U va V qo'llaniladi. Rang tashuvchi chastota **4,43361875 MGs (PAL 4.43 MGs)** deb qabul qilingan. NTSC tizimining faza o'zgarishiga sezgir bo'lganligini kamaytirish uchun, PAL standartida V modulyatsiyalangan signalning fazasi satrdan satrga o'tganda 1800 ga almashtirib turiladi. Shu sabab tasvirga faza o'zgarishining ta'siri kamaytirilgan va ayni vaqtda televizion qabul qilgichdagi ikki satrdagi rang signallarining o'rtachasini olinishi rangning vertikal bo'yicha aniqligini kamaytiradi.

PAL - 60 standarti NTSC tizimidagidek kadrning maydon o'zgarish chastotasi 60 Gs ga teng.

Bundan tashqari mukammallashtirilgan PAL plus varianti ham mavjud, u rangli tasvirlarni sifatini oshirib 16:9 formatdagi televizorlarda aks ettirishga mo'ljallangan. PAL plus standartni ishlab chiqishda ko'plab G'arbiy Yevropa davlatlari qatnashgan va shu davlatlarda PAL standarti o'rniga ishlatilmoqda.

PAL plus tizimining ishlab chiqarilishining asosiy sababi televizorlarda vertikal aniqlikdagi yo'qotishlarni bartaraf etish, ayniqsa keng ekranli filmlar namoyish etilganda, shuningdek, oddiy PAL televizorlari bilan moslashuvini ta'minlashdir. Keng ekranli filmlarni 4:3 formatli televizion kineskoplarda tiklash paytida ekraning tepa va past qismlari qora bo'lib qoladi. Shu sababli kadr ga to'g'ri keladigan satrlar soni kamayib, vertikal aniqlik kichiklashadi.

PAL plus tizimi **576** satrli vertikal aniqlikni beradi.

PAL plus tizimidagi televizion dasturlarni tomosha qilish uchun 16:9 formatli televizorlarda alohida PAL plus dekoderi ham bo'lishi shart. Oddiy 4:3 formatdagi televizorlarda bu dasturlar oddiy ko'rinishda bo'ladi.

SECAM tizimi (Sequentiel Couleur Aves Memoire), rus tilida SEKAM atamasida qo'llanadi. Tizimni yaratishni fransuz injeneri Anri de Frans 1953 yilda boshlagan. So'ngra bu tizimni takomillashtirish ustida fransuz va sovet olimlari ishlaganlar. Qo'shimcha tadqiqotlar o'tkazilib, kamchiliklar yo'qotilib 1967 yildan boshlab ushbu tizim Fransiya va sobiq Sovet Ittifoqida televizion eshittirishlarda qo'llanila boshlangan. SECAM standarti qator Yevropa, Osiyo va Afrika davlatlarida ham qabul qilingan.

Uning asosiy xususiyati shundaki, bu tizimda navbatma navbat bir satr o'tkazish yo'li bilan rang signallari DR va DB rangfarq E_{R-Y} va E_{B-Y} signallariga proporsional uzatiladi hamda televizion qabul qilgichlarda kechiktirish liniyasi orqali yetishmayotgan signal tiklanib, ekranga beriladi. Rang signali 2 ta qo'shimcha tashuvchi chastotalarda ya'ni **4,25** va **4,40625 MG**slar uzatiladi.

Rangning buzilishi SECAMda NTSC standartidan boshqacha. Yorug'lik doimiy bo'lgan kadr rang maydonlarida SECAM tizimida buzilishlar bo'lmaydi. Tasvirdagi bir rangdan boshqa rangga o'tishda,

ya'ni rang almashishda qo'shimcha fon yoki soyalar paydo bo'ladi. Tasvirning yorug' qismidan keyin ko'kimtir rang (fon), qora qismidan so'ng sariq rang (fon) paydo bo'ladi.

SECAM tizimida (PAL tizimi kabi) tasvirning vertikal aniqligi NTSC tizimiga nisbatan 2 marta past.

Qabul qilingan standartlarga qarab, turli davlatlarda yuqorida qayd etilgan 3 tizimning xilma xil takomillashtirilgan variantlari qo'llaniladi.

Bu standartlar asosan kadrdagi satrlar soni, tasvir signalining polosa kengligi, ovoz va tasvir signallari orasidagi chastota farqi va boshqa ko'rsatgichlari bilan farq qiladi.

U yoki bu televizion standart bir - biridan katta lotin harfini qo'shilishi bilan farq qiladi. Misol uchun televizion standart SECAM B/G- O'rta Sharqda: Gretsiya, Misr, Iroq, Eron va boshqa davlatlarda qo'llanadi. Shuning uchun standart MESECAM (Middle East SECAM - Yaqin Sharq SECAM) deb ham yuritiladi.

Shunday qilib, ayni paytda 10 ta oq - qora va 3 ta rangli (PAL, SECAM va NTSC) televideniye standartlari mavjud va rangli standartlarning bari oq - qora tele standarti asosida yaratilgan. Umuman, dunyoda 30 ta xilma xil standartlar mavjud va ularning ba'zi ko'rsatgichlari 1.2-jadvalda keltirilgan.

1.2-jadval

TV eshi ttitirishning asosiy parametrlari

Parametr	B	D	G	H	I	K	KI	L	M	N
Dianazon	MV	MV	DMV	MV	DMV	DMV	MV	MV	MV	MV
Kadrdagi satr Gs	625	625	625	625	625	625	625	625	525	625
Satr chastotasi Gs	15625	15625	15625	15625	15625	15625	15625	15625	15750	15625
Maydon chastotasi Gs	50	50	50	50	50	50	50	50	60	50
Videosignal polosasining chastotasi MGs	5	6	5	5	5.5	6	6	6	4.2	4.2
Radiokanal polosasining chastotasi MGs	7	8	8	8	8	8	8	8	6	6
Tasvir va ovoz chastotalar orasida farq MGs	5.5	6.5	5.5	5.5	6	6.5	6.5	6.5	4.5	4.5
Tasvirni modulyatsiya qilish usuli	AM OBP	AM OBP	AM OBP	AM OBP	AM OBP	AM OBP	AM OBP	AM OBP	AM OBP	AM OBP
Modulyatsiyaning polarizatsiyasi N- negativ P- pozotiv	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N
Ovoz chastotasining modulyatsiyasi	CHM	CHM	CHM	CHM	CHM	CHM	CHM	CHM	CHM	CHM
Ovoz chastotasining deviyatsiyasi KGs	±50	±50	±50	±50	±50	±50	±50	-	±25	±25
Tasvir va ovoz quvatining nisbati	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	15/1 10/1
Tasvir tizimi									-	
SECAM	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-
PAL 4.43 MGs da	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
PAL 3.582 MGs da	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
PAL 3.575 MGs da	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
NTSC 3.58 MGs da										
TSC 4.43 MGs da										+

2. RAQAMLI TELEVISION SIGNALLAR

2.1. Tasvir signallarini analog - raqamga o'zgartirish

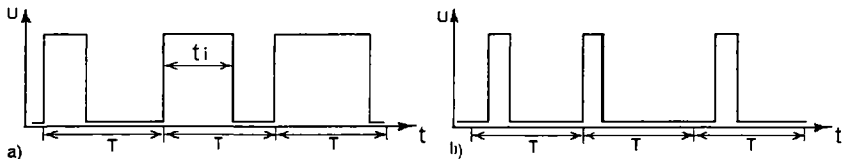
Signallar turkumida analog (uzluksiz) va raqamli signallar mavjud. Analog signallar uzluksiz funksiya qonuni bo'yicha o'zgaradi va ikki qo'shni sath orasida juda ko'p oraliq qiymatlar bo'lishi mumkin.

2.1-rasmda analog shakllangan SECAM tizimidagi TV (A) va ovoz (B) signallarining bir fragmenti (qismi) ko'rsatilgan.



2.1-rasm. Analog televidion va ovoz signallari.

Analog signalgga nafaqat uzluksiz signal, balki axborot impulsning kengligi yoki torayishiga bog'liq modulyatsiyalangan SHIM (широотно-импульсная модуляция – ШИМ) yoki dastlabki holati vaqtga (fazaga) bog'liq bo'lgan FIM (faza-impuls modulyatsiya) signallari ham qo'shimcha bo'lishi mumkin va ular 2.2-rasmda keltirilgan.



2.2-rasm. SHIM (a) va FIM (b) signallarning ko'rinishiga misollar.

Raqamli signallar, ikkilik kodlarda analog signalning sath va vaqt bo'yicha diskret o'lchov qiymatlari ifodasidir. Shundan

“**raqamli**” (“**digital**”) termini kelib chiqqan va hozirgi zamon radioelektoron qurilmalarini xarakterlaydi.

Signallarni uzatishda, xotirada saqlashda, qayta ishlashda, qabul qilishda analog signal qo'llanilsa, tizim analog televizion tizim deyiladi. Bunday tizim qator kamchiliklarga ega: analog signalning shovqinga chidamsizligi, har bir televizion blokning xalaqit signaliga, shovqinga chidamsizligi va signal buzilishining mavjudligi. Yana bir salbiy holat bu signalning buzilishi va shovqinlarning har bir zvenoda (blokda) yig'ilib borishi hamda ortib borishidir. Bu salbiy holat maxsus effektlar bilan boyitilgan televizion programmalarda ko'proq mujassamlanadi va ularni bartaraf etish uchun qo'shimcha o'zgartirishlar kiritish talab etiladi. Shuning uchun maxsus effektli qurilmalarda xalaqitlardan himoyalanih muhim vazifada bo'lib qolmoqda. Signallarga raqamli ishlov berish usullari xalaqitlardan himoyalanihni oshirishdan tashqari ko'pgina boshqa muammolarni yechishga ham sharoit yaratadi.

Raqamli tizimlarda, masalan tizim kirishga analog signal kelsa, bu signal kodlanadi va raqamli shaklga o'tkaziladi, ya'ni analog signal **diskretlash**, **kvantlash** va **kodlash** kabi umumlashgan operatsiyalar bilan raqamli signalg aylan tiriladi.

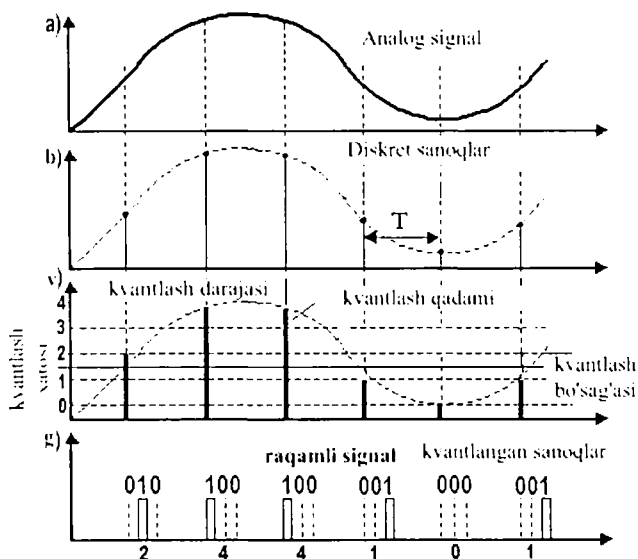
Diskretlash jarayoni - bu uzluksiz analog signalni ma'lum aniq vaqtlarda olingan oniy qiymatlar (sanoqlar) ketma-ketligi bilan almashtirishdir. Teng taqsimlangan diskretlashda aniq vaqtlar oralig'i Kotelnikov teoremasiga asosan tanlanadi. **Ushbu teoreмага asosan har qanday chastota spektri cheklangan uzluksiz analog signal o'rniga, diskretlash chastotasi analog signal yuqori chastotasidan (F_{max}) eng kamida 2 marta katta bo'lgan chastotadagi sonoq qiymatini uzatish kifoya, ya'ni $F_d \geq 2F_{max}$ shart bajarilishi kerak.** Misol 2.3 -rasmning a va b grafiklarida keltirilgan. Agar diskretlash chastotasi $2F_{max}$ dan kichik bo'lsa, chastotalar ustma-ust tushishi mumkin va qayta tiklangan analog signal tarkibida “qalbaki, yolg'on” aldanchi signal paydo bo'ladi. Bu hodisa ingliz tilida “aliasing” (alias - o'ylab topilgan) deb ataladi. Ushbu “qalbaki” signal hech qaysi filtr bilan tozalanib olinolmaydi va asosiy “haqiqiy” signalni orqaga qaytmas buzilishiga olib keladi.

Shuning uchun diskretlash chastotasining qiymati dastlabki analog signalning yuqori chastotasidan ikki marta katta emas, balki 5 - 10 marta katta chastota tanlanadi. Bunday katta qiymatli diskretlash chastotasini tanlash ingliz tilida oversampling (**diskretizatsiyadan baland yoki ortiqcha diskretlash**) deyiladi va natijada analog signal spektrini tozalashda oddiy past chastotali filtrlar qo'llash mumkin bo'ladi.

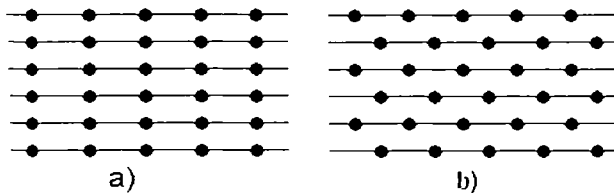
Ammo bunday yondoshuv raqamli ma'lumotlarning keskin ortishiga olib keladi va bu o'z navbatida ularni aloqa kanali yordamida uzatish vaqtini oshiradi hamda ma'lumotlar saqlash hajmini oshiradi. Shuning uchun ortiqcha (yuqori) diskretlashdan so'ng sanoqlarning ba'zi ortiqchalari olib tashlanadi va bu **siyraklashtirish (detsimatsiya)** deb ataladi. Ba'zi xollarda, masalan: tasvir sifatini oshirish uchun diskret signal sanoqlari orasiga qo'shimcha sanoq qiymatlari qo'shiladi. Bunday operatsiya **interpolyatsiya** deb ataladi.

Inson axborotni faqat analog ko'rinishda qabul qilishi mumkin bo'lganligi uchun qabul tomonida teskari almshtirish amalga oshiriladi, ya'ni raqamli signal analog signalga o'zgartiriladi. Ushbu maqsadda analog signalni tiklash uchun yuqori chastotasi qiymati F_{max} bo'lgan ideal past chastotali filtrdan (PCHF) o'tkaziladi va bu operatsiya interpolyatsiya deyiladi.

Televideniyeda ko'proq chastotasi o'zgarmas (bir xil) diskretizatsiya qo'llaniladi va bu yoyish (развертка) chastotasiga bog'liq yoki bog'liq bo'lmasligi bo'lishi mumkin (2.4-rasm). Agar diskretlash va yoyish chastotalari bitta takt generatoridan shakllantirilsa, unda ular orasidagi bog'lanish kuchli bo'ladi. Bu holatda har bir satrdagi sanoqlar soni bir xil bo'ladi va sanoqlar orasidagi masofa ham bir xil bo'ladi. Bu holatda tasvirda o'zgarmas (aniq) ortogonal diskretizatsiya tuzilmasi mavjud bo'ladi va sanoqlar to'g'ri to'rtburchakli panjaraning tugunlarida joylashadi (2.4.a -rasm). Ushbu usul hozirgi vaqtda raqamli televideniyeda studiya jihozlarida keng tarqalgan.



2.3- rasm. Analog signalni raqamli shaklga o'tkazish jarayoni.



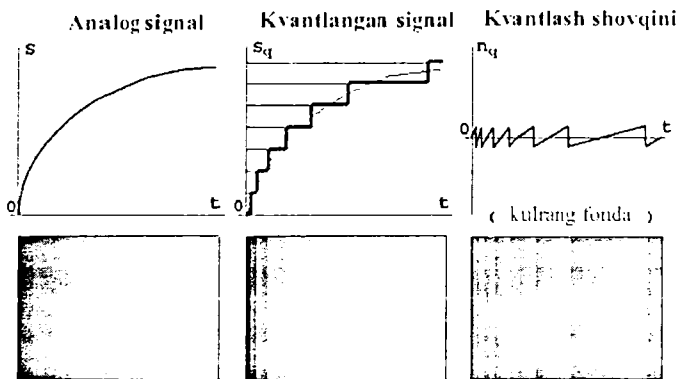
2.4- rasm. Diskretlash chastotasi sanoqlarini yoyishga bog'liq (a) va bog'liq bo'lmagan (b) tuzilmasi.

Sodda va nisbatan arzon qurilmalarda, masalan maishiy televizion tyunerlarda, diskretlash chastotasi alohida generator bilan shakllantiriladi va u televizion signalni yoyish chastotasi bilan bog'liq emas. Bu holatda qo'shni satrlarda turli koordinatali xilma xil sonli diskretlash sanoqlari shakllantiriladi. Bunda kadrdagi sanoqlarni diskretlash tuzilmasi 2.4. b-rasmda keltirilgan kabi bo'lishi mumkin

Diskretlashdan so'ng kvantlash jarayoni yoki sanoqning qiymatini (sathini) tegishli aniqlikda o'lchash jarayoni boshlanadi.

Misol uchun, ko'cha temperaturasini o'lchashda aniqlik plus-minus bir gradus bo'lishi unchalik katta ahamiyatga ega emas, ammo inson tana haroratini o'lchashda 0,1 gradusgacha aniqlik talab etiladi. Xuddi shu kabi televideniya nechta yorug'lik sathini uzatishni aniqlash talab etiladi, ya'ni kvantlash sathining sonini aniqlashni. Chunki kvantlash sathining soni tasvirning sifatiga bog'liq. Shunday qilib, kvantlash ham diskretlashdir faqat vaqt bo'yicha emas balki sath bo'yicha amalga oshirishdir (2.3, b -rasm). Kvantlash sathlari oralig'i kvantlashning qadami deyiladi. Sath son qiymati sifatida eng yaqin yuqori yoki pastki qiymat qabul qilinadi. Shuning uchun kvantlashda analog signalning haqiqiy qiymati va unga yaqinlashgan kvantlangan sath o'rtasidagi farq kvantlash xatoligi yoki shovqini deyiladi (2.5.-rasm). Kvantlashning quyi qismi-kvantlash bo'sag'asi deb nom olgan.

2.5-rasmda yorug'lik asta -sekin o'zgargandagi tasvirning holati va uni kvantlash natijasidagi buzilishlar (shovqin qiymati) keltirilgan.



2.5-rasm. Analog-raqam o'zgartirish. Kvantlash

Shunday qilib kvantlangan signal, dastlabki analog signaldan farqli, faqat butun son qiymatiga ega bo'lgan ketma-ketlikdir. Bu o'z navbatida har bir diskretlash intervalida (vaqt oralig'ida), kvantlash sathining qiymati kabi ko'rishda bo'lishini belgilaydi va sath qiymatlari ma'lum belgi yoki simvollar kombinatsiyasi bo'lishini ta'minlaydi.

Tuzilmaviy qoidalar asosida ma'lumotlarni shakllangan belgilar yoki simvollar orqali ifodalash kod deb ataladi. Kod belgilarining ketma - ketligi "kod so'zlari" deyiladi.

Kvantlangan signalni "kod so'zlari" (kodlar jamlamasi) bilan ifodalash mumkin. Bunday operatsiyalar **kodlash** deb ataladi. Har bir kod so'zi bitta diskretlash intervaliga to'g'ri keladi. Tasvir va ovoz signallarini kodlashda ikkilik kod keng qo'llaniladi. Agar kvantlangan signal N qiymatga ega bo'lsa, har bir kod so'zidagi ikkilik belgilar $n \geq \log_2 N$ bo'lishi kerak.

Ikkilik kodda ifodalangan bir razryad yoki ikkita belgi (simvol) bit deb ataladi. Odatda kvantlash sathining qiymati 2 ning darajasiga teng butun son bilan, ya'ni $N = 2^n$ aniqlanadi. **Diskretlash, kvantlash va kodlash odatda bir qurilma analog - raqam o'zgartirgich (ARO') yordamida bajariladi va bu jarayon 2.6-rasmda ko'rsatilgan.**

Teskariga o'zgartirish (aylantirish) raqam - analog o'zgartirgichda amalga oshiriladi.

ARO'ning tuzilishiga qarab raqamli ma'lumotlar ikkilik kodidagi n - razryadli parallel yoki ketma-ket ko'rinishda bo'lishi mumkin. Parallel ARO'da har bir kodning ikkilik razryadli alohida aloqa liniyasidan uzatiladi va bu bloklar orasidagi bog'lanishni soddalashtirib, signal uzatishni osonlashtiradi, ammo juda ko'p ulanish liniyalarini ta'lab etadi. Agar uzatish masofasi 1,5-2 metr dan oshsa, ketma-ket kodni shakllantiruvchi ARO'dan foydalaniladi va u yerda bitta aloqa liniyasi orqali ma'lumot tashuvchi bitlar ketma-ket uzatiladi, ammo ma'lumotlar uzatish tezligi kod razryadiga mos ravishda oshadi. To'rt razryadli parallel va ketma -ket kodlarning shakllanishi 2.6-rasmda keltirilgan.

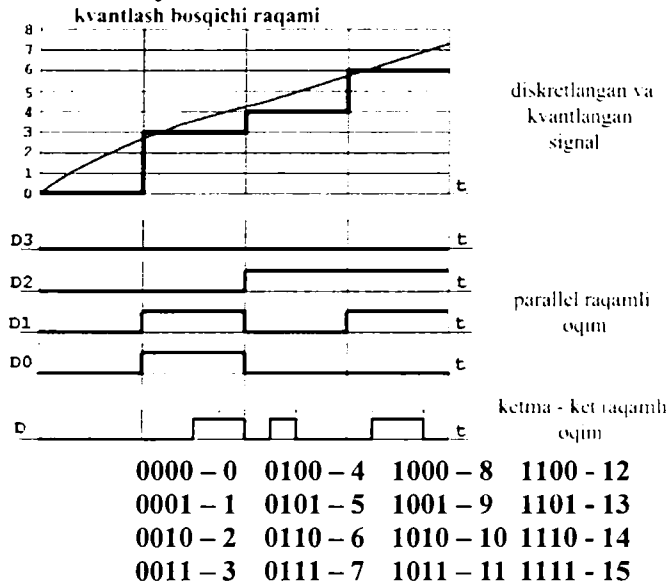
Televideniye ga raqamli tizimlarni kiritish bo'yicha tadqiqotlar yigirmanchi asrning 30- yillaridan boshlangan va faqatgina XX asr oxirlariga kelib qo'llanila boshlandi. Televizion signal spektrining yuqori chastotasi **6 MGs**ga teng bo'lganligi sabab diskretlash chastotasi kamida $F_{\text{takt}} = 12 \text{ MGs}$ bo'lishi kerak edi. Bu esa o'z navbatida raqamli signalni o'zgartirish va uzatish qurilmalarining ishlash tezligiga qattiq talablar qo'yilishiga olib keladi. Turli davlatlarning raqamli televizion standartlarini muvofiqlashtirish

maqsadida diskretlash chastotasi **13,5 MGs** deb qabul qilingan. 130 dan 200 gacha bo'lgan ko'z ko'rish yuqori darajasini (gradatsiyasini) ta'minlash uchun 8 razryadli kod qo'llanilib, 256 yarim tonni uzatish ta'minlanadi. Bunda raqamli kompozit signal uzatish tezligi

$$C = Nf_{\text{takt}} = 8 * 13,5 = 108 \text{ Mbit/s}, \quad (2.1)$$

bu yerda N - kodning razryadi.

Bunday tezlikni televizion signallarga ishlov berish qurilmalarida va aloqa kanallari orqali uzatishda ta'minlanishi lozim, tabiiyki bu talabni bajarish texnik tomondan murakkabdir.



2.6- rasm. Analog - raqam o'zgartirishdagi sonlarni paralel va ketma - ket ikkilik tizimiga o'tkazish jarayoni.

Shartli ravishda bo'lingan **statistik va fiziologik** ko'rsatgichlar asosida signaldagi informatsion ortiqchalik cheklanadi va televizion signal maxsus "siqish" usullaridan foydalanib, uzatish tezligi kamaytiriladi.

Statistik ortiqchalik tasvirning xossalari bilan aniqlanadi va umuman olganda xaotik (tasodifiy) yoritish taqsimoti emas, balki ayrim elementlarning yorug'liklari orasidagi aniq bog'liklikdir

(korrelyatsiya). Maydondagi ikki qo'shni tasvirning vaqt oralig'idagi korrelyatsiya, ya'ni o'zaro bog'liqlik yuqori darajada. Shuning uchun ikki qo'shni elementdan birini qayta- qayta uzatmaslik mumkin va shu orqali raqamli signal oqimini kamaytirishga erishiladi.

Fiziologik ortiqchalik ko'zning ko'rishi qobiliyatining cheklanishi bilan ifodalanadi. ya'ni ko'z farqlamaydigan axborotni uzatish shart emasligini bildiradi.

2.2. Ovoz signallarini analog-raqam o'zgartirish

Insonlar ovozni (tovushni) 15 Gs dan 22 kGs gacha bo'lgan chastotalarda, yoshi ulg'aygach esa 20 Gsdan 18 kGs gacha bo'lgan to'liq oralig'ida eshitadi (qabul qiladi). Xuddi shunday holat to'liqning amplitudasi, ya'ni ovoz balandligiga ham tegishli. Inson qulog'ining eshitish dinamik diapazoni 96 dB yaqin, ya'ni ovozning yuqori qiymati (undan yuqorisi quloqqa og'riq beradi - og'riq berishi bo'sag'asi) va eng kam qiymati orasidagi farq 30 ming martadan ko'proq. Bundan tashqari inson ikki quloq bilan eshitish qobiliyatiga ega va ovozni qaysi tarafdin kelayotganligini 10 gacha aniqlik bilan biladi. Shu sababli ovozni (2.7-rasm) analog - raqam signalga o'zgartirish jarayonida eshitish qobiliyati xususiyatlarini hisobga olish kerak.



2.7-rasm. Ikki kanalli aud io signalning vaqt aro ko'rinishi.

Shuning uchun ovoz signalining chastota diapazoni kengligini hisobga olib, studiyalarda sanoqlarni birlamchi kvantlash $\Delta A = 16 \dots 24$ bit/ sanoq tezligida amalga oshiriladi va diskretlash chastotasi esa $F_g = 44,1 - 96$ kGs oralig'ida qabul qilinadi. Ovozni studiya kanallarida diskretlash uchun 16 razryadli kodlash qo'llaniladi (16 bit/sanoq) va

uning polosa oralig'i $\Delta F = 20-20000\text{Gs}$ bo'lib, diskretlash chastotasi $F_g = 48\text{kGs}$ ga teng. Bunday raqamli kanalning dinamik diapazoni 54 dB dan kam bo'lmazligi lozim. Agar $F_g = 48\text{kGs}$ va $\Delta A = 16$ bit/sanoq bo'lsa, uzatilayotgan raqam oqimining tezligi (1ta signalni uzatish uchun) $v = 48 \cdot 16 = 768$ kbit/s va stereo ovoz uchun esa 1,5 Mbit/s bo'ladi. Bunday yuqori diskretlash chastotasi (48 kGs) ARO'ning kirish qismidagi past chastota filtni soddalashtirishga va ovoz signali sifatini buzilishiga yo'l qo'ymaydi hamda 20 kGsdan katta ovoz tebranishlarni o'tkazmaslikni ta'minlaydi.

Shunday qilib, ovozni raqamlashtirishda 16 razryadli tekis kvantlash sanog'i qo'llanilib, undan katta bit ifoda belgisi sifatida, ya'ni ushbu signal sanog'ining musbat yoki manfiyligini (qutbliyligini) ko'rsatadi. Ovoz signalining balandli o'zining yuqori (maksimal) qiymatiga yaqin bo'lishiga yo'l qo'ymaslik kerak, chunki bunda ARO' da signalning cheklanishi va tiklanayotgan ovozning buzilishi namoyon bo'ladi.

2.1 -jadvalda ovozning raqamli ko'rinishidagi ba'zi variantlarning ko'rsatgichlari keltirilgan.

2.1-jadval

Ishlatish sohalari	Diskretlash chastotasi, kGs	Kvantlash sathining soni	Ikkilik belgilarning uzatish tezligi, Kbit/s
Kompakt - disk	44,1	± 32768	705,6 (bir kanal uchun)
Raqamli radio eshittirish, raqamli televideniye	48	$\pm 32768 \dots \pm 524288$	768 - 960 (bir kanal uchun)

2.3 Televizion signallarni ITU-R 601 tavsiyasi asosida raqamli ko'rinishda ifodalash

Studiya qurilmalarida televizion signallarni raqamli kodlash uchun umumiy Xalqaro standart tavsiyalari (ko'rsatmalari) ITU - RBT601dan (oddiygina tavsiya 601) foydalaniladi. Hozirgi zamonda bu standart oddiy aniqlikdagi to'liq raqamlashtirilgan televizion

tizimlarda foydalaniladi. Ushbu standartda yorug'lik (**Y**) va ikki rangfarq signallar, **Cr (Chroma red)** - qizil rangfarq va **Cb (Chroma blue)** - ko'k rangfarq signallarni alohida (bo'lak-bo'lak) raqamli kodlanishi belgilangan. Bundan tashqari texnik adabiyotda rangfarq signallar (**Cr** va **Cb**) ko'pincha **V** va **U** harflari bilan ham belgilanadilar. Shunday televizion signalni bo'laklab kodlash **komponent (tashkiliy)** kodlash deyiladi.

2.3.1. Raqamli televizion signallarning format standartlari

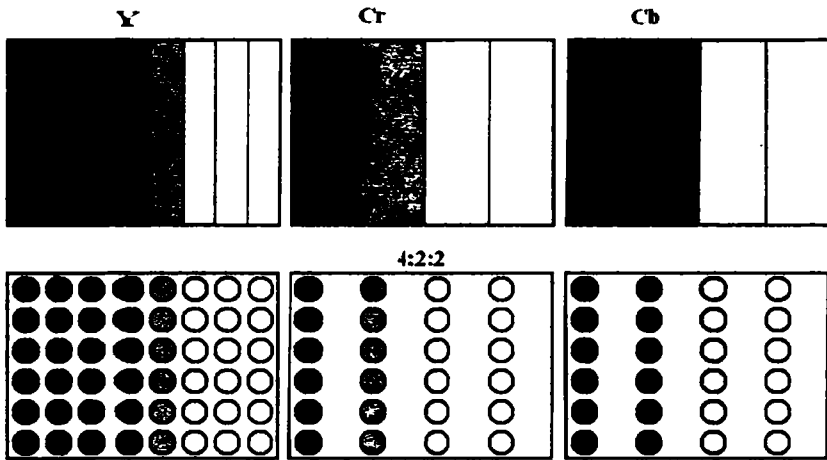
Xalqaro tavsiya talablariga ko'ra yorug'lik signalini diskretlash chastotasi 13,5 MGs bo'lsa, ikkita nurni yoyish standarti uchun: kadr 25Gs, 625 satr va kadr 30 Gs, 525 satr qilib belgilangan. Har bir rangfarq signal diskretlash chastotasidan (**13,5 MGs**) ikki barobar kichik va unga karrali (bo'linadigan) chastotada **6,75 MGs** da diskretlanadi. Xuddi shunday televizion signalni qatorga yoyish **625/50** va **525/60** standartlari Asosiy tayanch chastota sifatida **3,375 MGs** qabul qilinishi ko'p jihatdan, shu ikki standartning satr nurini yoyish chastota qiymatlari, tayanch chastotaga karraligi bilan bog'liq. Bu o'z navbatida televizion signalning tashkil etuvchilarini kodlashda yagona dunyo kodlash standartini kiritishga imkon berdi va faol qismda yorug'lik signalining **720** sanog'i va rangfarq signallarining **360** sanog'i bo'lishini ta'minladi. **625/50** va **525/60** standartlar orasidagi farq satrlar sonining xilma xilligi va "o'chirish" intervali vaqtining mos emasligidir.

8 va 10 bit bilan kodlangan raqamli televizion (tasvir) signal tashkil etuvchilarining to'la uzatish tezligi:

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

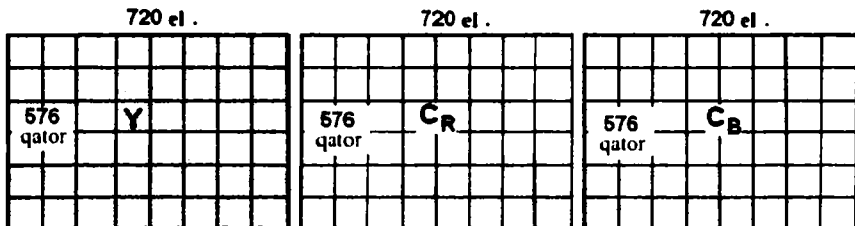
$$10 \times 13,5 + 10 \times 6,75 + 10 \times 6,75 = 270 \text{ Mbit/s bo'ladi.}$$

2.8- rasmda yorug'lik (**Y**) va rangfarq signallari (**Cr** va **Cb**) sanoqlarining o'zaro joylashishi keltirilgan va televizion signallarni bunday **diskretizatsiyalash formati 4:2:2** deb belgilanadi. Har bir kadrda yorug'lik signalining uzatilayotgan tasvir elementlari soni **414720** tani tashkil etadi. Keltirilgan **4:2:2** formatdan tashqari yana bir necha formatlar mavjud va bularni ko'rib chiqamiz:



2.8- rasm. 4:2:2 formatda yorug'lik (Y) va rangfarq (Cr va Cb) signallarining o'zaro joylashishi.

Format 4:4:4 Barcha uchchala komponentlar (qizil, yashil va ko'k tashkil etuvchilar) **R, G, B** yoki yorug'lik (**Y**), rangfarq (**Cr, Cb**) lar uchun 13,5 MGs chastota foydalaniladi (2.9-rasm). Demak har bir tashkil etuvchi to'liq chastota polosasida uzatiladi. Kadring aktiv qismidagi har bir tashkil etuvchi uchun 576 satr 720 element bilan raqamlanadi. 10 bit bilan kodlangan raqamli oqimning tezligi 405 Mbit/s ni tashkil qiladi. Bunday oqim tezligi telemarkaz studiyasi qurilmalarida qo'llaniladi.



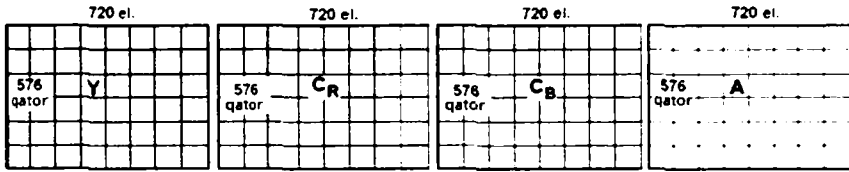
2.9-rasm. 4:4:4 formatda tasvir signali tashkil etuvchilarini kodlash.

Format **4:4:4:4** da esa to'rtta signalni kodlash ifodalanadi (2.10-rasm) va ulardan 3 tasi tasvir signali komponentlari (**R, G, B** yoki **Y, Cr, Cb**), bo'lsa, to'rtinchisi (alfa - kanal) signalni qayta ishlash

bo'yicha axborotni o'z ichiga oladi. Misol uchun, bir necha tasvir ustma- ust uzatilganda oldingi qismdagi tasvirning tiniqligi haqidagi ma'lumot. Asosiy rang signallariga (R, G, B) qo'shimcha to'rtinchisi signal - yorug'lik Y signali ham bo'lishi mumkin. Diskretlash chastotasi barchasi uchun 13.5 MGs, ya'ni signallar to'liq polosada uzatiladi.

Ushbu format studiya qurilmalarida kompyuter grafikasi asosida maxsus effektlar hosil qilishda qo'llanilishi mumkin.

10 bit bilan kodlanganda ma'lumotlarni uzatish tezligi 540 Mbit/s bo'ladi.



2.10-rasm. 4:4:4:4 formatda tasvir signali tashkil etuvchilarini kodlash.

Format 4:2:0 - format satr o'tkazib numri yoyishda qo'llaniladi. Bunda yorug'lik tashkil etuvchi signali Y aktiv kadrda 576 satr 720 sanoq bilan kodlansa, rangfarq komponentlar Sr va Sb - 288 satr 360 sanoqdan iborat bo'ladi (2.11-rasm).

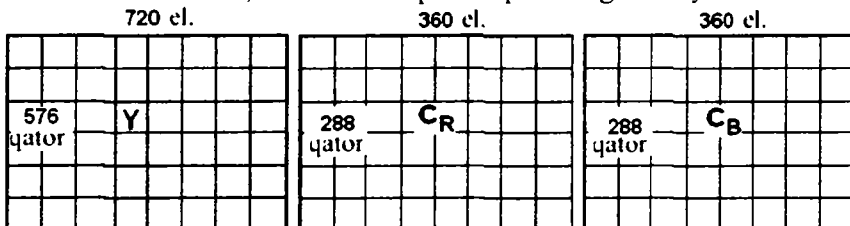
Format 4:1:1 da rangfarq signallarning diskretlash chastotasi 4:2:2 standartga qaraganda ikki barobar pasaytirilishi taklif etilgan. Yorug'lik signali Y esa 13,5 MGs chastota bilan diskretlanadi va rangfarq signallar (Sr va Sb) o'z navbatida 3,375 MGsda.

Bu gorizontall ranglarning joylashish holati tiniqligini ikki barobar kamayishiga olib keladi.

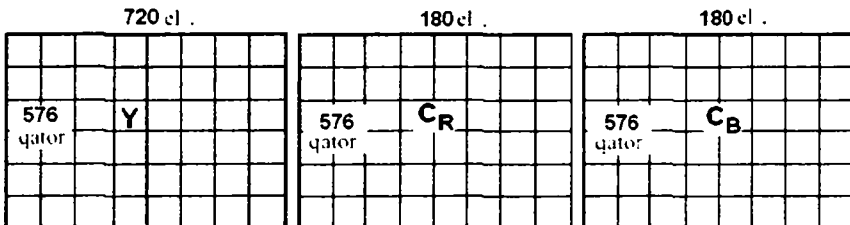
Bitta kadrning aktiv qismida 576 satr 720 yorug'lik elementi va har biri 180 elementli rangfarq signallari mavjud (2.12 -rasm)

4:1:1 va 4:2:0 format variantlarida 10 razryadli kodlash qo'llanilganda ma'lumotlarni uzatish tezligi 202,5 Mbit/s va 8 razryadli uchun 162 Mbit/s bo'ladi. Agar tasvirning faqat aktiv

qismigina (teskari yo'lsiz) uzatilsa va kodlash 8 bit bo'lsa, raqamlar oqimi tezligi 124 Mbit/s tashkil etadi. Bu ikkala raqamli formatdagi signallar **4:2:2** format signallaridan qayta ishlanish va detsimatsiya (ba'zi oraliq sanoqlarni olib tashlash) qilish natijasida olinishi mumkin. Umuman, bu holatda raqamli oqim tezligi kamayadi.



2.11-rasm. **4:2:0** formatda tasvir signali tashkil etuvchilarini kodlash



2.12- rasm. **4:1:1** formatda tasvir signali tashkil etuvchilarini kodlash

4:1:1 format 525/60 standarti uchun, **4:2:0** format esa 625/50 standarti uchun qulay. Chunki 525/60 standartda vertikal aniqlikning kamayishi sezilarli bo'lsa, 625/50 standartida esa gorizontaliq aniqlik kamayishi sezilarlidir.

2.3.2. Televizion signal tashkil etuvchilarining raqamli ko'rinishi

601 tavsiyasiga ko'ra 8 va 10 razryadli kodlanish ko'zda tutilganda **b=8** (**b=10**), kvantlash sathlari soni $N_{kv}=256$ (**1024**) ni hosil qiladi. 8 razryadli kodlanishda qora signal qiymati uchun 16-chi kvantlash sath, nominal oq signal uchun 235- chi sath to'g'ri keladi.

16-chi kvantlash sathidan pasti va 235-chi sathidan yuqori sathlar zahira (rezerv) zonalar bo'lib, analog signalning nominal qiymatidan oshib ketishi mumkin bo'lgan holatlar uchun mo'ljallangan.

0 va 255-chi kvantlash sathlari muhim ahamiyatga ega. Bu sathdagi kodlar orqali satr va kadrlarni sinxronizatsiyalovchi ma'lumoti uzatiladi.

Televizion signal tashkil etuvchilarini, ya'ni yorug'lik va rangfarq signallar analog-raqam o'zgartirgich (ARO') ga kirishiga quyidagicha beriladi:

- E_Y - gamma korreksiyalangan 0 dan 1 V gacha qiymatli analog yorug'lik signali.
- -0,5... +0,5 V oraliq'idagi kompressiya (siqilgan) rangfarq signallar:

$$E_{CR} = 0,713 E_{R-Y} \quad \text{va} \quad E_{CB} = 0,564 E_{B-Y} \quad (2.2)$$

Yorug'lik signali har doim musbat qiymatga bo'lsa, rangfarq signallar esa ham musbat ham manfiy qiymatlarga ega bo'lishlari mumkin. Raqamli kodlashtirishda manfiy va musbat qiymatlar bir biridan uzoqda joylashadilar. Masalan: bir biriga yaqin (1) va (-1) qiymatlar raqamli ko'rinishda 0001 va 1000 kodlar ko'rinishida uzatiladi, ammo bu kompressorlarda ishlov berilganda statik bog'lanishni (korrelyatsiyani) buzilishiga olib keladi. Shu sabab rangli rangfarq signallar uchun ularning qiymatlarini kvantlash sathini yarim diapazoniga siljiriladi. 8 razryadli kodlashda unga 128 (256/2) sath mos keladi. Shunday qilib, signalning nol qiymatiga, ya'ni kul rangga 128 (256/2) sath mos keladi va musbat qiymatlar ana shu 128 sathdan yuqorilarini egallaydi va manfiy qiymatlar 128 sathdan pastda beriladi. Televizion signalni ana shunday raqamli tashkil etuvchilarga ajratish quyidagi ifoda bilan beriladi:

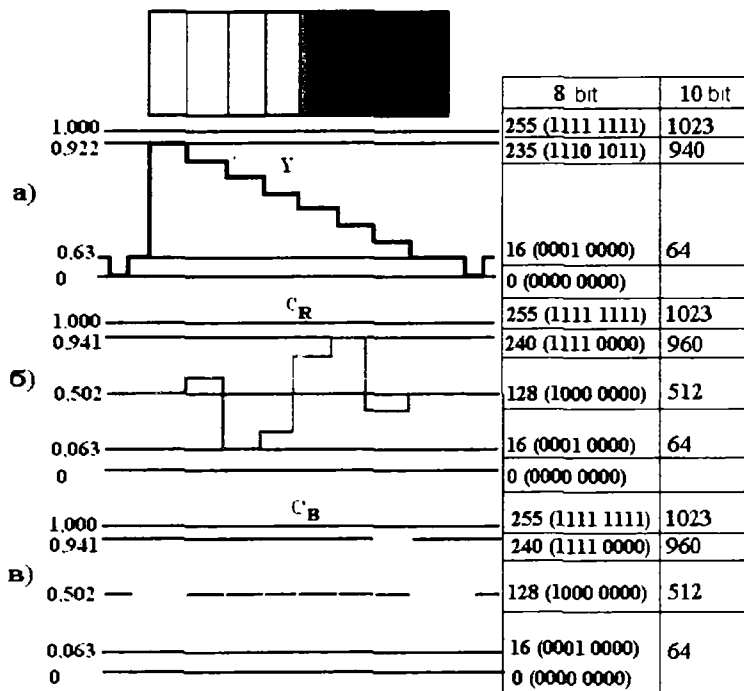
$$\begin{aligned} Y &= \text{Round}(219 E_Y) + 16 \\ C_R &= \text{Round}(224 C'_R) + 128 \\ C_B &= \text{Round}(224 C'_B) + 128 \end{aligned} \quad (2.3),$$

Bu yerda Y – 16 dan 235 gacha oraliqda o'zgaruvchan raqamli yorug'lik signali.

Round(x) - x sonini butun songa yaxlitlash operatsiyasi

2.13- rasmda sakkizta rangli polosaga ega tasvir signallarini 8 va

10 razryadli kodlangandagi analog va kvantlash sathlari orsidagi farq keltirilgan.



2.13-rasm. IJU – R BT 601 standartiga asosan 8 va 10 bit bilan kodlanishdagi analog televizion signal tashkil etuvchilarining kvantlash sathi bilan mos belgilanishi.

ITU - R VT 601 tavsiyasiga asosan, televideniye tizimining normal ishlashi uchun raqamli televizion signal tarkibiga **sinxrosignallar** kiritiladi. Satrning har bir aktiv qismi boshlanishidan avval, satr o‘chirish impulsi oxirida, aktiv satr sinxrosignali - **ASS (SAV - start Active video)** uzatiladi. Satrning aktiv qismi oxirida, o‘chiruvchi impulsning boshida, satrning oxiri to‘g‘risida sinxrosignal **OTS (EAV - End Video)** uzatiladi.

Sinxrosignallar ASS va OTS larni o‘zgartirish uchun 4 ta baytdan iborat maxsus kod kombinatsiyasi ishlatiladi:

FF 00 00(xx)

Sakkizta bitli kodlashda birinchi bayt 8ta ikkilik birlikdan iborat va bu o'nlik sonning **255ga** mos keladi (o'n oltilik yozuvida **FF**), hamda 10 razryadli kvantlash qo'llanilsa bu **1023 (3FF)** ga teng bo'ladi va qolgan ikki bayt **0 ga** teng. So'nggi ikki razryadlarning oxirgi 4 -baytlari (xx) belgilanishi 2.2- jadvalda keltirilgan.

2.2 -jadval

ikkilik razryadda to'rtinchi baytdagi sinxrosignalning belgilanishi

Razryad nomeri	Belgilanishi	Bajaradigan funksiyasi
0	P0	Tekshiruvchi bit
1	P1	Tekshiruvchi bit
2	P2	Tekshiruvchi bit
3	P3	Tekshiruvchi bit
4	H	H = 0 ga teng ASS uchun (aktiv satr signalining boshlanishi) H = 1 ga teng OTS uchun (satrning ohiri to'grisidagi signal)
5	V	V = 1 kadr o'chirilish vaqtida V = 0 boshqa vaqtlarda
6	F	F=0 birinchi yarim kadr uzatish vaqtida F=1 ikkinchi yarim kadr uzatish vaqtida
7	I	Tekshiruvchi bit, doimiy holati 1 ga teng

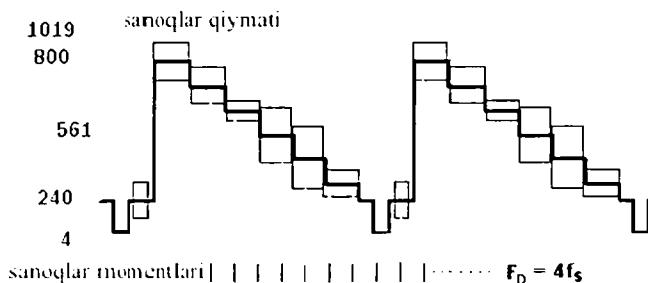
Raqamli televizion signalning satr o'chiruvchi impulsining katta qismi, ASS va OTS sinxrosignallar oralig'i, taxminan 20,7 mks (288 ta takt impulsidan 280 davri), ochiq qoladi. Bu oraliqda turli ma'lumotlarni, shu jumladan raqamli ovoz signallarini uzatish mumkin.

2.3.3 Televizion signalni turli tizimlarda raqamli holatga keltirish

Avvalgi bo'limlarda televizion signal tashkil etuvchilarini, ya'ni yorug'lik va rangfarq signallarni alohida-alohida raqamli signalga aylantirilishi va hosil qilingan raqamli signallarni birlashtirib, bitta ma'lumotlar oqimi tashkil etilishi haqida so'z yuritilgan edi. Tashkil

etuvchi signallarni alohida -alohida kodlash televideniye studiyalari qurilmalarida amalga oshiriladi.

Ayrim holatlarda raqamli televizion signal tashkil etuvchilarini bir televideniye tizimidan (PAL, SECAM va NTSC) boshqasiga dekoderlamasdan o'tkazish kerak bo'ladi. Bunday raqamlash variantlari televizion signallarni raqamli qayta ishlash qurilmalarida: televideniye qabul qilgichlarida, tyunerlarda, televizion standartlarni o'zgartirgichlarda, ayrim paytlarda televizion signalni magnit lentalariga yozishlarda va h.k.larda kerak bo'ladi. Hozirda ko'pincha 10 razryadli kodlash qo'llaniladi va 2.14-rasmda qiymatlari keltirilgan.



2.14- Rasm. SECAM standartidagi televizion signalning tashkil etuvchilarining qiymatlari ko'rinishi.

ITU - R BT 601 tavsiyaga asosan, raqamli televizion signalning tashkil etuvchilarini diskretlashda **13,5 MGs** chastotadan foydalaniladi. Bu televizion tasvirlarni o'zgartiruvchi arzon qurilmalar yoki televideniye qabul qilgichlarning xilma xil standartlarda oddiy qurilmalarni ishlatib, raqamli signallarni qayta ishlashga imkon yaratadi. Lekin texnik talablar yuqori bo'lgan qurilmalarda tashuvchi chastotaning to'rtlangan ($4F_{RT}$) qiymatidan foydalaniladi. Chunki bunday diskretlash chastotasidan foydalanish rangfarq signallarini sifatli ajratilishiga hamda rangfarq signallarni demodulyatsiya qilishda osonlik yaratadi.

NTSC tizimida $F_{RT} = 3,57945 \text{ MGs}$ bo'lib, diskretlash chastotasi $F_D = 14,31818 \text{ MGs}$ ga teng. Bu chastotalar o'z navbatda satr

chastotasi ($F_{\text{satr}} = 15750 \text{ Gs}$) bilan $227,5 F_{\text{satr}}$ ko'rinishda va diskretlash chastotasi bilan $910 * F_{\text{str}}$ karrali ko'rinishda bog'langan. Shunday qilib, har bir satrda diskretlash davrlarining butun sonlari qiymati joylashadi. Shu sabab satrdagi sanoqlar soni siljimas to'g'ri to'rtburchakli panjarani tashkil etadi va ularning vaqtga bog'liq holati esa rangfarq signallar tashuvchisi fazasiga mos keladi. Shuning uchun diskretlash jarayoni kichik buzilishlar keltirib chiqaradi.

PAL tizimida tashuvchi chastota $F_{\text{RT}} = 4,43361875 \text{ MGs}$ va bu esa satr chastotasini $1135 / F_{\text{satr}} + F_{\text{kadr}}$, ya'ni ($F_{\text{satr}} = 15625 \text{ Gs}$) ga teng bo'lishini belgilaydi. Diskretlash chastotasi $F_{\text{D}} = 14,31818 \text{ MGs}$ ga, ya'ni ($1135 / F_{\text{satr}} + F_{\text{kadr}}$) ga teng bo'ladi. Bunda satr yoyish davri diskretlash davrining butun qiymatidan farq qiladi. Sanoqlar ketma - ketligi o'zaro deyarli ortogonal va kadr ga nisbatan o'zgarmasdir (qo'zg'almasdir).

Vaqt bo'yicha sanoqlar holati rangfarq tashuvchi signal fazasiga to'g'ri keladi. **SECAM** tizimida esa chastotali modulyatsiya qo'llanganligi sababli diskretlash chastotasini rangfarq signallar tashuvchi chastotasiga karrali qilib olish mumkin emas, chunki chastota har xil ranglar uzatilganda ularga mos o'zgarib turadi. Shuning uchun diskretlash chastotasi satr chastotasiga karrali qilib tanlanadi. Diskretlash chastotasi $F_{\text{D}} = 17,625 \text{ MGs}$ (1128 satr) etib tanlanadi, chunki qizil rangning eng yuqori chastotasi $4,40625 \text{ MGs}$ ga teng.

2.3-jadval

Tizim	NTSC (525 satr)	PAL (625 satr)	SECAM (625 satr)
Satrdagi sanoqlar	910	1135	1128
Satrnin aktiv qismidagi sanoqlar	768	948	916
Tasvirdagi sanoqlar strukturasi	Ortogonal	Ortogonal	Ortogonal
Diskretlash chastotasi (MGs)	14,31818	17,734475	17,625
Ikkilik signalni uzatish tezligi, Mbit/s	143	177	176

2.3 - jadvalda NTSG, PAL va SECAM tizimlarining tashkil etuvchilarini raqamli o'zgartishdagi asosiy qo'rsatgichlari keltirilgan.

Analog televizion signalning oldi qismi va sinxroimpuls kesmasini raqamli kodlanishi tufayli, qora rangning nominal qiymatidan oq rangning nominal qiymatigacha bo'lgan diapazonda kvantlash sathlari, tashkil etuvchi signallardan tahminan 30 foizga kam bo'lishidir.

2.3.4 Raqamli televizion signalni shakllantirish

ITU – R BT 601 tavsiyasiga ko'ra raqamli televizion signalni shakllantirishning ikkita usul bilan amalga oshirish mumkin.

Birinchi holatda analog televizion signalning tashkil etuvchilari (komponentlari) raqamli signal holatga o'tkazilsa, ikkinchi holatda esa dastlabki rang signallari raqamlashtiriladi va tashkil etuvchilar raqamli holatda ishlov beriladi. Ikkala raqamli televizion signalni shakllantirish variantlarining tuzilish sxemasini ko'rib chiqamiz va ular 2.15- rasmi ifodalangan.

Bu yerda: GK - gamma - korrektor

KM - kodlovchi matritsa

TIG- takt impuls generatori

MS - multipleksor

ARO' - analog-raqamli o'zgartirgich

RGK - raqamli gamma korrektor

RSISH - raqamli sinxroimpulslarni shakllantirgich

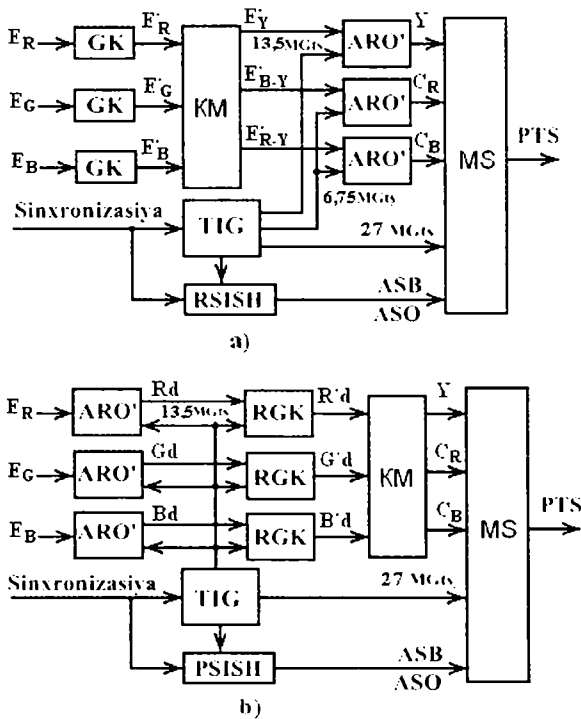
ASB - aktiv satrning boshi

ASO - aktiv satrning oxiri

RTS - raqamli televizion signal

2.15- rasmda ko'rsatilgan qurilmada analog asosiy rang signallar E_R , E_G , E_B telekameradan chiqib, gamma - korrektorlar orqali kodlash matritsasiga, tushib, (1.3) formulaga binoan korreksiyalanib (E'_R , E'_G , E'_B), o'zgartirish yordamida yorug'lik signali E_Y ga aylantiriladi va rangfarq signallar E'_R , E'_Y , E'_B - E'_Y hosil qilinadi. So'ngra signallar ARO'da raqamli Y , C_R va C_B signallarga aylantiriladi. Bundan tashqari (2.3) formulaga asosan, ARO' ning kirish qismida qo'shimcha

analog uzellardan foydalaniladi, ya'ni masshtablanadi va sath bo'yicha signallar siljiriladi.



2.15- rasm. Raqamli televizion signalni hosil qiluvchi qurilmaning sxemasi.

Razryadlar soni har bir ARO'da 8tani tashkil etadi. Televizion signallarni yoyish sinxroimpulslari- raqamli sinxroimpulslarni shakllantirish (RSISH) blokiga tushadi va u o'z navbatida ASB, ASO sinxrosignallarni ishlab chiqaradi. Bundan tashqari sinxroimpulslar - takt impuls generatorining (TIG) boshqa bloklarga tushadigan impulslarini ishlab chiqarishda, ya'ni 27, 13,5 va 6,75 MGs chastotali impulslarni ishlab chiqishda qo'llaniladi. TIG blokida faza bo'yicha chastotani avtomatik sozlovchi (FCHAS) sxema qo'llangan va u satr sinxroimpulslarining chastota hamda faza bo'yicha aniqligini

ta'minlaydi. Shunday qilib, takt impulsleri soni talab etiladigan televidion signal manbainig satr yoyish davri to'g'ri kelishi ta'minlanadi.

Multipleksor (MS) o'z navbatida raqamli sinxrosignallarni va Y , C_R va C_B raqamli signallar oqimini berilgan ketma - ketlikda uzatilisini taminlaydi hamda qurilma chiqishida to'liq raqamli televidion signal (RTS) olinadi.

Ikkinchi qurilmada (2.15 b- rasm) asosiy ranglar (E_R , E_G va E_B) raqamli signallarga (R_d , G_d va B_d) kirishda birdaniga aylantiriladi. Bu holatda gamma korrektorda signallarni buzilishini kamaytirish uchun har bir ARO' 10 yoki 12 razryadli bo'lishi shart. Shundan so'ng R_d , G_d va B_d raqamli signallar raqamli gamma - korrektor (RGK) ga tushadi va bu yerda nochiqli o'zgartirishlar bajariladi.

Gamma - korrektordan so'ng R'_d , G'_d va B'_d signallarning ikkilik razryadlar soni 8tagacha kamayadi. So'ngra esa R'_d , G'_d va B'_d signallari raqamli kodlovchi matritsaga (RKM) tushadi va u yerda raqamli yorug'lik signali Y raqamli rangfarq signali C_R va C_B larga aylanadi.

Sinxrosignallarni va takt impulslerinin shakllantirish hamda multipleksorning ishlashi qurilmaning birinchi varianti kabi amalga oshiriladi.

Raqamli qurilmalar yordamida gamma - korreksiyaning amalga oshirilishi talab qilinadigan funksiyani katta aniqlikda bajarilishini taminlaydi, lekin bunda murakkablashgan, qimmat va ko'proq ikkilik razryadli ARO' talab etiladi.

2.4 Raqamli televideniye ning interfeyslari

Raqamli televidion signallarni uzatishda raqamli televideniye qurilmalarining bloklari va tizimlarida maxsus qurilmalar ishlatiladi va ular "Videotutashma" ("Видеостык") deyiladi.

ITU – R BT 656 tavsiyasiga ko'ra raqamli interfeysning ikki varianti ko'zda tutilgan: parallel va ketma - ket videotutashma. Ularning har birida o'z afzalligi va kamchiligi mavjud.

Parallel videotutashma signallarni qo'shimcha o'zgartirmaydi, oddiy tuzilmaga (konstruksiyaga) ega, lekin bloklar orasida juda ko'p

ulanish liniyalaridan iborat va uzatish masofasi qisqa (2-3 metr). Ketma - ket videotutashma signallarni nisbatan uzoq masofaga uzatish uchun mo'ljallangan, lekin murrakkab tuzilmaga ega bo'lib, signallarni tizim oraliqlarida o'zgartishlarni qo'llash talab etiladi. Quyida ikkala interfeyslarni to'liqroq ko'rib chiqamiz.

2.4.1. Parallel videotutashma

Raqamli televizion signalni uzatishida parallel videotutashma standarti parallel 8 yoki 10 razryadli raqamli koddan foydalanishni ko'zda tutadi va bu holat 2.16- rasmda keltirilgan. Buning uchun 8 yoki 10 signalli aloqa liniyasi va yana bitta qo'shimcha takt impulslerini uzatish liniyasi mavjud bo'lishi kerak. Bloklarni o'zaro ulash uchun ko'p tolali standart ulagichli (vilka\rozетка) kabellar, D25 tipdagilar, ishlatiladi. Xalaqitbardoshlikni oshirish maqsadida bunday kabellarning ikkita simi bir biri bilan o'ralgan holatda juftlanib, uzatish qurilmasining qarama qarshi chiqishlariga va qabul qilgich qurilmalarining differensial kirishlariga ulanadi. Gap shundaki, xilma xil qurilmalarning ta'sirida hosil bo'luvchi tashqi shovqinlar juft simlarda signalga xalaqit beruvchi bir xil qiymatli va qutbli kuchlanishlarni hosil qiladilar, ya'ni sinfazali xalaqitlarni paydo qiladilar. Shuning uchun juft sim differensial kirishga ega bo'lgan kuchaytirgichga ulansa, ya'ni chiqish signali kirish kuchlanishlari farqi bilan shakllanadigan kuchaytirgichga, bunda kuchaytirgich sinfazali xalaqitlarni sezmaydi. Bunday interfeysda foydali signallarni ajratish uchun juft simlardagi signallar qiymati qarama qarshi, ya'ni turli qutbli bo'lishi kerak. Shu sabab uzatish qurilmasi chiqishlari ikki fazali bo'lishi ta'minlanishi lozim. Bu usul bilan raqamli televizion signalni 1,5-2 metrdan ortiq masofaga uzatib bo'lmaydi. Odatda bunday interfeyslar televizion qurilmaning bloklari orasida qo'llaniladi.

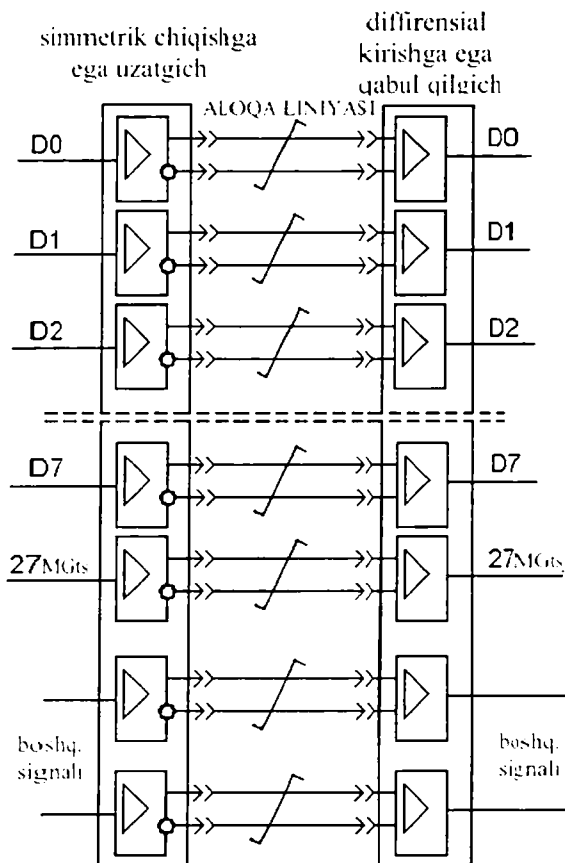
Uzatilish va qabul qilish vaqtida takt impulsleri frontlari haqidagi ma'lumotlarning ishonchliligini ta'minlash maqsadida har bir bitning o'rtasida aniqlanishi lozim.

4:2:2 diskretlash formatini qo'llanilganda yorug'lik Y va rangfarq C_R va C_B signallar uzatilganda ularning qiymati liniyalarda

quyidagi tartibda beriladi: Y , C_R , Y , C_B , Y ... Bunda takt impulslarining chastotasi quyidagicha:

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

Televizion nurni yoyish sinxronizatsiya signallari -ASB va ASO ma'lumotlar umumiy oqimida. ular uchun ajratilgan vaqt oralig'ida uzatiladi.



2.16- rasm. Interfeysni parallel videoulashning funksional sxemasi

Multiplexorlarni sinxrozatsiyalash uchun qo'shimcha signalni boshqarish liniyalari ishlatiladi.

2.16- rasmda umumlashgan parallel interfeys (videotutashma) ko'rsatilgan. Parallel videotutashma signallarni yaqin masofaga uzatishga moslashgan, agar uzoqqa uzatilsa, sinxronizatsiyani buzilish holati paydo bo'ladi va xatoliklar natijasida tasvirning birdan o'zgarishiga olib keladi. Bundan tashqari qimmatbaho, ko'p tolali va ulatgichlar hajmi katta bo'lgan kabellar qo'llash talab etiladi. Ko'pincha yaqin masofalarda standart yalpoq oddiy kabellar ishlatilishi maqsadga muvofiq bo'ladi.

Hozirgi vaqtda ko'pincha parallel videotutashma o'rniga ketma - ket videotutashma qo'llaniladi va nisbatan uzoq masofalarga signallarni koaksial kabellar orqali uzatish imkoniyati paydo bo'ladi.

2.4.2 Ketma -ketli videotutashma

Televizion signalni nisbatan uzoq masofaga uzatish ketma - ketli shaklda amalga oshiriladi. Bu holatda raqamli signalning har bir sanoq qiymati ikki razryadli ko'rinishda, bitta liniya orqali birin - ketin uzatiladi va uzatuvchi sifatida koaksial kabel yoki optik tolali kabeldan foydalaniladi. Bunda diskretlash chastotasi f_d va kvantlash razryadlari soni "b"larning ko'paytmasi raqamli signalning ikkilik simvollarining uzatish tezligi- Q (bit/s) deyiladi. **ITV - RBT 656** tavsiyasiga ko'ra raqamli televideniye studiya apparaturasi uchun quyidagi ko'rsatgichlar belgilangan:

- yorug'lik signali uchun $Q_Y = 13,5 \times 8(10) = 108(135)$ Mbit/s,

- rangfarq signali uchun $Q_C = 6,75 \times 8(10) = 54(67,5)$ Mbit/s

8 yoki 10 razryadli kodlanish bilan ketma - ketli videotutashma qo'llanilganda ikkilik razryadlarning umumiy uzatish tezligi quyidagicha bo'ladi:

$$Q_S = Q_Y + 2 Q_C = 216(270) \text{ Мбит/с.}$$

Raqamli signal ketma-ket uzatilganda takt chastota impulslari alohida uzatilmaydi, balki qabul qurilmasida kichkina (tor) polosali filtr yordamida uzatilayotgan signaldan olinadi -**tiklanadi**.

Raqamli signallarni qabul qilishdagi takt chastota impulslarini tiklash variantlaridan biri 2.17 rasmda keltirilgan va u quyidagicha ishlaydi:

Qabul qilinayotgan raqamli signallarning man'iy qiymatlar ketma -ketligi (rasm- 2.17, a) nol (0) va birinchi (1) sathlar impulsini shakllantiruvchi (ISH) blokka tushadi hamda u qisqa impulsni ishlab chiqaradi. Bu esa raqamli signalning ma'lumotlar impulsining old va orqa frontlariga mos keladi (rasm- 2.17, b). So'ngra bu impuls qatori impuls kengaytirgichda (IK) takt chastotasining yarim davrigacha kengaytiriladi (rasm- 2.17, v). Shundan so'ng impuls katta inersionlikka ega bo'lgan kichik (tor) polosali filtrga (TPF) tushadi (masalan: takt chastotasiga sozlangan kvart rezonator).

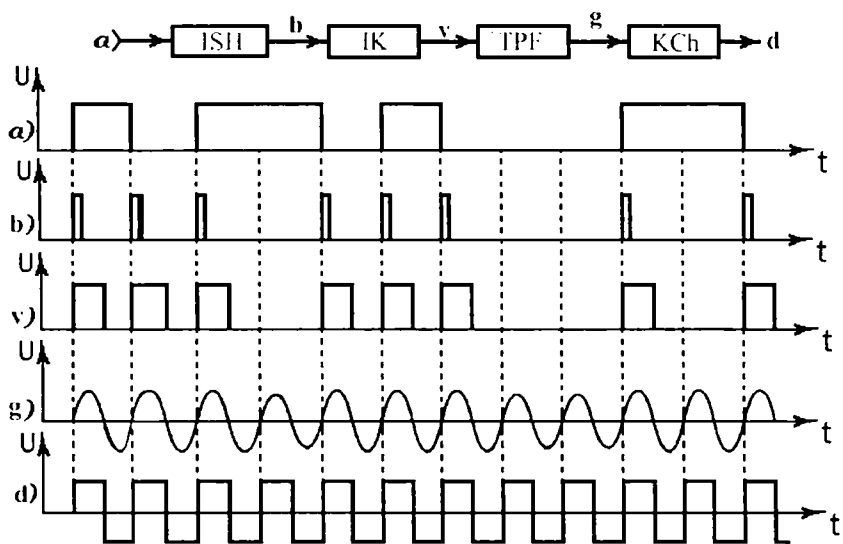
Filtrning chiqishda takt chastotali sinusoidal (rasm- 2.17, g) signal hosil qilinadi va sinusoidal signal kuchaytirgich-cheklagich (KCH) yordamida to'g'ri burchakli impulsqa aylanadi (rasm-2.17, d) hamda qabul uchun takt signali sifatida qo'llanadi.

Vaqt diagrammalaridan ko'rinib turibdiki, raqamli signalning "0" va "1" sathli impuls guruhini ISH va IK bloklarning chiqishida paydo bo'lishi mumkin. Bu holat takt impulsining paydo bo'lishiga ta'sir qilmaydi. Bunday bo'lishiga sabab tor polosali filtrning katta inersionligi va ma'lum vaqtda so'navchi tebranishlarning mavjudligi, ya'ni tebranish jarayonida yig'ilgan energiyani asta-sekin sarflanishidir.

Lekin bu holat uzatilayotgan signalning tuzilishiga cheklanishlar kiritadi, chunki nisbatan kengroq "nol" va "bir" qiymatli impulsni mavjudligi takt impulsining shakllanishini to'xtatishiga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari raqamli signalni uzatish paytining boshlanishida TPF ning chiqish signali amplituda tebranishlari asta-sekin o'sadi va shu sababli sinxronlash qurilmasining chiqishida takt impulsining ma'lum vaqtga kechikishi kuzatiladi. Shuning uchun raqamli signallarni ketma - ket aloqa kanallarida ma'lumotlarni uzatishda qo'shimcha **o'zgartirish (kanalli kodlash)** qo'llanadi, ya'ni ketma-ket uzatilayotgan "0" va "1" soni cheklanadi.

ITU – R BT 656 tavsiyasi ketma - ketli videotutashmaning (interfeysning) **SDI (Serial Digital Interface)** raqamli televizion

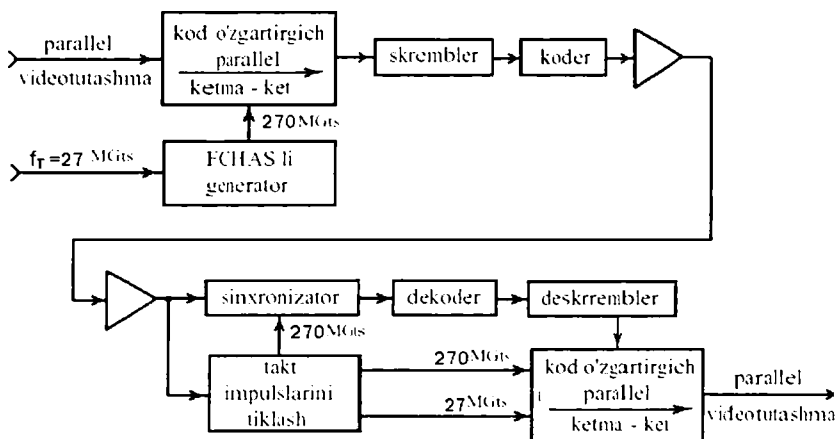
signallarni uzatish uchun kerakli ko'rsatgichlarni aniqlaydi. 2.18-rasmda mos videotutashmali uzatish tizimining tuzilish sxemasi keltirilgan.



2.17- rasm. Qabul qilinayotgan raqamli signaldan takt chastotani tiklash

Parallel interfeysning 10 razryadli raqamli signali, ketma - ketli shaklga aylantiriladi. Bu holatda takt chastotasi 10 marotaba oshadi va uning qiymati 270 MGsga yetadi. So'ngra raqamli signallarning takrorlanuvchi "0" va "1" qiymatlari skremblerlanadi, ya'ni u yerda ma'lumotlar bitlari psevdotasodifiy ketma - ketlikka ko'paytiriladi. Skremblerlangandan so'ng raqamli oqim kanal koderiga tushadi va u yerda ikki qutbli NQ (NQ - nolga qaytmaydigan, ingliz tilida NRZ - Non Return to Zero) kodga aylanadi. Bunday ishlov berish natijasida keng nollar va birlar seriyasi yo'qotiladi va chiqish signalida har bir mantiqiy(logik) qiymatning o'zgarishi mos ravishda "1" ga teng bo'lishi ta'minlanadi. Bu qabul tomonda takt chastotasini ishonchli tiklanishini belgilaydi hamda qabul qilinayotgan kirish signali qanday qutbli ekanligining ahamiyati yo'qlini ta'minlaydi. Qabul qilingan

signal NQ kodidan dekoderlanadi va ketma-ketli ikkilik kodiga aylantiriladi hamda deskremblerlangach, ASB va ASO signallari topiladi. Ular orqali ketma-ket ko'rinish parallelga aylantirishda sinxronlashtiriladi.



2.18- rasm. Ketma - ketli videotutashmaning ulanishi tuzilish sxemasi.

Ketma - ket interfeysning uzatgichi chiqishidagi signal qiymati **0,8 V** ga teng. Uzatish jarayoni to'liq qarshiligi 75 Ohmga teng koaksial kabel orqali tashkil etiladi. Shunday qilib, ikkilik simvollar uzatish tezligi 270 Mbit/s ni tashkil qiladi va kabelli aloqqa kanalining polosasi kengligi 135 MGsdan kam bo'lmashligi lozim. Haqiqatda koaksial kabellar chastota polosasi kengligi bundan yuqori bo'ladi. ITU - R BT 656 tavsiyasiga asosan daslabki ketma - ketlik videoulashda har biri 8 razryadli yorug'lik yoki rangfarq signallarini **9 bit**da uzatish ko'zda tutilgan edi va bunda ikkilik simvollarining uzatish tezligi 243 Mbit/s bo'ladi. Natijada "0" va "1" larning seriyalarini qayta kodlash kerak bo'lmaydi.

2.5. Ovoz signallarini raqamli holatda ifodalash

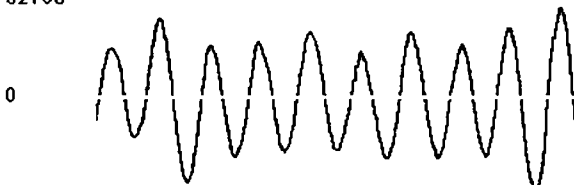
Avval ta'kidlangandek, inson yoshlikda 15 Gsdan 22 kGs gacha bo'lgan diapazondagi chastotani eshita olsa, keksaygan sari eshitish diapazoni qisqarib boradi va katta yoshli inson 20Gsdan 18kGsgacha bo'lgan chastotali ovozlarni (tovushlarni) eshita oladi. Xuddi shunday holat ovoz balandligini eshitishda ham takrorlanadi.

Quloqning eshitish diapazoni keng va u 96 dB tashkil etadi, ya'ni eng baland (kuchli) ovoz qiymati (bundan baland sathda quloqning "og'riqi" bo'ladi) bilan eng past ovoz orsidagi farq 30 mingdan ortiqni tashkil etadi.

Shuning uchun studiya traktida ovoz signallarini analog -raqam o'zgartirishda kvantlash sanoqlari $\Delta A=16 - 24$ bit/sanoq va diskretlash chastotasi $f_d=96$ kGs bo'ladi. Bunday yuqori diskretlash chastotasini tanlash ARO' ning kirishidagi PCHF ni soddalashtirishni ta'minlaydi va ovoz signalining 20kGsdan yuqori tashkil etuvchilarini oson so'ndiradi. Agar ARO' ning kirishiga ovoz signalining $f_d/2$ dan yuqori chastotali tashkil etuvchisi kirsas (Kotelnikov shartining buzilishi), unda ovozning tiklanish sifati buziladi. Studiya kanallarida $A=16$ bit/sanoq, diskretlash chastotasi $f_d=48$ kGs va kodlashtiriladigan ovoz signallarining diapazoni $\Delta F=20\dots 20000$ Gs qilib olinadi. Bunda katta **bit** ishorani belgilaydi, ya'ni signal sanoqlari ishorasi manfiy yoki musbat ekanligini ko'rsatadi.

Sanoqlar qiymati

32768



-32768

2.19- rasm. Ovoz signalini kvantlash sathi.

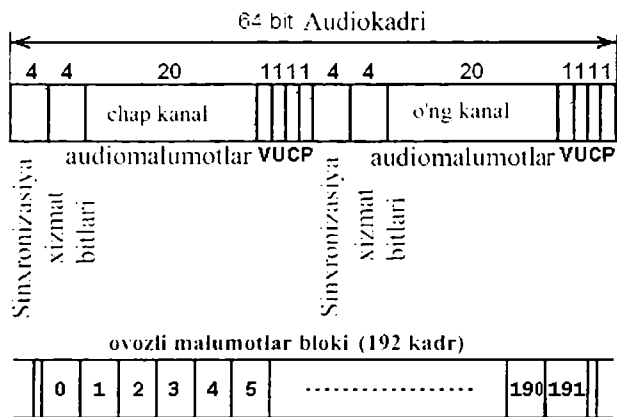
Ovoz signallarini o'zgartirishda "diskretizatsiya" termini o'rniga "semplirovanie" so'zi inglizcha (**Sample** - namuna)

qo'llaniladi, ya'ni ARO' natijasida olingan raqamli ma'lumotlar ketma-ketligi tushuniladi.

Agar 16 razryadli kodlash qo'llanilsa, ovozning dinamik diapazoni 90dB bo'lishi mumkin, ammo real holatda, dinamik diapazonni siqish - kengaytirish natijasida 50 - 60 dBgacha kamaytirish mumkin. Bunda signal qiymati kichik bo'lganda kvantlash shovqinining miqdorini kamaytirish va signal qiymati katta bo'lganda ARO'ni cheklanishlardan saqlash mumkin bo'ladi. Televideniyeda tasvirning ovoz tashkil etuvchi signalini uzatishda 2 turdagi audiointerfeys ishlatiladi:

- birinchi tur- ikki kanalli ketma - ket balansli professional interfeys AES / EBU yoki IEC 958;
- ikkinchi tur-ikki kanalli ketma - ket balanslanmagan maishiy apparaturalar interfeysi SPDIF yoki IEC 958.

Bu interfeyslar elektr qismi bilan farqlanadi xolos, ammo ma'lumotlar bir xil formatda bo'ladi va u 2.20-rasmda ko'rsatilgan. Ikkala interfeysda ham, signalni 32 - 48 kGs chastota bilan diskretlab, stereo formatli audioma'lumotlarni real vaqtda uzatish uchun, 20 bit sig'imga (hajmga) ega bo'lgan kanalda qo'llaniladi. Interfeys audioma'lumotlar blokidan tashqari 4 bitli qo'shimcha ma'lumotlarni (masalan: kompanderning siqish koeffitsienti haqida ma'lumot) dekoderga yo'llashga xizmat qilishi ham kerak.



2.20- rasm. AES/EBU standartida ovoz signalining ifodasi.

Yana qo'shimcha kanalning holati aniqlovchi V(mono) yoki S (stereo), foydalanuvchining ma'lumotlarini U, juftligini tekshiruvchi R bitlar bo'lishi bilan birga 4ta sinxronizatsiya biti bo'lishi kerak. Hozirda 4ta xizmatlar biti audioma'lumotlar tarkibiga kiritilgan va shuning uchun umumiy sig'im (hajm) 24 bitdan iborat bo'ladi.

Keltirilgan standart ikkita ovoz signalini shakllantiradi (masalan: 2 mono yoki 1 stereo kanal) va ularning sanoqlaridan 64 bit o'lchamli audio kadr hosil qilinadi.

Raqamli oqimni shakllantirishda 192ta ketma - ket kadr birlashtirilib, ma'lumotlar bloki yaratiladi va maxsus bitlar yordamida- signal haqidagi axborot (mono yoki stereo), kiritilgan o'zgartirishlar va jamlangan foydalanuvchi haqida ma'lumotlar uzatiladi.

“C” bit 192ta audiokadrdan iborat audioma'lumotlar blokini uzatish vaqtida 24 bayt axborotni (kanal holati, diskretlash chastotasi, chastota bo'yicha dastlabki buzilishlar haqidagi ma'lumotlarni) ketma ket uzatishga xizmat qiladi.

Aniqlik biti “V” har bir subkadrning “0”da joylashtiriladi va uzatilayotgan signal analog signalga aylantirilishi kerakligini belgilaydi.

Foydalanuvchining biti “U” foydalanuvchi yoki ishlab chiqaruvchining talabiga binonan qo'llaniladigan bit.

Juftlikni nazoratlovchi bit “P” subkadrdaqi sonlar qiymati doimo juft bo'lmog'ini ta'minlaydi va shu orqali qabul qilinayotgan kadrning xatosini aniqlaydi.

Bundan tashqari, 2.19- rasmda keltirilgan raqamli audiosignalni, qabul qiluvchi qurilmaning har qanday qismi kadr va subkadr orasidagi chegarani “bilishi” lozim.

Bu maqsad uchun har bir kadr va subkadrni sinxronizatsiyalovchi sarlavha bloki xizmat qiladi.

Sinxronizatsiyalovchi sarlavhalar 3 ta turga bo'linadi:

1. Chap kanal subkadrining boshlanishini belgilaydigan sanoqlar uchun;

2. O'ng kanal subkadrining boshlanishini belgilaydigan sanoqlar uchun;

3. Har 192 kadrda so'ng (diskretizatsiya chastotasi 48kGs olinganda har 4 msekda qaytariladi) takrorlanadigan bitlar ketma - ketligini belgilash uchun.

AES/EBU standarti bir qator diskretlash chastotalaridan foydalanishni ko'zda tutadi, ulardan televideniye uchun 48kGs chastotasi ancha qulaydir, chunki ma'lumot blokining davom etish vaqti 4msekdan iborat. Ovozni diskretlash chastotasi va videokadr chastotasi orasidagi nisbat sodda qilib belgilangan bu o'z navbatida raqamli video va ovoz signallarini bitta aloqa liniyasidan uzatish va sinxronizatsiya qilishni soddalashtiradi.

2.6. Televizion ARO' va RAO' ning tuzilishlari

Tasvir va ovozni raqamli uzatilishiga o'tish jarayoni tegishli elementlar bazasini yaratishni talab etdi. Nisbatan arzon, elektr energiyasini kam iste'mol qiladigan diskretlash chastotasi bo'yicha talablarni bajaradigan, kvantlash razryadlar soni yetarli va o'zgartirish (almashtirish) xatoliklari kam bo'lgan ARO' va RAO' yaratila boshlandi. Avvalgi boblarda keltirilganidek, video signallar uchun ARO'-RAO' larning razryadlar soni 8 yoki 10 ba'zida hatto 12. diskretlash chastotasi 13,5MGs hamda (oversampling), ya'ni diskretlash chatotasini qiymatini oshirish talabiga asosan 30MGs va hatto 60MGs qilib belgilanadilar. ARO'-RAO' larda ovoz signallarini kvantlash uchun 16 sath, yaxshisi 18...20 sath olinishi va diskretlash chastotasi 50 kGsdan kam bo'lmasligi (oversampling) hisobga olib 150...200 kGs qilib tanlanishi maqsadga muvofiq.

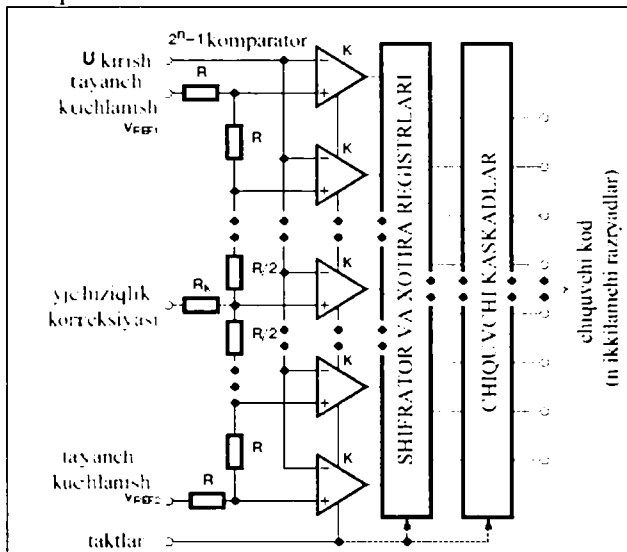
Hozirgi zamon ARO' va RAO' lari asosan katta integral mikrosxemalar ko'rinishida bo'lib, TTL va KMON texnologiyalari asosida, kam tashqi elementlar ulangan holda tayyorlanadilar. Quyida keng tarqalgan ARO' va RAO'larning ba'zi birlarini ko'rib chiqamiz:

Parallel ARO'

Televizion signallar ARO' blokning asosiy xususiyatlari biri ularning yuqori tezligi. Bu talabga ko'proq **parallel ARO'** (2.21-

rasm) va **parallel- ketma-ketli ARO'lar** (2.22- rasm) mos tushadi. Parallel ARO' asosan quyidagi tashkil etuvchilardan iborat:

- R-rezistorlardan tuzilgan tayanch kuchlanishni bo'luvchi elementlar;
- K-kuchlanish komparatorlari jamlamasi;
- Raqamlashtirgich (shifratlar);
- Chiqish kaskadlari.



2.21- rasm. Televizion signallar ARO'ning parallel turi.

Keng chastota o'tkazish oralg'ini ta'minlash hamda komparatorlarning sezgirlikini saqlash uchun **strobiratsiya** qo'llaniladi, ya'ni komparatorning chiqishidagi ma'lumot takt chastotasining aniq ma'lum vaqtlarida o'qiladi (masalan: takt chastotasining orqa fronti bo'yicha). Chiqishda n ikki razryadli signal olish uchun, qurilma $2^n - 1$ komparatordan iborat bo'lishi kerak. Komparatorning birinchi kirishlari birlashtirilgan va ularga tashqi kiruvchi signal (U_{kmish}) berilsa, boshqasiga esa bo'lgichlar orqali - bo'sag'a (porog) kuchlanishi beriladi. Bo'lgichlar kirishiga yuqori stabillik tayanch kuchlanishi beriladi.

Shunday qilib, komparatorlar kirishdagi ma'lumot kuchlanishi bilan tayanch kuchlanishlarini solishtiradilar. Agar kirishdagi ma'lumot kuchlanishi bo'sag'a kuchlanishidan kichik bo'lsa, komparator chiqishidagi mantiqiy "0" ga teng bo'ladi.

Agar ma'lumot signali bo'sag'a signalidan katta bo'lsa, komparator chiqishida mantiqiy "1" qiymati hosil bo'ladi. Xilma xil komparatorlardagi tayanch kuchlanishlari kvantlash qadamiga mos ravishda o'zgaradi. Masalan: Bir volt kuchlanishli 8 razryadli raqamli televizion signal uchun 255 komparator kerak bo'ladi va tayanch kuchlanishi 3,9 mV qadam bilan o'zgaradi.

Qanchalik kiruvchi signalning qiymati katta bo'lsa shuncha ko'p komparatorlar chiqishida mantiqiy "1" ga hosil bo'ladi. Shifrador esa ($2^n - 1$) li razryadli komparatorlarning kodini n - razryadli ikkilik kodiga aylantiradi va chiqish registrida yozadi hamda chiqishga uzatadi. Bunday ARO'ning tezligi komparatorlar va shifratorning tezliklariga bog'liq

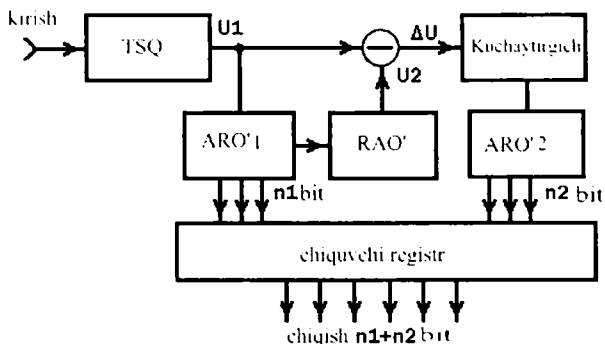
Diskretlash vaqtlari takt yoki stobiratsiya impulslari bilan aniqlanib, komparatorlar ishlashiniga ruxsat beriladi va shifrador chiqishidagi kodlar qayd etiladi.

Parallel turdagi ARO'ning razryadlar sonini bittaga oshirish komparatorlar sonini ikki marta oshirishni talab etadi. Bu o'z navbatida katta integral mikrosxemaning kristall maydonini oshishiga olib keladi va sxema murakkablashib, energiya ta'minot quvvati ko'payadi. Shu sababli bunday ko'rinishli tezkor ARO'lar razryadlar soni 8 tadan oshmagan holdatlardagina ishlatiladi.

Parallel -ketma - ket ARO'

Razryadlar soni ko'p va ayni vaqtda tezkorligi yuqori bo'lgan ARO' bu parallel - ketma - ket variantdir (2.22-rasm). Analog signal xotira yacheykasi sifatida tanlovchi va saqlovchi qurilmada (TSK), (ruscha УВХ – устройства выборки и хранения) diskretlash vaqtlarida, kiruvchi signal qiymatlari yoziladi (belgilanadi). ARO'1 ning birinchi taktida "qo'pol (dastlabki)" o'zgartirish amalga oshiriladi va $n1$ yuqori razryadlar shakllantiriladi hamda RAO' yordamida $U2$ kuchlanishi hosil qilinib, $U1$ dan ayiriladi. Hosil bo'lgan kuchlanishlar

farqi ΔU ($U_2 - U_1 = \Delta U$) kuchlaytiriladi va ARO'2ning ikkinchi taktida n_2 kichik razryadlarni aniqlovchi chiqish kodini shakllantiradi. Shunday qilib, $n = n_1 + n_2$ ikkilik razryadli natijaviy kod hosil qilinadi, ammo parallel-ketma-ket turda o'zgartirishlar vaqti parallel turga qaraganda 2 marta ko'p vaqt talab etadi.

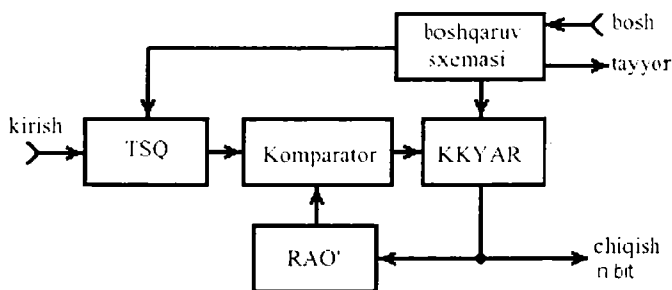


2.22- rasm. Parallel -ketma -ket turidagi ARO'

Bu turdagi ARO' ning xususiyati uning razryadlari shakllanishining soddaligi, ya'ni ikkita 8 razryadli parallel turdagi ARO' dan foydalanib, 16 razryadli chiqish kodini olish mumkinligi. Kuchlanishlar farqini (ΔU) kuchaytirilishi tufayli ARO'2da kvantlash qadamini katta qilib tanlashga imkon yaratiladi. Shu sababli 10 - 12 razryadli raqamli televideniya, diskretlash chastotasi 40 - 60MGs va undan yuqorilarda yuqori bo'lgan holatlarda parallel - ketma -ket tuzilmasi qo'llaniladi.

Tenglashtiruvchi turdagi ARO'

Bu turdagi ARO' (2.23-rasm) ovozni raqamli signalga o'tkazishda ishlatiladi, hamda chiquvchi kod 16 - 20 razryadli bo'lishi talab etiladi, ammo o'zgartirishlar tezkorligi ahamiyatga ega emas. Tenglashtiruvchi turdagi ARO' tanlovchi va saqlovchi qurilma, komparator, kodga ketma-ket yaqinlashish registri (KKYAR), boshqarish sxemasi va RAO'lardan iborat.



2.23- rasm. Tenglashtiruvchi turdagi ARO'

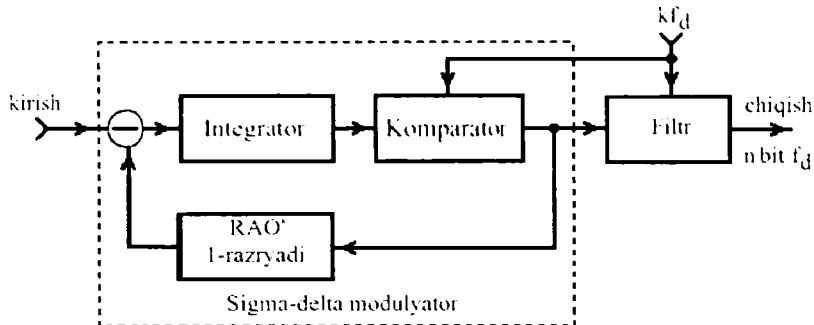
O'zgartirishlar real vaqtda amalga oshiriladigan parallel yoki parallel ketma-ket ARO'dan farqli tenglashtiruvchi turdagi ARO' ancha sekin ishlaydi. O'zgartirishlar faqat "Boshlanish" ("Пуск") signali berilishi bilan boshlanadi va TSK kirish kuchlanishining shu vaqtdagi qiymatini eslab qoladi. Shundan so'ng ketma-ket yaqinlashish siljitish registri takt impulslari asosida tenglashtirish jarayoni boshlaydi. KKYAR ning chiqishi RAO'ga ulangan va RAO' o'z navbatida KKYAR ga yozilgan kod kombinatsiyasiga asosan kuchlanishni shakllantiradi. KKYAR kodi o'zgaranda RAO' chiqishidagi kuchlanishi o'zgaradi va u komparatorming kirishidan biriga uzatiladi hamda uning qiymati kirish signali qiymati bilan solishtiriladi. TSK da yozilgan kirish signali qiymati va RAO'ning chiqish signallari qiymatlari tenglashguncha jarayon (o'zgartirishlar) davom etadi. Bu holatda, ya'ni signallar tenglashgan holatda, komparator KKYARga takt signallarini uzatishni to'xtatadi va o'zgartirish jarayoni tugaydi. So'ngra ma'lumotlarni o'qish uchun boshqarish sxemasi "Tayyor" (Готовность) signalini shakllantiradi. Barcha o'zgartirishlar jarayoni n takt davrda amalga oshiriladi.

Tenglashtiruvchi ARO'ning asosiy muammosi RAO' ni tayyorlashdagi talab qilinadigan razryad va tezkorlikni ta'minlashdir.

Televideniye ni raqamlashtirishda bir vaqtda bu ikkala ko'rsatgichni ta'minlash bir biriga zid masala. Shu sabab bu turdagi ARO' asosan ovoz signallarini raqamlashtirishda foydalaniladi.

Sigma - delta ARO'

Kvantlashning eng katta razryad soni sigma - delta ARO' modulyatorida (yoki oddiy sigma - delta ARO') amalga oshiriladi. Shunday ARO'ning oddiygina tashkiliy chizmasi 2.24- rasmda keltirilgan.



2.24- rasm. Sigma - delta ARO'

Bir razryadli ARO' vazifasini bajaruvchi yoki komparator ayirgichning chiqishidagi kuchlanish bilan nol qiymatni bilan solishtiradi. Komparator kf_d chastota bilan taktlanadi va bir razryadli ARO' ga ta'sir ko'rsatadi. ARO' ning chiqish kuchlanishi, mantiqiy "1" bo'lganda, $+U_{\text{tayanch}}$ qiymatni va mantiqiy "0" bo'lganda esa $-U_{\text{tayanch}}$ qiymatni qabul qiladi. ARO'ning chiqishidagi kuchlanish kirish signali U_{kirish} dan ayriladi va integrallanadi, ya'ni integrallash natijasi o'rta qiymatga keltiriladi hamda komparator kirishiga beriladi.

Manfiy teskari bog'lanishli kuchatuvchi tizim integrator chiqishida nol qiymatli kuchlanishni ushlab turishga xizmat qiladi. Shu sababli kirish kuchlanishi qiymati kattalashganda komparator chiqishida mantiqiy "1" ko'proq vaqt davomida mavjud bo'ladi va aksincha kirish kuchlanishi kamayganda mantiqiy "0" da ham shunday bo'ladi.

Komparatorning chiqishida mantiqiy "1" va "0" ketma-ketliklar raqamli filtrda n - razryadli ikkiliklarga aylantiriladi hamda f_d chastota bilan diskretlanib, ARO' chiqishiga beriladi.

Sigma - delta ARO' 24 razryadgacha kvantlashga ega bo'lib, yuqori sifatli ovoz signallarini raqamli uzatishda va o'lchov jihozlarida qo'llanadi.

2.4- jadvalda ko'p tarqalgan katta integral sxemalik ARO'larning ko'rsatgichlari keltirilgan.

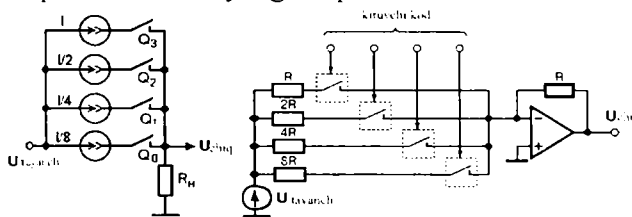
2.4-jadval

Ko'p tarqalgan ARO'larning ayrim ko'rsatgichlari

ARO' turi	Ishlab chiqargan korxonasi	Razryadlar soni	Maksimal diskreti-zatsiya chastotasi	Maksimal talab etiluvchi quvvat mVt	Izoh
AD73322L	ANALOG DEVICES	2x16 ARO' 2x16 RAO'	64 kGs	73	Ovozli, ikki kanalli, sigma-delta kodek
AD7721	ANALOG DEVICES	16	312 kGs	175	Sigma-delta
AD7660	ANALOG DEVICES	16	100 kGs	15	Tenglashtiruvchi turdagi
AD9224	ANALOG DEVICES	12	40 MGs	390	Parallel-ketma-ket turdagi to'rt pog'onali, xatolar korreksiyasi uchun
AD9840	ANALOG DEVICES	10	36 MGs	140	Videosignalga ishlov berish sxemalariga ega, PZS-telekamaralari uchun
SAA7366	PHILIPS	2x18	53 kGs	345	Ovozli, ikki kanalli, sigma-delta, ketma-ket chiqishli
TDA8716	PHILIPS	8	120 MGs	900	Parallel-ketma-ket keluvchi ikki pog'onali, xatolar korreksiyasi uchun
TDA8752	PHILIPS	3x8	80 MGs	1000	Uch kanalli, SK-ekranlarni boshqarish uchun, TV sinxronizatsiya uchun
SAA7111A	PHILIPS	2x8	14,3 MGs	500	Raqamli ranglilik dekoderiga ega TRTSdan raqamli TV-signalni shakllantirgich.
SAB9076H	PHILIPS	4x8	27 MGs	1000	«Kadrdan kadr» kontrolleri

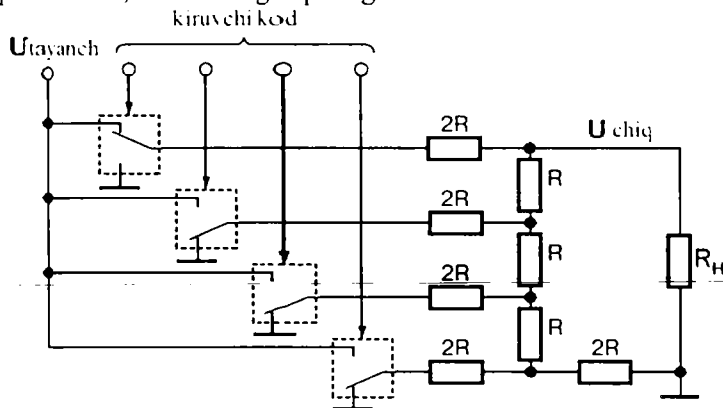
Raqam - analog o'zgartirichlar

RAO' ni shakllantirishda asosan toklarni summalashtirish prinsipi(omili) ishlatiladi. 2.25- rasmda RAO' ning tashkiliy chizmasi ko'rsatilgan, unda n - tok generatoridan iborat tayanch manbaidan oziqlanuvchi (U_{tayanch}), n - kalit soni (bu yerda n - ikkilik razryadlar soni, keltirilgan misolda bu son 4 ga teng). Tokning kattaligi ikkining daraja ko'rsatgichiga proporsional. Agar navbatdagi taktda tegishli Q bitning raqamli signali mantiqiy "1" ga teng bo'lsa, kalit qo'shiladi va teskari holatda ("0" qiymatda) kalit uziladi. Umumiy tok yuklama qarshiligi R_n orqali oqadi va chiqish kuchlanishi U_{chiq} ni hosil qiladi. Toklar yig'indisini kuchlanishga o'zgartirish uchun RAO' ning chiqishda operatsion kuchaytirgich qo'llanishi mumkin.



2.25- rasm. Summalashtirilgan ikki o'lcham tokli RAO'

Hozirgi paytda toklarni hosil qilish uchun rezistiv matritsa $R - 2R$ keng qo'llaniladi, 2.26-rasmga qarang.



2.26-rasm. $R - 2R$ matritsa asosidagi RAO'

Summalashtirilgan ikkilik o'lcham tokli RAO'ning afzalligi tok generatorlari va kalitlar soni minimalligidir. Ammo razryadlar soni katta va o'zgartirish chastotasining yuqori bo'lgan holatlarida ko'p tok generatorlarning bir vaqtda ulanishi manbaa tokining keskin pasayishi yoki sakrashiga olib keladi va bu o'z navbatida RAO'ning chiqishidagi kuchlanishning buzilishi kelib chiqadi.

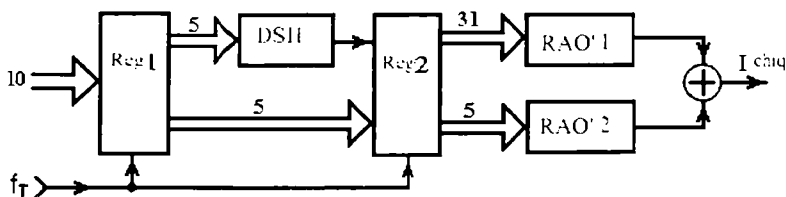
RAO'ning yana bir kamchiligi ko'rsatgichlari yuqori aniqlikka ega bo'lgan har xil qiymatli rezistorlarni qo'llanishi va shu sababli murakab va qimmat texnologiyalarining ishlatilishi.

Agar tok generatorlari va kalitlar sonini $2^n - 1$ gacha oshirsak va barcha generator toklarini I_0 teng qilib olinsa, yuqoridagi ko'rsatilgan kamchiliklar anchagina kamayadi.

RAO'ning kirishiga K ikkilik son ($K = 0, 1, \dots, 2^n - 1$) berilsa, unda K kalitlar ulandi va chiquvchi tok $K I_0$ ga teng bo'ladi.

Kirish signali ko'paysa, kalitlar qo'shiladi va ular kamaysa ajraladi. Bunday variant to'la dekoderlangan RAO' deyiladi yoki termometr ga o'xshab suyuqlik balandligi tushgani yoki ko'tarilgani kabi "termometr" termini ham qo'llaniladi. Ammo, bunday RAO'dagi elementlar soni ikkilik o'lchangan tokli RAO'dan ko'p bo'ladi.

Tezkor ko'p razryadli kvantlangan RAO'larni qurishda segmentlarga bo'lingan strukturasi sxema qo'llaniladi. Ana shunday 10 razryadli RAO'ning tuzilishi misol sifatida 2.27- rasmda keltirilgan.



2.27- rasm. 10 razryadli segmentlangan RAO'

Rasmda katta strelkalar bilan raqamli shinalar ko'rsatilgan, ustiga yozilgan sonlar undagi razryadlar sonini ko'rsatadi.

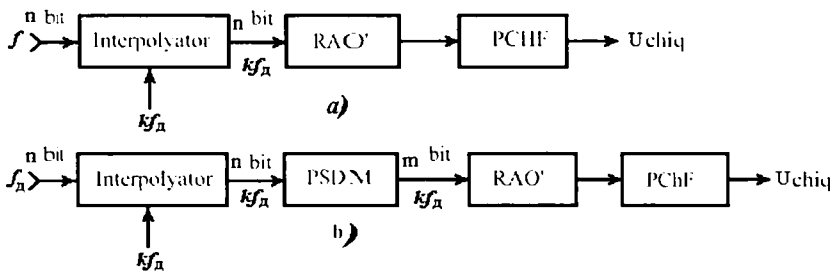
Kiruvchi 10 razryadli kod registr Reg1da f_T takt chastota bilan qayd qilinadi. So'ngra 5ta yuqori razryadlar deshifrador (DSH)

yordamida 31 razryadli kodga aylantiriladi. Aylantirish uchun to'la dekoderlash qonuni ishlatiladi: agar deshifratoring kirishida N soni (ikkilik kodda) bo'lsa, DSH chiqishida N kichik razryadlar "1" qiymatni qabul qiladi va boshqa chiqishlarida faqat "0"lar bo'ladi. DSHning chiqishidagi kodlar va kirish signalining 5 kichik razryad kodlari 36 razryadli registrda (REG2) xotirada saqlanadi hamda hosil qilingan 31 razryadli kod RAO'1 ga kelib tushadi. RAO'1 o'z navbatida 31ta bir xil qiymatli tok generatori va 31ta kalitdan iborat.

5ta kichik razryadlar RAO' 2ga tushadi, u esa ikkilik o'lcham toklarni summashtirish omili asosida qurilgan. RAO'1 va RAO'2 toklari qo'shilib, o'zgartirgichning chiqish toki hosil qilinadi.

RAO' 1 va RAO' 2 da paydo bo'lgan xalaqitlar qiymati ahamiyatsiz bo'lib qoladi, chunki kichkina qiymatli toklar ulanishi mavjud bo'ladi.

Ovoz signallarini raqam - analog o'zgartirishda diskretlash chastotasi qiymatini oshirish va interpolyatsiya(yaqinlashish) ishlatiladi. Buning uchun maxsus RAO'lar qo'llaniladi (2.28, a-rasm).



2.28- rasm. Interpolyatsiyali (a) va sigma - delta modulyatorli (b) RAO'lar

Interpolyator raqamli qurilma bo'lib, bunda kirishdagi har ikki sanoq orasiga ma'lum qonunlar asosida aniqlanadigan, qo'shimcha $k - 1$ dona yangi sanoqlar kiritiladi. Natijada diskretlash chastotasi qiymati k marotaba oshadi.

So'ngra signal n -razryadli RAO'da analog shaklga o'zgartiriladi va PCHF yordamida filtrlanadi.

Ko'p tarqalgan ayrim RAO'larning ko'rsatgichlari

RAO' turi	Ishlab chiqaruvchi korxonasi	Razryadlar soni	Maksimal diskretizatsiya chastotasi	Maksimal talab etiluvchi quvvat mVt	Izoh
AD1859	ANALOG DEVICES	2x16/18	44,1 kGs	330	Ovozli, ikki kanalli, sigma-delta, interpolatsiyali va PCHF
AD768	ANALOG DEVICES	16	30 MGs	465	Past kommutatsion xalaqitli
AD9701	ANALOG DEVICES	8	250 MGs	780	Sinxronizatsiya va so'n-diruvchi impuls shakllantiruvchi
ADV7123	ANALOG DEVICES	3x10	140 Mgs	180	Uch kanalli, sinxronizatsiya va so'ndiruvchi impuls shakllantiruvchi
TDA1305	PHILIPS	2x20	48 kGs	200	Ovozli, stereo, 96 tagacha qayta diskretizatsiyaga ega va interpolatsiyali
TDA8776	PHILIPS	10	1000 MGs	925	2.27-rasmdagi chizmadek Segmentlangan RAO'

Eng ko'p kvantlash razryadi sigma - filtr modulyatorli RAO' da ta'minlanadi (2.28, b-rasm). Interpolyator diskretlash chastotasini "k" marotaba oshiradi. Raqamli sigma - delta modulyator n razryadli ikkilik so'zlarni m -razryadli so'zlarga aylantiradi ($m < n$) va m - razryadli RAO'da analog signalga o'zgartirib, PCHFda tekislanadi (spekr tozalanadi).

Sigma - delta modulyatorida m - razryadli so'zlar shunday shakllantiriladiki, bunda kattalashtirilgan diskretlash chastotasidagi, bir necha sanoqlarning o'rtacha qiymati olinib, chiqish analog signalining talab etiladigan qiymati ta'minlanadi.

Qanchalik "m" "n" ga nisbatan kichik bo'lsa, diskretlash chastotasi qanchalik katta bo'lishini ko'rsatadigan "k" ham ortadi. Eng yuqori qiymatda $m = 1$ bo'ladi. Bu holatda chiqish kuchlanishi

tekislangan impulslar ketma -ketligiga aylanadi, ya'ni impuls kengligi bo'yicha yoki impuls chastota bo'yicha modulyatsiyalangan kabi.

2.5-jadvalda ayrim ko'p tarqalgan katta IS RAO'lar keltirilgan.

3. TELEVISION TASVIR VA OVOZ SIGNALLARINING HAJMINI SIQISH

O'tgan boblarda keltirilgandek, analog televizion signalni raqamli shaklga o'zgartirilganda, chiqishdagi video ma'lumotlar oqirni 240 Mbit/s gacha yetishi mumkin va bu bir soatda uzatilayotgan ma'lumotlar uchun 108 Gbaytni tashkil etadi. Bu o'z navbatida raqamli televizioniye aloqa tarmog'i uchun 120 MGsli o'tkazish polosasi bo'lishini talab etadi va bunday katta hajmli ma'lumotni 8MGsli standart televizion kanaldan uzatish mumkin emas. Bunday katta hajmdagi raqamli ma'lumotlarni yozish va xotirada saqlashda, raqamli serverlarni yaratishda ko'pgina qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Shu sababli videosignal ko'rsatgichlarini moslashtirish va aloqa kanallaridan uzatish uchun, televizion tasvir ma'lumotlarning ortiqchaligini hisobga olgan holda, siqish usullaridan foydalaniladi. Agar siqish qo'llanilmasa o'rta holdagi bitta film yuzlab Gigabaytni egallaydi.

Agar tezligi 56 Kbit/s modem ishlatilsa, bir kunlik olingan videotasvirni 8 yil davomida uzatish kerak bo'ladi. Shu sababli ma'lumotni uzatish tezligini ko'tarish uchun raqamli videotasvir doirno siqiladi. Siqish asosan ikki usulda amalga oshiriladi: - **sifatni yo'qotib va sifatini yo'qotmasdan.**

Sifatni yo'qotmasdan siqish yo'li. Bu yo'l tiklangan tasvirning dastlabki tasvirga to'la mosligi amalga oshiriladi, lekin siqish koeffitsienti katta bo'lmaydi, ko'pincha bu 10 - 20 martani tashkil etadi. Bunga statik grafika formati GIF va video uchun GIF 89 misol bo'la oladilar.

Sifatni yo'qotib siqish yo'li. Video ma'lumotlarni ma'lum qismini yo'qotgan holda katta siqish koeffitsientini ta'minlaydi. Ammo agar inson ko'zi dastlabki haqiqiy tasvir bilan qayta ishlangan tasvir o'rtasidagi farqini sezmasa, bunday siqishni sifati yo'qolmagan siqish deyish mumkin. Ikkala tasvir - haqiqiy va siqish yo'li bilan kompressor yordamida olingan tasvirlar (tiklangandan keyin) orasidagi farq iloji boricha kam bo'lishi kerak va bitlar bo'yicha to'g'ri kelmaydi, ammo inson ko'zi buni sezmasligi mumkin. Shu sababli amaliyotda tasvir ma'lumotining ma'lum qismini olib tashlab,

o'zgartirishlar amalga oshiriladi va keyin esa axborotni yo'qotmasdan ma'lumotlar siqiladi.

Quyida televizion tasvir signalining ortiqchalik turlari ko'rib chiqiladi va ortiqchalikni olib tashlash usullari keltiriladi.

3.1 Televizion signallarning ortiqcha ma'lumotining turlari va ortiqchalikni olib tashlash usullari

Televizion tasvirning taxlili shuni ko'rsatadiki, ular katta hajmli ortiqcha ma'lumotlarga ega va quyidagi sinflarga bo'lish mumkin:

- 1) Kodlik ortiqchalik;
- 2) Elementlar aro yoki statistik ortiqchalik;
- 3) Psixovizual ortiqchalik;
- 4) Tuzilmaviy ortiqchalik;
- 5) Vaqtli yoki kadrlar aro ortiqchalik.

Tasvir ma'lumotini siqishda bitta turdagi ortiqchalikni olib tashlashni yoki bir nechta turni birdaniga qo'llash mumkin.

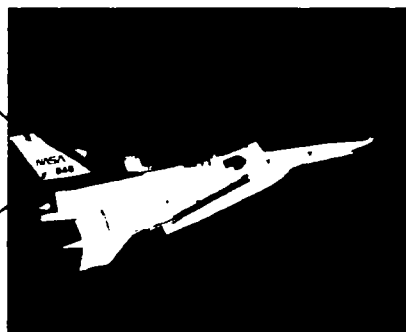
Kodlik ortiqchalik tasvirda bir xil ko'rinishdagi va yorug'lik nurini bir xil qaytaradigan ko'plab obektlar (tarkibiy qismlar) mavjud bo'lib, ularning yuzasi bir xil yorug'lik nurlarini shakllantiradi va bunday holat ko'p tarqalgan. Misol uchun 3.1- rasmga qarang.

Yorug'lik nuri piksellerini ikkilik qiymat bilan kodlashtirilganda, bir xil uzunlikdagi kodlardan foydalaniladi va bu holat kodlik ortiqchalikka olib keladi. Kodlik ortiqchalikni yo'qotish uchun Xaffman jadvaliga asoslangan, uzunligi o'zgaruvchan entropiya kodlari qo'llaniladi, ya'ni qaytarilayotgan kod kombinatsiyasi qisqa kod kombinatsiyasi bilan almashtiriladi hamda kam uchraydiganlar uzun kod kombinatsiyasida beriladi, xuddi Morze alifbosi kabi. Bunday holat uzatilayotgan ma'lumotning hajmini 20 - 25% ga kamaytirishga imkon beradi.

Elementlararo ortiqchalik (3.1-rasm) Bu tasvirning yuqori aniqligidan kelib chiqadi, ya'ni tasvirni kichik qismlarini tasvirlash yoki ob'ektlar chegaralarini belgilashdagi ma'lumot mavjud bo'lsa, oraliqdagi bir xil tekis qismlardan oligan ma'lumot hajmini orttiradi xolos.

11	244	246	247	247	249	248	248
244	244	246	247	247	248	248	248
246	248	247	247	241	248	248	248
246	246	248	248	248	248	248	248
247	246	248	248	248	248	248	248
247	247	249	249	248	248	249	248
248	248	250	249	248	248	248	248
248	247	251	250	246	248	248	248

11	243	248	248	244	248	244	242
248	243	248	248	242	243	242	248
247	243	241	241	248	241	242	241
247	244	243	242	248	242	242	242
247	246	244	243	246	242	243	243
248	246	248	244	242	241	243	249
246	248	248	244	248	241	243	248
246	246	246	244	242	241	243	246



3.1- rasm. Tasvirni kodli va elementlararo ortiqchalikni ko'rsatuvchi misollar

Elementlararo ortiqchalik piksellarning kuchli korrelyatsion bog'lanishiga asoslangani sababli, spektr o'zgartirish usullari orqali ortiqchalik yo'qotiladi va ular spektr tashkil etuvchilarning signal energiyasini taqsimlanishi bilan baholanadi. Bugungi kunda ko'plab spektral o'zgartirishlarda qo'llaniladigan matematik funksiyalar mavjud, ammo tasvirni siqish amaliyotda diskret kosinusoidal va veyvlet almashtirishlaridan keng foydalaniladi.

Psixofizik ortiqchalik ko'zimizning ko'rish qobiliyatiga asoslangan, ya'ni tasvirdagi ma'lumotning ayrim qismidagi ma'lumot yo'qotilishi uning sifatiga sezilarli darajada ta'sir etmasligi mumkin. Masalan: ko'z yorug'lik o'zgarishidan ko'ra rang o'zgarishini kamroq sezadi.

Bundan tashqari inson kuzatish davrida birinchi bo'lib tasvirning muhim qismini (ob'ekt konturini yoki tekstlar zonasini) topishga harakat qilishi aniqlangan va uning kombinatsiyasidan nimanidir bilishni, shakllantirishni istaydi. Bu holatda elementlarning yorug'ligi va rangi ikkinchi darajali bo'lib qoladi.

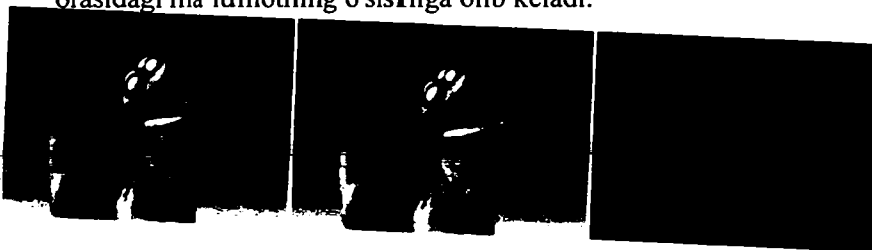
Tuzilmaviy ortiqchalik 3.2-rasmda ko'rsatilgan holatdagidek, tasvirning ayrim qismlarida paydo bo'ladi. Buni yo'qotish uchun tasvir skaner qilinib, qaytariladigan qismlari, fragmentlari (fraktallari)

aniqlanadi va ular avval aniqlangan fragmentlar ifodasiga almashtiriladi hamda shu orqali uzatilayotgan ma'lumot ortiqchalik hajmi kamaytiriladi.



3.2- rasm. Tuzilma viy ortiqchalikni ko'rsatuvchi misol

Vaqtli yoki kadrlar aro ortiqchalik bitta videosyujet vaqtida ikki qo'shni kadr orasidagi farq nisbatan sezilarsiz bo'lishi sababli (3.3- rasm), televizion tasvir ma'lumotida asosiy kadr ga nisbatan kadrlar farqini uzatish amalga oshirilsa, video oqimdagi siqish koeffitsientining katta qiymatga erishish imkoni yaratiladi. Amaliyotda kadrlar aro farq qo'llanilmaydi, chunki rasmning joylashishining o'zgarishi tasvir piksellar ko'ordinatalarining o'zgarishiga olib keladi va kadrlar farqining oshishi keli b chiqadi hamda bu o'z navbatda kadrlar orasidagi ma'lumotning o'sishiga olib keladi.



3.3- rasm. Videosyujetdagi qo'shni kadrlar va ulardagi kadrlar aro farqining ko'rinishi.

Shu sababli amaliyotda qo'shni tasvir fragmentlarini kompensatsiyalashga asoslangan murakkab kadrlar aro farqlarni aniqlovchi usullar qo'llaniladi.

Birinchi kadr tasviridagi fragmentlarni keyingi kadrlarning taxminiy siljish zonalarida izlab topish asosidagi usuldir. Agar shunday o'xshash fragmentlar aniqlansa, keyingi kadr o'rniga siljish koordinatlariga beriladi xolos. Misol uchun: 16x16 piksellik 255 baytlik blok, bir yo'g'i 1-2 baytlik koordinatni ko'rsatuvchi kod bilan almashtiriladi.

Bu holatda videooqim tuzilmasi ortiqchaligi yo'qotilgan tayanch kadrlardan iborat bo'lib, qolganlari esa kadr ichidagi o'zining ortiqchaliklari yo'qotilgan va qo'shimcha bitta yoki bir necha ortiqchalikni yo'qotish turlari qo'llanilgan hamda bir vaqtda tasvir bloklarining o'zaro siljishlari va kadrlar orasidagi farqni ko'rsatuvchi ma'lumotlardan tashkil topadi. Aytilgan amallar MPEG standarti oilasiga tegishli va shunga o'xshash kodeklarda qo'llaniladi. Bugungi kunda effektivligi xilma xil bo'lgan, videoma'lumotlarni siqishning ko'plab usul va algoritmlari ishlab chiqilgan va ular turli sifat ko'rsatgichlariga, qo'llanilgan algoritmlar murakkabligiga hamda tezkorligiga bog'liqlardir.

Shunday qilib, tasvir signalini shakllantirish va o'zgartirish jarayonida quyidagi yo'nalishlarni keltirish mumkin:

- **Spektr o'zgartirishlar asosida siqish;**
- **Fraktal siqish;**
- **Vektorli kvantlash.**

Har bir ko'rsatilgan holatlar o'zining afzalliklari va kamchiligiga ega, ularni kengroq ko'rib chiqamiz.

3.2 Spektr o'zgartirish asosida tasvir signalini siqish

Tasvir va video ketma-ketlikni siqishni, har xil prinsiplar asosida, yaratilgan va ko'p tarqalgan usul ortogonal o'zgartirishdir. Amaliyotda ko'pincha chiziqli ortogonal o'zgartirish usullari qo'llaniladi. Shundan kelib chiqib, quyidagi o'zgartirishlar maqsadga muvofiq hisoblanadi:

- **Uolsh - Adamar almashtirishi;**

- **Karunen - Loeva almashtirishi;**
- **Diskret kosinus o'zgartirish (DKO');**
- **Veyvlet o'zgartirish (VO');**

Bu keltirilgan o'zgartirishlarning har birining qo'llanish sohasi, afzalliklari va kamchiliklar mavjud.

Masalan **Adamar almashtirishining** afzalligi uning amaliyotda oson qo'llanishi va hisoblashlarning soddaligi. Bu almashtirish o'zgarmas-bo'lakli funsiyalar uchun, ayniqsa signalning o'zgarmas tashkil etuvchisini ajratishda, yaxshi natijalar beradi ammo real tasvir signallarida bunday signallar kam uchraydi

Karunen - Loeva almashtirishining asosiy kamchiligi hozircha uning vektorlarini tez hisoblash usuli ishlab chiqilmagan, shu sabab bu usul faqat nazariy holatda mavjud.

Shunday qilib, yuqorida sanab chiqilgan o'zgartirishlardan amaliyotda ko'proq DKO' va VO' lar ishlatiladi hamda ularni batafsil ko'rib chiqamiz.

3.2.1. Diskret-kosinus o'zgartirish asosida tasvirlarni siqish

Olim V. Chen tomonidan 1981 yilda taklif etilgan va DKO' yaxshi o'rganilgan hamda o'zgartirishlar JPEG, MPEG, MPEG - 1, MPEG - 2, MPEG-4 formatlarida yuqori effektivlikda qo'llanilgan. Mazmuni bo'yicha bu usul Furiyening ikki o'lchamli diskret o'zgartirishiga o'xshash, farqi faqat bazis funksiyalarini ishlatilishida. DKO'ning afzalligi qatorning tez yaqinlashishi va o'zgartirishlarda xatoning qiymati kichik bo'lishini taminlanishi.

To'g'ridan - to'g'ri va teskari DKO' quyidagi (3.1,3.2) tengliklar bilan ifodalanadilar:

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

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

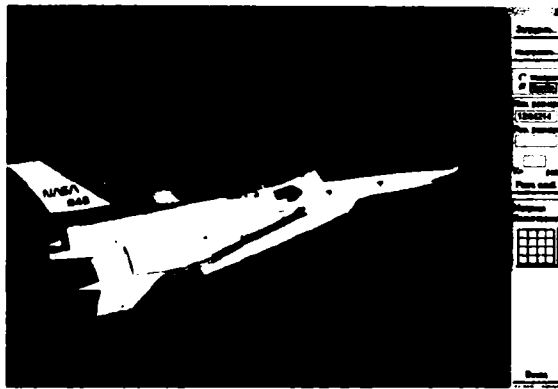
Bu yerda: v – grafik blokning gorizontol koordinatasi

u – blok ichidagi koordinata,

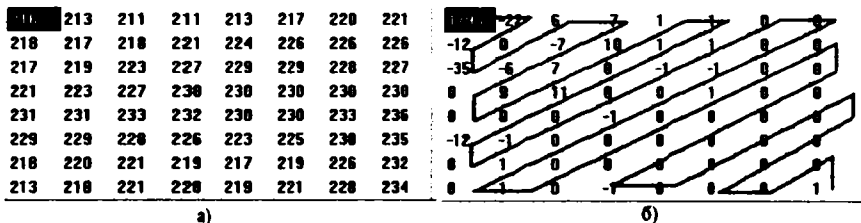
$C(u), C(v) = 1/\sqrt{2}$ $u, v=0$ uchun va aks holatda $C(u), C(v) = 1$

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

Bunday usul kadrlarni (3.4-rasmga qarang) 64 (8x8) sanoqli bloklarga bo'laklashni ko'zda tutadi va ular (3.5, a-rasm) signallar matritsasi deyiladi. Signal matritsalarini o'z navbatda shu hajmli chastota ko'effitsientlari matritsasiga (3.5b-rasm) aylantiriladi. Ular gorizontaal va vertikal yo'nalishlardagi ikki o'lchamli tasvir spektrining ko'rinishida ifodalangan. Bunday matritsaning chap tepa burchagidagi ko'effitsientlar tasvirning past chastotali tashkil etuvchisini va o'ng pastkisi ko'effitsientlar yuqori chastotali tashkil etuvchilarni ko'rsatadi.



3.4-rasm. Dastlabki tasvir



3.5- rasm. Dastlabki tasvirning yorug'lik signali matritsasi. (a) - piksellar o'lchami 8x8 va (b) - to'g'ridan to'g'ri DKO' dan so'nggi matritsa ko'effitsientlari.

DKO' spektrining xususiyati shundan iboratki, chastota spektri energiyasining asosiy tashkil etuvchilari nol qiymatli chastota atrofida yig'ilganligidir. Yuqori chastotalik tashkil etuvchilarning amplituda qiymati nol yoki nolga yaqin son va shu sababli DKO'ning chastota koeffitsientlari ma'lum belgilangan "chegara" qiymatdan ortiqlarigina uzatiladi xolos. Belgilangan "chegara" qiymatdan kichik koeffitsientlar nol hisoblanadi va uzatilmaydilar hamda ular keskin-kesiksimon (zigzag) tartibda o'qiladi (3.5, b-rasm) va uzun seriyalarni statistik kompressor (RLE) orqali siqiladi

Uzatilish paytida nollik koeffitsientlar chiqarib tashlanganligi sabab, siqilish sifat yo'qolmagan hisoblanadi va tasvir dekompressiyadan (tiklangandan) so'ng originaldan (haqiqiydan) farq qilmaydi. Bunda siqish koeffitsientining qiymati yuqori emas va o'rtacha 10 - 20 martani tashkil qiladi hamda tasvirning davom etish vaqtiga bog'liq. Siqish koeffitsientlarini boshqarish uchun DKO' koeffitsientlarini aniq sonlarga (kvantlash matritsasiga) bo'linadi, hamda olingan qiymati to'la songa yetguncha yaxlitlanadi, bu esa nollik koeffitsientlar ketma-ketligini ko'payishiga va siqish koeffitsienti qiymatini oshishiga olib keladi Tiklash jarayonida ana shu ma'lum songa, ko'pincha 10ga ko'paytiriladi. Ammo bunday ma'lumotlarni yaxlitlash bir tomondan tasvirni siqish koeffitsientining qiymatini oshirsa, boshqa tomondan axborotni qaytarib bo'lmas yo'qotishlariga olib keladi va natijada katta koeffitsientli siqish qo'llanishi tufayli yorug'lik signallarini chegaralarda o'zgarish jarayoni buziladi. Bu esa o'z navbatida buzilishlar paydo bo'lishiga va oqibatda tasvir blokining tiklashdagi aniqlik va sifatning pasayishiga olib keladi (3.6-rasm).

Bu usul ancha yaxshi natija beradi va blok bo'yicha harakatni kompensatsiyalash usuli bilan uyg'unlashadi, hamda videooqim 5Mbit/s tezlikdan yuqori bo'lganda tasvirning sifati yaxshi tiklanadi. Ammo oqim tezligi kamayganda blok effekti deb ataladigan buzilish kuchli namoyon bo'ladi va natijada tasvir mozayik ko'rinishga kelib qoladi, bu esa siqishning asosiy kamchiligidir. DKO' asosan tasvirni JPEG va MPEG siqish standartlarida qo'llaniladi.



3.6- rasm. 100 barobar siqilgandagi haqiqiy va tiklangan tasvirlarning ko'rinishi.

3.2.2. Tasvirni veyvlet o'zgartirishi asosida siqish

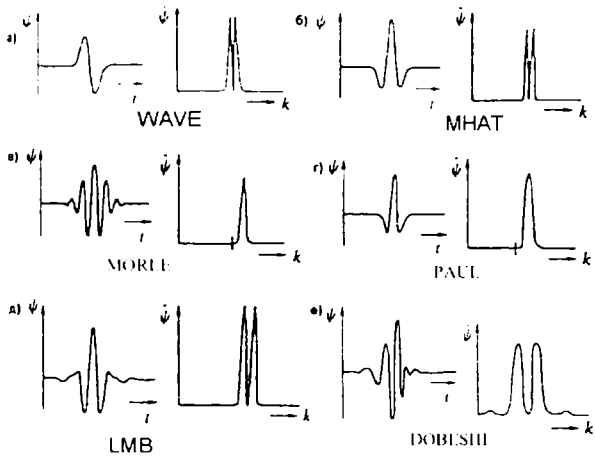
Bugungi kunda tasvir va ovozni siqishda ko'p tarqalgan usuldan - veyvlet o'zgartirishidan foydalaniladi va u Grossman va Morle tomonidan o'tgan asrning 80 yillarida kiritilgan.

Furye va DKO' larning asosiy kamchiligi ularning bazaviy garmonik tashkil etuvchilari funktsiya davriy bo'lmagan holatlarda yaxshi ishlamaydi va natijada foydali ma'lumotning ma'lum qismini tiklash imkoniyati yo'qotiladi. Veyvlet o'zgartirish ma'lum funktsiyani veyvlet funktsiyali tashkil etuvchilar ko'rinishida berilishidir va veyvlet -bu kichik to'lqin yoki to'satdan sakrash to'lqini. Hozirgi paytda juda ko'p veyvelt funktsiyalar mavjud va ular turli xossalarga va qo'llanilish joylariga ega. Ba'zi bir ko'p tarqalgan va tasvir signallarida foydali ishlatiladigan veyvletlar 3.7- rasmda ko'rsatilgan.

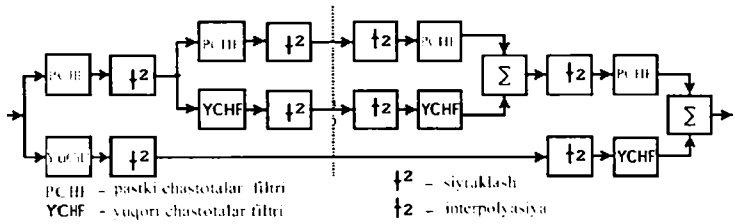
Amaliyotdan esa veyvlet - holatdan holatga o'tkazishda tasvirni past va yuqori chastotali filtrlash hamda olingan koeffitsientlarni siyraklashtirish (detsimatsiya) jarayonini qo'llashdir va ular 3.8- rasmda keltirilgan.

Signalni o'zgartirish ya'ni past va yuqori chastotali filtrlashdan so'ng dastlabki signal tashkil etuvchilar chastota diapazoni kamida ikki marta qisqaradi. Bunga sabab tasvir ikki massivli ma'lumotlar va shuning uchun veyvlet o'zgartirishlari alohida 2 etapda amalga

oshiriladi, ya'ni gorizontal va vertikal yo'nalishlarda. O'zgartirish yo'nalishini tanlash ahamiyatga ega emas.



3.7-rasm. Ba'zi bir ko'p tarqalgan veyvletlar



3.8- rasm. Veyvlet - ketma - ketligining umumlashtirilgan struktura sxemasi

Veyvlet - filtrlarga yana bir element - siyraklashtirish elementi kiritiladi va u kirishga kelgan sonning bittasini tashlab, keyingisini o'tkazadi, chunki har ikkinchi axborot ortiqcha bo'lishi mumkin. Agar signalning belgilangan vaqtdagi qiymati ma'lum bo'lsa, keyingi qiymatini hisoblab topish mumkin.

Tasvir ikki o'lchamli bo'lganli sababli, veyvlet o'zgartirishdagi bo'laklash jarayonining (dekompozitsiya) har bir qadami ikki etapda bajariladi, dastlab matritsaning qatorlari taxlil qilinadi so'ngra ustunchalari (stolblar) yoki teskarisiga avval ustunchalar so'ngra qatorlar.

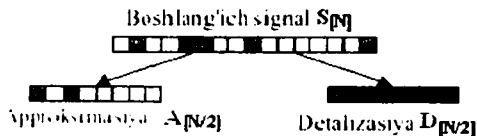
Faqat ikki koeffitsientga ega oddiy Xaar veyvleti uchun past chastotali filtr faoliyatini ikki qo'shni nuqta o'rta qiymati sifatida, yuqori chastotali filtrni sonlarni differensiyalash sifatida qabul qilish mumkin.

O'zgartirish natijasida ikkita massiv paydo bo'ladi. $A_{[N/2]}$ va $D_{[N/2]}$, ularning elementlari quyidagicha aniqlanadi:

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

bu yerda $k \in [0, N/2]$

Past chastotali filtrning koeffitsientlari $A_{[N/2]}$ signal approksimatsiyasi va yuqori chastota koeffitsientlari $D_{[N/2]}$ esa signal detalizatsiyasi deyiladi. Bunda A va D massivlari mavjud bo'lsa, daslabki signal- $S_{[N]}$ ni tiklash mumkin (3.9-rasmda keltirilgan kabi). $A_{[N/2]}$ va $D_{[N/2]}$ son qiymatlari yorug'lik nuqtalari bilan ko'rsatilgan.



3.9-rasm. Veyvlet - dekompozitsiya prinsipi

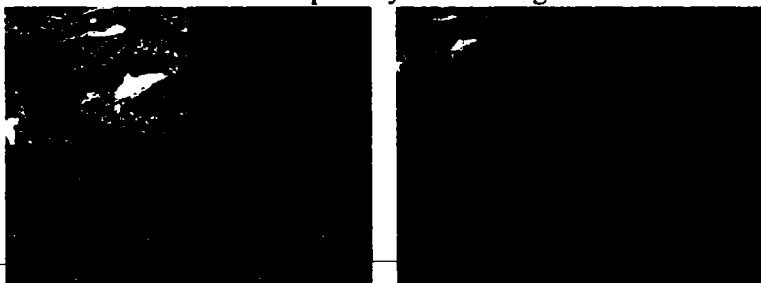
Veyvlet o'zgartirish prinsipini 3.10-rasm keltirilgan misolda, tasvir signalini o'zgartirishda ko'rish mumkin.

Filtr bu kichkina "derazacha" shaklda bo'lib, u yerda yorug'lik va ranglar piksel qiymatlari keltirilgan veyvlet - funksiyaning koeffitsientlariga ko'paytiriladi va ko'paytma qiymatlar yig'indisi olinadi. Undan so'ng "derazacha" boshqa qiymatni hisoblash uchun siljiriladi. Videoma'lumotlarni gorizontaal yo'nalishda filtrlash oqibatida ikkita ma'lumotlar massivi shakllantiriladi: tasvirning asosiy axborotini tashuvchi past chastotali va bashorat qilish xatoliklarini o'z

ichiga olgan yuqori chastotali massivlar (3.11-rasmga qarang). Past va yuqori chastotali massivlar vertikal yo'nalishdan o'tgach yana ular qo'shimcha vertikal yo'nalishning past va yuqori chastotali massivlariga bo'linadilar. Shunday qilib, filtrlashdan so'ng $m \times n$ o'lchamidagi bitta tasvir o'rniga veyvlet o'zgartirish natijasida 4 marta **kichiklashtirilgan** $(m/2) \times (n/2)$ o'lchamidagi tasvir paydo bo'ladi (3.11 b-rasm). Siqish samaradorligini oshirish uchun past chastotali tasvirni veyvlet o'zgartirishi bilan ko'p marta o'zgartirish mumkin, ya'ni past chastotali qismda 1 piksel qolguncha. Amaliyotda o'zgartirishlar 3-6 martadan oshmaydi. Veyvlet koeffitsientlarning past va yuqori chastotali massivlarini ikki karra o'zgartirishlardan keyingi olingan tasvir (3.11 b- rasm) da keltirilgan.



3.10-rasm. Daslabki tasvir va satrlar bo'yicha veyvlet - dekompozitsiyasidan so'ng



a)

b)

3.11- rasm. Tasvirning satrlar va ustunlar bo'yicha veyvlet filtrlari yordamida o'zgartirish va ikki marta o'zgartirishdan keyingi holati.

Shunday qilib, ko'p marotaba veyvlet dekompozitsiyalash (o'zgartirish) natijasida, approksimatsiyalash massivida juda kichik tasvir olinadi (3.11-rasmdagi tepa chap burchakda) va ayni vaqtda u kichik hajmli axborotlar ma'lumotini tashkil etadi. Massivning katta qismini detalizatsiyalashtirgan nollar yoki kichik koeffitsientlar tashkil etadi (3.11-rasmda nolga qiymati 128 bo'lgan kul rang mos keladi), ular statistik kompressorda yaxshi siqiladi va katta siqish koeffitsientiga erishishga imkon beradi.

Shunday yo'l bilan olingan veyvlet koeffitsientlar qiymatlari kvantlanadi va siqishni boshqarish uchun statistik kompressorlar yordamida siqiladi hamda shundan so'ng chiqish oqimiga yoziladi.

Hozirgi davrda, JPEG-2000 siqish stantartida, tasvimi siqishda quyidagi veyvlet funksiyalar keng qo'llaniladi: **Koen-Dobeshi - Fovo (SDF22, CDF24, CDF97), Villasenora - V610 TS2/6, MIT97, Daubechies (9,7) va LeGall(5,3).**

Amaliyotda esa veyvlet o'zgartirishlarning lifting sxemasi keng qo'llanilmoqda va u haqida quyida ma'lumot beriladi.

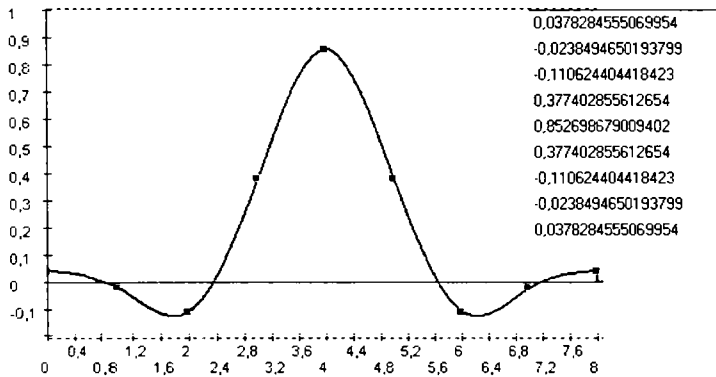
Veyvlet o'zgartirishning lifting sxemasi

Veyvlet o'zgartirishlarda yo'qotishni kamaytirish uchun filtrlar koeffitsientlari katta aniqlik bilan olinadi. JPEG-2000 siqish stantartida qo'llaniladigan yuqori chastotali **Daubechies(9,7)** veyvlet filtri yaxshi moslashuvchanligi sabab 9ta koeffitsientga ega va ular 3.1-jadvalda keltirilgan hamda funksiya shakli esa 3.12 -rasmda ifodalangan.

3.1-jadval

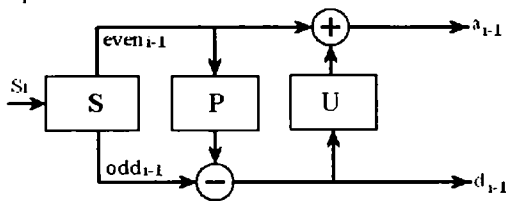
Yuqori chastotali filtr Daubechies(9,7) koeffitsientlari

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



3.12-rasm. Daubechies(9,7) yuqori chastotali filtrining shakli.

Jadvalda keltirilgan filtr koeffitsientlaridan ko‘rinib turibdiki, ular ko‘p sonli qiymatlardan tashkil topgan. Shuning uchun tasvirning past va yuqori chastotali koeffitsientlarini hisoblash va saqlash uchun ko‘p vaqt va xotira talab etiladi. Shu sabab tasvirni qayta ishlashda veyvlet o‘zgartirishning lifting sxemasi keng qo‘llaniladi va u filtrlashning oddiy qadamlari ketma-ketligi tugallanganligiga asoslangan hamda qadamlar lifting qadamlari yoki “zinapoyasimon tuzilma” deyiladi (3.13-rasm). Bunda veyvlet formasi to‘g‘ridan to‘g‘ri ishlatilmaydi va signalni approssimatsiyalash uchun ancha kam koeffitsientlar qo‘llaniladi.



3.13-rasm. Veyvlet o‘zgartirishning lifting sxemasini ishlash mexanizmi

Veyvlet o‘zgartirishning lifting mexanizmi inglizcha “Lift” so‘zidan olingan bo‘lib, ko‘tarish ma‘nosini anglatadi. Past va yuqori

chastotali massivlar bosqichma-bosqich shakllantiriladi va har bir bosqichda 3-4 qadam amalga oshiriladi.

1. Ajratish (split). Bu qadamda s_j piksel qiymatlari massividan ikkita yangi o'zaro kesishmaydigan past va yuqori chastotali ma'lumotlar massivi shakllantiriladi. Piksellarni massivlarga ajratish usulini tanlash veyvlet turiga bog'liq. Ammo ko'pincha juft $even_{j-1}$ yoki toq odd_{j-1} piksellar ajratiladilar va S operator yordamida quyidagicha ifodalanadi:

$$(even_{j-1}, odd_{j-1}) = S(s_{j-1}).$$

2. Bashorat qilish (predict). Bu qadamda chap va o'ng piksel qiymatlar asosida markaziy pikselning ehtimollik (bashorat) qiymati hisoblanadi va shundan so'ng haqiqiy va bashorat qiymatlari ayiriladilar. Ana shu xatolik markaziy piksel qiymatiga yoziladi va u yuqori chastota koeffitsientiga mos keladi. Dastlabki massivni juft va toq sanoqlarga ajratganda bashoratning yuqori chastotali xatolik koeffitsientlari videoma'lumotlar massivining juft qismiga yoziladi:

$$d_{i-1} = odd_{i-1} - P(even_{i-1}),$$

bu yerda P-bashorat operatori.

3. Yangilanish (uhdate). Bu bosqichda past chastotali veyvlet koeffitsientlari keyingi o'zgartirish etapiga o'tish uchun, "ko'tariladi", ya'ni signalning o'rta qiymatini saqlash uchun. Yangilanish jarayonida yangilanish operatori yordamida bashorat qilingan piksellarning o'rta qiymatiga asosan past chastotali massivning koeffitsientlari shakllantiriladi:

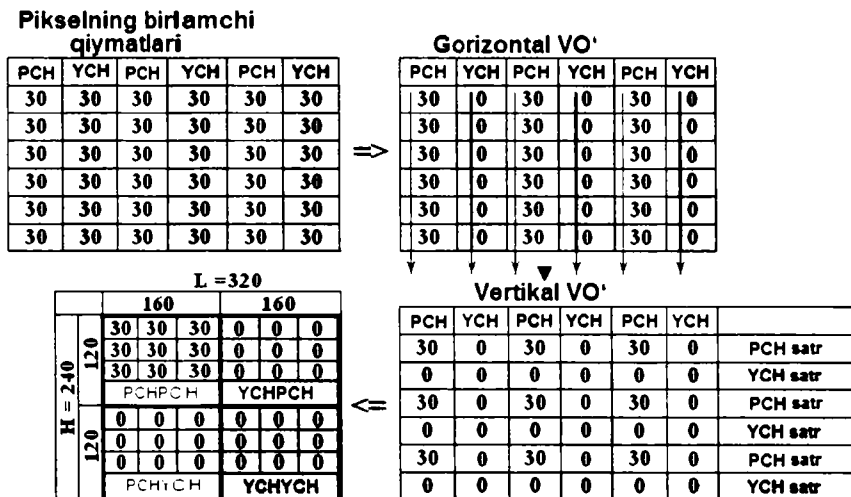
$$A_{i-1} = even_{i-1} + U(d_{i-1}),$$

bu yerda U – yangilanish operatori.

Past va yuqori chastotali koeffitsientlar shakllangandan so'ng massivlar ajratiladilar hamda alohida past va yuqori chastotali massivlarga biriktiriladilar.

Shunday qilib lifting sxema dastlabki piksel qiymatlarini chiziqli-bo'lak qonuniga asosan approksimatsiyalaydi. Bunda massiv koeffitsientlarining juftlari haqiqiy va bashorat qilingan piksellar qiymati (bashorat xatoliklari) ayirmasi sifatida, toqlari bashorat xatoliklari o'rta qiymatlari bilan yonma-yon piksellar yig'indisi sifatida yoziladilar. Agar dastlabki tasvirning bir xil rangli qismlari mavjud bo'lsa, bashorat xatoliklar koeffitsientlari "0" ga teng

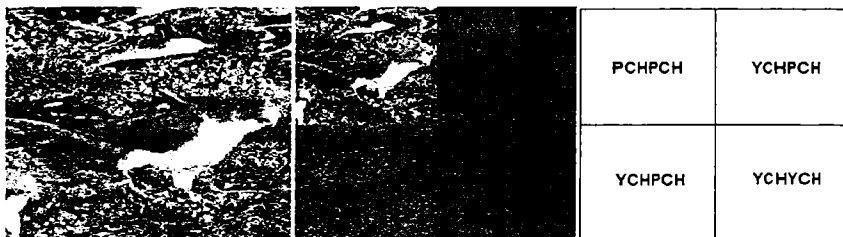
bo'ladilar. Shunday qilib satr piksellariga gorizontal ishlov berishdan so'ng, ma'lumotlar massivi ketma ket keluvchi past va yuqori chastotali koefitsientlar qiymatlari yig'indisidan iborat bo'ladi (3.14-rasm):



3.14- rasm. Yorug'lik signali qiymati Y= 30 ga teng 320x240 o'lchamli tajribaviy tasvirning ikki o'lchamli VO' natijalari

Tasvir ikki massivli ma'lumot bo'lganligi sababli, tasvirni siqish samaradorligi oshirish maqsadida, piksellarni gorizontal dekorrelyatsiya (o'zaro bog'liqligini kamaytirish) qilgandan so'ng vertikal yo'nalishda ham o'zgartirishlar amalga oshiriladi. Bunda toq satrlar past chastotali koefitsientlarga va juft satrlar yuqori chastotali koefitsientlarga mos keladilar. Oxirgi etapda ma'lumotlar kompressorini samarali ishlashi uchun past va yuqori chastotali koefitsientlar qayta guruhlantiriladilar (~~separatsiyalanidilar~~) va natijada barcha past chastotali koefitsientlar bir massivda hamda yuqori chastotali koefitsientlar boshqa massivda joylashadilar. Yorug'lik signali qiymati Y=30ga va pikseli 320x240 bo'lgan bir xil rangli sinov tasviriga ishlov berish natijasi misol sifatida 3.14-rasmda keltirilgan.

Dastlabki tasvirni ikki o'lchovli (gorizontal va vertikal) veyvlet o'zgartirish natijasida 3.15-rasmda keltirilgan ma'lumotlar massivi shakllantiriladi va keyin kvantlanib, statistik kompressor bilan siqiladi.



3.15-rasm. Birlamchi tasvir va uning ikki o'lchamli VO' natijasi.

Veyvlet o'zgartirishning lifting sxemasining asosiy afzalligi shundaki, unda o'zgartirishlar jarayoni nisbatan tez amalga oshiriladi va veyvlet koeffitsientlar jamlamasi dastlabki tasvir ma'lumotlar hajmi bilan mos tushadi hamda qo'shimcha xotira talab etmaydi.

Tasvirni siqish mexanizmining xususiyatlaridan yana biri veyvlet o'zgartirishda tasvir bloklarga bo'linmaydi, aksincha butunligicha ishlanadi. Bu bloklar buzilishlarini paydo bo'lishiga yo'l qo'ymaydi va tasvirning sifatini buzmaganda uning siqish koeffitsientini 1,5 - 2 barobar oshiradi hamda 3.16-rasmda keltirilgandek tiklangan tasvir sifatini yaxshilaydi.

3.16-rasmdan ko'rinib turibdiki, tasvirlarni bloklarga bo'lmay, veyvletlar qo'llab, o'zgartirish natijasida tiklangan tasvirlar sifati anchagina yuqori bo'ladi.

Ammo tasvirni bloklar bo'lmasdan o'zgartirish, MPEG standartida mumkin bo'lgan, tasvir harakatlarini kompensatsiya qilishga yo'l qo'ymaydi.

Shu sababli veyvlet - kodeklarining videooqimni siqish bo'yicha samaraldorligi MPEG standartiga nisbatan 2 - 3 marotaba pastroqdir. Bundan tashqari veyvlet-kodeklarda juda katta siqish koeffitsientlari qo'llanilsa, tasvirning aniqligi kamayadi va rang chegaralarida, buzilish oqibatida, tiniqsizlikni keltirib chiqaradi. Ammo bunday buzilishlar, o'rtacha olganda, tasvirlarni ko'z bilan ilg'ashda kamroq

bilinadi, ya'ni masalan: DKO' hosil bo'ladigan "mozaika" ko'rinishiga nisbatan yaqqol sezilmaydi.



VO'

DKO'

3.16-rasm. Veyvlet o'zgartirish va DKO' asosida tiklangan 100 marotaba siqilgan tasvirning solishtirma sifati.

Veyvlet o'zgartirish fotografiyada JPEG - 2000 siqish standartida va tayarich kadrlarni siqish videostandarti MPEG - 4 da qo'llaniladi.

Hozirgi paytda, avval aytilganidek, tasvirlarni siqishda keng qo'llaniladigan veyvlet funksiyalar quyidagilar: **Koen - Dobeshi - Fovo (CDF22,CDF24,CDF97)**, **Villasenora - V610**, **Koyfman - BCW3** va **TS2/6, MIT97** veyvletlari.

3.3. Tasvir signallarini fraktallar asosida siqish

Yuqori koeffitsientli siqishni (200 - 2000) amalga oshirish uchun tasvirni fraktal siqish usullaridan foydalaniladi. Usulning asosini tabiiy ob'ektlarni "o'z- o'ziga o'xshash" sifatida qaralishi va fraktal geometriya talablariga bo'ysinishi bo'lib, bunda murakkab struktura huddi oddiy struktura kabi tashkillashgan deb qaraladi.

Kodlashning vazifasi raqamli tasvirning o'xshashlarini izlab topish va bunday fraktallarni kelajakda takrorlanishini belgilash.

Fraktallar to'g'risidagi tushunchalar 1975 yilda matematik Mandelbrot tomonidan, doimiy bo'lmagan, o'ziga o'xshash muhitni masshtablashda saqlanadigan real tasvir xususiyatlarini belgilash uchun yaratilgan. Fraktal kodlashda real tasvirlarda uchraydigan turli masshtabdagi o'xshashliklar hisobga olinadi.

Fraktal arxivlash shunga asoslanganki, bunda iteratsion funksiya tizimidagi koeffitsientlar yordamida (IFS) (iteratsiya- natija olish maqsadida, operatsiyalar ketma-ketligida matematik amallarni qayta qo'llash) tasvir ancha kichraytirilgan shaklga keltiriladi.

Iteratsion funksiya tizimi bu bir-biriga bog'liq (affinatsiyalangan) o'zgartirishlar jamlamasi bo'lib, masshtablash, aylantirish va parallel ko'chirishlarni o'z ichiga oladi.

Chiziqli algebrada X' va Y' , larning kordinatalarini hisoblash uchun quyidagi bir-biriga formula qo'llaniladi:

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

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

Bu yerda:

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

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

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

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

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

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

bunda

scale_x – x o'qi bo'ylab masshtablash.

scale_y – Y o'qi bo'ylab masshtablash.

Alpha – burilgan burchak.

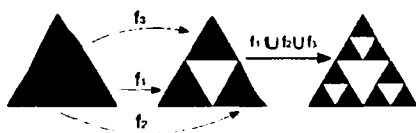
move_x - X o'qi bo'ylab parallel siljishi.

move_y - Y o'qi bo'ylab parallel siljishi.

Olingan koeffitsientlar a, b, c, d, e, f har bir elementni bo'laklash xizmat qilib, talab qilinuvchi iterlovchi funksiya tizimini tashkil etadi. Bir-biriga bog'liq (affinatsiyalangan) o'zgartirishlar siquvchi bo'lib hisoblanadi, agar masshtablash koeffitsienti birdan kichik bo'lsa, misol uchun $y = 0,5x$.

Siquvchi o'zgartiruvchilar muhim xususiyatlarga ega. Agar har qanday nuqtani olib, unga iteratsion funksiyani qo'llasak, ya'ni $f(f(f... f(x)))$ siqish funksiyasini unda nuqta uchun natija doimo bitta nuqta bo'ladi. O'zgartirish qanchalik ko'p qo'llanilsa, nuqta shunchalik aniqlik bilan ifodalanadi va u **qo'zg'almas nuqta (siljimas nuqta)** deyiladi. Bir nechta siquvchi bir-biriga bog'liq o'zgartirishlar tizimi **iteratsion funksiyalar tizimini (IFT)** hosil qiladi. IFT ko'p marta signalni o'zgartiruvchi, ya'ni sonini ko'paytiruvchi va dastlabki tasvirni siljituvchi funksiyadir. Misol uchun IFTning uchta funksiyasi yordamida (3. 17-rasm) Serpinskiyning uchburchagini qurish mumkin.

3.17-rasmdan ko'rinib turibdiki, dastlabki uchburchak uch marta ko'paymoqda, kichiklashmoqda va siljimoqda. Keyin jarayon yana qaytarilmoqda. Buni cheksiz davom ettirsak, Serpinskiyning fraktali hosil bo'ladi va uning maydoni 0, o'lchami 1,585 bo'ladi. Uchburchak o'rniga kvadrat, aylana va boshqa geometrik shakllarni ishlatish mumkin.



$$f_1 \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$f_2 \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$f_3 \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 4 \\ \sqrt{3} & 4 \end{bmatrix}$$

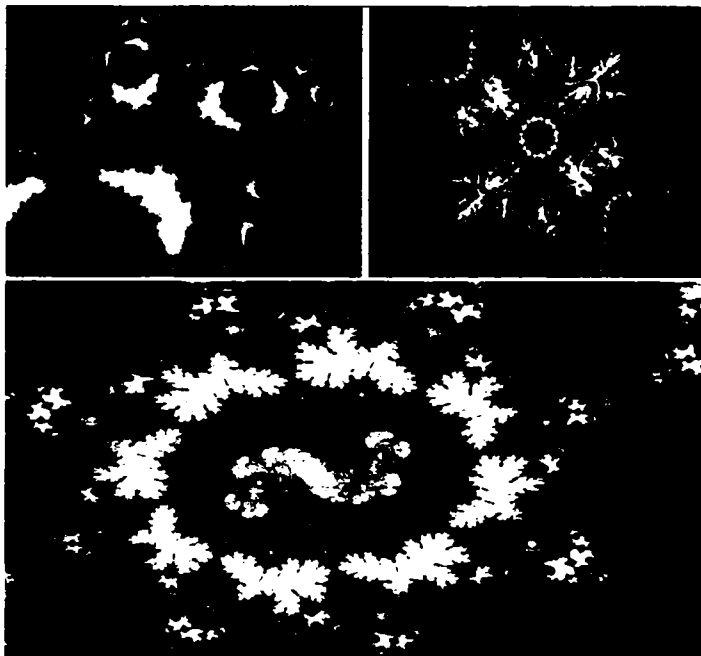


3.17-rasm. Serpinskiyning uch burchagi qurishda SIFning qo'llanilishi.

Bunda tasvir ob'ektini kodlash uchun fraktal funksiyaning ko'rsatgichlarini saqlash, ya'ni ob'ektni sintezlash uchun koordinatalari, masshtablash parametrlari va orientatsiyalarini berilishi kifoya. Shunday qilib katta hajmli ob'ektni 10 - 20 baytli ko'rsatgichlar orqali ifodalash va shu bilan uzatilayotgan axborotning miqdorini sezilarli kamaytirish mumkin.

Fraktal siqish texnik chizmalarning tasvirini yaratishda, tekstlar, joylarni xaritasini va kompyuter grafikalarini ifodalashda yaxshi natijalar beradi (3.18-rasm).

Bunday hollarda siqish koeffitsientining qiymati 200 - 2000 martagacha yetishi mumkin.



3.18-rasm. Murakkab tasvirni sintezlashda fraktallarning qo'llanilishiga misollar.

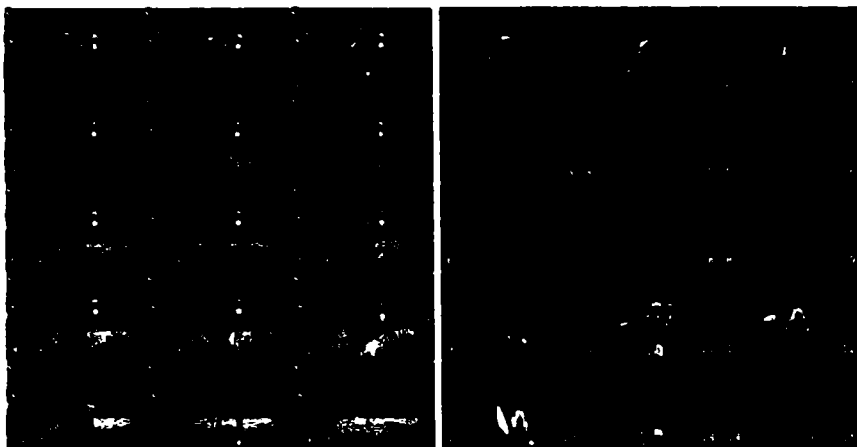
Real televizion tasvirlarda fraktal siqish ham yaxshi natijalar beradi, ammo fraktallarni masshtablash hisobga olgan holda fraktallarni izlash va o'zaro orientatsiya qilish juda ko'p vaqtni talab

qiladi (ayrim holatlarda bir kadr uchun 5 - 10 minut va bir soatli 90 000 kadr uchun **7,5 ming soat** vaqt talab qilinadi).

Shu sabab televizion dasturlarni uzatishda fraktal siqish usuli ishlatilmaydi.

3.4. Kadrlar aro ortiqchalikni yo‘qotish asosida televizion tasvir signallarini siqish

Yuqorida qayd etilgandek, televideniyeda asosiy videooqimni siqish kadrlararo ortiqchalikni yo‘qotish yo‘li bilan taminlanadi, chunki bitta videosyujet ichida qo‘shni kadrlar orasidagi ma’lumotlar ko‘pincha juda oz o‘zgaradi. Shu sababli tasvirning tayanch yoki o‘rtadagi kadrغا nisbatan farqi uzatilsa, misol uchun kadrlar aro farq sifatida (3.19-rasm), unda ma’lumot hajmi sezilarli kamayadi va videooqim siqish koeffitsientining katta qiymatini olish mumkin.



(a) (b)
3.19- rasm. 15ta tasvir kadrlarining video ketma ketliklari ko‘rinishi (a) va ularning kadrlararo farqi (b).

Keltirilgan rasmdan ko‘rinmoqdaki, 5 kadrda (4-5, 5-6,6-7, 7-8, 8-9) kadrlararo ma’lumotlar farqi “O” ga yaqin(juda kichik) va boshqalarida kadrlar aro farq katta bo‘lib, kadrlar aro ma’lumotlar

keskin ko'payishiga olib keladi. Shu sabab oddiy kadrlar aro farq qo'llanilmaydi, chunki syujetdagi tasvirning ozgina o'zgarishi yoki ob'ektning siljishi piksellarning teng bo'lmagan qiymatlari ayirmasiga olib keladi. Bu o'z navbatida kadrlar aro ma'lumotning hajmini oshirib, kichik elementlar paydo bo'lishiga olib keladi va ularni siqish qiyin, oqibatda siqish koeffitsienti qiymati 2-3 martadan oshmaydi. Shu sabab amaliyotda tasvir fragmentlarining harakatini kompensatsiyalovchi, qo'shma kadrli murakkab kadrlar aro ishlov berish qo'llaniladi.

Tasvirning birinchi kadr fragmentlarini keyingi kadr siljirilgan zonalarda qidirib topish usulning asosiy maqsadini tashkil etadi. Agar shunday fragmentlar topilsa, ularning o'rniga keyingi kadrda ularning vektor siljishining yangi koordinatalari uzatiladi. Misol uchun tasvirning 16x16 pikseli 255 bayt o'lchamli bloki o'rniga 1-2 baytli yangi koordinatalar uzatiladi xolos.

3.20(a)-rasmda videosyujetning ikkita qo'shni kadrlari va orasidagi farq, ya'ni ularning harakatlari kompensiyasi (rasm 3.20, b) ko'rsatilgan. Bu yerda qora rangdagi joylar tasvirlar bloklari bir xillarining o'rniga va ularning o'rniga bloklarning 2-4 baytli siqishtirilgan yangi koordinatalari haqidagi ma'lumotni uzatish mumkin. Tasvirning yorug' fragmentlari esa kadrlararo farqi mavjud bo'lgan bloklarning joylari va ularni ham o'z navbatida DKO' bilan siqilishini ta'minlash mumkin.

Bunda videooqimning tuzilishi ichki ortiqchaligi yo'qotilgan tayanch kadri va bir yoki bir necha kadrlarning farqini ko'rsatuvchi va bloklar vektorlari siljishini belgilovchidan tashkil topadi. Bunda amaliyotda ko'pincha siqish MPEG standarti qo'llanadi va undan tashqari boshqa kodeklar oilasi ham qo'llanishi mumkin.

O'xshash bloklar vektor siljishining o'zaro harakatlarini izlab topish quyidagi amallardan iborat:

1) Tayanch (asosiy) kadr yuklanadi va keyingi kadr tayanch kadriga nisbatan siqiladi;

2) Kadr to'g'ri to'rtburchakli bloklarga (makroblok) bo'linadi, odatda ularning o'lchami 16x16 piksel (3.21, a - rasm) bo'ldi, ayni vaqtda ularning o'lchami ixtiyoriy bo'lishi ham mumkin;

3) Birinchi makroblok piksellari uchun keyingi kadrlarning ma'lum siljish zonasida (maydonida) unga maksimal o'xshash makroblok qidiriladi;



a)

b)

3.20 -rasm. O'zaro qo'shni kadrlar ko'rinishi (a) va ularning o'zaro harakatini kompensatsiyalash natijalari (b)

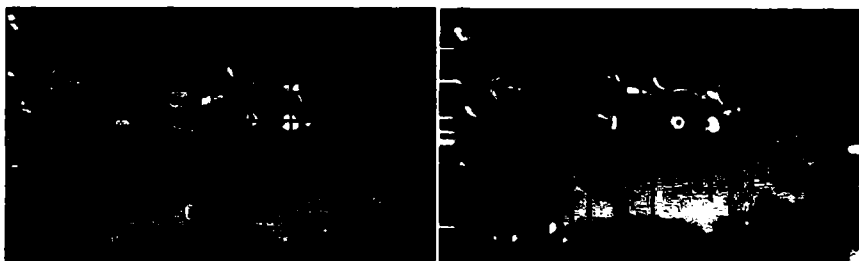
4) Agar shunday o'xshashlik topilsa, metamalumotlar massiviga blokning nomeri va uning yangi koordinatalari haqidagi ma'lumot kiritiladi hamda makroblokning o'zi uzatilmaydi. Agar bu o'xshashlik topilmasa, makroblokka DKO' yordamida ishlov beriladi;

5) So'ngra jarayon tayanch kadrda keyingi birinchi kadrda barcha makrobloklar ustida takrorlanadi va h.k.

3.21 b-rasmda avvalgi va keyingi kadrlarda o'xshash makrobloklarni izlab topish jarayoni keltirilgan.

Televizion tasvir fragmentlarining harakatlarini kompensatsiyalashning ko'p tarqalgan usullarini ko'rib chiqamiz.

Harakatni kompensiyalash usullari televidion tasvir kadrlar aro o'zgartirishlarining eng samaradorli metodlari hisoblanadilar. Ular xossa va xususiyatlari bo'yicha sinflarga bo'linadilar va ayniqsa ishlash usuli (yoki arxitekturasi) va nimaga xizmat qilishi belgilanuvchilar (yoki qo'llanish maydoni) klassifikatsiyasiga kiruvchilar katta qiziqish uyg'otadi.



a)

b)

3.21 – rasm. Kadmi makro blokka bo'linishi (a) va qo'shni bloklarda o'xshash bloklarni izlab topish(b) jaryoni.

Algoritmni ishlash usuli klassifikatsiyasi quyidagi arxitektura xususiyatlarini hisobga oladi:

-Harakatni kompensatsiyalash blok, ob'ekt ustida aniq yoki bo'laklarga bo'lib, ba'zida butun bir kadrda amalga oshirilishi mumkin.

- Maksimal qiymati chegaralangan va harakati ko'pincha parallel siljigan blokning holatini izlab topish uchun qo'llaniladi va yana qo'shimcha masshtablash va burish operatsiyalarini ham hisobga olishi mumkin.

Siljigan blokning koordinatalarini aniqlash uchun bir necha o'lchovlardan foydalaniladi va ular tasvir fragmentining siljishlarining minimal qiymatini, ya'ni yangi taxminiy koordinatasini aniqlaydi.

Ularga quyidagi o'lchovlar kiradi:

1. Absolyut farqlar yig'indisi (Sum of Absalube Differences,(SAD))

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

2. Kvadratlar farqining yig'indisi (Sum of Absolute Differences, SSD)

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

Bu yerda yig'ish ob'ektning hamma siqish nuqtalaridan (misol uchun to'g'ri burchakli blok) amalga oshiriladi, F_{orig} va F_{comp} dastlabki va siqilgan kadrning yorug'ligi hamda nuqtaning koordinasi $R=(x, y)$.

Maqsadiga (nimaga xizmat qilishiga) ko'ra bo'linganda harakatni kompensatsiyalash algoritmi ikkita katta guruhga bo'linadi:

- 1) Videoni siqishda ishlatiluvchi algoritmlar;
- 2) Videoga ishlov berishda ishlatiluvchi algoritmlar (deinterleaving, kadr chastotasini o'zgartirish).

Ushbu algoritmlar orasidagi farq, birinchi guruh algoritmi dastlabki va siqilgan kadrlar orasidagi piksellar bo'yicha farqni kamaytirishga yo'llangan, chunki videoning siqish darajasi shunga bog'liq. Bunda ular uchun harakat to'g'ri aniqlanganligining farqi yo'q yoki ketma-ket ikki kadrning yorug'ligi bo'yicha maydonlari oddiy, bir biriga yaqin bo'lsa kifoya.

Ikkinchi guruh algoritmlari uchun esa topilgan harakat parametrlarining haqiqiyliigi juda muhim, chunki shu parametr asosida algoritmnining boshqa ko'rsatgichlari sozlanadi.

Keng tarqalgan, ko'pincha qo'llaniladigan harakatni siqish usullarini ko'rib chiqamiz.

3.4.1 Pikel usuli

Bu usul dastlabki videob'ekt harakatini kompensiyalash usulidir. Ushbu usulda har bir kadr pikseli uchun alohida kompensatsiya qilinadi, ya'ni amalga oshirilayotgan o'zgartirishlar sinfi-chiziqli siljitishlar deyiladi. Odatda bitta kadr uchun siqish xatoliklari yig'indisi minimallashtiriladi (Sum of Absolute Differences, DFD).

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

Bunda $F(p, n)$ - n - nomerli kadrning $p=(x, y)$ T nuqtadagi yorug'ligi va $d(p) = (dx, dy)T - (x, y)T$ nuqtaning siljish vektori. Kelayotgan kadr uchun algoritmning ishlashi natijasida yangi piksellarning koordinatasi (harakat vektori) aniqlanadi va qo'shni kadrlar orasidagi kadrlar aro farq qiymati kichiklashtiriladi (minimallashtiriladi).

Masalaga yondoshish quyidagicha amalga oshiriladi, ya'ni qo'shni kadrlardagi yorug'lik piksellari kadrda nuqtalar holatini ifodalovchi chiziqli funksiya bilan yoziladi. Ammo bu masalaga yondoshish nuqtaning nisbatan kichik atrofida (maydonida) to'g'ri keladi va bu o'z navbatida ushbu usulni qo'llash joylarini kamaytiradi hamda kichik siljishlarni aniq baholashda yordam beradi.

Izlash zonasini kengaytirishda, harakat o'nlab piksellarni tashkil etganda, siljish vektori interaksion algoritm yordamida topiladi va har bir qadamda oldingi qadamda topilgan qiymat aniqlashtiriladi. Bu usul qator kamchiliklarga ega:

- Algoritmning murakkabligi, chunki harakat har bir piksel uchun alohida baholanadi;

- Metaaxborot hajmi juda katta, chunki har bir piksel uchun siljish vektori qiymati ikkita butun son sifatida beriladi.

Shu sabab ushbu usul alohida, yakka tartibda qo'llanilmaydi.

3.4.2. Bloklarni solishtirish usuli

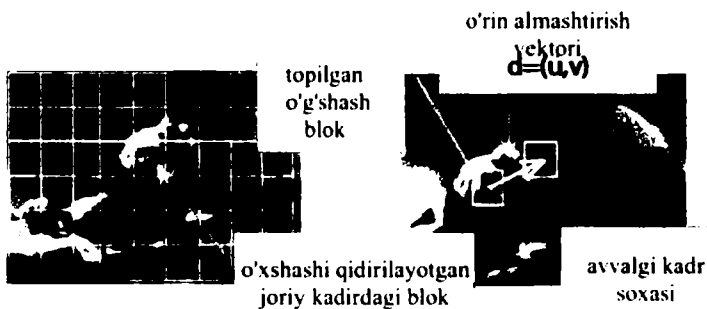
Bu usulda tasvir 8×8 yoki 16×16 piksel o'lchamli to'g'ri burchakli bloklarga bo'laklanadi va harakatlar chiziqli siljishlarda izlanadi. Bunda har bir blokning siljishi ikki o'lchovli vektor siljishi X va Y koordinatasi bilan ifodalanadi. Ushbu usul ishlashi uchun kadrlar orasidagi intervalda ob'ektlar holati kichik o'zgarishi kerak. Amaliyotda bu shart ko'pchilik video ketma ketlikda bajariladi, ob'ekt holati tez o'zgargan tasvirlardan tashqari. Shu sabab ob'ektlarni harakatini, ko'pincha, uzluksiz deb hisoblasa bo'ladi.

Ushbu usulning ishlash prinsipi quyidagidek (3.22-rasm).

1. Kelgan kadr o'zaro kesishmaydigan, bir xil o'lchovli, $B(x, u)$ bloklarga bo'linadi;

2. Har bir $B(x, u)$ blok uchun oldingi kadrda katta bo'lmagan siljish atrofida "o'xshash" $B_{rcheck}(x+u, u+v)$ blok izlanadi. "O'xshashlik" tanlangan o'lchov SAD yoki SSD bilan aniqlanadi;

3. Blokning yangi koordinatlarining joylashish xatoliklarni minimum qiymatiga erishishini keltirilgan blok vektorining $d = (u, v)^T$ siljishi belgilaydi.



3.22-rasm. Bloklarni solishtirish algoritmining ishlash sxemasi

Xatoni kompensatsiyalash funksiyasi sifatida ko'pincha SAD bloknı siqishtirish qo'llaniladi:

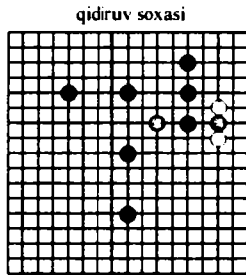
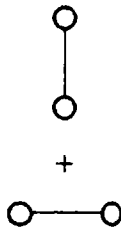
$$SAD(\bar{d}, n) = \sum_{p \in B(x, y)} |F(p, n) - F(p + \bar{d}, n - 1)| \quad (3.6)$$

Ushbu holat protsessorlar arxitekturasida hisoblash jarayoni soddaga amalga oshiriladi.

Bunday usul DKO' o'lchamli signal matritsaları bilan yaxshi moslashadi va MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4-10 oqimli siqish standartlarida ko'p tarqalgan. Ammo bloklarning hamma joylashish pozitsiyalari, ya'ni aniq joylarini topish ko'p hisoblash vaqti va resurslarni talab qiladi. Shu sabab algoritm ishlashini tezlatirish uchun ko'pincha izlash butun maydon bo'ylab emas, balki ma'lum aniq shablonlar orqali qidiriladi.

Ortogonal shablonlar tekshiruvlar soni minimal bo'lishini ta'minlaydi, bu tekshirishlar 2 tadan (gorizontal va vertikal) iborat va har bir qadam izlashni ikki martaga qisqartiradi (3.23-rasm).

Shablon:

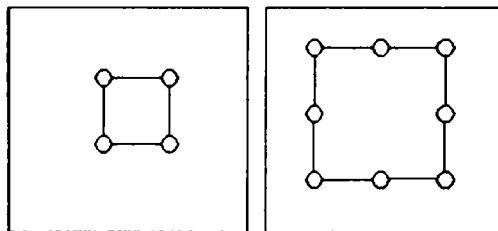


- Soxa markazi , $d(0,0)$
- 1 qadam
- 2 qadam
- 3 qadam
- 4 qadam
- 5 qadam

3.23- rasm. Izlashning ortogonal shablони

Ammo, xatolik funksiyasini kompensatsiyalash monoton (qaytariluvchan) bo'lmaydi va ko'pincha lokal minimumlardan tashkil topadi hamda asosiy minimumni izlab topishni qiyinlashtiradi. Shuning uchun ko'pincha har qadamda ikki nuqtani tekshiruvchi shablonlar qo'llaniladi.

Bu esa global (haqiqiy) o'rniga local (yolg'on) minimumni izlash ehtimolini kamaytiradi. To'g'riburchakli (3.24, a-rasm) va sakkizta nuqtali (3.24, b -rasm) shablonlar keng tarqalgan shablonlardir. Bunda sakkizta nuqtali shablonlarning hamma qadamlari bir xil bo'lishi yoki har qadamda o'lchovi ikki martadan kichrayib borishi mumkin.



a)

b)

3.24- rasm. To'g'riburchakli (a) va sakkizta nuqtali (b) izlash shablonlari

Shablonlash usullari qo'llanilganda ishlash tezligining yuqori bo'lishi ta'minlanadi ammo ular joylarni aniqlashdagi aniqligi yetishmaydi va haqiqiy minimum o'rniga yolg'on lokal minimumni topadi.

Ushbu usulning afzalligi shundaki, unda har bir blokning harakat vektorini izlash qo'shni bloklardagi natijalarga bog'liq emasligi.

3.4.3 Parametrik modellar usuli

Kadrdagi syujetlarning barcha o'zgarishlari faqat uzatuvchi kamera harakati bilan bog'liq bo'lganda ushbu usul yaxshi natija beradi.

Bunday harakat quyidagi to'rt parametrlil modul bilan izohlanadi:

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

$p_1(n)$ va $p_2(n)$ kameraning parallel siljishini izohlaydi va $p_3(n)$ va $p_4(n)$ kameraning aylanishini yoki uzoqlash-yaqinlashishini belgilaydi. Ushbu usulni umumiy holatga birlashtirish mumkin, bunda kadrda ko'plab biriga biriga bog'liq bo'lmagan harakatlar mavjud deb, kadr bloklarga bo'linganda ushbu usul kadrning har qanday blokiga alohida qo'llanilishi mumkin.

Ushbu usulni samaradorligini oshirish uchun, uni boshqa bir blokli usul bilan birga qo'llamoq lozim.

Tasvirning biron bir maydondagi harakatini nazariy parametrlil modelni yozish mumkin agar:

1) Umumiy maydondagi tekis yuza qism ma'lum maydonga mos kelsa.

2) Kameradan har xil masofada uzoqlashgan ob'ektlarni bitta maydonda joylashtirish mumkin bo'lsa va ob'ektlarni tasvirga olish siljimaydigan kamera orqali amalga oshirilsa.

Boshqa holatlarda ob'ekt tasvirining "kadrlarning siljish harakati" murakkab bo'lishi ifodaladi. Parametrlil modellar bunday chegarani kengayishiga yo'l qo'ymaydi. Shunga sabab bunday

hollarda bir necha harakatlarning birdaniga kompensatsiyalanishini ta'minlovchi usullar qo'llaniladi.

3.4.4 Ob'ektga yondoshish usuli

Televizion tasvirlarni siqishda shunday holatlar bo'ladiki, unda tasvirni bloklarga bo'lgan ko'ra, video ob'ekt kadrini yaxlitligicha, butunlay ishlov berish osonroq bo'ladi. Bunday ob'ektlarni ajratish usuli - segmentatsiya deyiladi.

Televizion tasvirni ob'ekt bo'yicha yo'naltirib ifodalash, algoritm segmentatsiyasini qo'llash sohasiga kiradi. Segmentatsiyalashda tasvir maydonlarida bir xil xossaligi zonalar, ichki teksturalar, ajratiladi va kanallardan ularning xossaligiga jo'natiladi. Bu o'z navbatida siqish koeffitsienti darajasini o'stiradi. Bunday usulda tasvirni siqish samaradorlikni oshirish bilan birga tasvir sifatini yo'qotmaslikka olib keladi.

Tasvirni ob'ekt bo'yicha yo'naltirib ifodalash usuli, MPEG-4 harakatni aniq kompensatsiya qiladigan standartda ishlatiladi. Bunda tasvir aniq o'lchamli bloklarga bo'linmaydi, balki xilma xil ixtiyoriy o'lchamli bloklarga bo'linadi. Ular boshqa usullar qatori, segmentatsiyalar usulidan foydalanib, tasvirning syujetidan ajratiladi.

Segmentatsiya jarayoni harakat parametrlarini izlashga bog'liq bo'lmasligi mumkin, ammo ikkalasi ham bir yakka jarayon sifatida ketma-ket yaqinlashtirib (iterativ) aniqlantirilishi ham mumkin. Birinchi holatda segmentatsiya asosi sifatida yorug'lik ma'lumoti tashkil qilsa, ikkinchi holatda, qayta aniqlashtirilgan, segmentatsiya harakatlari parametrlari asosida topiladi.

Ba'zi vaqtlarda ob'ektlarni kadrlarda segmentatsiyalash uchun, vektor maydonini korreksiya qilish maqsadida, alohida bloklar vektorlari siljishidan so'nggina qo'llaniladi.

3.25- rasmda ko'p kadrli harakatni kompensatsiyalash ob'ektiga yo'naltirilgan holatdagi umumlashgan sxema keltirilgan.

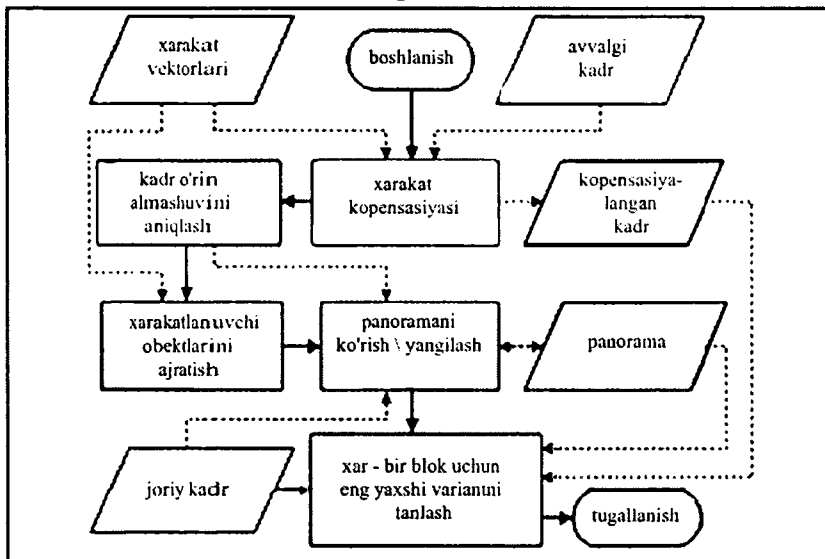
Faoliyat o'tayotgan kadrning xotira buferiga joylanishi va vektorlar harakatini oldindan aytib beruvchi (basharot qiluvchi) algoritmi orqali ishlovchi kodekda aniqlangan harakat vektoridan boshlanadi.

Agar o'tayotgan kadr videooqimdagi birinchi kadr bo'lsa, unda harakat vektorlari mavjud emas.

Shu ma'lumotlar asosida segmentlashgan ob'ektlar siljishi haqidagi axborotlar qo'shiladi.

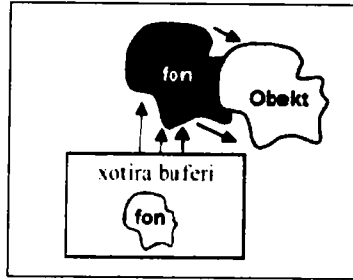
Tasvirni segmentlash usuli yordamida ob'ektlar tasvirlaridan tashqari ular atrofidagi fonlar (soyalar) ham ifodalanishi mumkin.

Ushbu fon (soyalar) maydonlari ham uzatilishi lozim, chunki ob'ektning harakatlanishi tufayli ba'zi soyalar maydonlari to'siladi yoki ba'zi yopiq bunday maydonlar esa ochiladi. Uning algoritmi 3.26-rasmda keltirilganidek. Ana shu bo'shliq zonalar fon maydonlari bilan to'ldiriladi va ular ob'ektning dinamik konturi bilan uzatiladi.



3.25- rasm. Ob'ektga yo'naltirilgan harakatni kompensatsiyalovchi umumlashgan struktura sxemasi.

Keyingi ikki kadrda ishlov berish qadami asosiy kadrni chiqish oqimi shakllantiruvchisiga tushishi va segmentlashtirilgan dinamik ob'ektning kadrda koordinatalarining joylashishi bilan bog'liq.



3.26- rasm. Harakatlanuvchi ob'ektning va tasvir fonining o'zaro solishtirma rasmlari.

Shunday qilib, o'zgarmas fondagi tasvir va o'zgaruvchan forma va rangga ega siljuvchi ob'ektlarning oxirgi holati uchun (1 ob'ekt), asosiy kadrni to'liq uzatish shart. Yana albatta qo'shimcha qo'shni kadrda ajratilgan dinamik ob'ektning koordinatalarining kadrda joylashi haqidagi axborot ham uzatiladi. Ikkinchi kadrning uzatilmagan barcha zonalar (maydonlari) stasionar bo'lib, birinchi kadrda nusxa qilib olinishi mumkin. O'zgartirish talab etiladigan zonalar spektral o'zgartirishlar asosidan foydalanib siqiladi va video ma'lumotlar oqimida aloqa kanallari orqali dekoderga jo'natiladi. Qabul qiluvchi tomondagi dekoderda asosiy kadr yordamida stasionar fon tiklanadi va uzatilgan siljish koordinatlaridan foydalanib, segmentlashtirilgan ob'ekt kiritiladi. Ushbu usulda yondoshish katta siqish koeffitsientiga erishishni ta'minlasa, ayni vaqtda dinamik ob'ektlarni segmentlashda sodda algoritmlardan foydalanishga yo'l ochadi.

3.27- rasmda misol sifatida kadrlar ketma-ketligining statistik yoki dinamik ob'ektini siljilishining ustma ust tushishi tufayli fonning tiklanishi ko'rsatilgan.

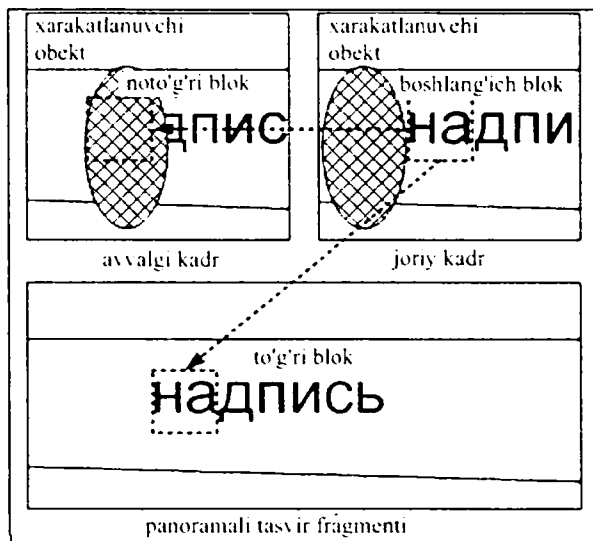
Shunday qilib, harakatni ob'ektga yo'naltirilgan sijnishlarini kompensatsiyalash quyidagi asosda olib boriladi:

- 1) videoob'ekt segmentatsiya qilinadi;
- 2) qo'shni kadrlarda ob'ektlar izlanadi;

3) asosiy kadr uzatiladi, yana qo'shni kadrlardagi statik (bir xil o'zgarimas) uchastkalari va kadrlarda bo'layotgan o'zgarishlar haqidagi ma'lumot dekoderga uzatiladi.

4) dekodlashda qo'shni kadrlar asosiy kadr va yordamchi ma'lumotlardan foydalanib tiklanadi.

Bunda ob'ektni segmentatsiyalash yorug'lik yoki rang belgilari hamda bloklarning bir xilligi prinsipi asosida amalga oshiriladi va ular umumlashib, ob'ektni tashkil etadi.



3.27- rasm. Kadrlar ketma- ketligida harakatlanuvi ob'ektning fonini tiklanishi.

Kadrdagi ob'ektlarni izlash yoki seleksiya qilishda ko'plab usullar mavjud va qo'llanilgan algoritmgacha qarab murakkab va tezkor bo'lishi hamda kontur chegaralarining aniqligi belgilangan bo'lishlari mumkin. Ba'zi holatlarda qo'shimcha sifatida kadrlar aro farqdan ham foydalanish mumkin.

Raqamli oqim tizimida asosiy (tayanch) kadrlar ishlatiladi va spektral o'zgartirishlardan foydalanib, ularning kadr ichki statistik

ortiqchaliklari yo'qotiladi. Oraliq kadrlar esa uzatilayotgan kadrlardagi dinamik ob'ektlarning joylashish koordinatalari haqidagi ma'lumotlarni va qo'shimcha axbortlarni o'z ichiga oladi.

Shunday qilib, o'zgarmas fondagi haqiqiy tasvirlarning istalgan shakldagi va rangdagi harakatlanuvchi dinamik ob'ektlarini uzatish uchun faqat asosiy kadrlarni uzatib, qo'shni kadrlar ob'ektlarining holatlarini uzatish kifoya.

Dekoder esa kadrda ob'ektning xotiradagi yangi joyga tiklaydi va bunda ob'ektlarning kadrda siljish koordinatalari joylashishga asos bo'ladi.

Bundan tashqari boshqa usullarni ham qo'llash mumkin, masalan: kamerani tasvirga olish burchagining o'zgarishi ob'ektni shaklining o'zgarishiga bog'liq bo'lishi mumkinligini ko'rsatuvchi parametrik usuldir. Yana kadrlar aro farqlar, uch o'lchovli rekursiv izlash (ob'ektni va uning bloklarini izlash) va hokazo usullar mavjud.

Shuni ta'kidlash keraki, tasvirni bloklar bo'yicha bo'laklashni qo'llovchi, syujet fragmetlarining harakatlanishini kompensatsiyalashning barcha usullari, qo'shimcha metaaxborotlar massivini shakllantiradi va ularga siqilgan asosiy kadr hamda kadrlar aro farqlar haqidagi ma'lumotlarga qo'shiladi.

Yana qanchalik harakat kompensatsiyasi aniq bo'lsa, shunchalik metama'lumotlar hajmi ortadi va videoqimni siqish koeffitsienti qiymati kamayadi. Shu sababli qo'llanilayotgan xilma-xil harakatni kompensatsiyalash usullari shakllantirilayotgan metama'lumotlar hajmini minimallashtirishi lozim va aks holda ularning xajmini oshishi harakatlanishni kompensatsiyalash usullarining afzalligini yo'qqa chiqarishi mumkin.

3.5. Ovoz signallarini siqishning xususiyatlari

Korrelyatsiya usullari orqali yaxshi siqiladigan, ko'plab bir xil piksellik yorug'lik uchastkalari mavjud bo'lgan tasvir signallaridan farqli, ovoz signallari sanoqlari orasidagi korrelyatsion bog'lanish kuchsiz bo'lgani sabab, siqish koeffitsienti kichik, odatda 2-4 marta

bo'ladi. Ovoz signallari ko'pincha har xil manbalardan tarqaluvchi, bir biriga bog'liq bo'lmagan signallar yig'indisidir (inson ovozi, orkestr musiqasi, ko'cha yoki shamol shovqinlari va h.k.). Bundan tashqari ovoz signalining dinamik diapazoni kengligi videotasvirdan ancha katta va shu sabab ovoz signallari sanoqlarining bir xil qiymatligi deyarli uchramaydi. Shu sabab eshittirishda ovoz signallarini siqish jarayoni, insonning eshitish qobiliyati xususiyatlarini hisobga olgan holda, psixoakustik almashtirishlar asosida amalga oshiriladi.

Hozirgi vaqtda ovoz signallarini siqish kodeklari mavjud bo'lib, ular signallarni tiklash orqali hosil qilingan fonogrammalar sifatida, audio oqimlarni siqish koeffitsienti hamda qo'llanilgan algorimlarning murakkabligi va tezkorliklariga bog'liq.

Amaliyotda ushbu kodeklarlarning ko'p qismi bir xil shakllangan va ular spektral o'zgartirishlariga asoslangan, Furyening tezkor almashtirishlariga yoki takomillashtirilgan DKO'lariga (bir massivli ma'lumotlarga ishlov berish) mos ravishda qo'llanadilar. Ba'zida spektral koeffitsientlarni siqishda statistik kompressorlardan (RLE va Xaffman) foydalaniladi.

Bu kodeklarning farqi ovoz signallariga ishlov berishda psixoakustik o'zgartirishlardan foydalanishdir, ammo ularni yaratishga katta mablag' sarflashga to'g'ri keladi.

Qanchalik psixoakustik modellar inson eshitish qobiliyatiga yaqin bo'lsa, ovoz signalidan, sifatni yo'qotmagan holda, shuncha ko'p axborotni tashlab yuborish mumkin bo'ladi.

Hozirgi davrda ovoz signallariga ishlov berish uchun qator psixoakustik modellar yaratilgan, ular **MASCAM**, **MUSICAM**, **ATRAC**, **ASPEK** va boshqalar. Ovozga psixoakustik ishlov berish turlarini qarab chiqamiz.

3.5.1. Ovoz signallariga psixoakustik ishlov berish xususiyatlari

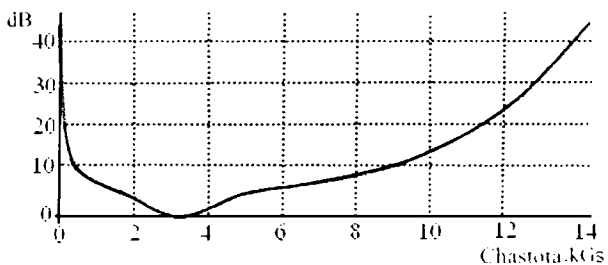
Psixoakustik modellarning ishlashi insonning eshitish apparati xususiyatlariga asoslangan bo'lib, ensiz polosali rezonatorlar yig'indisidan iborat deyish mumkin. Ular ovoz signallarini ma'lum

tashkil etuvchilarini: ovoz sathi (balandligi), chastotasi, vaqti bo'yicha o'xshashligini (maskirovkasini) ta'minlaydilar.

Sath bo'yicha o'xshashlik (maskirovka) ovozni eshitish chegaralarining notekis taqsimlanishiga asoslangan va u 3.28-rasmda keltirilgan.

Inson ko'proq yaxshi eshitadigan ovozning chastota oralig'i 2-4 kGzni tashkil etadi va bu oraliqda asosiy so'zlar diapazoni joylashgan. Bundan past va yuqori chastotalarda inson qulog'ining eshitish sezgirligi kamayadi.

Shunday qilib, ovoz signalining chegarasi 2-4kGsdan qancha yuqori bo'lsa, shuncha ko'p axborotni sifatga sezilarli ta'sir qilmagan holda, kesib tashlash mumkin.



3.28-rasm. Jimjitlikdagi eshitish chegarasi.

Odatda baland ovozdan keyin, past ovoz deyarli eshitilmaydi. Misol uchun: zarb berib hosil qilingan barabanning ovozidan keyin past ovoz eshitilmaydi, chunki barabanning baland ovozi past ovozni bosib tashlaydi. Shuning uchun past ovoz signalini olib tashlansa, hech nima yo'qotilmaydi, chunki bu past ovozni baribir inson eshitmaydi.

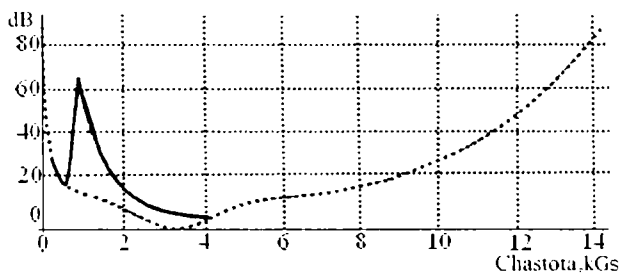
Chastotali maskirovka -inson ovozni eshitish tizimi har bir rezonatori ma'lum o'tkazish polosasiga egaligi asos qilib olingan.

Misol uchun 1000Gs chastotada farqlash chegarasi 30Gzni tashkil etadi. Shu sabab ovoz signalining 1000 va 1020 Gs chastotali qiymatlari mavjud bo'lsa, ular orasidagi farq quloqqa sezilmaydi. Bunda bemalol 1020 Gs o'miga 1000 Gsni uzatish mumkin, ya'ni 1020Gsli signalni tashlab yuborish mumkin.

Bundan tashqari har qanday eshitilayotgan ton (ovoz) boshqa ovozlarni eshitish qabulini o'zgartiradi. Biror bir tonni qayta tiklasak, uning yonidagi chastotalarni eshitish chegarasi o'zgaradi. Chunki tiklangan ton (ovoz)- maskirovka qiluvchi ton deyiladi va agar atrofdagi chastotalarni maskirovka qiluvchi tonga qanchalik yaqin bo'lsa, tonlarning eshitish chegarasi shunchalik ko'tariladi.

Ya'ni past ovozlarni eshitayotgan vaqtda yana keyingi past ovozni eshitishdan ko'ra, yuqori chastotali ovozni eshitish osonroq va yaqqolroqdir.

Misol uchun ton chastotasi 1kGs va ta'sir etish diapazoni 60dB bo'lsa, eshitish qobiliyati chegarasining o'zgarishi 3.29- rasmdagidek bo'ladi.

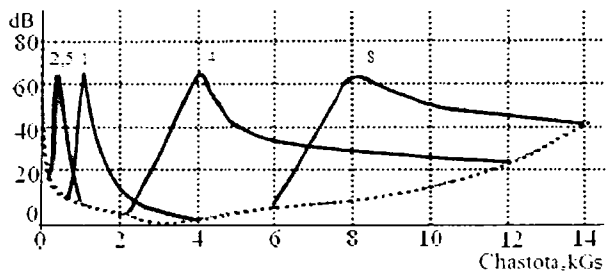


3.29-rasm. Chastotasi 1kGs tonning ta'sir etish diapazoni 60dB bo'lgan holatda eshitish qobiliyati chegarasi.

Odatda musiqada xilma xil tonlardan tashkil topgan va shu sabab maskirovka tonlari bir nechta bo'lishlari mumkin. Birdaniga bir nechta maskirovka tonlari qo'llanilsa (chastotalari 0,25, 1, 4, 8kGs va xuddi 3.30- rasmda ko'rsatilgandek), boshqa signallar eshitish chegarasi keskin yuqori ko'tariladi.

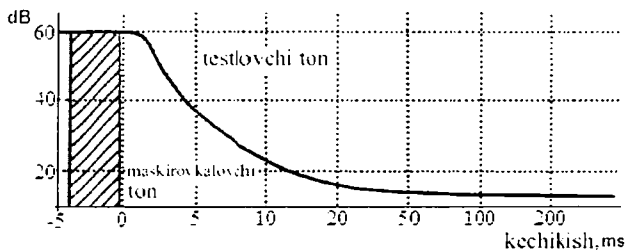
Keltirilgan 3.30-rasmdan ko'rinib turibdiki, yuqori chastotalar yaxshi maskirovkalangan.

8 kGsli maskirovka qiluvchi ton tiklansa, eshitish chegarasi 14 kGsgacha ko'tariladi. Siqish algoritmlari bunday holatdan aktiv foydalaniladilar. Siqilganda, birinchi navbatda, yuqori chastotalarning sifati pasayadi, bu **past bitreytlarda** juda yaxshi seziladi (**bitreyt - 1 sekunddagi ovozlarni kodlash uchun kerak bo'ladigan bitlar soni**).



3.30- rasm. Bir necha maskirovka tonlari (chastotalar 0,25, 1, 4, 8 kGs) ta'sirida eshitish chegarasining o'zgarishi

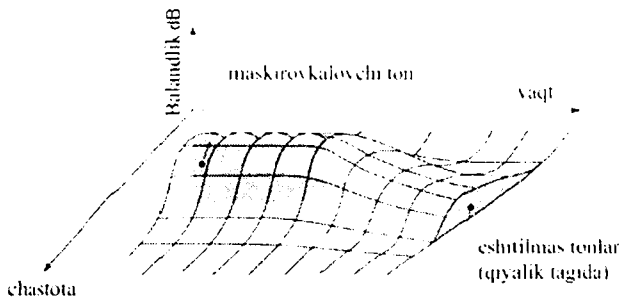
Vaqtli maskirovka - bu inson qulog'i juda qisqa ovoz signallarini sezmasligiga asoslangan. Bundan tashqari, maskirovka tonining keskin to'xtatilishidan keyin, qisqa vaqtda ichida (chastota va amlitudasiga qarab, bir necha millisekund) quloqning eshitish chegarasi o'zgaradi, lekin o'zgarish noxiziqli bo'ladi. 3.31-rasmda vaqtli maskirovkaga mos keluvchi grafik keltirilgan.



3.31-rasm. Vaqtli maskirovka

Chastotali va vaqtli maskirovkalar grafiklarida o'qlardan birining mos tushishi tasodifiy emas.

Ikki grafikni birlashtirib, hajmi diagrammani qurish mumkin, bu esa signalni maskirovkalashga asoslangan, ovozning umumiy siqilishning samaradorligini ifodalovchi grafikka aylanadi(3.32-rasm).

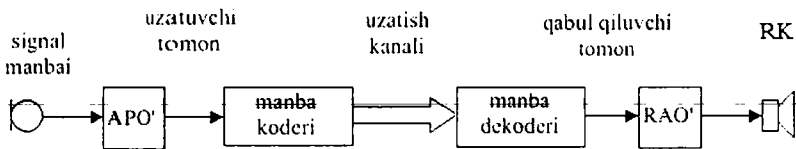


3.32- rasm. Ovozni siqilishining umumiy samaradorligi.

Keltirilgan grafikdan ko‘rinib turibdiki, ovozni eshitish yuzasi ostidagi maydon katta qismni tashkil etadi. Maskirovkalangan tonlarini yo‘qotish katta siqish qiymatini beradi, ammo bu sezilarli sifat yo‘qotishiga olib kelishi mumkin.

3.5.2. Raqamli audioma’lumotlarni siqish

Analog ovoz signali studiya traktida raqamli shaklga analog-raqam o‘zgartirish (ARO‘) orqali amalga oshiriladi (3.33-rasm). Bu holda ovoz signallarini dastlabki kvantlash sanoqlari $\Delta A=16... 25$ bit/sanoq va diskretlash chastotasi $f_d = 44.1... 96$ kGsga teng qilib olinadi. Studiyaning yuqori sifatli kanallarda $\Delta A=16$ bit/sanoq va $f_d = 48$ kGs hamda ovoz signallari chastota diapazoni $\Delta F=20... 20000$ Gsga teng qilib olinadi. Bunday raqamli kanal dinamik diapazoni 54 dB dan kam bo‘lmasligi kerak.



3.33-rasm. Raqamli ovoz signalining uzatuvchi va qabul qiluvchi tomonlarining umumlashgan sxemasi.

Agar $f_d=48\text{kGs}$ va $\Delta A=16$ bit/sanoq bo'lsa, bittagina shunday signalni uzatishdagi raqamli oqimning tezligi $v = 48 \cdot 16 = 768\text{kbits}$ bo'ladi. Raqamli audioma'lumotni siqish jarayoni manbaaning koderida amalga oshiriladi (3.34-rasm) va uni tiklash qabul qilish tomonida dekoder tomonidan ijro etiladi va hamda RAO' so'ng chiqishga beriladi.

Yuqori sifatli ovozni yangrashini ko'p kanalli sistemalar 3/2, 5.1 hamda kvadrofonik sistema "trapetsiya" ta'minlaydilar. "Trapetsiya" tizimi ko'pincha yuqori tiniqlikdagi televideniya (HDTV) qo'llaniladi. U yerda ikkita oldingi kanal (chap va o'ng) va ikkita orqa maydon kanali ishlatiladi. 3/2 sistemasi qo'shimcha oldindagi markaziy kanalni va 5.1 sistema esa o'ta past chastotali kanalni qo'llaydi. Ammo, yuqori sifatli ovoz signallarini dastlabki raqamga aylantirilganda umumiy raqamli oqim tezligi katta bo'ladi.

3/2 format uchun talab qilinadigan kanalning o'tkazish qobiliyati 3,840 Mbit/s bo'lishi kerak.

Inson o'zining sezgi organlari yordamida axborotning katta qiymatlarini qabul qilish imkoniyatiga ega. Ammo inson haqiqatda ongli ravishda bor-yo'g'i 100 bit/s axborotni qabul qila oladi. Shu sabab audioma'lumotlarni ortiqchaligi haqida gapirish mumkin.

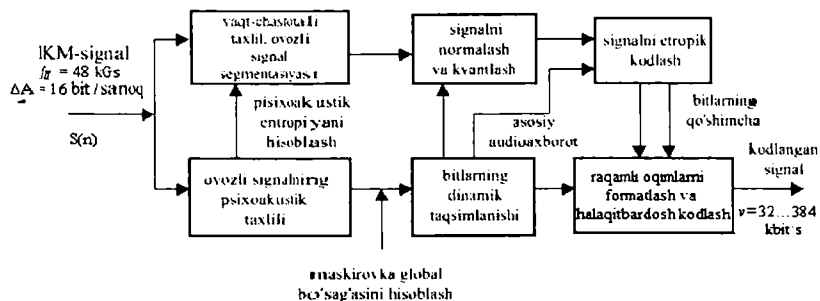
Ovoz signalini raqamga o'tkazishdagi asosiy muammolardan biri bu statistik va psixofizik ortiqchaliklarni qisqartirishdir. Bu qisqartirishlar kodlashtirilgan raqamli oqim tezligini mumkin qadar kamaytirishga olib keladi va ulardagi shovqin va buzilishlar quloqqa eshitilmaydi.

Amaliyotda maskirovka va quloqning eshitish qobiliyatiga asoslangan ovoz signalini psixofizik ortiqchaligini yo'qotish muhim rol o'ynaydi.

3.34-rasmda siqilgan audioma'lumotlarni hosil qiluvchi koderning umumlashgan tuzilish sxemasi keltirilgan.

Vaqt-chastotali taxlil, ovoz (tovush) signali segmentatsiyasi blokida dastlabki ovoz signali $S(n)$ - subpolosa tashkil etuvchilarga ajratiladi va vaqt bo'yicha segmentatsiyalanadi. Subpolosa tashkil etuvchi- bu ovoz signali chastotasidan filtr yordamida ma'lum kesib olingan kichik chastota oralig'i bo'lib, vaqt cheklanganligidagi

subpolosa yoki ajratma deyiladi. Kodlashtirilayotgan ajratma uzunligi ovoz signalining vaqt funksiyasi formasiga bog'liq.



3.34-rasm. Audio ma'lumotlarni siquvchi koderning umumiy tuzilish sxemasi.

Amplituda qiymatlarining keskin o'zgarishlari mavjud bo'lmasa, uzun ajratma deb ataladigan va chastota bo'yicha yuqori yechimni (qiymatni) ta'minlovchi tushunchasidan foydalaniladi. Agar signal amplitudasi keskin o'zgarsa, kodlanuvchi ajratmaning vaqt bo'yicha yuqori (qiymati) yechimi olinadi.

Kodlashtirilayotgan ajratmaning uzunligini o'zgartirish haqidagi qaror psixoakustik taxlil blokida, signalning psixoakustik entropiya qiymatini hisoblagandan so'ng, qabul qilinadi.

Segmentatsiya qilingandan so'ng subpolosali signallar kvantlanadi va keyin kodlanadi. Audioma'lumotlarni siqish algoritmlarining yuqori samaradorligini ta'minlash uchun ovoz signallarining sanoqlarining o'zini emas, balki takomillashtirilgan diskret kosinusoidal o'zgartirishlar (TDKO') yordamida olingan koeffitsientlar siqiladi.

Odatda raqamli audioma'lumotlarni siqishda entropiya kodlanishi qo'llaniladi va bunda bir vaqtda insonning eshitish xususiyatlari hamda ovoz signalining statistik xarakteristikalari hisobga olinadi. Ammo, eshitish xususiyatlarini hisobga oladigan, psixoakustik ortiqchalikni yo'qotish jarayoni asosiy rol o'ynaydi.

Psixoakustik modellarda, ovoz signalini eshitish qonunlarini hisobga olgan holda, jarayon bajariladi yoki jarayon psixoakustik

blokda taxlil qilinadi. Bu yerda maxsus jarayon bo'yicha har bir subpolosasi (ajratma) signal uchun mumkin bo'lgan kvantlash buzilishlarining (shovqinlari) qiymati hisoblanadi, ya'ni shu subpolosadagi buzilishlar foydali signal bilan maskirovkalanish qiymati aniqlanadi.

Ana shu blok haqiqatdan ham raqamli ma'lumotlarni siqish koderining samaradorligi va sifatini belgilaydi.

Qanchalik psixoakustik koder modeli takomillashgan bo'lsa, shunchalik ko'p keraksiz ma'lumot axborot oqimidan olib tashlanadi va eshitish mumkin bo'lgan ma'lumot sezilarli o'zgarmaydi.

Kuchliroq siqishni amalga oshirish uchun TDKO' koefitsientlari kvantlanadi, ammo bunda ovozni eshitish sifati yomonlashadi. O'z navbatda bu quloqqa sezilarli ta'sir qilmasligi mumkin, chunki oddiy eshituvchi 128 yoki 256 bit/s bilan kodlangan bitreyt "MR 3" fonogrammani farqini sezmaydi.

Bitlarni dinamik taqsimlash bloki, eshitishning psixoakustik modeli talablariga asosan, TDKO' koefitsientlarinig uzatishdagi minimal bitlar sonini aniqlaydi. ya'ni minimal bitlar uzatilganganda eshitish sezmaydigan kvantlashning (chegara) buzilish qiymatlarini belgilaydi.

Ovoz signallarining kod so'zlari sanoqlari yoki TDKO'ning mos koefitsientlaridan (asosiy audio ma'lumotlar) tashqari, siqilgan signallarni to'g'ri dekoderlash uchun yana ma'lum qo'shimcha axborot uzatiladi.

Raqamli oqim asosiy va qo'shimcha ma'lumotlar bilan kodlashtirilgandan so'ng, yana ular formatlashtiriladilar.

Bunda signalning asosiy muhim qismi xalaqitbardosh kod (pomexoustoychivoe kodirovanie) (CRC) yordamida kodlanadi. Shunday qilib, tanlangan ovoz sifatiga qarab, koderning chiqishida siqilgan audioma'lumotlarning raqamli oqimi 32.... 320 kbit/s oralig'ida tanlanadi.

4. ТАСВИР ВА ОВОЗ СИГНАЛЛАРИНИ СИҚИШ СТАНДАРТЛАРИ

Avvalgi boblarda ko'rib chiqilgandek, tasvir va audio ma'lumotlar hajmlarini siqish uchun o'zaro samaradorligi bilan farq qiluvchi juda ko'p usullar va algoritmlar mavjud. Ular bir biridan qo'llashdagi murakkabligi, kodeklarni ta'minlashdagi apparat yoki kompyuterlarga qo'yiladigan talablari va signallarga ishlov berishning tezligi hamda qo'llanilish sohalari bilan farq qiladilar.

Bunda har bir siqishda qo'llaniladigan mexanizm (misol uchun: Furey, DKO', veyvlet, fraktallar asosidagi va boshqalar) o'zi ishlashi uchun qulay chiquvchi ma'lumotlar bazasini (massivini) shakllantiradi.

Dunyoda kodeklarni ishlab chiqaruvchi firmalar juda ko'p va ular o'zlariga ma'qul kodeklar chiqarishadi va shu sabab raqamli televidion programmalar va boshqa televidion ma'lumotlar bilan o'zaro almashish deyarli mumkin emas, chunki bir ishlab chiqaruvchining kodeklari ikkinchi ishlab chiqaruvchining kodeklaridan texnik farq qiladi va bir birini tushunmaydilar.

Shu sabab raqamli audio-video ma'lumotlarning kirish va chiqish axborot tizim ko'rsatgichlari, bir turdagi kodeklar uchun, yagona bo'lishlari ta'minlanishi kerak. Shuning uchun bir tipdagi kodeklar uchun audio-video ma'lumotlar kirish va chiqish raqamli signallari tuzilmasi bir xil bo'lishi kerak.

Bunday yagona ta'minlanish amalga oshirilsa, televidion dasturlar va filmlarni, koder va dekoderlarni kim tomonidan ishlab chiqarilishidan qat'iy nazar, bemalol tomosha qilish imkoniyati yaratiladi. Qabul qilingan standart va formatlar uchun ishlab chiqaruvchilar ixtiyoriy ravishda tasvir va ovoz signallarini o'zgartirish usullari va algoritmlarini qo'llashlari mumkin, ammo chiqish signallari bir xil qonun asosida taqsimlangan, universal bo'lishlari ta'minlanishi shart.

Bu xuddi suvning kran jo'mraklari qanday katta va murakkab bo'lmasin, ulanish oxirgi rezbasi hammasi bir xil bo'lmog'i va istagan xonodan chiqish trubasiga o'rnatish mumkin bo'lganidek holat bilan ifodalash mumkin.

Hozirgi davrda tasvir va ovozni siqishda qo'llaniladigan quyidagi standartlar mavjud:

JPEG va **JPEG-2000** siljimas tasvir (fotografiya) uchun;

MJPEG va **MPEG** standartlar oilasi harakatlanuvchan tasvirlar uchun.

Termin **JPEG** qisqartirilgan (**joint photographic Experts Group**) **Birlashgan fotografik ekspertlar guruhi** bo'lib, sifatli va eng ko'p tarqalgan statik(siljimas) tasvir standarti maqomida dunyoda ko'p tarqalgan va barcha ishlayotgan programmalarda qo'llanilmoqda. JPEG fayllarini ko'rish uchun WEB - brauzer standartlarining mavjud bo'lishi shart. Brauzerlar JPEG fayllarini siqishdan chiqaradi, ya'ni dekompressiya qiladi va hamda monitorda ko'rsatadi.

MPEG qisqacha ekspert guruhining nomi **ISO (Moving Picture Expert Group)** bo'lib, guruh video va audio ma'lumotlarni kodlash va siqish standartlari bilan shug'illanadi. Guruhning haqiqiy nomi **ISO/IEC JTC1 SC29 WG11** dir. Ko'pincha **MPEG** qisqartmasi ushbu guruh tomonidan ishlab chiqilgan standartlarga tegishli ekanligini bildiradi. Hozirgi kunda quyidagi standartlar mavjud:

MPEG-1 videofilmlarni (VHS formatda 358*288 hajm bilan) va minimal tezlik oqimi 1,5 Mbit/s bo'lgan ovoz signallarni SD-ROM ga yozish uchun mo'ljallangan. MPEG-1da videoma'lumotlar sifat ko'rsatgichlari yuqori bo'lmaganligi sababli, bu format hozirgi davrda televideniya emas, balki videokuzatuv tizimlarida qo'llaniladi.

MPEG-2 teleeshittirishlar ma'lumotlarini 3 dan 15 Mbit/s tezlikda uzatish uchun yaratilgan, ammo professional apparaturada oqim tezligi 50 Mbit/s gacha bo'lishi talab etiladi.

MPEG-2 standarti televideniyaning sun'iy yo'ldoshlar va yer usti qurilmalarida hamda katta hajmli videomateriallarni arxivlashda ishlatiladi.

MPEG-3 yuqori aniqlikdagi televideniyaning uchun yaratilgan (High-Defenition Television, HDTV) va oqim tezligi 20-40 Mbit/s, ammo keyinchalik bu MPEG-2 standarti ichiga qo'shilgan va hozirda alohida tilga olinmaydi.

MPEG-4 kichik polosali Internet kanalining oqim tezligi 64 Kbit/sekundgacha bo'lgan multimediya axborotlarini uzatishga mo'ljallangan va televizion format hisoblanmagan edi. So'ngra

standart teleeshittirish signallarini va DVD video filmlarni siqishi uchun 10ta ilova bilan to'ldirildi. Bu standart oqim tezligi 2,5 Mbit/s bo'lgan yuqori sifatli raqamli tasvir signallarini uzatishda va MPEG-2 bilan birga raqamli televideniya keng qo'llaniladi.

Bugungi kunda MPEG-4 standart video axborotni siqishda eng istiqbolli algoritmlar bo'lib qolmoqda.

Bu xilma xil multimedia ob'ektlari: audio, video, tekst, sintezlangan ob'ektlar o'rtasidagi o'zaro umumlashgan bog'lanishni ifoda etadi deyish mumkin.

MPEG-7 format "Tarkibini ifodalovchi multimedia interfeysi" (Multimedia Content Description Interface) deb nomlanadi va audio - vizual ma'lumotlarni multimedia maydonidagi asosiy texnologiyalarni standartlashtirishga bag'ishlangan. Audiovizual ma'lumotlar MPEG-7 standartida: statik tasvirni, grafikani, 3D modelni, ovozni, video va kompozit axborotni o'z ichiga olib, multimedia maydonida qanday o'zaro bir biri bilan bog'liq bo'lishi mumkinligini ifodalaydi. Ma'lum bir holatlarda ma'lumotlarga inson yuzining ifodasi va belgilari (ko'z qorachig'i, barmoq izlari va h.k.) kiritilishi mumkin.

4.1-jadval

MPEG standarti xarakteristikallari

Standart	MPEG-1 ISO/IEC C 11172	MPEG-2 ISO/IEC C 13818	MPEG-4 ISO/IEC C 14496	MPEG-7 ISO/IEC 15938	MPEG-21 ISO/IEC 21000
maqsadi	audio va videoni kodlash	audio va videoni kodlash	Past tezlikda audio va video kodlash	Multimedia kontentini ifodalash interfeysi	Multimedia vositalariga ochiq kirish strukturasi
chiqish oqimi tezligi	1...5 Mbit/s	4...80 Mbit/s	0,064...4 Mbit/s	Ma'lumotlar xali yo'q	Ma'lumotlar xali yo'q
ishlab chiqilgan sanasi	1992 g.	1994 g.	1998 g.	2001 g.	2001 g.

Hozirgi paytda MPEG-7 standart yanada takomillashtirilib, yaratilish arafasida.

MPEG-21 standart ham multimedia standarti bo'lib, o'zaro ma'lumotlar almashishda, sotishda, ma'lumotlardan foydalanishga ruxsat etishda va boshqa raqamli ob'ektlarni manipulyatsiyalarini ta'minlash texnologiyalarida qo'llaniladi.

Bunda bajarilayotgan operatsiyalarning tiniqligi va maksimal samaradorligi ta'minlanishi ko'zda tutiladi.

Standart multimedia ochiq bozorida distribyuterlar va servis provayderlarga mo'ljallangan. Hozirgi paytda standart MPEG-21 ham yaratilish arafasida. MPEG standarti asosiy xarakteristikalari 5.1-jadvalda berilgan.

4.1. JPEG standarti

Harakatsiz (siljimas) tasvirlarni samarali siqish amalga oshiruvchi va ko'p tarqalgan usulardan biri ISO Xalqaro standartlashtirish tashkiloti tomonidan qabul qilingan **JPEG** (Joint Photographic Experts Group) standartida ifoda etilgan. Ushbu standart harakatsiz tasvirlarning ketma-ketligini hamda kodlash va dekodlash amallari ko'rsatgichlarini belgilaydi.

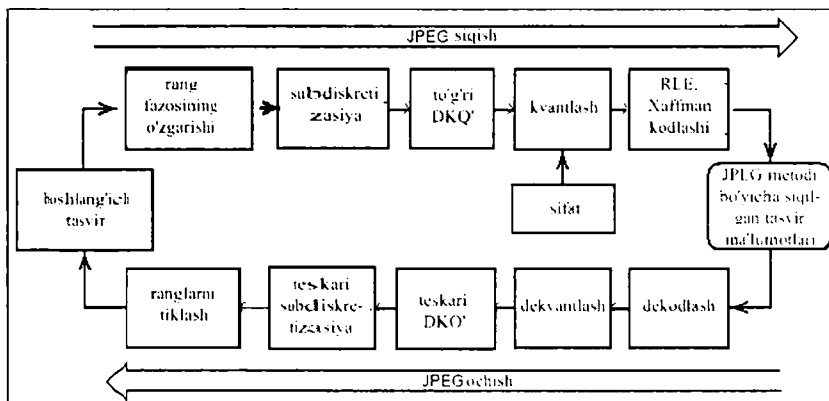
JPEG harakatsiz tasvirlarni siqishda yo'qotishlarga ega bo'lgan usul bo'lib, asosan tasvirlarni turli xotira qurilmalariga yozishda qo'llaniladi. Ko'pgina mavjud yarim tonli va rang tasvirlar uchun bu usul axborot hajmini, vizual sifatni saqlab qolgan holda, 5...10 marta kichraytirishga imkonini beradi. JPEG yorqinligi (yorug'ligi) ikki xil bo'lgan tasvir, rasm va chizmalarni siqishga mo'ljallanmagan.

Ushbu **JPEG** standarti qo'llanganda, barcha dasturlarda bajariuvchi holatlardagi, minimal maxsus talablarni belgilaydi. **JPEG standarti** olim V.Chen tomonidan taklif etilgan va **tasvirning blokli tuzilmasi asosida diskret-kosinus o'zgartirishga binoan ishlaydi** (3.2.1. bo'limda keltirilgan kabi).

DKO' asosida siqish usullari tabiatiga ko'ra yo'qotishlar bilan kodlaydi, biroq ma'lumotlarni minimal yo'qotish bilan birga siqishning yuqori bosqichini ta'minlaydi. JPEG standarti bo'yicha siqish jarayoni quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi (4.1-rasm):

- Tasvirni optimal(mukammal) rangli maydonga o'zgartirish;
- Piksellar guru hlarining rang tashkil etuvchilarini umumiy lashtirish hisobiga subdiskretizatsiyalash;
- Tasvir ma'lumotlarining ortiqchaliklarini qisqartirish uchun diskret-kosinus o'zgartirishni qo'llash;
- DKO' har bir bloki koeffitsientlarini, inson vizual qabul qilish idrokini hisobga olib, mukammalashtirilgan vazn funksiyalarini qo'llagan holda kvantlash;
- Axborotning ortiqchaligini olib tashlash uchun, Xaffman algoritmini qo'llagan holda, natijaviy koeffitsientlarni (tasvir ma'lumotlarini) kodlash.

JPEG standarti kodeking ishlashini 4.1.- rasmda ko'rsatilgan tashkiliy chizma asosida ko'rib chiqamiz. Shu o'rinda JPEG dekodlash amali teskari tartibda amalga oshirilishini nazarda tutish lozim.



4.1.- rasm. JPEG standarti bo'yicha tasvirlarni kodlash va dekodlash tashkiliy chizmasi

Boshlang'ich tasvirning piksellar ma'lumotlari rang fazosi(maydoni) o'zgartirish blokiga kelib tushadi. Odatda JPEG algoritmi har qanday rangli model bilan ishlaydi, chunki uning har bir tashkil etuvchisiga alohida ishlov beriladi. Bu JPEGning har qanday rangli fazo modelidan (masalan, RGB, HSI yoki CMYK) mustaqil

bo'lishini ta'minlaydi, biroq yorug'lik/ranglilik (YUV yoki YCbCr) rangli fazoda(maydonda) foydalanilganda nisbatan yuqori siqish ko'rsatgichiga erishiladi. Y tashkil etuvchi yorug'lik intensivligini ifodalasa, U va V lar esa - ranglilikni (rangfarq signallarni) ko'rsatadi. Bu model RGBga o'zgartirilishi mumkin va o'zgartirishda to'yinganlikni korreksiya qilish shart emas. Yarim ton tasvirlar uchun (kul rang misolida) faqat yagona tarkibiy Y qo'llaniladi.

RGB rang modelini YCbCr modeliga o'zgarishi quyidagi munosabatlar yordamida amalga oshiriladi:

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

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

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

YCbCr modelini RGB rang modeliga qayta aylantirilishi esa quyidagi munosabatlar bilan amalga oshiriladi:

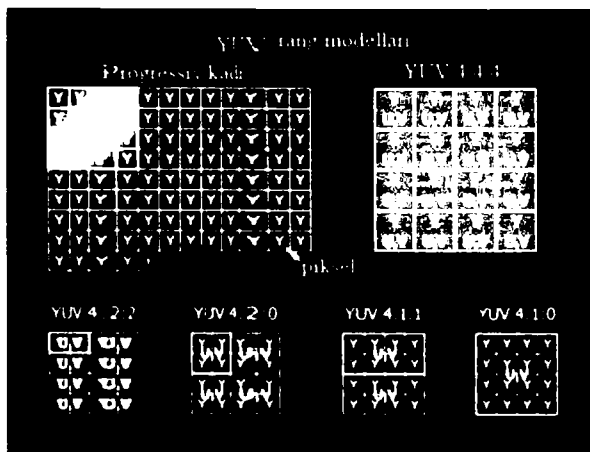
$$R = Y + 1,402 (Cr-128);$$

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

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

So'ngra **subdiskretizatsiya blokida** rangfarq tashkil etuvchilarni o'zgartirish imkoni mavjud bo'ladi, ya'ni 4:4:4 formatdagi (YUV24) yoki 4:2:2 formatdagi (YUV16) model (4.2 - rasm). Bu yerda YUV- bitta yorug'lik va ikkita rangfarq tashkil etuvchi. Bunda 4:2:2 modeli kichik elementlar soni ko'p bo'lmaganda, ranglar biridan biriga tekis o'tadigan real tasvir syujetlarini siqishda kam buzilishlar kiritadi. Kompyuter grafikasidagi sun'iy tasvirlarda ko'p kichik detallar tasviri mavjud bo'lib, rangdan rangga o'zgarish tez amalga oshganda, 4:4:4 modulidan foydalangan ma'qul, ammo bunda raqamli oqimning tezligi oshirilishi kerak.

To'g'ri DKO' blokida uch tashkil etuvchi tasvir signali qatlam bo'yicha bloklarga taqsimlanadi (ko'pincha 8x8 piksel qiymatli) va ular ustida DKO' amalga oshiriladi. Natijada DKO' koeffitsientlari matritsasi olinadi va ular signal energiyasining spektral tarkibiy qismlar bo'yicha taqsimlanishini xarakterlaydi. Bunday holatda odatda, blokning asosiy energiyasi DKO' matritsalarining chap yuqori koeffitsientlariga jamlanadi va boshqa koeffitsientlar qiymatlari esa 3.5.b- rasmda ko'rsatilganidek kichik yoki "0"ga teng bo'ladi.



4.2- rasm YUV ranglar modeli

So'ngra kodlash blokida video ma'lumotlar hajmini qisqartirish maqsadida, DKO'ning nol qiymatli ketma-ketlik koeffitsientlari, statistik kompressorlar seriyasi (RLE) yordamida, qaytarilishiga karrali qiymat bilan almashtiriladi. RLE kompressoridan so'ng, chiqish ma'lumotlarini samarali paketlarga joylashtirish uchun, jadvali Xaffman koderi qo'llaniladi va kadrda uchraydigan kod kombinatsiyasining qaytarilishiga qarab, uzatish bitlari moslashgan holda qayta taqsimlanib chiqishga beriladi. Demak bunda ko'p uchraydigan kod kombinatsiyalari qisqa kodlar bilan, kam uchraydiganlari uzun kodlar bilan uzatiladi.

Kompressor siqish koeffitsienti oshirish uchun DKO' koeffitsientlari matritsasini keskin-kesiksimon (zigzag) ko'rinishdagi o'qish qo'llaniladi, bu nolli koeffitsientlar ketma ketlik zanjiri uzunligini oshiradi (3.5.b-rasm). Ushbu bosqichda siqish hech qanday sifat va axborot yo'qotishlarisiz amalga oshiriladi, lekin tasvir siqish koeffitsienti, tasvir syujetiga bog'liq holda, kamroq bo'ladi va 10-20 martadan oshmaydi. Siqish koeffitsientini boshqarish uchun DKO' koeffitsientlari matritsasini kvantlash matritsasiga bo'lish operatsiyasi ishlatilib, olingan natijani yaqin butun songacha (kvantlash qiymati) yaxlitlash amali qo'llaniladi. Kvantlash koeffitsientlari matritsasi

qiymati “foydalanuvchi” tomonidan kiritiladi va qiymatlar “sifat” ko’rsatgichlarning talablariga bog’liq. Agar sifat 100%ga teng qilib o’rnatilsa va DKO’ koeffitsientlari qiymati o’zgartirilmasa, unda kvantlash matritsalar qiymati **1songa** teng bo’ladi, ya’ni siqish yo’qotishlarsiz bajariladi degani. Sifat ko’rsatgichlari kamaysa, kvantlash matritsasi son qiymatlari oshadi, bu esa nolli koeffitsientlar ketma-ket zanjirlari uzunligini va mos holda tasvir siqishni oshishiga olib keladi. Biroq bunda bo’lish natijalarini yaxlitlash hisobiga axborotni tiklanmaydigan yo’qotishlari oshib ketadi, natijada katta siqish koeffitsientlarida blok chegaralaridagi yorug’likning tekis o’zgarishi buziladi hamda tiklangan signalda blok bo’yicha buzilishlar ortadi (3.6-rasm). Dekoder to’g’ri ishlashi uchun kvantlash matritsasi qiymatlari siqilgan tasvir ma’lumotlari bilan birga uzatiladi.

Kodlash blokidagi ma’lumotlarga ishlov berish tugatilgandan so’ng shakllangan JPEG ma’lumotlar oqimi aloqa kanali bo’ylab uzatishga tayyor bo’ladi yoki uni turli axborot tashuvchilarda saqlash imkoniyati paydo bo’ladi.

Dekodlash yoki boshlang’ich tasvirni siqilgan ma’lumotlardan tiklash jarayoni xuddi shunday faqat teskari tartibda amalga oshiriladi.

JPEG standarti odatda “**O’zgarimas sifat**” holatida ishlaydi, ya’ni kvantlash matritsasi qiymatlari butun tasvir uchun yagona bo’ladi. bu esa axborot yo’qotish darajasini o’zgarimasligini ta’minlaydi. Bunda turli tasvirlar siqish koeffitsientlari turlicha bo’ladi, chunki u ishlov berilayotgan tasvir tuzilmasidan kelib chiqadi.

JPEG standartida kodlashning 4 ta holati ko’zda tutiladi:

- DKO’ asosida ketma-ket (sequential);
- DKO’ asosida progressiv (progressive);
- yo’qotishlarsiz (lossless);
- ierarxik (hierarchical).

Barcha holatlarda kodlashda eng yirik birlik **boshlang’ich tasvirni (image)** siqilishida bo’ladi. Ketma-ket va progressiv holatlarda tasvir bitta kadrga mos keladi va ushbu kadr tasvirning o’zi bilan bir xil bo’ladi. Ierarxik holatda tasvir bir necha kadrlarga bo’linadi.

Ma’lumotlarni bo’lishning keyingi bosqichi -skan (scan) bo’lib, u tasvir axborotining bir qismini tashkil etadi. Skanlarga bo’lish turli

holatlarda, turlicha amalga oshiriladi. DKO' asosida tasvirni odatiy siqishda bitta skanni tashkil etuvchi tasvirning barcha bloklari ketma-ket kodlashtiriladi yoki dekodlashtiriladi.

Tasvir bir yoki bir necha **tarkibiy qismlardan (component)** iborat bo'lishi mumkin. Monoxrom yarimton (oq-qora) tasvir bitta komponentdan iborat bo'ladi. Rangli tasvir bir necha tarkibiy qismlardan, masalan, yorug'lik Y va ikkita rangfarq C_R va C_B lardan iborat. Bir necha tarkibiy qismlardan iborat tasvir uchun kodlashning **oralatish bilan (interleaving)** va **oralatishsiz** variantlari mavjud. **Oralatishsiz** kodlashda avval birinchi skanni yuzaga keltiruvchi tashkil etuvchi kodlanadi, birinchi skan yuzaga kelgandan keyin, ikkinchi skanni yuzaga keltiruvchi tashkil etuvchi kodlanadi, ikkinchi skan yuzaga kelgandan keyin shunday tartibda davom etaveradi. **Oralatish bilan kodlashda** barcha tarkibiy qism bloklari bitta skanni yuzaga keltiradi, kodlanadi va chiquvchi oqimga bloklar navbat bilan yoziladi. Masalan, 4:2:0 diskretizatsiya formatida avval Y ning 2×2 matrisani tashkil etuvchi 4 blok, keyin ularga mos keluvchi bitta S_b blok, yana bitta S_r blok kodlanadi, undan so'ng esa Y ning keyingi 4 blok kodlanadi va h.k.

Siqishning progressiv rejimi bittadan ortiq skan bo'lishini va dekodlanadigan tasvirning tiklanish tartibi boshqacha bo'lishini taqozo etadi. Birinchi skanning tasvirini tarkibiy qismlarini dekodlash butun tasvirni boshlang'ich, nisbatan yuqori bo'lmagan sifat bilan tiklashni amalga oshirish kerak. Har keyingi skanning dekodlanishi tiklanayotgan tasvirning sifatini ortishiga olib kelishi kerak. Bunday variant tasvirlarning ma'lumotlar bazasi, Internetdan qidirish va tez ko'rish hamda boshqa holatlarda qo'llanilishi mumkin. Bunday maqsadda dekodlanayotgan tasvirning sifatini sekin asta ko'tarilib borishini ta'minlash uchun quyidagi ikki usuldan foydalaniladi.

Birinchi usulda, joriy skandagi tasvirning har bir blokining, keskin-keskinsimon (zigzag) hisoblashlaridan olingan, ketma-ketli koeffitsientlar diapazonining faqat ma'lum belgilanganlari kodlanadi. Bu usul **spektral seleksiya** deb nomlanadi, chunki har bir diapazon odatda 8×8 piksellik blok chastota spektrini quyi yoki yuqori qismini egallovchi koeffitsientlar, ya'ni spektral diapazondan tarkib topgan.

Ikkinchi usulda esa, barcha blok koeffitsientlarining muhim bitlari tasvirning birinchi skanida kodlanadi. Har keyingi skan DKO' koeffitsientlari aniqligini bitta bitga oshishini ta'minlaydi. Bu usul **ketma-ket yaqinlashish** deb nomlanadi.

JPEG ning axborot yo'qotishlarsiz rejimi (Lossless JPEG) tasvirning qo'shni elementlarining bashorat qilib topishdagi kodlashga asoslangan. Bunday rejimda barcha amallar to'g'ri va teskari holatlarda amalga oshirilishi mumkin, biroq erishiladigan siqilish katta emas.

Ierarxik rejimda tasvir kadrlar ketma-ketligi sifatida kodlanadi. Birinchi kadr tayanch kadri hisoblanadi va har bir tayanch kadr ketidan bir yoki bir necha kadrlar farqini ko'rsatuvchi ketma-ketlik kelishi mumkin hamda shundan so'ng yana tayanch kadri keladi. Ma'lumotlar chiqish hajmini kamaytirish maqsadida kadrlararo piksellar qiymatini DKO'dan foydalanilgan holda ma'lumotlarni yo'qotishlar bilan yoki yo'qotishlarsiz amalga oshiriladi, bu esa "**sifat**" ko'rsatkichlariga bog'liq bo'ladi.

Ierarxik rejim ham progressiv rejim kabi, tiklanish sifatini asta-sekin oshib borishini ta'minlaydi. Har keyingi kadri dekodlash borgan sari siqilmagan originalga yaqin tasvimi beradi. Progressiv rejimga nisbatan ierarxik rejim muhim xususiyatga ega va u qator holatlarda tatbiq etishda foydali bo'lishi mumkin. Ketma-ket keluvchi kadrlarning har bir tarkibiy qismlari tasvir aniqligining o'lchamini oshishiga olib kelishi mumkin. Siqishda dastlabki tasvirning asta sekin oraliq o'lchovlari kamaytirilishi bajariladi, natijada ikkilamchi tasvir yuzaga keladi va uning elementlar soni ham asta-sekin kamayadi.

Birinchi (tayanch) tasvir kichik o'lchamga ega ikkilamchi tasvirni kodlash asosida olinadi. Keyingi kadrlararo farqning tayanch tasvirini olishda birinchi kadrdagi elementlar sonini interpolyatsiyasini oshirish orqali amalga ijro etiladi. Har keyingi kadrlararo farqning tayanch tasvirini olishda barcha kodlangan kadrlardan olingan tasvirdagi qo'shimcha elementlarni interpolyatsiyalash yo'li bilan amalga oshiriladi.

JPEG formati turli ma'lumot tashuvchilarda va Internet ilovalarida ko'p rangli, siqilgan rasmlarni saqlashda keng qo'llaniladi.

4.2. JPEG 2000 standarti

JPEG 2000 standarti JPEG kabi, rasmlar sohasi ekspertlari guruhi tomonidan ishlab chiqilgan. JPEGning Xalqaro standart sifatida shakllanishi 1992 yilda tugallangan. 1997 yilda nisbatan yangi, kuchli, moslashuvchan standart yaratish kerakligi tushunildi va amaliy ishlardan so'ng u 2000 yilning qishiga tayyor bo'ldi. JPEG 2000 algoritmining JPEG dan asosiy farqlari quyidagilardir:

1. Siqishning nisbatan yuqori qiymati ta'minlanadi va tasvir sifati yaxshilanadi.

2. Alohida maydonlar uchun yuqori sifatli kodlashni qo'llanilishi, ya'ni insonga ko'rish qobiliyati orqali tasvirning qaysi joyini kamroq sifat bilan siqish mumkin, qaysi joyini o'z holicha qoldirish kerakligi imkonini berish. Natijada bir hil sub'ektiv tasvir siqishida yuqori sifatlarga erishish mumkin.

3. Algoritm veyvlet o'zgartirishga asoslangan. Aloqa tarmoqlarini yuklashda, tasvirning asta-sekin namoyon bo'lishi bilan bog'liq.

4. Xaffman koderi o'rniga nisbatan samaraliroq, bitga yo'naltirilgan arifmetik kodlashni qo'llash. Bu amal JPEG standartida qo'llanilishi mumkin bo'lgan, lekin u vaqtda patent bilan himoyalangan edi. Keyinchalik asosiy patent muddati tugagan va shu sabab uni JPEG2000 standartida qo'llash mumkin bo'lgan.

5. Bir bitli (2ta rangli) tasvirlarni siqish imkoniyati mavjudligi.

6. Katta o'lchamdagi tasvirlarni siqish.

7. Siqilgan tasvirni dekompressiyasiz qayta ishlash imkoniyatining mavjudligi.

Yuqorida aytilganidek, JPEG koderdan farqli JPEG-2000 tasvirni mayda kvadrat blok larga bo'linishi talab qilinmaydi, chunki diskret veyvlet o'zgartirishda qo'llaniladigan algoritim har qayday o'lchamdagi fragment uchun ham ishlaydi. Biroq ayrim hollarda, masalan, butun tasvirni kodlashga xotira yetmasa, uni bir-biridan mustaqil ravishda kodlanadigan kvadrat tayllarga bo'lish amalga oshiriladi (4.3-rasm).



4.3-pasm. Tasvirni tayllarga bo'lishga misol

Umuman olgan, JPEG-2000 tuzilmasi JPEGniki bilan aynan bir xil, biroq ba'zi farqlari ham mavjud. JPEG-2000 kodek bloklarini 4.4-rasmda keltirilgan chizma bo'yicha vazifalarini ko'rib chiqamiz.

Tasvirlarga dastlabki ishlov berishda, zarur bo'lsa tasvir bir necha qismlarga (tayllarga) bo'linishi mumkin, ular esa o'z navbatida alohida siqiladi va ishlov beriladi hamda kodlanadi. Bunda tiklash jarayonida birlashtirilgan bloklarning birlashtirish joylardagi sezilarli chiziqlarni paydo bo'lishini oldini olish uchun maxsus choralar ko'riladi. Undan so'ng tasvir piksellari yorug'lik qiymatidan kadrning o'rta qiymati olib tashlanadi. Bu birinchidan yorug'likning dinamik diapazonini tekislaydi va ikkinchidan ularning maksimal qiymatini kamaytiradi. Bunday yondoshish chiqish oqimida bitlarni kamaytirishga olib keladi va videoma'lumotlarni siqish koeffitsientini oshiradi. Undan so'ng tasvirni RGB maydonidan YUV maydoniga o'tkazish amalga oshiriladi. Ma'lumotlarni yo'qotish bilan siqishda bu o'zgartirish JPEG algoritmiga aynan o'xshaydi. Yo'qotishsiz siqishda maydon quyidagi ifoda yordamida beriladi:

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

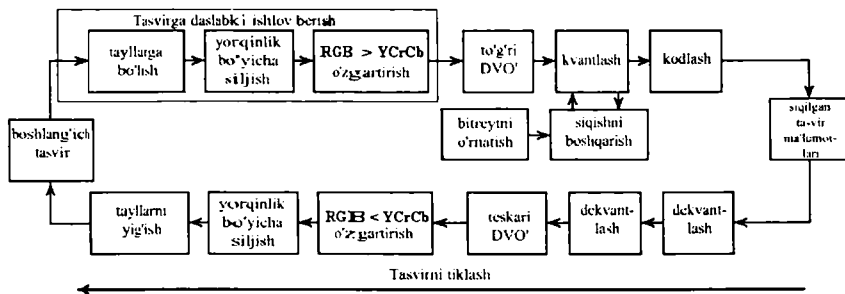
(4)

.1)

Teskari o'tkazish quyidagicha:

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

Tasvirni siqish



4.4-rasm. JPEG-2000 standarti bo'yicha tasvirni kodlash va dekodlash algoritmi tuzilmasi

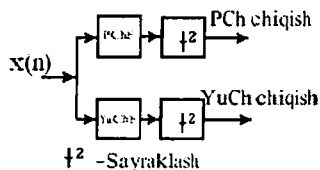
So'ngra diskret veyvlet o'zgartirish (DVO') amalga oshiriladi, u qabul qilingan koeffitsientlarga qarab ma'lumotni yo'qotishlar bilan yoki yo'qotishsiz o'zgartiradi. Oxirgi holda DVO'ning koeffitsientlarining chiqish qiymatlari butun son qiymatiga ega bo'lishi kerak. Bunda standartning birinchi qismida ikkita veyvlet filtri belgilangan: yo'qotishlar bilan siqish uchun Dobeshi filtri, yo'qotishsiz siqish uchun butun sonli qiymatga ega biortogonal filtri. Standartning ikkinchi qismida har qanday filtdan foydalanishga ruxsat etiladi.

Chastota filtrlaridan foydalanish (4.5- rasm) tasvir ma'lumotlar massivini ikkita PCH va YUCH tashkil etuvchi massivlarga bo'lish imkonini beradi. Tasvirlar ikki o'lchamli massivdan iborat bo'lgani uchun tasvirlarga avval gori zontal so'ng vertikal yoki aksincha, ishlov beriladi.

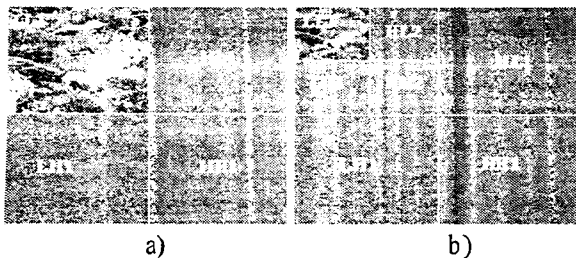
DVO' bitta bosqichidan so'ng(veyvlet dekompozitsiyasi) ishlov berilayotgan tasvir yoki uning tayli to'rta segmentga bo'linadi (4.6, a-rasm):

- LL - qator va ustunlar bo'yicha past chastotalar;

- HL - qator bo'yicha yuqori va ustun bo'yicha past chastotalar;
- LH - qator bo'yicha past va ustun bo'yicha yuqori chastotalar;
- HH - qator va ustunlar bo'yicha yuqori chastotalar.



4.5- rasm. Chastota filtrning ishlash chizmasi

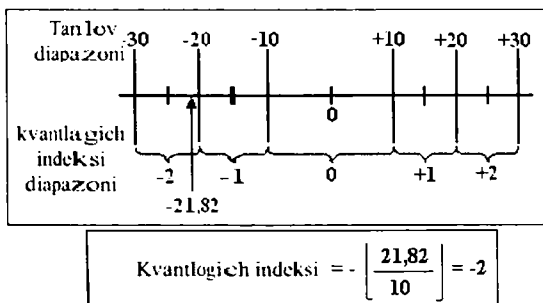


4.6-rasm. Tasvirning bir karrali (a) va ikki karrali (b) veyvlet-dekompozitsiyasi

Standart bo'yicha dekompozitsiyalar soni 0 dan 32 gacha bo'lishi mumkin, biroq amaliyotda ko'pincha 4 dan 8 gacha ishlatiladi. Har bir keyingi dekompozitsiyada faqat past chastotali maydon (LL)ga ishlov beriladi, chunki odatda yuqori chastotali maydonda muhim ma'lumotlar bo'lmaydi.

Siqish koeffitsientini boshqarish uchun DKO' koeffitsientlarini o'lik zonali o'zgarmas kvantlagichga bo'linadi. Bo'lish koeffitsienti 10 ga teng bo'lgan kvantlagich ish prinsipi 4.7- rasmda keltirilgan. Bu yerda **kvantlagichning o'lik zonasi** - bu ikkita yaxlitlovchi diapazonga ega $2\Delta b$, nolga yaqin interval bo'lib, u chiqishda nollar miqdorini ko'paytiradi. 4.7-rasmdan ko'rinib turibdiki, DVO' koeffitsientining boshlang'ich qiymati -21,82ga teng, kvantlagich qiymati 10 ga bo'lingandan va yaxlitlangandan so'ng -2 qiymati qoladi. -9,999...+9,999 intervalga tushgan DVO' koeffitsientlarining

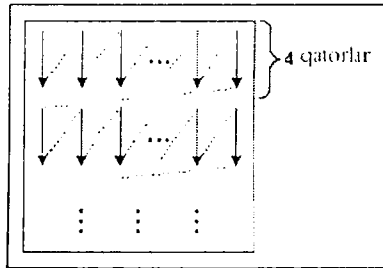
barcha qiymatlari 0 ga aylantiriladi, bu tasvirni siqish koeffitsientini oshiradi.



4.7-rasm. Kvantlagich ishidan namuna

JPEG-2000 standartida ko'pgina holatlarda kodlash doimiy bitreyt yoki siqish koeffitsienti rejimida amalga oshiriladi. Shu maqsadda siqishni boshqaruvchi blokdan foydalaniladi, u tasvirni siqishda koder siqish koeffitsientini foydalanuvchi tomonidan kiritilgan qiymatga olib kelish uchun kvantlagich parametrlarini adaptiv (mos ravishda) o'zgartiradi.

DVO koeffitsientlarini kvantlash amalga oshirilgandan so'ng ularni kodlash amalga oshiriladi, bu jarayon JPEG standartiga o'xshaydi, faqat Xaffman algoritmi bo'yicha entropik kodlash o'miga nisbatan samarali arifmetik kodlash amalga oshiriladi. Bunda olingan yaxlitlangan koeffitsientlar kodlashi har bir blokda alohida bajariladi. Buning uchun kodlash oldidan fragmentlar yetarlicha kichik bloklarga shunday bo'linadiki, (masalan, 32x32 yoki 64x64 o'lchamli), har bir fragmentning barcha bloklari alohida kodlanadigan, bir xil kattalikda bo'lishi ta'minlanishi kerak. Bloklarga bo'lish, halaqitbardoshlikni oshirish maqsadida, axborotni siqishni yanada mukammalroq qilish uchun amalga oshiriladi. Kodlash algoritmi har bir blok yaxlitlash koeffitsientlari matritsasini, 4.8- rasmda ko'rsatilgandek, aylanib (yuzani qoplab) chiqadi. Bloklar nominal balandligi 4 bo'lgan bloklarga bo'linadi. Keyin polosalar tepadan pastga skanerlanadi (siljiydi), har bir polosaning ustunchalari esa chapdan o'nga yo'naltirib o'tiladi.

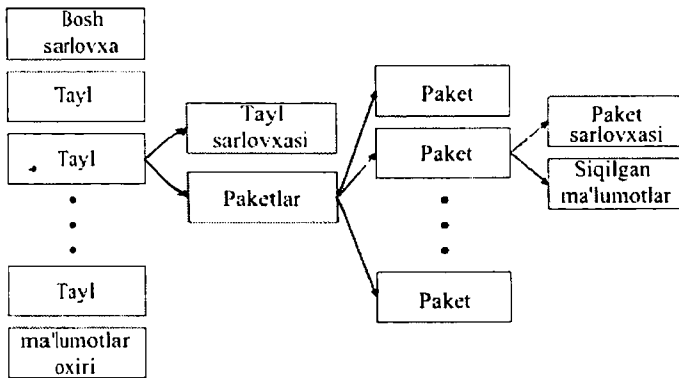


4.8-rasm. Bitlar tekisliklarida bloklarni kodlash tartibi.

Kodlash jarayonida koeffitsientlar blokda virtual bitlar tekisligi ko'rinishida namoyon bo'ladi. Shunday tekisliklardan biri koeffitsient belgilarini ko'rsatadi, qolgan tekisliklar koeffitsientlar kattaliklarining turli razryadlariga (tekislikdagi bitni joylashuvi koeffitsientni blokda joylashuviga mos bo'ladi) mos keladi. Bunda birinchi bo'lib, koeffitsientlarning yuqori razryadiga mos keladigan tekislik kodlanadi, keyin esa kamayish bo'yicha navbatdagisi va hokazo.

Siqilgan tasvirlarni dekodlash kodlashga teskari tartibda bajariladi va jarayon 4.4.-rasmning pastki qismi bo'yicha amalga oshadi. Bunda dekoderning to'g'ri ishlashi uchun barcha zarur ko'rsatgichlar chiquvchi ma'lumotlar massivi sarlavhasida saqlanadi.

JPEG-2000 standartning muhim afzalligi, tasvirning alohida elementlariga uning namoyishini to'liq dekodlamay turib ham kira olish imkoniyatidir. Bunday imkoniyat birinchidan dastlabki tasvirni alohida tasvir sifatida kodlanadigan, kesishmaydigan sohalarga (**tayllarga**) bo'linishini ta'minlashi bo'lsa, ikkinchidan esa alohida tayl kodini qismlar (qatlam) sifatida berish va har bir qatlam kod koeffitsientlari yig'indisi bo'lib, biror bir taylga mos keladi. Qatlamlar o'z navbatida dekompozitsiyaning turli bosqichidagi blok koeffitsientlari kodlaridan iborat **pakatlarga** bo'linadi. Tasvirning biror-bir maydonini dekodlash uchun, u qanday taylga tegishli ekani va shu taylga tegishli qaysi qatlamlar tiklanishi uchun zarur bloklar koeffitsient kodlariga ega ekanligini aniqlash kifoya. 4.9-rasmda JPEG-2000 standartining chiqish oqimini tashkil etish tuzilma chizmasi ko'rsatilgan. Ammo haqiqatda ham, ma'lumotlarning bunday namoyishi tasvirni siqish samaradorligini pasaytiradi.



4.9-rasm. JPEG-2000 standartida chiqish kodining tashkil etish chizmasi.

Biroq standart nafaqat tasvirning ma'lum qismini tez ajratish va tahrirlash imkonini beradi, balki tasvirning siqish samaradorligini pasayishiga ham yo'l qo'ymaydi. JPEG-2000 standarti, JPEG standartining yo'qotishlar bilan siqishdan taxminan ikki barobar, yo'qotishsiz siqishdan esa 5-20% samarali ekanni tasdiqlagan.

4.3. MPEG-1 standarti

MPEGning birinchi standarti bo'lgan - MPEG-1 CD kompakt disklarga "normal" yozish tezligi 1,4 Mbit/s bo'lgan videofilmlarni yozish uchun ishlab chiqilgan. MPEG-1 standarti video CD formatni ta'minlashga, ya'ni VHS (uydagi video) kassetalaridagi video bilan raqobatlashadigan, havaskor video formatini qo'llab-quvvatlaydigan, shuningdek, televizion tasvirlarni 1-3 Mbit/s tezlik bilan uzatadigan, nisbatan past tezlikdagi aloqa kanallari bo'ylab ma'lumotlarni uzatish uchun o'ylab topilgan.

Standart 3 qismdan: video, ovoz, tizimlardan iborat.

4.3.1. MPEG-1 standartining video qismi

Standartni ishlab chiqishda uning qo'llanish sohasini aniqlab beruvchi quyidagi cheklovlar qabul qilingan:

- tasvirning gorizontal o'lchami < 768 piksel;
- tasvirning vertikal o'lchami < 576 satr;
- makrobloklar soni < 396;
- kadrlar chastotasi < 30 Gs;
- progressiv (satr bo'ylab) yoyish;
- raqamli oqim tezligi < 1,856 Mbit/s.

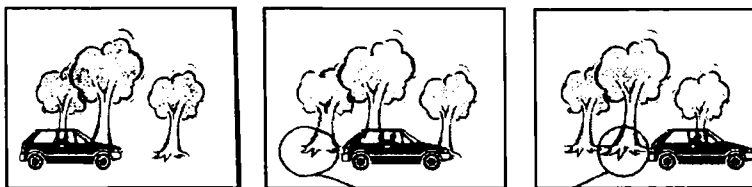
Ayni vaqtda, raqamli oqimning maksimal tezligi qattiq chegaralanganligi uchun, MPEG-I ning asosiy video formati bo'lib, Umumiy Oraliq Format (Common Intermediate Format - CIF) hisoblanadi. Format bir sekundda 30 ta kadrlar bo'lganda, 352ta satr va har bir satrda 240 nuqta yoki 25 ta kadrlar bo'lganda 288 ta satr va har bir satrda 352ta nuqta bo'lishini hisobga oladi. Bunday tasvir VHS formatidagi maishiy videoyozuv sifatiga yaqinroq bo'ladi va eshittirish standartidagi televizion tasvir sifatidan 4 marta kam bo'ladi. Bundan tashqari ushbu standartda satrlararo yoyish imkoni mavjud emas, shuning uchun ham MPEG-I televideniya qo'llanilmaydi. Biroq MPEG-I standartida raqamli (siqishning) kompressiyaning **bashoratga, kadr ichi va kadrlararo kodlashiga, harakat kompensatsiyasiga, DKO', adaptiv kvantlash va entropik kodlashga** asoslangan zamonaviy qurilmalarning ko'p qismi ishlatilgan.

MPEG-I kadrlar ketma-keligiga ishlov berishga yo'naltirilgan va kichik vaqt intervallariga bo'lingan, real tasvirlarda mavjud, axborotning katta ortiqchaligidan (95 foizgacha va undan ortiq) foydalanish uchun ishlab chiqilgan. Darhaqiqat, qo'shni kadrlar orasidagi fon kam o'zgaradi, barcha harakatlar esa tasvirning kichik fragmentlari o'rin almashishi bilan bog'liq. Shuning uchun kadr haqidagi to'liq axborotni uzatish zaruriyati faqat syujet o'zgarishida yuzaga keladi, qolgan vaqtda esa yangi ob'ektlarning paydo bo'lishi yoki eskilarining yo'qolish va tasvir elementlarini o'rin almashish kattaligi va yo'nalishini xarakterlovchi qayd qilingan ma'lumotlar bilan cheklansa bo'ladi. Bunday farqlar avvalgi yoki keyingi kadrlarga nisbatan aniqlanishi mumkin. Shundan kelib chiqqan holda MPEG-I algoritmi quyidagi 3 turdagi kadrlardan foydalanadi:

• **I (Intra)** - "**mustaqil**", boshqa video kadrlar va tasvir tuzilmasi haqidagi ma'lumotlar bilan bog'liq bo'lmagan holda, tasvir tayanch kadrlari axborotlarini to'liq saqlaydigan kodlash;

• **P (Predicted)** - **to'g'ridan-to'g'ri bashorat kadrlari**, avvalgi **I** yoki **P** kadr bilan solishtirganda tasvir tuzilmasi o'zgariganligi haqidagi axborotni tashish;

• **B (Bi-directional)** - "**ikki tomonlama bashorat kadrlari**", "**oldinga**" va "**orqaga**" bashoratlari usuli bilan shakllanadi, faqat avvalgi va keyingi tasvirning muhim farqlari haqidagi ma'lumotni saqlaydi. V-kadrlardan foydalanishning afzalligi shundaki, sahna ob'ektlari harakatida fondagi tasvirning ham o'zgarishi hisobga olinadi. Shuning uchun uning yetishmayotgan qismlarini uzatish uchun keyingi kadrlarning ma'lumotlaridan foydalanish qulay (4.10-rasm). Koder ham to'g'ri ham teskari bashoratni hisobga oladi va dekoderga eng kichik hajmdagi ma'lumotlarni jo'natadi.

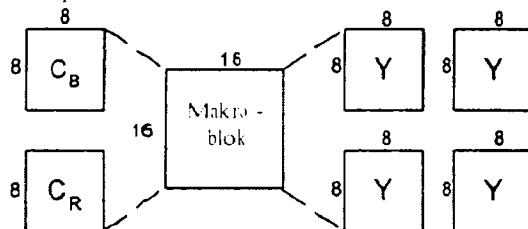


Nisbatan kech kaddan olish mumkin

4.10-rasm. Tasvirning bo'lagini kechikkan kaddan bashorat qilish.

MPEG-1 standarti bo'yicha videoni siqish algoritmining ishlash sxemasi 4.12- rasmda keltirilgan. MPEG-1 da tasvirlarga ishlov berish JPEG standarti bilan bir xil, biroq bunda harakat kompensatsiyasiga asoslangan kadrlararo ishlov berish qo'llaniladi. Bunda MPEG-1 bloklarining harakat vektori haqidagi metaaxborotni qisqartirish uchun 16x16 piksellik makroblokdan foydalaniladi hamda makrobloklar 4 ta 8x8 yorug'lik sanog'i va bittadan C_R va C_B sanoq bloklaridan tashkil topadi (4.11-rasm).

Videooqimning siqilishi tayanch (I) kadrlarga ishlov berishdan boshlanadi, ya'ni dekoderning ishonchli ishlashi uchun tayanch kadrlar har 12, 15 yoki 30 kadrlardan so'ng, shuningdek, tasvir syujetining keskin o'zgarishida joylashtiriladi. Bunday holda ularni kodlash yuqorida ko'rib chiqilgan JPEG standartidagi siqish algoritmiga to'liq mos keladi.



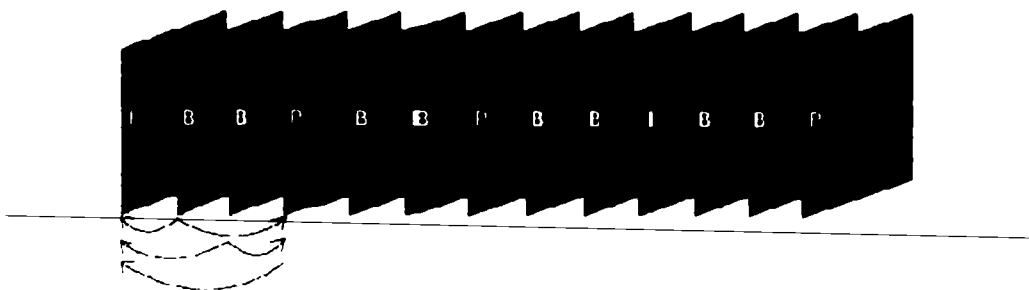
4.11- rasm. 4:2:2 formatidagi makroblok tarkibi



4.12-rasm. MPEG-1 standartida videoni siqish algoritmi.

Agar bashorat qilingan kadr tarkibidagi makroblok (P yoki B) kodlanayotgan bo'lsa, dastlab qo'shni kadrlardagi (I, P yoki B) videoob'ekt makrobloklar siljishi mumkinligi baholanadi. Agar makrobloklarning yangi koordinatalari topilsa, mos joriy kadr piksel qiymatlaridan oldingi kadrlarning kodlashtirayotgan makroblok piksel qiymatlari elementlar bo'yicha ayriladi. Undan keyin esa ushbu ajratilgan piksel qiymatlari bo'yicha makrobloklardagi DKO' koefitsientlari hisoblanadilar va ularni kvantlash bajariladi. P- va B-kadrlardagi makrobloklar uchun, sukut (indamasdan) bilan qo'llaniladigan, kvantlash jadvali hamma pozitsiyada 16 sonidan iborat bo'ladi, lekin videooqim siqish koefitsientini boshqarish uchun koder tomonidan o'zgartirilishi mumkin. Ta'kidlash joizki, meta ma'lumotlar massivini qisqartirish uchun, bloklar harakatini kompensatsiyalashda faqat yorug'lik sanog'i qo'llaniladi va bunda olingan ko'chish vektorlari rangfarq signallar sanog'i bloklari uchun ham ishlatiladi.

MPEG algoritmalarining muhim hususiyati shuki, kodlanayotgan kadrlar mustaqil bo'lmay qoladi, chunki tayanch kadsiz P- va B-kadrlarni tiklab bo'lmaydi. Bunday holda tez oqimli kodlash uchun kadrlar ular namoyish bo'lishi kerak bo'lgan (tiklanish) tartibda berilmaydi (4.13- rasm). Shuning uchun to'g'ri dekodlash uchun kadrlarni quyidagi ketma-ketlikda qayta guruhlash joiz bo'ladi: **I - P - B - B - P - B - B - P - B - B - P**



4.13-rasm. I-, B- va P-kadrlarning namunaviy ketma-ketligi. P-kadr faqat oldin kelayotgan I- yoki P kadrda bog'lanishi mumkin, bu vaqtda B-kadr ham oldingi ham keyingi kelayotgan I- yoki P-kadrlarga bog'lanishi mumkin.

Shuningdek kodlash algoritmining muhim zvenosi sifatida raqamli oqim chiqish tezligini o'zgarماسligini ta'minlash bo'lib qolmoqda. Manbaadan signallar sanog'i o'zgarماس tezlik bilan kelib tushadi, ammo kvantlagich chiqishida bitlar kelib tushish tezligi keng chegaralarda o'zgarishi mumkin. U videokadr turi (I-kadr B- va P-kadrlarga nisbatan yomon siqiladi) va tasvir syujetiga (bir turdagi bo'lakli yaxlit kadr mayda zarrali, elementli kadrغا nisbatan yaxshi siqiladi) bog'liq bo'ladi. Shuning uchun chiquvchi oqim tezligini bir xil qilish uchun koder va dekoderda bufer xotira bloki qo'llaniladi. Bufer koder tomonidan o'zgaruvchan tezlik bilan to'lishi mumkin, chiqishda, aloqa kanali tomonida, ma'lumotni o'qish esa o'zgarماس bitreytli bo'ladi. Bundan tashqari, I-, B- va P-kadrlar orasida bitlarning taqsimlanishi ularning DKO' koeffitsientlarini kvantlash parametrlarini o'zgartirish hisobiga amalga oshiriladi. Ayrim koderlar kodlashni "ikkita o'tish" bilan amalga oshiradi, birinchi o'tishda videokadrning murakkabligi baholanadi, ushbu baho asosida unga aniq bitlar resursi ajratiladi, ikkinchi o'tishda esa ajratilgan resursni hisobga olgan holda, sanoqlar kodlanadi.

4.3.2. MPEG-1 standartining ovozli qismi

1993 yil nashr etilgan ISO/IEC 11172-3 MPEG-1 standartining algoritmi yuqori sifatli stereo ovozni kodlashga yo'naltirilgan va kodlashning 3ta bosqichidan iborat:

«**Layer-1**» (**1-qatlam**) professional ovoz yozish uchun bo'lib, studiya sifatiga ega va uncha murakkab bo'lmagan algoritm hamda siqishning katta bo'lmagan koeffitsienti bilan xarakterlanadi. **Asosiy parametrlari: 15 kGsga teng ovoz signali chastota polosasidagi raqamli oqimni uzatish tezligi 192 kbit/s; kompressiya koeffitsienti 4 ga teng; ishlov berishdagi signal kechikishi (ushlab qolinish) 20 msekundni tashkil qiladi.**

Siqish algoritmi - sekin (asosan akustik model va koeffitsientlarni iterativ kesishishini hisoblashlardagi xatoga yo'l qo'yilishi sababli). Dekoderlash algoritmi-tez (real vaqt davrida qo'llanishi mumkin) amalga oshiriladi.

«Layer-2» (2-qatlam) iste'mol sohasi (yuqori sifatli radioeshittirishda o'rta murakkablikdagi signallarni uzatishda va audioma'lumotlar koeffitsientlarini o'rtacha kompressiyalashtirishda qo'llaniladi). Layer 2 tizim Layer 1ga nisbatan uchlik taroqsimon (grebenchatiy) filtr va Fyurje tez o'zgartirishi amali kiritilishi. shuningdek, ko'pgina maxsus aniqlantirish jadvallari qo'llanishi bilan farq qiladi. Natijada siqish koeffitsienti qiymati oshdi, lekin ovoz signali kompressiyasi tezligi kamaydi, garchi teskari o'zgartirish tezligi sekinlashmagan bo'lsa ham. **Asosiy parametrlari: 15 kGsga teng ovoz signali chastota polosasidagi raqamli oqimning uzatishdagi tezligi 128 Kbit/s; kompressiya koeffitsienti 6 ga teng; signal kechikishi 40...50 msekundni tashkil qiladi.**

«Layer-3» (3-qatlam), nutqni ISDN tarmoqlaridagi kichik polosali kanallarda, professional radioeshittirishda va o'rta sifatli hamda kam hajmli xotiraga ega yozish tizimlarida uzatish uchun foydalaniladi. Algoritmning yuqori murakkablikka egaligi bilan farqlanadi va quyidagi parametrlar bilan xarakterlanadi: **15 kGsga teng chastota polosasidagi raqamli oqimning uzatishdagi tezligi 64 Kbit/s; signal kechikishi 50 msekundni tashkil qiladi.**

Modomiki, hozirgi vaqtda MPEG-1 standarti videokuzatuv tizimlarida chekli ravishda bo'lsa ham qo'llanar ekan. faqat Layer-3 formatini ko'rib chiqish bilan cheklanamiz. Format hozirgi kunda kompyuterlarda musiqani saqlash va audioma'lumotlarni eshitish uchun eng ommalashgan format hisoblanadi. Qisqartirilgan variantda uni «MP3» deb nomlashadi va kengaytmasi «.mp3».

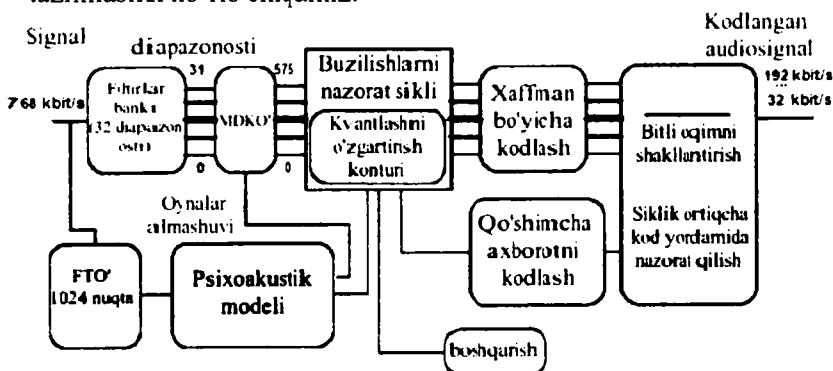
Hozirgi vaqtda MP3, ovozli axborotni yo'qotishlar bilan kodlashning formatlaridan, eng keng tarqalgani va ommabopi hisoblanadi. U fayllar almashinuv tizimlarida musiqa asarlarini baholash uchun keng qo'llaniladi. Format deyarli barcha ommabop operatsion tizimlarda, mavjud portativ audio-pleerlarda, shuningdek, zamonaviy musiqa markazlari va DVD <<http://ru.wikipedia.org/wiki/DVD>>-pleerlarning barcha modellarida qo'llanadi.

Avvalgi qatlamlardan farqli Layer-3 da modifikatsiyalangan DKO' (MDKO') ishlatilgan. Bu ovoz signallarini, siqilmagan raqamli signal kabi, sifatini saqlab qolgan holda 6-8 barobar siqish imkonini

berdi. Bunda siqish tezligi Layer 2ga nisbatan 24 barobarga va ma'lumotlarni paketlash tezligi esa 8 marta kamaygan.

MP3 formatida yo'qotishlar bilan siqish algoritmi qo'llaniladi, u originalga yaqin tiklanishlar sifatini ta'minlash va yozuvni, eshittirishdagi zarur bo'lgan ma'lumotlar hajmini, sezilarli kamaytirish uchun ishlab chiqilgan. Bunda o'rta bitreyt 128 kbit/s bo'lganda taxminan 10 marta siqish ta'minlanadi. Siqish omili ovoz oqimining ko'pgina odamlarning eshitish qobiliyati farqlamaydigan ayrim qismlarining tashlab ketishga asoslangan. Bu usul qabul qilishni (eshitishni) kodlash deyiladi. Bunda birinchi bosqichda qisqa vaqt oralqlari uchun ketma-ketlik ko'rinishida ovoz diagrammasi tuziladi, undan so'ng inson qulog'i farqlamaydigan ma'lumotlar o'chirib tashlanadi va qolgan ma'lumotlar jamlangan kichik (kompakt) holda saqlanadi. Ushbu yondashuv rasmlarni JPEG <<http://ru.wikipedia.org/wiki/JPEG>> formatida siqishda qo'llaniladigan siqish usuliga o'xshaydi.

4.14- rasmda ko'rsatilgan kodekning umumlashtirilgan ishlash tuzilmasini ko'rib chiqamiz.



4.14-rasm. MP3 koderining umumiy tashkiliy chizmasi

Chastota diskretizatsiyasi 48 kGs bo'lgan ovoz signalining 16 razryadli kirish sanog'i audiokodek kirishga kelib tushadi va bu yerda ular 32 subpolosali tashkil etuvchilarga bo'linadi. Ishlov berish ovozli signalning 1152 sanog'iga ega audiokadrlar orqali amalga oshiriladi. Har bir audiokadr 24 ms davom etadi. Barcha 32 subpolosalarning o'zgarmas kengligi $F = f_d / (2n)$ ga ega bo'ladi, bu yerda f_d - ovoz

signalining diskretizatsiya chastotasi, n - 750Gs teng bo'lgan subpolosalar soni.

Filtrlashdan so'ng, har bir subpolosadagi ovoz signallari sanoqlari bloklarga yig'iladi, masshtablanadi (normallashtiriladi) va modifikatsiyalashgan diskret-kosinus o'zgartirish (MDKO') bilan ishlov beriladi. Ushbu o'zgartirish natijasida signal vaqt birligidan chastota birligiga o'tadi. Natijada signal energiyasining spektral tashkil etuvchilari bo'yicha taqsimlanishini xarakterlovchi MDKO' koeffitsientlari shakllantiriladi. MDKO' spektrining xususiyati shuki, uning asosiy energiyasi yuqori bo'lmagan past chastotali xududda guruhlanadi, qolgan oraliqlarda koeffitsientlar kichik yoki 0 ga teng. Undan so'ng ushbu koeffitsientlar kodek siqish koeffitsientini oshirish uchun kvantlanadi (ma'lum qiymatlarga bo'linadilar va yaqin songacha yaxlitlanadilar) va so'ngra kodlanadi. Har bir subpolosadagi masshtablashda 18ta sanoqdan ovoz signalining maksimal qiymatligi olinadi va u subpolosali tanlovning masshtabli koeffitsienti SCF (Scale Factor) deb nomlanadi. Kodekda 32 ta masshtabli koeffitsient ishlatiladi va har biri 36ta sanoqdan iborat ovoz signali bloki yana o'z navbatida uchta mayda blokchalarga bo'linadi va ular **granula** deyiladi. 18ta sanog'i mavjud har bir granulada sanoqning maksimal qiymati aniqlanadi va uning qiymati granulaning masshtabli koeffitsienti SCF hisoblanadi. Kodekda ishlatiladigan subpolosalar 32 ta, shuning uchun Layer-2 da masshtab koeffitsientlar SCF granularaning umumiy miqdori $3 \times 32 = 96$ ga teng bo'ladi. Ushbu koeffitsientlar ma'lumotlarning chiqish massivi saqlanadilar va dekoderga tablitsa shaklida beriladi. Shuning uchun granuladagi sanoqlar maksimal qiymati SCF jadvaldagi qiymatlar bilan solishtiriladi va jadvaldagi ko'p qiymatlardan eng yaqin katta qiymat tanlab olinadi. Shu qiymat keyin granulaning SCFsi deb qabul qilinadi.

Kvantlash va kodlashni modifikatsiyalangan psixoakustik model (Psychoacoustic Model) nazorat qiladi. Ushbu kvantlashning nazoratini amalga oshirish uchun maskirovkalash chegarasini (chegara qiymatini) baholash qo'llaniladi. Subpolosalardagi bitlarni taqsimlash barcha subpolosalarning signal/maska munosabati asosida hisoblanadi, bunda ushbu maska(shovqin) foydali signal bilan

maskirovkalanish chegarasi aniqlanadi. Signalning maksimal qiymati va maskirovkaning minimal chegarasi kirish diskret signalini (FFN transform) Furye tez o'zgartirishini (FTO') qo'llab olinadi.

Odatda kodeklar ma'lum raqamli oqim tezligidagi (96Kbit/s, 128Kbit/s, 256Kbit/s va h.k.) ma'lumotlarni kodlashni ta'minlaydi va ular bitreytlar deyiladi. Shuning uchun har bir uzatish tezligi (yoki guruh tezligi) uchun o'zining jadvali mavjud va ularda f_u qiymatlari va raqamli ma'lumotlarning uzatish tezligi v asosida kvantlashning qiymatlari aniqlashtiriladi. Ovoz signali sanoqlari kodlashtiriladigan subpolosalarning maksimal raqam nomeri n aniqlaydi va tizimning qabul qiluvchi tomoniga uzatiladi.

Ko'p hisoblashlar natijasida, "buzilishlarni nazorati" blokining chiqishida ovoqli kadr shakllantiriladi va dastlab uzun seriyali statistik compressor (RLE) yordamida siqiladi hamda Xaffman jadvali asosida entropiya koderiga asosan kayta kodlanadi. Entropik kodlash, ovoz signalining xususiyatlarini nazarda tutadi va ko'p takrorlanuvchi kodli kombinatsiyalar qisqa kodli kombinatsiyalar bilan, kam uchraydiganlari esa uzun kombinatsiyalar bilan uzatiladi. Kodlashning ushbu usuli kodek siqish samarasini 20-25% oshiradi.

Siqilgan audio ma'lumotlarni dekodlash, psixoakustikani hisobga olmagan holda, teskarisiga, ya'ni tiklangan subpolosa tarkibiy qismlarining yig'indisini olib amalga oshiriladi.

4.4. Televideniye eshittirish standarti- MPEG-2

MPEG-2 standarti televideniye eshittirish tizimlari uchun maxsus ishlab chiqilgan bo'lib, 10 ta qismdan iborat. Birinchi qism 1994 yilda, oxirgisi esa 1999 yilda taqdim etilgan. MPEG-2 standarti MPEG-1ning ancha yaxshilangan va takomillashtirilishi yanada murakkablashgan, tuzilmasida raqamli oqimning I, P va B kadrlaridan foydalaniladigan ko'rinishidir.

MPEG-2 standarti raqamli yo'ldosh, kabel va yer usti televideniyesida faol qo'llaniladi.

MPEG-2ning tarkibiy 10 qismidan 3 ta asosiydarini ajratib olish mumkin: **13818-1 - tizimli, 13818-2 - Video, 13818-3 - ovoqli.**

Tizimli qism- standartning ovoz, video va boshqa axborotlarni multipleksirli (umumlashtirilgan) kodlash formatini ifodalaydi, shuningdek, bir yoki bir necha ma'lumotlar oqimini saqlash yoki uzatishga yaroqli bitta yoki bir necha oqimlarga birlashtirish masalalarini xal etadi.

Tizimli qism- beshta asosiy vazifalarni bajaradi:

- Tiklanish vaqtida bir necha siqilgan oqimlar sinxronizatsiyasini ta'minlash;
- Bir necha siqilgan oqimlarni umumiy oqimga birlashtirish;
- Tiklanish boshlanishi uchun initsializatsiyalash (boshlang'ich ko'rsatgichlarni o'rnatish);
- Buferga xizmat ko'rsatish;
- Vaqt shkalasini(tizim vaqtini) aniqlash.

Video qism -standartning yuqori sifatli raqamli video uchun kodlangan bitli oqimini xarakterlaydi. MPEG-2 formati MPEG-1ning barcha ish rejimlarini qo'llab- quvvatlaydi, yana qo'shimcha satrlararo videoformatni va yuqori aniqlikdagi televideniye (YUAT) hamda stereo televideniye qo'llash imkoniyatlariga ega.

Tovush qism- MPEG-2 standartining ko'p kanalli ovozni kodlanishini belgilaydi. MPEG-2 beshtagacha to'liq keng kanalli polosalarni, unga qo'shimcha past chastotali kanalni va 7 tagacha ko'p tilli kommentator (yoki tarjimon) kanallarini qo'llab quvvatlaydi. Undan tashqari 64 Kbit/s uzatish tezligida monofon va stereofon ovoz signallarining yangrash sifatini yaxshilash uchun diskretlash chastotasining yarim qiymati (16; 22,05 va 24 kGs) qo'llanilishi mumkin.

4.4.1. MPEG-2 standartida tasvirlarga ishlov berish

MPEG-2 standarti televideniye signalni o'zaro bir biriga mos, turli murakkablikdagi algoritmlar bilan raqamli siqishning standart guruhchalari oilasini ifodalaydi. Ularni mosligini tatbiq etish uchun profil (ko'rinish) va sathlar (qiymatlar) qonunlari qo'llaniladi.

Standart 5 ta profildan iborat:

- oddiy (simple) - video oqimlarni V-kadrlarsiz siqish;

- bosh (main) - ishning barcha bosqichlarini ta'minlash uchun, lekin masshtablanishsiz;
- signal/shovqin (SNR scalable) munosabati bo'yicha masshtablanish;
- xududiy (fazoviy) masshtablanish (spatiallyscalable);
- professional (professional 4:2:2)- fazoviy masshtablanuvchi va signal/shovqin (SNR scalable) munosabati bo'yicha ifodalanish.

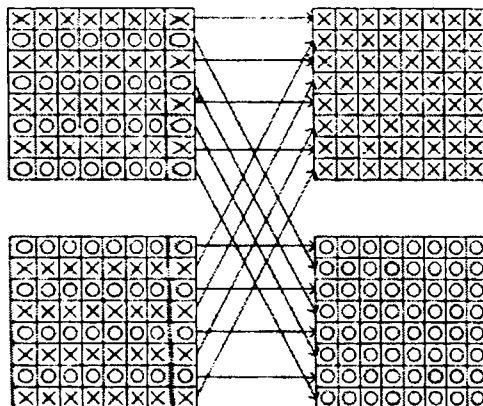
Bunda MPEG-2 makroblok uchun DKO'ning ikkita tipi: kadrli va maydonli bo'linishni aniqlaydi. Kadrli DKO' MPEG-1 bilan bir xil ishlaydi, bu yerda 16x16 piksel o'lchamli yorug'lik sanog'i bloki joylashuviga mos holda 8x8 pikseli 4 ta blokka bo'linadi.

Maydonli DKO' tepa tomondagi ikkita blok uchun yuqori maydonning 8 ta qatorini, quyi bloklar uchun pastdagi maydonning 8 ta qatoridan foydalaniladi, shu taxlit 4.15-rasmda ko'rsatilganidek makroblokning yuqori va pastki maydonlari hosil qilinadi. Ushbu vaziyatda rangfarq bloklar faqat tepa tomondagi maydonga tegishli hisoblanadi. Maydonli DKO' maydonlar orasidagi mavjud farq qancha katta bo'lsa, samara shuncha yuqori bo'ladi va misol uchun, vertikal bo'ylab harakatlanishda. Kadrli DKO' tasvirning mayda detallarini yaxshiroq uzatish imkonini beradi. Bunda ikkala o'zgartirish turi ham bitta video ketma-ketlikda qo'llanilishi mumkin. Ikkita kadr sifatida kodlanuvchi kadrlar har doim maydonli DKO'dan foydalanadilar, kadrli kodlash esa, makroblok bir bosqichidan boshqasiga o'tishni qo'llagan holda, DKO'ning ikkala ko'rinishidan ham foydalanish imkonini beradi.

Satrlararo tasvirlarga ishlov berish bashorat jarayoniga ham sezilarli o'zgartirishlar kiritadi. Kadrli bashorat xuddi MPEG-1dagi kabi joriy va tayanch kadrlarda 16x16 pikseli makrobloklarning eng mukammal moslikligini baholaydi.

Maydonli bashorat avvalgi ikkita maydon va joriy maydonlardan olinganlar ichidan 16x16 pikseli bloklar uchun eng mosini (yaxshisini) tanlaydi. DKO'dagi kabi maydonli kodlashda faqat maydonli bashoratdan foydalanishi mumkin, kadrli kodlashda esa imkoniyatlar keng, chunki u ham kadrli ham maydonli bashoratdan foydalanishi mumkin. Oxirgi holatda makroblokning alohida yuqori

va quyi maydonlari mosligi tayanch kadrning ikkita maydonidan yaxshi natijani tanlagan holda qidiriladi.



4.15-rasm. Maydonli DKO'da makroblok maydonlarining shakllanishi

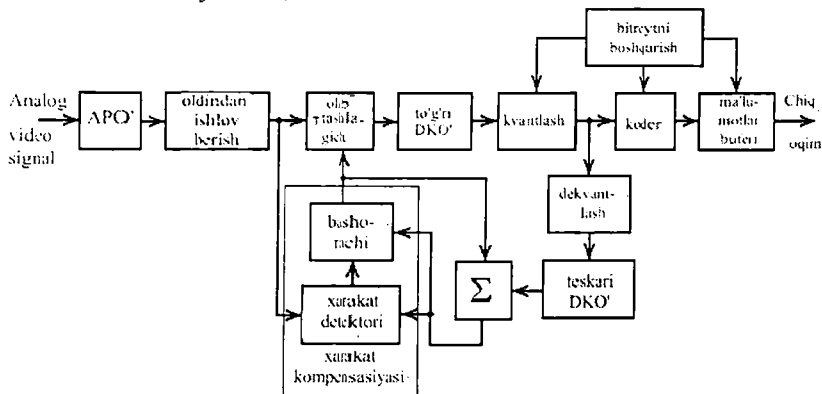
Harakat kompensatsiyasining yuqori aniqligini makroblokning ikkita maydonga bo'linishi ta'minlaydi. Bunda 16x8 piksel o'Ichamli makroblok yuqori va quyi maydonlari uchun alohida ikkita ko'chish vektori shakllanadi, ular dekoderga yanada aniqroq tasvimi tiklash uchun uzatiladi.

Shuni aytib o'tish joizki, MPEG-2 standarti videotsignalni siqish usuliga reglament belgilamaydi, balki kodlangan videotsignal bitli oqimi qanday ko'rinishda bo'lishi kerakligini aniqlaydi, shuning uchun aniq algoritmlar apparat-dasturiy ta'minoti ishlab chiqaruvchilarining tijorat siri hisoblanadi. Ammo videooqimni siqishning umumiy prinsiplari (omillari) 4.16-rasmda ko'rsatilgan ketma-ket jarayonlarni o'z ichiga oladi.

Dastlabki RGB videotsignallar ARO'da analog-raqamli o'zgartirilgandan keyin oldindan ishlov berish blokiga kelib tushadi, keyin bu yerda quyidagi amallar bajariladi:

- RGB signallar yorug'lik Y va rangfarq U va V signallariga o'zgartiriladi, shuningdek 4:4:4 rangli formatni 4:2:2 (rangfarq

komponentlarni gorizontaal qayta diskretlash)ga yoki 4:2:0 (rangfarq komponentlarni gorizontaal va vertikal qayta diskretlash)ga qayta kodlash amali bajariladi;



4.16- rasm. MPEG-2 standartida televizion signalni siqish usulining umumiy ko'rinishi

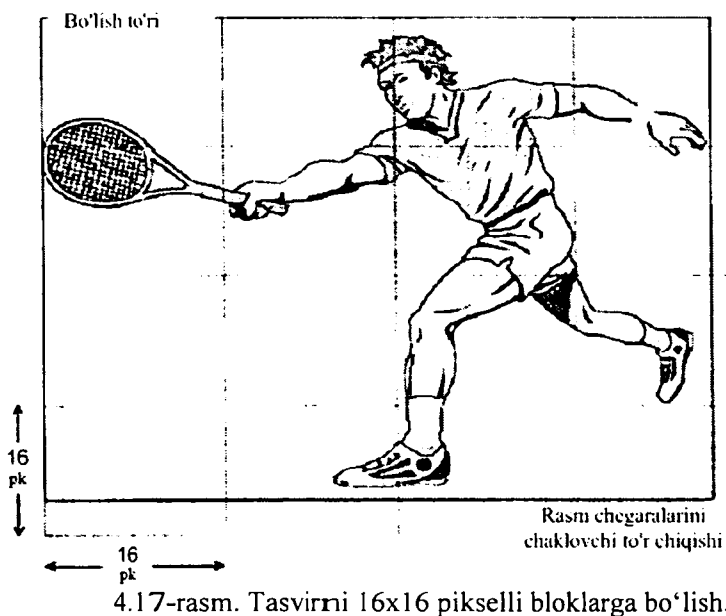
- Ortiqcha axborotni oldindan o'chirib tashlash, masalan: agar tasvir foni bir xil piksellar guruhidan iborat bo'lsa, unda piksel qiymatini va tasvirda uni qancha takrorlash kerakligini yo'llash kifoya;

- Tasvirning har birini 8x8 pikseli oltita blokdan iborat makrobloklar ketma-ketligiga bo'lish: 4tasi 16x16 matritsani tashkil etuvchi yorug'lik signali Y va bittadan rangfarq komponentlar U va Vdan iborat;

Agar dastlabki tasvir qatorlararo maydon ko'rinishida uzatilayotgan bo'lsa, unda ular progressiv yoyish bilan kadrga o'zgartirilishi mumkin. Agar o'lcham 16 pikselga karra bo'lmasa, tasvirning makrobloklar butun soniga yaxlit butun sonli qilib bo'linishini ta'minlash uchun tasvirning qatorlar va ustunlariga nol yorug'likda yetishmayotgan piksellar qiymati (soni) qo'shiladi (4.17-rasm).

So'ngra bo'lingan tasvirning makrobloklari kadrlararo ortiqchalikni bartaraf etish uchun olib tashlagich blokining birinchi

kirishiga kelib tushadi. Ikkinchi kirishga shu tasvir syujetining avvalgi yoki keyingi kadrdan ko'chirilgan (siljigan) makrobloklari kelib tushadi. Bunda makroblokning yangi koordinatalari ularning kadrdan kadrغا kutilayotgan harakati bashorati asosida hisoblanadi, undan keyin ularning ko'chishi mumkin bo'lgan xudud kadrlararo farqining minimal qiymati bo'yicha aniq joylashuvini belgilaydi. Shu taxlit, makrobloklarning qo'shni piksellari qiymatining ayirmasini hisoblangandan so'ng ularning axborotlashganligi sezilarli pasayadi yoki umuman 0ga teng bo'lib qoladi.



Keyin yuqori aytilgan MPEG-1 standartidagi kabi, olingan makrobloklar farqlari kadrlararo statik ortiqchaligini bartaraf etish uchun DKO' mexanizmidan foydalaniladi. DKO'ning to'g'ridan-to'g'ri olingan, signal energiyasini uning garmonik tarkibiy qismlari bo'ylab taqsimlanishini xarakterlovchi koeffitsientlari, Xaffman

jadvali asosidagi entropik koder va uzun seriyalar statik kompressorini yordamida adaptik kvantlanadi va kodlanadi.

Tiklangan tasvirning sifatini baholash yoki chiqish oqimining o'zgarish bitreytidagi holatda, kvantlashni adaptiv boshqarish uchun koderda siqilgan video ma'lumotlarni dekodlash jarayoni amalga oshiriladi. Buning uchun dekvantlash va teskari DKO blokleri ishlatiladi va umumlashtiriladi (yig'indisi olinadi) (4.16-rasm). Umumlashtirish blokida videomlumotlar harakatini kompensatsiyalash bashorat xatoliklari bilan qo'shiladilar va shu orqali kadrning piksel qiymatlari tiklanadilar. Signal haqida olingan ma'lumotlar axborotlarni kodlash uzelliga yuboriladi, bu esa shakllanayotgan siqilgan tasvir sifatini baholash imkonini beradi.

Bundan tashqari MPEG-1dan farqli ravishda MPEG-2 standarti quyidagilarga imkon yaratadi:

- MPEG-1dagi kabi faqat 8 bitli emas, balki 9 yoki 10 bitli kvantlashdan foydalanish;

- Ichki kadrlar bashorat bilan kodlangan makrobloklar yo'qolishini bartaraf etish uchun ularning maskirovkalash amalga oshiriladi, ya'ni yo'qolgan makroblok o'rniga parametrlari bo'yicha unga o'xshashi yaqin makroblok qo'yiladi. Buning uchun oqimda "qoldirilgan makroblok"ni boshqaruvchi kod uzatiladi;

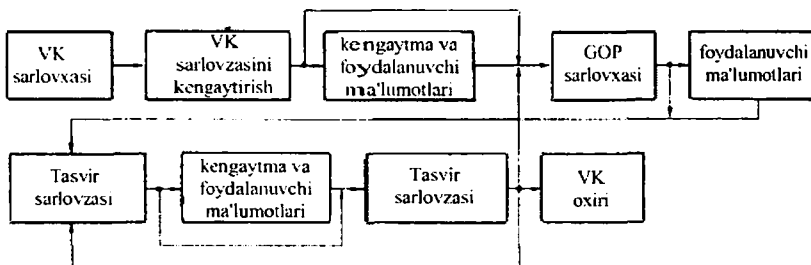
- Axborotni uzatish panoramalash rejimi (pan&scan) ko'zda tutilgan, ya'ni u dekoderga tasvirning qaysi 16:9 formatli bo'lagini 4:3 formatli ekranda tasvirlash kerakligini ko'rsatadi. Axborot har kadrda uzatiladi va tasvirni pikselgacha aniqlikda siljitish imkonini beradi.

4.4.2. MPEG-2 standart videoma'lumotlar oqimi

MPEG-2 videokoder chiqishidagi ma'lumotlar oqimining soddalashtirilgan tuzilmasi 4.18-rasmda ko'rsatilgan. Videoma'lumotlar oqimining eng yirik birligi bo'lib **videoketma-ketlik (video sequence)** yoki **videoqator** hisoblanadi. Videoketma-ketlik tasvir guruhleri (GOP)ning ixtiyoriy sonidan iborat bo'lishi mumkin, ular o'z navbatida I, P, B kadrlardan (kadrlar kodlashda) yoki maydonlardan (maydonli kodlashda) iborat bo'ladi. Har bir tasvir

slayslardan iborat, ularning har biri bir necha makrobloklardan tashkil topadi.

Har bir videoma'lumotlar oqimi tashkiliy birligi dekodlash jarayonida oqimdan kerakli ma'lumotlarni ajratib olish imkonini beruvchi mos boshlang'ich koddan boshlanadi.



4.18-rasm MPEG-2 videodekoderi chiqishidagi ma'lumotlar oqimi tuzilmasi.

Videoma'lumotlarni uzatish doimo videoketma-ketlik (VK) sarlavhasidan boshlanadi, uning ketidan sarlavha kengaytmalari keladi. Ma'lumotlar oqimining ushbu qismlarida quyidagi ma'lumotlar uzatiladi:

- tasvirning piksellar miqdori bilan ifodalangan balandligi va kengligi;
- tasvir formati (kenglikning balandlikka nisbati);
- kadrlar chastotasi;
- belgilangan videoma'lumotlar oqimi bitreyti;
- videoma'lumotlar oqimidan kvantlash koeffitsientlari matritsasini yuklab olish zarurligi belgilari;
- satrlararo yoyishning foydalanilayotganligi belgisi;
- foydalanilayotgan diskretizatsiyaning formati (4:2:0, 4:2:2 yoki 4:4:4).

Keyinchalik foydalanuvchining qo'shimcha ma'lumotlari va kengaytmalari uzatilishi mumkin. Oqimning shu qismi bo'lmazligi mumkin, blokni aylanib o'tishi ko'rsatkich bilan keltirilgan. Kengaytmalar masshtablilik bor bo'lgan xollardagina mavjud bo'ladi,

u to'liq videoma'lumotlar oqimidan tasvirlarni olish imkonini beradi. Bunday vaziyatda oqim ikkita yoki undan ko'p qatlamlar (layers) dan iborat bo'ladi. Baza qatlami tasvirning bir necha boshlang'ich parametrlari sifat bilan olish imkonini beradi. Ma'lumotlar oqimining qo'shimcha yoki yaxshilovchi (enhancement) qatlamlari tasvirning yanada sifatliroq qilib olish imkonini beradi. MPEG-2 standarti videoma'lumotlar oqimini masshtabli bilan yoki masshtabsiz tashkil etish imkoniyatini ko'zda tutadi.

Har bir tasvirlar guruhi sarlavhadan ("GOP sarlavhasi") boshlanishi mumkin. Ushbu sarlavha videoketma-ketlikdagi tasvirlarning birinchi guruhi uchun mavjud bo'lishi shart. Tasvirning boshqa guruhlari uchun ushbu sarlavha bo'lmashligi mumkin (aylanib o'tish ko'rsatgich bilan keltirilgan), chunki guruh boshi doim birinchi kadr bilan mos keladi. Tasvirlar guruhi sarlavhasida vaqt belgisi va ushbu guruh tuzilmasi haqida ma'lumotlar uzatiladi. Tasvirlar guruhi sarlavhasidan so'ng foydalanuvchi ma'lumotlari uzatilishi mumkin.

4.2-jadval

MPEG-2 kodlash variantlari uchun bitreyt maksimal qiymatlari

Qiymatlar	Profil				
	Oddiy (Simple)	Bosh (Main)	S/SH bo'yicha masshtablash (SNR Scalable)	Fazoviy (Spati-ally Scalable)	Yuqori (High)
Yuqori 1920x1152	-	80 Mbit/s	-	-	100 Mbit/s
High-1440 1440x1152	-	60 Mbit/s	-	60 Mbit/s	80 Mbit/s
Asosiy 720x576	15 Mbit/s	15 Mbit/s	15 Мбит/с	-	20 Mbit/s
Past 352x280	-	4 Mbit/s	4 Mbit/s	-	-

Har bir kadr va maydondan oldin tasvirning ketma-ketlikdagi sarlavha nomeri, tasvir turi (I, P yoki B) va boshqa ma'lumotlar

keladi. So'ngra foydalanuvchi kengaytmalari va ma'lumotlari uzatilishi mumkin. Undan so'ng tasvirning o'zining ma'lumotlari uzatiladi. Har bir makroblok ichidagi ma'lumotlar berilgan tartibda joylashgan bo'ladi. Makroblok sarlavhasi bashoratli kodlash haqidagi ma'lumotlar va vektorli harakatlar hamda boshqa ma'lumotlardan iborat bo'ladi.

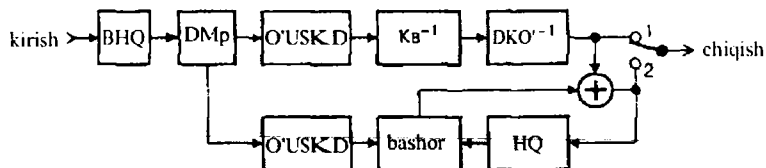
Tasvir ma'lumotlarini uzatilgandan so'ng joriy guruhning boshqa tasviri ("tasvir sarlavhasi" bloki ko'rsatkichi) yoki keyingi tasvir guruh ("GOP sarlavhasi" blokiga ko'rsatkich) uzatilishi boshlanadi. Agar videoketma-ketlikdagi oxirgi tasvir uzatilgan bo'lsa, unda ketma-ketlik tugaganligi belgisi ("VK tugadi") uzatiladi.

4.2-jadvalda kodlashning turli variantlari uchun bitreyt maksimal qiymatlari berilgan.

4.4.3. Videoaxborot dekoderi

Standartdan kelib chiqqan holda dekoderda (4.19-rasm) o'zgaruvchan uzunlikka ega kodlarning dekodlanishi, dekvantlanishi, teskari DKO' operatsiyasi, harakat kompensatsiyasi amalga oshiriladi va kadrlarning boshlang'ich ketma-ketligi tiklanadi.

Dekoder buferli xotira qurilmasi (BXQ); demultipleksor (DMP); o'zgaruvchan uzunlikli kodli so'zlarga ega kodlar dekoderi (O'USKD), shuningdek, dekvantlagich (Kv^{-1}), xotira qurilmasi (XQ), teskari DKO' bloki va koder bloklariga mos keluvchi bloklardan tashkil topadi. Takt chastotasi 27 MGs dekodlanayotgan oqimdagagi ma'lumotlardan foydalanish asosida tiklanadi.



4.19- rasm. MPEG-2 videodekoderi tuzilmaviy chizmasi

Xilma xil kadr dekoderlarida (I; P; B) tiklanish vaqti oqimning tuzilish murakkabligiga bog'liq va shuning uchun dekoder kirishida 3-

4 kadr sig'imli bufer xotira qurilmasi (BXQ) qo'yiladi. Ushbu BXQ o'zgarmas ma'lumotlar uzatish tezligini kadrlarni dekodlash jarayoni bilan moslashtiradi. Bunda ma'lumotlar BXQdan vaqt bo'yicha notekis o'qiladi. Raqamli oqimda xilma xil ma'lumotlar (videoma'lumotlar, bloklarning harakat vektorlari, vaqtning tuzilmaviy belgilari, ovoz ma'lumotlari va x.k.) uzatilganligi sabab ularni to'g'ri dekodlash uchun qayta ishlashning turli usullari qo'llaniladi. Shuning uchun dekoderda demultipleksor ishlatiladi va u paketlab joylashtirilgan videoma'lumotlarni O'USKD orqali dekvanlavchiga (Kv^{-1}) o'tkazadi. Teskari DKO' (DKO'^{-1}) chiqishida tayanch kadrlar piksellari shakllantiriladilar va ular kommutator orqali (1 ulangan holatda) chiqishga uzatiladilar.

Raqamli oqimning kattagina qismini, kadrning to'g'ri va ikki tomonlama bashorat qilingan, ya'ni joriy va keyingi kadr piksellari orasidagi kadrlararo farqni ko'rsatuvchi bloklardan tashkil topadi hamda ular videooqimni asosiy siqilishini ta'minlaganlar. Shu sabab bunday tasvir kadrlarini tiklash uchun dastlab avvalgi kadr bloklaridan va bashoratdagi ularning harakat vektorlaridan tasvirning kadrlararo farqi shakllantiriladi. So'ngra summatorida (qo'shuvchida) bashorat chiqishidagi piksellar qiymatini tiklangan avvalgi kadrning xotira qurilmasida (XQ) saqlangan qiymati bilan qo'shilishi natijasida bashorat kadrlarining dekodlashgan tasvirlari shakllantiriladilar. Ular kommutatorning 2 holatida chiqishga uzatiladilar.

Dekoderni apparat, dasturiy va apparat-dasturiy vositalar bilan qo'llash kodernikiga nisbatan ancha oson, chunki dekoder bloklarning tayyor harakat vektorlari bilan ishlaydilar. Dekoderda esa bloklar harakat vektorlarini izlash uchun katta piksel massivlariga ishlov berish kerak bo'ladi va bu o'z navbatida katta hajmli xisoblashlar hamda ko'p vaqt talab etadi.

4.4.4. MPEG-1,2 standartlarida tasvir buzilishlari va videoqimning mu mkin bo'lgan siqish koeffitsientlari

MPEG-1, 2 standartida siqishning yetarlicha katta qiymatlarida maxsus buzilishlar yuzaga keladi, ularni tasvirlarning kodlash usullari bilan aniqlanadigan 2 guru hga bo'lish mumkin:

Ichki kadrli kodlashda yuzaga keladigan buzilishlar:

1. Blokli buzilishlar (bloking-effekt) siqishning katta koeffitsientlarida quyidagi sabab bilan yuzaga keladi: qo'shni bloklar bir biridan mustaqil holda kodlanadi va dekodlanadi, natijada bloklar chegarasidagi (orasidagi) yorug'lik piksellarining ravon taqsimlash buziladi va tasvir mozaik ko'rinish oladi.

2. Tasvir chaplashishi (tushunib bo'lmazligi). Tasvir siqish koeffitsientining katta qiymatlarida kuzatiladi. DKO'ning yuqori chastotali koeffitsientlarini cheklash yoki nolga tenglashda yuzaga keladi, natijada tasvirning maydi detallari chaplashib ketadi yoki umuman yo'qoladi.

3. Tasvir yorug'ligi tez o'zgargandagi qo'shimcha "soyalar" (hoshiyalar) paydo bo'lishi. Ushbu effekt fazoviy spektr yuqori chastota tarkibiy qismlarining butunlay yo'qolishi yoki sezilarli buzilishlari bilan bog'liq.

4. Ranglarning chaplashib ketishi. Sababi chegaralarda hoshiya paydo bo'lish effekti sababi bilan bir xil, faqat u tasvirning yorug'lik signali tez o'zgargan joylarida namoyon bo'ladi.

5. Pog'ona effekti. Blok ichidagi tasvirlarning qirralarini noto'g'ri uzatish yoki tiklash natijasida yuzaga keladi. Effekt tasvirni kattalashtirish masshtabida tiklaganda ko'proq namoyon bo'ladi.

Kadrlararo kodlashda yuzaga keladigan buzilishlar:

1. Tasvirning yolg'on chegaralarini yuzaga kelishi, kadrlararo kodlashda videosignalning harakat kompensatsiyasida paydo bo'ladi.

2. "Chivinlar" effekti. Blokning harakatlanuvchi ob'ekt va fon orasidagi chegaralarida rangli yoki yorug'lik fluktuatsiyasi (biror bir qonunga bo'ysinmagan holda juda tez yorqin o'zgarish) sifatida namoyon bo'ladi. Effekt mavjud va bashorat qilingan kadrlarning kvantlanish parametrlarining kadrda kadrda o'zgarishi natijasida yuzaga keladi.

3. Statsionar xududdagi “ donli” shovqin. Sust harakat kuzatiladigan yoki harakatsiz xududlarda o‘zgaruvchan tovlanuvchi (rangli) paydo bo‘lish davri nisbatan kam shovqinlar sifatida namoyon bo‘ladi.

4. Makroblokda uning boshlang‘ich ranglari va uni atrofmi o‘rab turuvchi xududdagi ranglarga nisbatan noto‘g‘ri ranglarning paydo bo‘lishi.

5. Harakatlanuvchi ob‘ektlar ortidan izlarning qolishi, ularning nisbatan uzoq saqlanishi mumkinligi.

601-Tavsiyaga asosan 4:2:2 diskretizatsiyada ikkilamchi signallarning uzatish tezligi 216 Mbit/s bo‘lishi belgilangan. Televizion eshittirishda ishlatiladigan, 4:2:0 formatga o‘tishda, ikkilik signallarning uzatish tezligi 162 Mbit/sga qisqaradi, shunga mos holda videooqimni siqish qiymatini baholash amalga oshiriladi. Bunda 720x576 piksellik shaklga ega, tiklangan tasvirning studiyadagidek sifatini olish uchun MPEG-2ning asosiy qiymat kodlashidan foydalanilganda, raqamli oqim tezligi 15 Mbit/s bo‘lishiga erishiladi va siqish koeffitsientining qiymati 11 martaga yetadi. Biroq texnik adabiyotlarda yozilishicha, amaliyotda qabul qilingan tasvirning studiyadagidek sifatini olish uchun videoaxborotni uzatish tezligini 9 Mbit/s gacha siqish mumkin, ya‘ni siqish koeffitsienti 18 marotabani tashkil etadi. PAL tizimidagi oddiy tasvir bilan taqqoslanadigan tasvir sifatini olish uchun tezlik 4...5 Mbit/s gacha kamayishi mumkin, ya‘ni siqish koeffitsienti 30...40 martani tashkil etadi. VHS standartidagi videoyozuvlarni namoyish qilishda, qabul qilinadigan tasvirga taqqoslanadigan, sifatini olish 1,5 Mbit/s gacha kamaytirishga erishiladi, ya‘ni siqish 100 martadan ham ko‘proq.

4.4.5. MPEG-2 standartida ovoz signallariga ishlov berish

MPEG-2 standartida tarkibiy qism sifatida ovoz signallarini siqish algoritmi kiritiladi, bunda xuddi MPEG-1 (1, 2 va 3 bosqichlar) standartidagi kabi tovushni polosali kodlash prinsiplaridan (omillaridan) foydalaniladi. Bu yerda ovozli signalning butun chastota spektri polosali filtr to‘plami yordamida 32 ta polosaga bo‘linadi. Chiqish signallarining kam spektral energiyali polosi mos ravishda

kichik amplitudagi ega bo'ladi va shu bois nisbatan qisqa kodli so'zlar bilan kodlanishi mumkinligi evaziga siqish koeffitsienti ta'minlanadi. Undan tashqari, psixoakustik deb nomlanuvchi effekt qo'llaniladi. u kuchsiz ovozni yaqin chastotali kuchli ovoz bilan maskirovka qilishdan iborat. Kvantlash shovqinlari maskirovka pog'onasiga moslashadi va kanalda faqat foydalanuvchi tomonidan qabul qilinishi mumkin bo'lgan eshittirish ovozlari uzatiladi. Har bir polosadagi kvantlanish ushbu polosa signallining energiyasini o'lchash asosida (1-bosqich) yoki tashqi spektral taxlildan foydalanish asosida (2-bosqich) amalga oshirilishi mumkin.

«**Layer-1**» (1-qatlam) – professional sohada hamda xotirasi yetarli katta hajmga ega yozish tizimlarida, ovozning juda yuqori sifatida, studiya sifatlarida yozish va qayta yozish uchun tavsiya qilinadi. audioma'lumotlarni uncha katta bo'lmagan siqish koeffitsientiga va xotirasi katta talab qilinadigan qatlamdir. Aynan shu qatlam qolgan barcha qatlamlarning boshlanishi bo'lgan, aynan u "SONY" firmasining mini-disklarining (MiniDisk - MD) siqish tizimi asosini tashkil etadi. Asosiy parametrlari: 15 KGsga teng ovoz chastotasi polosasidagi raqamli oqimni uzatishdagi tezligi 192 Kbit/s; siqish koeffitsienti 4 ga teng; ishlov berishdagi signal kechikishi (ushlab qolinish) 20 msni tashkil qiladi.

Siqish algoritmi - sekin (asosan akustik model va koeffitsientlarni taxminan yaqinlik bilan kesishishini hisoblashlardagi xatolarga yo'l qo'yilishi hisobiga). Dekodlash algoritmi - tez (real vaqtga tatbiq qilinishi mumkin).

«**Layer-2**» (2-qatlam) iste'mol xududi (o'rta murakkablikdagi signallarni radioeshittirishi va audioma'lumotlarni o'rta bosqichda kompressiyalashda qo'llaniladi). Layer 1 ga nisbatan Layer 2 da taroqsimon uchli (grebenchatiy) filtr va Furrye tez o'zgartirish amali kiritiladi, shuningdek, ko'pgina maxsus jadvallar aniqlantiriladi. Natijada siqish bosqichi oshadi, lekin ovoz signali kompressiyasi tezligi tushdi, garchi teskari o'zgartirish tezligi sekinlashmasa ham. Asosiy parametrlari: 15 KGsga teng ovoz signali chastota polosasidagi raqamli oqimning uzatishdagi tezligi 128 Kbit/s; siqish koeffitsienti 6 ga teng; signal kechikishi 40...50 msni tashkil qiladi.

«Layer-3» (3-qatlam), nutqni ISDN tarmoqlaridagi kichik polosali kanallarda, professional sohada (radioeshittirishda va o'rtasifatli hamda kam xajmli xotiraga ega yozish tizimlarida) uzatish uchun foydalaniladi. Algoritmning yuqori murakkablikka egaligi bilan farqlanadi va quyidagi parametrlar bilan xarakterlanadi: 15 KGsga teng chastota polosasidagi raqamli oqimni uzatishdagi tezligi 64 Kbit/s; signal kechikishi 50 msni tashkil qiladi.

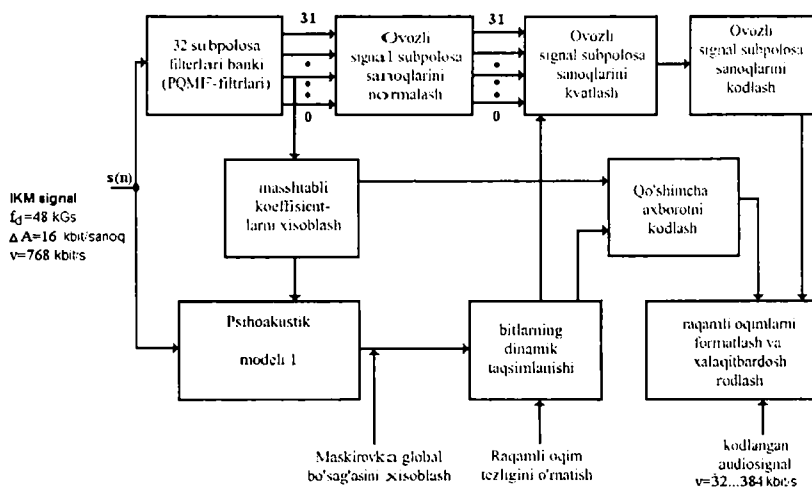
4.20- rasmda ko'rsatilgan tuzilmaviy sxema asosida Layer-1 va Layer-2 koderlarining ishlash omillarini ko'rib chiqamiz.

Audio signalning kirish sanoqlari koder kirishiga uzatiladi va raqamli filtrlar bankiga kelib tushadi. Bu yerda birlamchi signal ($f_d = 48$ KGs, $\Delta A = 16$ bit/sanoq, $v = 768$ kbit/s) 32 subpolosali tashkil etuvchilarga bo'linadi. Audiokadr 384 ta (Layer-1 uchun) yoki 1152 ta (Layer-2 va Layer-3) sanoq ajratmalaridan iborat ovoz signalini hosil qiladi. Har bir audiokadrni uzatish vaqti 8ms (Layer-1) yoki 24 ms (Layer-2 va Layer-3) bo'ladi. Barcha 32 subpolosalar doimiy kenglik $F = f_d / (2n)$ ga teng bo'ladi, bu yerda f_d - ovoz signalining diskretizatsiya chastotasi, n - 750Gs teng bo'lgan subpolosalar soni.

Filtratsiyadan so'ng har bir subpolosadagi ovoz signali sanoqlari bloklarga yig'iladi, so'ng masshtablanadi (normallashtiriladi), kvantlanadi va kodlanadi. Layer-1dagi masshtablashda, ovoz signalining har bir subpolosadagi 12ta sanoqlarining maksimal qiymatlari olinadi va ular masshtabli koeffitsient SCF (Scale Factor) deb nomlanadi. Layer-1 uchun umumiy 32 ta masshtablash koeffitsientiga mavjud. Layer-2da ovoz signalining har bir blokidagi 36ta sanoqlari 3ta kichik blokchalarga bo'linadi va ular yuqorida qayd etilgandek granula deb nomlanadi. Har bir granulada ovoz signalining 12ta sanog'i bo'ladi va ularning maksimal qiymati aniqlanadi hamda shu qiymat granulaning masshtabli koeffitsienti SCF hisoblanadi. Hamma subpolosalar 32 ta, shuning uchun Layer-2 da SCFlarning umumiy miqdori $3 \times 32 = 96$ ga teng bo'ladi. Dekoderga uzatiladigan SCF qiymatlari standart jadval ko'rinishida beriladi. Shuning uchun granuladagi sanoqlar maksimal qiymati SCF jadvalidagi qiymatlari to'plami bilan solishtiriladi. Jadvaldagi ko'p qiymatlardan eng yaqini tanlab olinadi. O'sha qiymat keyin SCF granulasi deb qabul qilinadi.

1- va 2- Layer uchun ovoz signali sanog'ini kodlash qo'llaniladi, bunda kodlashning har bir subpolosasida $384:32 = 12$ ga (Layer-1) yoki $1152:32 = 36$ ta (Layer-2) sanoqlarga ega bo'lamiz. Audio ma'lumotlarni kodlashda parallel qo'shimcha ma'lumotlarni (AD - Ancillary Data) kodlash amalga oshiriladi.

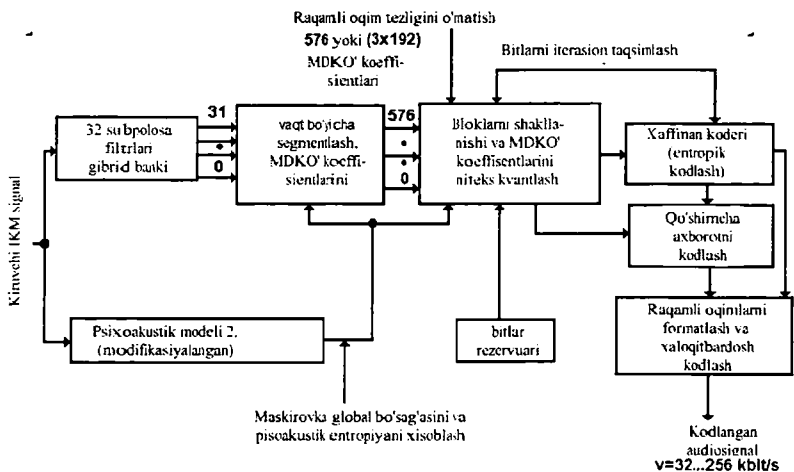
Layer-3 (4.21-rasm) Layer-1 va Layer-2 ga nisbatan siqishning murakkab tizimi qo'llanishi bilan xarakterlanadi. 3-qatlamda boshqa psixoakustik modelning, ya'ni boshqacha ikkinchi notekis kvantlash modeli qo'llaniladi.



4.20-rasm. ISO/IEC 11172-3 MPEG-2 standartining ovozli koderi tashkiliy chizmasi, Layer-1 va Layer-2

Bundan tashqari Layer-3 da kodlashga ovoz signali sanog'ining o'zi emas, balki MDKO' (MDCT- Modified Discrete Cosine Transform) koefitsientlarining kvantlangan qiymatlari ishlatiladi, ularning soni har bir kodlash subpolosasida 18 tani tashkil qiladi. Koefitsientlarni kodlash uchun Xaffman kodlari jadvalidan foydalaniladi. Bu ovoz signalining statistik hossasini hisobga oladigan entropik kodlash deb nomlanadi.

Ko'plab hisoblashlar natijasida, "Raqamli oqimlarni shakllantirish va xalaqitbardosh kodlash" bloki (4.20 va 4.21-rasmlar) chiqishida audiokadrlar ketma-ketligini ifodalovchi ovozli kadr shakllanadi.



4.21-rasm. ISO/IEC 11172-3 MPEG-2 standartining ovozli kodleri tashkiliy chizmasi, Layer-3

Audiokadr - bu paketlangan oqimdagi ma'lum qiymatli uzunliklardagi axborotlar jamlamasi (paketi). Har bir paket umumiy holda 4608 bitga ega. U "sinxronizatsiya" so'zidan boshlanadi va keyingi sinxronizatsiya so'zi oldidagi bayt bilan yakunlanadi.

Har bir audiokadr 4 ta mustaqil qismdan iborat:

1. **Sarlavha (Header)**. U o'zida audiokadrlarning birinchi 32 ta bitida (4ta baytida) mavjud axborotni ifoda etadi va sinxronizatsiya qilish hamda oqim dekodlanishi uchun zarur ma'lumotni uzatilishini ta'minlaydi.

2. **Error_check** (xatolarni tekshirish) - bu oqimning opsional (bo'laklangan) qismi bo'lib, ortiqchalikni siklik tekshirishdan (Cyclical Redundancy Check, `crc_check`) iborat. U o'zida juft

sanoqlilikka tekshirish uchun 16 bitli soʻzni ifoda etadi va kodlangan oqimdagi xatolarni topishni taʼminlaydi

3. **Audio_data** (audiomaʼlumotlar) - ovozli maʼlumot boʻlib, oʻzida dekodlanish uchun zarur boʻlgan axborot va kodlangan sanoqlarni saqlaydi.

4. **Ancillary_data** (qoʻshimcha maʼlumotlar) oʻzida foydalanuvchi tomonidan qoʻshilishi mumkin boʻlgan bitlarni saqlaydi. Foydalaniladigan qoʻshimcha bitlar miqdori (**no_of_ancillary_bits**) kadrda bitlar umumiy miqdoridan ayrilib chiqarilishi kerak. Kadr davom etish vaqti oʻzgarmas boʻlganligi bois, ushbu hisoblashlar audio sanoqlarini kodlashga va audio sifatiga taʼsir qilishi mumkin.

Undan tashqari, MPEG-2 standarti 1997 yilda ovozni kodlashning takomillashtirilgan tizimi AAC (Advanced Audio Coding) bilan toʻldirilgan. U ISO/IEC 11172-3 va 13818-3 standartlarining Layer-3 siqish algoritmini ishlab chiqishda yigʻilgan tajribaga asoslangan va barcha tanish ovoz formatlari: mono, oddiy stereo, Dolby tizimining turli koʻrinishlari, besh kanalli 5.1 ovoz formatini qoʻllaydi. Biroq MPEG-1 dekoderlari MPEG-2 AAC formatini tushunmaydi, garchi oddiy MPEG-2ning ISO/IEC 13818-3 standartini qabul qilsa ham. AAC formati MP3 formatining kelajakdagi oʻrnini bosishga qodir vorisidir. MP3 ga nisbatan AACda siqilishning samarasi sezilarli oshirilgan, diskretizatsiyalash mumkin boʻlgan chastotalar toʻplami kengaytirilgan: **8, 11,025, 16, 22, 24, 32, 44,1, 48, 64, 88,2 va 96 KGs**. Zamonaviy koder tomonidan yaratilgan AAC faylning yangrash sifati 128 Kbit/s bitreytda MP3 faylning 192 Kbit/sdagi sifati bilan mos keladi. Undan tashqari AAC koʻp kanalli fayllar yaratish imkonini beradi, bu esa uni filmlarning saundtreklarini saqlashga imkon yaratadi. Past bitreytlarda kodlaganda SBR (spectral band replication, chastotalarni spektral tiklash) texnologiyasidan foydalanib AAC HE (high efficiency, yuqori samaradorlik) fayllarini yaratish imkonini beradi. Undan tashqari AAC fayllar (profil)ni yaratishning 3 ta rejimiga ega:

- Main - asosiy (oriqcha xotira boʻlmaganda ishlatiladi);
- Low Complexity (LC) - past murakkablik;
- Scalable Sampling Rate (SSR) - masshtablanadigan

diskretizatsiya, buning uchun ma'lumotlarni qabul qilish tezligining o'zgarishiga moslashgan dekoder talab etiladi.

Ulardan eng mashhuri LC bo'lib, unda ovoz signallari siqishining nisbatan past murakkabligi ishlatiladi, bu esa AAC LC fayllarni AAC pleerlar yordamida tasvirlash imkonini beradi (masalan: Apple iPod yoki Nokia telefonlarida).

AAC koderining ish prinsipini 4.22-rasmda ko'rsatilgan tashkiliy chizma yordamida ko'rib chiqamiz. MPEG-2 AAC da MDKO' koeffitsientlari kodlanadi, biroq notekis kvantlashda siqish egri chizig'i shakli birmuncha o'zgartirilgan va Xaffman kodlarining boshqacha jadvali qo'llanilgan. Layer-3 dagi kabi kvantlash buzilishlari qiymatini boshqarish ikkita: ichki va tashqi iteratsion (yaqinlashish) sikl yordamida amalga oshiriladi. Raqamli audioma'lumotlar siqish algoritmining sifatini oshirish uchun, AAC koderda buzilishlarni minimallashtirish maxsus amaliyotlaridan foydalaniladi. Aniqroq aytganda, kvantlash xatoliklari mikrotuzilmasi har bir subpolosa ichidan minimallashtirilishi (TNS-Temporal Noise Shaping - deb nomlanuvchi) texnika bilan boshqariladi. Subpolosali signallarni birlashtirishda va kodlashda (Coupling) avvalgidek **M/S (mono/stereo) kodlash** rejimida ishlay olish imkoniyati yaratilgan. Alohida subpolosalarda kodlashda **L** va **R** stereo juftlik signallari emas, balki ularning yig'indisi $M = (L + R) \sqrt{2}$ va farqi $S = (L - R) \sqrt{2}$ qo'llaniladi. Chiziqli bashoratda faqat ko'pkanalli signal sanog'i orasidagi korrelyatsiya (bog'lanish) emas, balki kvantlanish shovqini spektrining shakli va uning vaqt bo'yicha o'zgarishi ham hisobga olinadi. AAC koderi psixoakustik modeli maskirovkasining global pog'onasini (yuqori chegarasini) hisoblashda qo'shimcha amaliyotlar va aniqlashtirishlar kiritiladi. Biroq bu yerda ham Layer-3dagi kabi 2-modifikatsiyalangan psixoakustik model asos hisoblanadi.

AAC algoritmi ovoz signalini kodlashda nisbatan yuqori sifatga erishishni ta'minlaydi, masalan, 5.1. formatidagi kabi. Siqish hisobiga yuzaga kelgan buzilishlar raqamli oqim yig'indi tezligi 320...384 Kbit/s bo'lgandayoq, eshitish sezgisi qiymatining quyi pog'onasidan pastda bo'ladi, ya'ni inson sezmaydigan xududda. Tezlik 64 Kbit/s bo'lganda 48 ta asosiy kanal, ovozli effektlar uchun 16 ta quyi chastotali kanal, 16 ta ko'p tilli kanal va 16 ma'lumot kanalidan

foydalanish mumkin. 16ta dasturni ovozli elementlar va boshqa ma'lumotlardan istalgan miqdorda foydalanib ifodalash mumkin.

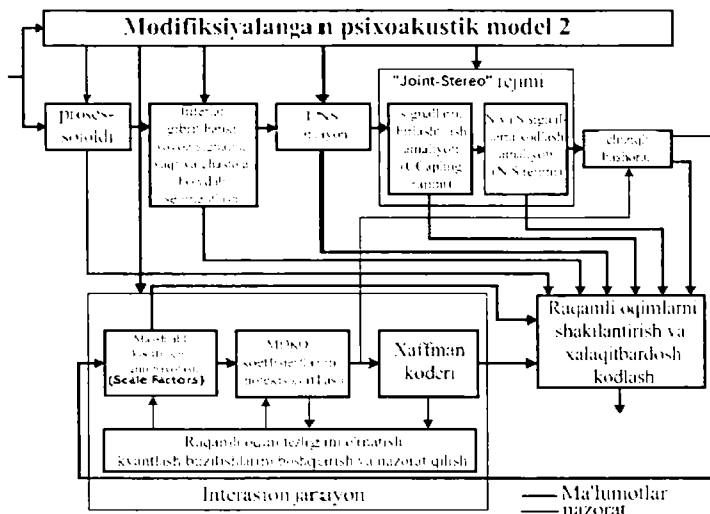
Shunday qilib, MPEG-2 ning ovozli qismi, ko'pkanalli ovozni kodlashni qo'llagan holda, quyidagi formatlarning ijrosini ta'minlaydi:

Besh kanalli ovozni;

Keng ekranli kinoteatrlarda qo'llaniladigan ikkita qo'shimcha frontal dinamikaga ega 7 kanalli ovozni;

Ushbu formatlarning past chastotali kanallar bilan kengaytirishlarini.

Ovozli kanal dinamiklarining mos joylashuvi 4.3-jadvalda keltirilgan.



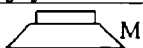
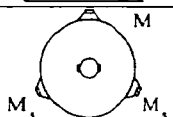
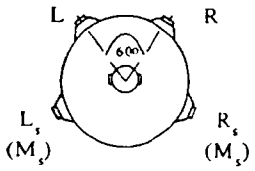
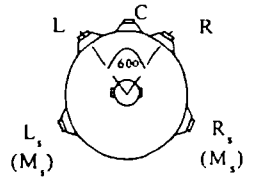
4.22-rasm. ISO/IEC 13818-7 standartining MPEG-2 AAC koderining tashkiliy chizmasi va uning ko'pkanalli shakli

Ko'p kanalli ovoz ko'rinishlaridan biri, ko'p tilli ovoz ifodasi bo'lib, har bir til uchun alohida raqamli uzatish oqimi bilan, yoki bir nechta (7tagacha) 64Kbit/s til kanallarini 384 Kbit/s tezlikdagi ko'p kanalli oqimga bilan amalga oshirish mumkin. Shuningdek, qo'shimcha ovoz kanallarini insonlarning eshitish va ko'rish qobiliyati

pasayganlar uchun (birinchi holatda sahnaning ko‘rinishini tasvirlash kanali, ikkinchi holatda suhbat tekstlarini, dialoglarini alohida berish kanali) ham uzatish mumkin.

4.3-jadval.

BS.775-Tavsiyasidan kelib chiqqan ko‘p kanalli ovozli tizimlar ierarxiyasi.

Tizim	Kanallar	Belgilanishi	Dinamiklarning joylashishi
Mono	M	1/0	
Mono + mono	M	1/1	
Ikki kanalli stereo	L/R	2/0	
Ikki kanalli stereo + 1 atrofda	L/R/Ms	2/1	
Ikki kanalli stereo + 2 atrofda	L/R/Ls/Rs	2/2	
Uchkanalli stereo	L/C/R	3/0	
Uchkanalli stereo + 1 atrofda	L/C/R/Ms	3/1	
Uchkanalli stereo + 2 atrofda	L/C/R/Ls/Rs	3/2	

Murakkab ko‘p tashkil etuvchili ovoz signallarni (kvadrofoniya, Dolbi 5.1. va h.k.) kodlashda, MPEG-1 va MPEG-2 standartlarining dekodearlari o‘zaro moslashib ishlashlari uchun MPEG-2 koderida dastlab matritsa yordamida MPEG-1 stereosignaliga mos tushadigan kombinatsiyalashtirilgan stereosignal shakllantiriladi. Shundan so‘ng

MPEG-2 ko'p kanalli ovoz signalini tiklaydigan qo'shimcha signallar majmuasi shakllantiriladi.

Kodlash jarayonida ikki kanalli signal MPEG-1 bilan mos bo'lgan ovoz tuzilmasiga qo'yiladi va unga mos dekoder bilan dekodlanishi mumkin. Kodlashdan keyin qolgan komponentlar raqamli oqimning boshqa tashkiliy birliklariga o'tkaziladi va faqat MPEG-2 dekoderi uchun mavjud bo'ladi.

4.5. MPEG-4 multimedia standarti

MPEG-4 standarti 90-yillar boshida multimediali axborotlarni (ovoz, kam kadrli televideniye, grafika, matn va boshqalar) Internetning raqamli oqim tezligi 64Kbit/s bo'lgan kichik polosali kanallarida ma'lumot uzatish uchun ishlab chiqilgan. Dastlab, MPEG-4 yaratilishidanoq televizion standart deb belgilanmagan va 15 kadr/s dagi CIF (352x288) formatning chorak qismini tashkil etuvchi, tasvirlarga ishlov bergan. Biroq yangi standart bu cheklovdan juda tez chiqib ketgan va 1998 yilning oktyabriga kelib MPEG-4ning birinchi varianti, 1999 yilning dekabrda ISO/IEC 14496 xalqaro standartning maxsus standartini deb qabul qilingan ikkinchi varianti paydo bo'lgan.

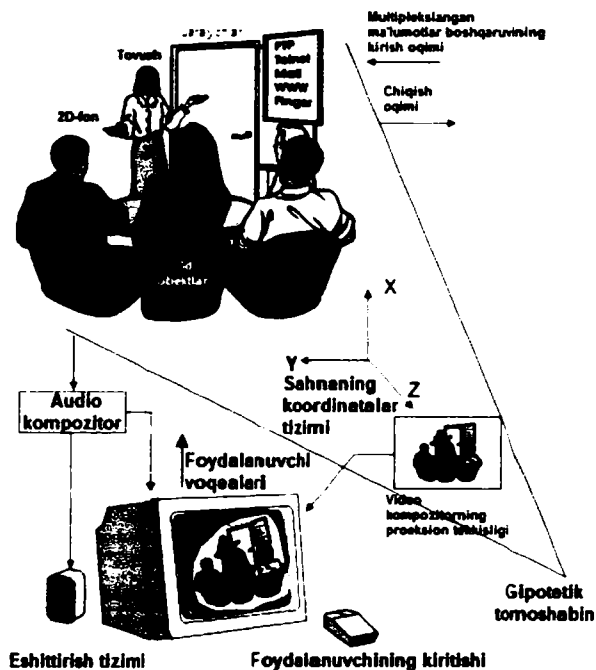
Hozirgi vaqtda standart 22 qismdan iborat va uning 10ta qismi raqamli televideniye signallarini kodlash qoidalarini belgilaydi. Ushbu qism **MPEG-4-10** yoki **H.264** deb nomlanadi.

O'zining ajdodlaridan farqli ravishda MPEG-4 faqatgina video yoki audioaxborotni siqish, saqlash va uzatish texnologiyasi emas. O'z maqsadiga ko'ra MPEG-4 - bu axborotni tasvirlashning yangi usul bo'lib, raqamli mediamalumotlarni uchta yo'nalishda: interfaol multimedia, grafik ilovalar va raqamli televideniyealarda ob'ektga yo'naltirilgan tasvirlanishidir. Agar MPEG-1 va MPEG-2 standartlari tayyor videokadrlar bilan ishlashni ifodalasa, MPEG-4 aslida ob'ektga yo'naltirilgan muhitni tashkil etish qoidalarini belgilaydi. U raqamli oqimlar, oddiy ma'lumot massivlari bilan emas, balki media-ob'ektlar bilan ishlaydi va unga asos bo'lib, alohida ob'ektlardan iborat natijaviy ovoz va tasvirning real vaqt masshtabida uzatishda va qabul nuqtasida shakllanishiga xizmat qiladi (4.23-rasm).

Har qanday video sahna ob'ektlariga bo'linadi va alohida elementar oqim (EO) bilan ifodalanadi. Ob'ektlar natural-videokamera yoki mikrofondan yozilgan va sun'iy - kompyuterda sintezlangan bo'lishi mumkin.

Bunday yondashuv bir qator afzalliklarga ega:

- Sahnani ifodalash uchun bitlar soni tejab ishlatiladi;
- Bo'laklangan ob'ektlarni boshqa sahnalarda ishlatish oson;
- Masshtablangan ob'ektlarni tuzish sodda;
- Foydalanuvchining tanlangan ob'ekt bilan o'zaro bog'lanishi uchun keng imkoniyatlar yuzaga keladi



4.23- rasm. MPEG-4 sahnasiga misol.

Masalan: ob'ekt haqida qo'shimcha ma'lumotlarni kiritish, uning parametrlarini (rangini, matnini, yangrash yoki tilning balandligi)

o'zgartirish, sahnadan ob'ektni olib tashlash, foydalanuvchi tomonidan turli manbaalardan olingan va kodek xotirasida saqlanayotgan yangi ob'ektlardan iborat yangi sahna yaratish.

MPEG-4 da sahna va uning dinamik o'zgarishini ifodalash uchun maxsus ishlab chiqilgan ikkilik til BIFS (Binary Format for Scenes sahnalarni ifodalash ikkilik formati va uning dasturlash tili C++ ning kengaytirilgan varianti) qo'llaniladi. Sahnani ifodalash dekoderga ob'ektlarni qachon va qaerda namoyish etishni va foydalanuvchi ta'siriga qanday javob berish kerakligini ko'rsatadi. Elementar oqimni sahnadagi media-ob'ektlarga bog'lash uchun ob'ekt deskriptorlari ishlatiladi. Ular konkret media-ob'ektga bog'langan elementlar oqimi tarkibi va miqdori haqidagi axborotni tashiydi. Shuningdek deskriptorlarning o'zi ham bir yoki bir necha elementlar oqimida tashiladi, shuning uchun seans vaqtida ob'ektni o'chirish yoki qo'shimcha qilish qiyin emas. Deskriptlar oqimi tasavvur qilish resurlari oqimi sifatida ko'rilishi mumkin, sahnalar tasavvuri esa sahnadagi ob'ektlarni fazo-vaqt bo'yicha ko'chirishni o'zgartirishga xizmat qiladi. MPEG-4 sahnalarning ifodasini (tasavvurini) va media-ob'ekt haqidagi ma'lumotlarni tashiydigan oqimlar sintaksisini aniq ifodalash uchun maxsus ta'sis etilgan tildan foydalanadi. BIFS vaqt bo'yicha ikkita sahna modifikatsiyasi(ko'rinish) protokollaridan foydalanadi: buyruqli (BIFS-Command) va animatsion (BIFS-Anim).

BIFSning buyruqli oqimlari yangi sahnani yuklash, ob'ektlar tarkibini o'zgartirish yoki ob'ektlarni qo'shish va o'chirish imkonini beradi BIFS-Anim animatsion oqimlari sahna animatsiyalari jarayonini boshqaradi, masalan: nigoh nuqtasining o'zgartirilish, ko'chirib o'tkazilish, o'lchamni o'zgartirish va shakllantirish, rangni va yoritilganlikni tekis o'zgarishi va boshqalar.

Oqimlar sinxronizatsiyasi vaqtga bog'lanish bilan amalga oshiriladi. MPEG ning avvalgi standartlari kabi vaqt bo'yicha belgining bittasi koder va dekoder takt chastotasi sinxronizatsiyasini ta'minlaydi, audiovizual ma'lumotlarning funksional birligiga bog'langan boshqa turdagi belgilar, dekodlash vaqtining istalgan talab etilgan qiymatini beradi (ruxsatnoma birligi uchun) yoki tarkibiy shakllanish tugallanganligining vaqtdan iborat bo'ladi.

MPEG-4 da audio-video axborotga ishlov berishning asosiy bosqichlari quyidagilardir:

- boshlang'ich rasmning turli elementlar - "media-ob'ektlar"ga (media objects) bo'linishi;

- ushbu ob'ektlarning o'zaro bog'lanishi va tuzilmasini ifodalash, keyinchalik ular yagona videoovozli sahna ob'ektini yig'ish imkonini berishi;

- oxirgi axborot qabul qilguvchi uchun sahna interaktiv o'zgartirishlar kiritish imkoniyatini yaratilishi.

Barcha media-ob'ektlar yagona ierarxik tuzilmaga birlashtirilishida moslashuvchanlik bosqichiga erishish uchun quyidagilar bo'lishi lozim:

- harakatsiz tasvirlar (masalan: fon);

- natural video ob'ektlar (masalan: inson);

- audio ob'ektlar (ovozlar, inson bilan bog'liq ovoz);

- sahna bilan bog'liq matn;

- sahna yozilayotganda bo'lmagan sun'iy ob'ektlar, biroq foydalanuvchiga yetqizilganda qo'shiladi (masalan: kompyuter grafikasi vositalari tomonidan yaratilgan "so'zlovchi inson boshi");

- sun'iy ob'ekt bilan bog'langan va ovozga o'zgartiriladigan matn.

Ma'lumotlarni ushbu usulda berish sahnada media ob'ektlarni nisbatan oson siljitishga imkon yaratadi. Bunda ularni kadr maydonining barcha qismida siljitish imkoniyati mavjud, ya'ni geometrik o'lchovini va masshtabini o'zgartirish, xilma xil ko'rinishda berish. Bundan tashqari ba'zi bir alohida videoob'ektlarning rangini va matnlarini o'zgartirish hamda ulardan murakkab kompozitsiyalar yig'ish mumkin.

Texnik tomondan MPEG-4ning xarakterlashda shuni ta'kidlash joizki, bu standart MPEG-1 va MPEG-2da qo'llaniladigan tasvir piksellarini siqish va kodlash usullarining butun bir majmuasidan iborat. MPEG-4 standartida videoni siqishdagi yangilik tasvirni kvadrat bloklarga bo'lish emas balki uni erkin shakldagi ob'ektlar bilan bo'lish amaliyotiga o'tilganligi hisoblanadi. Misol uchun kadrda harakatlanayotgan inson, harakatlanmaydigan ob'ekt - orqa planga

nisbatan, bitta yaxlit ko'chib o'tuvchi alohida ob'ekt sifatida qabul qilinadi va ishlov beriladi.

MPEG-4 da harakatsiz tasvir va tekstlarni kodlash uchun veyvlet-o'zgartirish asosidagi samarali algoritim qo'llaniladi, u erkin shakldagi ob'ektlarni kodlashni va rasm sifatini tekis masshtablanishini ta'minlaydi.

Undan tashqari, 38,4 Mbit/s gacha, studiya sharoitida 1,2 Gbit/s gacha bo'lgan yuqori tezlikdagi video oqimlarni yaratish imkoniyati ko'zda tutilgan.

4.5.1. MPEG-4-10 (N.264) standartida video kodlash

MPEG-4 da video oqimga ishlov berishda barcha video tekisliklar 4 ta turga (YUV 4:2:0 modeli) bo'linadi:

I-tekisliklar. Tez kirishni ta'minlash uchun boshqa tekisliklardan mustaqil ravishda kodlanadi. Eng avvalo, 16x16 pikseli makroblokka (I-makrobloklar) bo'lish amalga oshiriladi, ular yana DKO' uchun 4 ta 8x8 li I-blokka bo'linadi.

P-tekisliklar avval kelgan **I-** yoki **P-** tekisliklardagi axborotlardan foydalanib kodlanadi. Ushbu tekisliklar ham 16x16 makrobloklarga maydalandi, faqat ular ichida **I-**makrobloklar va **i-**makrobloklar (**I** - intra, **i** - inter) bo'ladi. **Inter-makrobloklar** harakatni kompensatsiyalash natijasida shakllanadi, bu yerda avvalgi **I-** yoki **P-**tekisliklardan joriy inter-makroblokka maksimal mos keluvchi va erkin joylashgan makroblok qidiriladi. Agar u topilsa uning ikki tashkil etuvchilik harakat vektori shakllanadi va oqimga qo'yiladi. So'ngra joriy va topilgan makroblok/bloklar piksellari bo'yicha ayirma farqi (bashorat xatosi) hisoblab chiqiladi va unga DKO' qo'llaniladi. Kadr chegarasiga yaqinidagi harakat kompensatsiyasini samaradorligini oshirish uchun, kadring har tomondan bitta kadr kattaligiga to'ldirish amaliyoti bajariladi(xudud chegara pikseliga yaqin rang bilan to'ldiriladi). Shunday qilib, har bir blok uchun 1 ta yoki 4 ta harakat vetori qabul qilinishi mumkin, variantlar o'rtasidagi tanlov esa makroblok qo'shgan xissasining kamligi va uning oqimdagi harakat vektoridan kelib chiqib amalga

oshiriladi. Shuningdek, standart harakat kompensatsiyasining maxsus turi - “qoplash” (berkitish) kompensatsiyasini koʻzda tutadi: u faqat Y komponentali bloklar uchun qoʻllaniladi. Ushbu usulning farqli xususiyati shundaki, ayirma blokning avvalgi I- yoki P-tekisliklarda unga oʻxshash uchta blokning oʻlchovlari superpozitsiyasi boʻyicha tashkil etilishidadir, yaʼni bitta oʻxshash blok bilan cheklanmaydi. Shunga muvofiq, uchta harakat vektori olinadi: I tasi joriy blok uchun va ikkitasi ishlov berilayotgan makroblokda joriy blokga qoʻshni boʻlgan bloklar uchun.

B-tekisliklar P-tekisliklardan shu bilan farqlanadiki, unda kodlash uchun harakatni kompensiyalashda nafaqat avvalgi, balki keyingi I- va P- tekisliklar ham qoʻllaniladi. Ushbu tekislikning har bir makrobloki avvalgi tekislik makrobloki, keyingi tekislik makrobloki va ushbu makrobloklar superpozitsiyasi boʻyicha bashorat qilinadi.

S-tekislik spraytlarga (MPEG-4 standartida sprayt deb, video ketma-ketlikning aniq intervali davomida koʻrinib turadigan tasvir boʻlagi ataladi) aloqador. Sprayt rovida koʻpincha fon (yoki orqa plan) boʻlishi mumkin. Spraytdan foydalanib dekodlashda, kadr qisman spraytning alohida xududlarini dekodlanayotgan kadrning u yoki bu xududidan, istiqbolli oʻzgartirishdan foydalangan holda, tiklanish amalga oshiriladi. Sprayt alohida saqlanadi va I-tekisliklardaka kodlanadi. Spraytlardan foydalanishning xususiy holi S-tekislik (GMC - global motion compensation) hisoblanadi; bu holatda sprayt sifatida avvalgi I- yoki P-tekisliklardan biri belgilanadi.

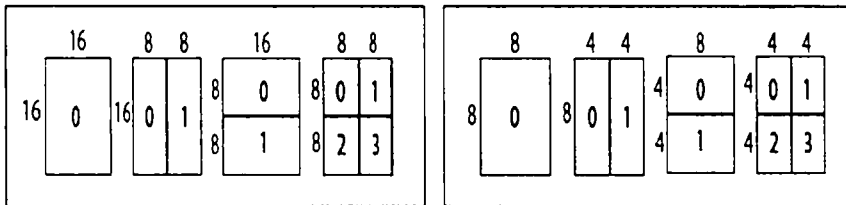
MPEG-1 kadrlari kabi navbat bilan keluvchi turli koʻrinishdagi tekisliklar umumlashtirilgan kodlanuvchi guruhlariga boʻlinadi; guruh boshida doim I-tekislik boʻlishi kerak, keyin esa odatda B-tekisliklar P- va S-turdagi tekisliklar bilan navbatma -navbat keladilar.

Yuqorida koʻrsatilganidek, MPEG-4 videooqimlarini yuqori samarali siqilishi uchun sahna obʼektlarini ajratib olishdan foydalaniladi, biroq obʼektlarni bir jinsli boʻlmagan fonda ajratib olish yetarlicha murakkab masala va u koʻplab hisoblashlar talab qiladi. Shuning uchun MPEG-4-10 (H264) standartida tasvirlarni oʻzgaruvchan oʻlchamli toʻgʻri toʻrtburchak bloklarga boʻlish amalga oshiriladi, bu esa harakat kompensatsiyasi aniqligini oshirish imkonini beradi.

MPEG-4 video kodeki harakatning blokli kompensatsiyasida 16x16 pikseli bloklardan foydalanadi. Kodlashda video kodek videoni intra tizimi bo'yicha I-qatlam va P-qatlamlarga bo'lib oladi. Ularning asosiy farqi shundaki, I-qatlam shu kadr semplar asosida kodlangan makrobloklardan tashkil topgan, R-qatlam esa avval ishlov berilgan rasmlarda kodlangan makrobloklardan iboratdir.

Qachonki R-qatlam ichidagi bitli oqimda tushirib qoldirilgan makroblok signali yuzaga kelsa, unda ushbu makroblok uchun keyingi ma'lumotlar bitli oqimga uzatilmaydi. Dekoder kadri "birlamchi" rasmlardan tiklaydi va barcha ortiqcha rasmlarni e'tiborga olmaydi. Biroq, agar birlamchi rasm, buzilgan(shikastlangan) bo'lsa, dekodek shikastlangan xududni dekodeklangan ma'lumotlarning ortiqcha rasmlari orqali tiklashga harakat qiladi.

Har bir makroblok yorug'lik komponenti (16x16 o'lchamli) to'rt xil yo'l bilan (16x16, 16x8, 8x16 yoki 8x8) bo'linishi mumkin yoki 8x8 bloklar ham (8x8, 8x4, 4x8 yoki 4x4) 4.24-rasmda ko'rsatilgandek bo'linadi.



4.24-rasm. Makrobloklarni kichik o'lchamli bloklarga bo'linishiga misol.

Har bir kichik o'lcham xudud makroblok bo'lagi hisoblanadi. Makrobloklarni bloklarga, mos holda ularni subbloklarga bo'linishi har bir makroblok maydonida kombinatsiyalarning katta miqdorini olish imkonini beradi. Makroblok yoki subblokning har bir bo'lagi uchun alohida harakat vektori belgilanishi kerak. Har bir vektor kodlanadi va aloqa kanali bo'y lab uzatiladi. Undan tashqari, bitli oqimda tanlangan bo'lish usulini kodlash kerak. Bo'lish bo'laklarining katta o'lchamidan (16x16, 16x8, 8x16) foydalanish, harakat

vektorlarini uzatish uchun kam bitlar talab qilinishi anglatadi, lekin bu qolgan bloklarni mayda detalli tasvirlar xududidagi harakatlanish kompensatsiyasining katta xatoliklariga olib keladi.

Bo'lish bo'laklarining kichik o'lchamidan ($8 \times 4, 4 \times 4$ va h.k.) foydalanish, qoldiq bloklarni mayda detalli tasvirlar xududidagi, harakatlanish kompensatsiyasidan so'ng, kam xatoliklariga olib keladi, lekin bu harakat vektorlari va bo'lish usullari haqida uzatilayotgan axborotning hajmining oshib ketishiga olib keladi. Shunday qilib, bo'lish o'lchamini tanlash videotasvirming siqish qiymatiga katta ta'sir qiladi.

Odatda, ma'lumotlar xatoliklari axborotlarni sun'iy yo'ldoshdan qabul qilishda ko'proq yuzaga keladi. Ob-havo sharoitlar yoki boshqa faktorlar sababli signal aniq vaqt oralig'ida yo'qolib qolsa, yangi kadrning mavjud bloklar bo'laklari uzatiladi, ayrim bloklari, mavjudmaslari uzatilmaydi. Yangi mavjud bloklar koordinataga muvofiq ko'chib o'tadi, yo'qlarining o'rniga esa avvalgi kadr bloklari qo'yiladi.

Qaerdaki, joriy kadr bilan tayanch kadr orasida katta farq bo'lsa (masalan sahna tasvirlari o'zgarganda), shu yerda makroblokni harakat kompensatsiyasiz kodlash mumkin. Shunday qilib, koder har bir makroblok uchun **intra** va **inter** rejimlardan birini tanlaydi.

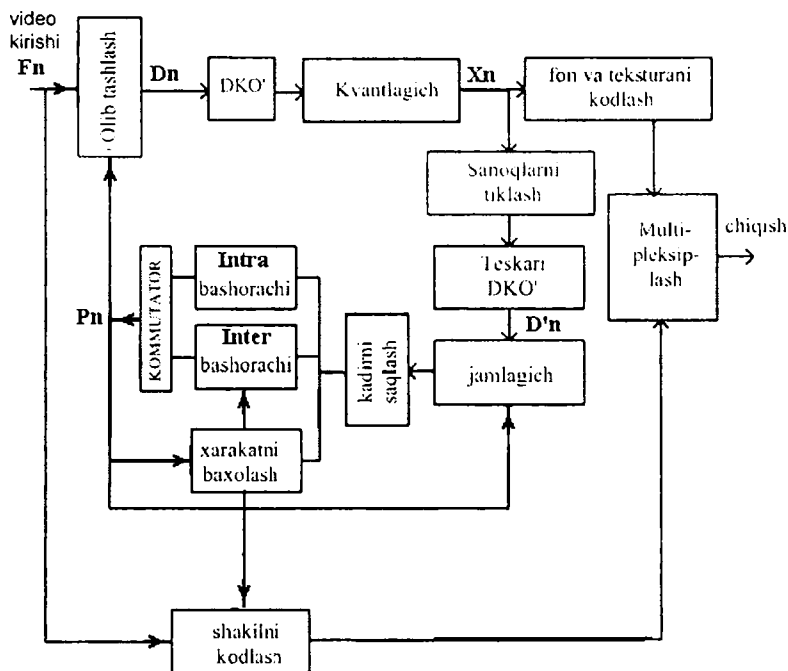
H.264 standartidagi koder ishini namoyon qiluvchi tashkiliy chizma 4.25-rasmda ko'rsatilgan va u deyarli MPEG-1, MPEG-2 kodeklari dagi elementlardan iborat.

Ushbu koder videooqimga ishlov berishning ikkita tarmog'ini o'z ichiga oladi:

- to'g'ridan-to'g'ri kodlash kanali, bu yerda ma'lumotlarga ishlov berish chapdan o'ngga amalga oshiriladi;
- videotasvirni tiklash kanali, bu yerda ma'lumotlarga ishlov berish o'ngdan chapga amalga oshiriladi.

Koder kirishiga F_n -kadri kelib tushadi. Kadrga ishlov berish boshlang'ich tasvirning 16×16 piksel o'lchamli makrobloklari yordamida amaga oshiriladi. Har bir makroblokga ikki rejimda ishlov berilishi mumkin: Intra (harakat kompensatsiyasiz) yoki Inter (harakat kompensatsiyasi bilan). Har qaysi rejimda P_n - makrobloking bashorati tiklangan kadr asosida shakllanadi.

Intra rejimida bashorat joriy N kadrning avvaldan kodlangan va tiklangan (F'_n) ajratmalari (tanlangan qiymatlari) asosida shakllanadi. **Inter rejimida** bashorat joriy kadrni avvalgi (yoki keyingi) kadrlar bilan solishtirganda sodir bo'lgan o'zgarishlarini hisobga olgan holda shakllanadi. Bashorat uchun xizmat qiladigan kadrlar avval kodlanadi va keyin tiklanadi. **Intra** yoki **Inter** bashoratni shakllanish blokida, kodlanayotgan kadr turidan kelib chiqqan holda, mos keladigan usul tanlovi sodir bo'ladi.



4.25- rasm. MPEG-4 videokoderining umumlashgan tashkiliy chizmasi.

Olingan bashorat P_n joriy makroblokdan ayirib olib tashlanadi. Natijada qoldiq koeffitsientlar D_n makrobloki hisoblanadi. Ushbu makroblok o'zgartirgichga kelib tushadi, bu yerda to'g'ridan-to'g'ri DKO' asosida qoldiq koeffitsientlarining chastotali o'zgartirilishi

amalga oshadi. Shunday qilib algoritmning hisoblashlardagi murakkabligi sezilarli pasayadi, biroq siqish jarayonida qo'shimcha xatoliklar yuzaga keladi. Chastotaviy koeffitsientlar kvantlanadi(masshtablanadi), bu videoma'lumotlarni yo'qotishlar bilan siqishni boshqarish imkonini beradi. O'zgartirilgan va kvantlangan koeffitsientlar to'plami X_n ma'lumotlarni tiklash teskari kanali uchun boshlang'ich(dastlabki) ma'lumotlar bo'ladilar. Kodlangan koeffitsientlar, makroblokni to'g'ri dekodlanishi uchun zarur qo'shimcha ma'lumot bilan birgalikda, abstrakt (mavxum) tarmoq bosqichining (NAL) ma'lumotlar bitli oqimini (bitstream) tashkil etadi.

Tiklash kanalida avval teskari kvantlanadi, keyin teskari chastotali o'zgartirish amalga oshiriladi. Natijada tiklangan, o'zaro ayirma sifatida aniqlangan, koeffitsientlar D'_n olinadilar. Ular bashoratlanadigan kadr P_n bilan qo'shiladi va bu tiklangan F'_n kadrni olish imkonini beradi.

MPEG-4 da videooqimni siqish samaradorligini oshirish uchun murakkab shakldagi videoob'ektlarni kodlashdan foydalaniladi. Misol uchun, videoob'ekt sifatida atrofdagi maydonlardan rangi va yorug'ligi bilan ajralib turadigan tasvir olinishi mumkin. Ushbu maydon ko'chib o'tishi yoki shaklini o'zgartirishi mumkin. Bunday holda harakat kompensatsiyasi mavjud bashoratlangan tasvirni tashkil etishda to'g'ri burchakli makrobloklar emas, balki shaklini o'zgartira oladigan ajratilgan ob'ektlar siljtiladi. Bunda bashorat xatosi sezilarli qisqaradi va navbatdagi kadrda bashorat qilingan va mavjud tasvirlar orasidagi farqni ko'rsatuvchi axborot hajmi sezilarli kamayadi. Koderda (4.25-rasm) bashoratlashning ushbu varianti **shaklni kodlash** blokida bajariladi. Videoob'ekt shakli matritsa bilan ifodalanadi. Alfa kartadan foydalanuvchi **binar kodlashda** videoob'ekt elementlariga mos matritsa elementlari birga, videoob'ektdan tashqaridagi tasvir elementlariga moslari esa nolga tenglashtiriladi. **Gradatsion kodlashda** matritsa elementlari nisbatan katta qiymatlar miqdorini qabul qiladi, bu esa "shaffoflik" tushunchasi orqali ob'ekt tarkibini ifodalash imkonini beradi. Ko'rsatilgan matritsaning elementlari aniqlanadi va **shakl koderida** kodlanadi, keyin multipleksor orqali chiquvchi ma'lumotlar oqimiga qo'shiladi.

Videoob'ekt shakli haqidagi ma'lumotlar oddiy harakat vektoriga nisbatan ko'proq ikkilik simvollarni egallashiga qaramay, uzatilayotgan axborotni hajrmini kichraytirishdagi afzallik MPEG-1,2 larga nisbatan ancha sezilarli dir.

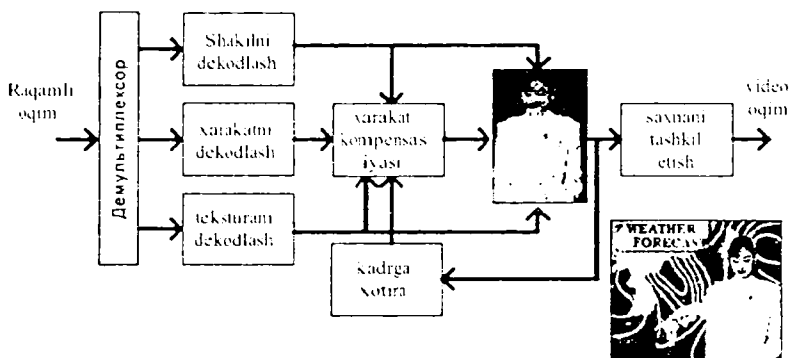
Harakatsiz fon va tekstli cho'zilgan ob'ektlarning tasvirlerini siqishda veyvlet-o'zgartirish ga asoslangan fon va tekstura koderidan foydalaniladi. Ushbu usul siqishning yuqori qiymatlarini va fazoviy maydon bo'yicha ko'p bosqichli masshtablilikni ta'minlaydi. Bunda tasvirning o'zgarmaydigan yoki deyarli o'zgarmaydigan orqa plani **sprayt (sprite)** sifatida uzatili shi mumkin. Spraytning to'liq tasviri bir marta uzatiladi. Keyin faqatgina panoramalikni, ya'ni kamerani orqa planga nisbatan ko'chishini ifodalaydigan asosiy harakatning 8ta parametri uzatiladi xolos (4.26-rasm).



4.26-rasm. Panoramali tasvir: (a) - nomalum xududlarni to'ldirmasdan; (b) - nomalum xududlarni to'ldirib uzatilgan tasvirlar.

Berilayotgan kadr chegaralarida uzilishlar bo'lmasligi uchun tekislash algoritmidan foydalaniladi. Panoramadagi nomalum maydonlarga fazoviy to'ldirish algoritmi asosida qo'shimchalar kiritiladi va to'ldiriladi. Harakatni kompensatsiyalashning ushbu usuli nisbatan eng ko'p foydalaniladigani hisoblanadi, chunki hech qaysi tasvir sahnasi harakatsiz, absolyut statik fonga ega bo'lmaydi va videokamera siljishsiz amal ga oshmaydi. Shuning uchun ham ushbu uslubni boshqalari ichida siqishning eng muhim va yaxshi natijalarini beruvchi usuli sifatida ajratib ko'rsatish mumkin.

Dekoderning tashkiliy tuzilmasi 4.27-rasmda keltirilgan. Siqilgan tasvirlarni dekodlash amalga oshirilganda koderga nisbatan teskari amallar bajariladi. Dekoder siqilgan bitlar oqimini qabul qiladi va ma'lumotlarni dekodlashni amalga oshiradi. **Intra-** va **Inter-** bashorotlar tashkil qilish blokida, kadr taxliliga javob beradigan elementlar yo'q. Aniq qaysi rejim hamda uni amaliyotga tatbiq qilish haqidagi axborot bitli oqim ichida uzatiladi.



4.27-rasm. MPEG-4 videokadri dekodlash

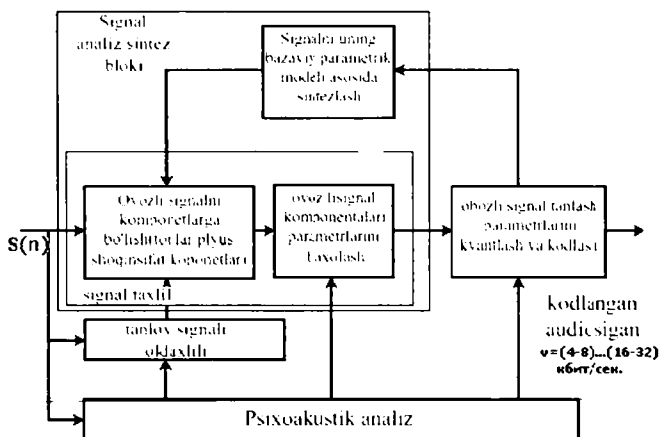
4.5.2. MPEG-4 standartida audio kodlash

Multimedia ilovalari uchun yaratilgan MPEG-4 standarti, MPEG guruhi tomonidan yaratilgan raqamli ma'lumotlarni siqishdagi algoritmlarini ishlab chiqishda yig'ilgan tajribalari umumlashtirilgan. Bu yerda AAC algoritmidan tashqari, yuqori sifatlil ovoz signallarining raqamli ma'lumotlarini siqish uchun ilk marotaba parametrik kodlashni qo'llash taklif etilgan, hamda real ovoz signali tonli va shovqinsimon signallardan iborat model sifatida taqdim etiladi. Ovoz signallarini kodlashda ushbu signalni ifodalaydigan qator parametrlar aniqlanadi, keyin ular dekoderga uzatiladi. Dekoder esa ushbu parametrlar asosida sintezator yordamida boshlang'ich ovoz signalini tiklaydi. Ovoz signali parametrlari qancha aniq ifodalansa, uning yangrashi shuncha originalga(haqiqiy sigiga) mos keladi. 4.28 va

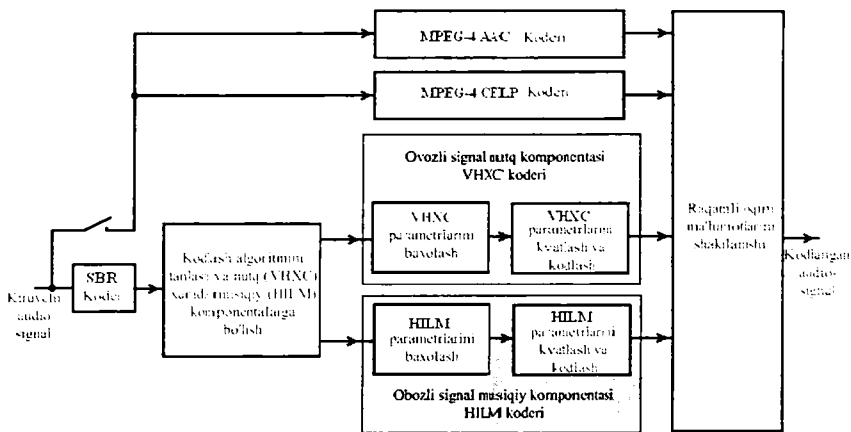
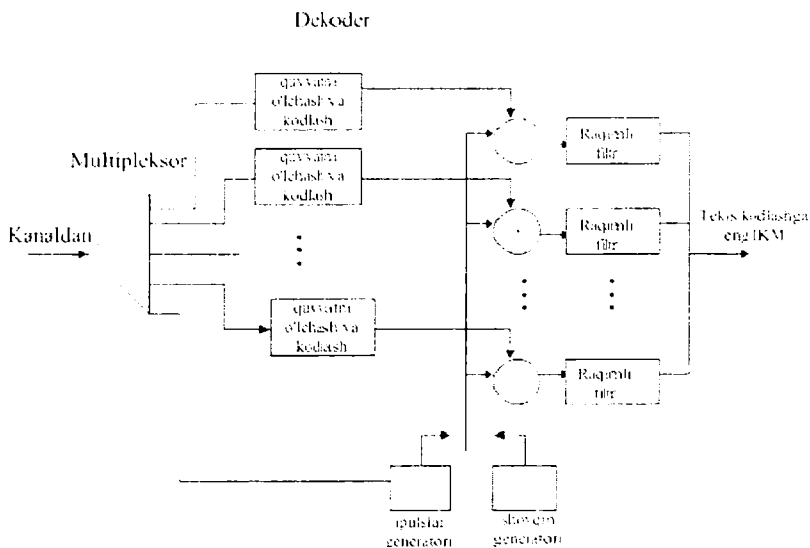
4.29-rasmlarda parametrik kodlash va dekodlashning soddalashtirilgan chizmasi ko'rsatilgan. Parametrik koderning ishlash omilini batafsilroq ko'rib chiqamiz.

Tanlov (ajratma) signali $S(n)$ analiz-sintez blokida tonal va shovqinsimon tashkil etuvchilarga bo'linadi, so'ngra signalning bazaviy parametrik modeli uchun signalning joriy chastotasi, fazasi va tonal signal amplitudasi qiymatlari hamda ma'lum chastota polosasidagi shovqinsimon signal energiyasi miqdori bahoilanadi. Sanab o'tilgan parametrlar qiymatlari imkon boricha minimal bitlar miqdori bilan kvantlanadi va kodlanadi. Bu miqdor psixoakustik model yordamida aniqlanadi, undan so'ng aloqa kanallari bo'ylab dekoderga uzatiladi.

Tizimning qabul qilish tomonida signal parametrlari asosida dekoder tonal impulslar generatori va shovqin generatorini boshqaradi hamda natijada boshlang'ich signalning sintezi amalga oshiriladi. Bunda yanqroq ovozlarni sintezi aniq vaqtda ulanadigan, asosiy ton generatsiyasini tashkillashtiruvchi, tonal impulslar generatori tomonidan bajariladi. Sokin ovozlarni (jarangsiz) paydo qilish shovqin generatori tomonidan shakllantiriladi.



4.28- rasm. Ovoz signalini parametrik kodlash koderining soddalashtirilgan chizmasi



So'nggi vaqtgacha parametrik modellashtirish, nutq signallarining raqamli ma'lumotlarini siqishda faqat vokoder (ovoz kodlagich) tuzilishi bo'yicha ishlatilgan va u musiqiy signallari modellaridan soddaroq bo'lgan. Biroq so'nggi yillarda hisoblash texnikasini, matematik modellashtirish, psixofizika va elektronika sohasidagi muvaffaqiyatlar sharofati bilan parametrik modellashtirish raqamli ma'lumotlarni siqishning katta qiymatini ta'minlagan holda, yuqori sifatli ovozli signalni kodlashda ham borgan sari ko'p ishlatilmoqda. Ko'rsatgichlarni baholashning, murakkab amaliyotlarga egaligi va tatbiq qilishda ko'plab hisoblashlarning ijrosini ta'minlash kerakligi, talab qilingan parametrik kodlashda yetarlicha yaxshi yangrash sifatini beradi hamda raqamli oqim tezligini 16...24 Kbit/s bo'lishiga imkon yaratadi.

ISO/IEC 14496-3 ning MPEG-4 standarti audio kodlash tuzilmasini 4.30-rasmda ko'rsatilgan umumlashtirilgan chizma asosida kengroq ko'rib chiqamiz.

Koder siqishning quyidagi algoritmlarini o'z ichiga oladi:

- Murakkab dinamik va vaqt tuzilmaga ega bo'lgan, ovoz signalining musiqaviy fragmentlarini kodlashga mo'ljallangan MPEG-4 AAC (Advanced Audio Coding) tizim;

- MPEG-4 AAC+SBR (Spectral Band Replication, aynan «spektral polosalardan nusxa ko'chirish») dinamik va vaqt bo'yicha murakkab tuzilmaga ega bo'lgan, ovoz signalining musiqaviy fragmentlarini kodlashda raqamli oqim tezligini qo'shimcha pasaytirish imkonini beradi;

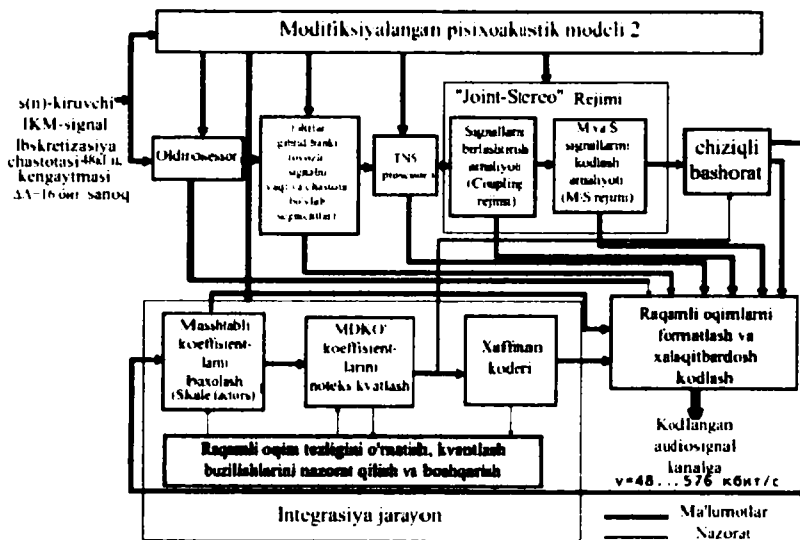
- Nutqni kodlashga xizmat qiluvchi MPEG-4 CELP (Code Excited Linear Prediction);

- Murakkab signalni (nutq+musiqa) parametrik kodlashga, shuningdek, nisbatan murakkab bo'lmagan tuzilmaga ega ovoz signallarini musiqaviy fragmentlarini kodlashga mo'ljallangan MPEG-4 HVXC+HILN (Harmonic Vector Excitation plus Harmonic and Individual Lines plus Noise).

Siqish algoritmi tanlash ovoz signalini ajratmasini dastlabki taxlil qilish jarayonida avtomatik amalga oshadi.

Yuqorida sanab o'tilgan ovoz signalining kodlash usullarini nisbatan to'liqroq ko'rib chiqamiz.

AAC Algoritmi (4.31-rasm) Dastlab ISO/IEC 13818-7ning MPEG-2 standarti doirasida ishlab chiqilgan va keyinchalik MPEG-4 standartiga kiritilgan. U ISO/IEC11172-3 va 13818-3 standartlarining Layer 3 (MP3) kompressiyalash algoritmini ishlab chiqish davomidagi tajribaga asoslanadi, hamda barcha taniqli ovoz formatlarini qoʻllaydi: mono (1/0), oddiy stereo (2/0), Dolby tizimining turli koʻrinishlari (Dolby Stereo 3/1; Dolby Surround 3/2; Dolby Pro Logic I i II, 3/2) va besh kanalli Surround-format 5.1.



4.31- rasm. AAC koderining tashkiliy chizmasi (MPEG-2 ISO/IEC 13818-7 va MPEG-4 ISO/IEC 14496-3)

MPEG-4 AAC algoritmidagi MPEG-2 AAC algoritmiga nisbatan, ovoz signallarining diskretlash chastotalarining koʻp qiymatlari qoʻllangan: 8, 11,025, 16, 22,05, 24, 32, 44,1, 48, 64, 88,2, 96 KGs, shuningdek, sinusoidal “deraza” funksiyalari oʻrniga Kayzer-Bessel “deraza” funksiyalari qoʻllangan, u ikki xil oʻlchamdagi “derazaga” ega: ovoz signalining 2048 sanogʻidan iborat boʻlgan uzun “deraza” va ovoz signalining 256 sanogʻidan iborat boʻlgan qisqa “deraza”. Bu eshitish imkoniyatining chastota va vaqt boʻyicha Layer 3ga nisbatan

yaxshi moslashuvini ta'minlaydi. Ikkala holatda ham ovoz signali sanog'i ajratmalarining 50% qoplashdan foydalaniladi.

Layer 3 (MP-3) dagi kabi kodlashga semplarning o'zi emas, balki MDKO' koeffitsientlari uchraydi. Biroq Layer 3 farqli ravishda, bu yerda notekis kvantlashda siqish qiyaligi shakli o'zgargan, MDKO' koeffitsientlarini kodlash uchun Xaffimanning boshqa kodlari ishlatilgan. Shuningdek kvantlash xatoliklarini kattaliklarini boshqarish ikkita iteratsion sikl - ichki va tashqi sikllar yordamida amalga oshiriladi.

Ichki siklda MDKO' koeffitsientlarini kvantlash va kodlash amalga oshiriladi, tashqi siklda esa kodlashning har bir subpolosasidagi kvantlash xatoliklarining haqiqiy kattaliklarini baholash va kvantlash xatoliklarining zaruriy korreksiyasi ta'minlanadi. Agar bir yoki bir necha kodlash subpolosalarining, psixoakustik model tomonidan hisoblangan, kvantlash buzilishlarining haqiqiy qiymatlari mumkin bo'lgan qiymatlardan oshib ketsa, unda MDKO' koeffitsientlarining korreksiyalash amaliyoti quyidagicha bajariladi: boshida buzilishlar oldi rejimi ishga tushiriladi, agar bu ish yordam bermasa, psixoakustik modelning talablari bajarilmayotgan kodlash subpolosasidagi MDKO' koeffitsientlari, korreksiyalovchi ko'paytirgichga ko'paytiriladi. Algoritm ularning boshidagi kichik qiymatdan boshlab ketma-ket tanlab olinadigan bir necha qiymatlariga ega. Korreksiyalashning har bir siklidan so'ng, MDKO' koeffitsientlarining kvantlash va kodlashining barcha amaliyotlari kichik siklda qaytadan bajariladi, xuddi shunday tartibda toki psixoakustik model talablari bajarilmaguncha davom ettiriladi.

AAC algoritmidagi raqamli audio ma'lumotlarni siqish sifatini oshirish uchun quyidagi vositalar qo'llaniladi:

- Kvantlash buzilishlar tuzilmasini boshqarishning maxsus amaliyotlari (Temporal Noise Shaping (TNS) -deb nomlanuvchi texnika);
- Subpolosali signallarni birlashtirilish amaliyotlari va ularni kodlashdagi o'zgartirishlar (Coupling);
- Alohida subpolosalardagi stereo signallarga ishlov berishda stereo juftlikning o'ng yoki chap signallarini kodlash emas, balki ularning yig'indisi va farqini kodlash imkoniyati yaratilgan:

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

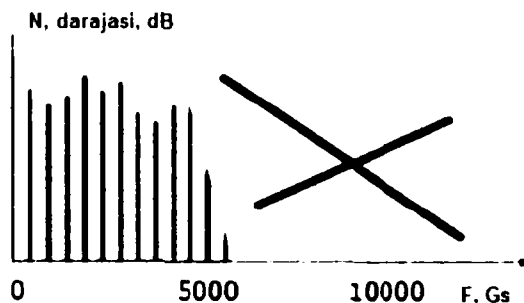
Ta'kidlash joizki, chiziqli bashoratda nafaqat signallar sanoqlari orasidagi korrelyatsiya, balki kvantlash shovqin spektrining shakli va uning vaqt bo'yicha o'zgarishi ham hisobga olinadi. Bunda MPEG-4 AAC koderi asosini Layer 3dagi kabi modifikatsiyalangan psixoakustik 2 modeli tashkil etadi, biroq maskirovkalash asosiy pog'onasini hisoblashda qo'shimcha amaliyot va aniqliklar kiritilgan.

TNS texnologiyasi raqamli filtrlarning asosida AAC algoritmidagi amaliyotga kiritilgan. Ularning yordami bilan kvantlash buzilishlari energiyasi signalning foydali signal energiyasi yuqori qiymatli bo'lgan qismi sanoqlari doirasida taqsimlanadi, bu esa kvantlash shovqinining eshitishga ta'sirining pasaytirish imkonini beradi. Ushbu amaliyot bajarilgan so'ng, foydali signalning eguvchilari va kvantlash buzilishlari vaqt va chastota xududida shakli bo'yicha yaqin bo'lib qoladi, bu esa audio oqim siqish samaradorligini sezilarli oshiradi. Shunday qilib, eshitib ko'rilgan testlar AAC kompressiyasining algoritmi "shaffof kodlash"ni raqamli oqim tezligi bir kanalga 64 Kbit/s bo'lganda ta'minlashi belgilangan.

SBR Algoritmi (Spectral Band Replication - «spektral polosalarni nusxalash») - radioeshittirish va televideniye ovoz signallarini, past tezlikga ega raqamli kanallarda uzatilgandagi, sifatni oshirish imkoniyatini beradi.

Siqishning katta koeffitsientlarida, ovoz signallari spektridagi yuqori chastotali tashkil etuvchilarini pasaytirish. uning tembrining buzilishlariga olib keladi (4.32-rasm). Natijada ovoz signalining yangrash tembri juda past va xira (jarangsiz) bo'lib qoladi hamda ovoz signali tushinarsiz bo'lib qoladi. Undan tashqari, bunday holatlarda ishlab chiqaruvchilar kanalning talab etilgan o'tkazish qobiliyatini va radiokanal chastotasining oralig'ini kamaytirish uchun ovoz signal spektrini uzatishda cheklashga majbur bo'ladilar. Masalan, chastota diskretizatsiyasi 12 KGs bo'lganda, Kotelnikov teoremasiga ko'ra kodlanayotgan ovoz signalining yuqori chastotasi 6 KGsdan yuqori bo'lmasligi kerak. SBR usuli tiklanayotgan ovoz chastotalarini polosasini yuqorida ko'rsatilgan chegaradan kattaroq kengaytirish imkonini beradi. Jarayon quyidagilarga asoslangan, qabul qilish

tomonida, signal spektrining past chastotali va yuqori chastotali tashkil etuvchilari orasida bog‘lanish hisobiga, uzatish tomonidagi dastlabki ovoz signali (4.32-rasm) taxminan tiklanadi.



4.32-rasm. Ovoz signalining yuqori chastotali spektrini cheklash

Qabul qiluvchi tarafdagi dekoderda spektrning past chastotali tarkibiy qismlaridan qisman nusxa olinadi va ular yuqori chastota spektriga o‘tkaziladi. Bunda ovoz spektrining yuqori chastotali tashkil etuvchisining eguvchisi, SBR dekoderdan keyin, dastlabki signal eguvchisidan sezilarli farq qilmasligi kerak. Bu SBR dekoderda ovoz signali spektrining yuqori chastotali qismi eguvchisini shakllantirishni ta’minlovchi qo‘shimcha axborot uzatilishi hisobiga erishiladi. Eguvchini uzatish uchun taxminan 2 Kbit/s tezlikka ega raqamli oqim talab etiladi. Jarayonda ovoz signali spektrining qayta tiklangan yuqori chastotali qismidagi shovqinsimon va garmonik tashkil etuvchilari orasidagi energetik munosabatni saqlash muhim sanaladi. Shu sababli dekoderning qabul qiluvchi tarafida ovoz signali yuqori chastota spektrining qayta tiklangan qismini qo‘shimcha shovqinsimon komponentlar bilan to‘ldiriladi.

MPEG-4 AAC+SBR gibril kodlash algoritmi. Ovoz signali tuzilishi va dinamikasi bo‘yicha murakkab bo‘lgan fragmentlarni kodlashda AAC + SBR deb ifodalanadigan, ya’ni AAC va SBR larning birgalikda foydalanishi ko‘zda tutilgan kodlash algoritmi qo‘llaniladi. Bu ovoz signalining kodlashdagi raqamli oqim tezligini

kamaytirish imkonini beradi. Ushbu holatda raqamli ovoz signalini kodlashning ikki turdagi protokoli qo'llanilishi mumkin: ular kodlash usullarining birgalikda ishlatilishini ko'zda tutadigan SBR+MPEG-4 AAC va SBR+MPEG-4 CELP. Biroq raqamli televideniye eshittirish tizimida hozircha faqat SBR+MPEG-4 AAC ishlatilmoqda.

SBR+MPEG-4 AAC protokoli bo'yicha dekodlashda MPEG-4 AAC dekoderi(4.33-rasm) chiqishidagi raqamli oqim 32ta polosali tahlillovchi filtrlar jamlamasi kirishiga kelib tushadi. 32ta polosaning har birida ovoz signalining 30 ta sanoq'idan iborat guruhlar hosil bo'ladi. Natijada tahlillovchi filtrlar jamlamasi chiqishida 960 ta sanoqdan iborat freym shakllanadi. Ushbu freymlar subpolosali kodlashdagi yuqori chastotali va past chastotali signallarning vaqt bo'yicha bir xil qiymatini ta'minlash uchun zarur bo'lgan kechikish liniyasi bloki va boshlang'ich signal yuqori chastotasi spektral tarkibiy qismini tiklash blokiga kelib tushadi. Huddi shu yerga SBR koderning raqamli oqimni qayta shakllantirish blokidan ovoz signalining yuqori chastotalari tashkil etuvchilarini tiklash uchun zarur ma'lumot kelib tushadi. Tizim koderida ovoz signali eguvchisi va shovqinsimon tashkil etuvchilari sanoqlari delta-modulyatsiyadan foydalangan holda kvantlanadi va kodlanadi. Bu axborot Xaffman kodi yordamida kodlanadi va SBR dekoderiga uzatiladi. Xaffman dekoderi qabul qilingan kodli so'zlarni ovoz signali eguvchisi va shovqinsimon tashkil etuvchilarning kvantlangan sanoqlariga o'zgartiradi.

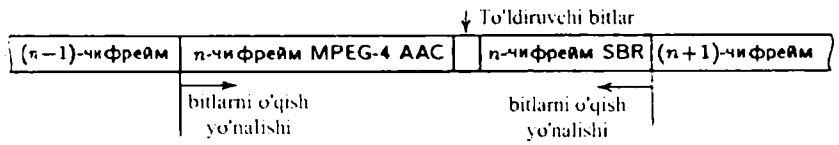
Ovoz signali spektri eguvchisini baholash uchun SBR koderida ovoz signali subpolosaning sanoqlarini adaptiv guruhlash amalga oshiriladi va belgilangan o'lchovli qiymatlardan biri uchun bitta eguvchi sanoq aniqlanadi. Kodlash subpolosalari chegarasi va ajratma uzunligi haqidagi axborot, ya'ni har bir audiofreym uchun chastota-vaqt parametrlari SBR dekoderiga uzatiladi. Uzunroq ajratmalar ovoz signali kvazistatsionar fragmentlari uchun, kichiklari esa tez o'zgaruvchilar uchun qo'llaniladi. Ovoz signali shovqinsimon spektral tashkil etuvchilarini aniqlovchi vaqt va chastota parametrlari xuddi shu tartibda uzatiladi.

Qabul qilish tomonida Xaffman dekoderi chiqishidagi va chastota-vaqt parametrlarni boshqarish qurilmasi ma'lumotlari kuchaytirish koeffitsientlarini hisoblash blokiga kelib tushadi. Ushbu

koeffitsientlar ovoz signali spektrining yuqori chastotali bo'lagi eguvchisini shakllantiradigan kuchaytirishni sozlash bloki uchun zarur.

Kuchaytirishni sozlash blokida amaliyotdan o'tgan subpolosali yuqori chastotali va past chastotali sanoqlarni birlashtirish 64 kanalli sintezlovchi filtrlar jamlamasi yordamida bajariladi.

Sintezlovchi filtr chiqishidagi audiofreym ovoz signali 1920 sanog'idan tashkil topadi va xususan AAC va SBR koderlariga tegishli bo'lgan ikki qismdan iborat (4.31-rasm). SBR bitlari uning oxirida joylashgan bo'ladi, bunda AAC va SBRga tegishli qismlardagi bitlarni o'qish yo'nalishi o'zaro teskari bo'ladi, bu esa freymning ikkala qismidagi boshlang'ich nuqtalarni qidirishni yengillashtiradi.



4.33 – rasm. MPEG-4 AAC+SBR audiofreymidagi raqamli ma'lumotlarni joylashishi.

Uzatish bitreyti 20 Kbit/s ga teng yoki undan katta bo'lgan ovoz signallari uchun SBR kodlash usuli, radiokanal chastota polosasiga sig'ishi(joylashishi) uchun, albatta qo'llanishi kerak. Ovoz signalining past bitreytlarida SBR koderi zarur holda ishlatilishi mumkin. Kodlashning ushbu uslubi raqamli audioma'lumotlarni siqishning ancha samarali texnologiyasi hisoblanadi. Bu yuqori sifatli ovoz signalini (40...15000Gs) kodlashdagi raqamli oqim tezligini pasaytirish imkonini beradi(bitta kanalga 22...24 kbit/s tezlik) va quyidagi xarakteristikalarga ega:

- Ovoz signali bitreyti o'zgarish diapazoni - 2...72 kbit/s;
- Audiofreym davomiyiligi - 40 ms;
- MPEG-4 AAC algoritmidagi diskretizatsiya chastotasi- 24 kGs;
- MPEG-4 SBR algoritmidagi diskretizatsiya chastotasi- 48 kGs;
- AAC algoritmidan foydalangandagi ovoz chastota diapazoni - 0...6 kGs;

- SBR algoritmidan foydalangandagi ovoz chastota diapazoni - 6...15,2kGs;
- AAC algoritmidan foydalangandagi bitreyt - 22...24kbit/s;
- SBR algoritmidan foydalangandagi bitreyt - 2 kbit/s.

Shunday qilib, MPEG-4 standartida ovozli axborotlarni kodlash bir-biridan qo'llanilayotgan algoritmlar murakkabligi va tezligi, uzatilayotgan ma'lumotlar hajmi va tiklangan fonogrammalar yangrash sifati bilan farqlanadigan turli usullar yordamida amalga oshirilishi mumkin. Shuning uchun ovoz signalini kodlashda qo'llaniladigan mexnaizmlarning asosiy xususiyatlarini sanab o'tamiz:

1. Yuqori va o'rta sifatlari ta'minlangan barcha turdagi ovozlarni kodlash ISO/IEC 13818-7 MPEG-2 standartining AAC algoritmi asosidagi usul bilan bajariladi. Ushbu holatda ovozning 8 ta kanaligacha uzatish ikkilik signallarning tezligi bitta kanalga 16...64 Kbit/s bo'lgan qiymatni saqlagan holda ta'minlanadi.

2. Chiquvchi oqimi tezligi ancha past bo'lgan musiqa va boshqa ovozlar uchun TwinVQ (Transform-domain Weighted Interleave Vector Quantization - o'zgartirish xududidagi o'lchovli vektor orqali kvantlashda oralatish)ni qo'llash usuli bo'yicha bajariladi. AAC usulidagi kabi bu usulda ham chastota diapazoni kichik bo'laklarga ajratilishi va har bir diapazonda MDKO' bajarilishi bilan ifodalanadi. AAC dan TwinVQning farqi, unda ovoz signallarining spektral tarkibiy qismlarini vektorli kvantlashda. Natijada ikkilik simvollarning chiquvchi ma'lumotlar oqimidagi uzatish tezligi 6 dan 24 Kbit/s gacha yetadi.

3. Yuqori va o'rta sifatlari nutqni uzatish uchun CELP (Code Excited Linear Predictive - qo'zg'alishlarni chiziqli bashorat bilan kodlash) kodlash usulidan foydalaniladi, unda diskretizatsiya chastotasi 8kGs yoki 16 kGs bo'lganda, uzatish tezligi 6...24 Kbit/s bo'lishi ta'minlanadi.

4. Nutqni parametrik kodlash HVXC (Harmonic Vector eXcitation Coding - qo'zg'alishlarni garmonik vektorlar bilan kodlash usuli) Bu nutqni tushunarli saqlab qolgan holatda 2..4 Kbit/s tezlikda, hattoki chastota diskretizatsiyasi 8 kGs bo'lganda 1,2 Kbit/s tezlikda bo'lganda ham siqish imkonini beradi.

5. Uzatishning eng past ko'rsatkichlari 0,2...1,2 Kbit/s sun'iy nutqni sintezlashda erishiladi. Buning uchun MPEG-4 da matnning nutqqa aylantiruvchi interfeysi mavjud bo'lib, u nutqni talaffuz qilish xususiyatlari (urg'u, davomiylik va boshqalar) ko'rsatmalari bilan birga fonlar (ovozlar birikmasi) ketma-ketligi ko'rinishida uzatish imkonini beradi. Ushbu ma'lumotlarga ko'ra dekodeerda yuz tasviri animatsiyasi bilan sinxronlanadigan (mos keladigan) nutq sintezlanadi.

6. Shuningdek musiqa ham ifoda ko'rinishida uzatilishi va dekodeerda sintezlanishi mumkin. Musiqiy asboblarning yangrashi ifodalash uchun MPEG-4da maxsus til SAOL (Structured Audio Orchestra Language - tashkillashtirilgan orkestr ovozi tili) ishlatiladi. Har bir asbob, joriy musiqa asbob uchun, maxsus ovoz hosil qiluvchilar yig'indisi, signalga ishlov beradigan vositalar sifatida olinadi. Har bir musiqiy asboblarning ifodalari dekodeerga qabul qilinadigan ma'lumotlar oqimidan alohida yuklanadi va undan keyingi foydalanishgacha saqlash mumkin. Xususan musiqani ifodalash uchun orkestr jamlamasini uzatiladi, ya'ni turli asboblarga mos keladigan ovozlar sintezini bajaradigan ma'lumot va buyruqlar.

4.6. MPEG-7 va MPEG-21 istiqbolli multimedia standartlari

1996 yilning oktyabrida MPEG guruhi MPEG-7 siqish formatini ishlab chiqishga kirishdi, u audio va videoaxborotni ifodalashning universal mexanizmini aniqlashga xizmat qilishi belgilandi. Ushbu format "Multimedia materiallarini ifodalash interfeysi (Multimedia Content Description Interface)" deb nom oldi. MPEG oilasining avvalgi siqish formatlaridan farqli MPEG-7 turli shakldagi (shu jumladan analog ko'rinishdagi) axborotni ifodalaydi va ma'lumotlarni uzatish muhitiga bog'liq bo'lmaydi. O'zining avlodlari kabi MPEG-7 siqish formati ham, bitta ifoda doirasida. masshtablanayotgan axborotni ishlab chiqaradi.

MPEG-7 siqish formati audio va video axborotlarni ko'p sathli ifodalash tuzilmasini qo'llaydi. Eng yuqori sathda fayl tarkibi, ya'ni yaratuvchining ismi, yaratilgan sansi kabilar yozib qo'yiladi. MPEG-7

siqish formatining keyingi sathida siqilayotgan audio va videoma'lumotning xususiyatlari ko'rsatiladi, masalan: rangi, tekst matni, foni va tezligi va h.k.. Bunda MPEG-7 audiovizual materiallarning quyidagilarini o'z ichiga olishi mumkin: statik tasvirlar, grafika, 3D model, ovoz, tovush, video va kompozit ma'lumotlar hamda multimedia namoyishida elementlar qanday birikishi haqidagi axborotlarni. Maxsus hollarda ushbu umumiy ma'lumot turlariga insonning yuz ifodasi va shaxsiy xarakteristikalari ham kiradi. MPEG-7 ajralib turadigan xususiyatlaridan biri uning siqilayotgan axborot turini aniqlash qobiliyatidir. Agar u audio yoki video fayl bo'lsa, avval MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 algoritmlari bilan siqiladi va so'ngra MPEG-7 yordamida ifodalanadi. Siqish usulini tanlashdagi bunday moslashuvchanlik axborot hajmini qisqartiradi va siqish jarayonini tezlashtiradi. MPEG-7 siqish formatining uning avlodlaridan asosiy afzalligi shundaki, u axborotni ham umumiy ham inson tomonidan qabul qilishi bilan bog'liq semantik belgilar asosida, avtomatik ajratish imkonini beradigan ifodalash chizmalari va alohida tengi yo'q deskriptorlardan foydalanadi. Katalogga kiritish va ma'lumotlarni qidirish amaliyoti siqish formatini ko'rib chiqish muhitidan tashqari bo'ladi.

Alohida shuni aytib o'tish joizki, MPEG-7 standarti MPEG-4 standartining o'rnini bosmaydi, balki uni to'ldiradi. Bunda MPEG-4 axborotni namoyish etish usulini, MPEG-7 esa uni ta'riflash usulini ta'minlaydi. Shunday qilib, MPEG-7 va MPEG-4ning mukammal bog'lanishini yaratish rejalashtirilmoqda, ayniqsa MPEG-4 ob'ektlari ishlatilayotgan holatlarda.

MPEG-7 standarti quyidagi qismlardan iborat:

- MPEG-7ning tizimli vositalari, ular MPEG-7 ifodalarini samarali uzatishga va yozishga tayyorlashda va material hamda ta'riflar orasida moslashuvni (sinxronizatsiyani) ta'minlashda uchun zarur. Ushbu tizimli vositalar shuningdek, intellektual mulkni qo'riqlashga ham aloqador.

- MPEG-7 aniqliklarini ta'riflash tili, yangi ta'riflar chizmalarini va yangi deskriptorlar uchun kerak.

- Audio - deskriptorlar va MPEG-7 ta'riflash sxemalari, faqat audiomaterialni ta'riflashga oid.

- Visual - deskriptorlar MPEG-7 ta'riflash sxemalari, faqat vizual materialni ta'riflashga oid.

- Multimedia Description Schemes - deskriptorlar va ta'riflash sxemalari, multimediani ta'riflash umumiy xarakteristikalariga oid.

- Reference Software MPEG-7 -MPEG-7 standartining mos qismlarini dasturiy tatbiq etish.

- Conformance MPEG-7 -MPEG-7 amaliy tatbiq etishning ishchi xarakteristikalarining bazaviy omillari va testlash amaliyotlari.

Biroq hozirgi kunda standart faqatgina ishlab chiqish bosqichida turibdi va kelajakda televideniye eshittirish sohasida keng qo'llaniladi va qidiruv serverlari tomonidan turli multimedia axborotlarini topishda foydalaniladi. Multimedia axborotlarni qidirish jarayoni ayniqsa, katta hajmli qattiq disklarda yozilgan axborotlarning, katta hajmlari bilan ish ko'rayotganda ancha soddalashadi.

MPEG-21 - bu ham ishlab chiqish jarayonida turgan yangi standartlardan biri bo'lib, uning vazifasi raqamli ob'ektlar bilan almashinish, sotish va boshqa manipulyatsiyalarda foydalanuvchilarni qo'llab quvvatlash texnologiyasini aniqlash hisoblanadi. Shu bilan birga ushbu operatsiyalarning maksimal samaradorligi va shaffofligi ta'minlanishi kutilmoqda. MPEG-21 dunyosi Foydalanuvchilar (Users), va ular munosabatga kirishadigan Raqamli Elementlar (Digital Items) dan iborat. Raqamli element sifatida har narsa bo'lishi mumkin: multimedia tarkibining bir qismidan boshlab, to'liq videoyozuv kolleksiyasigacha. MPEG-21 Foydalanuvchisi sifatida har qanday shaxs (ishlab chiqaruvchilardan boshlab to sotuvchi va xaridorgacha) qatnashishi mumkin. Shunisi qiziqki, MPEG-21da hamma Foydalanuvchilar o'zaro teng, chunki raqamli elementlar borasida ularning o'z xuquqlari va qiziqishlari bor, ushbu qiziqish va xuquqlarni esa ular ifodalashi kerak. Tarqatilyotgan axborot o'z-o'zidan qimmatlidir, va albatta foydalanuvchi undan foydalanishda uni boshqarishni xohlaydi. MPEG-21standarti jiddiy xarakter bo'lib raqamli revolyutsiya uning multimedia axborotini tarqatish va ishlab chiqish zanjirida yangi rol o'ynash imkoniyatini berishidir.

4.7. Ovoz signallarini siqishning asosiy algoritmlari klassifikatsiyasi

Hozirgi paytda ovoz signalini siqishning ko'plab usullari ishlab chiqarilgan va ularning nisbatan ustunlik va kamchiliklari mavjuddir. Qaysi biri talab etiladigan sifatni ta'minlasa, lekin kichik siqish qiymatiga ega, boshqalarining siqish koeffitsienti katta, ammo uni o'zlashtirish, turmushga tadbiiq etish murakkab algoritmdan iborat, chunki kompressiya va dekompressiya tezligiga uning ta'siri kuchlidir. Siqish formatlarining juda ko'pligiga qaramay ularning ko'pchiligi Furiyening tez almashtirishlariga yoki MDKO'ga asoslanadi.

Kuchsiz korrelyatsion bog'lanish sababli ovozni siqish effekti kichik va u odatda 4 - 6 barobardan ortmaydi.

Shu sababli katta koeffitsentli siqishni taminlash uchun har xil va juda murakkab ovozning eshitish qobiliyatiga asoslangan psixoakustik modellardan foydalaniladi, bu esa o'z navbatida murakkab matematika apparatni ishlatishni talab etadi.

4.2-jadvalda keng tarqalgan ovoz signalini siqishning asosiy xarakteristikalari keltirilgan.

4.2- jadval

Yuqori sifatli ovoz signali siqishning asosiy usullarining klassifikatsiyalash

Algoritm-ning nomi	Kompressiya uslubi	Diskretlash chastota -si kGs	Uzatis h kanallarining soni	Uzatis tezligi Kbit/s har bir kanalga	Kompressiyaning kattaligi	Ishlatilishi
ASPEC	Kodlash xolida qayta tiklash	32, 44,1, 48	1.2	64...192	1:6	ISDN - Integrated Services Digital Network
ATRAC	Sub polosali kodlash bilan qayta tiklash	44,1	2	256	1:5	Mini Disk

MASCAM	Sub polosali kodlash	48	1.2	128...256	1:4	DAB (Digital audio broadcasting)
MUSICAM	Sub polosali kodlash	48	1.2	128...256	1:4	DAB
MPEG - 1 Layer - 1 va 2	Sub polosali kodlash MUSICAM	32,44,1, 48 Layer - 1 faqat48	1.2	32..448 (Layer 1) 32..384 (Layer 2)	1:4 (Layer 1) 1:6 (Layer 2)	DAB (Layer 2 128..256 kbit/c) DBS (Direct Broadcast Satellite Layer 2 224 kbit/s) DCC Digital Compact Cassette Layer 1 384 kbit/s
MPEG - 1 Layer - 3	Sub polosali kodlash qayta tiklash bilan birga	32,44,1, 48	1.2	32... 320	1:9	Internet - eshittirish (xabardor qilish eshittirish)
MPEG - 2	Sub polosali kodlash Sub polosali kodlash qayta tiklash bilan birga	16, 22...48	1 - 5.1	32...384	<1:9	Ko'pkanali stereofonik eshittirish
MPEG - 2 AAC	Sub polosali kodlash qayta tiklash bilan birga	16, 22...48	5.1	16...384	1:15	Ko'pkanali streo eshittirish
MPEG - 4	Sub polosali kodlash qayta tiklash bilan birga parametrlilik kodlash	16, 22...48	1 - 5.1	2...64	1:22	Multimedia ilova

Dalby AC - 3	Kodlash hamda qayta tiklash	44,1	1-5:1	32... 384	1:13	Kinematograflar HDTV sun'iy yo'ldosh bo'ylab eshitirish
Gibrid kodlash	Sub polosali kodlash hamda qayta tiklash	44,1	1,2	32...64	1.15:20	Radioeshittirish axborotni saqlash

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, eng yaxshi siqish (22 marotaba)
MPEG - 4 standartida ekan.

5. RAQAMLI TELEVISION SIGNALLARNI ALOQA KANALLARI ORQALI UZATISH

5.1. Raqamli televizion signallarni aloqa kanallari tizimi orqali uzatishga bo'lgan talablar

Raqamli televizion signallarni uzatishdagi asosiy talablardan biri mavjud analog televideniye aloqa kanallaridan foydalanishni ta'milashdir.

Buni talabni bajarmaslik juda katta moliyaviy xarajatlarga olib keladi, chunki raqamli televideniye uchun yangi chastota diapazonlarini biriktirish, uzatuvchi va qabul qiluvchi qurilmalarni, antennalarni almashtirish, keng polosali uzatgichlar va televideniye qabul qilgichlarni yaratish kerakligiga olib kelar edi. Bu yerda avval aytilgandek, MPEG - 2 koderining chiqishida maksimal bitreyt qiymat 15 Mbit/s yetadi.

Signalning amplitudasi ikki qiymatini qabul qilishi mumkin amplituda manipulyatsiyasi hosil qilinganda aloqa kanali orqali uzatishdagi samaradorlik 1 (bit/s) Gs bo'lishi mumkin. Demak raqamli televizion signalni uzatish uchun kerak bo'ladigan chastota polosasi 15 MGs bo'lishi lozim, bu esa standart televideniye kanalining uzatish polosaning sezilarli darajada kengaytirishni talab qiladi. (O'zbekiston va MDX davlatlarida 8MGs, Yevropa, AQSH, Yaponiyada 6 MGs)

Shuning uchun ham raqamli televizion signallarini uzatishda, ya'ni chastotalar polosasidan samarali foydalanishda, ayniqsa bir necha oddiy aniqlikdagi signallarni bitta kanalda uzatish yoki yuqori aniqlikdagi televizion signallarni uzatish uchun murakkab modulyatsiyalarni qo'llashga to'g'ri kelar edi.

Bundan tashqari analog televideniye'dagi oniy qiymatlari uzatiladigan to'liq rangli televizion signal (TRTVS) va ovoz tashkil etuvchisidan farqli ravishda raqamli televideniye tizimida, aloqa kanali orqali, alohida televizion programmalarining (programma oqimlari) siqilgan raqamli oqimlari uzatiladi. Bunda programma oqimi video, audio va qo'shimcha ishchi axborotlar signallarini birlashtirgan yakka transport oqimini tashkil etadi.

MPEG - 2 ning transport oqimi 4ta programma oqimini o'z ichiga oladi va MPEG-4 transport oqimi esa 8 - 12ta programma oqimini oladi.

Transport oqimining xalaqitbardoshligini oshirish muhim vazifa, chunki xalaqitlar analog televideniye ko'rsatish sifatini yomonlashtirsa, raqamli axborotning xalaqit signallari orqali buzilishi tasvir va ovozni juda katta buzilishlariga yoki televizion axborotlarni umuman yo'qolishiga olib kelishi mumkin. Amaliyotda bu ko'rsatuv kadrlarining "qotib qolishi" yoki ularda mozaikali (chplashib ketgan) kadr paydo bo'lishiga olib keladi.

Shunday qilib, raqamli televizion kanallarda, xalaqitbardoshlik yetarli darajada ta'minlanmаса, ular normal faoliyat ko'rsatishlari mumkin emas. Shuning uchun xatoliklar paydo bo'lish sabablarini ko'rib chiqamiz:

- xalaqitlar -shovqinlarning tabiiy har xil turlari (issiqlik shovqini, zaryadlar tashuvchilarning generatsiya - rekombinatsiyasini shovqini, kasriy shovqini va h.k), ular asosan qabul qilgichlarning kirish kaskadlarida namoyon bo'ladilar;

- industrial va atmosfera xalaqitlari (qisqa ko'rinisdagi, yoysimon razryadlanishlar -payvandlash apparatlarida, elektr transporti vositalarida, momaqaldiroq vaqtida);

- interferatsion xalaqilar -qo'shni xududlarda xuddi shu chastotalarda ishlaydigan radio uzatgichlardan chiquvchi xalaqitlar;

- ko'p nurli radioto'lqinlardan hosil bo'luvchi xalaqitlar-yerning usti, qurilish imoratlari, metall sathlardan va h.k. qaytgan radioto'lqinlar.

Shunday qilib, **xalaqitlar birlamchi va paketli (guruhli)** bo'lishlari mumkin.

Birlamchi (yakka) xatolar bir biriga bog'liq emas va paketli xatolar birdaniga bir necha qo'shni ikkilik simvollarni bo'lishi mumkin. Misol uchun: ko'p uzoq davom etgan impuls xalaqitlar tasvir signalida kema ket kelayotgan bir necha ikkilik simvollarni barchasini nolga yoki birga aylantirishi mumkin.

Xalaqitlardan saqlanishning an'anaviy usullari: televizion signallarning uzatgichlari quvvati oshirish, antennalarni ayni holatga mos keluvchi ko'rsatgichlarini ta'minlash, qabul qilgich qurilmalarida

kichik shovqin chiqaruvchi detallarni qo'llash, sovitish qurilmalarini ishlatish (ventilyatsiya qo'llash), qo'shni xududlarda chastota taqsimlanishini optimallashtirishlardir

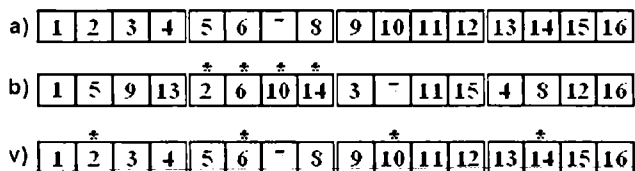
Raqamli signallar uzatilganda esa, xalaqitlarni kamaytirish uchun. xalaqitlarning paydo bo'lishini aniqlovchi va ularni yo'qotilishini amalga oshiruvchi maxsus kodlarning foydalanish mumkin.

Bundan tashqari tanlangan modulyatsiya usuli ham xalaqitlarni kamaytirishga yo'naltirilgan bo'lishi lozim. Shuning uchun ham raqamli televideniya signallarni uzatish usullari analog televideniya tubdan farq qiladi.

5.2. Oralatish va Skremblerlash

Paketli xatoliklarni tasirini samarali yo'qotish usulidan biri bu **oralatish** yoki aralashtirish (inglizcha - interleaving- o'zbekcha - aralashtirish) dir. Ma'lumot aloqa kanali orqali uzatishdan oldin kerakli tartibda joylashtiriladi, qabul tomonda esa joy - joyiga qo'yilib, tiklanadi yoki **qayta oralatish** amalga oshiriladi. Bunday holda paketli xatolar, bo'laklangan yakka xatolarga aylanadi va ularni oson aniqlanish imkoniyati yaratiladi hamda xatoni aniqlovchi kodlar yordamida tuzatiladi.

Oralatish va qayta oralatishlar 5.1- rasmdan keltirilgan. Dastlabki raqamli signal ikkilik so'zlarining to'rt razryadli ketma - ket uzatiluvchi bitlaridir (5.1, a-rasm).



5.1- rasm. Oralatish va qayta oralatish

16 bitdan iborat kesimda raqamli signal oralatiladi. Sonlar bu kesimdagi bitlarning nomerini ko'rsatadi. Oralatish tasirida bitlarning

joyi o'zgaradi (5.1, b- rasm). Malumot blokida yulduzchalar bilan belgilangan nisbatan uzun xatoliklarni hosil qiluvchi xalaqitlar, paketli xalaqitlar paydo bo'ladi. Qayta oralatish natijasida xatoliklar har xil ikkilik so'zlarga o'tib ketadi va dastlabki signal tiklanish jarayonida paketli xatoliklar yo'qoladi (5.1, v -rasm). Shunday qilib ayrim bitlarni emas balki bitlar guruhini yoki baytlarni ham almashtirish mumkin.

Raqamli televideniyeining DVB standartida oralatish, Rid - Solomon (keyingi bo'limlarida kengroq beriladi) kodlanishdan so'ng, transport oqimi paketlari doirasida amalga oshiriladi. Natijada paketlarning hajmi 188 dan 204 baytgacha kattalashadi. Har bir paket 17 baytdan iborat 12 guruhga bo'linadi. Dastlab hamma guruhning birinchi baytlari (1, 18,...,171, 188), so'ngra guruhlarning ikkinchi baytlari (2,19,...,172, 189) va h.k. lar uzatiladilar. Oxirida guruhlarning so'ngi baytlari (17, 34,...,187, 204) uzatiladi. Shunday qilib, oralatish jarayonida,transport oqimi paketi doirasida, har xil baytlar 0 dan 176 pozitsiya oralig'ida aralashib ketadilar.Eng asosiysi qabul qilish tomonida hamma baytlar ketma ketligi tiklanadi. Oralatish uzatilayotgan signallarni sanksiyasiz (ruxsatsiz) kirishdan saqlashda ishlatilishi qulay, chunki tiklash va dastlabki holatga qaytarish va o'rin almashtirish qonunlarini bilgan holdagina amalga oshirilishi mumkin.

Skremblerlash. MPEG - 2 standartida, ma'lumotlarni ruxsatsiz kirishga va olishga yo'l qo'ymaydigan. axborot oqimining (video. audio va boshqalar) xarakterini o'zgartirilishiga **skremblerlash** deyiladi.

Qayta skremblerlash esa skremblerlashning teskarisidir, ya'ni qayta tiklash operatsiyasidir. Raqamli televizion tizimlarda skremblerlash asosan **randomizatsiya** (tasodifiylikni tashkillashtirish) uchun qo'llaniladi.

Randomizatsiya raqamli signalni kvazitasodifiyga almashtirishni amalga oshiradi va ikkita vazifani yechishga yordam beradi:

1. Uzun nollar yoki birlar guruhlarini, raqamli signallar tarkibida ko'plab paydo bo'luvchi qiymatlar farqi shaklida hosil qilishdir, bu esa uning tarkibidan takt impulslarini ajratishni osonlashtiradi (bu xossa o'z navbatida o'z o'zini sinxronizatsiya qilish deyiladi)

2. Randomizatsiya radiosignal uzatilishida uning energetik sathini tekislashni taminlaydi, chunki tasodifiy shovqinning spektr bo'yicha quvvat taqsimoti chastota o'qi bo'ylab bir xil. Shuning uchun ham signalni kvazitasodifiy signalga o'tkazish spektrni tekislashga yordam beradi. Chastota diapazonidagi spektrning bir xil qiymatligi uzatish qurilmasining samaradorligini oshiradi va raqamli televideniyeining analog televizion tizimlarga ta'sirini, xalaqitlarini kamaytiradi.

Skremblerlash uchun uzatilayotgan raqamli signalga qo'shimcha "xalaqit beruvchi" signal, ya'ni **pseudotasodifiy ketma-ketlikdagi** (PTKK) signal qo'shiladi. Pseudotasodifiy ketma-ketlik signali sifatida maxsus generator ishlab chiqaradigan signal ishlatiladi. Amaliyotda randomizatsiyalash modul 2 bo'yicha qo'shish amali orqali bajariladi, ya'ni raqamli ma'lumotlar oqimi "YOKI ni yo'qotuvchi" man'iqiy operatsiyalar (XOR) va ikkilik pseudotasodifiy ketma - ketlik PRBS (Pseudo Random Binary Sequence) larning qo'shilishi orqali amalga oshiriladi. Bu bitlar ketma ketligi, ko'p tomondan tasodifiy signallar xususiyatiga ega.

Nollar va birlar PTKK(pseudotasodifiy ketma-ketlik)da xaotik holatda joylashgandek bo'lsada, haqiqatda esa, har bir PTKK algoritmi asosida shakllanadi va ular uncha ko'p bo'lmagan parametrlar bilan ifodalanadi.

Buning uchun qabul qilish tomoniga xuddi shunday PTKK ni hosil qiluvchi algoritmi uzatiladi, agar shunday qilinmasa qabul qilingan signalni deskremblerlash mumkin emas.

5.3. Xalaqitbardoshli kodlash

Yuqorida aytilgandek, raqamli televideniyeini transport oqimining xalaqitbardoshligini oshiradigan usul-oraliq usulidir. Ammo bu usul raqamli oqimdagi ikkilik simvollarining yakka xatoliklarini aniqlay olmaydi. Shu sabab oraliqdan tashqari televizion signallarni uzatilish tomonida maxsus xalaqitbardoshlikni oshirishga mo'ljallangan ma'lumotni kodlash usuli ishlatiladi. Bu esa o'z navbatida qabul qilish tomonida paydo bo'lgan xatolarni aniqlashga va ularni to'g'irlashga yordam beradi.

Xalaqitbardoshlilikni oshirish uchun qo'llaniladigan kodlar **korreksiyalovchi kodlar** yoki **xatolarni to'g'irlovchi kodlar** deyiladi.

Qo'llanilayotgan xatolikni aniqlash kodlari uzatilishdagi xatoliklarni kombinatsiyasini topsa, unda xato qabul qilingan tasvir elementlari o'rniga avval qabul qilingan tasvir elementlari bilan almashtiriladi. Bunday holatda televizor ekranidagi buzilishlar ta'siri ancha kamayadi. Bunday usulda xatoni to'g'irlash maskirovkalash usuli deyiladi.

Murakkablashtirilgan korreksiyalovchi kodlar ishlatilsa, xatolarni nafaqat aniqlaydi, balki ularni to'g'irlash imkoniyati yaratiladi. Odatda korreksiyalovchi kodlar asosan xatolarni ko'proq aniqlaydi, ammo kamroq ularni to'g'irlash imkoniga ega. Korreksiyalovchi kodlarning ma'lum intervaldagi ikkilik simvollari ketma - ketligidagi xatolar sonini to'g'irlash qobiliyati, misol uchun bir kombinatsiyadagi kodlarni to'g'irlash-kodlarnig to'g'irlash qobiliyati deyiladi.

Korreksiyalovchi kodlarning tuzilishining asosiy omili shundaki, har bir uzatilayotgan ikkilik simvolli axborotlarning kod kombinatsiya **k** ga qo'shimcha oriqcha ma'lumotli **p** ikkilik simvollari kiritiladi. Natijada yangi kod kombinatsiyasi paydo bo'ladi va unda ikkilik simvollari **n = k + p**. Bunday kodni (**n**, **k**) deb belgilaymiz.

Axborot simvollarining tashkil etuvchisi kod tezligi nisbati bo'lib, u bunday ifodani tashkil qiladi:

$$R = k/n = k/(k+p) \quad (5.1)$$

Bunday kodlarning qabul qilishi mumkin bo'lgan kombinatsiyalar qiymati 2^n ga tengdir. Ulardan uzatishga ruxsat etilganlari 2^k kod kombinatsiyalari. Qolgan $2^n - 2^k$ kod kombinatsiyalari taqiqlanganlardir, ana shunday taqiqlangan kodlarning bittasini qabul qilish tomonida paydo bo'lishi ma'lumotlarning xato ekanligini bildiradi.

Kodning aniqlash va to'g'irlash qobiliyatini baholashda **kodlar masofasi** yoki **Xemming masofasi** tushunchalari ishlatiladi. $\{x_{ij}\}$ va

$\{x_{mj}\}$ kod kombinatsiyalari orasidagi masofa d_{im} , kombinatsiyalar sonining ikkilik razryadlari farqi sifatida keltiriladi.

Misol uchun **0001** va **0011** kodlar kombinatsiyasidagi kodlar masofasi **1** hamda **0000** va **1111** kodlar kombinatsiyasidagi kodlar masofasi esa **4** ga tengdir.

Agar ruxsat etilgan kodlar kombinatsiyasi shunday tanlangan bo'lsaki, istalgan ruxsat etilgan kod kombinatsiyalarining ikkilik simvollarini o'zgarishi taqiqlanganlarga aylansa, bunday korreksiyalovchi kodlar kombinatsiyasi alohida kombinatsiyalardagi yakka xatolik kodlarini aniqlanishini ta'minlaydi. Bunda yakka xato daslabki kod kombinatsiyasini o'zidan **1** orqadagi kod kombinatsiyasiga o'tkazadi.

Shunday qilib, yakka xatolarni aniqlash uchun ikkita ruxsat etilgan kodlar kombinatsiyalari uchun korreksiyalovchi kodlar masofasi 2 dan kam bo'lmasligi lozim. Kodlar kombinatsiyadagi r_1 xatoni topmoq uchun ikkita ruxsat etilgan kodlar kombinatsiyasi orasidagi masofa $d \geq r_1 + 1$ tengsizlikni qoniqtirishi kerak.

Oddiy va keng tarqalgan xalaqitbardoshli kodlash bu **juftlikka** tekshirishdir. Tekshirishda har bir kod kombinatsiyasiga bitta qo'shimcha ikkilik simvol X_p -**nazorat qiluvchi yoki tekshiruvchi bit** kiritiladi. Bu bit 1ga teng, agar daslabki kombinatsiyadagi birlik yig'indi toq songa teng bo'lsa va aks holda esa 0ga teng. Ushbu qonuniyat quyidagicha ifodalanadi:

$$X_p = X_1 \oplus X_2 \oplus \dots \oplus X_k, \quad (5.2)$$

bu yerda $X_1 \dots X_k$, daslabki kod kombinatsiyasining ikkilik simvollarini.

Agar tizimning qabul qilish tomonida kodli kombinatsiyaning ikkilik simvolining biri xato qabul qilinsa, unda nazorat bitining qiymati (5.2) ni qanoatlantirmaydi. Bu mos tushmaslik maxsus sxema orqali aniqlanadi va xatolik paydo bo'lganligining belgisi bo'ladi. Shunday qilib juftlikka tekshirish yakka xatolarni aniqlaydi, lekin ularni tuzatishga imkon yaratmaydi. Ushbu usul hisoblash mashinalarida ishlatiladi, chunki ularda birorta ham xatoli bit bo'lmasligi lozim.

Yakka tartibdagi xatolarni yo‘qotish uchun, istalgan ixtiyoriy ikkita ruxsat etilgan kodlar kombinatsiyasi orasidagi korreksiyalovchi kod masofasi 3 dan kam bo‘lmasligi lozim. Bu holatda qabul qilingan taqiqlangan kod kombinatsiyasi unga yaqin bo‘lgan ruxsat etilgan kod kombinatsiyasi bilan almashtiriladi.

Bunday holatda yakka xatoliklar, uzatishdagi ruxsat etilgan kod kombinatsiyasi qabul qilingan tadqiqlangan kod kombinatsiyadan 1 ga farq qiladi va qolgan ruxsat etilgan kod kombinatsiyasi 2 dan kam bo‘lmagan holda farq qiladi.

Bunday holatda xato albatta tuzatiladi. Umumiy holatda kod kombinatsiyasidagi r_2 xatolikni korreksiyalash uchun ikkita istalgan ixtiyoriy ruxsat etilgan kodlar orasidagi kodlar masofasi d quyidagi tengsizlikni $d > 2r_2 + 1$ qanoatlantirishi kerak.

Ruxsat etilgan kod kombinatsiyalari masofasini oshirish uchun uzatilayotgan kod kombinatsiyalaridagi nazorat qiluvchi simvollar soni p ni oshirish kerak. Bunda eng kichik kodlar orasidagi masofa quyidagicha aniqlanadi:

$$d_{\min} = p + 1 = n - k + 1, \quad (5.3)$$

bu yerda

d_{\min} -ikkita ruxsat etilgan kod kombinatsiyasi orasidagi minimal kod masofasi;

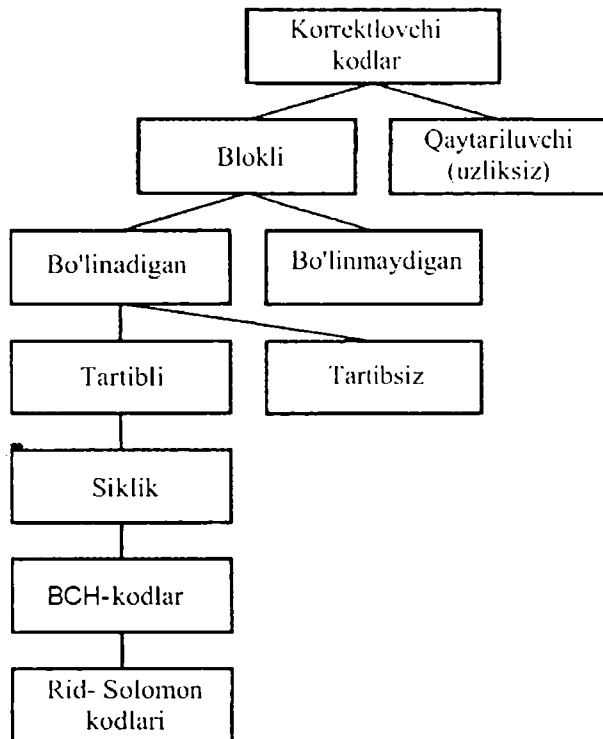
k - ma’lumot tashuvchi ikkilik simvollar soni;

n - kod kombinatsiyadagi umumiy simvollar soni.

Shu bilan birga, tekshiruvchi bitlar sonini oshirish ma’lumotlar uzatish tezligini keskin kamaytirmasligi (kod tezligiga nisbatan) uchun kodli kombinatsiyadagi (5.1) axborotlar simvolilarini k marotaba ko‘paytirmoq lozim.

Belgilangan n va k li kodlarni shakllantirishda xilma xil usullar mavjud. Raqamli televideniye tizimi uchun paketli xatolarni, bir necha qo‘shni ikkilik simvollarini buzilishini korreksiyalash katta ahamiyatga ega. Bundan tashqari raqamli televideniya tizimga kodni tanlashda oddiy dekodlash usulini tanlash maqsadga muvofiq, chunki dekoder har bir televideniye qabul qilgichida bo‘lmog‘i lozim.

Shu sabab katta bo'lmagan xalaqitbardosh kodlar klassifikatsiyasi 5.2-rasmda keltirilgan.



5.2-rasm. Korreksiyalovchi kodlar klassifikatsiyasi

Korreksiyalovchi kodlar **blokli** va **yig'iluvchi** (uzluksiz) kodlarga bo'linadi. **Blokli kodlar** - k axborot kodlaridan tashkil topgan, dastlabki kod kombinatsiyasini uzatilayotgan $n > k$ simvollaridan tashkil topgan kod kombinatsiyasiga qayta kodlashga asoslangan. Qo'shimcha $p = n - k$ simvollarini dastlabki kod kombinatsiyasining k simvollariga bog'liq. Demak, kodlash va dekodlash doimo bir kod kombinatsiyasi (bloki) doirasida amalga oshiriladi.

Bunga qarama - qarshi **yig'iluvchi kodlarda**, kodlash va dekodlash ikkilik simvollar ketma - ketligi barchasi ustidan doimo olib boriladi.

Blokli kodlar tarkibi **ajratiluvchan** va **ajratilmas** bo'ladilar. Ajratiluvchan kodlarda har bir kod kombinatsiyasida qaysi bir simvollar ma'lumot tashuvchi va qaysi birlari tekshiruvchi bo'lishlari ko'rsatiladi. Ajratilmasda esa bunda imkoniyat yo'q.

Keyingi klassifikatsiya pog'onasi - **tizimlik kodlardir**. Ularning farqi shundaki, tekshiruvchi simvollar axborot simvollaridan, matematik bog'lanishlar orqali, aniq qoidalar asosida shakllantiriladi. Misol uchun har bir tekshiruvchi simvol X_{pj} axborot simvollarining chiziqli kombinatsiyasi sifatida olinadi:

$$X_{pj} = (b_{1j}x_1) \oplus (b_{2j}x_2) \oplus \dots \oplus (b_{kj}x_k) \quad (5.4)$$

bu yerda $b_{1j} \dots b_{kj}$ – koeffisientlar, ularning qiymati 0 yoki 1;

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

Siklik kodlar - ular polinomlar qiymatlari siklik siljirilgan asosda shakllantiriladi va quyidagi asosiy xususiyatlarni qamraydi.

Agar kod kombinatsiyasi $a_0 a_1 a_2 \dots a_{n-1}$ ruxsat etilgan kodlar bo'lsa, unda siklik siljish yo'li bilan olingan kombinatsiya $a_{n-1} a_0 a_1, \dots, a_{n-2}$ ham ruxsat etilgan kodlardir.

Polinomni yozishda kod so'zlarini siklik siljitish operatsiyasi, shu polinomni, ma'lum ko'paytirish amalini bajargan holda, x (**kod kombinatsiyani yozish uchun formal o'zgaruvchan**)ga ko'paytirishni amalga oshiriladi.

Kodlarni tuzish uchun yaratuvchi polinom tushunchasi kiritiladi, ya'ni qoldiqsiz ikkihadga $(1 + x^n)$ bo'linuvchi x^{n-k} darajali polinom tushiniladi. Ruxsat etilgan kod kombinatsiyalari esa dastlabki kod kombinatsiyalarini ifodalovchi $k-1$ polinomni yaratuvchi polinomga ko'paytirish natijasida hosil qilinadi.

Polinom $g(x)$ ni shakllantiruvchi siklik kod quyidagicha yaratiladi:

1. Dastlab $g(x), xg(x), x^2 g(x), \dots, x^{k-1} g(x)$ polinomialari olinadi.

2. Bu polinomlarga mos kodlar kombinatsiyasi G matricha qatori sifatida yoziladi va **matritsa shakllantiruvchisi (yaratuvchisi)** deb ataladi.

3. Kodning ruxsat etilgan kodlar kombinatsiyasi yig'indisi yaratiladi. Unga nol kodlar kombinatsiyasi $g(x)$, avval keltirilgan k kodlar kombinatsiyasi $xg(x)$, $x^2 g(x)$, ... $x^{k-1} g(x)$ va ularning har xil ko'rinishdagi kombinatsiyalar yig'indisi olinadi. Yig'ish (summalashtirish) razryadlar bo'yicha amalga oshiriladi va har bir razryad modul 2 bo'yicha summalashtiriladi. Shunday yo'l bilan olingan ruxsat etilgan kodlar kombinatsiyasining umumiy soni 2^k bo'lib, axborotlar kodlari razryadiga tengdir.

Dekodlashda esa dastlab to'g'irlovchi matritsa shakllantiriladi va uning har bir qatori qabul qilingan kodlar kombinatsiyasi $a_0 a_1 a_2 \dots a_{n-1}$ larga skalyar ko'paytiriladi.

Bu operatsiyani quyidagi ifoda bilan yozish mumkin:

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

bu yerda to'g'irlovchi matritsa (n)ning j - satrining (qatorining) h_{ji} elementlari.

Olingan $n - k$ sonlar C_j ning to'g'irlovchi vektori yoki sindromini hosil qiladi va agar xatoliklar bo'lmasa, barcha $C_j = 0$ bo'ladi. Agar ushbu kod kombinatsiyasi uzatishda xatolik bo'lgan bo'lsa, unda C_j ning ayrim sonlari nolga teng bo'lmaydi. To'g'irlovchi vektorning qaysi bir elementi noldan farqli bo'lsa, qabul qilingan kod kombinatsiyasida qaysi razryadlarida xato borligi aniqlanadi va natijada bu xatolik tuzatiladi.

Siklik kodlardan foydalanishning yana bir ustunligi kodlash va dekodlash qurilmalarining, modul 2 summatori orqali ishlaydigan, teskari aloqali siljituvchi registrlar ko'rinishida bo'lishidir.

Har xil turdagi siklik kodlar xilma xil ko'rinishdagi polinomlar tomonidan shakllantiriladi. Buning uchun rivojlangan matematik teoriyalar mavjud.

Ko'plab keng tarqalgan va samarali siklik kodlar orasida **Boze - Choudxuri Xokvingem** (BCHX - bosh harflari, ingliz tilida esa BCH- Bose, Chfudhuri, Hockwinham) kodlari qo'llaniladi. Misol uchun: **BCHX(63,44)** kodi 44 axborot va 19 tekshiruvchi kodlardan iborat. Bu BCHX kodlari raqamli sun'iy yo'ldosh radioeshittirish tizimlarida qo'llaniladi va har bir 63simvulli blok

uchun 2 yoki 3 xatolikni tuzatadi, 4 yoki 5 xatoliklarni esa aniqlaydi. Bunday kodlarning nisbiy tezligi $R = 44/63 = 0,698$.

BCHX (BCH) kodlaridan bir turi **Rid - Solomon(Reed-Solomon)** kodlaridir. Ular zamonaviy raqamli televideniye tizimlarida xalaqitbardoshlikni oshirishda qo'llanadilar. Bu kodlar **ikkilikmas** kodlarga kiradi, chunki ularning simvollar ko'p razryadli ikkilik sonlar, baytlar bo'lishlari mumkin. Yevropaning DVB raqamli televideniyesida **Rid - Solomon kodi** ishlatiladi va **(204, 188, 8)** ko'rinishda yoziladi, bu yerda:

188 - MPEG - 2 transport oqimi paketidagi axborot tashuvchi baytlar soni;

204 - tekshiruvchi simvollar qo'shilgandan so'ng paketda paydo bo'lgan baytlar soni;

8 -kod kombinatsiyalari orasidagi mumkin bo'lgan minimal kod masofasi.

Shunday qilib, kod kombinatsiyasi sifatida transport oqimining butun paketlari, ya'ni axborot tashuvchi $188 \times 8 = 1504$ bitlar va ularga qo'shimcha $16 \times 8 = 128$ tekshiruvchi bitlar simvollar olinadi. Bunday kodning nisbiy tezligi **0,92**. **Rid - Solomon kodi har bir transport paketidagi xatolik bilan qabul qilingan baytlarning 8tagacha xatoliklarini samarali to'g'irlashga imkon beradi.**

Raqamli televizion eshittirishlarda qo'llanadigan Rid - Solomon kodi ba'zida **qisqartirilgan** nomi bilan ham yuritiladi. Gap shundaki, **Rid - Solomon** teoriyasidan kelib chiqqan holda, agar kod simvoli bayt bo'lsa, unda kodli so'zning uzunligi 255 baytni (239 axborot tashuvchi va 16 tekshiruvchi) tashkil etishi lozim.

Ammo MPEG - 2 transport oqimining paketi faqat 188 baytdan iboratdir. Shuning uchun paket o'lchamini(baytlarini) kod parametrlari bilan moslashtirish uchun kodlashdan avval har bir transport paketining boshida 51ta nollik axborot baytlar qo'shiladi, kodlashdan keyin esa qo'shilgan qo'shimcha nolli baytlar olib tashlanadi.

Qabul qilgichda esa, 204 baytdan iborat, har bir qabul qilingan transport oqimi uchun **sindromlar** (to'g'irlovchi vektorlar) hisoblanadilar va ikkita polinomlar topiladilar:

“Lokator” ildizi xatolarning joylashishini ko‘rsatadi va “korrektor” (evaluator) xatolar qiymatlarini beradi. Bunda mumkin bo‘lsa xatoliklar tuzatiladi.

Agar korreksiya qilish mumkin bo‘lmasa (misol uchun xato baytlar 8dan ortiq), unda paketdagi ma‘lumotlar (axborotlar) o‘zgartirilmaydi va paket esa maxsus bayroqcha bilan belgilanadi (sinxro baytdan keyingi birinchi bit), ya’ni xatoni tuzatib bo‘lmaydi degan ma’noda. Ikkala holatda ham 16ta ortiqcha baytlar olib tashlanadi va dekodlangach transport paketining uzunligi yana 188 baytga tenglashadi.

Yig‘iluvchi kodlar zamonaviy raqamli televideniya qo‘llanadigan korreksiyalovchi kodlarning boshqa sinfini tashkil qiladilar. Ular uzluksiz kiruvchi ikkilik simvollar ketma - ketligi chiquvchi ikkilik simvollar ketma - ketligiga aylantirishiga asoslangan, bunda har bir kiruvchi ketma - ketlikka bittadan ko‘p chiquvchi simvollar to‘g‘ri kelishi ta’minlanadi. Yig‘iluvchi kodlar ishlatilgandagi uzatilayotgan ikkilik simvollar sonining ko‘payishi kodning nisbiy tezligi bilan xarakterlanadi, ba’zida kod tezligi ham deyiladi:

$$R = Q_{\text{kir}} / Q_{\text{chiq}} = k/n, \quad (5.6)$$

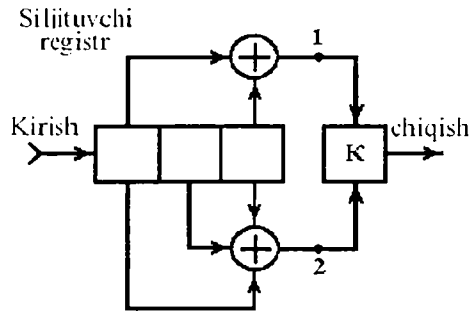
bu yerda- Q_{kir} va Q_{chiq} - kodning mos ravishda ikkilik simvollarining kirish va chiqishdagi uzatish tezligi; k - kirish ketma - ketligidagi bitlar soni, n chiqish ketma - ketligidagi o‘zgartirilgan bitlar soni.

Bunday holda koderlarning ishlashi panjarasimon diagramma bilan izohlanadi, chunki kodlovchi moslamadan olingan o‘tish tuzilmasi panjarani tashkil etadi. Shuning uchun ham bunday kodlar **panjarasimon** (trellis code) kodlar deb ataladi. Yig‘iluvchi koderni amaliyotga tadbiq etish misoli 5.3- rasmda ko‘rsatilgan.

Koderda uch razryadli siljitivchi registr mavjud va uning kirishiga ikkilik simvollar ketma - ketligi beriladi. Bunda har bir taktda registrlar yacheykasidagi bitlar bir razryadga o‘nga siljiydi, ya’ni navbatdagi kirish ketma-ketligidagi bit chapdagi yacheykaning birinчисiga yoziladi va o‘ng tomondagi oxirgi yacheykadagi bit tashlab yuboriladi. Razryad registrlarining chiqishi modul 2 summatorlarining ikkita chiqishlariga ulangan. Kommutator (K)

yordamida chiqishda ikkilik simvollar ketma-ketligi shakllantiriladi. Kommutator har bir kirishdagi ketma -ketligi taktlari uchun avval tepadagi summatordan bitni (nuqta - 1) uzatadi va so'ngra pastki summatordan bitni (nuqta 2) uzatadi. Shunday qilib, har bir kirish ketma - ketlik biti uchun ikkita chiquvchi ketma ketlik biti paydo qilinadi va kodning nisbiy tezligi $R=1/2$ bo'ladi.

Yig'iluvchi kodlarning muhim bir ko'rsatgichi kodli cheklanishdir va u K ifodasi bilan belgilanadi. Bu ko'rsatgich siljitish registrida, k bit kodlarning guruhlar sonini ifodalaydi va natijaviy chiqish ketma-ketligini shakllantirishda ishtirok etadi. Keltirilgan misolda $K = 3$ ga teng.



5.3-rasm. Yig'iluvchi koderning umumlashgan tashkiliy chizmasi.

Koderning ishlashi natijasida kirishdagi har bir ikkilik simvollar ketma-ketligi chiqishda juft ikkilik ketma ketligiga aylantiriladi. Aylantirilishda kirish ikkilik simvollar va ayni vaqtdagi kodlovchi qurilmalarning holatlari hisobga olinadi. Bunday holatlar 4 ta tashkil etadi: **00;01;10;11**.

Agar kirish ketma - ketligi faqat nollardan iborat bo'lsa, unda chiqish ketma - ketligi ham nollardan iborat bo'ladi. Agar misol uchun kirish ketma - ketligida bittagina birlik biti bo'lsa va qolganlari nollardan iborat... **001 000**...bo'lsa, unda chiqish ketma ketligi qo'yidagi ko'rinishda ifodalanadi:

...000110111000...

Bu ketma - ketligida 5 ta birlar mavjud, shuning uchun faqat nol qiymatlari uchun kodlar masofasi 00 00 00 00 00, ya'ni 5ga teng. Shunday qilib, xatoliklari bo'lmagan, xilma xil kirish ketma - ketliklari bilan chiqish ketma-ketlitliklari orasidagi Xemminning masofasi 5 dan kam emas. Bunda kod tezligi R kamayishi va kod cheklanishi - K kattalashishi bilan chiquvchi ketma -ketliklar orasidagi masofasi ortadi.

Yig'iluvchi kodlarni dekodlash uchun Viterbi algoritmi ishlatiladi. Bu algoritmda, dekodlashga keluvchi ketma - ketlik simvollar uchun yechimini topishdagi juda ko'plab yo'llaridan nisbatan qisqa yo'llarni topishga imkon beradi va topilgan yo'llarning haqiqatga yaqinligi hamda simvollar ketma- ketligining haqiqiy qiymatlarini aniqlaydi.

Shunday qilib, raqamli televideniya DVB, ma'lumotlarni sun'iy yo'ldoshlar va yerdagi aloqa kanallari orqali uzatishda yig'iluvchi kodlashning quyidagi ko'rsatgichlarga ega bo'lganlari qo'llaniladi:

- kodlash cheklanishi $K = 7$
- kodning nisbiy tezligi $R = 1/2; 2/3; 3/4; 5/6; 7/8$

Bundan tashqari raqamli televideniye standartlarida kaskadli kodlash qo'llaniladi, chunki foydalanilayotgan aloqa kanallarida, ba'zida, xatoliklar takrorlanishi shunchalik ko'p bo'ladiki, xatto Rid - Solomon kodi ham talab etiladigan xalaqitbardoshlikni ta'minlay olmaydi. Shuning uchun transport oqimining paketlari dastlab, Rid - Solomon kodi bilan (tashqi kodlash), so'ngra olingan ikkilamchi simvollar ketma - ketligi yig'iluvchi kodlar bilan kodlanadilar (ichki kodlash).

Bunday kaskadli kodlash raqamli televizion signallarni uzatishda xatoliklardan samarali himoyalaniшни ta'minlaydi. Agar signal/ shovqin nisbati (quvvati bo'yicha) 3 dB ga teng bo'lsa, panjarasimon dekoderning kirishidagi nisbiy xatoliklar qaytarilishi 10^{-1} ... 10^{-2} bo'lsa, ushbu dekoderning chiqishida 10^{-4} gacha kamayadi va Rid - Solomon dekodera esa 10^{-10} ,... 10^{-11} gacha yanada kamayadi.

5.4. Raqamli televideniya signallarini uzatishda qo'llaniladigan modulyatsiya usullari

Raqamli televideniya signallarini modulyatsiyalashning asosiy xususiyatlaridan biri modulyatsiyalanayotgan tashuvchi ko'rsatgichlarda bir necha diskret qiymatlar paydo bo'lishi mumkin. Bunday modulyatsiyalash **manipulyatsiya** deyiladi. Tashuvchining tebranishlarining ko'rsatgichlari diskret va vaqt bo'yicha o'zgaradi. Malum vaqt intervalida ushbu ko'rsatgichlar o'zgaras bo'lsa, bu **intervalli simvol** yoki **kanal simvolining intervali** deyiladi.

Har bir simvol intervalida bitta yoki bir necha kanal simvolini paydo qiluvchi bitlar uzatiladi.

Bunda analog televideniya tashuvchining modulyatsiyasi televideniya signal dasturlarini radiokanallar orqali tarqatishga xizmat qilsa, raqamli televideniya yana qo'shimcha transport oqimidagi raqamli simvollar uzatish tezligini mavjud bo'lan televideniya radiokanallarining o'tkazish qobiliyati bilan moslashtirish talab etiladi. lozim. Shunday qilib, bir tomondan aloqa polosasiningli chastota kanalidan samarali foydalanish talabi bo'lsa boshqa tomondan xalaqitbardoshlikni yetarli darajada aniq taminlashdir. Shu sabab raqamli televideniya ancha murrakkab, ko'p sathli modulyatsiyalar qo'llaniladi.

Chastota polosasining foydalanish samaradorligini oshirish uchun kanal simvollarida, imkon boricha, uzatilayotgan axborotning ko'proq bitlari bo'lishi lozim. Buning uchun istalgan vaqtda aloqa kanalida 2 ta (0 yoki 1) emas, imkon boricha ko'proq mumkin bo'lgan qiymatlar bo'lishi kerak. Agar bir kanal simvollarida 16 sathli kodlash qo'llanilsa, birdaniga 4 bit ma'lumot simvolini uzatish mumkin va bu esa ma'lumotlar uzatish tezligini 4 marta oshiradi. Bunda maxsus manipulyatsiya turi qo'llanishi natijasida ikki sathli raqamli signal ko'p sathliga yoki kvazi uzluksizga aylanadi. Masalan: amplituda manipulyatsiyasida amplituda qiymatlariga mos tashuvchilar soni orqali erishiladi. Chastota manipulyatsiyasida tashuvchi chastotalari mos bo'lishi va faza manipulyatsiyasida signal fazalari bo'lishi orqali amalga oshiriladi.

Demak, amplituda manipulyatsiyasi qo'llanilganda, bunga erishish uchun, shunga yarasha tashuvchining amplituda qiymatlari soni, chastota manipulyatsiyasida yetarli bo'lgan chastotalar soni (qiymati) va faza manipulyatsiyasida esa signalning fazasi qiymatlari bo'lishi ta'minlanadi. Bunday holat esa tizimning xalaqitbardoshligini yomonlashishiga olib keladi, chunki qabul qilgich 2ta signal qiymatini emas, balki ko'proq signal qiymatlarini qabul qilishga majbur bo'ladi.

Qabul qilingan signallar sathlarini ishonarli farqlash uchun aloqa kanalida signal/ shovqin nisbati sathini ko'tarish kerak, ya'ni televizion signallarni uzatgich qurilmasi quvvatini ko'tarish lozim. Bu aloqani tashkil etishning asosiy nazariy xususiyatlaridan biri, ya'ni belgilangan, o'zgarmas chastotalar kengligida kanalning o'tkazuvchanligini oshirish uchun signal / shovqin nisbatini ko'tarish kerakligidir.

Quyida ko'p tarqalgan raqamli signalni modulyatsiyalashning usullarini ko'rib chiqamiz:

Amplituda manipulyatsiyasi (AMn) - tashuvchi signal amplitudasini sath bo'yicha diskret o'zgarishiga aytiladi. Oddiroq holda bir sathda (qiymatda) signal tashuvchisi mavjud, boshqasida esa uning yo'qligidir. Amplituda manipulyatsiyasining uzatish qurilmalaridagi quvvat qiymatlari orasidagi keskin farqning mavjudligi.

Chastotali manipulyatsiya (CHMn) - tashuvchi signal chastotasining diskret o'zgarishi va ayni vaqtda signal amplitudasi o'zgarmas bo'lishi.

Fazali manipulyatsiya (FMn) - tashuvchi signal fazasining diskret o'zgarishi. Oddiy holatga tashuvchi ikki faza qiymatga 0^0 va 180^0 ega bo'ladi. Qabul qilgichda kogerent detektorlash, ya'ni uzatuvchi qurilma bilan qabul qilgich fazalari sinxronizatsiyalangan yoki osonroq holda sinxronizatsiyalanmagan kogerentmas detektorlash bo'lishi mumuin.

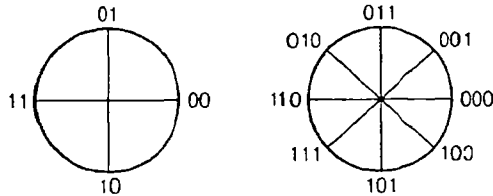
Kogerentmas detektorlashda ko'pincha nisbiy faza manipulyatsiyasi qo'llaniladi, bunda har bir qabul qilingan tashuvchi signal fazalari boshlang'ich absolyut faza bilan solishtiriladi va xulosa chiqariladi.

Chastota polosasining samaradorligini oshirish uchun aloqa kanalida ko'p pozitsiyali faza manipulyatsiyasi qo'llaniladi.

5.4- rasmda to'rt va sakkiz pozitsiyali FMn ko'rsatilgan.

To'rt pozitsiyali FMn birdaniga 2 ta bit uzatishga imkon beradi va bu chastota polosani samaradorligini 2 barobar oshirishga xizmat qiladi. Sakkiz pozitsiyali manipulyatsiyadan foydalanganda esa birdaniga 3ta simvol qiymati uzatilishi mumkin. Bunda tashuvchi signalning fazalari orasidagi siljishning diskret qiymatlari 450 teng. Bunday holatda chastota polosasi qo'llanishining samaradorligi oddiy ikki pozitsiyali FMn ga nisbatan 3 barobarga ko'tariladi.

Uzatilayotgan kodlash kombinatsiyasini joylashtirish uchun Grey manipulyatsiyasidan foydalaniladi, bunda qo'shni pozitsiyalar bitta bitga farq qilishi belgilangan. Shu sabab, xalaqitlar tasirida fazaning to'g'ri qiymati o'zgarib, o'rniga qo'shnisi aniqlansa, demodulyatsiya chiqishidagi ikkilik simvollar ketma ketligida faqat bitta xatolik mavjud bo'ladi, bu o'z navbatida dekoderdagi korrektorda to'g'irlanadi.



5.4-rasm. To'rt pozitsiyali (a) va sakkiz pozitsiyali (b) fazali manipulyatsiya.

Faza manipulyatsiyasi DVB - S standartida, sun'iy yo'ldoshlardan raqamli televideniye ni uzatishda qo'llaniladi.

Yana bir modulyatsiya, raqamli televizion signallarni uzatishda keng qo'llanuvchi tur - ko'p pozitsiyali kvadraturaviy amplituda manipulyatsiya (**KAMn**). Ma'lumki, kvadraturaviy amplituda manipulyatsiyasi bir vaqtda ikki signallar U_i (inphase) va U_q (quadrature) bilan tashuvchi signal chastotasida ω_0 , ikkita kvadratlilik tarkibiy tashkil etuvchilar bilan modulyatsiyalash va ularning yig'indisiga teng signalni olishdir.

$$u(t) = u_i(t) \cos \omega_0 t + u_q(t) \sin \omega_0 t \quad (5.7)$$

Demodulyatsiyalashda sinxron detektorlash qo'llaniladi, ya'ni $u_i(t)$ signalni $\cos \omega_0 t$ va u_q ni $\sin \omega_0 t$ ga ko'paytirish hamda yuqori chastotali signallarni past chastotali filtrda kamaytirish (yo'qotish) natijadasi $u_i(t)$ va $u_q(t)$ signallar ajratiladi.

Kvadraturaviy amplituda modulyatsiyasi chastota polosasidan samarali foydalanishni 2 barobarga oshirishni ta'minlaydi, chunki bir tashuvchi chastotasida bir vaqtda 2ta signal uzatilish imkoni mavjud.

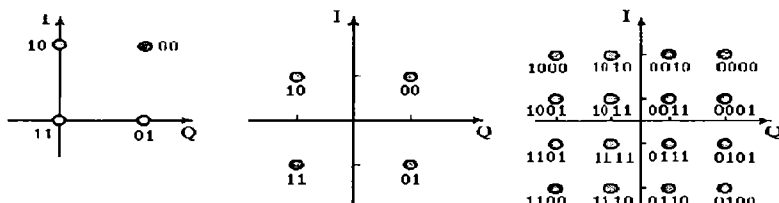
KAMn da har bir kvadraturaviy tashuvchi signal tarkibidagi tashkil etuvchi signallar qiymati diskret o'zgaradi. Quyida 5.5-rasmda, to'rt pozitsiyali va 16 pozitsiyali KAMnlar keltirilgan.

To'rt pozitsiyali manipulyatsiyada har bir kvadraturaviy tashkil etuvchi ikkita mumkin bo'lgan sath qiymatiga ega bo'ladi. 5.5, a-rasmda ko'rsatilgan holatda har bir tashkil etuvchisi ma'lum amplituda sath qiymati bilan yoki mavjud bo'lishi yoki bo'lmasligi mumkin. 5.5, b- rasmda esa har bir tashkil etuvchi fazasi mos bo'lishi va qiymati +0,5 yoki qarama qarshi fazada va qiymati - 0,5 ga teng bo'lishi keltirilgan.

Ikkinchi variant muximroq, chunki bunda tashuvchi signal pik (eng baland) quvvat qiymatining o'rta quvvat qiymatiga nisbati ancha kichik.

Agar har bir kvadraturaviy tashkil etuvchi 4 ta qiymatga (sathga) ega bo'lsa, bu ikkita bitga mos keladi va unda 16 pozitsiyali KAMni hosil qiladi. Mumkin bo'lgan **I** va **Q** signallar kombinatsiyasi uchun diagramma 5.5 v-rasmda ko'rsatilgandek bo'ladi. Bunday modulyatsiyaning qo'llanilishi samaradorlikni 4 barobarga oshirishga imkon beradi, chunki bir vaqtda 4ta bit uzatiladi. Kod kombinatsiyalarining pozitsiyalar bo'yicha taqsimlanishi (manipulyatsion kodlash) shunday amalga oshiriladiki, bunda qo'shni pozitsiyadagi kodlar faqatgina bitta bitga farqlanadilar xolos.

Hozirgi vaqtda raqamli televideniye tizimida 64 yoki 256 pozitsiyali KAMnlar ham qo'llanmoqdalar, ular qo'llanilgan bir vaqtda 6 yoki 8 bitlar uzatiladi.



5.5-rasm. 4 pozitsiyali (a,b) va 16 pozitsiyali (v) kvadraturaviy manipulyatsiya KAMn (QAM)

Amplituda emas, balki ikki kvadraturaviy tashkil etuvchilar fazalari diskret modulyatsiyalangan kvadraturaviy faza manipulyatsiyasi (KFMn) hosil bo'ladi. Unda olingan signal quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

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

bu yerda θ_i , θ_Q kvadraturaviy tashkil etuvchilarning fazalari.

A_0 , θ_0 - natijaviy signal amplitudasi va fazasi.

5.1 jadvalda kvadraturaviy tashkil etuvchilarni ikki qiymatli signallar fazalari bilan modulyatsiyalangan natijaviy signal fazasi qiymatlari keltirilgan.

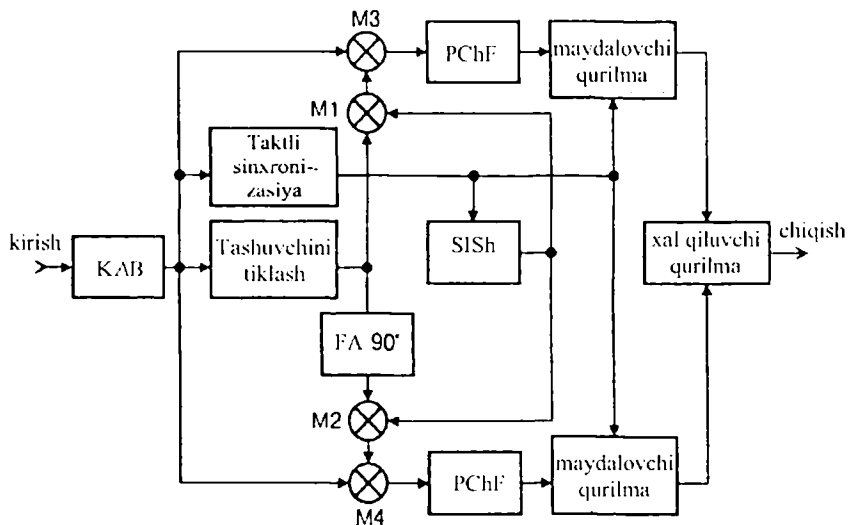
5.1 jadval

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

Ikkala kvadraturaviy tashkil etuvchilar fazasi almashgan vaqtda, θ_0 ning fazasi 180° ga sakrab o'zgaradi. Bu o'z navbatda KFMn signalni chastotaga bog'liq zanjirlar orqali o'tishida parazit amplituda modulyatsiyasining paydo bo'lishiga olib keladi. Bunday kerak bo'lmagan effektini yo'qotish uchun siljigan kvadraturaviy faza manipulyatsiyasi (SKFMn) qo'llaniladi. Uning maqsadi shundaki, ikkala kvadraturaviy tashkil etuvchilar fazalari xilma xil vaqtda o'zgaradilar va natijada umumiy signal fazasining 180° o'zgarishiga yo'l qo'yilmaydi. Bunday usul bilan modulyatsiyalangan signalni

qabul qilish tizimi analog signallarni qabul qilishdan keskin farq qiladi.

Bunday ko'p pozitsiyali FMn, KAMn va KFMn signallarni qabul qiluvchi qurilmaning tashkiliy chizmasi 5.6-rasmda keltirilgan.



5.6-rasm. Kvadraturaviy amplituda manipulyatsiyali qabul qilgichning tashkiliy chizmasi

Ushbu qabul qilgich kirishiga oraliq chastotadagi (OCH) uzluksiz signal beriladi. Bu signal kuchaytirishni avtomatik boshqarish (KAB) blokidan o'tadi. Aloqa tizimlarida energetik samaradorlikni oshirish uchun balans modulyatsiyasi qo'llaniladi va unda o'rtadagi tashuvchi signal olib tashlanadi (so'ndiriladi). Ammo qabul tomonda kvadraturaviy tashkil etuvchi signallarni olish uchun tashuvchi signal tiklanadi. Bu amal tashuvchini tiklash blokida bajariladi va buning uchun tayanch generatorga asosan chastotani fazaviy avtosozlashdan (CHFAS) foydalaniladi. Ammo bu jarayon analog PAL yoki NTSC tizimida rang sinxronizatsiyasini ifodalovchi tayanch signal uzatilishidan murakkabroq, chunki bu holatda raqamli tizimlarda tayanch signali mavjud emas. Shu sabab, tashuvchini

tiklash uchun murakkab ko‘rinishdagi CHFAS “qaror bo‘yicha teskari aloqalar” degan sxemalar qo‘llaniladilar. Bunday qurilmalarda, qabul qilingan signal kvadraturaviy tashuvchiga ko‘paytiriladi va kvadraturaviy tashuvchilar kuchlanish bilan boshqariladigan sozlanuvchi generator orqali hosil qilinadi. So‘ngra ko‘paytma signal xatoliklar detektoriga tushadi va u davriy ravishda qabul qilinayotgan simvollarning to‘g‘riligi haqidagi axborot bo‘yicha qaror qabul qiladi. Agar xatolik aniqlansa, detektor chiqishida boshqaruvchi kuchlanish shakllanadi hamda u teskari bog‘lanish orqali kuchlanish bilan boshqariladigan generatorning chastotasi va fazasini sozlaydi va simvol xatoliklari yo‘qotiladi. Shunday qilib, CHFAS tizimi davriy ravishda tashuvchi generator chastota va fazasini korreksiyalaydi (sozlaydi), ya‘ni nazorat kanalida detektorlanayotgan simvollar xatoliklarini paydo bo‘lishini yo‘qotadi.

Boshqariladigan generator chastotasini sozlashda, qabul qilinayotgan signalni detektorlashdagi xatoliklarni yo‘qotish maqsadida vaqt bo‘yicha ushlab turish (kechiktirish) boshqarish generatorining sozlash vaqtidan ko‘proq qilib tanlanadi.

Shunday qilib, tashuvchini tiklash blokining chiqishida birinchi kvadraturaviy tashkil etuvchi $\cos(\omega_n t + \varphi)$ shakllantiriladi va bu yerda ω_n - tashuvchining aylanma (doiraviy) chastotasi, hamda φ - uning faza siljishi.

Faza aylantirgich (FA90⁰) (fazani aylantirish) fazani 90⁰ ga aylantiradi va shu signaldan ikkinchi kvadratura komponentini $\sin(\omega_n t + \varphi)$ hosil qiladi.

Qabul qilinayotgan signalning kvadraturaviy tashkil etuvchilarni ajratish uchun, signal impulslari M1 va M4 ko‘paytirgichlarda kvadraturaviy tashkil etuvchilar paketlari bilan ko‘paytiriladilar va ular M2, M3 ko‘paytirgichlardan kelib tushadilar.

Kvadraturaviy tebranishlar paketlarini shakllantirish M2 va M3 ko‘paytirgichlarda amalga oshiriladi. M2 va M3larda signal impulslarining kvadraturaviy tebranishlari va signal impulslarini shakllantirish (SISH) bloki signallari ko‘paytiriladilar. Takt sinxronizatsiyasi signallari orqali boshqariladigan SISH impulslari qabul qilinayotgan signalni simvollar intervali vaqtida “o‘lchash” uchun kerak bo‘ladi. Oddiy holatda impuls signallari to‘g‘ri

to'rtburchak shaklida bo'lishi mumkin, ammo kosinusoida yoki gaussoida bo'laklari shaklidagi impulslarni qo'llash yaxshi natijalarni beradi.

Takt sinxronizatsiyasini ta'minlash uchun, qabul qilinayotgan ikkilik simvollarini to'g'ri aniqlashda, axborot simvollarini ketma-ketligining takt chastotasini bilish kerak.

Agar signal tarkibida, takt sinxronizatsiyasini ta'minlovchi, hech qanday qo'shimcha tashkil etuvchilar bo'lmasa, odatda bu holat ko'p uchraydi, unda takt sinxronizatsiyasi qabul qilingan signalning o'zidan tiklanadi. Buning uchun takt sinxronizatsiyasi bloki qo'llaniladi va uning ishlashi 2.4.2 paragrafda (kema-ket ulanishda) keltirilgan.

M1 va M4 ko'paytirgichlar chiqishlaridan signallar past chastotali filtr (PCHF) va maydalovchi qurilmadan o'tib, xal qiluvchi qurilmaga tushadi. Maydalovchi qurilma bloklari takt impulslari ta'siri vaqti davomida qabul qilinayotgan simvollar qiymatini eslab qolishni amalga oshiradi. Maydalovchi qurilma bloklari simvollarini aniqlash ishonchligini keskin oshiradi, chunki qiymatlarni aniqlash vaqti simvol intervalining o'rtasida qayd etish belgilangan. Bu mexanizm o'tish jarayonlari ta'sirini va kommutatsion xalaqitlarni yo'qotadi.

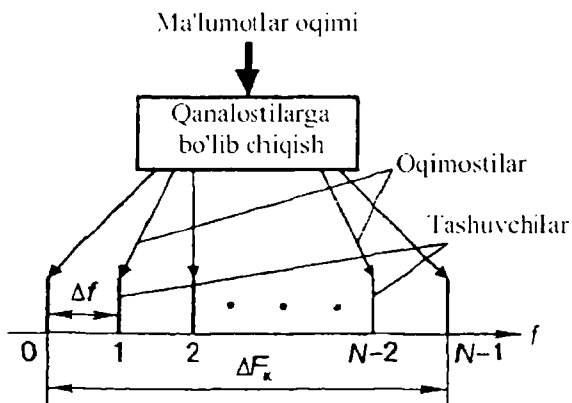
Xal etish qurilmasi qabul qilingan kvadraturaviy tashkil etuvchi simvollar qiymatlarini, mumkin bo'lgan signal barcha kanal simvollarining kvadraturaviy etalon ko'rsatgichlari bilan solishtiradi va etalonga yaqin simvol qiymati tanlanadi. Shundan so'ng tanlangan simvol qabul qilgich chiqishiga uzatiladi.

Fazali yoki kvadraturaviy faza manipulyatsiyalik qabul qilish xuddi 5.6-rasmdagi kabi bo'ladi, faqat ular uchun KAB bloki bo'lishi shart emas.

Ifodalangan operatsiyalar odatda raqamli ko'rinishda bajariladi, shu sabab KAB blokidan so'ng RAO' bo'lishi lozim. Zamonaviy raqamli signallarni radio kanallardan uzatish usuli **ortogonal chastotali multipleksirlashdir**. Bu ingliz tilidagi texnik adabiyotlarda **OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)** deyiladi. Haqiqatda ko'p ortogonal tashuvchilik modulyatsiyadir. **OFDM** qo'llanilganda uzatish kanali juda ko'p (yuzlab yoki minglab) kanalchalarga (kanal ostilarga) bo'linadi va bu esa asosiy kanalning chastota spektridan to'liq foydalanish imkonini beradi. Bundan

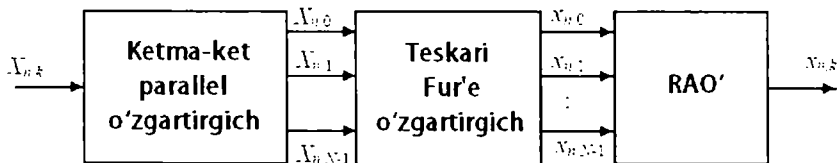
tashqari asosiy kanal spektrining ma'lum qismining yo'qotilishi uzatilayotgan ma'lumotni yo'qolishiga xalaqit qilmaydi. **OFDM** modeli sifatida bir xil qadamli, o'zaro karrali ($f, 2f, 3f, 4f$ va h.k.) generatorlar majmuasi xizmat qilishi mumkin. Bu usulning mohiyati 5.7– rasmda izohlangan.

Har bir oqim osti ma'lumotlari o'z chastotalarida uzatiladi, masalan: KAMn dan foydalaniladi. Shunday qilib, bitta televideniye eshittirish kanalida Nta kichik polosali kanal osti ma'lumotlar paydo bo'ladi. Tashuvchi signallar soni DVB - T standartida **6817** ta ($\Delta f = 1116$ Gs) yoki **1705** ($\Delta f = 4464$ Gs) bo'lishi mumkin. Tashuvchilar orasidagi chastota intervallari shunday tanlanadiki, unda qo'shni tashuvchi tebranishlar, bitta simvolni uzatish vaqtida, ortogonal bo'lishi ta'minlanadi. Boshqacha qilib aytganda manipulyatsiya takti davomidagi barcha tashkil etuvchilar yig'indisi nolga teng. Bu esa qo'shni kanal osti signallarining o'zaro bir biriga tasiri bo'lmasligini amalga oshiradi.



5.8-rasm. OFDM usulining mohiyati

OFDM ni modulyatsiya va demodulyatsiya qilish Furye diskret o'zgartirishi (FDO) yordamida bajariladi va bu signalni vaqt bo'yicha tasvirlashdan chastota bo'yicha tasvirlashga oson o'tishini ta'minlaydi. 5.8-rasmda uzatish qurilmasida OFDM signalni shakllantirish prinsipi keltirilgan.



5.9-rasm. OFDM signalini hosil qilish prinsipi.

Bitli simvollar oqimi $X_{n,k}$, ketma-ket-parallel o'zgartirgich siljitishtirish registrida, modulyatsiya qilinganda, ular parallel N -razryadli kodga (X_0, X_1, \dots, X_{N-1}) aylantiriladilar hamda ular Furiyening teskari almashtirishi blokiga tushadilar. Furiyening teskari almashtirish blokida chastotali komponentalardan signalning vaqt bo'yicha sath qiymatlari x_0, x_1, \dots, x_{N-1} shakllantiriladilar va raqam-analog o'zgartirishdan so'ng kvazianalog signal bo'ladilar. So'ngra olingan signal radiouzatish qurilmasi modulyatori yordamida televideniye ishchi diapazoniga ko'tariladi va kuchaytirilib e'fira uzatiladi.

OFDM signalni demodulyatsiya qilishda qabul qilgichda teskari amal bajariladi. Qabul qilgich qabul qilgan OFDM kvazianalog signal dastlab oraliq chastotaga keltiriladi, so'ngra ARO' yordamida N -razryadli parallel kodga x_0, x_1, \dots, x_{N-1} aylantiriladi. So'ngra Furiyening tezkor to'g'ri almashtirishi bloki orqali kvazianalog signal sanoqlari qiymatlaridan modulyatsion simvollarining spektral koeffitsientlari shakllantiriladilar hamda ular ketma-ket kodga o'zgartirilgach dekodlashning kanal traktiga tushadilar.

Ushbu uzatish usuli quyidagi afzalliklarga ega:

- Aloqa kanalida signal energiyasining butun chastota polosasi bo'yicha tekis taqsimlanishi;
- Ma'lumotning juda muhim qismini, qo'shni kanallar orasidagi xalaqitlikning eng kichik qiymatini beruvchi uchastkalarida uzatish mumkinligi (sinxronizatsiya signali, yorug'lik signalining past chastotali tashkil etuvchisi). Oddiy teleeshittirishning tasvir va ovozni tashuvchi kanal chastota polosalaridan umuman foydalanmasligi.
- Har bir kanal ostilarning kichik chastota polosaligi tufayli, qabul qilish tomonida, ko'p nur qaytishining ta'sirini kamaytiradi.

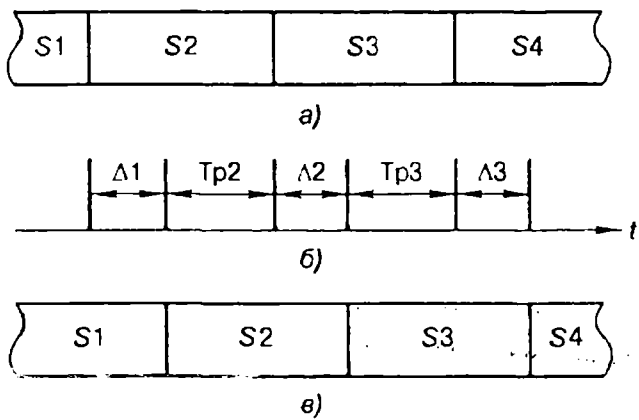
Zamonaviy shaharlarda raqamli teleeshittirishlarni tashkilashtirishda radio to'lqinlarni ko'p nurli tarqalishi va qaytishi

katta qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. OFDM qo'llanilsa, ayrim simvollarini uzatish vaqt intervali oshadi va ularning davom etish vaqti qaytgan signallar kechikish vaqtidan katta bo'ladi hamda xatosiz qabul qilish ta'minlanadi.

Bundan tashqari qaytgan signallarning tasirini yo'qotish uchun qo'shimcha himoyalovchi intervallar kiritiladi. 5.10,a -rasmda vaqt kesmalarida, tashuvchining biror bir modulyatoriga S1, S2, S3, va x.k. uzatilayotgan ma'lumotlarning oqim osti simvollarini keltirilgan (qo'llanilayotgan tashuvchilarning modulyatsiya usuliga asosan simvoldagi bitlar soni xilma xil bo'lishi mumkin). S2 simvolni uzatishdan oldin himoyalovchi interval $\Delta 1$ (5.10 b- rasm) shakllantiriladi va bu vaqt ichida qabul qilish-qurilmasining demodulyatori kirishida avvalgi S1 simvolining qaytgan signali (5.10.v -rasm) mavjud bo'lishi mumkin. So'ngra Tr 2 intervali oralig'ida S2 simvoli uzatiladi. Xuddi shunday $\Delta 2$ himoyalovchi interval S2 simvolidan oldin shakllantiriladi va h.k..

Zamonaviy raqamli televideniya da raqamli signallarning xalaqitbardoshligini ta'minlash uchun tashuvchi modulyatsiyasini xalaqitbardoshli kodlash bilan birga amalga oshirish mumkin. Bunda modulyatsiyadan so'ng mumkin bo'lgan tashuvchining holati uzatiladigan simvollar sonidan ortiq bo'ladi, ya'ni xalaqitbardoshlikni oshirishga xizmat qiladigan qo'shimcha ortiqchalik kiritiladi. Bunday kodlash bilan birlashgan modulyatsiya kodlangan modulyatsiya deyiladi. (Coded Modulation). Xalaqitbardosh kodlanishni OFDM bilan birlashtirilishi esa COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) deb ataladi.

Shunday qilib, raqamli televideniya da signallarini aloqa kanallari radiochastotalari orqali uzatilganda ikki pog'onali xalaqitbardoshli kodlash ishlatiladi. Tashqi deb nom olgan birinchi pog'onada Rid - Solomon kodlash usuli orqali raqamli ma'lumot kodlanadi va ichki deb nom olgan ikkinchi pog'onada esa modulyatsiya bilan birlashtirilgan kanalli kodlash qo'llaniladi. Natijada talab qilingan xalaqitbardoshlikka erishiladi.



5.10-rasm. Himoya intervallarining shakllantirilishi

6. DVB RAQAMLI TELEESHITTIRISHNING STANDARTLARI

6.1. DVB standartining umumiy qonuniyatlari

Xalqaro raqamli teleeshittirishni tashkillashtirishning Yevropadagi katta loyihalaridan biri Raqamli Video eshittirish-Digital Video Broadcasting (DVB) 1993 yili oktyabr oyida boshlangan. DVB Rroject -loyihasining shtab - kvartirasi Shvetsariyaning Jeneva shahrida joylashgan. Xalqaro guruhning DVB Project loyihasi asosida quyidagi raqamli televideniye standartlarini qabul qilingan:

- DVB - C (C - cable - kabel) raqamli kabelli teleeshittirish;
- DVB - S (Sattelrte - yo'ldosh) sun'iy yo'ldoshli teleeshittirish;
- DVB - T (Terrestrial - yer usti) yer usti teleeshittirishlari.

6.1 - jadval

DVB standarti turlarining qo'llash sohalari

Guruh nomi	Ahamiyati	Izohi	Modulyatsiyasi
DVB - S	Sun'iy yo'ldoshli teleeshittirish	Kompressiyalangan (siqilgan) video va audioni hamda yo'ldosh orqali qo'shimcha axborotni uzatish	QPSK, 8 - PSK, 16 - QAM
DVB - S2	Sun'iy yo'ldoshli tele eshittirish ikkinchi avlod	Xuddi DVB - S dagidek va yana qo'shimcha turdagi modulyatsiyadan foydalanish va kanalning uzatish qobiliyati kengligi bir necha bor kattalashtirish	QPSK, 8 - PSK, 16 - QAM yoki 32 APSK
DVB - SN	Sun'iy yo'ldoshli mobil tele eshittirish	Sun'iy yo'ldoshli/ yer usti eshittirishlarni mobil qabul qilish. Sun'iy yo'ldoshli va yer usti tizimlarini birgalikda qo'llash (qisqacha gibrid tarmoqlar)	QPSK, 8 - PSK, 16 - APSK

DVB - S	Kabelli tele eshittirish	Kompressiyalangan(siqilgan) video va audioni va qo'shimcha axborotni kabellar orqali uzatish	16 - QAM, 32 - QAM, 64 - QAM, 128 - QAM yoki 256 - QAM
DVB - S2	Kabelli tele eshittirish ikkinchi avlodi	Raqamli kabelli teleeshittirish "ikkinchi avlodi"	QPSK, 16 - QAM, 64 - QAM, 256 - QAM, 1024 - QAM, 4096 - QAM
DVB - T	Er usti efir tele eshittirishi	Kompressiyalangan (siqilgan) video va audio va qo'shimcha axborotni yer usti efiri orqali teleeshittirishni uzatish(standart qabul)	16 - QAM yoki 64 - QAM (yoki QPSK) COFDM bilan birga
DVB - T2	Raqamli efir tele eshittirishning ikkinchi avlodi	DVB - T kabi, faqat modulyatsiyaning va kanalni kodlashning yangi rejimlarini qo'llaydi. Shu sabab DVB - T ga nisbatan kanalning o'tkazish qobiliyatining kengligi 2 barobar ortadi. Lekin bu standart DVB - T bilan birga ishlamaydi	QPSK, 16 - QAM, 64 - QAM, 256 - QAM
DVB - H	Mobil tele eshittirish	DVB -T kabi, faqat mobil qabul uchun	OFDM
DVB - IPDC	Tarmoqlararo IR protokol orqali malumotlarni uzatish	DVB - H mobil teleeshittirishni Internet tarmog'i orqali uzatish	

Demak, DVB teleeshittirish standartlari raqamli televideniye qurilma va jihozlarini, elementlar bazasini hamda dasturlarini yagona, umumlashgan talablarga xizmat qilishini ta'minlashdir. Bu yagona talablar butun dunyo mamlakatlarida raqamli televideniye, yagona, umumiy ko'rsatgichlar asosida, amaliyotga kiritilish xususiyatini qo'llashdir. Shuni aytmoq joizki, DVB standarti MDX davlatlarida, shu jumladan O'zbekistonda ham qabul qilingan.

Bugungi kunda o'z maqsadiga qarab, DVBning ko'plab sinflari(guruhlari) mavjud va ular 6.1- jadvalda keltirilgan.

6.2. DVB - T yer usti raqamli teleeshittirish tizimi

Er usti raqamli teleeshittirish tizimini yaratish anchagina muammoli vazifadir, chunki shaharning murakkab, har xil ko'rinishdagi qurilishlari, binolari radioto'lqinlarni qayta -qayta qaytadigan to'lqinlar hosil bo'lishiga, ya'ni interferensiyaga olib keladi. Shunday qilib, qabul qilish xududida elektromagnit kuchlanishi doimo o'zgarishi mumkin, xatto qabul qilish nuqtasi to'g'ridan- to'g'ri ko'rinib turganda ham, ya'ni "o'lik" xududlar paydo bo'lishi, natijada signal qabul qilinmasligi mumkin. Bundan tashqari shaharlarda sanoat xalaqatlari, boshqa shu chastotalarda ishlayotgan qo'shni xududdagi radiouzatgichlardan chiqayotgan xalaqit ham yetarlidir hamda ular bilan albatta kurashish kerak. Yana qo'shimcha yer usti raqamli televideniyesi mavjud bo'lgan analog teleeshittirish tizimlari bilan moslashishi darkor. Shu sababli yer usti raqamli televideniyesi quyidagi talablarni qoniqtirishi kerak:

- xalaqitbardoshlikni yuqori darajada ta'minlash;
- televizion signalni aniq standartlarda, xizmat axborotlarini, teletekstlarni sifatli uzatish va ma'lumotlarni ruxsat etilmagan kirishlardan himoyalash;
- televizion qabul qilish qurilmalarini iloji boricha arzonlashtirish maqsadida raqamli sun'iy yo'ldosh, kabel televideniyesi qurilmalari bilan mos keluvchi universal standartni yaratish;
- ko'tarib yuriluvchi qabul qilgich qurilmalar va xona antennalari yordamida signalni qabul qilishni ta'minlash;

- bitta chastotali tarmoqning ishlashini ta'minlash va boshqalar.

Shu sabab, DVB - T ni yaratishdagi muhim xususiyatlardan biri bitta chastotali yoki ko'p chastotali modulyatsiyani tanlashdan iborat bo'ldi. Tekshirishlar shuni ko'rsatdiki, faqat OFDM analog PAL va SECAM tizimlaridagi uzatgichlarga nisbatan xalaqitlarga bardoshi katta, ayniqsa bir chastotali sharoitda bu afzallik yuqori.

DVB - T standartini yaratishida tizimning quyidagi asosiy parametrlarini tanlash kerakligi belgilandi:

- simvolga to'g'ri keluvchi individual tashuvchilar soni;
- himoya intervalining kengligi;

- tashuvchilarning modulyatsiyalash turlari;
- sinxronizatsiyalash usuli.

Tekshirish va taxlillar shuni ko'rsatdiki, bir chastotali tarmoqdagi, xududlarda joylashgan uzatgich qurilmalari orasidagi masofalar 60 km dan kam bo'lmagan holatda,, teleeshittirishni tarqatishda 6000 dan ortiq tashuvchi signallar kerak. Bunda COFDMni ta'minlovchi mikroshemalar tashuvchilar soni 2ⁿ darajasiga teng bo'lganda ishlaydilar, shu sabab unga yaqin bo'lgan son 8192 yoki (2¹³) tanlanadi. Bu rejim shartli ravishda "8k" deb ataladi.

1995 yilda elektron texnikalari imkoniyati bunday katta sonli tashuvchilarni ta'minlay olmagan, shu sabab DVB - T standartni o'zlashtirish maqsadida 2048 yoki (2¹¹) sonli tashuvchilarni beruvchi rejim qo'llanilgan va bu rejim "2k" deyiladi. Shunday qilib, standart yagona maxsus rejim "2k/8k" deb belgilangan. Hozir davrda qiymati arzon yuqori chastotali protsessorlarning yaratilishi bilan "8k" rejimi ham qo'llanilmoqda.

DVB - T standartida simvollarning aktiv qismi uchun ikkita vaqt davomiyligi ishlatiladi, ya'ni "2k" rejim uchun $T_1 = 224 \text{ mks}$ va "8k" uchun $T_2 = 896 \text{ mks}$. Shularga yarasha tashuvchilar orasidagi farq (qadamlar) "2k" rejimida $\Delta f_1 = 1/T_1 = 1116 \text{ Gs}$ va "8k" rejimida $\Delta f_2 = 1/T_2 = 446,4 \text{ Gs}$. Bunda tashuvchilar soni $N_1 = 1705$ va $N_2 = 6817$ va umumiy spektr kengligi ikki holatda ham 7,61 MGs, demak ularni 8 MGs polosada yetarlicha chastota intervallarida joylashtirish mumkin.

Bundan tashqari DVB - T standartida har bir modulyatsiya rejimi uchun to'rtta nisbiy himoyalash intervallari qiymati ko'zda tutilgan va ular aktiv simvollarning davomiylik vaqti T ning 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 qismini tashkil etadilar. 6.2 jadvalda ba'zi asosiy parametrlarining absolyut qiymatlari keltirilgan.

Keltirilgan malumotlardan ko'rinadiki, COFDM yordamida raqamli televizion signal uzatilganda standart analog teleeshittirish radiokanalining 8MGs chastota polosasidan foydalanish mumkin va bu holda o'zaro ikki yaqin radiokanallarning xalaqit bermasliklari uchun ular orasidagi himoya farqi 0,39 MGs tashkil etishi mumkin.

6.3-jadvalda COFDM tashuvchilarining radiokanalidagi, xilma xil usullarda modulyatsiyalangandagi holatda, ruxsat etilgan

signal/shovqin nisbatining minimal qiymati va foydali axborotlarni uzatuvchi ikkilik simvollari tezligi keltirilgan.

6.2-jadval

DVB - T standartidagi COFDM modulyatsiyaning asosiy parametrlari

Modulyatsiya rejimi	8k				2k			
Ishchi interval davomiyligi T_r , mks	896				224			
Tashuvchi chastotalar oralig'i Δ/G_s	1116				4464			
Tashuvchilar soni	6817				1705			
Chastota polosasi kengligi, MGs	7,61				7,61			
Himoya intervalining nisbiy davomiyligi	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Himoya intervalining davomiyligi Δ , mks	224	112	56	28	56	28	14	7
$\Delta+T_r$ simvolning davomiyligi, mks	1120	1008	952	924	280	252	238	231
Uzatgichlarning bir chastotali tarmoqdagi maksimal oralig'i (km) $d=c\Delta$, c - yorug'lik tezligi	67,2	33,6	16,8	8,4	16,8	8,4	4,2	2,1

6.3-jadvalda keltirilgan qiymatlarni solishtirib, ikkilik simvollarini uzatish tezligiga asosan tashuvchilarni modulyatsiya usullari va himoya intervallarini tanlab, televidion dasturlarining soni hamda talab qilingan sifatini ta'minlash mumkin.

Signal/shovqin nisbatining qiymatlari statsionar va mobil antennalar qo'llanilganda olingan, ya'ni mobil holatda avtomobil antennasidan foydalanilgan.

6.3- jadvalda keltirilgan sonlarni solishtirib, tiklangan tasvir sifatini turli qiymatlarini ta'minlovchi, MPEG-2 siqish standartini qo'llab, ikkilik simvollarni uzatish tezligini hisobga olib, himoya intervallarini va tashuvchilarni modulyatsiyalash usullarini tanlash mumkin. Bu tanlashda talab etilgan tasvir sifatini va uzatilayotgan televidion programmalar sonini ta'minlashni ham hisobga olmoq kerak.

6.3- jadval

Xilma xil modulyatsiya holatlarida ma'lumotlar uzatish tezligi

Modulyatsiya turi	Kodning nisbat tezligi	Signal/shovqin,dB		Foydali tezlik, Mbit/s			
		Statsionar antenna	Mobil antenna	1/4	1/8	1/16	1/32
4-FMn	1/2	3,6	5,4	4,98	5,53	5,85	6,03
4-FMn	2/3	5,7	8,4	6,64	7,37	7,81	8,04
4-FMn	3/4	6,8	10,7	7,46	8,29	8,78	9,05
4-FMn	5/6	8,0	13,1	8,29	9,22	9,76	10,05
4-FMn	7/8	8,7	16,3	8,71	9,68	10,25	10,56
16 KAMn	1/2	9,6	11,2	9,95	11,06	11,71	12,06
16 KAMn	2/3	11,6	14,2	13,27	14,75	15,61	16,09
16 KAMn	3/4	13,0	16,7	14,93	16,59	17,56	18,10
16 KAMn	5/6	14,4	19,3	16,59	18,43	19,52	20,11
16 KAMn	7/8	15,0	22,8	17,42	19,35	20,49	21,11
64 KAMn	1/2	14,7	16,0	14,93	16,59	17,56	18,10
64 KAMn	2/3	17,1	19,3	19,91	22,12	23,42	24,13
64 KAMn	3/4	18,6	21,7	22,39	24,88	26,35	27,14
64 KAMn	5/6	20,0	25,3	24,8	27,65	29,27	30,16
64 KAMn	7/8	21,0	27,9	26,13	29,03	30,74	31,67

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, raqamli televideniye qabul qilishda signal/shovqin nisbati yetarlicha past bo'lishi mumkin, ammo analog televideniye da sifatli tasvirni olish uchun signal /shovqin nisbati 50 dB dan kam bo'lmasligi kerak.

Bitta chastotali katta tarmoq talab etilmaydigan va ko'p nurli to'liq tarqalishining ta'siri bo'lmagan holatlarda, yuqori tezlikda ma'lumotlarni uzatishni ta'minlaydigan qator mumkin bo'lgan himoya

intervallari ko'zda tutilgan(foydali intervalning davomiyligini $1/4$, $1/8$, $1/16$ va $1/32$ qismidan olinadi).

Xatoni aniqlovchi va tuzatuvchi ichki kodning tezligi quyida keltirilgan kattaliklarning biri bo'lishi mumkin: $1/2$, $2/3$, $3/4$, $5/6$, $7/8$. DVB-T tizimida modulyatsiyalovchi signalni pozitsiyalarini 4 dan 64 gacha o'zgarish mumkinli ham ko'zda tutilgan.

Turli mamlakatlarda televideniye ga kanal chastotalarining taqsimlanishi xilma xil va misol uchun ular 8,7 yoki 6 MGs bo'lib, bir chastota kengligidan ikkinchisiga o'tishi oson amalga oshirilishi kerak.

Bu shart DVB-T tizimida, signallarga ishlov berishni ta'minlovchi jarayonlarni saqlagan holda faqat takt chastotalarini o'zgartirish hisobiga amalga oshiriladi.

Yana shuni qayta ta'kidlash lozimki, DVB tizimida ma'lum vaqtda, barcha tashuvchi chastotalarda uzatilayotgan axborot simvollarini yig'indisi **COFDM simvoli** deyiladi va ular kadrlarga birlashtiriladilar.

Har bir kadr 68 COFDM simvolidan iborat va 4 ta kadr superkadrni tashkil etadi hamda bu MPEG-2 ning transport paketiga teng butun sondan.

Har bir COFDM simvolida **8k** va **2k** modulyatsiyasi uchun mos ravishda **769** va **193** tayanch tashuvchilari ajratiladi, ular qolgan boshqa tashuvchilardan farqi o'laroq **2,5dB** quvvati kattaroq holda uzatiladi.

Tayanch tashuvchilarning ma'lum qismi chastota o'qida doimiy joylashadilar, boshqa tayanch tashuvchilarining holati COFDM bog'liq holda, bir simvolidan boshqasiga o'zgarib turadilar. Tayanch signallari modulyator va demodulyatorlarning takt chastotalarini sinxronizatsiyasizatsiyasi, kadrlar sinxronizatsiyasi, kanal holati nazorati va boshqa maqsadlar uchun ishlatiladilar. Bunda kadr demodulyator sinxronizatsiyasini ta'minlovchi barcha signallarni o'z ichiga oladi. Shu sabab qabul qilishning ushlanib qolish vaqt davomiyligi, misol uchun bir kanaldan boshqa kanalga o'tkazilganda, bitta kadr davom etish vaqtidan oshmaydi.

6.2.1 DVB-T tizimining uzatish qismida signallarga ishlov berish

Turli ishlab chiqaruvchilar qurilmalarining ishlashlarini moslashtirish uchun raqamli modulyatsiyalangan radiosignallar parametrlarining standartlari belgilanadi. Raqamli yer usti teleeshittirish tizimlarining uzatish qismidagi signal va ma'lumotlarga ishlov berish tashkiliy chizmasi 6.1-rasmda keltirilgan.

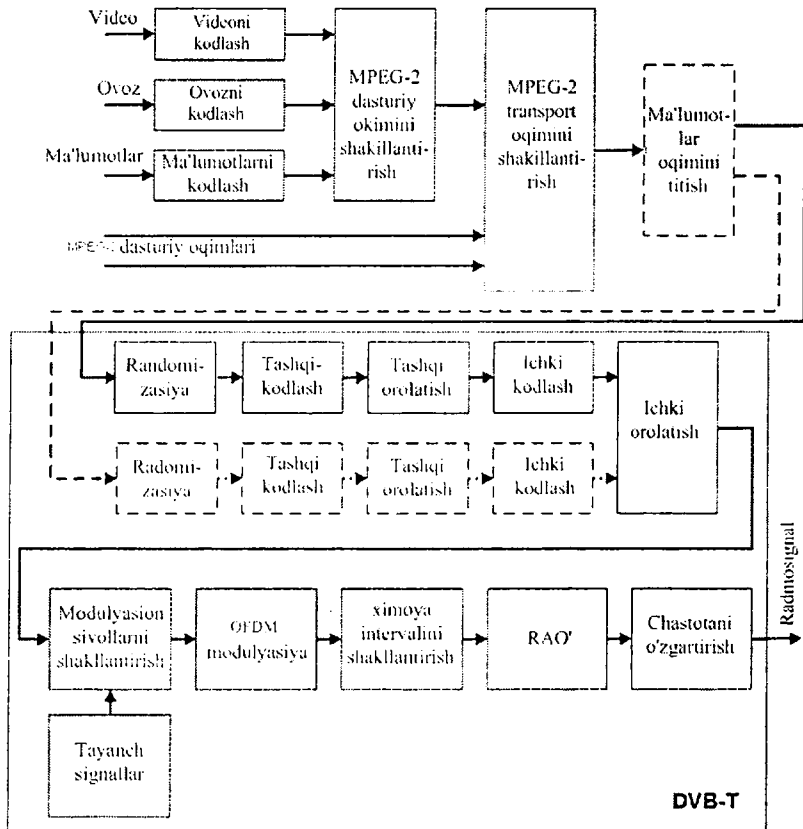
DVB-T ning farqli xususiyati shundan iboratki, unda MPEG-2 ma'lumotlar transport paketlarini uzatish uchun kanalni kodlash tizimi va OFDM modulyatsiyalash usulini birgalikda uyg'unlashgan holda qo'llanishidir.

Uzatilayotgan ma'lumot (tasvir signallari, ovoz signali, grafika va boshqa xizmat ma'lumotlari) MPEG-2 MPEG-4 koder standartlarida siqishtiriladi va (har bir ko'rinish alohida) kodlanadi. So'ngra multipleksirlash usuli bilan dastur oqimi yaratiladi va unga videosignal, ovoz signallari hamda zarur holatlarda grafika axborotlari kiritiladi.

Keyin bir necha dasturlar oqimini birlashtirish MPEG-2 ning transport oqimini shakllantiradi va bu oqim o'z navbatida yana ikkita tashkil etuvchi transport oqimlariga ajraladi. Bulardan birinchisiga ishlov berish xalaqitbardoshlikni oshiradi, ikkinchisi esa - uzatish tezligini oshirishga xizmat qiladi. Koderning chiqishida ular yana birlashtiriladilar. Olingan transport oqimi paketlari har bir 188 baytli paketlarga ajratiladi. Birinchi bayt sinxronizatsiyalash paketidir va ikkilikdagi qiymati har doim 01000111 yoki o'n olti razrdlikdagi 47 ga teng. Paketlarni tanishni soddalashtirish uchun ular sakkizta paketdan iborat guruhlariga bo'linadilar. Har bir guruhning birinchi paketi sinxronizatsiyalovchi bayti invertirlangan(teskarisiga aylantirilgan), ya'ni - 10 111 000 (V8N).

Bundan so'ng axborotga ishlov berish **OFDM (ortogonal chastota multipleksori)** kanali koderida amalga oshiriladi. Signal avval randomizatsiya bog'lamasidan o'tadi va u yerda kvazitasodifiy signalga aylantiriladi. Buning uchun ikkita ikkilik, maxsus generator orqali ishlab chiqarilgan kvazitasodifiy raqamli signal,dasturiy ketma ketlik asosida, modul 2 bo'yicha qo'shiladi.

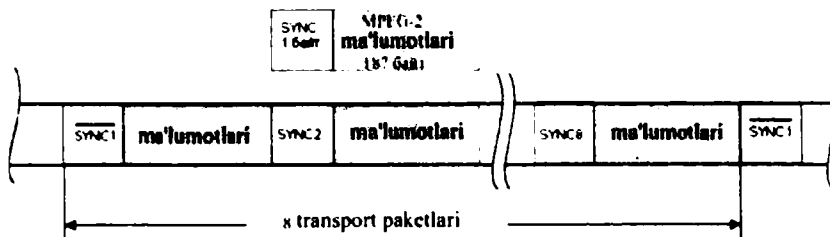
Bunday operatsiya birlik va nollik simvollar ketma -ketligini yo'qotadi va signal spektrini tekislanishini ta'minlaydi.



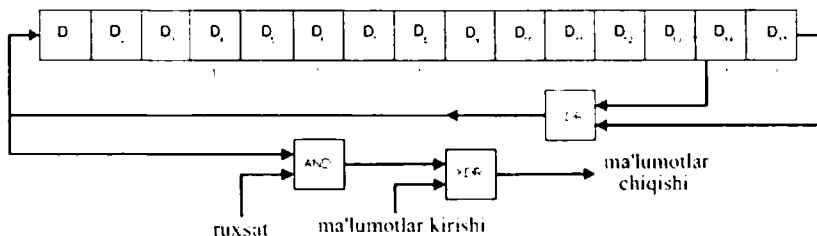
6.1- rasm. DVB-T tizimining uzatuvchi qismining tashkiliy chizmasi.

Randomizatsiyaga MPEG-2 transport paketlari ketma ketligini ta'minlovchi raqamli oqimlarni moslashtirish operatsiyasi mos keladi (6.2-rasm). Davomiyligi 188 baytdan iborat paketlar 8 ta guruh paketlariga birlashtiriladilar. Birinchi paket guruhining sinxrobayti invertirlanadi va $101110002 = V816ni$ hosil qilinadi.

Randomizatsiya modul 2 bo'yicha qo'shish orqali amalga oshiriladi, ya'ni raqamli ma'lumotlar oqimidagi "YOKIn yo'qotuvchilar"(XOR) logik operatsiyalari va ikkilik psevdotasodifiy ketma ketliklari PRBS (Pseudo Random Binary Sequence) qo'shiladi.



6.2-rasm. MPEG-2 ning transport paketlarining moslashuvi.



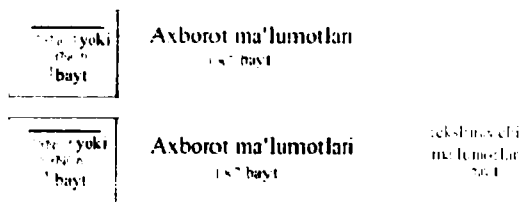
6.3-rasm. Ma'lumotlarni randomizatori

PRBS ketma-ketlik generatori 15 razryadi registrlar siljishi bazasida qurilgan va teskari aloqa zanjiri bilan bog'langan (6.3-rasm). Shakllantirilayotgan ketma - ketlikni tasodifiyga o'xshashligi va qabul qilgichda uzatilayotgan ma'lumotni tiklash uchun har bir 8-chi paketning boshida PRBS generatori initsializatsiya(qo'shimcha kod bilan tekshiriladi) qilinadi, shu maqsadda uni 100101010000000 soni bilan yuklanadi. Initsializatsiyadan so'ng psevdotasodifiy ketma - ketlikning PRBS birinchi biti, transport oqimining dastlabki baytning birinchi biti bilan qo'shiladi.Transport oqimining birinchi biti teskarisiga aylantirilgan sinxronizatsiya baytidan keyin keladi. Transport paketining sinxronizatsiya baytlari radomizatsiyalanmaydilar.Chunki PRBS generatori tuzilish sxemasini

murakkablashtirmaslik uchun, barcha sakkizta paketlar davom etish vaqtida ham to'xtatilmaydi. Ammo sinxrobayt intervallari orasida psevdotasodifiy ketma ketlik bilan qo'shilish amalga oshirilmaydi, ya'ni qo'shilish uchun ruxsat etish signallaridan foydalaniladi va sinxro baytlar randomizatsiya qilinmaydilar. Shunday qilib psevdotasodifiy ketma-ketlikning davomiyligi 1503 baytga teng bo'ladi ($187+188 \times 7=1503$)

Uzatilgan ma'lumoti qabul qilish tomonida tiklash ham xuddi shunday PRBS generatori yordamida bajariladi va u moslashtirilgan transport oqimining har bir 8 paketidan tashkil topgan guruh boshida initsializatsiya qilinadi (guruhning boshlanishini teskarisiga aylantirilgan paket sinxrobayti ko'rsatadi).

Tashqi kodlash va oralatish. Tashqi kodlash tizimida hamma 188 bayt transport paketini himoyalash (sinxrobaytni ham qo'shgan holda) uchun Rid-Solomon kodi ishlatiladi. Kodlash jarayonida bu 188 baytga 16 ta tekshiruvchi baytlar ham (6.4-rasm). qo'shiladi. Bu qabul tarafida dekodlash jarayonida, har bir kod so'zining davomiyligi 204 bayt bo'lgan holatda 8 xato baytlarni to'g'irlash imkonini beradi.



6.4- rasm. Tashqi Rid - Solomon RS(204,188) xotira kodi bilan ma'lumotlarni xatolardan himoyalash paketi hosil qilish.

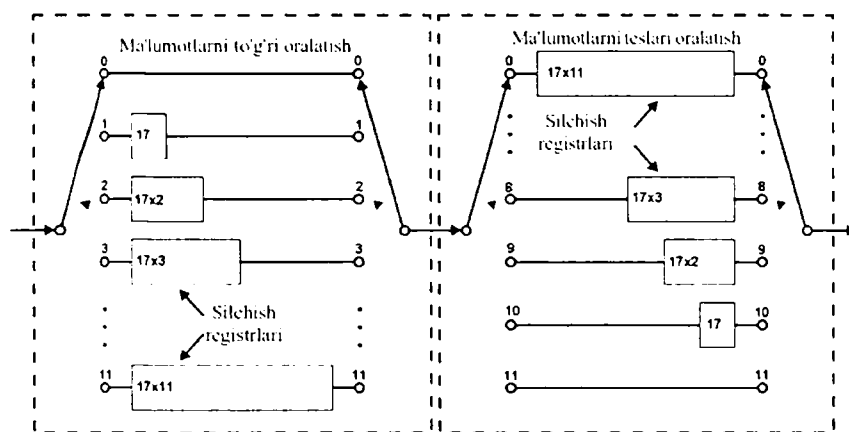
Tashqi oralatish. Xatoliklardan himoyalangan paketlarda baytlar ketma ketligining tartibini o'zgartirish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Oralatish aloqa kanalidagi shovqin va halaqitlar natijasida hosil bo'lishi mumkin bo'lgan uzun paketli xatoliklarni yo'qotadi. Bunga sabab, ma'lumotlarni teskari oralatishdan so'ng xalaqitlar ta'sirida buzilgan qo'shni paketlar qabul qilgichda har xil kod so'zlari oralariga tarqatiladi. Shuning uchun har bir kod so'zi ichiga paket

xatoliklarining kichik qismigina tushadi va uni aniqlash tizimi osongina topadi hamda Rid -Solomon dekoderi xatolikni to'g'irlaydi.

DVB-T standartida halaqitlardan himoyalangan 204 baytli bloklar tashqi oralatish blokida 12ta ketma-ket bo'laklarga bo'linadi.

6.5- rasmda tashqi oralatgich va deoralatgichning (qayta tiklagichning) tuzilmaviy sxemasi keltirilgan va u 12ta siljitish registrlari hamda kommutatorlar juftligidan tashkil topgan. Kommutatorlar juftligi sinxron ravishda, baytlar ketma - ketligi chastotasi bo'yicha, registrlarni kirish va chiqish oqimlariga ulaydi. Siljitish registri 17 bayt xotira sig'imiga ega va har bir keyingi registr avvalgisiga nisbatan $N=17$ bayt ko'p ma'lumotni saqlaydi. Oralatish tarmoqlaridagi kechiktirish shunday tanlanganki, unda 12 ulanishli kommutatorning barcha holatlarida, oralatgich va deoralatgichning umumiy kechikishi $12 \times 17 = 204$ baytga teng bo'ladi. Bu ma'lumotlar paketini Rid-Solomon koderida kodlashtirilgandan keyingi o'zgartirilgan kod so'zi uzunligi bilan mos tushishini ta'minlaydi.



6.5-rasm. Ma'lumotlarni tashqi oralatish

To'g'ri oralatish bajarilganda nol tarmoqning birinchi registri sinxrobaytni to'g'ridan -to'g'ri (kechiktirmasdan) uzatilishini ta'minlaydi. So'ngra keyingi navbatdagi bayt kelishi bilan

kommutatorlar davriy ravishda keyingi registrga ulanadilar hamda 12-registrdan so'ng dastlabki holatga, ya'ni nolinci registrga qaytadi va shu tariqa jarayon qayta takrorlanadi. Qabul tomonida, ya'ni deoralatishda barcha operatsiyalar teskari tartibda amalga oshiriladi (6.5-rasm).

Shunday qilib, chiqish ketma-ketligida har bir blokning 17bayti mavjud bo'ladi. Masalan: 12 blokka ishlov berishdan keyingi 204 simvoldan tashkil topgan chiqish ketma-ketligi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

1 ₁₂	2 ₁₁	3 ₁₀	4 ₉	5 ₈	6 ₇	7 ₆	8 ₅	9 ₄	10 ₃	11 ₂	12 ₁
13 ₁₂	14 ₁₁	15 ₁₀	16 ₉	17 ₈	18 ₇	19 ₆	20 ₅	21 ₄	22 ₃	23 ₂	24 ₁
25 ₁₂	26 ₁₁	27 ₁₀	28 ₉	29 ₈	30 ₇	31 ₆	32 ₅	33 ₄	34 ₃	35 ₂	36 ₁
37 ₁₂	38 ₁₁	39 ₁₀	40 ₉	41 ₈	42 ₇	43 ₆	44 ₅	45 ₄	46 ₃	47 ₂	48 ₁
49 ₁₂	50 ₁₁	51 ₁₀	52 ₉	53 ₈	54 ₇	55 ₆	56 ₅	57 ₄	58 ₃	59 ₂	60 ₁
61 ₁₂	62 ₁₁	63 ₁₀	64 ₉	65 ₈	66 ₇	67 ₆	68 ₅	69 ₄	70 ₃	71 ₂	72 ₁
73 ₁₂	74 ₁₁	75 ₁₀	76 ₉	77 ₈	78 ₇	79 ₆	80 ₅	81 ₄	82 ₃	83 ₂	84 ₁
85 ₁₂	86 ₁₁	87 ₁₀	88 ₉	89 ₈	90 ₇	91 ₆	92 ₅	93 ₄	94 ₃	95 ₂	96 ₁
97 ₁₂	98 ₁₁	99 ₁₀	100 ₉	101 ₈	102 ₇	103 ₆	104 ₅	105 ₄	106 ₃	107 ₂	108 ₁
109 ₁₂	110 ₁₁	111 ₁₀	112 ₉	113 ₈	114 ₇	115 ₆	116 ₅	117 ₄	118 ₃	119 ₂	120 ₁
121 ₁₂	122 ₁₁	123 ₁₀	124 ₉	125 ₈	126 ₇	127 ₆	128 ₅	129 ₄	130 ₃	131 ₂	132 ₁
133 ₁₂	134 ₁₁	135 ₁₀	136 ₉	137 ₈	138 ₇	139 ₆	140 ₅	141 ₄	142 ₃	143 ₂	144 ₁
145 ₁₂	146 ₁₁	147 ₁₀	148 ₉	149 ₈	150 ₇	151 ₆	152 ₅	153 ₄	154 ₃	155 ₂	156 ₁
157 ₁₂	158 ₁₁	159 ₁₀	160 ₉	161 ₈	162 ₇	163 ₆	164 ₅	165 ₄	166 ₃	167 ₂	168 ₁
169 ₁₂	170 ₁₁	171 ₁₀	172 ₉	173 ₈	174 ₇	175 ₆	176 ₅	177 ₄	178 ₃	179 ₂	180 ₁
181 ₁₂	182 ₁₁	183 ₁₀	184 ₉	185 ₈	186 ₇	187 ₆	188 ₅	189 ₄	190 ₃	191 ₂	192 ₁
193 ₁₂	194 ₁₁	195 ₁₀	196 ₉	197 ₈	198 ₇	199 ₆	200 ₅	201 ₄	202 ₃	203 ₂	204 ₁

bu yerda, pastki indeks blokka mos kelishini ko'rsatadi.

Oralatish bloklarda (to'g'ri ta teskari holatlarda) sinxrobaytlar o'z o'rmilarida qoladilar.

Ichki kodlash Baytlarni oralatishdan keyingi kanal koderining funksional bloki ichki yig'uvchi koder hisoblanadi va u beshta tezlikka mo'ljallangan: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, va 7/8.

DVB-T eshittirish tizimida ichki kodlash blok bo'yicha kodlashga asoslangan.

Blokli kodlanishda axborot oqimi simvollarini aniq davomiylik vaqtiga ega bloklarga bo'linadilar va kodlanish jarayonida ularga ma'lum son tekshirish simvollarini ham qo'shiladilar, hamda har bir blok mustaqil alohida kodlanadilar.

Yig'uvchi kodlanishda ham ma'lumotlar oqimi bloklarga bo'linadi, ammo ularning davomiylik vaqti ancha qisqa bo'lib, ular "informatsion kadr lar simvollarini" deb ataladilar. Odatda kadr bir necha bitdan iborat bo'ladi xolos.

Har bir informatsion kadr ga tekshiruvchi simvollar qo'shiladilar, natijada kod so'zi kadr i hosil bo'ladi, lekin har bir kadr ni kodlash avvalgi informatsion kadr lar ni hisobga olgan holda bajariladi. Bu maqsad uchun koderda har doim bir nechta informatsion simvollar kadr lar saqlanadi. Ular navbatdagi kadr so'zni kodlash uchun kerak bo'ladi (yig'uvchi kodlanish jarayonida ishlatiladigan informatsion simvollar soni ko'pincha "kod cheklanish davomiyligi" ham deyiladi). Kadr kod so'zini shakllantirish keyingi kadr informatsion simvollarini kiritish bilan amalga oshiriladi. Shunday qilib kodlash jarayonida kadr lar ning o'zaro ketma ket bog'lanishi ta'minlanadi.

Yuqorida aytilganidek, ichki kod tezligi yoki bitta kod kadr ida, informatsion ichki kadr dagi simvollar sonining umumiy simvollar ga nisbati aloqa kanallari orqali ma'lumotlar uzatish shartlari va ma'lumotlar uzatish tezligiga qo'yilgan talablar asosida o'zgarishi mumkin. Kod tezligi qanchalik yuqori bo'lsa, uning ortiqchaligi shunchalik kam va aloqa kanalida xatolikni to'g'irlash qobiliyati ham past bo'ladi.

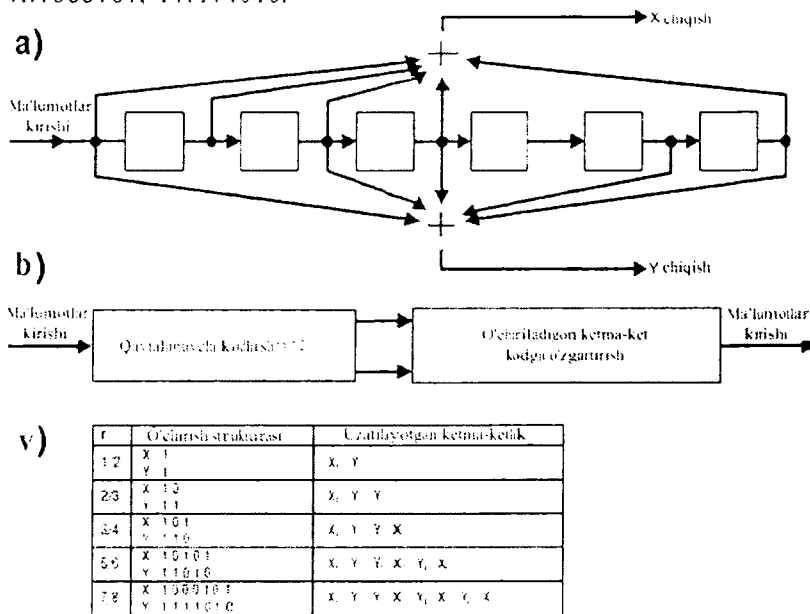
DVB-T tizimida o'zgaruvchan tezlikdagi ichki kodlashni baza kodlash tezligi 1/2 bo'lgan holatni qo'llash yo'li bilan bajariladi. Bazaviy koder ning asosini ikkita raqamli filtrlar tashkil etadilar. Ularning chiqish signallari X va Ylar modul 2 bo'yicha signallarini qo'shish yo'li bilan shakllantiriladilar. Qo'shuvchilarga kechikishni ta'minlovchi siljitish registrlarining, ya'ni oltita trigger ning chiqishlaridan signallar kelib tushadilar (6.6-rasm.).

Kirish ma'lumotlari ketma - ket siljitish registriga kiritiladi va filtrlar chiqish signallarini kema ketligi o'zgartirilgandan so'ng raqamli oqim hosil qilinadi. Oqimda bitlar ketma - ketligi kirishga

nisbatan ikki barobar ko'p bo'ladi (bunday kodning tezligi 1/2, shuning uchun har bir kirish bitiga 2 ta chiqish biti to'g'ri keladi).

Katta tezlikda kodlash rejimlarida yaratilayotgan (generatsiya qilinayotgan) X va Y signallarning ma'lum qismigina uzatiladilar (uzatilayotgan signallar va ularning tartibi 6.6 v - rasmda keltirilgan).

Misol uchun, ikkita kirish biti tezligi 2/3 bo'lganda uchta chiqish biti ketma -ketliga aylantiriladi (X1, Y1, Y2) va X2 o'chiriladi, chunki X:10,Y:11(6.6,v-rasm). Ichki kod maksimal tezlika ega bo'lganda, ya'ni 7/8 ga teng bo'lganda 7 ta kirish bitlariga 8 ta chiqish bitlari (X1, Y1, Y2 Y3, Y4, X5, Y6, Y7) to'g'ri keladilar, chunki X:1000101, Y:1111010.



6.6-rasm. Ichki kodlash (a- tezligi $r = 1/2$ bo'lgan yig'ish kodi., b-o'chirish bilan kodlash, v - kodlash jadvali)

Ichki oralatish va modulyatsiyalangan simvollarni shakllantirish DVB-T tizimida tashuvchi tebranishlarni modulyatsiyalash bilan

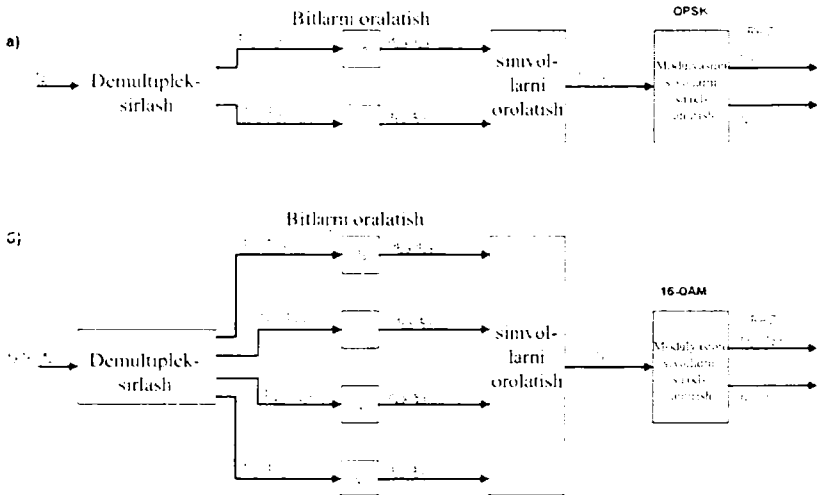
o'zaro kuchli bog'liq. Ichki oralatish ma'lumotlarga ishlov berish traktining, ikkita parallel kodlash kichik sistemalaridan keyingi, umumiy kirishida joylashgan (6.1-rasm). Ichki oralatish bitlar oralatgichidan va undan keyin keluvchi simvollar oralatgichidan tashkil topadi. Ichki oralatishning tuzilishi tanlangan ierarxik rejim va modulyatsiya sxemasiga bog'liq hamda xilma xil tashuvchi tebranishlarni modulyatsiyalovchi ma'lumotlarni aralashtirishni aniqlashtiradi. Bu juda murakkab jarayon bo'lib, ayni vaqtda OFDM modulyatsiya DVB-T tizimining asosiy prinsipini tashkil etadi. Uning birinchi bosqichi kirish ma'lumotlar oqimini demultipleksirlashdir. Oralatishdan so'ng modulyatsion simvollarini shakllantirish amalga oshiriladi.

Demultipleksirlash. Raqamli televideniya ayrim tashuvchilar kvadratura faza manipulyatsiyasi orqali modulyatsiya qilinishlari (QPSK -Quaternary Phase Shift Keying) yoki kvadraturali amplituda modulyatsiyasi (QAM-Quadrature Amplitude Modulation) orqali shakllanishlari mumkin. Bunday modulyatsiya usullarida tashuvchini modulyatsiyalovchi signallar ko'p sathli bo'ladi va ko'p pozitsiyali simvollar ketma-ketligini bilan ifodalanadilar va ular "modulyatsiyalanuvchilar" deb ataladilar.

QPSK usulida modulyatsiyalovchi signali to'rtta pozitsiyali simvollar ketma ketligidan iborat, ular alfavitdagi to'rtta ikki razryadli ikkilamchi so'zlardan (00,01, 10, 11)tashkil topadi va ular modullangan tebranishlar fazasini aniqlaydi. Bunday simvollar kirish ketma-ketligi bitlar oqimini ajratish yoki demultipleksirlashda ikkita suboqimga ajratish kerak. Bunda har bir suboqimda takt chastotasi kirishdagiga nisbatan ikki marta kichik bo'ladi. (6.7,a-rasm). 16 pozitsiyali kvadraturaviy amplitudali modulyatsiya (16 QAM) uchun modulyatsiyalangan tebranishlar faza va amplitudasini aniqlashtiruvchi, to'rt razryadli ikkilamchi so'z ko'rinishdagi modulyatsiyalovchi simvollarini shakllantirish lozim. Bu holatda kirish oqimi(16 QAM holatida kirish oqimi)to'rtta suboqimga demultipleksiyalanadi(6.7,b-rasm).

Shunga asosan, agar 64- QAM modulatsiya qo'llanilsa, modulyatsiyalovchi simvollar olti razryadli so'zlar ko'rinishida

bo'ladilar va kirish oqimi demultipleksirlashda oltita suboqimga bo'linadi.



6.7-rasm. Ichki oralatisht va modulyatsion simvollarni shakllantirish (a-QPSK; b-16-QAM)

Shunday qilib, ma'lumotlar kirish oqimi demultipleksirlangan V suboqimlarga (QPSK uchun $V=2$, 16-QAM uchun $V=4$, 64-QAM uchun $V=6$) o'tkaziladi. Bitlar oqimi $x_0, x_1, x_2, x_3, \dots$ esa V razryadli so'zlar ketma ketligiga aylantiriladilar (6.7-rasm). QPSK qo'llanilganda ketma ket kelayotgan ikkita bitlar (x_0 va x_1) parallel shakldagi, ikki razryadli $v_{0,0}$ va $v_{1,0}$ bitlardan tarkib topgan, kod simvollariga aylantiriladilar. Keyingi bitlar (x_2 va x_3) o'z navbatida $v_{0,1}$ va $v_{1,1}$ so'zlarga (simvollarga) o'zgartiriladilar va h.k.

16-QAM modulyatsiya qo'llanilganida esa, qo'yidagi ko'rinishdagi kirish ketma ketlik oqimi bitlari o'zgartirilishi bajariladi, ya'ni ular parallel shakldagi 4 so'zlarga (simvollarga) o'tkaziladi yoki $x_0 - v_{0,0}, x_1 - v_{2,0}, x_2 - v_{1,0}, x_3 - v_{3,0}$ va h.k.

Xuddi shunday 64-QAM qo'llanilganda, 6 ta razryadli parallel kod ishlatiladi va bu esa aloqa kanali orqali uzatiladigan ma'lumotlar tezligini 6 marta kamaytirish imkonini beradi.

Bitlarni oralatish suboqimning 126 bitlar ketma ketligi doirasida amalga oshiriladigan blokli jarayon (6.7-rasm). Har bir oralatgich bloklar ichida bitlarni o'rnini almashtiradi:

$$B_i = (b_{i,0}, b_{i,1}, b_{i,2}, \dots, b_{i,125}),$$

ya'ni 126 bitlarni almashtirib, oralatish bloki shakllantiriladi:

$$A_i = (a_{i,0}, a_{i,1}, a_{i,2}, \dots, a_{i,125}).$$

Bitlar oralatilishida, suboqimda maksimal bo'lgan, faqat foydali ma'lumotlarga ishlov beriladi (QPSKda 2ta, 16-QAMda 4ta., 64-QAMda 6ta) Bunda har bir modulyatsiya turiga oralatishlar o'z qoidalari asosida ijro etiladi. Bitlarni o'rnini almashtirish ($w = 0, 1, \dots, 125$) qonuniga asosan chiqish massivining bitlar indeksi hisoblanadilar va har bir suboqimning oralatgichi uchun quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$I_0: H_0(w) = w;$$

$$I_1: H_1(w) = (w+63) \bmod 126;$$

$$I_2: H_2(w) = (w+105) \bmod 126;$$

$$I_3: H_3(w) = (w+42) \bmod 126;$$

$$I_4: H_4(w) = (w+21) \bmod 126;$$

$$I_5: H_5(w) = (w+84) \bmod 126;$$

bu yerda mod 126 berilgan butun sonli operatsiya 126 moduli bo'yicha bajarilayotganligini bildiradi.

Shunday qilib, $I_0: H_0(w) = w$ suboqim uchun o'rin almashtirish mavjud emas, 5-nchi suboqim oralatgichi uchun 14 o'rin almashtirishi $I_4: H_4(w) = (w+21) \bmod 126$ funksiyasi asosida amalga oshiriladi. Misol uchun, beshinchi oralatgichda (I_4) F blokning 120-nchi biti V blokning quyidagi pozitsiyasidan olinadi:

$$H_4(w) = (w+21) \bmod 126 = (120+21) \bmod 126 = 141 - 126 = 15.$$

Bitta oralatgichni amalga oshirish uchun 126 bit hajmdagi uchta xotira xududi kerak bo'ladi. Bunda birinchi xududda navbatdagi blok V shakllantiriladi, va ikkinchi xududda esa avvalgi V blokdan A blok shakllantiriladi hamda u o'z navbatida uchinchi xududa joylashitirilgan bo'ladi. Shunday qilib, barcha bit oralatgichlarini tatbiq etish uchun talab etiladigan, umumiy xotira hajmi $6 \times 26 \times 3 = 2268$ (taxminan 284 bayt).

OFDM ma'lumotlarini raqamli simvolga aylantirish uchun

oralatish qurilmalari chiqishlari shunday birlashtiriladilarki, unda v bitlardan tashkil topgan har bir bit (y'_w soʻzi, bu yerda $w=0,1,2,\dots,125$) har bir qurilmaning chiqishidagi bitta bitni oʻz ichiga oladi va 10 chiqishida katta bitni beradi, yaʼni:

$$y'_w = (a_{0,w}, a_{1,w}, \dots, a_{v-1,w}).$$

Simvol oralatgich blok ichida maʼlum qonun asosida soʻzlarning oʻrnini almashtiradi:

$$Y' = (y'_0, y'_1, y'_2, \dots, y'_{N_{max}-1}),$$

Bunda **2k** rejimida bitlarni oralatish jarayoni 12 marta takrorlanadi, natijada maʼlumotlarning raqamli simvollarining 1512 ($12 \times 126 = 1512$) tasidan tashkil topgan paket hosil boʻladi ham u OFDM simvoli deyiladi.

126 soʻzdan iborat 12 guruh 1512 raqamli simvoldan tashkil topgan $Y' = (y'_0, y'_1, \dots, y'_{1511})$ vektorni shakllantiradi va ular bitta OFDM simvoli intervalida, 1512 ta tashuvchi tebranishlarni modulyatsiya qilishda ishlatiladilar. Bunda OFDM simvoli davomiyligi TS bilan belgilanadi.

8k rejimida esa bitlarni oralatish jarayoni 48 marta takrorlanadi va 6048 ta ($126 \times 48 = 6048$) maʼlumotlarning raqamli simvollarini beradi va ular 6048 tashuvchilarni modulyatsiya qilishda ishlatiladi.

Bu esa $Y' = (y'_0, y'_1, \dots, y'_{6047})$ vektorni beradi.

Modulyatsion simvollarni shakllantirish. Maʼlumotlar raqamli simvoli y (y' kabi) v bitlardan iborat:

$$y_q = (y_{0,q}, y_{1,q}, \dots, y_{v-1,q}),$$

bu yerda q -simvol oralatish qurilmasi chiqishidagi simvol nomeri.

Qoʻllanilayotgan tashuvchilarning modulyatsiyasiga qarab, y kattaliklar modulatsiyalangan signallarni shakllantirishda foydalaniladi.

Modulyatsiyalash simvollari z kompleks sonlar boʻlib, ularning haqiqiy va mavhum qismlari bitlar $y_{u,q}$ orqali ifodalanidilar. Modulyatsion simvollar va $y_{u,q}$ bitlar mosligi yana bir marta 6.8-rasmda namoyish etilgan (QPSK va bir turli 16-QAM modulyatsiya). Ifodalash Grey kodi orqali amalga oshiriladi, shuning uchun qoʻshni gorizontal va vertikal simvollar faqat bitta (koʻpincha uchraydigan

holat) bitga farq qiladilar. Demak, demodulyatsiya qilishda xalaqitlar yoki xatolik tufayli qo'shni simvol qabul qilinsa, bu faqat bitta simvolning xatoligiga olib keladi. Oddiy ikkilik kodida bunday xatoliklar, demodulyatsiya vaqtida bir necha bitlardagi xatoliklarga olib kelishi mumkin edi.

DVB-T tizimida modulyatsion simvollar kompleks sonlardir. Misol uchun: QPSK ishlatilganda $y_{0,q} = 0$ va $y_{1,q} = 0$ bo'lsa, ularga $z = 1 + j$ kompleks son mos keladi (6.8 -rasmning chap tomondagi diagrammasi o'ng yuqori nuqtasi). Modulyatsion simvol kompleks son qiymatlarining haqiqiy va mavhum qismlari aniq real mazmunga ega hamda modulyatsion tebranishlarning kvadratura Q , sinfazali amplituda I qiymatlari 1 ga teng. Bu shuni bildiradiki, modulyatsiya jarayonida kosinusoidal (sinfaza) va sinusoidal (kvadratura) tashkil etuvchilar bir xil birlik amplitudalar bilan qo'shiladilar. 6.8 -rasmning chap tomondagi diagrammasi o'ng pastki nuqtasi $y_{0,q} = 0$ va $y_{1,q} = -1$. Unga $z = 1 - j$ kompleks modulyatsion simvol mos keladi. Bu ikki tashkil etuvchilarning amplitudalarining 1 ga teng ekanligini ko'rsatadi, ammo sinfaza tashkil etuvchining fazasi qarama qarshi qiymatga o'zgarishini bildiradi, ya'ni 180 gradusga siljishiga mos keladi.

Bunda birlik amplitudali kosinusoidal va sinusoidal funksiyalar yig'indisi amplitudasi $\sqrt{2}$ teng garmonik kosinusoidal tebranishni beradi. Uning boshlang'ich fazasi 45 gradusga teng (bu 6.8,a -rasm keltirilgan o'ng tomon yuqori nuqta koordinatasi vektoriga mos keladi).

O'ng tomon past nuqtasiga fazasi minus 45 gradusga teng tebranish vektori mos keladi.

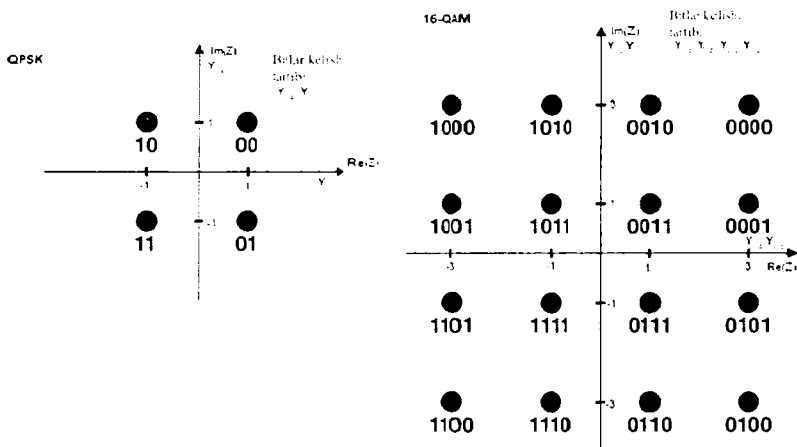
Shunday qilib, o'ng tomon yuqori nuqtadan o'ng tomon pastki nuqtaga o'tilganda modulyatsiyalangan tebranishlar amplitudasi o'zgarmas qiymatga ega va faqat fazasi 90 gradusga o'zgaradi hamda bu QPSK modulyatsiyasi (kvadratura faza manipulyatsiyasi) usulining mazmuni tushuntiradi.

Kvadratura amplituda modulyatsiyasida olingan modulyatsiya tebranishlarining ham amplitudasi ham boshlang'ich fazasi o'zgaradilar.

Bir turdagi 16-QAM kvadratura amplituda modulyatsiyasi

qo'llanganda bitlar kombinatsiyasi $y_{0,q}=0, y_{1,q}=0, y_{2,q}=1, y_{3,q}=0$ bo'lib, diagrammaning **0010** nuqtasiga mos keladi va kompleks modulyatsiya simvoli $z=1+3j$ (sinfaza kosinusoidal tashkil etuvchi amplitudasi 1ga teng, kvadraturaviy sinusoidal tashkil etuvchi 3ga teng). Bu degani modulyatsiyalash jarayonida tebranishlarning amplitudasi $\sqrt{10}$ va boshlang'ich fazasi 60 gradusga tengligini bildiradi.

Diagrammaning **0111** nuqtasi uchun $y_{0,q}=0, y_{1,q}=1, y_{2,q}=1, y_{3,q}=1$ bitlar kombinatsiyasini ifoda etadi va kompleks modulyatsiyalangan simvolni $z=1-j$ belgilaydi, hamda modulyatsiyalash jarayonida tebranishlarning amplitudasi $\sqrt{2}$ va boshlang'ich fazasi -45 gradus ekanligini ko'rsatadi.



6.8-rasm. QPSK va 16- QAM modulyatsiyalari (z kompleks modulyatsion simvolga mos uu, q` bitlarni belgilaydi)

Modulyatsiyalash jarayonida modulyatsion simvollar z qo'llanilmaydilar, balki ularning normallashtirilgan taxmini "c" ishlatiladi.

Normallashtirishning asosiy maqsadi shunga yo'naltirilganki, unda turli xil modulyatsiya usullarida tebranishlarning o'rtacha quvvati bir xil bo'lishi ta'minlanadi.

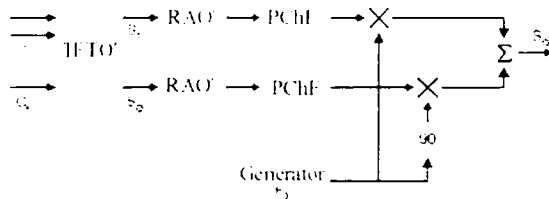
QPSK qo'llanilgandagi normallashtirilgan kompleks modulyatsion simvol $s=z/\sqrt{2}$ bir turdagi 16-QAM modulyatsiyasida esa $s=z/\sqrt{10}$ bo'lsa, turli turdagi 64-QAM modulyatsiya uchun (parametri 4 teng holatda) $s=z/\sqrt{108}$ bo'ladi.

Maxsus protsessorlar yordamida OFDM modulyatorini murakkab qurilmasini amaliyotga tatbiq qilish qiyin vazifa hisoblanadi. OFDM tizimining afzalligi tashuvchilarning juda ko'p miqdorda ishlatilishidir (masalan, bir necha ming tashuvchilar). lekin bunday holda to'g'ridan to'g'ri OFDM signallarini shakllantirish uchun uzatgichda minglab generatorlar va modulyatorlarni hamda qabul qilgichlarda xuddi shunday miqdorda detektorlarni qo'llash talab qilinadi va uni amalga oshirish esa mushkul vazifa edi. Shuning uchun Furiyning tezkor to'g'ri va teskari diskret o'zgartirishlari asosida, juda ko'p tashuvchilarni modulyatsiyalash va demodulyatsiyalash algoritmlarining maxsus usullari ishlab chiqilgan. Buning uchun Furiyning yuqori tezlikda to'g'ri va teskari o'zgartirishlarini ta'minlovchi protsessorlar yaratilib, katta integral sxemalar ko'rinishida shakllantirilgan. OFDM signallarini shakllantirishning matematik qurilmasiga batafsil berilmagan holda, OFDM radiosignallarining shakllantirishning tuzilmaviy sxemasida 6.9- rasmda keltiramiz.

Keltirilgan sxemadan ko'rinib turibdiki, OFDM raqamli shaklda tezkor Furiy teskari o'zgartirilishi asosida bajariladi va undan so'ng RAO orqali modulyatsion kompleks simvollarning mavhum va haqiqiy qiymatlari o'zgartiriladilar. O'zgartirishlar natijasida ikki sathli (kvazianalog signal) shakllantiriladilar va ular past chastotali filtrlardan o'tib, kvadraturaviy modulyatorga tushadilar.

Modulyatorida sinfazali **I** va kvadraturaviy **Q** tebranishlar, 47-480 MGs diapozondagi televizion kanalning tanlangan tashuvchi chastotasining kvadraturaviy signaliga ko'paytiriladilar.

Bunda kosinusoidal tebranish F_0 generatoridan to'g'ridan-to'g'ri kelib tushadi va sinusoidal tebranishlar esa signalni 90 gradusga siljitadigan faza aylantirgich orqali kelib tushadi. So'ngra kvadraturaviy tashkil etuvchilar yig'uvchida (summatorda) qo'shiladilar va quvvat kuchaytirgichlari orqali antennaga uzatiladilar.



6.9-rasm. OFDM radiosignallarining yaratilishi

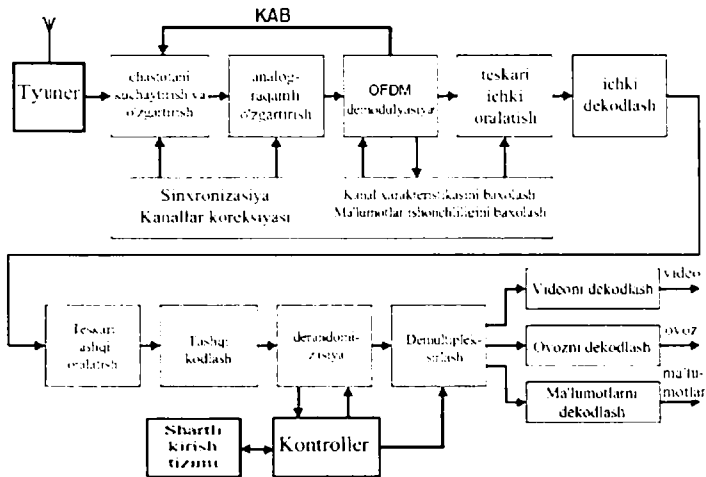
6.2.2. DVBT tizimining qabul qilish qismida signallarga ishlov berish

Qabul qilish qurilmasida signallarga ishlov berish jarayoni DVBT standarti bilan reglamentlanmagan va ochiq qolgan. Bu holat televizor ishlab chiqaruvchilar orasidagi raqobatni kuchaytiradi va yuqori sifatli, ayni vaqtda arzon qurilmalarni yaratishdagi intilishlarni qullab-quvvatlaydi. DVBT standartiga muvofiq kodlangan va uzatilayotgan dastlabki audio-video axborotlarini tiklash uchun, dekodlashda uning barcha signallarini teskari o'zgartirishlarini amalga oshirish zarur. Shuning uchun DVBT tizimining qabul qilish qurilmasining tuzilmaviy sxemasining namunaviy varianti 6.10- rasmda keltirilgan.

Tyuner yordamida kerakli chastota kanali ajratiladi va signal oraliq chastotaga o'tkaziladi. So'ngra oraliq chastotali signal kuchaytirishni avtomatik boshqaruvchi (KAB) qurilma yordamida boshqariladigan kuchaytirgichdan o'tib, ARO' blokida raqamli shaklga o'zgartiriladi. Bundan keyin kvadraturaviy demodulyatsiya bajariladi.

Natijada COFDM signalining xaqiqiy va mavhum qismlariga mos keluvchi, kvadraturaviy tashkil etuvchilariga ajratiladilar. Undan so'ng olingan kvadraturaviy tashkil etuvchilari uchun Furyening to'g'ri diskret o'zgartirishlari amalga oshiriladi va uning natijasida COFDMning to'liq demodulyatsiyasi bajariladi hamda COFDMning uzatiladigan simvollari shakllantiriladi. Bunda FTO' blokidan olingan ma'lumotlar KAB uchun foydalaniladi va sinxronizatsiya blokiga tushadi. Sinxronizatsiya bloki ARO' uchun tashuvchi signal chastotasi va takt impulslarini tiklaydi. Undan tashqari kanal xarakteristikalarini

baholash blokida qabul qilingan tashuvchi signallar taxlil qilinadi. Taxlil natijalariga ko'ra aloqa kanalining o'tkazuvchanlik funksiyasi baholanadi va kanallarning tuzatishlari (korreksiyasi) amalga oshiriladi. Korreksiya qilishda har bir tashuvchining signali ushbu tashuvchi uchun aniqlangan kanalning o'tkazuvchanlik funksiyasiga teskari qiymatiga ko'paytiriladi.



6.10- rasm. DVB-T qabul qilgichda signallar va ma'lumotlarning o'zgartirilishi.

So'ngra ichki teskari oralatish blokida bitlarni simvollar bo'yicha teskari joylashtirish amalga oshiriladi. Natijada bitlar ketma ketligi olinadi va ular ichki dekodeerlash blokiga kelib tushadilar hamda u yerda kodlarni yig'ish dekodeerida xatolar to'g'irlanadilar (korreksiya qilinadilar). Keyin MPEG-2 transport oqimining tuzilmaviy ma'lumotlarini tiklash uchun baytlar tashqi teskari va Rid-Solomon dekodeerida xatolarining korreksiyasi amalga oshiriladi. Natijada transport paketlarining davomiyligi (188 baytdan iborat) va baytlarning paketlarda kelishining ketma-ket kelish tartibi tiklanadilar.

So'ngra ma'lumotlar oqimi ma'lumotlarni derandomizatsiya qilish uchun deskremblerga kelib tushadi va dastlabki raqamli

oqimning tuzilishi tiklanadi. Randomizatsiya qo'llanishida tiklanish signalni psevdotasodifiy ketma ketlik bilan modul 2 bo'yicha qayta qo'shish orqali amalga oshiriladi. Shundan so'ng tiklangan MPEG-2/ MPEG-4 transport oqimi demultipleksorga kelib tushadi va bu yerda tanlangan dasturiga asosan transport oqimidan paketlar ajratib olinadi hamda video, ovozli tashkil etuvchi va ma'lumotlarning elementar oqimlari shakllantiriladi. Deskrembler va demultipleksor boshqaruvini kontroller amalga oshiradi. Demultipleksor transport oqimidan dastur jadvali paketlarni tanlab oladi va ularni kontrollerga uzatadi. Kontroller transport oqimidagi dastur ma'lumotlarini ekranda aks etishini ta'minlaydi. Foydalanuchi buyrug'iga ko'ra dasturlardan biri tanlanadi va ushbu dasturga tegishli RID xaqidagi ma'lumotlar, kelgusida shu paketlarni tanlash uchun demultipleksorga uzatiladi. Tanlangan dasturga qo'shimcha ma'lumotlar (sub titrlar va hakoza) demultipleksordan kontrollerga kelib tushadi va kontroller ularni qo'shimcha axborotlarni namoyish qilish blokiga uzatadi.

Kontroller, shuningdek, foydalanuvchining mablag'i to'lagan pullik dasturlarga kirishini ta'minlovchi vositalarni o'z ichiga oluvchi shartli kirish tizimi (SHKT) bilan bog'liq. Dasturlarni deskremblerlashga oid ma'lumotlar transport oqimi tegishli paketlarida uzatiladi. Bepul dasturlarni va umumiy foydalanish ma'lumotlarga ega paketlarni deskremblerlash uchun qo'shimcha ma'lumotlar talab etilmaydi.

Shunday qilib, raqamli televideniye qabul qilgichida dasturni tanlash ikkita etapda amalga oshiriladi. Avval bir nechta dasturlardan iborat transport oqimi uzatalayotgan televideniye eshittirish kanal tanlanadi. So'ngra xuddi shu transport oqimdagi dasturlardan biri tanlanadi.

Video va ovozning elementlar oqimlari demultipleksordan MPEG-2ning tegishli dekoderlariga kelib tushadilar. Videodekoder chiqishlarida 601- tavsiyaga mos raqamli shaklda yorug'lik va rangfarq signallar shakllanadilar. Bu signallar keyinchalik raqamli shaklda yoki RAQ orqali televizorning quyi chastotali kirishlariga uzatiladilar.

Audiodekoder chiqishlarida analog shakldagi ovoz shakllantiriladi va ovozni eshittirish bloklariga tushadi.

6.3. DVB-C raqamli kabel televideniye standarti

Kabel aloqa liniyalari ekranlashtirilgan yo'naltiruvchi tizimlardan iborat bo'lgani uchun, ular orqali uzatilgan signallar atmosfera va industriya xalaqitlar ta'siridan himoya qilingan. Undan tashqari tizimda aktiv oraliq kuchaytirgichlardan foydalanish hisobiga ularda signal/shovqin (30 dBdan kam emas) nisbatining yetarlicha yuqori qiymatlarining ta'minlanishi imkoniyati mavjud. Shuning uchun xalaqitbardoshlilikni ta'minlash nuqtai nazaridan, kabel televizion tizimi yer usti teleeshittirish tizimlariga nisbatan yengil sharoitlarda ishlaydi. Shu sabab oddiy holatda raqamli kabel televideniyesida yig'ish kodi yordamidagi ichki kodlash ishlatilmaydi. Kabel televizion eshittirishning asosiy maqsadi mavjud kabel tarmoqlarining chastota diapazoni orqali televizion dasturlarning maksimal sonini uzatishni ta'minlashdir.

Shu maqsadda, DVB-C standartiga muvofiq kabelli tarmoqlarda OFDM o'miga ko'p pozitsionli kvadratura amplitudali manipulyatsiya (KAMn) ishlatiladi va uning prinsiplari 5.4 bobda bayon etilgan. Hozirgi vaqtda 16-, 32-, 64 va 256-pozitsiyali KAMn lar qo'llanilmoqda. Ikkilik simvollar uzatish tezligining KAMn pozitsiyalaridan bog'liqligi 6.4-jadvalda keltirilgan. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ikkilik simvollarini to'la uzatish tezligi (3-ustuncha) kanal simvollarini uzatish tezligini simvoldagi bitlar soniga ko'paytirish orqali olinadi va ko'paytma, Rid-Solomon xalaqitbardoshlikni oshiradigan kodlashda qo'shimcha kiritilgan baytlar hisobiga, foydali ma'lumotlarni uzatish tezligidan yuqori bo'ladi.

6.4-jadvalning oxirgi ustunchalaridagi ma'lumotlarni, tasvir sifati qiymatlari turlicha bo'lgan televizion dasturlar talablariga asosan, ikkilik simvollarini uzatish tezligi bilan bilan solishtirib, bitta kabel televideniyesi kanalida u yoki bu sifat bilan nechta televizion dasturni uzatish mumkinligin baholash mumkin(4.4 bobga qarang).

DVB-C tizimining uzatuvchi qismining umumlashgan tashkiliy chizmasi 6.11- rasmda keltirilgan. Raqamli kabel televideniyesining uzatish qismidagi DVB-T tizimida avval batafsil keltirilgan operatsiyalarning asosiylari amalga oshiriladi.

Modulyatsiyaning turli qiymatlarida ma'lumotlarni uzatish tezliklari

Modulyatsiya turi	Uzatish tezligi Msimvol/s	Uzatishning to'liq tezligi	Foydali ma'lumotlarni uzatish tezligi Mbit/s
16-KAMn	6,89	27,56	25,2
32-KAMn	6,92	34,60	31,9
64-KAMn	6,84	41,04	38,9

DVB-S standartiga mos ravishda, transport oqimini shakllantirishda, bir necha elementar televizion dasturlar oqimi va turli ma'lumotlar kiritiladi. Transport paketlari 8 tadan birlashtiriladilar. Har bir sakkiztalikning birinchi paketida sinxroguruh invertorlanadi, ya'ni o'n olti razryadli son $0x47$ o'rniga $0xV8$ uzatiladi. Bu qabul qilgich tomonida siklli sinxronizatsiyani ta'minlash uchun zarur.

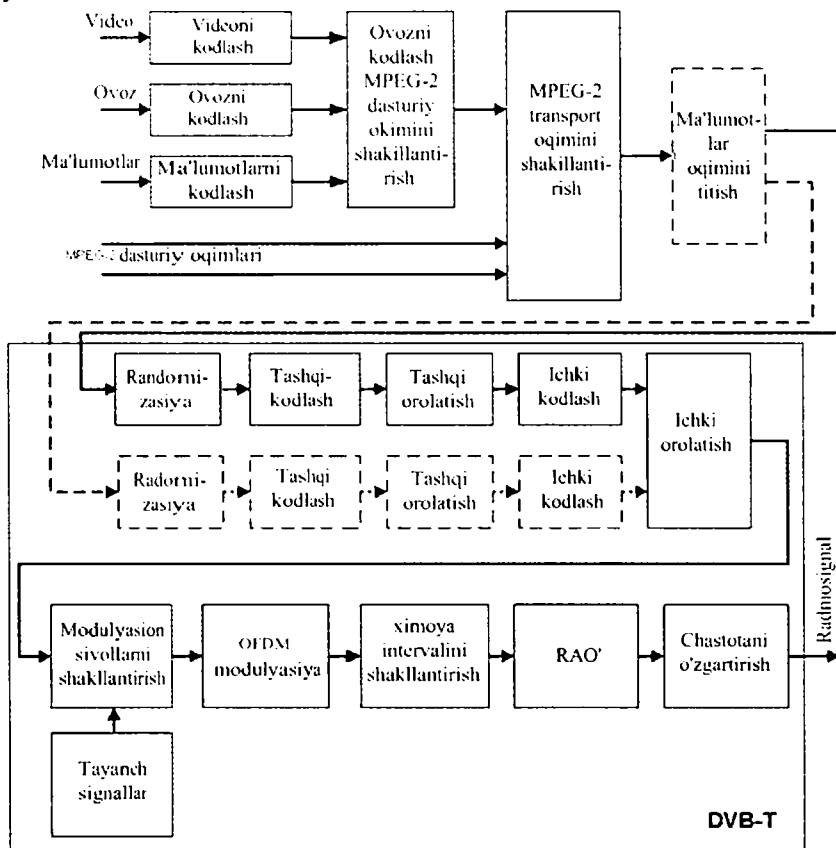
So'ngra uzatilayotgan dasturni ruxsat etilmagan kirishdan saqlash uchun skremblirlash operatsiyasi amalga oshiriladi va aloqa kanali polosasida signal quvvatini bir tekis taqsimlanishi ta'minlanadi. Skremblerlash qabul qilgichda ularni tanlashni ta'minlash uchun transport paketlari sinxroguruhlariga tegilmaydi.

So'ngra Rid-Solomon kodlarini qo'llagan holda xalaqitbardoshli kodlash amalga oshiriladi. Bunda transport paketlarining davomiyligi 188 dan 204 gacha ortadi hamda paket xatoliklaridan ma'lumotlarni himoyalash uchun baytlar oralatiladi.

Keyingi qadam bilan uzatiluvchi baytlar KAMn simvollariga aylantiriladilar. Masalan, 64-pozitsion 64-KAMn dan foydalanilganda har bir 3ta bayt 4 olti bitli simvolga aylantiriladi va undan so'ng xalaqitbardoshlikni oshirish uchun ularning ikki katta bitlari differensial kodlashi amalga oshiriladi.

DVB-Sdagi keyingi operatsiya, simvollarini kuchlanish impulslariga aylantirish bo'lib, bu impulslar I va Q tashkil etuvchilarning kvadratura modulyatoriga beriladilar. Modulyatsiyalangan signal spektri kengligini cheklash uchun,

impulslarning frontlari va keskin o'zgarishlarini past chastotali filtr yordamida tekiylanadi.



6.11-rasm. DVB-S tizimining uzatuvchi qismining umumlashtirilgan tashkiliy chizmasi

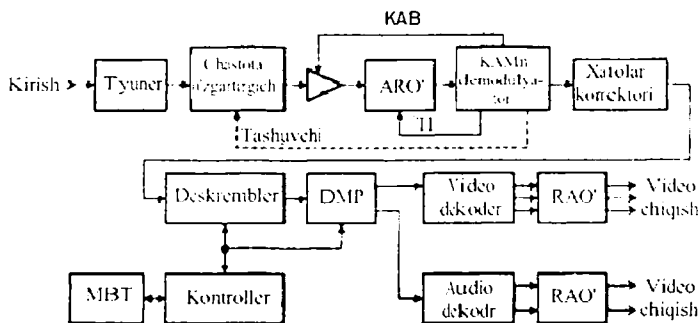
So'ngra kvadratura modulyatorida, oraliq chastotada, ko'p sathli kvadraturaviy amplituda modulyatsiyasi amalga oshiriladi. Undan keyin chastota almashtirgich i yordamida signal spektri talab etiladigan televizion kanalga ko'tariladi va kabel tarmog'ining taqsimlovchi

chiqish kuchaytirgichlari orqali signallar qabul qiluvchi qurilmalarning kirishlariga kelib tushadilar.

Qabul qilgichda mos ravishda teskari operatsiyalar bajarilishi shart. Kabel raqamli televideniyesining qabul trakti tuzilmaviy sxemasi 6.12- rasmda keltirilgan. Kabel liniyalarining chiqishidan kirish signali, oddiy televizordagi kabi, tyunerga kelib tushadi va kerakli kanal ajratiladi hamda shu kanal signali oraliq chastotaga o'tkaziladi. Keyin esa chastota o'zgartirgichda qo'shimcha chastota qiymati kamaytirilishi amalga oshiriladi. Buning uchun KAMn demodulyatorida tiklangan yoki chastota o'zgartirish blokidan olingan tashuvchi chastotalar ishlatiladi. Chastotalar kamaytirilgandan so'nggi qiymatlari, odatda 3...11 MGs ni tashkil etadilar.

So'ngra signal, kuchaytirish koeffitsienti demodulyatordan olinadigan KAB signali bilan aniqlashtiriladigan, boshqariluvchi kuchaytirgichdan o'tadi. Signal balandligi qiymati ARO' kirish kuchlanishlari kattaliklari bilan moslashadi.

16-KAMn, 32-KAMn va 64-KAMn larni qabul qilish uchun 8 ta ikkilik razryadiga ega ARO'larning o'zi yetarli. 256-KAMn ni qabul qilish uchun esa 9 ta ikkilik razryadli ARO' bo'lishi kerak. Diskretlash kanal simvollarini chastotasi bilan, ya'ni 7MGs da amalga oshiriladi. Takt impulslari (TI) demodulyatorda shakllanadilar.



6.12-rasm. Kabelli raqamli televideniyeining qabul qilish traktining tashkiliy chizmasi

Demodulyatorning ishlash prinsipi 5.4 bobda keltirilgan (5.6-rasm). Demodulyatorga kelib tushgan raqamli signal tashkil etuvchilari I va Q bo'lgan kvadraturaviy signallarga aylantiriladilar va ular orqali kanal simvollari tiklanadilar. So'ngra ushbu simvollardan chiqish ma'lumotlar oqimining baytlari shakllanadilar. Masalan: 64-KAMn holatida 4 ta olti bitli kanal simvollaridan 3 ta chiqish baytlari shakllanadi. Demodulyatorida tashuvchi chastota (oraliq chastotaga o'tkazilgan) va kanal simvollarining takt impulslari tiklanadilar hamda ular demodulyatorning o'zida ham va undan oldingi bloklarda ham ishlatiladilar.

Undan so'ng ma'lumotlar oqimi xatolarni to'g'irlash blokiga (xatolar korrektoriga) kelib tushadi hamda unda Rid-Solomon kodini dekodlash va deorlatish amalga oshiriladi. Natijada transport paketlarining davomiyligi (188 baytdan) va paketdagi baytlarini ketma-ketligining boshlang'ich tartibi tiklanadi.

So'ngra ma'lumotlar oqimi deskremblerga tushadi va u yerdan deskremblerlangan transport oqimi demultipleksorga (DMP) boradi, ya'ni bunda transport oqimidan tanlangan dasturga tegishli paketlar ajratib olinadi hamda video, ovoz va ma'lumotlarning elementar oqimlari shakllanadilar. Signallarni qayta ishlash bo'yicha keyingi operatsiyalar DVB-T tizimi qabul qiluvchi qurilmasidagi kabi bo'ladilar.

6.4. DVB-S sun'iy yo'ldosh raqamli televizion uzatish standarti

Sun'iy yo'ldosh teleeshittirish tizimlari keng xududlarning har qaysi nuqtasiga yuqori sifatli televizion signallarini yetkazishning eng tez, ishonchli va tejamkor usuli hisoblanadi. Sun'iy yo'ldoshning Yer orbitasining belgilangan nuqtasi ushlab turilishi, quyosh energiyasidan ta'minot uchun keng foydalanilishi, qurilmalarda energiyani oz miqdorda sarf qilinishi kabi imkoniyatlari bulardan tashqari uzatilayotgan signallarning atmosfera va geografik joylashuvlarga bog'liq bo'lmasligi keng doirada rivojlanishiga imkon yaratdi. Hozirgi vaqtda teleradioeshittirish sun'iy yo'ldoshlari odatda ekvator kengligidagi geostatsionar orbitada (GO) balandligi 35786 km bo'lgan

orbitada joylashadilar. GO da joylashgan sun'iy yo'ldosh Yer bilan bir xil tezlikda aylanadi va shu sabab Yerning belgilangan nuqtasi uchun harakatsiz bo'ladi deyish mumkin. Geostatsionar sun'iy yo'ldoshning eshittirishlarni qamrab olish maydoni Yer yuzining uchdan bir qismiga to'g'ri keladi. Ayni vaqtda zamonaviy texnik vositalar Yer yuzining katta bo'lmagan qismini yo'naltirilga kichik elektromagnit nurlari yordami bilan qoplash imkoniyatlarini beradilar. Yer yuzasi bilan sun'iy yo'ldosh antennalari tarqatuvchi konussimon nurning kesishish chiziqlari qamrab olish zonasining chegaralarini belgilab beradi va yerdagi qabul qilish antennalarining turli diametrlarida amalga oshiriladi. Bunda antenna qamrab olish zonasining markazidan qancha uzoqda joylashgan bo'lsa, uning diametri shuncha katta bo'lishi kerak.

Televizion eshittirishning sun'iy yo'ldosh kanallari uchun sanoat xalaqitlari va boshqa uzatuvchi qurilmalarning shovqini qiymatlari past bo'lishi xarakterli, chunki bunday kanallarda o'tkir(kichik aniq) yo'naltirilgan antennalardan foydalaniladi. Raqamli signallarni qabul qilishda xatolarni keltirib chiqaradigan asosiy faktor bo'lib, uzatuvchi-qabul qiluvchi qurilmalar orasidagi masofa katta bo'lganligi sabab, qabul qilish qurilmasining kirishidagi signal/shovqin nisbatning kichikligi hisoblanadi. Sun'iy yo'ldosh aloqa kanallarining chastota kengligi yer usti va kabel televideniyesi kanallariga nisbatan sezilarli darajada keng.

6.5-jadvalda ma'lumotlarni mumkin bo'lgan uzatish tezligi va kanal simvollarini aloqa kanali kengligiga bog'liqligi keltirilgan. Bunda foydali ma'lumotlarni uzatish tezligi kanalni kodlash parametrlariga (oxirgi ustuncha) bog'liq, chunki yig'uvchi kod ortiqchaligi ko'payganda xalaqitbardoshlik oshadi, lekin foydali ma'lumotlarni uzatish tezligi kamayadi.

DVB standarti 11...12 GGs chastota diapazonida 27 MGsli chastota kengligiga ega sun'iy yo'ldosh televideniyesining mavjud kanallaridan foydalanishni ko'zda tutadi. Istiqbolda sun'iy yo'ldosh tizimlarida 20.... 21 GGs diapazondan foydalanish va alohida kanallarining chastota polosalari kengroq bo'lishlari nazarda tutilmoqda.

Ma'lumotlarni uzatishning turli tezliklari

Kanal kengligi. MGs	Uzatish tezligi Msimv/s	To'liq tuzatish tezligi Mbit/s	Foydali ma'lumotlarni uzatish tezligi Mbit/s
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

Sun'iy yo'ldosh teleradio eshittirish tizimlarida uzatilayotgan signallarning quvvatlari nisbatan kichik va chegaralangan bo'lganligi sababli interferension xalaqitlar va shovqinlarning ta'siriga sezuvchanlik yuqori hisoblanadi. Shuning uchun energetik samarador QPSK- kvadraturaviy faza modulyatsiyasi va qisqartirilgan RS kodi hamda Vitberi dekodlash algoritmidan foydalanuvchi, yig'uvchi kod asoslaridagi kaskadli kodlashdan birgalikda foydalanish tizimning yuqori xalaqitbardoshligini ta'minlaydi. Xalaqitbardoshlikni oshirishda shovqin va interferatsion xalaqitlar hamda sun'iy yo'ldoshning bort retranslyatorlarining nohiziqli ta'sirlari ham hisobga olinishi kerak. Ichki kodek uchun, quvvati uzatilishi va spektrdan foydalanish orasidagi samarali munosabatga erishishni hisobga olgan holda, 1/2-7/8 diapazondagi 5 ta diskret kod qiymati tezligidan birini tanlash imkoniyati mavjud.

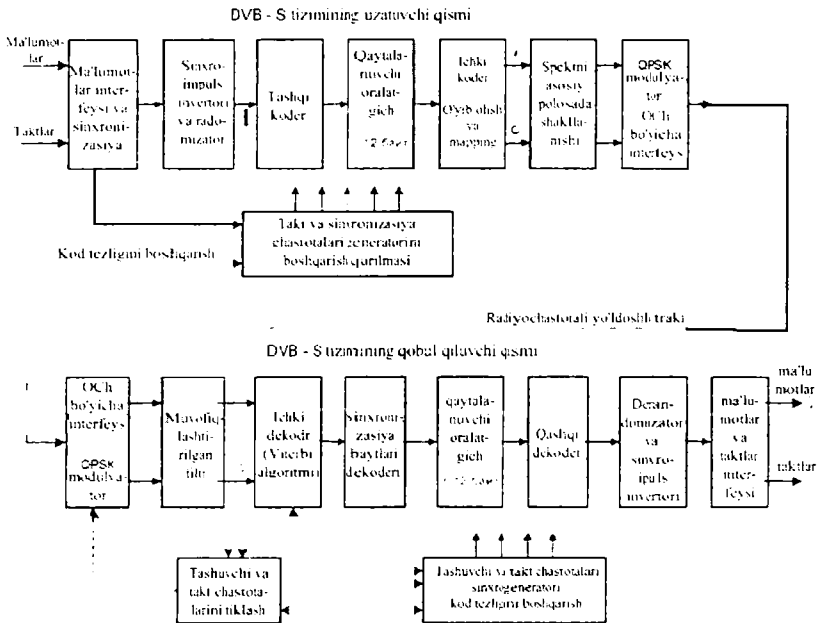
Moslashtirilgan filtrlash va xatolarni to'g'ri-to'g'ri to'g'rilash qabul qilishning qiyin sharoitlarida ham yuqori sifatni ta'minlashga imkon beradi. Yuqori sifat xatto tashuvchi/shovqin va tashuvchi/interferension xalaqit nisbatlari chegara (bo'sag'a) qiymatga yaqin bo'lganda ham saqlanib qoladi. Bunda xatolik bir soatda bittadan oshmasligi kafolatlanadi, bu esa qabul qiluvchi dekoderida, MPEG-2 demultipleksor kirishida xatolar ekvivalent ehtimolligiga 10^{-10} 10^{-11} atrofida bo'ladi.

DVB-S tizimi funksional blok bo'lib, MPEG-2 transport multipleksori chiqishida teleeshittirish raqamli signal programmalarini yo'ldoshli kanal xarakteristikalari bilan moslashtirish amalga oshiradi.

DVB-S tizimining uzatish va qabul qilish qismlari tuzilmaviy sxemasi 6.13-rasmda keltirilgan.

Uzatishda ma'lumotlar oqimining kanalga moslashishi uchun quyidagi almashtirishlar amalga oshiriladi:

- transportli multipleksorlash va signal energetik spektrini tekislash uchun randomizatsiyalash;
- Rid-Solomon kodi yordamida tashqi kodlash;
- yig'uvchi oralatish;
- chiqarib olingan(ajratilgan) koddan foydalangan holda ichki kodlash;
- chastotalar polosasi asosida signalni shakllantirish;
- modulyatsiya.



6.13-rasm. DVB-S tizimining tuzilmaviy sxemasi

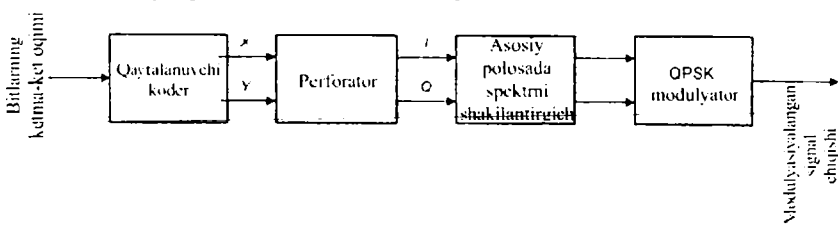
Uzatishda transportli ma'lumotlar oqimi va uning taktlari tizimga interfeys orqali kelib tushadi. Interfeysdan chiquvchi takt

chastotasi va kod tezligini boshqaruvchi tashqi signal barcha zarur takt va sinxronizatsiyalovchi chastotalarni generatsiyalash (paydo qilish) uchun foydalaniladi. Takt signallarining uzatilishi va uzatish qurilmasining sinxronizatsiyasi mos ravishda boshqaruv generatorlari yordamida amalga oshiriladi.

Interfeys chiqishidan transport paketlari sinxrobayt sikllarini shakllantiruvchi qurilma (buning uchun, MPEG-2 standarti bo'yicha, har bir sakkizinchi transport paketining sinxrobayti inversiya (teskarisiga aylantirish) qilinadi) orqali o'tadi va signalning energetik spektrini tekislovchi randomizatorida ishlov beriladi.

So'ngra randomizatsiyalangan ma'lumotlar paketlari tashqi RS-koderda kodlanadilar, tashqi yig'uvchi oralatish qilinadilar va ichki kodlash hamda modulyatsiyalash blokiga kelib tushadilar. Tashqi RS-koder va ichki yig'uvchi koderlarning tuzilmaviy sxemasi va randomizator parametrlari DVB-T tizimidagi shunday qurilmalarga aynan mosdir.

Ichki kodlash va modulyatsiyalash bloki tuzilmaviy sxemasi 6.14 -rasmda keltirilgan. Bunda kodlash bazasi tezligi $R=1/2$ bo'lgan holatda, ichki yig'ish koderida kodlashdan keyin ma'lumot paketlari perfaratorga tushadilar va kodning tezligi oshirilishi talab etilganda ortiqcha tekshiruvchi simvollar olib tashlanadi. Ichki oralatgich mavjud bo'lmaydi, chunki kanal xatoliklarining statistik tarkibi uni qo'llanishini talab etmaydi. So'ngra asosiy chastota polosasida signal spektri shakllantiriladi va uni QPSK-modulyatoriga uzatish amalga oshiriladi. Undan keyin, so'nggi interfeys yordamida, oraliq 70/140 MGs chastotada, sun'iy yo'ldosh yer stansiyasi radiokanalini ta'minlovchi yuqori chastotali uzatish qurilmasi bilan moslashtiriladi.



6.14-rasm. DVB-S tizimida modulyatsiyalash va tizim osti kodlashning tuzilmaviy sxemasi

6.5. DVB-H raqamli mobil televizion eshittirish standarti

DVB-H (Digital Video Broadcast Handheld, DVB “qo‘l boshqaruvida, portativ”) bu 2004 yilning dekabrda tasdiqlangan mobil televideniye standarti. DVB-H standarti Telekommunikatsion standartlar bo‘yicha Yevropa Assotsiatsiyasi (ETSI) tomonidan mobil qabul qilish qurilmalarida (uyali telefonlar, avtomobil yoki poezdlarda o‘rnatilgan qabul qilish qurilmalarida) televizion programmalarni ishonchli qabul qilishga o‘rnatilgan talablardir.

Mobil televideniye tizimini yaratishda qabul qilishning mobil terminallariga qo‘yiladigan quyidagi shartlarni inobatga olish zarur:

- portativ terminallarning kichik gabaritli antennalari signallarni faqatgina binodan tashqarida emas, balki betonli devorlar ortida ham qabul qilinishini ta‘minlashi kerak va bu esa teleeshittirish signallar quvvat oqimining zichligini (QOZ) sezilarli darajada oshirishni talab etadi.

- avtomobil yoki boshqa harakatlanuvchi transportda o‘rnatilgan terminallarga signallarni qabul qilishda, Doppler effekti tufayli, uzatilayotgan impulslar sezilarli darajada buzilishlarga olib kelishi mumkin;

- mobil terminallarning manbaalari energiya quvvati zahiralarning chegaralanganligi.

Ana shu shartlardan kelib chiqib, DVB-H tizimiga quyidagi talablar qo‘yiladi:

- mobil terminallarning akkumulyator batareyasi tokining sarflanishini tejamkorligi ta‘minlash. Bu masala mobil eshittirishning konsepsiyasini shakllantirishda asosiylardan hisoblanardi;

- harakat davomida, ayniqsa katta tezliklarda, ishonchli mobil qabul qilish;

- signallarning ko‘p nurlari tarqalishida, ayniqsa xona sharoitida qabul qila olish imkoniyatining mavjudligi;

- avval yaratilgan DVB-T tarmoqlari bilan to‘liq moslik;

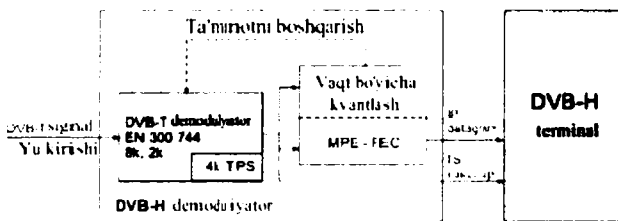
- mobil qabul qilish terminallari imkoniyatlari bilan moslashish, ya‘ni katta bo‘lmagan ekranda tasvirning sifatining yuqori darajada bo‘lishini ta‘minlamaslik va shuning uchun kichiklashtirilgan aniqlik qobiliyatida (320×420 piksel) DVB-T ga nisbatan 10-15 marta

ko'proq teledasturlar uzatishni ta'minlash va shuning uchun o'z pog'onasi bo'yicha DVB-H tizimi DVB-T ga maksimal yaqinlashgandir. DVB-H qabul qilishning konseptual tuzilishi 6.15-rasmda keltirilgan. DVB-H qo'shimchaga ega, ya'ni 2k va 8k modulyatsiyalash rejimlariga yana bitta alohida 4k rejimning qo'shilganligidir. Bu o'z navbatida, bitta sota radiusida, qabul qilgich qurilmasi yuqori tezlikda harakatlangan holatda ham ma'lumot almashishda qo'shimcha erkinlikni ta'minlaydigan rejim qo'shilganligini bildiradi. Agar COFDM modulyatsiyalashda ortogonal tashuvchilarning qancha kam miqdori ishtirok etsa, qo'shni tashuvchilar orasidagi chastota intervali shuncha katta bo'ladi va albatta, terminal harakat tezligi ham yuqori bo'ladi. Harakat tezligining ortishi chastotalarni Doppler effekti tufayli siljishiga olib keladi va qabul qilish aniqligi buziladi. Biroq, boshqa tomondan tashuvchilar qancha kam bo'lsa, har bir COFDM simvolini uzatish uchun ajratilgan vaqt davri shunga qisqa bo'ladi va albatta himoya intervali ham shuncha qisqa bo'ladi. Himoya intervalining qisqarishi esa, ko'p nurli qabul qilishdagi xalaqitbardoshlikni pasayishiga olib keladi va sota radiusining ishonchli qiymatini kamaytiradi. Asosan stasionar qabul qilishga mo'ljallangan DVB-T tarmoqlari uchun, qamrab olish zonasining qiymati sezilarli darajada muxim omil bo'lib hisoblanadi. DVB-H standarti tarmoqlari uchun yuqori tezlikda qabul qilish imkoniyatlari katta ahamiyatga ega va qamrab olish zonasi esa tyuner kirishidagi signallar qiymati bilan chegaralanadi. Shuning sabab moslashgan variantni tanlash imkonini yaratish uchun 4k modulyatsiyalash rejimi kiritilgan va translyatsiyani faqat DVB-H qabul qilgichlari orqali amalga oshirish mumkin.

Shunday qilib, DVB-H modulyatsiyalashning 3 rejimida ishlashi mumkin:

- 8k - turli kattalikdagi (katta, o'rta va kichik) bitta chastotali tarmoqlarda (SFN) va Doppler chastota siljishlari mavjud bo'lgan yuqori tezlik bilan qabul qilishlarda foydalanish uchun, ya'ni qabul harakatlanish davomida amalga oshiriladi.
- 4k - Doppler chastota siljishlarida sezilarli, kichik va o'rta kattalikdagi SFN tarmoqlar uchun. Juda yuqori tezliklarda qabul qilishda ishlatilishi mumkin.

- 2k - kichik kattlikdagi SFN tarmoqlar uchun. Harakat davomidagi eng yuqori tezliklarda ham ishonchli mobil signalni qabul qilishni kafolatlaydi (ya'ni chastota bo'yicha juda katta Doppler siljishlarida).



6.15. – rasm. DVB-H qabul qilgichning konseptual tuzilmasi

Fizikaviy bosqichdagi ikkinchi to'ldiruvchi bo'lib 4k va 2k rejimlarida ma'lumotlarni chuqur oralatish imkoniyati hisoblanadi. DVB-T kanalli kodlashi bir COFDM simvol ichida ma'lumotlarni oralatishni nazarda tutadi. U asosan ko'p nurli qabuldagi tashuvchilarning selektiv (alohida-alohida) qotib qolishlarida kompensatsiya qilish uchun mo'ljallangan. Ayni vaqtning o'zida mobil terminallari, katta ehtimollik bilan, keng polosali impuls shovqinlar ta'siri zonasida bo'lib qolishlari mumkin. Shuningdek, qabul qilish jarayoni harakat tezligida amalga oshirilishi tufayli signalning buzilishiga olib keladigan chastotaning Doppler siljishi paydo bo'ladi. Shu sababli COFDM (DAB, ISDB-T) bazasidagi mobil eshittirish standartlarida, uzoq davom etuvchi xalaqitlarning asoratlari bilan kurashish uchun, kanalli kodlash sikliga o'nlab xattoki yuzlab OFDM simvollarni qamrab olgan, davomiy ma'lumotlar seriyasini oralatish kiritiladi. Oralatishda ishtirok etayotgan ma'lumotlar ketma-ketligi qancha uzun bo'lsa, so'nish asoratlari bilan kurashish shunchalik samarali bo'ladi. Biroq DVB-H uchun quyidagi sabablarga ko'ra bunday yondashuv to'g'ri kelmaydi:

- davomiy ketma-ketliklarni tiklash uzluksiz qabulni talab etadi, ya'ni DVB-H rejimida, energiyani tejash uchun ma'lumotlarni uzatishda impuls rejimi qo'llaniladi;

- davomiy ketma-ketliklarni tiklash uchun, qabul qilgichlarni qimmatlashuviga olib keladigan, katta hajmdagi xotira zarur;
- davomiy ketma - ketliklarning qo'llanilishi DVB-T bilan moslashish talablariga teskari bo'lib qoladi.

Shuning uchun DVB-H da hamma tomonni qoniqtiradigan yechim tanlangan. DVB-T uchun ancha dolzarb bo'lgan modulyatsiyalash 8k rejimi uchun, DVB-Hda bitta simvol doirasida bitlarni oralatish saqlab qoling. Har bir COFDM simvol ma'lumotlarining kam miqdorini olib o'tadigan 2k va 4k rejimlarida esa, opsiya sifatida ushbu maqsadlar uchun ajratilgan xotiraning mumkin bo'lgan hajmlarida vaqtinchalik oralatish imkoniyati kiritiladi. 4k rejimi uchun oralatish COFDMda ikkita simvulli chuqurlik bilan, 2k rejim uchun esa COFDM da to'rtta simvulli chuqurlik bilan amalga oshiriladi. Biroq bu rejimda ishlaganda DVB-T va DVB-H translyatsiyalarini birgalikda uzatib bo'lmaydi. DVB-T da qo'llaniladigan ichki va tashqi kanalli kodlashning qolgan mexanizmlari hech qanday o'zgarishlarsiz DVB-Hga o'tkazilgan.

Uchinchi to'ldirish esa transport signalizatsiyaga tegishlidir (TPS-Transmission Parameter Signalling), bunga DVB-H formatida uzatiladigan xizmatlar oqimiga mavjud inditsiralovchi (tekshiruvchi) 2 ta bit qo'shiladi, shuningdek amalga oshiriladigan IP deytagrammalar (ma'lumotlar paketlari) bazasiga qo'shimcha himoya kodlari kiritiladi.

To'rtinchi to'ldirish 5 MGs polosani shunday shart bilan ishlatish mumkinligini, ya'ni eshittirilmaydigan diapazonda foydalanish imkoniyati yaratilganda paydo bo'ladi. U DVB-T da foydalaniladigan 6,7 va 8 MGs li polosalarga qo'shilgan. Uni AQShda L-diapazoni (1,670-1,675GGs)da, DVB-H tarmoqlarini shakllantirishda, qo'llash rejalashtirilmoqda.

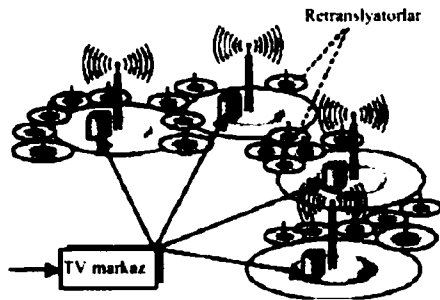
Elektr energiya sarfini tejash uchun mobil terminallarda vaqti zichlashtirish prinsipi qo'llaniladi, bunda foydali ma'lumot juda kichik vaqt davomida yuqori tezlik bilan (masalan, 10Mbit/s) uzatiladi yoki qabul qilinadi, ya'ni kutish vaqtiga nisbatan juda kichik oraliq vaqtda uzatiladi yoki qabul qilinadi. DVB-H televideniye xizmatining sifatli tasvirlari uchun raqamli axborot uzatish tezligi 250 Kbit/s bo'lishi yetarlidir. Shunday qilib qabul qilgichning ish vaqti va o'chirilish vaqti munosabati ($10/0,25 = 40$) ni tashkil etsa, energiya

tejamkorligi taxminan 90% ga teng bo'ladi. DVB-H tizimining yutuqlaridan biri televideniye eshittirishlar uchun kam quvvatli uzatgichlardan foydalanishdir. Bunda keng masshtabli signallari qabul qilish uchun samarali yechim bo'lib, bir chastotali tarmoq varianti hisoblanadi (6.16- rasm). Ushbu tarmoqda baland tayanch antenna va o'ta quvvatli uzatgichlardan foydalanmasdan bir necha kam quvvatli uzatgichlarni qo'llab, bita chastotada ishlatib, katta tumanlarda eshittirishlarni qamrab olish mumkin. Bir chastotali tarmoqlarning barcha uzatgichlari bir xil signallarni uzatadilar va GPS sun'iy yo'ldoshlar orqali olinadigan nihoyatda aniq vaqt signallari yordamida aniq sinxronizatsiya qilinadilar.

Qamrab olish zonasini kengaytirish va murakkab sharoitlarda (binolar ichki qismlarida, avtomobillarda) qabul sifatini oshirish uchun qo'shimcha retranslyatorlar ishlatilishlari mumkin. Bunday turdagi tarmoq ba'zida yuqori zichlikka ega bir chastotali tarmoq deb ham nomlanadilar.

Agar DVB-H signallar uchun multipleksirlangan to'liq oqim zahiralangan bo'lsa, tarmoqlarni rejalashtirishda ko'p imkoniyatlar paydo bo'lishiga olib keladi. Bunday tarmoq bir necha viloyatlarning bir chastotali tarmog'idan iborat bo'lsa, ularning har birida shaxsiy chastota belgilari qo'llanishlari mumkin.

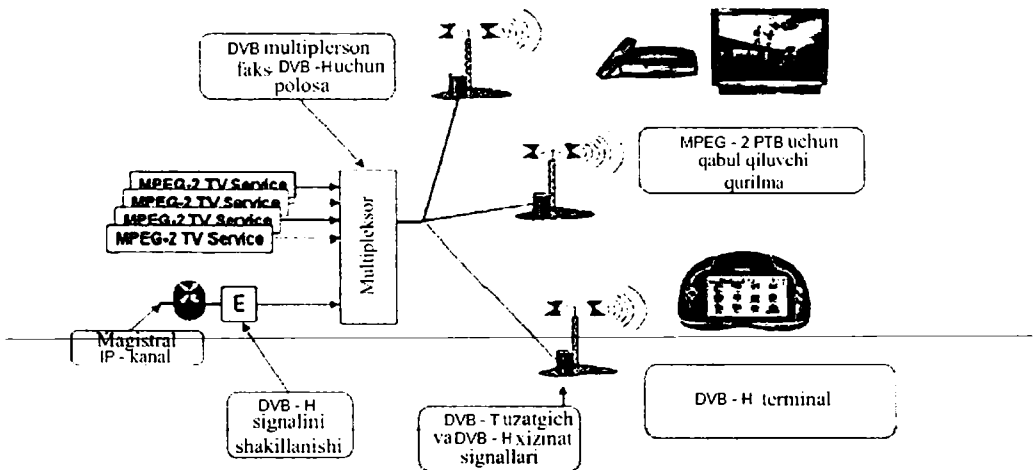
Har bir viloyat uchun SFNning maksimal kodlash tezligi qiymati, tarmoqning himoya intervali va geografik joylashishlarga bog'liq, odatda qamrov o'nlab kilometrlarni tashkil yetadi. Agar SFNni biror bir viloyatda qabul qilishi murakkab yoki deyarli mumkin bo'lmagan joylarida, GPS yordamida sinxronizatsiyalangan bir necha qo'shimcha uzatgichlar qo'llanishi mumkin. Shuni qayd etish kerakki, DVB-H tarmoqda uzatgich quvvatlari va antennalarning balandligi odatiy raqamli teleeshittirishlarning yer usti DVB-T tarmoqlariga nisbatan kam bo'ladi. Shu sabab mobil terminal kirishida signalning nisbatan katta qiymatini ta'minlash uchun sinxronizatsiyalangan asosiy uzatgichlarning soni ko'p bo'lishi kerak.



6.16-rasm. DVB-H bir chastotali tarmoq varianti

Bunday tarmoq yuqori zichlikka ega bir chastotali tarmoq deb nomlanishi mumkin. Bunday tarmoqning tannarxi, an'anaviy DVB-T yer usti raqamli televidion eshittirish tarmog'i narxidan qimmat bo'radi, biroq bitta multipleksirlangan oqimda taklif etilayotgan xizmatlar soni ham taxminan 10 barobar ko'p bo'radi.

DVB-H tizimi DVB-T bilan bitta chastota spektrida birgalikda ishini tashkil etish imkonini beradi (6.17-rasm).



6.17-rasm DVB-H bilan DVB-T tarmoqlarning birgalikda qo'llanilishi

DVB-T uzatgichlarining tarmog'i bir vaqtda DVB-H va DVB-T terminallariga xizmat ko'rsatadi. Biroq bunda mavjud DVB-T tarmog'i shunday loyihalashtirilgan bo'lishi kerakki, toki binolar ichidagi portativ qabul qilgichlarda ham qabul ta'minlansin, ya'ni DVB-T tarmog'i xizmat ko'rsatish maqsadida binolarning ichida joylashtirilgan portativ qabul qilgichlar tomonidan signal qabul qilishi uchun yetarli kuchlanish maydonini hosil qilishi kerak. DVB-T uzatgichlari uchun yagona takomilashtirish TRS (Transmission Protocol Specific-foydalanayotgan uzatish protokoli uchun maxsus axborot), ya'ni axborotga DVB-H signallarining xizmat bitlari va sota identifikatsiyasi (mosligining) bitlari (Cell ID) qo'shiladilar.

Haqiqiy birga ishlash shartlari multipleksirlangan oqim darajasida amalga oshiriladi. DVB-H tizimi DVB-H xizmati axborotlarini uzatishga mo'ljallangan multipleksirlangan oqimini talab etilgan qismlarini tanlashda xech qanday cheklashlar qo'ymaydi. IP ma'lumotlarni kodlashda, MPE-FEC (Multiprotocol Packaging-Forward Error Correction) ko'p protokollari paketlashdagi xatoliklarni to'g'irlash funksiyasini amalga oshirishda, IP ma'lumotlar inkapsulyatori (protokollar kelishuvchisi) DVB-H ning tarmoqdagi kalit tashkil etuvchisi hisoblanadi.

DVB-T ning ierarxik modulyatsiyalashini qo'llash tarmoqning birgalikda ishlashining boshqa imkoniyati hisoblanadi. Bu holda uzatish xizmati DVB-H IP va MREG-2 signallari transport oqimiga mustaqil holda, DVB-T uzatgichlarining bir biriga bog'liq bo'lmagan, ajratilgan kirishlariga beriladilar. DVB-H signallarini uzatish uchun raqamli televideniye dasturlarining oddiy statsionar uzatishlariga mo'ljallanadigan kichik kirish signaliga nisbatan bardoshligini oshiradigan yuqori prioritetli holat qo'llaniladi.

6.6. Raqamli televideniye boshqa standartlari

6.6.1. Yer usti televideniyesining ATSC Amerika standarti

AQSH boshqa davlatlardan avval efir eshittirishlarini yuqori aniqlikdagi formatga o'tkazish rejalarni bildirganlar. 20 asrning 80-yillaridayoq istiqbolli televideniye tizimlari bo'yicha Qo'mita (ATSC-

Advanced Television Systems Committee) tashkil etilgan va NTSC analog signal bilan mos keladigan hamda, mavjud efirdagi chastota polosasida ishlaydigan, yuqori aniqlikdagi tizimni ishlab chiqish boshlangan. Yuqori aniqlikdagi televideniye sohasidagi izlanishlar Yevropada. Yaponiyada ham olib borilgan, biroq faqat AQSH efir eshittirishlari uchun mavjud tizimga moslashadigan tizimni ishlab chiqish ustida ish olib borgan. 1991 yilga kelib turli kompaniyalar tomonidan oltita moslashgan tizim taqdim etildi va ulardan to'rttasi to'liq raqamli bo'lgan. ATSC barcha ishlab chiquvchi kompaniyalarga o'zlarining harakatlarini jamlab barcha loyihaning eng yaxshi yechimlarini o'zida mujassamlashtirilgan yagona standart tuzilishni taklif etagan. 1995 yilda katta Alyans deb nomlanadigan Konsorsium tomonidan xizmat axborotini va subtitrlarni, ko'p kanalli ovozlar tashuvchisi bilan qo'shilgan yuqori aniqlikdagi birlashgan dasturni AQSH da ajratilgan yagona televizion kanalda, ya'ni 6 MGs polosada uzatish imkonini beruvchi to'liq raqamli standart loyihasi taqdim etilgan.

Standart ishlab chiqaruvchilar yoyishning yagona formati bo'yicha kelisha olmaydilar va shu sabab standart 4ta formatda ham ishlay oladi.

- yuqori aniqlikdagi televideniye formati HDTV-A(1280x720 piksel yoyishli);
- yuqori aniqlikdagi televideniye formati HDTV-V (1290x1080 piksel yoyishli);
- oddiy aniqlikdagi televideniye formati SDTV (704x480 piksel yoyishli);
- kompyuter formati VGA 640x480 (piksel yoyishli).

ATSC tizimi konsepsiyasi modullik prinsipi asosida yaratilgan. ITU 11/3 guruhi izlanishlari takliflariga asoslangan tuzilmada uchta tizim osti qismlarni ajratish mumkin, ular: dastlabki ma'lumotni kodlash, transport oqimi shakllantirish hamda kanalni kodlash va modulyatsiyalashlardir. Dastlabki ma'lumotni kodlashning maqsadi televizion tasvir va ovozni siqishdir. ATSC ning ma'lumotni kodlash tizimida MPEG-2 oqimidan foydalaniladi va ovozni kodlashda AS-3, Dolby 5.1 standarti qoidasi qo'llaniladi. Transport oqimining shakllantirishda video, ovoz va qo'shimcha ma'lumotlarni

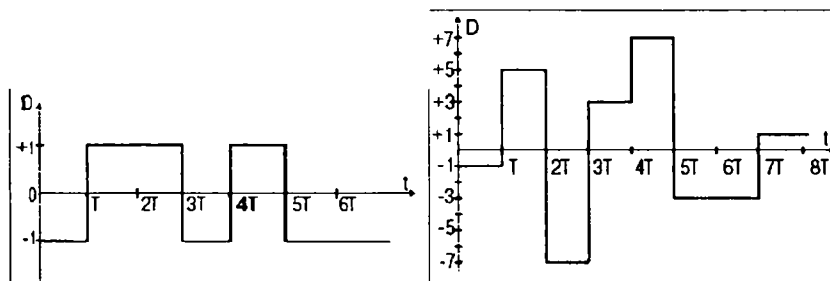
paketlashtirish uchun MPEG-2 transport oqimining sintaksisi qo'llaniladi. Shakllantirilayotgan transport paketlarining belgilangan davomiyligi 188 bayt (ulardan birinchisi sinxronizatsiyalash bayti xisoblanadi) bo'lib, televizion eshittirish signallarini uzatish shartlari uchun optimal (mukammal) hisoblanadilar.

ATSC standartida radiokanallar bo'yicha raqamli signallarni uzatish uchun mavjud tizimlarida keng qo'llaniladigan amplitudaviy modulyatsiyada bitta yon tomoni tashkil etuvchisi yo'qotilishi (qisman olib tashlangan) kabi rivojlangan texnologiya asosida, bir yon polosasini qisman olib tashlangan (Vestigal Side-Band-VSB) ko'p sathli raqamli modulyatsiya usuli qo'llanilgan.

VSB modulyatsiyasida modulyatsiyalovchi signal ikki pozitsiyali yoki ko'p pozitsiyali bo'lishi mumkin. 2-VSB deb belgilanuvchi, ikki pozitsiyali ko'p sathli uzatishda (6.18- rasm) modulyatsiyalovchi signal uzatiladigan ma'lumotlar signali bilan mos tushadi va har bir simvol intervalida ikki sathdan birini qiymatini qabul qiladi (xarakterli qiymatlar 0 ga nisbatan simmetrik, masalan +1 va -1). Modulyatsiya tizimini aniq va mukammal tanlanganligi tufayli ma'lumotlarni uzatishning solishtirma tezligi 1,79 (bit/s)/Gs bo'ladi va nazariy chegara (2bit/s) ga yaqin bo'ladi. Ko'p pozitsion uzatishda xarakterlovchi qiymatlar nolga nisbatan simmetrik joylashadi va oraliq shunday tanlanadiki, unda ular orasidagi interval bir xil bo'lishi ta'minlanishi kerak. Masalan 8-VSB tizimdagi (6.18-rasm) 8 pozitsiyali uzatishda modulyatsiyalovchi signal bitta simvol intervalida 8 ta qiymatni qabul qilishi mumkin (-7,-5,-3,-1,+1,+3,+5,+7). Bunda bitta simvol intervalida ma'lumotlar oqimining 3 ta ikkilik razryadi uzatiladi va bu uzatish tezligini 3 marta oshiradi. Shunday qilib, 8-VSB tizimidagi 6 MGs polosada ma'lumotlar solishtirma tezligi 3 marta oshirilsa, tizim $1,79 \times 3 \times 6 = 32,3$ Mbit/s tezlik bilan oqimni uzatishi mumkin.

VSB tizimi modulyatsiyalovchi signalning turli tuzilmalarini hisobga olgan bir necha variantlarda ishlab chiqilgan: 2-VSB, 4-VSB, 8-VSB, 8T-VSB, 16-VSB. Modulyatsiyalovchi signal sathlari soni 2 dan 16 gacha o'zgarishi mumkin, bunda simvollarning ketma-ketligini chastotasini sathlar soni logarifmiga ko'paytirgan holda hisoblanadigan, ma'lumotlarni uzatish tezligi ham mos ravishda

o'zgaradi. Modulyatsiyalovchi signal sathlar soni qancha ko'p bo'lsa, shovqindan himoyalanganlik shunga past bo'ladi. Bu qoidadan faqat 8-T-VSB tizimi xolidir, unda shovqinga qarshi kurashish maqsadida qo'shimcha kodlash qo'llaniladi (T harfi- Trellis, ushbu kodlashning simvol nomi, ya'ni panjarali kod). Bu kodning tezligi $2/3$ ga teng, ya'ni har 2ta uzatilayotgan bitga bitta tekshiruvchi bit qo'shiladi. Kodlash shovqindan himoyalanganlikni oshiradi, biroq 8- VSB tizimiga nisbatan ma'lumotlar uzatish tezligi kamayadi. 8T-VSB tizimida birlik vaqt ichida uzatilayotgan foydali ma'lumotlar umumiy hajmi, 4-VSB tizimdagidek bo'ladi. 8T-VSB tizimi nisbatan yuqori darajali shovqinlar bilan xarakterlanuvchi yer usti eshittirishi uchun, 16-VSB esa raqamli kabel televideniye eshittirishlariga mo'ljallangan.

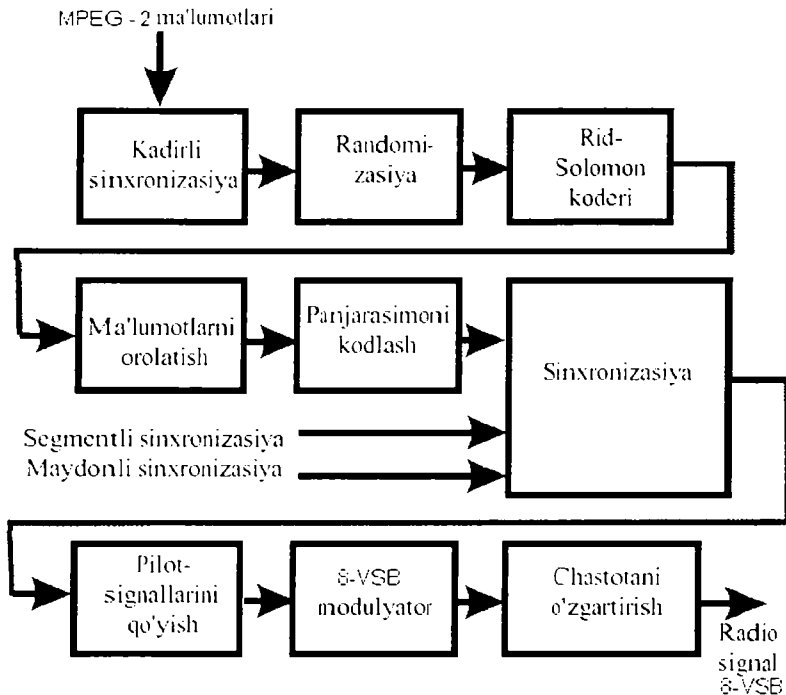


6.18- rasm. Ikki pozitsiyali ko'p sathli modulyatsiyalovchi VSB signal

Modulyatsiyaning ko'rsatilgan usullari umumiy tezligi 19,39 Mbit/s bo'lgan ma'lumotlar oqimini yer usti televideniye eshittirish sharoitlarida va parallel xuddi shunday 2 ta oqimlarni kabel televideniye tarmoqlarida uzatishni amalga oshirishga imkon beradi. Bunday tezlik bitta 50 atrofidagi siqish koeffitsientli MPEG-2 formatdagi HDTV dasturni uzatish uchun yetarli. Standart aniqlikga ega signallardan foydalanilganda esa, ATSC tizimida bir vaqtda, 2-3 dasturni uzatish imkoniyati mavjud.

6.19- rasmda ATSC tizimining uzatish qismi tuzilmasi keltirilgan, ATSC uzatgichda signallarni va ma'lumotlarni qayta ishlash trakti asosiy elementlari quyidagilar: randomizator, Rid-

Solomon koderi, oralatgich, Trellis koderi, multipleksor, tayanch-signal shakllantirgich, VSB-modulyator.



6.19- rasm. ATSC tizimining uzatuvchi qismi tuzilishi.

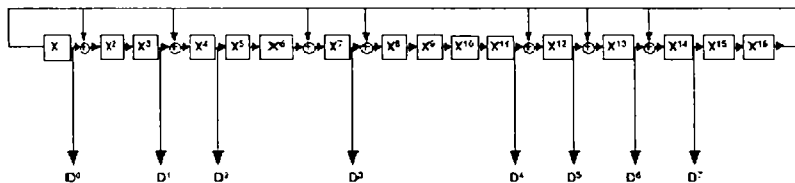
ATSC tizimi uzatuvchisi kirishiga MPEG-2 texnologiyasi bo'yicha shakllangan, segmentning birinchi bayti maxsus sinxrobayt hisoblangan, 188 baytdan iborat segmentdan tashkil topgan, raqamli ma'lumotlar transport oqimi kelib tushadi. ATSC kodlashda bu maxsus sinxrobayt o'chiriladi va 187 bayt segment ma'lumotlariga qayta ishlanadilar. Undan tashqari ATSC da ma'lumotlarni tashkil etish qo'shimcha pog'onasi- ikkita maydondan iborat kadr kiritilgan (har bir maydon ma'lumotlarning 312ta axborot segmentlarini o'z ichiga oladi.)

Qo'shimcha ravishda, ko'p sathli modulyatsiyalovchi signallarni shakllantirish bosqichida har bir segment boshiga segmentning maxsus sinxrosignali (SMS), har bir maydon boshiga esa maydon sinxrosignali (MSS) larni qo'yish amalga oshiriladi.

ATSC da raqamli ma'lumotlarni qayta ishlashning birinchi etapida, analog teleeshittirish kanallarida yuzaga keladigan shovqinlarning qiymatini kamaytirish va signalning chastota spektrini tekis taqsimlanishini shakllantirish uchun hamda uzatilayotgan ma'lumotlarga "tasodifiylik" va "shovqinga xoslik" xossalari tashkil etadigan randolizatsiya operatsiyasi qo'llaniladi. Randomizator 9 ta teskari aloqaga ega bo'lgan 16 razryadli siljish registriga ega blokdir (6.20-rasm). Baytlar kelib tushish chastotasi randomizatorning takt chastotasi hisoblanadi. Ma'lumotlarning navbatdagi bayti kelib tushganda, shu tushgan baytlar bitlari randmizator D0...D7 bitlari bilan modul 2 bo'yicha qo'shiladilar va ma'lumotlar siljish registrida siljiriladilar. Modul 2 bo'yicha qo'shish natijasida olingan bayt, kanal koderida keyingi qayta ishlash uchun qo'llaniladi. Randomizator initsializatsiyasi (tekshirilishi) sinxrosegment maydonning birinchi bayti orqali amalga oshiriladi.

Generator beruvchi polinomi PSP $G_{(16)} = x^{16} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^7 + x^6 + x^3 + x + 1$
 Initsializatsiya maydon sinxrosegmenti orqali bajariladi

F 180 yuklamasi sinxronizatsiyasi
 $x^{16}x^{15}x^{14}x^{13}x^9x^8$



Siljish registri baytlar ketma-ketligi chastotasi bilan sinxronizatsiya lanadi

6.20- rasm. ATSC tizimining randomizatori

Bunda siljish registriga F180 soni yoziladi. Randomizatsiya bir necha maqsadlarni ko'zda tutadi:

1) Tarqatilyotgan signalning tekis taqsimlangan spektrini shakllantirish uchun (shu munosabat bilan randomizatsiyani ko'pincha quvvatni tarqatish algoritmi deb ham nomlanadi);

2) Keyingi tyanch signalni shakllantirish uchun signaldagi doimiy tashkil etuvchini yo'qotish;

SMS va MSS larni ajratishni soddalashtirish.

Qayta ishlashning keyinga bosqichi bo'lib Rid-Solomon kodi yordamida blokli kodlash xisoblanadi, bu jarayonda ma'lumotlarning 187 chiqish baytining har bir segmentiga, aniq qoidalar bo'yicha shakllanadigan 20 tekshiruv baytlari qo'shiladi. Qabul qilingan ma'lumotlar paketiga asoslangan holda qo'shimcha tekshiruv ma'lumotlar guruhini tashkil etish uchun Rid-Solomon koderi ularni matematik bitta blok deb ko'radi. Bu 20 ta bitlar Rid-Solomon juftlik kodi sanog'ini tashkil etadilar. Qabul qilgich ma'lumotlarning mumkin bo'lgan yo'qotishlarini aniqlash uchun qabul qilingan 187 baytdan iborat blok bilan juft sanoqlarning 20 ta baytini solishtiradi. Agar xatoliklar aniqlansa, resiver xatoning aniq joyini belgilash, buzilgan bitlarni o'zgartirish va boshlang'ich axborotni tiklash uchun juft sanoq bitlaridan foydalanadi. Kodlashning bunday tizimi o'ta samarali hisoblanadi va har bir kodli so'zda 10 tagacha xato baytlarning, qaerga joylashgan bo'lishidan qat'iy nazar, to'g'rilash imkonini beradi.

Keyinchalik ATSCda 52 ta segmentdan iborat ichki intersegment ma'lumotlarini oralatish amalga oshiriladi. Skrembler ma'lumotlar ketma-ketligi tartibini almashtiradi va MPEG-2 ma'lumotlarini xotira buferlari yordamida vaqt bo'yicha (taxminan 4,5 ms oralig'ida) bo'linishini ta'minlaydi. Qayta ishlashning ushbu usuli o'ta kuchli quvvatli impuls shovqinlarga qarshi kurash uchun mo'ljallangan. Bunday kuchli shovqinlarning ta'siri natijasida qabul qilishda ketma-ket keladigan baytlar xatoliklarining davomiy seriyalari(xatoliklar paketi) yuzaga kelishi mumkin. Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, Rid-Solomon (RS) kodi uchun impuls shovqinlar davomiyligi quyidagi ifoda bilan baholanadi:

$$Tr_s = t \cdot (1/R_c) \cdot (2n) = 10 \cdot (1/10,762) \cdot (2 \cdot 2) = 3,71 \text{ mks,}$$

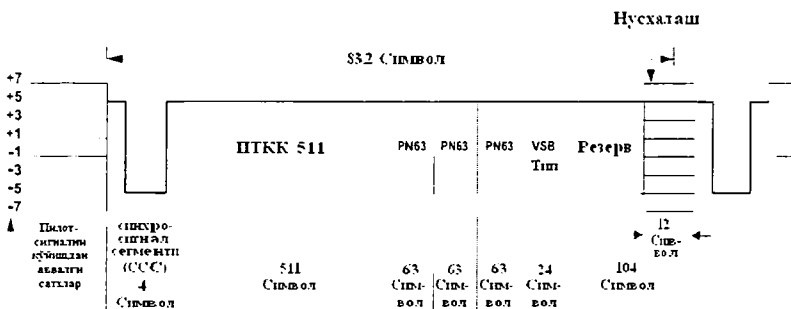
bu yerda t-Rid -Solomon kodining to'g'irlash qobilyati va u 10ga teng;

Re-simvollar kelish ketma-ketligi(chastotasi);
n- modulyatsion simvolga mos keluvchi ma'lumot bitlar soni
(8VSB uchun n=2).

Ko'pincha amaliyotda mavjud bo'lgan holatda, ya'ni xalaqitlar qiymati 3,71 mksdan oshsa, boshqacha qilib aytganda segment ichidagi xato baytlar soni Rid-Solomon kodining to'g'irlash qobiyatidandan kattaroq bo'lsa, segment xatoliklar bilan qabul qilinadi. Bunday holatlarni yo'qotish uchun ma'lumotlarni ichki intersegmentlarida oralatish (o'rni almashtirish) kiritiladi va bu oralatish N segmentdan tashkil topadi. Qabulda qayta tiklashda (deoralatish) operatsiyasi bajarilish bosqichida, xatoliklar paketi yuzaga kelish holatida, qo'shni xatolar baytlarining 52 bayt uzoqlikda joylashishi ta'minlanib, xatoliklar paketi esa intersegmentga kiruvchi barcha 52 ta ma'lumotlar segmenti bo'ylab taqsimlangan bo'ladi. Bunda har bir segmentga xatoliklar paketining kichik qismi tushadilar hamda ular Rid-Solomon kodlari bilan osongina to'g'irlanadilar, ya'ni xatoliklar paketi davomiyligining 193 mks dan oshmagan vaqtda hech qanday qo'shimcha tekshiruvchi bitlar kiritmay xatoliklarni aniq to'g'irlash imkonini mavjud bo'ladi. ATSC intersegmenti 52 segmentdan iborat va segmentning davom etish vaqti 77,3mks bo'lganda, xalaqitning ta'sir etish vaqti chegarasi taxminan 4 ms gacha ko'tariladi.

Yig'uvchi kodlar guruhiga taalluqli trellis (panjarali)-kodlashning so'nggi bosqichida, raqamli oqimning har ikkita biti, uzatilayotgan simvol intervalida, modulyatsiyalash signali 8 sathning qaysi birini egallashini aniqlaydigan 3 ta bitga o'zgartirib, shakllantiriladi. Panjarali kodlash amalga oshiriladigan, koderda har bir yangi 2 razryadli so'z avvalgi 2 razryadli so'zlarning oldingi ketma ketligi bilan solishtiriladi va natijada avvalgi 2 razryadli so'zga munosabatni o'zgartirishni ta'minlovchi 3 razryadli ikkilik kod generatsiyalanadi. Bu 3 razryadli kodlar boshlang'ich 2 razryadli so'zlarni o'rniga almashadi va efirga 8 sathli simvollar 8-VSB ko'rinishida uzatiladi ($3\text{bit} = 2\text{ning } 3\text{ darajasi} = 8\text{ kombinatsiya yoki sath}$). Panjarali kodlash koderiga kelib tushgan har 2 bit uchun, chiqishda 3 ta bit hosil bo'ladi. Shuning uchun 8 - VSB tizimidagi panjara koderi $2/3$ razryadiga egadir.

Qabul qilgichdagi panjarali kodlash dekoderi 3 razryadli kodlardan foydalanadi va ma'lumotlar oqimining boshlang'ich ko'rinishidagi 2 razryadli so'zlar ketma ketligini tiklaydi. Shunday qilib, panjarali kodlash vaqt bo'yicha bir so'zdan ikkinchi so'zga o'zgarishni kuzatadi.



8-VSB rejimi uchun avvalgi segmentning 12 simvolidan s'ng oxirgi rezerv maydonning sinxro simvollarini (MCC) nusxalanaди

6.21-rasm. ATSC tizimining uzatish signali tuzilishi.

Uzatish uchun to'liq shakllangan signal: maxsus tayanch-signalining qo'shilishi va sinxrosignallar joylashtirilishlari multipleksorda amalga oshiriladi: MPEG -2 standarti uchun sinxrobayt sigmentlari o'rniga 4 ta SMS elementi qo'yiladi (+5,-5,-5,+5) (6.21-rasm). Bunda har bir maydon boshlanishida MSSning ikkita (-5,+5) elementi qo'yiladi. Sinxrosignal ko'rsatgichlari shunday tanlanadiki, agar foydali signal va shovqin amplitudalari teng bo'lgan holat mavjud bo'lganda ham, qabulda korrelyatsion usullarni qo'llab, foydali signalni ishonchli ajratib olish imkonini beradi. Bundan tashqari MSSda servis axborotini uzatish uchun 100 ga yaqin qo'shimcha zahira va signalizatsiya holati uchun uzatiladigan (8VSB va 16VSB) simvollar ajratilgan. MSS ning oxirgi 12 simvoli oldingi segmentning oxirgi 12 segmentini qayta takrorlaydi.

ATSC boshidanoq, belgilangan xalaqitbardoshlik bilan, HDTV tizimidagi signallarni uzatishga mo'ljallangan edi, ammo bunday signalni uzatish chastota kengligi (polosasi) juda katta bo'lgan va u standart 6 MGsli kanalda uzatish imkoni bo'lmagan.

Biroq ushbu spektrning ko'p qismini, uzatilayotgan raqamli axborot shikastlamasdan, filtrlash imkoniyati mavjud. Turli kattaliklardagi yon tashkil etuvchilari markaziy spektrning kichiklashtirilgan nusxasi va quyi yon polosasi esa yuqori polosaning ko'zguli aksi hisoblanadilar. Bu o'z navbatida butun quyi yon polosadan va yuqori yon polosaning barcha garmonikasidan foydalanmaslik imkonini beradi. Naykvist nazariyasiga asosan, qolgan signalning (markaziy spektrning yuqori qismi) yarmisi kesilishi mumkin, ya'ni berilgan chastotada raqamli signal ketma ketlik ma'lumotlarini uzatish uchun chastota polosasi kengligining yarmigina yetarlidir. Signal spektrining yon polosalari filtrlanishi Naykvist filtri yordamida amalga oshiriladi.

Naykvist filtridan so'ng, 8 - VSB signal an'anaviy usulda metrli yoki detsimetrli diapazonlarning yuqori chastotali signallariga aylantiriladilar. 8 - VSB modulyatorining chiqish signali DTV - teleuzatgichga boradi, u yerda kanal polosasining ichiga tushadigan va uzatgich nochiqlilari tufayli chaqariladigan har qanday xalaqit beruvchi signallarni yo'q qilish maqsadida filtratsiya qilinadi.

Qabul qilishda ATSC signallarini dekodlash tavsiflangan algoritmlar ketma ketligiga teskari tartibda amalga oshiriladi va dekoder chiqishida MPEG -2 texnologiyasi bo'yicha siqilgan standart raqamli ma'lumotlar oqimini shakllantirish ta'minlanadi.

6.6.2 Raqamli televideniyeining ISDB Yaponiya standarti

Xizmatlar integratsiyasiga ega, yer usti va kabel tizimlari uchun umumiy ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) raqamli eshittirish konsepsiyasi NNK (Yaponiya) kompaniyasi tomonidan taklif etilgan.

Amerikaning ATSC tizimi yuqori aniqlikdagi yer usti televideniye eshittirish va kabelli televideniyesi tarmoqlarida ma'lumotlar oqimini shakllantirish va uzatish maqsadida ishlab chiqilgan edi. Hozirda DVB raqamli televideniyeining barcha yo'nalishlarida ma'lumotlarni uzatishga mo'ljallangan, umumiy yadro tizimiga ega bir oilani tashkil etadi, ular: sun'iy yo'ldosh, kabel va yer usti raqamli televideniye

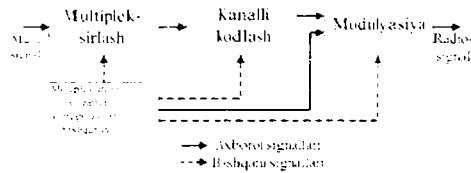
eshittirishni tashkil etish va turli chastota diapazonlari uchun raqamli televideniye signallari taqsimoti tizimlaridir. Yaponiya ISDBning tizimining maqsadi televideniye eshittirishlari uchun turli xildagi xizmatlarning integratsiyasini ta'minlashdir. Kelajak televizorini ishlab chiqaruvchi operatorlardan quyidagilarni: sun'iy yo'ldosh, yer usti va kabel televideniylari signallarini qabul qilish, yuqori aniqlikdagi monitor, katta hajmli xotiraga ega kompyuter, audio va video signallarni qayta ishlash, shuningdek, kommunikatsiya tarmoqlari interfeysini mujassam etgan integrallashgan qurilma bo'lishi kerakligini ta'minlash ta'lab etilmoqda. Shuning uchun ISDB standarti va yuqori aniqlikdagi raqamli televideniye, raqamli radio eshittirish, shuningdek turli xildagi kombinatsiyali va matn bilan, statik tasvir, grafika va boshqa ma'lumotlar bilan hamohang, (masalan: kompyuter dasturlari) radio eshittirish va raqamli televideniye signallarini uzatish uchun qo'llaniladi.

ISDB va DVB tizimlarining texnik ishlashida juda ko'p umumiyliklar mavjud. Ikkala tizimda ham, ma'lumotlar uzatish tezliklari diapazoni chegaralariga yaqin qiymatlarga olib keladigan, standart va yuqori chastotali raqamli videosignallarni siqish uchun qo'llaniladigan MPEG - 2 kompressiyasi tizimi qo'llaniladi. OFDM modulyatsiyasi usulidan foydalanish yer usti eshittirishlari uchun radioto'lqinlarni ko'p nurli tarqalish va harakatdagi qabul sharoitlarida uzatish samaradorligini oshiradi. Shuningdek, dasturlar tarqatishning bir chastotali tarmog'ini yaratish istagi ma'lumotlarni kodlashda va tashuvchilarni modulyatsiya qilishda o'xshash tuzilmalar va omillarni tanlashni talab etadi. Shuningdek (1\4, 1\8, 1\16, 1\32) himoya intervali nisbiy kattaliklari mos keladi va mos rejimlar uchun absolyut qiymatlari yaqin hisoblanadilar. Ikkala tizimda ham Rid - Solomon kodi yordamida tashqi kodlash qo'llaniladi, bu jarayonda MPEG - 2 transport oqimi paketining 188 baytiga 16 ta tekshiruvchi baytlar qo'shilishi natijasida 204 bayt davomiyligidagi kodli so'z shakillanadi. Ichki kod sifatida ikkala tizimda ham 1\2, 2\3, 3\4, 5\6, 7\8 tezlikdagi yig'uvchi kodlash sxemasi qo'llaniladi. Alohida tashuvchilarni modulyatsiyalash usullari: QPSK, 16 QAM, 64 QAM lar ham bir xil hisoblanadilar. Biroq ISDB - T tizimida, asosiy ma'lumotlarni olib o'tadigan tashuvchilar modulyatsiyasi uchun, uzatishni shovqindan

himoyalanişning yuqori qiymatiga erishishga imkon beruvchi DQPSK- differensial kvadraturaviy faza manipulyatsiyasi qo'llaniladi. Modulyatsiyaning bunday usulida modulyatsiyalash simvolları xuddi QPSK holatidagidek ikki razryadli ikkilik so'zlardan shakillanadi.

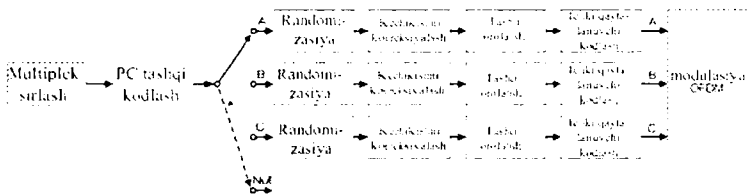
ISDB - T ning DVB - T tizimidan prinsipial farqlariga yuqorida keltirilgan BST - OFDM usuli doirasidagi segmentlashtirish va ma'lumotlarni vaqtli oralatish kiradilar. Oralatish - aloqa kanallaridan yuzaga keladigan xatolarga qarshi kurashishda, samarani oshirish uchun qo'llaniladigan muhim operatsiyadir. DVB - T tizimida, ko'p nurli tarqalish hisobiga, qabul qilinadigan radiosignal spektri chastota komponentlari bosilishidan yuzaga keladigan, davomiy paketli xatoliklarni katta bo'lmagan va xato fragmentlar zanjirini oson to'g'rilaydigan chastotali oralatishdan foydalaniladi. Agar qabul qilish shartlari juda tez o'zgarsa, masalan, qabul qilish terminali yuqori tezlikda harakatlansa, chastotali oralatish yetarlicha bo'lmaydi. Vaqt bo'yicha oralatish esa, parametrlari tez o'zgaradigan va chastotali oralatish yordamida kichik fragmentlarga bo'linmaydigan katta xatolik paketlarini to'g'irlash imkonini beradi. Vaqt bo'yicha oralatishdan foydalanilganda, ISDB - T tizimi televideniyesi yoki radio qabul qilgichlari, masalan, tez harakatlanayotgan poezd yoki avtomobilda joylashgan holatlarda ham samarali qabulni ta'minlash imkoniyatiga ega.

MPEG - 2 kirish transporti oqimining radiosignalga aylantirilishi: multipleksirlash, kanalli kodlash, modulyatsiyalash, shuningdek qabul qilgich funksiyasi va uzatish konfiguratsiyasini boshqarishlarini o'z ichiga oladi (6.22 - rasm). MPEG- 2 transport oqimi demultipleksirlanadi va qayta multipleksirlanadi, bunda ma'lumotlar segmenti tashkil etiladi. Kanalli kodlashdan keyin ma'lumotlar segmentlari OFDM chastota segmentlariga shakllantiriladilar, ularning har biri kanal chastota polosasining kengligiga bog'liq bo'lgan tegishli chastota polosasini egallaydilar (6 MGs polosa kengligi ega kanal uchun 429 KGs, 7 MGs kanal uchun 500 KGs, 8 MGs kanal uchun 521 KGs). Shunday qilib, 12 ta chastota segmenti 5,6MGs; 6,5Mgs yoki 74 MGs ga muvofiq polosani egallaydilar.



6.22 – rasm. ISDB - T tizimning uzatish chizmasi

Bir necha segmentlar, bitta fizik kanal doirasida, man'iy aloqa kanallari hosil qiladigan, qatlam deb nomlanadigan bir guruhga birlashishi mumkin. Bitta kanalda bir vaqtning o'zida 3 tagacha qatlam uzatilishi mumkin (6.23 - rasm). Ierarkik uzatishga turli parametrlri qatlamlarni uzatish orqali erishiladi. Tashuvchilarni modulyatsiyalash usuli, ichki kod tezligi va vaqt bo'yicha oralatish intervalini o'zgartirishga ruxsat etiladi.



6.23 – rasm. ISDB tizimida ma'lumotlarni kanalli kodlash.

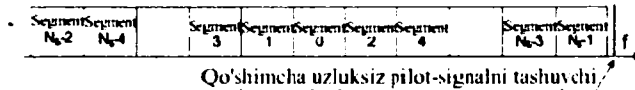
ISDB uzatish tizimining asosiy xususiyati shundaki, unda kanalni kodlash va modulyatsiyalash sxemalari moslashuvchan qo'llanilgan. ISDB sistemasini yaratgan tadqiqotchilarning izlanishlari shuni ko'rsatdiki, agar segmentlar soni 13ta bo'lsa, bu barcha raqamli teleeshittirilar tizimlari uchun yetarli bo'ladi.

OFDM chastota segmentlari nafaqat transport oqimini multipleksirlash natijasida olingan ma'lumotlarni, balki tayanch - signallarni ham o'z ichiga oladi. ISDB tizimida uzluksiz tayanch signallar (CP - Continual Pilot), taqsimlangan tayanch signallar (SP - Scattered Pilot) hamda multipleksirlash va uzatish konfiguratsiyasini boshqaruvchi ma'lumotlarni o'z ichiga oladigan tayanch - signallar (TMCC - Transmision and Multiplexing Configuration Control -

Pilot) qo'llaniladilar. Har bir segment ma'lumotlari vaqt davomida formatlanadi va OFDM kadrlariga birlashadilar (Bitta kadr ma'lumotlar hajmi 204 ta OFDM modulyatsion simvollariga mos keladi).

Ierarxik uzatishda multipleks kadri tushunchasi kiritiladi. Multipleks kadri davomiyligi OFDM kadri davomiyligiga mos bo'ladi, biroq multipleks kadriga kiradigan transport oqimi paketlari soni OFDM kadrda uzatiladigan paketlar sonidan ko'proq bo'ladi. Oradagi farq OFDM modulyatsiyasi jarayonida foydalanilgan Furye teskari tez almashtirishi qiymatiga va himoya intervali kattaligiga bog'liq bo'ladi. Farq MPEG - 2 transport oqimiga kiritilgan "bo'sh" (NULL) paketlar bilan to'ldiriladi va ammo ishlov berish jarayonida ular tashlab yuboriladilar.

OFDM kadr segmentini formatlash vaqt va chastota oralatishlaridan keyin bajariladi. Differensial modulyatsiyalash (DQPSK) holatida foydali ma'lumotlarga uzluksiz tayanch - signal CR va kogerent modulyatsiyalash (QPSK, 16 QAM, 64 QAM) holatida - taqsimlangan tayanch - signal SP qo'shiladilar. Uzluksiz tayanch- signal har doim 0 raqamli tashuvchi yordamida uzatiladi. Taqsimlangan tayanch signallar har yigirmanchi tashuvchida va har to'rtinchi OFDM simvolida o'tadilar. Kadr tarkibida uzluksiz va taqsimlangan tayanch - signallardan tashqari, TMSS multipleksirlash va uzatish konfiguratsiyasini boshqarish signallari, shuningdek AS (Auxiliary Channel) qo'shimcha ma'lumotlari uzatiladilar. AS va TMSS uchun mo'ljallangan tashuvchilar joylashuvi har bir rejim uchun maxsus jadval yordamida belgilanadi. CR va SP tayanch signallari bilan uzatiladigan televizion yoki radiodastur haqidagi axborotlarning ma'lumotlarini, TMSS boshqaruv signallari va AS qo'shimcha ma'lumotlari bilan to'ldirilishi natijasida, har bir segmentdagi tashuvchilar miqdori 1 - rejimda 96 tadan 108 tagacha, 2 - rejimda 192 tadan 216 tagacha va 3 - rejimda 384 tadan 432 tagacha oshadi. Uzatilayotgan radiosignal tashuvchilarining segmentlari joylashuvi, tizimning berilgan rejimi talabiga asosan, bitta qadamda chastota o'qida ta'minlanadilar. Segmentlar 6.24- rasmda ko'rsatilganidek raqamlanadilar.



6.24-rasm. Uzatilayotgan radiosignal spektri (NS-segmentlar miqdori)

Ma'lumotlarni uzatishda ierarxik prinsipni amalga oshirish ISDB-T tizimining xilma xil variantlar shaklini amalga tatbiq qilishga imkon yaratadi. Masalan: bir segment radioprogrammalarni uzatishga yoki ko'tarib yuriladigan yoki cho'ntak qabul qiluvchiga ajratilishi mumkin. Boshqa hamma segmentlar esa, yuqori aniqlikdagi televideniye ma'lumotlariga ajratilishi mumkin va ular stasionar TV qabul qilgichlari yordamida ma'lumotlarni qabul qilishga imkon yaratadi. Shunday qilib, ma'lumotlarning bitta qatlamini qabul qilish va dekodlash parsial (alohida-alohida) qabul qilishni amalga oshirishga imkon beradi. Parsial qabul uchun bitta markaziy segment ajratilgan va uning nomeri 0 hamda spektrning markaziy qismida joylashgan. Bunda ichki segmentlar differensial modulyatsiyadan va tashqilari kogerentdan foydalanib uzatiladilar. Spektrning yuqori qismiga yana bitta tashuvchi qo'shiladi va u uzluksiz tayanch signalni uzatilishini ta'minlaydi.

Agar stasionar qabul qilgich integrallashgan bo'lsa, unda u markaziy segmentda uzatiladigan ham televideniye dasturlarini ham radioeshittirishni ham ma'lumotlarni qabul qilish mumkin. Boshqa variantda ikki guruh segmentlari standart aniqlikdagi televideniye ikki dasturini qabul qiladigan kichik(portativ) yoki katta bo'lmagan ekranli ko'tarib yuriladigan va misol uchun avtomobillarda, avtobuslarda yoki poezdlarda ishlatiladigan qabul qilgichlarda qo'llanishi mumkin. Yana bir tuzilish varianti bir necha radioeshittirish dasturlarini yoki ma'lumotlarini uzatishdir. Shuni qayd etish kerakki, uzatish ierarxiyasi foydalanishi yoki foydalanmasligidan qat'iy nazar bitta fizik kanalda MPEG-2ning bitta transport oqimi ma'lumotlari uzatiladi.

BST-OFDM ma'lumotlarni uzatish usuli integratsiya xizmatiga ega yer usti raqamli televideniye eshittirish zamonaviy konsepsiyasiga

javob beradi va kelajakda yangi xizmatlarni kiritish uchun keng imkoniyatlarni ta'minlaydi.

6.6.3. ATSC va DVB raqamli TV tizimlarini solishtirish.

DVB-T va ATSC tizimlari ularda qo'llaniladigan modulyatsiya uslublari bilan farqlanadilar. ATSC tizimida bitta tashuvchi qo'llaniladigan 8-VSB (8 sathli yon tashkil etuvchisi qisman bosilgan) modulyatsiyasidan foydalaniladi. DVB-T tizimida esa radiokanalda teng chastota intervali bilan joylashgan, har biri raqamli modulyatsiya qilinadigan, tashuvchilarning ko'p qiymatlaridan foydalanishni ko'zda tutadigan OFDM (chastota zichlashtirishlari orqali ortogonal tashuvchilarni multipleksirlash) modulyatsiyasi qo'llaniladi. DVB-T tizimi ATSC tizimiga nisbatan kanaldagi "qotib qolishlarga" ancha yuqori xalaqitbardoshlikni ta'minlaydi, bu esa harakatlanadigan va ko'chirib yuriladigan televizion qabul qilgichlarda muhimdir.

Er usi raqamli teleeshittirish tizimi (DVB-T)da, bir chastotali tarmoqlarni yaratish imkonini ta'minlaydigan OFDM raqamli uzatish uslubi tanlangan, bu esa teleeshittirish spektri uchun qo'shimcha yuklanish bo'lgan holatda muhim ahamiyat kasb etadi. Undan tashqari, OFDM modulyatsiyasi qo'llagan holda signallarni qabul qilish ayniqsa, ko'chirib yuriladigan va harakatlanadigan holatlarda, aholining zich joylashgan tumanlariga xos bo'lgan ko'p nurli tarqalishlariga ancha bardoshlidir. OFDM usulining yutug'i shundaki,, analog shovqinlar va raqamli xizmatlar himoyasini ta'minlaydigan, masalan: tasvir tashuvchi chastotalar va ovoz birlashtirilgan kanaldagi televizion analog signallari tarqalish spektrining ma'lum qismini bostirish xususiyatiga egaligidir.

Radio spektrdan foydalanish samaradorligi nuqtai nazaridan qaraganda, ATSC va DVB-T tizimlarining asosiy farqi shundaki, ATSC kanalda yuqori aniqlikdagi televideniyeining (YUAT) bitta dasturini uzatishga mo'ljallangan, DVB-T tizimi esa televizion eshittirishga ajratilgan chastota polosalaridan samarali (uzatilyotgan axborot hajmi nuqtai nazaridan) foydalanish imkonini beradigan,

standart televizion kanallarning ko'p dasturli to'ldirishiga mo'ljallangan.

DVB-T tizimining asosiy yutug'i shundaki, u boshqa tizimlar bilan maksimal darajada moslashtirilgan (unifikatsiyalangan). DVB-T ni ishlab chiqishda shu oilaga tegishli boshqa tizimlar (DVB-S, DVB-C) moslashtirish talablari maksimal darajada hisobga olingan. Xususan, DVB-S da ham sekremblerlash, kodlash va oralatishning yagona sxemalari ishlatilgan. DVB-T standarti tizimi turli ish rejimlar va foydalanish shartlariga moslashish imkonini beruvchi ko'rsatgichlar yig'indisiga ham ega.

Raqamli televideniye tizimlarida yer usti tarmoqlarining 2 ta turi mavjud: bir chastotali tarmoq (SFN, Single Frequency Network) va ko'p chastotali tarmoq (MFN, Multi Frequency Network). SFN da barcha uzatgichlar bitta chastotada ishlaydilar. MFN da esa tarmoqdagi har bir uzatgich uchun individual chastotalar qo'llaniladi. Ikkala standart ham MFN tarmoqni qurish imkonini beradi, biroq faqat DVB-T dagina SFN samarali ishlatiladi. Shuning bilan birga, mamlakatdagi yer usti raqamli teleeshittirishning keng qamrovli tatbiq etishda, SFN ga katta zarurat tug'ilmasligi mumkin. Bir chastotali tarmoqda televizion uzatgichlar nisbatan bir biridan uzoq masofaga joylashadilar va ularning signallari qabul qilinadi. Bunda signallar orasidagi farq tufayli, exo -qaytish signallariga o'xshash signallar paydo bo'ladilar va ularning kechikish vaqti DVB-T himoya intervalidan katta bo'lishi mumkin. Uzatgichlarning vaqt bo'yicha sinxronlanmaganligi tufayli, DVB-T qabul qilgichidagi uzatish signallar orasida simvollararo interferensiya mavjud bo'ladi va umuman xuddi exo signallar kabi keng polosali shovqinga yaqin bo'ladilar.

Shu bilan birga COFDM dan foydalangan holda sinxron SFN tashkil qilish mumkin, bunda qo'shni uzatgichdan kechikish qabul qilgich himoya intervalidan oshirmaydigan exo - signalning kelishi kafolatlanadi. Undan tashqari qabul qilgich, bu ikki signaldan quvvat bo'yicha kattasini "tanlashi" ham mumkin. DVB-Tda bunday tarmoq uchun spetsifikatsiya ishlab chiqilgan. Sinxron SFN tizimni ta'minlovchi DVB-T standartda bitta katta quvvatli uzatgich o'miga bir necha kam quvvatli uzatgichlar guruhini qo'llash imkoniyati

mavjud, zero bu xududni televizion signallar bilan yetarlicha bir tekis qoplashni va shu bilan birga xududning istalgan nuqtasida ishonchli qabulini ta'minlaydi. Katta masshtabli sinxron SFN ni 8k rejimida qurish mumkin. Bunda uzatgichlar orasidagi masofa maksimal bo'ldi va $D/T_u = 14$ da 67 kmgacha yetishi mumkin. Bunday tarmoqlarni aholisi juda zich bo'lgan mamlakatlarda tatbiq etish maqsadga muvofiqdir. 2k rejimida esa teleuzatgichlar bor yo'g'i 17km uzoqlikda joylashtirilib, kichik masshtabli tarmoq qurish mumkin. Ikkala holatda ham bunday teleeshittirishlar tarmog'ini qurish sermehnat ekanligini va telestudiyadan to'g'ri ustis sinxron uzatgichlarigacha signalni uzatish uchun yuqori tezlikka ega kabel tarmog'ini qurish talab qilishini hisobga olish kerak. Undan tashqari bu uzatgichlar aniq chastota sinxronizatsiyani talab qiladilar shuning uchun buni amalga oshirishda sun'iy yo'ldosh GPS-qabul qilgichlardan foydalaniladi. Bu holatda moliyaviy xarajalar yanada oshadi.

O'tkazilgan izlanishlar va tajribalarga muvofiq, DVB-T standarti televizion retranslyatorlar quvvatidan samarali foydalanishi; yuqori xalaqitbardoshlikka egaligi; 300 km/s tezlikka bo'lgan harakatlarnuvchi ob'ektlarda signallarni qabul qilish imkoniyati mavjudligi, hamda raqamli signal uzatish tezligini boshqarish vazifalarini yechish mumkinligi tasdiqlangan.

Ish jarayonidan ma'lum bo'ldiki, ATSCda teleuzatgichlarning quvvati pasayishi o'rniga, ularni sezilarli darajada ko'tarish kerakligi aniqlandi. Buning sabablardan biri ATSC standarti shovqinlardan deyarli himoya qilinmagan. Standartni ishlab chiqaruvchilar tomonidan bu bandga e'tibor bo'lmagan yoki asosiy e'tibor signallarni yer usti tizimida xalaqitbardoshlik masalasi mavjud bo'lmagan, kabel tizimlari yordamida tarqatishga qaratilganligidir. Ushbu sabablar asosida aytish mumkinki, ATSC standarti signallarini avtomobil yoki poezdda harakatlanayotganda sifatli qabul qilib bo'lmaydi.

Shunday qilib, amaliyotda ATSC standarti DVB-T ga deyarli barcha sifat parametrlari ko'rsatgichlari bo'yicha yuqoridagi va shuning uchun ham AQShda ATSC ni kelgusida tatbiq qilish uchun maxsus DVD-T translyatsiyalar diapazoni ajratilgan. DVV-T formati transportda qabulga mo'ljallangan uzatishlar uchun tavsiya etilgan deb belgilangan.

6.7. Yaratilgan MMDS, LMDS, MVDS tizimlari

6.7.1. MMDS tizimi

MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service) - ko'p kanalli ko'p nuqtali taqsimlanuvchi tizimlar 20 asrning 70- yillarida ishlab chiqilgan MDS (Multipoint Distribution System) 2,1-2,7 GGs diapazonida uzatgichdan 50 km radius masofani qamrab oladigan tizim o'rniga kelgan. Ular 50-60 km radiusli zonaning 2,5-2,7 GGs diapazonida ishlashiga imkon beradi. Shu bilan birga bazaviy stansiya uzatgichining quvvati, odatda 100 Vt (1kVt gacha) dan oshmaydi, ammo oddiy analog televizion tarmoqlar uzatgichlari quvvati 10...50 kVt bo'lishlari kerak edi.

Yer usti televideniyesida ko'p kanalli MMDS tizimlaridan foydalanish, yer usti teleeshittirishning oddiy tizimlariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega:

- Ular analog signal standartidan kelib chiqqan holda, 25 tagacha televizion dasturlarni va MPEG-2 standartida raqamli signallarni modulyatsiyalashda esa 4-6 marta ko'proq dasturlarni uzatish qobiliyatiga ega.

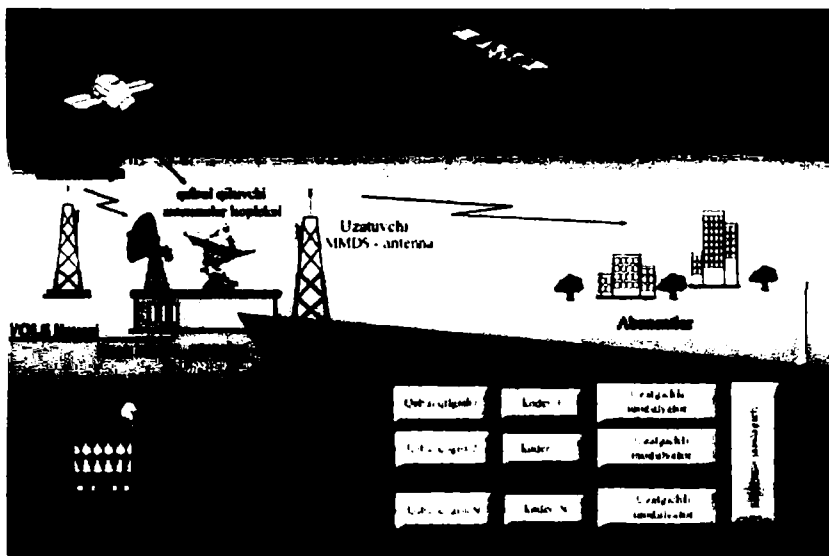
- Radio va teleeshittirish uzatgichning umumiy quvvati 1000 Vt (asosan 1-10 Vt) dan oshmagan, ekologik xavfsiz darajada olib boriladi.

- 15-25 sm chiziqli, o'lchami kichik hajmli ixcham antennalardan foydalanish hisobiga abonent qurilmalarining nisbatan arzonligi.

- Ushbu tizimlar uchun ajratilgan chastota diapazonlarida (2,5-2,7 GGs) shovqinlarning nisbatan past darajasi hisobiga signallar yuqori sifatining ta'minlanishi.

- NTSC, PAL, SECAM televizion standartlari qabul qilish shartlariga bog'liq bo'lmagan signallarni raqamlashtirish hisobiga.

- MMDS tizimlari ko'p qavatli qurilishlarga ega yirik shaharlarda "o'lik zonalarni" bartaraf etish imkonini beradi. Ular kabelli televideniye tizimlarini qurishga nisbatan tejamkorlikni ta'minlaydi. Agar tarmoqlangan kabel tizimida 5...20 km maydonni qoplash talab etilsa, unda retranslyatorli variant afzalroq bo'lishi mumkin.



6.25- rasm. MMDS tizimi bazasidagi teleradioeshittirishni tashkil etilishi chizmasi.

- Uzaytirilgan magistral va submagistral liniyalarining yoʻqligi hisobiga ekspluatatsion xarajatlar ancha qisqaradi.
- MMDS texnologiyalari asosidagi, uyali televideniye tizimlari orqali, regional darajada retranslyatsiya qilinayotgan teledasturlar sonini oshirishga keng imkoniyatlar ochiladi: 2-5 telekanallar oʻrniga teletomoshabinlar 100 tagacha chet el raqamli kanallarini koʻrishlari mumkin.

MMDS tizimining qurilish vaqti uning konfiguratsiyasiga bogʻliq holda bir necha kundan, to 2-3 hafta oraligʻida boʻlishi mumkin. 6.25-rasmda MMDS tizimidagi televizion eshittirishni tashkil etish strukturasi keltirilgan.

MMDS qurilmalarida kvadraturaviy amplituda modulyatsiyali 4ta pozitsiyali QPSK(modulyatsion simvolga 2 ta bitdan)dan, to 256 pozitsiyali QAM (256 - QAM modulyatsion simvolga 8 bit toʻgʻri keladi) gacha qoʻllaniladi. Shuning uchun MMDS dagi maʼlumotlarni uzatish tezligi, mos kanal kengligida, juda katta qiymatlarga ega boʻlishi mumkin. Shunday qilib, standart 8 MGsli televizion kanalda

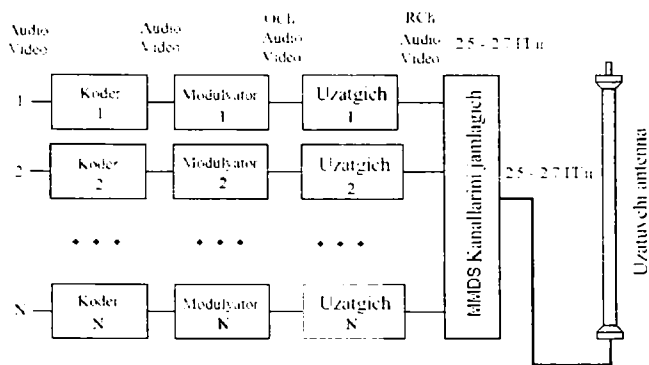
nazariy tezlik 56 MGs/sgacha bo'lishi mumkin. Shuni ta'kidlab o'tish lozimki, dastlab MMDS tizimi televizion programma signallarini bir tomonga yo'naltirishga moslashtirilgan edi. Biroq so'nggi yillarda ikki tomonlama ishlash (interaktiv) uchun qurilmalar paydo bo'la boshladilar, ayniqsa teskari kanalli Internetni ta'minlash uchun. Bunda qoida bo'yicha teskari.ikkinchi kanal 4-8 marta kichik bo'lgan o'tkazish polosasiga ega bo'ladi.

MMDS tizimining muhim ko'rsatgichlaridan biri, uning turli darajadagi daromadiga ega aholining keng qatlamlari uchun foydalanishni tashkil etish hisoblanadi. MMDS butun shahar axolisi uchun televizion dasturlar qabul qilishdagi oddiy va qimmat bo'lmagan manbaa sifatida, hamda ayni vaqtda talabchan mijozlar uchun yopiq kanallar paketiga ega pullik televideniye tizimi sifatida qo'llanilishi mumkin.

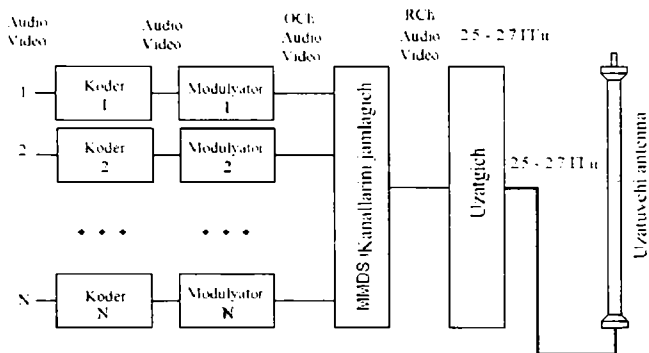
MMDS tizimlaridagi teleeshittirish bir kanalli va ko'p kanalli sxema bo'yicha amalga oshirilishi mumkin. Shunday qilib, uzatgich guruhleri ko'p kanalli yoki bir kanalli hamda analog yoki raqamli signallarning uzatishga mo'ljallangan bo'lishlari lozim. Undan tashqari, uzatgichlar bino ichida yoki antenna yaqinida, bino tashqarisida ishlashga mo'ljallangan bo'lishi mumkin. Uzatgichlarni antenna oldida joylashtirish varianti fider liniyalaridagi xatoliklarni deyarli hisobga olmaslikka imkon beradi, biroq temperatura va namlikning sezilarli o'zgarishlari ishlashning ishonchligiga bo'lgan talablarning o'sishiga olib keladi va natijada xizmat ko'rsatish murakkablashadi.

Bir kanalli variantda N-televizion dasturlarni uzatish uchun modulyator va uzatgichlardan iborat bo'lgan N- uzatgich qurilmalari qo'llaniladilar va chiqishda turli uzatgichlarning quvvatlarini yig'ish, jamlash 6.26-rasmda ko'rsatilganidek antennada amalga oshiriladi.

Ko'p kanalli variantda uzatilayotgan N-televizion dasturlar avval o'zlarining modulyatorlariga kelib tushadilar, keyinchalik ulardan umumiy antennaga ishlovchi keng polosali uzatgichni modulyatsiyalaydigan guruh signali shakllantiriladi (6.27-rasm).



6.26- rasm. MMDS tizimida bir kanalli uzatgichlardan foydalangan holdagi tuzilmaviy sxema

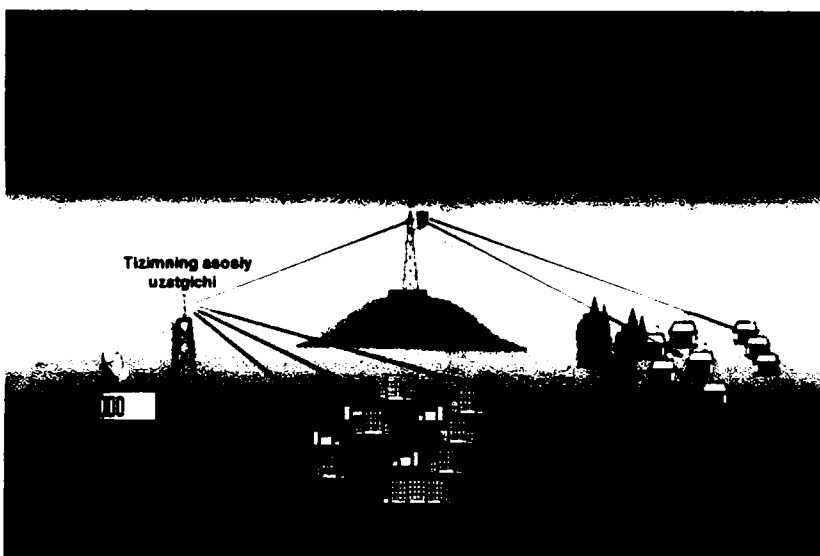


6.27- rasm. MMDS tizimida ko'p kanalli uzatgichlardan foydalangan holdagi tuzilmaviy sxema.

Bir kanalli variantda butun quvvat bitta kanalga yo'naltiriladi, ko'p kanalli variantda esa 8 ta kanal uchun quvvat taxminan 50 martaga kamayadi, ya'ni quvvat har bir kanalda taxminan $2N$ martaga pasayadi. Shunday qilib, ko'p kanalli uzatgichlar qamrab olish zonasi radiusi 6 km dan oshmaydigan, kichik shaharlar va shahar ko'rinishidagi qishloqlarda ishlatilishiga mo'ljallangan. Bunda

2,5...2,7 GGs polosadagi MMDS tizimi, standart 8 MGs polosali PAL yoki SECAM analog televideniyesining 24 kanalini tashkil etish imkonini beradi.

Ekranlashgan to'siqlar (balandlik, texnik qurilma va boshqalar) yoki joyning murakkab reliefi mavjud bo'lgan, yuqori qavatli shahar qurilishlarida abonent terminal antennalari va bazaviy antennalar orasidagi, yuzaga keladigan to'g'ridan-to'g'ri ko'rinishni ta'minlanmasligi tufayli hosil bo'ladigan "o'lik zona"larni chiqarib tashlash uchun retranslyatorlardan foydalanish ko'zda tutiladi (6.28-rasm).



6.28- rasm. MMDS tizimda retranslyator yordamida signal uzatish chizmasi

Retranslyator - ko'pincha filtrlovchi blokli qabul qilish va uzatish antennalardan hamda keng polosali kuchaytirgichlardan iborat bo'lgan, xizmat ko'rsatmaydigan qabul-uzatish kompleksidir. Bunda retranslyator ko'pincha, signalni qaysi chastotada qabul qilsa, aynan shu chastota tarqatadi. Asosiy uzatgich va retranslyatorlarning qamrov

zonasidagi mavjud xalaqitlardan qutilish uchun retranslyatoridan signal uzatish boshqa polyarizatsiyada amalga oshiriladi yoki retranslyatorning antennalari uzatish va qabul qilish yo'llanma diagrammasi uchun mos konfiguratsiya tanlanadi. Retranslyator uzatgichi va qabul qilgichi tegishli antennalar yaqinida joylashadilar, ob-havo sharoitining ta'siridan ishonchli himoya qiladigan germetik korpusga va termoboshqaruv tizimi egadirlar.

6.7.2. LMDS/MVDS tizimlari

Lokal ko'p nuqtali taqsimlanuvchi tizim - Local Multipoint Distribution Service (LMDS) konsepsiyasining paydo bo'lishi keng polosali kirish tizimlari sohasida keyingi qadam bo'ldi. Uning dastlabki tajribalari 1992 yilda Nyu -York shahrida o'tgan. Birinchi haqiqiy LMDS tizimi Nyu- Yorkning Brayton Bich rayonida, kabelli televideniye tarmog'i bilan qamrab olinmagan xududda, Cellular Vision kompaniyasining uyali televizion tarmog'ida ishga tushirilgan.

LMDS dastavval 27,5-29,5 GGs li diapazonda ishlash uchun mo'ljallangan edi, biroq holat regiondagi chastotalar taqsimotiga bog'liq bo'lganligi tufayli boshqa chastotalar olingan. Yevropada xuddi yuqoridagi tizimga o'xshash MVDS (Multipoint Video Distribution Systems) - tizim paydo bo'lgan va u 40,5-42,5 GGs diapazonda (Evropada analog televideniye eshittirishlari uchun mo'ljallangan diapazonda) ishlashga mo'ljallangan.

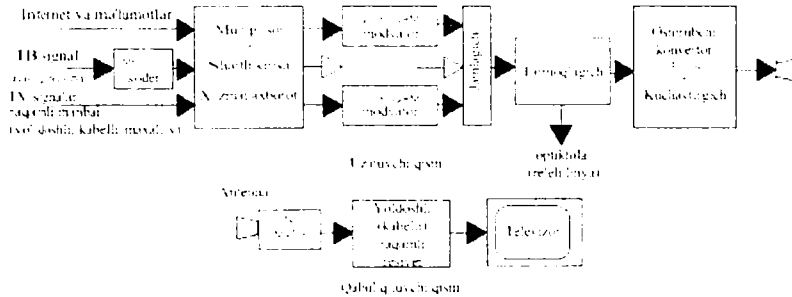
Har bir retranslyatorning qamrov radiusi katta bo'lmasligi va ulardagi guruhlarda kam quvvatli uzatgichlardan (uzatgich quvvati o'n vattdan oshmagan va har bir kanalga 100-300mVt to'g'ri kelgan) foydalanilganligi tufayli teleeshittrishlar radiusi bor yo'g'i 3-8 km ni tashkil etgani uchun LMDS/MVDS tizimlari uyali televideniye deb nomlanganlar. Undan tashqari millimetrlı diapazonda radio to'lqinlarning so'nish qiymati yetarlicha yuqori, biroq boshqa tarafdin bu diapazonda to'lqinlar qaytishi nisbatan kam yo'qotishlar bilan namoyon bo'ladi. Natijada murakkab shahar qurılıshlari sharoitida akslangan signallar bilan ishlashdan samarali foydalanish mumkin.

LMDS/MVDS tizimlarining chastota taqsimlanishlari sun'iy yo'ldosh teleeshittirish tizimlari kabi (19,5-39MGs diapazonda) va QPSK, QAM -modulyatsiya usullaridan foydalaniladilar. Ularning ishchi diapazoni egallanmagan chastota resursining mavjudligi bilan aniqlanadi va misol uchun: 10, 24, 31, 38 GGs bo'lishlari mumkin. Bunday tizimlar 2 GGsli chastota polosasi kengligida 96 dan 128 gacha bo'lgan analog televizion kanallarni yoki 1000 yaqin raqamli kanallarni uzatish imkonini beradi.

LMDS/MVDS taqmoqlarining uyali strukturasi signallarni turli polarizatsiya bilan uzatish, yo'naltirilgan antennalarni qo'llash, bir xil kanallardan xilma xil sotalarda foydalanish kabi ishlar tizimning chastotalarini taqsimlash rejaları uchun keng imkoniyatlar ochadi.

6.29 -rasmda MVDS tizimining uzatuvchi va qabul qiluvchi qismining tuzilmaviy sxemasi keltirilgan. Raqamli paketlar shakllangandan so'ng, kanallar modulyatsiyalanadilar va keng polosali uzatgichlarga kiritish uchun birlashtiriladilar. Bunda alohida individual uzatgichlardan ham foydalanish mumkin. Uzatgichda signal spektri 40 GGs diapazonga ko'tariladi (bir yoki ikki bosqich orqali), kuchaytiriladi va antennaga uzatiladi. Bazaviy stansiyalar uzatilayotgan signalning quvvatini oshirish, shuningdek chastotani qayta ishlatish va polarizatsiyani almashtirish hisobiga abonentlar miqdorini oshirish imkonini beradigan, sektorli antennalar to'plami bilan jihozlanishlari mumkin.

Raqamli televideniye uzatishlarini tashkil etishda MVDS multimedia tarmog'i bosh stansiya bazasida quriladi. Axborot oqimlarini shakllantirishda xilma-xil manbaalardan foydalanish mumkin: Internet, efir, kabel va sun'iy yo'ldosh televizion kanallari va turli xududlar o'z ichki axborot manbaalari. Analog signallar raqamli ko'rinishga MPEG-2 koderlarida o'zgartiriladilar. Servisli axborotlarning shakllanishi, ikkita standartlar DVB-C va DVB-S larning biriga asosan kanalli kodlash va modulyatsiyasiga muvofiq amalga oshiriladi.



6.29- rasm. MVDS uzatuvchi va qabul qiluvchi qismlarining tuzilmaviy sxemasi

MVDS uzatgichlarda qoʻllaniladigan qattiq jismli kuchaytirgichlarning quvvatlarini sezilarli darajada kichik boʻladi. Kanal uzatgichlari uchun quvvat oʻnlik mVt larda va yuzlab kanallarni uzatishga moʻljallangan, guruhlar uchun esa, birlik Vt larda oʻlchanadilar.

Uyali uzatgichlarga signalni taqsimlash optik tola orqali, kam quvvatli rele liniyalar boʻylab yoki MVDS tizimining oʻzi yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Koʻpincha abonentning binosi devoriga antenna joylashtiriladi, kam shovqin beradigan konvertor va standart resiverlar ham oʻrnatiladilar. Qabul uchun turli konstruksiyali antennalar: karnayli, mikropoloslakali va parabolik antennalar qoʻllanishlari mumkin.

Millimetrli diapazonda signallarni efir orqali qabul qilishdagi katta muammolarni yuzaga keltiradigan interferensiyalar shovqinlar va impuls xalaqitlar unchalik sezilarli boʻlmaydilar. Bu diapazonda boʻlishi mumkin boʻlgan xalaqitlarning asosiy manbaasi sifatida uzatgichlarning oʻzlarining akslangan signallari boʻlishi mumkin. Shu sabab juda tor diagrammaga ega, burchak kengligi bir necha sekund, qabul qilish antennalaridan foydalaniladi. Millimetrli diapazon uchun bunday tor burchakli, yoʻllangan diagrammani hosil qilishda oʻlchami katta boʻlmagan antennalar ishlatiladi.

Chastotaning millimetr diapazonidan detsimetr diapazoniga oʻtkazish bir yoki ikki bosqichda amalga oshiriladi. Bu holatda

konvertor geterodinining absolyut chastota nostabilligi va natijada uzatilayotgan signalning chastotasining o'zgarishi hisobiga muammolar tug'ilishi mumkin. Nostabillikning yechimi bo'lib, umumiy oqimga uzatish tomonida kiritiladigan, geterodin chastotasini tayanch-signal bilan stabillashtirish (bog'lash) bo'la oladi. Bu prinsip DVB-C standarti bilan moslashadigan tizimlarda qo'llaniladi, masalan Technosystem tizimlarida.

LMDS/MVDS tizimlarining yutuqlariga quyidagilarni kiritish mumkin:

- Ma'lumotlarning katta oqimini uzatish imkonini beruvchi keng chastota diapazoni. Aynan shu katta bo'lmagan radiusli qamrovi bilan MVDS tizimlari interfaol multimedia tarmoqlarini tashkil etishga mos keladi. Chastota resurslaridan foydalanish samaradorligi sektorli uzatuvchi antennalar hisobiga qo'shimcha oshirilishi mumkin.

- Shahar murakkab qurilish sharoitlarida ishonchli qabul zonasini shakllantirish imkonini beruvchi passiv va faol retranslayatorlardan foydalanish imkoniyati.

- Kabelli tarmoqlarga nisbatan MVDS o'zining soddaligi, tezkor qurilishi hamda nisbatan arzonligi bilan farqlanadi.

- Keyinchalik tarmoq, juddiy qo'shimcha mablag'larsiz, oson kengaytirilishi mumkin. Kabelli tarmoqlarga nisbatan, moddiy chiqimlarning asosiy foizi abonent qurilmalariga to'g'ri keladi, bu asosan teskari kanalli tizimlar uchun o'rinalidir. Bu chiqimlar esa faqatgina abonent bilan pullik ijaraga shartnoma tuzilgandagina amalga oshiriladi.

- MVDS tizimlari ekologik havfsiz, chunki ular yuqori chastotalarda va inson organizmiga havfli bo'lmagan kam quvvatli signallar bilan ishlaydi. Undan tashqari, o'rab turgan landshaft va qurilishlar bilan bog'liq emaslar.

MVDS tizimlari kamchiliklariga quyidagilarni kiritish mumkin:

- Ularning sifat doirasining ob-havo sharoitiga, birinchi navbatda namlikka qattiq bog'langan. Shu sabab bitta sotaning qamrab olish radiusini aniqlash uchun har bir aniq xududa davomli tajribalarni o'tkazishni talab etiladi. Shuningdek, aniq qurilish sharoitlarida akslangan signallar konfiguratsiyasini aniqlash ham talab etiladi, bunda qamrov radiusining doimiy o'zgarishi, shu konfiguratsiyaning ham

doimiy o'zgarishiga olib kelishini hisobga olish zarur. Teskari kanalli abonent qurilmalarining nisbatan qimmatligi va abonent to'lovining narxi tarmoq interaktiv imkoniyatlariga bo'lgan talabga ta'sir etadi.

Shuni ta'kidlab o'tish joizki, Radioaloqa reglamentiga muvofiq MMDS, LMDS va MVDS tipidagi radio tizimlar uchun quyidagi chastota polosalari ajratilgan: 2,1-2,7; 30,8-33,4; 27,5-29,5; 40,5-42,5; 42,5-43,5 GGs.

Shuningdek, 51,4 - 52,6; 55, 78-59; 64-66 GGs diapazonlarida qo'shimcha chastota polosalari ajratilishi mumkin.

7. RAQAMLI TELEVIDENIYENING IKKINCHI AVLOD STANDARTLARI

7.1. Yo'ldoshli televideniye DVB-S2 standarti

Televideniye, interfaol xizmatlar, yangiliklarni to'plash hamda boshqa keng polosali yo'ldoshli ilovalar uchun mo'ljallangan DVB-S2 standarti amaliyotda qo'llanilayotgan DVB-S standartining to'ldirilgan ko'rinishi hisoblanadi. Yangi standart Yevropada raqamli televideniye standartlarini ishlab chiquvchi DVB project (Digital video Broadcasting project) konsorsiumi tomonidan ishlab chiqilgan.

DVB-S2 standarti mavjud DVB-S va DVB-DSNG (Digital Satellite News Gathering-raqamli yo'ldosh video jurnalistikasi) negizlarida yaratilgan. DSNG termini ostida asosan televizion ma'lumotlarni voqea joylaridan ko'chma qurilmalar orqali uzatish tushuniladi.

Yangi DVB-S2 standarti, mavjud DVB-S standartining kamchiligi (QPSK modulyatsiyasi formati hisobiga kichik oqim tezligi) va DVB-DSNG standarti kamchiligini (past qiymatli buzilishlarni ta'minlash uchun sun'iy yo'ldosh uzatgichlarini kam quvvat bilan ishlashini amalga oshirish) bartaraf etishga qaratilgan. Yangi standartni yaratishda asosiy e'tibor quyidagi omillarga qaratilgan:

1. DVB-S2 yangi standartining yaratishga sabab sifatida yuqori aniqlikdagi televideniye (HDTV) xizmatlarining keng joriy etilishi bo'ldi. Hozirgi kunning o'zida standart raqamli kanallarni translyatsiya qilishda ham chastota resurlarining yetishmayotganligi kuzatilmoqda. Agar yo'ldoshli tizimlarda HDTV uzatiladigan bo'lsa, eng ilg'or kompressiya usullardan foydalanilganda ham mavjud chastota resurslari yetarli emasligi aniqlangan. Shunday ekan HDTV ning qo'llanilishida yangi kanalni kodlash formatini yaratish va chastota resursidan samarali foydalanishni tashkil qilish talablarini yuzaga keltiradi.

2. DVB-S2 standartining yaratilishi Ka diapazonda signallarni qabul qilishning qiyinchiliklarini bartaraf etishga qaratilgan, ya'ni bu diapazondagi signallarni qabul qilishda ob-havo sharoitlari katta

ahamiyatga ega. Shuning uchun ham ushbu diapazonda teleuzatish uchun S va Ku diapazonga nisbatan yuqori halaqitbardoshlik talab etiladi.

3. Interfaol belgilangan xizmatli yo'ldoshli tizimlarning paydo bo'lishi yangi standartning yaratilishini asoslab berdi. Interfaol tarmoqlar katta transport resurslarini talab qiladi va ularni ishlatishda aniq manzil bo'yicha ma'lumot uzatish resursi sarflarini takomillashtirish mumkin. Avvalgi standartlar bundan afzalliklarga ega emas edilar.

Shunday ekan, **DVB-S2** standartidan quyidagilar talab qilinadi:

- transport kanalidan foydalanish samaradorligini oshirish, ya'ni mavjud standart kanal polosasida ko'proq ma'lumot uzatish imkoniyatiga ega bo'lish;

- bir kanalda uzatilayotgan turli ma'lumotlarni uzatishda alohida yondoshuvni tashkil qilish, ya'ni har xil xizmatlar uchun kanal parametrlarini turlicha tanlash;

- avvalgi mavjud standartlar bilan mutanosib ishlashini ta'minlash va yangi texnika qurilmalarga o'tishda yengillik yaratishni ta'minlash.

Dastlabki ikkita talabni bajarish o'zgacha modulyatsiya usullaridan va samarali himoya tizimlarini kodlashdan foydalanish hamda modulyatsiyalangan signal frontlarini tiklantirishga (qirrasini oshirishga) mo'ljallangan qo'shimcha koeffitsientlar hisobiga amalga oshirilgan. Kanalni shakllantirishda moslashuvchanlik kodlash va modulyatsiyalashning o'zgaruvchan parametrini tanlash (VCM - variable coding and modulation) va adaptiv kodlash va modulyatsiyalash (ACM - adaptive coding and modulation) usullaridan foydalanish hisobiga erishilgan. VCM bitta uzatilayotgan kanaldagi har xil xizmatlar uchun xalaqitlardan saqlanish sathini belgilaydi, ACM esa xizmatlarni qabul qilishda, qo'shimcha ravishda transport tarmog'ining parametrlarini mavjud sharoitlar uchun moslash imkonini yaratadi. ACM rejimi teskari kanalga ega tarmoqlar uchun mo'ljallangan bo'lib, unda bosh stansiyaga qabul nuqtasidagi qabul shartlari haqidagi ma'lumotlarni yuborish nazarda tutilgan.

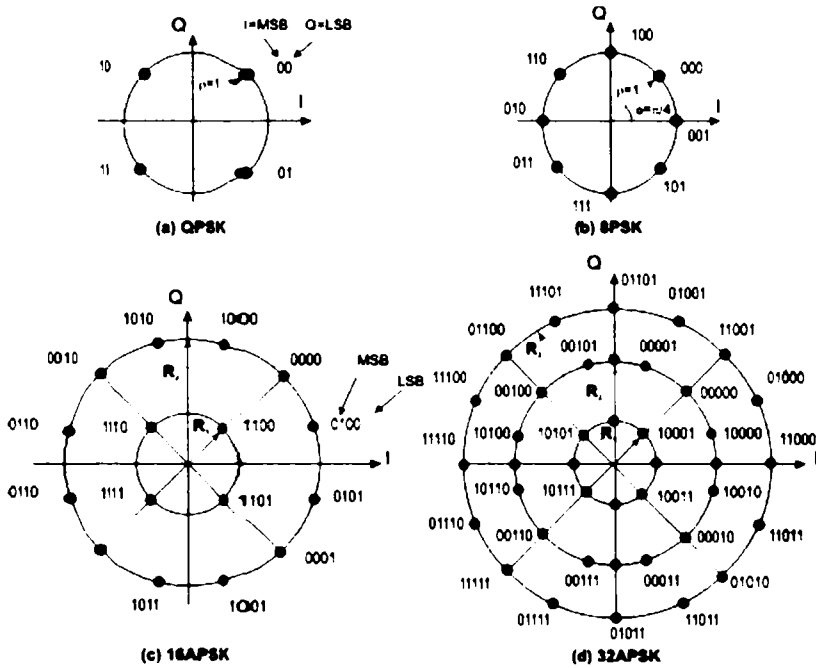
Natijada, universal DVB-S2 standarti yaratilgan bo'lib, uning negizida standart va yuqori aniqlikdagi telekanallarni uzatish

imkoniyati mavjud hamda interfaol xizmatlar, Internet tarmog'iga ulanish va qator boshqa xizmatlar tashkil etilgan. DVB-S2 standarti ma'lumot uzatish tarmoqlari hamda IP magistrallarini tashkil etish uchun ham qo'llaniladi.

Ammo DVB-S2 tarkibiga kiritilgan ko'pgina samarali mexanizmlar avvalgi eski standartlar bilan mos kelmaydi. Shu sababdan ham, mavjud standartlarning moslashuvchanligini ta'minlash uchun ishlab chiqaruvchilar standartga ikki rejimni kiritishgan. Birinchi rejim - samaradorligi past bo'lgan biroq ikki standartda ishlovchi qurilmalarni qo'llovchi rejimdir. Ikkinchi rejim esa barcha yangi imkoniyatlarni to'liq qo'llaydi, biroq DVB-S standartidagi qurilmalarni ishlatishga yo'l qo'ymaydi. Shuning uchun ham DVB-S2 standartiga dastlabki o'tish davrida birinchi rejimdan foydalanish nazarda tutilgan, ikkinchi rejim esa - tizim to'liq ishga tushgach qo'llanilishi mumkin va yangi avlod tyunerlaridan foydalanishni talab etadi.

Yangi DVB-S2 standarti 4 turdagi modulyatsiya usullarini qo'llash sxemalarini nazarda tutadi (7.1-rasm). Dastlabki ikki, QPSK va 8PSK modulyatsiya turlari eshittirish tarmoqlarida qo'llaniladi. Bu yerda transponder uzatgichlari to'yinish rejimiga yaqin holatda ishlaydilar va tashuvchini amplituda bo'yicha modulyatsiyalashga yo'l qo'ymaydi. Yuqori tezlikdagi modulyatsiyalash sxemalari 16APSK va 32APSK (APSK- amplituda va faza modulyatsiyasi) modulyatsiya turlari professional tarmoqlarni tashkil qilishda qo'llanilada va past quvvatli yer usti uzatgichlardan foydalanish imkonini beradi. Quvvatning past bo'lishi bort retranslyatorlarinig nochiqli ishlashiga olib kelmaydi va qabul tarafida signal fazasini katta aniqlik bilan tanlash imkoniyatini beradigan professional konvertorlar (LNB) o'rnatilishini ta'minlaydi. Bu modulyatsiya usulini eshittirish tizimida ham ishlatish mumkin, biroq kanal tashkil etish qurilmasi murakkab qo'rinishdagi dastlabki buzilishlarni amalga oshirishni ta'minlashi kerak hamda qabul tomonida signal/shovqin qiymati nisbatan yuqori bo'lishi lozim. Keltirilgan 7.1, c, d-rasmlardan, signal diagrammalaridan, ko'rinib turibdiki, APSK simvollar xalqasimon joylashgandirlar. Bunday variant amplituda simvolini uzatishda xalaqitbardosh bo'lib, retranslyator quvvatidan to'liqroq foydalanish

imkoniyatini yaratadi. Bunda 32APSKda, o'z navbatida, QPSK ga nisbatan umumiy oqim tezligini 2,5 barobar oshishiga erishiladi.



7.1-rasm. Modulyatsion xarakteristikalarining yulduzchali signallar to'plami

APSK rejimi uchun qabul tomonda maxsus dastlabki buzilish kiritilishi mumkin va buning hisobiga bort uzatgichlarining maksimal quvvatini olish imkoniyati paydo bo'ladi. Bu rejim, ya'ni to'la quvvat (to'yinish) rejimi 32 APSK uchun muhim ko'rsatgichdir. Faqatgina, bu rejimda ishlaydigan tizimda qabul qiluvchi maxsus kam shovqinli konvertorlar (LNC) qo'llanadilar va ularning narxi maishiy konvertorlarga nisbatan yuqori bo'ladi.

DVB-S2 standartida yuqori tartibli modulyatsiya usullaridan foydalanishdan tashqari qo'shimcha ikkita alfa yaxlitlash koeffitsientlardan foydalanish ham nazarda tutilgan. DVB-S2

standartida avval ishlatiladigan yaxlitlash $\alpha=0,35$ koeffitsientiga 0,25 va 0,2 qiymatli alfa koeffitsientlar kiritilganlar. Kiritilgan yangi alfa koeffitsientlar impuls fronti tikligini ko'taradi va chastota spektridan samarali foydalanish imkoniyatini beradi. Ikkinchi tarafdin, kichik alfa koeffitsienti noxiziqli buzilishlarni kuchaytiradi va ayniqsa transponderga bitta tashuvchi uzatilganda sezilarli bo'ladi. Shuning uchun ham, uzatishdagi barcha parametrlarni aniqlashtirib, alfa koeffitsientni tanlash tavsiya etiladi.

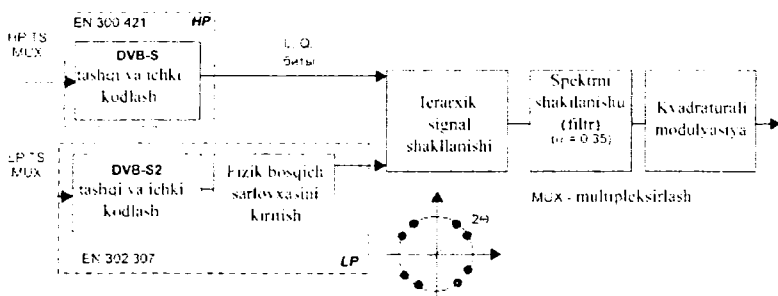
DVB-S2 standartidagi xalaqitbardosh kodlash uchun DVB-S dagi kabi to'g'ri korreksiyalanadigan ikki sathli kodlarni ustma-ust tushirishga (Forward Error Correction-FEC) asoslangan va ma'lumotlarni oralatish qo'llaniladi. Biroq ichki va tashqi himoya kodlar tizimi DVB-S formatidan boshqacha. DVB-S2 standartida Bouz-Choudxuri-Xokvingem (VSN) kodidan foydalaniladi, DVB-S da esa Rid-Solomon kodi qo'llanilgan. Bouz-Choudxuri-Xokvingem kodi kodlash rejimiga bog'liq holda, 8-12 ta xatoliklarni tuzatish imkoniyatini beradi. Ichki kod sifatida, yig'ish kodi o'rniga, juftlikni kichik zichlikda tekshiruvchi koddan foydalaniladi (Low Density Parity Check Codes -LDPC). Tarqatiladigan quvvat bilan spektrial samaradorlikni uyg'unlashtirishga erishish uchun DVB-S2 standartida, turli modulyatsiyalar formatida (QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK), kodlash tezliklarining ko'p qiymatlaridan foydalaniladi ($1/4$, $1/3$, $2/5$, $1/2$, $3/5$, $2/3$, $3/4$, $4/5$, $5/6$, $8/9$ va $9/10$). QPSK modulyatsiyalashdagi qo'llaniladigan $1/4$, $1/3$, $2/5$ kabi kodlash tezliklari, eng yomon sharoitlarda, ya'ni signal sathi shovqindan past bo'lgan holat uchun foydalaniladi. QPSK va 8PSK modulyatsiya turlaridan to'yinish rejimi yaqin holatda ishlaydigan bort uzatgichlaridi (transponderlarida) foydalaniladi. 32APSK modulyatsiya turi transponderning chiziqli rejimini va katta signal/shovqin qiymatini talab qiladi hamda professional ilovalar uchun ishlatiladi, biroq eng keng polosani ta'minlaydi. 16APSK format turi transponderning chiziqlili giga chegaralar bo'lgan holatda (maxsus dastlabki buzish sxemalari qo'llaniladi) ko'p ilovalar berishi mumkin, shu jumladan teleeshittirishlarni ham kiritish mumkin. 16APSK va 32APSK modulyatsiya turlari noxiziqli transponderda ishlashga

mo'ljallangandirlar hamda ularning chiziqli kanaldagi ishchi xarakteristikalari 16QAM va 32QAM formatlari bilan moslashganlar.

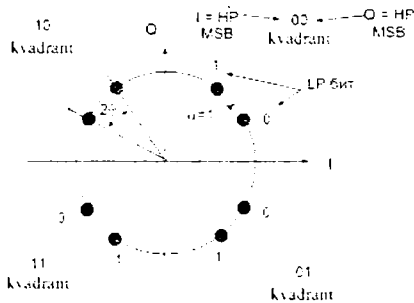
DVB-S2 tizimi "transponderda bitta tashuvchi" yoki "transponderda ko'p tashuvchi" (chastotaviy multipleksirlash qo'llaniladi) rejimlarida ishlay oladi. Bitta tashuvchi bilan ishlashda simvolni uzatish tezligi R_s , transponderning o'tkazish polosa oralig'iga teng ($BW = R_s$) bo'ladi. Agar tashuvchilar ko'p bo'lsa, R_s shu xizmatga ajratilgan chastota diapazoniga teng bo'ladi. Ko'rsatilayotgan xizmatlarning maksimal sonining cheklanishi transponder polosasi, har bir xizmatga talab etiladigan tezlik va o'zaro yonma yon tashuvchilarning mumkin bo'lgan xalaqitlari qiymatlari bilan aniqlanadi. Ushbu standartda ierarxik modulyatsiya usuli qo'llanilishi mumkin, ya'ni, ikkita bir biriga bog'liq bo'lmagan kanallar uchun turli prioritetga ega bo'lgan modulyatsiyalar ishlatiladi (HP -yuqori prioritet, LP-past prioritet) va u 7.2-rasmda keltirilgan.

Ierarxik modulyatsiya DVB-S va DVB-S2larda ikkita parallel kanallarni, yuqori (HP) va past prioritetlilarni (LP) qo'llashni nazarda tutadi (7.2 -rasm). LP- past prioritetli ikkinchi kanalda faza deviyatsiya qiymati notekis 8PSK gacha oshiriladi (7.3-rasm). DVB-S2 oqimining barcha konfiguratsiyalari orasidan faqat kadrlarning 64800 (720slot x 90 bit) bitli normal konfiguratsiyasidan foydalanishga ruxsat etiladi. Bundan tashqari qabul qilgichning ishonchli ishlashi uchun, foydalanuvchi talabiga asosan, deviyatsiya burchagi Q ni tanlashni o'zgartirish mumkin, chunki Q ning katta qiymatlari LP kanalida tegishli signal/shovqin nisbatini yaxshilaydi, ammo HP kanalida esa signal /shovqin nisbatini kamaytiradi.

DVB-S2 standartining xususiyatlaridan biri shundaki, unda adaptiv kodlash va modulyatsiyalash (ASM) usulini qo'llash mumkin. Bunday ishlash "nuqta-nuqta" rejimida ishlovchi ilovalar uchun mos keladi (masalan, ikki nuqtali ilova, ya'ni bitta adresga IP eshittirish yoki raqamli yo'ldosh video jurnalistikasi). ASM rejimining mohiyati signal qabul qilish sharoitlaridan (masalan: yomg'irli davr) kelib chiqadi va shunga asosan DVB-S2 modulyatorining ishlash rejimi o'zgaradi. Format modulyatsiyalash va o'zgaruvchan kodlash tezligi hisobiga abonentning signal /shovqin nisbati ko'tariladi.



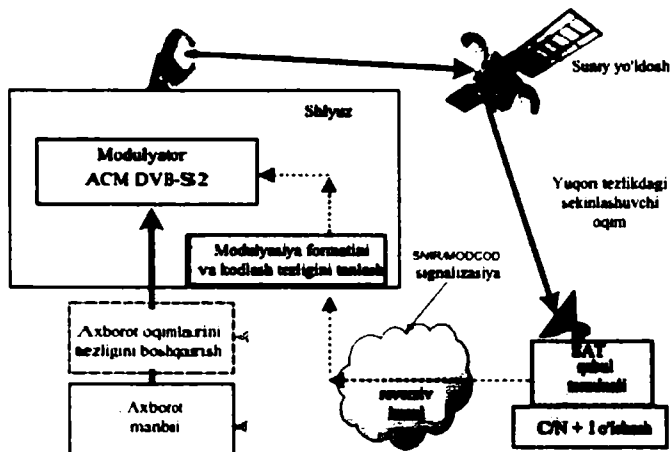
7.2- rasm. Ikki kanalli ierarxik modulyatsiyaning tashkiliy chizmasi



7.3-rasm. Fazaviy devyatsiya qiymatining o'zgarishi

Shunday qilib ASM rejimi, istalgan ob-havo sharoitida ham raqamli ma'lumotlarning katta tezlikda uzatilishiga imkon beradi. Bu holatda signal/shovqin nisbatining qiymati qabul tomonida abonent tomonidan tanlanadi (7.4-rasm). Qabul nuqtasida signal/shovqin plyus xalaqtlarni (S/N+P) uzluksiz o'lchashlar va natijalarni teskari kanal yordamida yer usti uzatish stansiyasiga yuborish bilan belgilanadi va tanlanadi. Bunda kodlash parametrlari(ko'rsatgichlari) kadrda kadrda o'zgarishlari mumkin.

MPEG-2 TS transport oqimini uzatishgagina mo'ljallangan DVB-S va DVB-DSNG standartlaridan farqli ravishda, DVB-S2 standarti nafaqat MPEG-2 transport oqimini balki, istalgan ko'rinishdagi yoki uzluksiz paketli ma'lumotlarni ham uzatish imkoniyatiga ega.



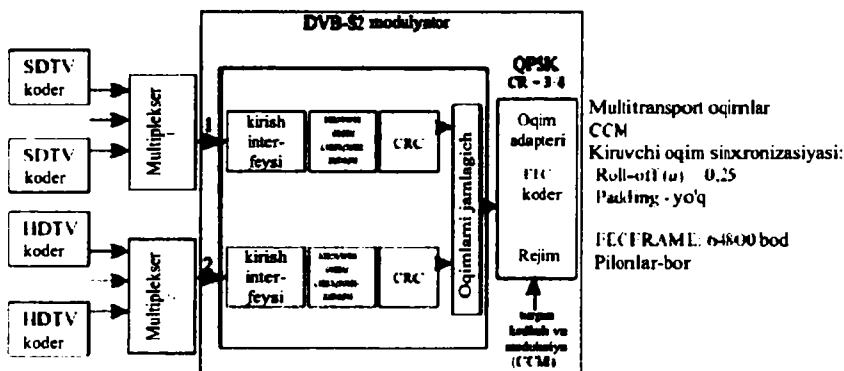
7.4-rasm. Uzatish parametrlarini adaptiv o'zgartirishni tashkil qilish sxemasi

Yuqorida aytib o'tilganidek, DVB-S2 tizimi bir vaqtning o'zida eshittirish xizmatlarining bir nechta transport oqimlarida uzatishga qodir va bunda har xil oqimlardagi xalaqitbardoshlik qiymatlarlari turlicha bo'lishi ta'minlanishi mumkin. Masalan, multipleksirlangan standart aniqlikdagi televideniye va kam himoyalangan yuqori aniqlikdagi televideniye kanalining yuqori xalaqitbardoshligini ta'minlanishi mumkin. 7.5-rasmda uzatish tomonidagi multipleksirlashning namunaviy sxemasi ko'rsatilgan.

Ushbu konfiguratsiyada, $CR=3/4$ da 8PSK va $CR=2/3$ da QPSK bo'lganda foydali signalni 27,5 Mbod/s tezlik bilan uzatish nazarda tutilgan. Bu holatda bod tezligi faqat foydali ma'lumotni uzatishni hisobga oladi va xalaqitbardoshli qo'shimcha bit kodlarini esa hisobga olmaydi. Shu sabab raqamli uzatish tizimlaridagi bod tezligi qo'shimcha ma'lumotli bit tezligidan kichik bo'ladi. Signalning bit tezligi esa bu holatda $SR=40$ Mbit/s ni tashkil etadi.

Bunday tezlikdan 2 ta HDTV dasturni va SR=12 Mbit/s tezlikda esa 2-3 ta standart DTV dasturlarni uzatishda uchun foydalanish mumkin.

Shuni ta'kidlash kerakki, yuqorida keltirilgan sxemalar va modulyatsiya usullarini qo'llash natijasida DVB-S2 standarti DVB-S ga nisbatan 25-30% ga ko'proq foydali ma'lumotlarni uzatishi yoki shu spektr samaradorligi saqlangan holda, signal bo'yicha 2-2,5 dB energetik zahiraga ega bo'lish imkonini beradi.



7.5-rasm. Teledasturlarni multipleksirlashning namunaviy sxemasi

7.2. Yer usti DVB-T2 televideniye standarti

Avvalgi bo'limda aytib o'tilganidek, yo'ldoshi DVB-S2 standarti avvalgisiga nisbatan kanalning o'tkazish qobiliyatining 30% gacha ortishini ta'minlaydi. Shuning uchun ham yuqori aniqlikdagi televideniye uzatish uchun DVB-S2 standartidan foydalanish maqsadga muvofiq.

HDTV ni yer usti eshittirish tizimlariga tatbiq qilishda ularning nisbatan kengligi kichik kanallari yanada tezroq band etiladi va shuning uchun ham yuqori aniqlikdagi televideniye eshittirishlari uchun yangi keng polosali va samarali standartni yaratishga ehtiyoj yuzaga kelgan.

2006 yil fevral oyida DVB konsorsiumi doirasida tadqiqot qo'mitasi (Study Mission) tashkil qilindi va qo'mita xilma xil texnologiyalarni o'rganish bilan shug'illandi. Yarim yildan so'ng qo'mitaning ish faoliyati yakuniga yetdi va DVB-T2 standartini ishlab chiqishga kirishildi va 2008 yil noyabr oyida ushbu standart tasdiqlandi hamda unga quyidagi talablar qo'yildi:

- DVB-T2 standartidagi translyatsiya mavjud xonaki va uy antennalariga qabul qilinishi lozim va yangi tizimga o'tish mavjud tarmoqning infratuzil masini o'zgartirmasligi kerak.

- DVB-T2 stantsionar va portativ antennalarga birdek qabul qilinishi lozim.

- DVB-T2 standartida avvalgi DVB-T standartiga nisbatan kamida 30% kanal samaradorligiga erishish lozim.

- DVB-T2 standarti bir chastotali tizimning (SFN) ishlashini yaxshilashi kerak.

- DVB-T2 standarti yagona radiokanalda turli xalaqitbardoshlik bilan uzatiladigan bir nechta alohida xizmatlarning ko'rsatilishini qo'llashi lozim. Masalan, 8 MGs kenglikdagi kanalda uzatilayotgan xizmatlarning ba'zilar faqat tomda o'rnatilgan yo'nalgan antennalarga, ba'zilar esa xonaki antennalarga qabul qilinishi kerak.

- DVB-T2 standarti chastotalardan va chastota polosasidan foydalanish samaradorligi oshirishi lozim.

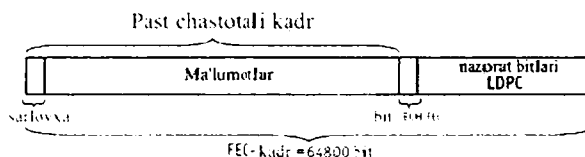
DVB oilasiga kiruvchi standartlarni yaratishda asosiy talab, ularning barchasi o'zaro mutanosib bo'lishini ta'minlashdir. Masalan, DVB-T2 va DVB-S2 standartlarida signalni bir formatdan ikkinchi formatga o'zgartirishda iloji boricha soddalashgan bo'lishini ta'minlash kerak. Demak, yangi standartlarni yaratishda iloji boricha avvalgi mavjud mexanizmlardan foydalani maqsadga muvofiq. Bu talabni bajarish uchun DVB-S2 standartidagi ikkita asosiy texnologiyalar saqlab qolingan. Ular:

1. Transport oqimlarining tizimli arxitekturasi va dastlab ma'lumotlarni past chastotali Bast Band (BB) paketlarga joylashtirish (keyingi paragrafda ko'rib chiqiladi).

2. Past zichlikni juftlikka tekshirishni ta'minlovchi (Low Density Parity Check Codes - LDPS), xalaqitdan himoyalangan koddan foydalanish.

Aloqa kanalining maksimal o'tkazish qobiliyatini ta'minlash uchun yangi standartda qator yangiliklar qabul qilinganki, ular DVB-T2 standartida kanalning o'tkazuvchanligini yangicha kodlash usullari, himoya intervallari o'lchamini o'zgartirish, tayanch signallarining rejimlarini o'zgartirish hisobiga, kodlash parametrlarini mukammallashtirishga qaratilgandirlar.

Bunga erishish uchun xalaqitlarga qarshi kodlashning (FEC) yangi sxemalari va Base Band (BB) kadr paketlardan foydalanilgan. 7.6-rasm da ko'rsatilganidek uzatiluvchi ma'lumotlar BB paketlarga joylashtiriladi. So'ngra xuddi DVB-S2 kabi LDPS FEC nazorat bitlari yordamida yopiladi. Yana LDPS dekodlashgandan keyingi xatoliklarni tuzatish uchun ma'lumotlar Bouz-Choudxori-Xokvingem qisqa kodlari yordamida qo'shimcha ravishda himoyalanganadir.



7.6-rasm. Past chastotali kadrning strukturasi (VV kadr)

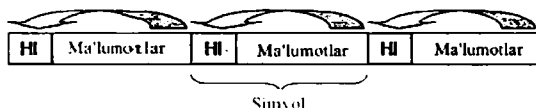
Kadring, xalaqitbardosh kodlash ma'lumotlari bilan, to'liq davomiy ligi 64800 bitni tashkil qiladi. Bu kadr DVB-T2 standartida bazaviy blok hisoblanadi. Bunda T2 standartida himoyalash kodlarining nazorat bitlarining ko'lami 15-50% miqdorida o'zgarishi mumkin. Biroq, standart tomonidan 16200 bit bo'lgan ancha qisqa kadr ham qo'llanilishi nazarda tutilgan. Bu kadr past tezlikdagi xizmatlarni qabul qilishdagi kechikishni kamaytirish uchun qo'llanilishi mumkin.

VV blok ichida uzatiladigan ma'lumotlar odatda, MPEG-2 formatidagi paketlar oqimi ketma-ketligi hisoblanadilar. Ayni vaqtda, BB-kadr maydoni signalizatsiya sarlavhasi GSE (Generic Stream Encapsulation -umumiy oqim inkapulyatsiyasi) yangi DVB-protokol IP-paketlari joylashishi bilan mos tushadi.

LDPC asosidagi xalaqitdan himoyalanganlik ishining test natijalari, Rid -Solomon kodlari va yig'uvchi kodlashni birga qo'llash asosidagi DVB-T xalaqitbardosh kodlashga nisbatan xalaqitlardan

himoyalanganlikni sezilarli oshganini ko'rsatdi. Yangi FEC hisobiga signal/shovqin nisbati bo'yicha yutuq, nazorat simvollarning bir xil qismlari uchun, oddiy xatolar qiymatida, 3 dBgacha bo'lishi mumkin. Ushbu yaxshilanish kanal o'tkazuvchanlik qobiliyatini 30% ga oshirish imkonini beradi.

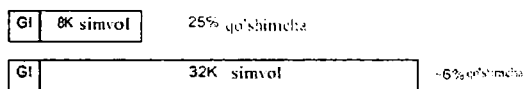
T2 ni ishlab chiqishda bir yoki ko'p tashuvchili modulyatsiyalarning bir necha variantlari taqqoslangan. Natijada himoya intervaliga (HI) ga ega OFDM varianti tanlangan, u DVB-T da ishlatilgan, bunda har bir simvol bir vaqtda faza va amplituda bo'yicha modulyatsiyalanadigan ortogonal tashuvchilarning katta soni bilan uzatiladi. DVB-T da, xususan, ikkita rejim - 2K va 8K lar ko'zda tutilgan. Bu raqamlar signalni ko'p tashuvchilar bilan shakllantirish uchun qo'llaniladigan FFT (Furye tez o'zgartirishi) o'lchamini ifoda etadi. Ma'lumotlarni uzatish uchun qo'llaniladigan tashuvchilarning mavjud amaliyotdagi soni bir muncha kam. Signallarni ko'p tarqalish oqibatidagi buzilishlardan (xatoliklardan) saqlash uchun (berilgan simvolni uzatishga xizmat qiladigan har bir tashuvchi uchun) T2 tizimda har bir simvol yakunida himoya intervalidan foydalaniladi hamda u 7.7-rasmda keltirilgan.



7.7-rasm. Himoya intervallaridan foydalanish

Himoya intervalining davomiyligi efir trakti uzunligi va uzatish tarmog'ining boshqa parametrlaridan kelib chiqib tanlanadi. Davomiyroq himoya intervallari bir chastotali tarmoqlarda talab qilinadi, chunki bunda qo'shni uzatgichdagi signallar qabul qilgichga asosiy signalga nisbatan sezilarli kechikib kelishi mumkin. Himoya intervali o'zida aloqa kanalining o'tkazuvchanlik qobiliyatini pasayishiga ta'sir qiluvchi ustqurmani namoyon qiladi. DVB-T da ushbu ustqurma uzatilayotgan ma'lumotlar hajmining 25% ni egallashi mumkin. Himoya intervalining, umumiy ma'lumotlar qismidagi hajmini oshirmasdan ko'paytirish imkoniga erishish uchun,

T2da ikkita yangi rejimlar 16K va 32K kiritilgan va bu holat ortogonal tashuvchilarning sonini mos ravishda oshirilishiga olib kelingan. 7.8-rasmda tashuvchilar soni ko'p bo'lgan rejimga o'tish ko'rsatilgan. Ushbu holatda himoya intervalining absolyut o'lchamlari saqlanib qolingan, biroq uning umumiy hajmdagi qismi qisqargan.



7.8-rasm. Ko'p sonli tashuvchilar rejimiga o'tishning ko'rsatilishi.

DVB-T2 da nisbatan uzun simvollardan foydalanish, umumiy hajm simvolida, himoya intervalining sezilarli qisqarishiga imkon beradi. 32K rejimidagi T2 da himoya intervalining maksimal davomiyligi himoya intervalining to'liq simvollar davomiyligiga, ya'ni 19/128 ga teng nisbatda erishiladi. Himoya intervalining davomiyligi 500mks bo'lganda, yirik umumdavlat bir chastotali tarmog'ini qurish imkoniyati mavjud.

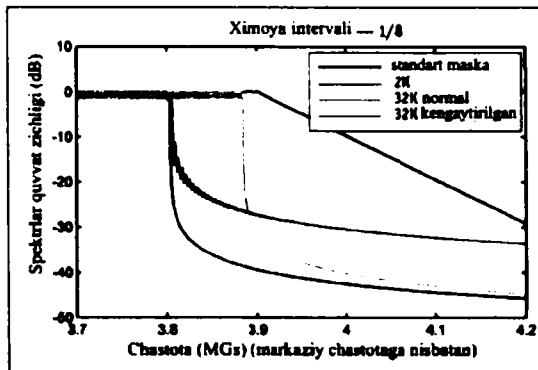
Shunday qilib, T2 nisbatan ko'p bo'lgan FFT o'lchamlari va keng himoya intervallari qiymatlarini beradi. Xususan:

- FFT o'lchamlari: 1K, 2K, 4K, 8K, 16K, 32K;
- Himoya intervallar parametrlari: 1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4.

Yuqorida aytib o'tilganidek, OFDMda har bir tashuvchi ham fazada ham amplituda bo'yicha modulyatsiyalanadilar. Oliy modulyatsiyalash standarti DVB-T, 64 QAMda, bitta simvol bilan birdaniga 6 bitni (bitta tashuvchining modulyatsiyalangan elementi bilan) uzatish imkonini beradi.

T2da oliy modulyatsiya 256 QAMgacha ko'tarilgan, u bitta simvol bilan 8 ta bit uzatish imkonini beradi. Ushbu modulyatsiya shovqin tomonidan yaratilgan xatoliklarga ta'sirchan ekaniga qaramay, test natijalari shuni ko'rsatdiki, LDPC FECdan foydalanish DVB-T ga nisbatan, xuddi shunday sharoitlarda, kanal samaradorlikni 30% oshishini ta'minlaydi.

T2 da yaratilgan yangi rejimlar - 16K va 32K avvalgi 2K rejimga nisbatan polosadan tashqaridagi tarkibiy qismlarning keskin pasaytirish imkoniga ega. 7.9-rasmda ko'rsatilganidek, ushbu holat tashuvchilarning, 8MGs polosada, DVB-T signallarini standart spektral maskaga yaqin joylashtirishga imkon yaratadi. Ushbu kengaytirilgan polosalar yana 2%gacha qo'shimcha ma'lumotlarni uzatish imkonini beradi.



7.9-rasm. 8 MGs kanal uchun DVB-T2 signallari nazariy nochiqli spektral quvvatlari taqsimoti

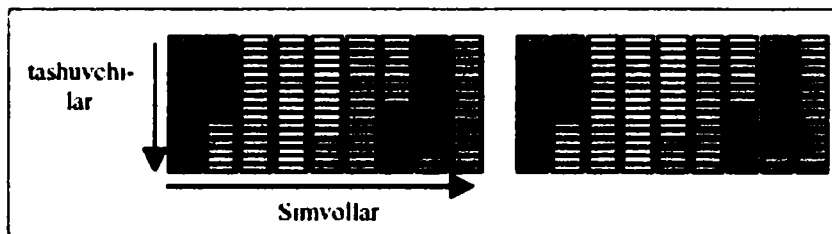
OFDM tizimlarida taqsimlangan tayanch-signal ishlatiladilar. Ular ma'lum vaqt va tashuvchilar bo'yicha taqsimlangan modulyatsiyalangan elementlar sifatida namoyon bo'ladilar. Qabul qilgichga tayanch-signal modulyatsiya parametrlari ma'lum va qabul qilgich ularni kanal holatini baholashga ishlatishi mumkin. DVB-Tda har o'n ikkinchi modulyatsiyalangan element tayanch-signal bo'lib hisoblanadi, ya'ni ularning umumiy ma'lumotlar hajmidagi qismi 8%ni tashkil qiladi. Ushbu proporsiya himoya intervallarining har qanday variantida ishlatiladigan va himoya intervallari 1/4 bo'lgan signallarni tekislash imkonini beradigan, tayanch-signalni joylashtirish mumkin bo'lishi kerak. Biroq kichik himoya intervallari uchun 8% miqdordan kam tayanch-signalni qo'shish ortiqchalikka olib keladi. Shuning uchun T2da ularni joylashtirishning 8 turli xil varianti mavjud. Himoya intervalinig

nisbiy davomiyligining har bir variantiga tayanch-signal joylashuvining bir necha varianti mos keladi va ular kanalning joriy holatidan kelib chiqib dinamik tanlanadi, bu esa ularning sonini mukammallashtirish imkonini beradi. 7.10-rasmda tayanch-signal joylashuvining mumkin bo'lgan ikki varianti ko'rsatilgan. Tayanch-signalning zichroq joylashuvi qabul qilgich kirishida signal/shovqin nisbatini talab etilgan qiymatini pasaytirishga va sinxronizatsiyani yaxshilashda ishlatilishi mumkin. Oxirgi holatda tayanch-signal psevdotasodifiy ketma-ketlik bilan modulyatsiyalanadilar.



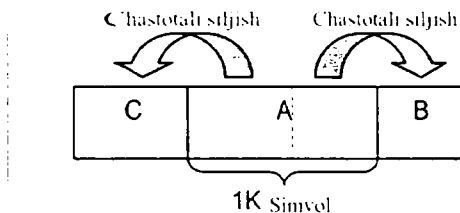
7.10-rasm. Tayanch-signal joylashuvining variantlari va ularning umumiy signaldagi ulushlari

T2ga bo'lgan tijorat talablari turli xizmatlar uchun xilma xil qiymatli xalaqitbardoshlikni ta'minlashdan iboratdir. Bu turli modulyatsiya sxemalari va xalaqitbardosh kodlashdan foydalanilganda ta'minlanishi mumkin. T2da bunga OFDM-simvollarini kadr ichida guruhlash bilan erishiladi, ya'ni har bir xizmat kadrda aniq slotni egallaydigan butun blok bilan uzatiladi. Ushbu omil 7.11-rasmda keltirilgan va bu yerda turli rang bilan turli xizmatga tegishli oqim fragmentlari ifodalangan.



7.11- rasm. T2da kadrlar strukturasi

T2 da kadr boshi qisqa OFDM-simvol P1 bilan belgilanadi. R1 xuddi 7.12-rasmda ko'rsatilgandek, qo'shni tashuvchilarning (chastota bo'yicha siljigan) bosh va oxirgi simvollarini qaytarilishini ko'rsatuvchi 1K OFDM-simvolidan iborat. Bunday P1 simvolining tuzilishi bir tomondan uni oson aniqlanishi imkonini beradi, boshqa tarafdin simvolni asosiy kadrning qandaydir fragmenti bilan qo'shilish imkonini ta'qiqalaydi.



7.12-rasm. DVB-T2 signalizatsiyasi R1 simvolining soddalashtirilgan ko'rinishi

Spektrni skanerlaydigan qidirish rejimidagi T2- resiver tomonidan, uzatishni aniqlanishining va sodda, ishonchli mexanizmini, ya'ni resiver bilan chastotani tezkor va 6 bitli signalizatsiyasini ushlashni ta'minlaydi (masalan: T2 kadrda FFT o'lchamini aniqlash uchun).

T2 kadrning standart davomiyligi -200 ms atrofida, kadr tuzilishi haqidagi axborotni uzatilishi talab qiluvchi ustqurma esa qoida bo'yicha 1%dan kamroqni egallaydi.

T2 kanalli kodlash tizimida oralatishning uchta kaskadi ishlatiladi. Bu esa buzilgan elementlarning paketli xatoliklari, dekoderda deoralatishdan keyin, LDPC FEC-kadr bo'ylab tarqatilishini deyarli kafolatlaydi va yakunda LDPC koderga ma'lumotlarni tiklash imkonini beradi.

Ushbu kaskadlarni keltirib o'tamiz:

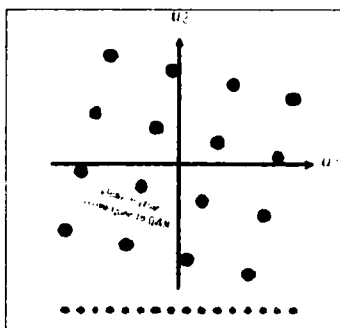
1. Bitli oralatgich: bitlarni FEC-bloki doirasida randomizatsiyalaydi;

2. Vaqtli oralatgich: T2 kadr doirasida FEC-blok ma'lumotlari simvollarini qayta taqsimlaydi. Bu signalni impuls shovqinga va

uzatish trakti xarakteristikalarining o'zgarishiga chidamliligini oshiradi.

3. Chastotali oralatgich: u selektiv "chastota qotish" effektini susaytirish maqsadida ma'lumotlarni OFDM-simvoli doirasida randomizatsiyalaydi.

Shuningdek, T2 da xalaqitbardoshlikni oshirish uchun, modulyatsion yulduzcha turkumni belgilangan aylana burchakka burish yangi texnikasi qo'llanilgan. Bunday burish, e'firdagi odatiy muammolar mavjud holatda, signal chidamliligini sezilarli oshirishi mumkin. Diagrammani aniq belgilangan burchakka burish hisobiga yulduzcha turkumining har bir nuqtasi boshqa nuqtalar tomonidan takrorlanmaydigan o'ziga xos koordinatasiga (u_1 va u_2) ega bo'ladi (7.13-rasm).



7.13-rasm. QAM16da modulyatsion yulduzchalar turkumlarining burilishi

Nuqtaning har bir koordinatasiga modulyatorida alohida ishlov beriladi va ular boshqa simvolning u_2 va u_1 bilan aralashtirilib, OFDM-signalda bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda uzatiladilar (ya'ni, u_2 va u_1 turli OFDM-tashuvchilarda va xilma xil OFDM-simvollarida uzatilishi mumkin).

Qabul qilgichda u_2 va u_1 birlashtiriladilar va aylana bo'ylab burilgan dastlabki yulduzcha turkumi shakllantiriladi. Shunday qilib, agar bitta tashuvchi yoki simvol interferensiya natijasida yo'qolib qolsa, unda boshqa koordinata haqidagi axborot saqlanib qoladi, bu

esa simvolni tiklash imkonini beradi, garchi signal/shovqin nisbati kichik bo'lsa ham. Simmetrik (burilmagan) yulduzcha turkumidan taqsimlangan u_2 va u_1 lardan foydalanishning ma'nosi yo'q, chunki simvol faqatgina ikkita koordi nata birikmasi asosida tanilishi mumkin. Ularning har biri alohida egizagiga ega bo'ladi va ularning birikmasigina o'ziga xos bo'ladi. Test modellashtirish natijalari ushbu texnikadan foydalangandagi signal /shovqin nisbati bo'yicha yutuq 5dBgacha yetishi mumkinligini tasdiqlagan.

T2 standarti Alamout kodidan foydalanish hisobiga ikkita uzatgichdan qabulni amalga oshirish imkoniyatini ta'minlaydi. Resiver birdaniga ikkita uzatgichning signalini "qabul qilsa", masalan, bir chastotali tarmoqda yo'nalmagan antennadan qabul qilish hisobiga, undan foydalanish tizimning ishini sezilarli yaxshilashi mumkin. Ushbu kodlash tayanch-signal formati shaklini o'zgartirish bilan birga amalga oshirilsa, ikkita har xil efirdan kelayotgan kanallar signallarini xalaqitsiz ajratish va alohida dekodlash imkonini beradi. Xususan, agar antennaga faqat bitta kanalga ruxsat bor bo'lsa, kodni qo'yish qabulni yomonlashtirmaydi. Dastlabki hisoblashlar ushbu texnika kichik bir chastotali tarmoqlarni qamrab olish sohasini 30% kengaytirish imkonini berishini ko'rsatdi.

Shuni alohida ta'kidlab o'tish joizki, DVB-T2 da qo'shimcha funksiyalar kiritilishi ham belgilanganlar, ularning ba'zilari hozirgi kunda ishlatilmasada, kelajakda ushbu tizim imkoniyatlaridan keng foydalanish mumkin. **Masalan:** T2da ikkita qo'shimcha qurilma mavjud bo'lib, ularni kelajakda kadrlarni kengaytirishda qo'llash mumkin. Bunda T2 kadrlarining tuzilishi hali aniqlanmagan turdagi signallarga mo'ljallangan mavjud bo'lmagan turdagi kadrlarga signalizatsiyani kiritish imkoniyatini ko'zda tutadi (7.14-rasm).



7.14-rasm. T2 kadrlar aro FEF maydonlarining kiritilishi

Ya'ni, bu FEF (Future Extension Frames- Kadrlarning Kelgusi Kengayishi) kadrlarning mazmuniy tarkibi hali aniqlanmagan. T2

ko'rsatgichlariga mos signalizatsiyaning kiritilishi birinchi avlod resiverlari uchun FEF-fragmentlarni tanib olish va ularga e'tibor bermaslik imkonini yaratadi. Biroq hozirdan egallanmagan o'rinlar uzatishning birinchi tizimlarini kelajakdagilari bilan teskari aloqasini ta'minlashi, ularda bu signalizatsiya tarkibi yangi ma'lumotlar haqidagi axborotni tashishini belgilaydi.

Shuningdek, T2da chastota-vaqt segmentatsiya ko'zda tutilgan bo'lib, ular kelgusida slotlarga (TFS - Time Frequency Slicing - chastota kesish vaqti) chastota-vaqt bo'yicha bo'lish uchun zarur. **Garchi asosiy qabul qilishning xususiyati** TFS dan foydalanmay qo'llashni nazarda tutsada, signalizatsiyalarga kiritilgan belgilar, ular ikkita tyuner bilan jihozlangan bo'lg'usi resiverlarning TFS-signallari bilan ishlash imkonini beradi. Bunday signal bir necha radio chastota kanallarni egallaydi va har bir xizmatning turli fragmentlari umumiy holda turli chastotalarda uzatiladilar. Resiver kanaldan kanalga sakrab o'tib, sozlanib, qabul qilinayotgan xizmatga tegishli ma'lumotlar fragmentlarini yig'ib oladi. Bu bitta radio chastota kanaliga uchun ruxsat etilgandan ko'ra kengroq paketlarni shakllantirish imkonini beradi, bu esa o'z navbatida kanallar chastotalarini rejalashtirishdagi moslashuvchanligini va statik multipleksirlash hisobiga kanallar sonini yutish imkonini yaratadi.

Bunda **T2 tizimining o'tkazuvchanlik qobiliyati** parametrlarning belgilangan butun ketma- ketligini tanlash bilan aniqlanadi. Bu maqsadda ko'pgina opsiyalar ko'rib chiqilgan va aniq konfiguratsiya bilan qabul qigichlar maxsus signalizatsiya yordamida xabardor qilinadi. Parametrlarni tanlash tizim ishi mukammallashtirishni ko'zda tutadi, masalan, kanaldan kanalga o'tish vaqti bilan xizmat axborotining qismining o'zaro mutunosibligi yoki o'tkazuvchanlik qobiliyati bilan xalaqitlarga chidamlilik orasidagi moslashuvni qidirish.

Shakllantiruvchi ko'rsatgichlarning ko'p bo'lishi boshqa tizimlar bilan solishtirishni murakkablashtiradi. Masalan, T2ni DVB-T bilan solishtirsak, birinchi navbatda standart kanaldagi xuddi shunday signalni ta'minlovchi, biroq T2 da murakkab sharoitda qabulning katta xalaqitbardoshligini nazarda tutadigan parametrlar olinishi mumkin. Bunday variant DVB-Tga nisbatan T2 kanalining yuqori

o'tkazuvchanlik qobiliyatiga mos keladi. Biroq normal kanal uchun ko'rsatkichlari pastroq variantni ham tanlash mumkin, ammo xuddi avvalgidek qabul qilish murakkab sharoitlaridagi kanallar uchun yuqorilari tanlanadi. Bunday sharoitda qabul qilish qobiliyati yana ham oshadi.

Gauss kanalidagi bir xil turdagi tizim nisbiy xarakteristikallari 7.1-jadvalda keltirilgan.

7.1-jadval

DVB-T va DVB-T2 tizimlarining ayrim qiyosiy xarakteristikallari

	DVB-T(ingliz varianti)	DVB-T2
Modulyatsiya	64QAM	256 QAM
FTO' o'lchami	2K	32K
Himoya intervali	1/32	1/128
FEC	2/3CC+RC (8%)	3/5LDPC+BCH (0,3%)
Taqsimlangan TS	8%	1%
Turg'un TS	2,6%	0,35%
Kadr sarlavhasi	1%	0,7%
Polosa	normal	kengaytirilgan
O'tkazuvchanlik qobiliyati	24,1 Mbit/s	35,9 Mbit/s

Bu yerda: FTO' - Furye tez o'zgartirishi; TS- tayanch-signal
 Jadvaldan ko'rinib turibdiki, DVB-T inglizcha variantiga nisbatan kutilayotgan o'tkazuvchanlik qobiliyatining o'sishi 1,5 martani tashkil qiladi. Bu nazariy baholashning natijalari, ammo mavjud adabiyotlarda ushbu materiallarini ifodalashdagi tajribaviy natijalar keltirilmagan.

Shunday qilib, DVB-T2 yangi standartining asosiy holatini taxlil qilishda, standartga signallarni efilni uzatish xususiyatini nazarda tutuvchi yangi samarali texnologiyalar kiritilgan deb xulosa chiqarish mumkin. Bundan tashqari, kadrlarning xizmat-nazorat ustqurmalarini optimizatsiyalash imkonini beruvchi asosiy parametrlar safi kengaytirilgan. Bularning barchasi umumiy holda o'tkazuvchanlik

qobiliyatini sezilarli oshishiga va bir vaqtning o'zida tizimning chidamliligini oshirishiga olib kelishi kutilmoqda. Ya'ni, yuqori aniqlikdagi teleuzatishlari uchun mukammal tarmoqni qurish imkoni mavjudligi ta'kidlanmoqda.

7.3. DVB-C2 kabel televideniye standarti

Kanaldagi xalaqitlarning past ko'rsatgichi va yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyati hisobiga zamonaviy kabelli televideniye tarmoqlar hozirda va kelgusida ayniqsa, keng polosali teskari aloqani shakllantiruvchi telekommunikatsion xizmatlar uchun sifatli asoslarni namoyon qilmoqda. DVB-C standartida raqamli televideniye tizimini MPEG-2 siqilishi bilan birgalikda joriy qilinishi tarmoqda katta miqdordagi televideniye kanallarini kiritish imkonini yaratdi. Shu bilan birga DVB-C analog teleeshittirish bilan birga mavjud bo'lishi davom etmoqda, chunki hozirgacha ko'pgina kabel tarmoqlarida Internet ma'lumotlarini ikki tomonlama uzatish amalga oshirilmoqda. Operatorlar o'zlarida an'anaviy teleeshittirishga qo'shimcha telefoniya va Internetga kirishni ta'minlaydigan multiservis xizmatlar paketini shakllantiradilar. Bunda IP-trafik hajmi sezilarli o'smoqda va bu rivojlanish kelajakda ham saqlanib qolish istiqboli kutilmoqda. Undan tashqari, videomateriallar borgan sari yuqori aniqlikdagi televideniye formatida taqdim qilinmoqda, bu esa standart aniqlikdagi televideniye nisbatan yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyatini ta'minlaydigan kengroq polosani talab etadi. Shu bilan birga, foydalanilayotgan to'g'ri kanal spektri 800MGs qiymat bilan cheklangan. Shuning uchun yuqori aniqlikdagi televideniye standartida ommaviy uzatishlarni joriy qilishda, ko'pgina kabel operatorlari, spektr chastotalari yetishmasligi muammosiga duch keladilar. Ushbu muammoni yoki televideniye diapazoni yuqori chastotasini ko'tarish yoki tarmoqdagi abonentlar sonini kam miqdorga ega segmentlarga bo'lish bilan bartaraf etish mumkin. Ikkala yondashuv ham qo'shimcha qurilmalarni ham uzatish, ham qabul qismlarida foydalanishni talab qiladi, bu o'z navbatida ko'rsatilayotgan xizmat haqqini oshishiga olib keladi. Uchinchi, istiqbolli yondashuv - fizik kanalning spektrdan samarali foydalanish

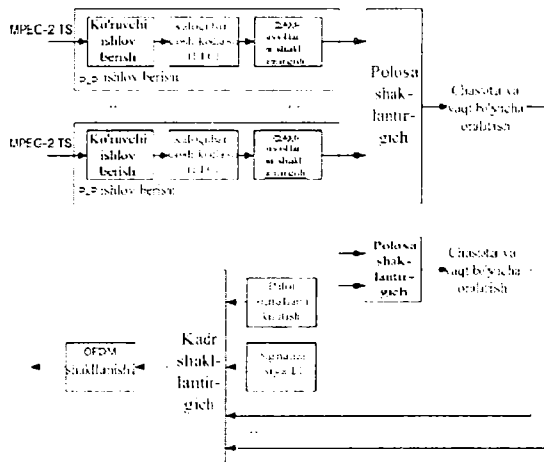
texnologiyasini qayta tashkil qilishdir. Bunday texnologiya aynan yaqindagina qabul qilingan raqamli kabelli televideniye standarti, ikkinchi avlodi DVB-C2da ishlab chiqilgan.

DVB-C2ning umumiy xarakteristikalari

DVB standartlari ikkinchi avlodi uchta asosiy transport muhitga - DVB-S2 (yo'ldosh), DVB-T2 (efir) va DVB-C2 (kabel) xizmat ko'rsatuvchi uchta asosiy transport standartlarini o'z ichiga oladilar. DVB-X2 standartlar oilasini ishlab chiqaruvchilar turli muhitga mo'ljallangan standart tashkil etuvchilarini maksimal darajada bir shaklga keltirishga harakat qilishgan. Masalan, barcha standartlarda yagona xalaqitbardoshli kodlash sxemasi - xatolarni to'g'ridan-to'g'ri to'g'irlash (FEC - Forward Error Correction) qo'llaniladi. U tashqi kodli himoya Bouz-Choudxuri-Xokvingem kodini (Bose-Bhauhdhuri-Hocquenghem, BCH) qo'llagan va ichki kod himoyasini past zichlik juftiga tekshiruvchi koddan (Low Density Parity Check Codes - LDPC) foydalangan holda ketma-ket qo'yishni ko'zda tutadi. Undan tashqari DVB-S2 va DVB-C2 tizimlari ko'rsatgichlari juda yaqin, bu esa yo'ldosh signal formatini kabel tarmoqlari signallariga o'tkazishni osonlashtiradi. 7.15-rasmda DVB-C uzatgichining soddalashgan tashkiliy chizmasi keltirilgan.

DVB-S2 va DVB-T2 dagi kabi yangi kabel standartida ham bitta fizik kanal ichida bir necha transport kanallarini ajratib olish ko'zda tutilgan. Ular PLP (Physical Layer Pipe - Trubaning fizik qatlami) nomini olgan. Bu man'iy kanal bo'lib, u MPEG-2 TS oddiy oqimni o'tkazish yoki GSE (Generic Stream Encapsulation - tashkiliy umumiy oqim) IP protokolidan foydalangan holda uzatish uchun qo'llanilishi mumkin. Har bir PLP ishlov berishning kirish blokidan o'tkaziladi, uning ketidan xalaqitbardosh kodlash moduli va so'ngra QAM-simvollar shakllantirgichiga uzatiladi. Bir yoki bir necha PLP ma'lumotlar qatlami Data Slicesga (kanal bilan bir xil) yotqizilishi mumkin. Paketli xatoliklarga yoki kichik polosali xalaqitlar ta'siriga chidamlilikni oshirish uchun ushbu qatlamlar vaqt va chastota bo'yicha oralatiladilar. So'ngra ular barcha qatlamlarni birlashtiruvchi va tayanch-signal, shuningdek, birinchi daraja signalizatsiya

sarlavhasini qo'shuvchi kadr shakllantirgichiga kelib tushadilar. Oxirgi bosqichda shakllangan kadr OFDM-oqimi generatoriga kelib tushadi.



7.15- rasm. DVB-C uzatgichining soddalashtirilgan tashkiliy chizmasi

Bir necha PLP dan foydalanish bitta fizik kanalda bir necha mustaqil man'liqiy kanallarni uzatish imkonini yaratadi. Har bir PLP shunday man'liqiy kanalni namoyon qiladiki, unda yoki MPEG-2 TS transport oqimi paketlari yoki GSE protokolidan foydalanib IP-paketlar uzatiladilar.

Qabul qiluvchi tomonda aniq PLPni identifikatsiyalash imkonini beruvchi PLP Id- identifikatori, har bir paket oldidan uzatiladigan sarlavhaning qismi hisoblanadi. Ushbu sarlavhani dekodlab, PLP Id ajratib olingandan keyin, qabul qilgich sarlavha ketidan kelayotgan paketni dekodlash kerakmi yoki kerak emasligin aniqlab berishi mumkin. Talab etilayotgan PLP ga tegishli bo'lmagan paketlar QAM-demodulyator va xalaqitbardosh kodlash dekoderiga o'tkazilmaydilar. Natijada qabul qilgich tomonidan ishlov berilayotgan oqim tezligi, shuningdek, ushbu ishlovga talab etilayotgan protsessor quvvati sezilarli pasayadi. PLP dan foydalanishning boshqa afzalligi shundaki, unda turli oqimlarni turli xalaqitbardoshlik qiymatida uzatish mumkin,

masalan: modulyatsiya sxemasi va xalaqitbardoshli kodlash rejimi har bir PLP uchun individual tanlanishi mumkin. Ya'ni, har bir xizmat uchun o'zining xizmat ko'rsatish sifati (Quality of Service- QoS) tanlanishi mumkin. Parametrlarni individual tanlashning afzalligi birinchi navbatda ma'lumotlarni "nuqta-nuqta" rejimida ikkitomonlama uzatilishida namoyon bo'ladi. Ular bosh stansiya va aniq abonent qurilmasini bog'lovchi kanallar xarakteristikasidan kelib chiqib tanlanadi, aniqroq aytganda, aloqa liniyasining davomiyligi, tarmoq kuchaytirgichlari soni va uy ichi uchun ajratilgani sifatlarga bog'liq bo'ladi.

Ushbu texnika Internetga mo'ljallangan tarmoqqa DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specifications-ma'lumotlarni koaksial televizion kabel orqali uzatish standarti) kabel orqali kirish uchun qo'llanilishi mumkin. Ushbu holatda to'g'ri yo'nalishda uzatishda DVB-C2 kanali ishlatiladi, qabul qilinayotgan signal sifati haqidagi axborot esa kabel modem orqali teskari kanalda uzatilishi mumkin. Bu tarmoq spektrdan foydalanish samaradorligini oshirishga imkon beradi.

Xalaqitbardosh kodlash va modulyatsiya. Qurilmani umumlashtirish uchun DVB-C2 standartida ham LDPC xalaqitbardosh kodlash amalga oshiriladi va u avvalroq DVB-T2 va DVB-S2 standartlariga kiritilgan edi. Ushbu kanal kodlari 20 asrning 60-yillaridanoq ma'lum bo'lganlar, biroq uning amaliyotda qo'llanilishi so'nggi yillardagina, mikroprotsessor texnologiyalari rivojlanganidan so'ng, amaliyotga tatbiq qilish mumkin bo'ldi. Ulardan foydalanish afzalligi quyidagida o'z aksini topgan. Himoya kodi nisbiy tezligiga 9/10 bo'lganda dekoder tomonidan, hattoki xatoliklar zichligi bir necha foiz bo'lganda ham, DVB-C2 oqimi tiklanishi mumkin. DVB-C da qo'llaniladigan Rid-Solomon kodlari xuddi shunday tezlikdagi oqimni kvazixatoliksiz holatdagi xatoliklar zichligi 2·10⁻⁴ oshmagandagina tiklashi mumkin. LDPC-kodlashning samaradorligi ayniqsa davomiyligi katta ketma-ketliklarni kodlashda yuqori bo'ladi. Chunki DVB-C2 standartida LDPCga qo'yiladigan so'zining davomiyligi 64800 bitni (DVB-C dagi 1632 bit yoki 204 bayt o'rniga) tashkil qiladi. Ya'ni, kodlanayotgan so'z MPEG-2 TS transport paketi bilan korrelyatsiyalanmagan (bog'lanmagan).

DVB-C2 da LDPC kodlashdan keyin juda yuqori nisbiy tezlikka (0,99 atrofida) ega VSN kodini qo'llash ko'zda tutilgan. Ushbu kod kam korrelyatsiyalash qobiliyati LDPC bilan to'g'rilash sathini (pog'onasini) pasaytirish uchun kiritilgan. To'g'rilash pog'onasi LDPC yoki turbokodlar kabi barcha iterativ (yaqinlashish) kodlash sxemalarida mavjud. U dekodlashdan keyin, FEC-dekoder tomonidan bajarilgan ketma-ket iteratsiyalar to'g'rilashlari yordam bermaydigan, xatoliklarning bir nechatasining qolib ketishida yuzaga keladi.

Xalaqitbardosh kodlashning samaradorligining sezilarli darajada oshirish uchun modulyatsiyaning yanada yuqoriroq o'lchamli qiymatlaridan foydalanish kerak. Agar DVB-C da maksimal 256 QAM ni ishlatish mumkin bo'lsa, DVB-C2 da qo'shimcha 1024 va 4096 QAM bo'lgan qiymatlardan foydalanish mumkin. Mumkin bo'lgan modulyatsiya kombinatsiyalari 7.2-jadvalda keltirilgan. Keltirilgan jadvaldan ko'rinib turibdiki, ma'lumotlarni xatoliklarsiz qabul qilish uchun zarur bo'lgan signal/shovqin nisbati 10dan 35 gacha bo'lgan oraliqda yotadi va bunda modulyatsiyalashning ruxsat etilgan spektri va kodlash sxemalari, talab etilayotgan signal/shovqin nisbatining 2dB atrofidagi qadami bilan tarlab olish imkonini beradi.

DVB-C dan DVB-C2 ning asosiy farqi shundaki, unda bitta QAM-modulyatsiyalangan tashuvchigi o'rniga OFDMni qo'llaniladi, chunki OFDM turli ko'rinishdagi kanal buzilishlariga ko'proq chidamliroqdir (masalan: kichik polosali xalaqitlar yoki ko'p nurli akslanishlarga). DVB oilasiga keladigan bo'lsak, OFDM boshida DVB-T birinchi avlodi efir standartida qo'llanildi, keyin uning imkoniyatlaridan DVB-T2ni kengaytirilishida va takomillashtirilishida qo'llanildi. Yangi efir standartida qo'llanilgan COFM-ko'rsatgichlar to'plami kabel orqali uzatishlar talablariga to'la mos keladilar, shuning uchun ular DVB-C2 ga ham foydalanilgan. COFDM-parametrlarining umumiyliги kabel va efir standarti qurilmalari funksional bloklarining ko'pgina qismlarining o'xshashliklari ular uchun mujassamlashtirilgan chiplar yaratish jarayonini arzonlashtirdi.

Natijada DVB-C2 formati DVB-T2da o'zlashtirilgan foydali OFDM-simvol davomiyligi 448 mks bo'lgan va himoya intervalining ikkita ko'rinishi- 1/64 va 1/128dan iborat 4K rejimni qo'llaydi. Undan tashqari, DVB-C2da ikkala tizimda ham kanal sifatini baholash

yagona blokini qo'llash imkonini beruvchi tayanch-signalarni taqsimotlash sxemasidan foydalaniladi.

7.2-jadval

DVB-C2 tizimida xatosiz qabul qilish uchun ruxsat etilgan nisbiy uzatish tezligi, modulyatsiyasi va signal/shovqin qiymatlari

FEC	16 QAM	64 QAM	256 QAM	1024 QAM	4096 QAM
2/3	-	13,5 dB	-	-	-
3/4	-	-	20,0 dB	24,8 dB	-
4/5	10,7 dB	16,1 dB	-	-	-
5/6	-	-	22,0 dB	27,2 dB	32,4 dB
9/10	12,8 dB	18,5 dB	24,0 dB	29,5 dB	35,0 dB

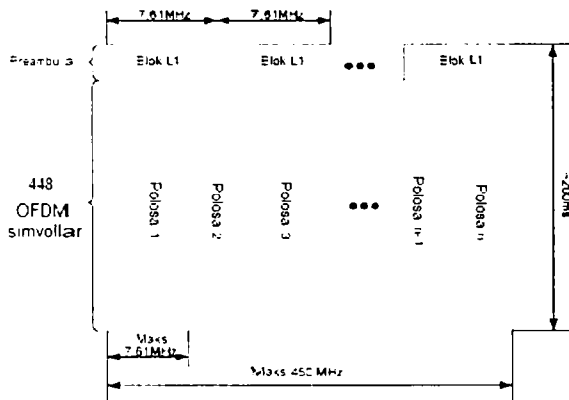
Shu bilan birga, efir standartidan farqli, DVB-C2 chastota diapazoniga qattiq bog'lanishga muhtoj emas. Kabelli tarmoq yopiq ekranlashtirilgan muhitni ifodalagani uchun, uni spektrning chastota taqsimlanish efir rejasi bilan boshqarish zaruriyati yo'q. Shuning uchun, kabelli tizimda kanal polosasini o'z talablaridan kelib chiqib, asta moslashtirsa bo'ladi. Bitta modulyatsiyalangan tashuvchi o'rniga OFDM ni qo'llash, ayni shu imkoniyatni ta'minlovchi kalit- faktor hisoblanadi. Kanal kengligi unga ajratilgan OFDM -tashuvchilarning aniq soniga qarab belgilanadi. Kirish filtr xarakteristikasi va tizim soatlari deyarli o'zgarmaydi. Bunday yondashuv xizmatlarning ko'proq miqdorini joylashtirish uchun uzatilayotgan signal polosasida kengaytirish imkonini yaratadi. Abonent qurilmasini murakkablashtirmaslik va qimmatlashtirmaslik bunday kanallarni segmentlangan qabulini tatbiq etishni taqozo etadi. Ushbu yondashuv efir televideniyeining yapon tizimi ISDB-Tda qo'llaniladi. Standart polosa o'tkazish qobiliyatiga ega qabul qilgich keng paketdan, ayni daqiqada, qabul qilinayotgan xizmatni tashkil etuvchi ma'lum qismini ajratib olishi mumkin, ushbu qism tomondan egallanadigan polosa hech qachon 8MGsdan os hmaydi.

DVB-C2 kadrining tuzilishi 7.16-rasmda ko'rsatilgan. C2ning har bir kadri bir yoki bir necha OFDM-simvollardan iborat va ikkita asosiy vazifani bajaruvchi dastlabki qismdan (preambuladan)

boshlanadi. Bir tomondan u tuzilmaning o'zini va OFDM-signalni vaqt va chastota bo'yicha ishonchli sinxronizatsiyasini ta'minlaydi. Shu maqsadda preambulaga tayanch-signalning o'ziga xos ketma-ketligi kiritiladi va ular preambula simvollarining har oltinchi OFDM-tashuvchisini modulyatsiyalaydi. Boshqa tarafdin preambula o'zida ma'lumotlar oqimini dekodlash uchun zarur bo'lgan foydali axborotdan iborat bo'lgan 1-qiymatli (L1) signalizatsiyasini saqlaydi. Preambula sikl bo'yicha uzatiladigan L1 signalizatsiya bloklaridan iborat, ular keng polosali kanalning har 7,61 MGs polosasida takrorlanadi. L1 bloklarining aniq belgilangan joylashuvi va ularning 7,61 MGs qadam bilan takrorlanishi har qanday 8 MGs diapazonida kadrlarni sozlashni ta'minlaydigan qabul tyunerini ishlashini ta'minlaydi. 7.17-rasmda keltirilganidek, signalning chastota bo'yicha namoyishga o'tishda (ya'ni, Fyuning to'g'ridan-to'g'ri o'zgartirishidan keyin) qabul qilgich, u tomonidan qabul qilingan tashuvchilarni kerakli tartibda joylashtirish va preambuladagi axborotni tiklash imkoniga ega. Hattoki, bir necha tashuvchilarning yo'qotilishi ham tizim ishiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi, chunki signalizatsiya juda xalaqitbardosh rejimda uzatiladi. L1 signalizatsiya bloklaridan farqli ravishda qatlamlar chastota diapazoniga qattiq bog'lanmasligi kerak va ular oqim ichida tamomila erkin joylashishlari mumkin. Yagona talab - hech qaysi qatlam kengligi 7,61 MGsdan oshmasligi kerak. Aynan shuning uchun L1 signalizatsiyalari kiruvchi oqimning har qanday chastota segmentiga sozlash mumkin bo'lishi kerak.

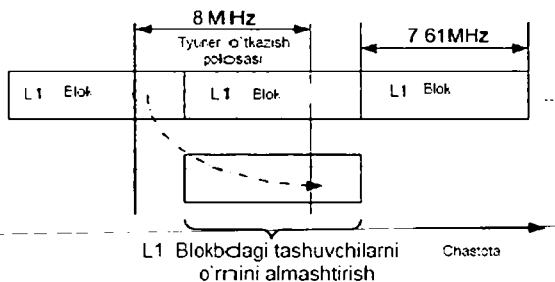
Bunday sxema ajratilayotgan qatlam polosasini unda uzatilayotgan oqim tezligiga aniq sozlash imkonin beradi. Masalan, turli bit tezlikdagi yo'ldosh oqimlari DVB-C2 oqimlariga ortiqcha bitlar bilan to'ldirmay yoki MPEG-2 TS transport oqimiga qayta multipleksirlamasdan turib o'tkazilishlari mumkin. Qatlam toki OFDM-signalning barcha tashuvchilari to'lmaguncha shakllanishlari mumkin. Har bir qatlamni kengligi va joylashtirilishi freyndan-freynga qarab o'zgarishi mumkin, lekin bu qabul qilgichni sozlash zaruriyatini talab etmaydi. Kadrdan uzatilayotgan L1 blokdagi signalizatsiya faqatgina qatlamning boshlang'ich va oxirgi chastotalaridan iborat bo'lmaydi, balki, ushbu qatlamni qabul qilish

uchun optimal chastota sozlashlarini ham o'zida mujassamlaydi. Ya'ni, uzatgich qatlam parametrlarini kadrdan-kadrga qarab, unga berilgan qabul polosasi doirasida, o'zgartirishi mumkin.



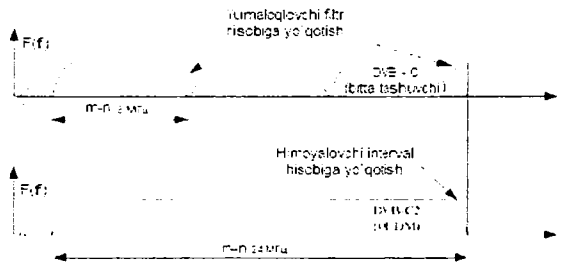
7.16-rasm. DVB-C2 kadr strukturasi

DVB-C2 ishlab chiqishdan asosiy maqsadlaridan biri spektrdan foydalanish samaradoriligini oshirishdir. Bu LDPC-kodlashda OFDM ni qo'llash hisobiga va QAM-modulyatsiyaning ancha yuqori sifatlil bo'lgan sxemalaridan foydalanish asosida erishiladi. DVB-C standartida uning bir chastotali modulyatsiyasi bilan uzatilayotgan signalga shakl beruvchi maskirovkalovchi filtr ishlatiladi.



7.17-rasm. DVB-C2 preambulasining strukturasi

Tekislovchi filtr ta'siri natijasida, kanal chegaralarida qiyaliklar yuzaga keladi (7.18-rasm). DVB-Cda tekislash koeffitsienti 0,15 bo'lgan filtrlardan foydalaniladi va ushbu kattalikka spektrdan foydalanish samaradorligi kamayadi. Aslini olganda bundan kichik koeffitsientli filtrdan ham foydalanish mumkin, biroq bu uzatgich va qabul qilgichlarning sozlanishlarning yanada yuqori aniqlikda bo'lishini talab qiladi.

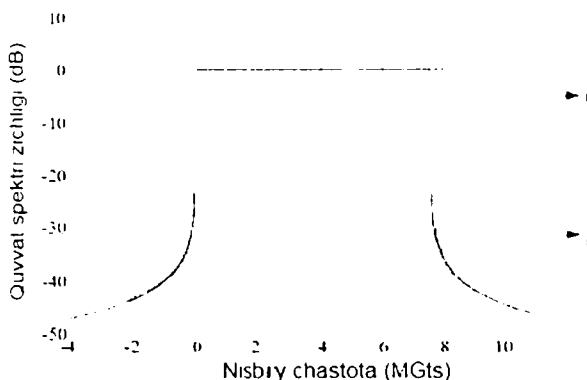


7.18-rasm. DVB-C va DVB-C2 larda spektrdan foydalanish chizmasi

Ta'kidlab o'tish joizki, tekislash evaziga yo'qotilgan spektr kengligi kanal absolyut kengligiga bog'liq bo'lmaydi, ya'ni 16MGs kanal uchun tekislash spektr yo'qotishlari xuddi shunday bo'ladilar. Lekin OFDM holatida bunday emas. Bu yerda yo'qotishlar himoya intervalini qo'shish, tayanch-signal va spektr chegaralarida himoya polosasini kiritish bilan bog'liq bo'ladilar. Himoya intervali 1/128, tayanch-signal joylashuv zichligi 1/96 bo'lgan standart rejimda, shu ikki faktor bilan bog'langan yo'qotishlar taxminan 2%ni tashkil etadi. Chegaraviy himoya kanallariga keladigan bo'lsak, ular faqat qo'shni kanallar orasidagina talab etiladi, ammo bitta OFDM-oqimi ichida emas. 7.19-rasmda ko'rinib turganidek, chegaraviy himoya polosasi kengligi OFDM-signal egallab turgan polosaga deyarli bog'liq bo'lmaydi. DVB-C ideal signallarining 450MGs dagi 7,61 kenglikda chegaraviy chastota spektral zichligi grafikasi deyarli bir-biri ustiga yotadilar. Ya'ni, ikkala signal uchun ham taxminan, 200kGs li himoya polosasi yetarli bo'ladi. Shunday qilib, polosani kengaytirish spektr yo'qotishlarni sezilarli kamayishini ta'minlaydi. Misol uchun, 32 MGs(6,4 MGs li 5ta qatlamni uzatish uchun) kenglikga ega DVB-C2

signali spektr yoʻqotishlari 3,25% ni tashkil qilasa, ayni vaqtda DVB-C da ular 15%ni tashkil qiladi.

Shunday qilib, spektr yoʻqotishlar, COFDM asosida LDPC-kodlash mujassamligida qoʻllash hisobiga, boʻyicha samaradorlik nazariy chegaraga yaqin tizimni yaratish imkonini berdi.



7.19- rasm. 480 MGs da signal kengligi 7,61 MGs holatda 1/128 himoya intervaliga ega DVB-C2 signalning spektral zichligining taqsimlanishi. Birinchi aktiv tashuvchi osti 0 MGs nisbiy chastotada joylashgan.

7.3-jadvalda DVB-C va DVB-C2 tizimlarida axborot bitlarining mumkin boʻlgan uzatish tezliklari keltirilgan. Aniqroq taqqoslashlar uchun ikkala tizim uchun ham 8MGs kenglikdagi kanal koʻrib chiqilmoqda. DVB-C2 holatida oqim umumiy kengligi 32 MGs kattalik bilan belgilangan. DVB-C2 da yuzaga kelgan yangi rejimlar signal/showqin nisbatini 35dB boʻlganda, tezlikni 65% kattalikka oshirish imkonini beradi hamda buni koʻpgina zamonaviy kabel tarmoqlarida amalga oshirish mumkin.

Shunday qilib, ishlab chiqilgan DVB-C2 standarti spektrdan foydalanish samaradorligini sezilarli oshirish imkonini berdi. Bu LDPC-kodlar bazasida xalaqitbardosh kodlashga asoslangan yuqori qiymatli QAM (4096 QAMgacha) -modulyatsiya tizimini qoʻllash

hisobiga erishiladi. Bundan tashqari, OFDMdan foydalanish samaradorlik va moslashuvchanlik borasida qo'shimcha yutuqlarga erishishni ta'minlaydi, shuningdek, DVB-T2/C2 tizimlari uchun yagona qabul chipplarini yaratishni, ya'ni arzonlashtirish imkonini beradi.

7.3-jadval.

Kanal kengligi 8MGs bo'lgandagi DVB-C va DVB-C2 tizimlari uchun mumkin bo'lgan axborot bitlarining uzatish tezligi (DVB-C2 ko'rsatgichlari: polosa kengligi - 32 MGs, himoya intervali -1/128, tayanch-signal zichligi — 1/96).

-	16 QAM	64 QAM	256 QAM	1024 QAM	4096 QAM
DVB-C	25 Mbit/s	38,4 Mbit/s	51,2 Mbit/s	-	-
C2, 2/3	-	31,4 Mbit/s	-	-	-
C2, 3/4	-	-	47,1 Mbit/s	58,9 Mbit/s	-
C2, 4/5	25,1 Mbit/s	37,7 Mbit/s	-	-	-
C2, 5/6	-	-	52,4 Mbit/s	65,4 Mbit/s	78,6 Mbit/s
C2, 9/10	28,3 Mbit/s	41,4 Mbit/s	56,6 Mbit/s	70,7 Mbit/s	84,8 Mbit/s

Standartning ishchi imkoniyatlari nazariy chegaraga juda yaqin bo'ladilar. Bu esa uning asosida standart va yuqori aniqlikdagi teleeshittirishni, shuningdek, Internetga kirish yoki talab qilingan bo'yicha video ko'rinishidagi interaktiv xizmatlarni o'zida mujassam etgan iqtisodiy samarador tizimni yaratish imkonini beradi. U shuningdek, MPEG-2 TS transport paketlarisiz, GSE protokolidan foydalanib, uzatishni ta'minlaydi, bu esa uzatilayotgan xizmat axborotining hajmini kichraytirish imkonini beradi.

7.4. Mobil televideniye standarti DVB-SHning umumiy xarakteristikasi

DVB-SH standarti aynan mobil TV tarmoqlarini yaratish uchun ishlab chiqilgan, biroq, DVB-T bilan mosligi DVB-SHni har qanday raqamli televideniyaning DVB-T tizimi bilan yoki uning o'rniga alohida tashkillashtirish imkonini beradi.

DVB-x standartlar oilasining birinchi avlodi (kabel, yer usti va yo'ldosh raqamli eshittirishlariga moslangan DVB-C, DVB-T va DVB-S standartlari) bir necha o'n yilliklar oldin aniqlangan. Ushbu davr mobaynida ikkinchi avlod standartlarini yaratishga eng kamida ikkita muhim shart-sharoitlar yuzaga keldi. Birinchidan, abonentlar nisbatan ko'p televideniya kanallarini (shu qatorda yuqori aniqlikdagi HDTVni ham) qabul qilish talablari yuzaga keldi, ikkinchidan, operatorlar raqamli eshittirish tarmoqlarini shakllantirishda investitsiyalarni qisqartirish zaruriyati tug'ildi. 2007 yilda dunyoga kelgan DVB-SH standarti DVB-C2, DVB-T2 va DVB-S2lar kabi DVB-x oilasining ikkinchi avlodiga taalluqli bo'lib, u ham raqamli eshittirishni sifatini oshirish va investitsiyalarni tejash uchun zarur bo'lgan barcha xususiyatlarga ega.

Gibrid standartni ishlab chiqishda quyidagi sharoitlar hisobga olingan. Yo'ldosh transponderdan sifatli qabul qilish uchun uning to'g'ridan-to'g'ri ko'rinadigan zonada joylashishi muhim, shuning uchun binolar ichida qabul qiyinlashishi mumkin. Shuni inobatga olgan holda, ushbu kamchilikni bartaraf etish uchun aholi zich joylashgan xududlarda qabul yer usti retranslyatsion stansiyalar tomonidan amalga oshiriladi. Shu sabab yer usti yoki yo'ldosh tarmoq orqali uzatilayotgan DVB-SH bitlari shunday sinxronizatsiyalanishi kerakki, bunda abonent terminali signali qaerdan - retranslyator danmi yoki sun'iy yo'ldosh danmi qabul qilinayotganligi bilinmay qolsin. Yer usti va yo'ldosh tarmoqlarni OFDM-modulyatsiya rejimida sinxronizatsiya qilganda signal ham bino ichida, ham ko'chada joylashgan ham mobil, ham siljimaydigan terminallarga sifatli eshittirishni ta'minlanadi. Ya'ni shahar binolari zich joylashgan xududlarda abonentlar DVB-SH yordamida birdaniga ikkita tarmoqdan - yo'ldosh va yer usti tizimlaridan signal qabul qilishi

mumkin. Bu “soyali” ekranlanish effektidan qutilish imkonini beradi, effekt faqat yo‘ldosh tarmoqdan foydalanganda yuzaga keladi, chunki yo‘ldosh abonentga nisbatan vertikal bo‘lmagan holda “nur sohadii” va barcha imoratlar uning signalini o‘tishiga qaysidir darajada to‘sqinlik qiladilar. Shu qatorda, shahardan tashqarida, ya’ni “soyali” ekranlanish muammosi bo‘lmagan joylarda faqat yo‘ldosh aloqadan foydalanish mumkin. Hozirgi vaqtda DVB-SH-eshittirish uchun ikkita sun’iy yo‘ldosh ishlatilmoqda: ulardan biri Amerika kompaniyasi ICO Global Communicationsga, ikkinchisi esa Yevropa operatori Solaris Mobile (Eutelsat va SES Astra qo‘shma korxonasi). Yevropada DVB-SH gibrid standarti bilan Alcatel-Lucent tizim integratori ishtirokida Parij shahri qoplangan, yo‘ldosh tarmoqdan signalni butun Fransiya bo‘yicha qabul qilish mumkin.

DVB-SH - gibrid tarmog‘ining ikkinchi asosiy xususiyati shundaki, u operatorga bitta chastotada, bitta MPEG-2 transport oqimida turli parametrlarga ega televideniyalar kontentning ikkita ko‘rinishiga: mobil va siljimaydigan abonent mo‘ljallangan eshittirishda MPEG-4ning ikkita oqimini uzatish imkonini beradi. Bunda siljimaydigan abonent uchun kontent ham standart formatdagi, ham HDTV formatdagi kanallarni o‘z ichiga olishi mumkin. DVB-SH uzatgichi tomonidan 16QAM 2/3 modulyatsiya rejimida hosil bo‘ladigan bitta multipleksning transport kanali sig‘imi taxminan 14 Mbit/s ni tashkil qiladi va unga siljimaydigan abonent ham mobil telekanallarning turli kombinatsiyalari joylashishi mumkin. Misol uchun, yuqori aniqlikdagi televideniyening har biri 4,5 Mbit/s tezlikdagi ikkita kanali, standart aniqlikdagi televideniyening 1,5 Mbit/s dagi ikkita kanali va mobil televideniyening (LDTV) 384 Kbit/s tezlikdagi 5 ta kanali bo‘lishlari mumkin. Shunday qilib, DVB-SH tarmog‘i yordamida operator chastota resurs cheklangan sharoitlarda, bitta uzatgich asosida birdaniga foydalanuvchilarning ikkita segmentini uzatishni ta’minlash mumkin. Bunda mobil va siljimas terminallar faqat kontentning o‘zlariga tegishli qisminigina ko‘radilar. Dastlab amaliyotda DVB-SH vositasida gibrid raqamli televideniyening tatbiqi CSTB 2010 ko‘rgazmasida Alcatel-Lucent kompaniyasi tomonidan namoyish qilingan.

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, DVB-SH tarmoqlarini qurish, topologiyasi va qo'llaniladigan chastota resurslari bo'yicha, ular mobil aloqa tarmoqlari kabi amalga oshiriladi. Shuning uchun ularning yoyishda mavjud mobil aloqa tarmoqlari infrastrukturasi qo'llash mumkin. DVB-T yoki DVB-H asosida yer usti teleeshittirish tarmog'ida DVB-SHni rivojlanishiga kelsak, u mavjud uzatgichlarga DVB-SH modulyatorlarni qo'shish yo'li bilan amalga oshiriladi. DVB-SH- tarmoqqa ulanish uchun abonentlar o'rnatilgan, DVB-SHni qo'llaydigan, maxsus terminallardan foydalanishlari mumkin: mobil telefonlar, multimedia gadgetlari, televizion qo'shimcha moslamalari, USB-qabul qilgichlari. Undan tashqari, DVB-SH-signalni qabul qilish uchun turli televizorlardan foydalanish mumkin, hattoki analog televizorlardan ham, qo'shimcha DVB-SH-resiverni o'rnatish sharti bilan.

Amaliyotda DVB-SH DVB-T/T2 bilan birgalikda qo'llanilishi mumkin. Shaharlarda yuqori aniqlikdagi televizion signalni (HDTV) qabul qilish uchun siljimas antennalar va abonent o'zi bilan olib yurmaydigan stasionar televizorlardan foydalanidilar. Shuning uchun shahar sharoitida HDTV-eshittirishlar uchun yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyatini ta'minlovchi DVB-T/T2 asosidagi tarmoqlar ancha samaralidir. DVB-SH binolarda va mobil terminallarda standart aniqlikdagi televizion signalni xalaqitbardosh qabulini ta'minlashda qo'shimcha sifatida qo'llanilishi mumkin. Shahardan tashqarida, ya'ni signalni qabul qilish sezilarli yaxshi sharoitlarda, DVB-SH eshittirishning har qanday ko'rinishi qo'llanilishi mumkin, bunda DVB-T/T2ga nisbatan ancha katta hududni qamrashda tarmoqni yoyish minimal xarajatlar bilan amalga oshirilishi mumkin. DVB-SHning iqtisodiy samaradorligi ham ana shundadir. Shunday qilib, DVB-SHni nafaqat gibrid va mobil eshittirish tarmoqlari qurish poydevori sifatida, balki televideniye ni raqamlashtirish doirasida DVB-T yoki DVB-T2 standartlari asosidagi tarmoqlarni yoyishda samarali qo'shimcha sifatida qarash mumkin.

8. RAQAMLI TELEESHITTIRISH QABUL QILUVCHI QURILMALARI

2008 yilning oxirlariga kelib, O'zbekistonda DVB-T standartidan foydalanib, 41 va 42 televizion kanallarga mo'ljallangan yer usti eshittirishlarining raqamli televideniyesi ishga tushirildi. Raqamli televideniye eshittirishlari MPEG-4 (H.264) siqish formatida amalga oshirilmogda. Tijorat tatbiq bilan maxsus tashkil etilgan tashkilot "Uz Digital TV" shug'ullanmogda va kontent himoyasi uchun IRDETO 2 shartli kirish tizimi tanlangan. Bu vaziyatda raqamli teleeshittirish signallarini qabul qila olmaydigan analog televizorlarning katta sonining mavjudligi muammo bo'lgan.

Bu muammo asta sekin ikkita usul bilan hal etilgan:

Televizorga maxsus qo'shimcha moslamani ulash bilan, u raqamli televideniye signallarini qabul qilib, ularni analog teleeshittirish standartiga aylantirib, oddiy televizorlarda namoyish etilishini ta'minlash;

Uchinchi avlod televizorlariga maxsus raqamli qo'shimcha platani ulash va kanal selektorlarini mos ravishda almashtirish.

Maxsus platadan foydalanish Rossiyaning analog-raqam (gibrid) TV/DVB-T konsepsiyasi asosida yotadi, televizorlar ham analog, ham raqamli televideniye dasturlarini qabul qila oladilar. Bu ayniqsa yangi televizorlarni ishlab chiqishda qulay, chunki "digital TV Ready" televizorlari oddiy televizorlar asosida ishlab chiqiladi. Ularning analog qurilmalarida DVB-Tning qabul qiluvchi platalarini ulash uchun maxsus tiqish (apparatli interfeys) ko'zda tutilgan. Analog kanallar selektori esa amplituda -faza xarakteristikasi talablariga mos maxsus raqamli (digital tuner) tyunerlarga almashtiriladi. Undan tashqari televizorning, "digital TV Ready" boshqaruv protsessoriga maxsus dasturiy vosita "qo'shiladi" va dastur DVB-T platasini ish rejimlarini boshqarishda qo'shimcha imkoniyatlar yaratadi. Bu holda "DVB-T Ready" ko'rinishidagi gibrid televizorlar narxi oddiy televizordan deyarli farq qilmaydilar. Raqamli plata gibrid televizorning ko'plab imkoniyatlarini ta'minlaydi va zamonaviy televizorlar ko'pgina turlariga mo'ljallangan, biroq ularni 1990 yildan

avval chiqqan televizorlarga o'rnatib bo'lmaydi, bu esa undan foydalanishni cheklaydi.

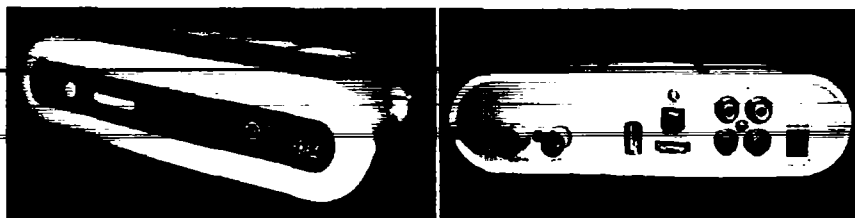
Maxsus qo'shimcha qurilmaning qo'llanishi, har qanday televizorda hech qanday o'zgartirishsiz raqamli televideniye signallarini qabul qilish imkonini beradi, bu sozlangan qo'shimcha raqamli platalar qo'llanishidan ko'ra umumiyroq qiladi. Shuning sabab O'zbekistonda abonentlar uchun DVB-T/T2 -qo'shimcha qurilmalar ishlab chiqarilishi yo'lga qo'yildi.

Hozirgi kunda, O'zbekistonda "TELECOM INNOVATIONS" korxonasi tomonidan qo'shimcha qurilma chiqarilmoqda va tyuner modeli TE6010IR quyida 8.1 -rasmda keltirilgan. Kelajakda IV-2010IR tyuner modeli ishlab chiqishi rejalashtirilgan.

Ushbu qo'shimcha TE6010IR qurilmaning asosiy texnik ko'rsatkichlari 8.1 -jadvalda keltirilgan.



8.1- rasm. DVB -T 1000 MP4 tyunerining tashqi ko'rinishi



8.2- Rasm TE-D-1001 tyunerining tashqi ko'rinishi

8.1. jadval

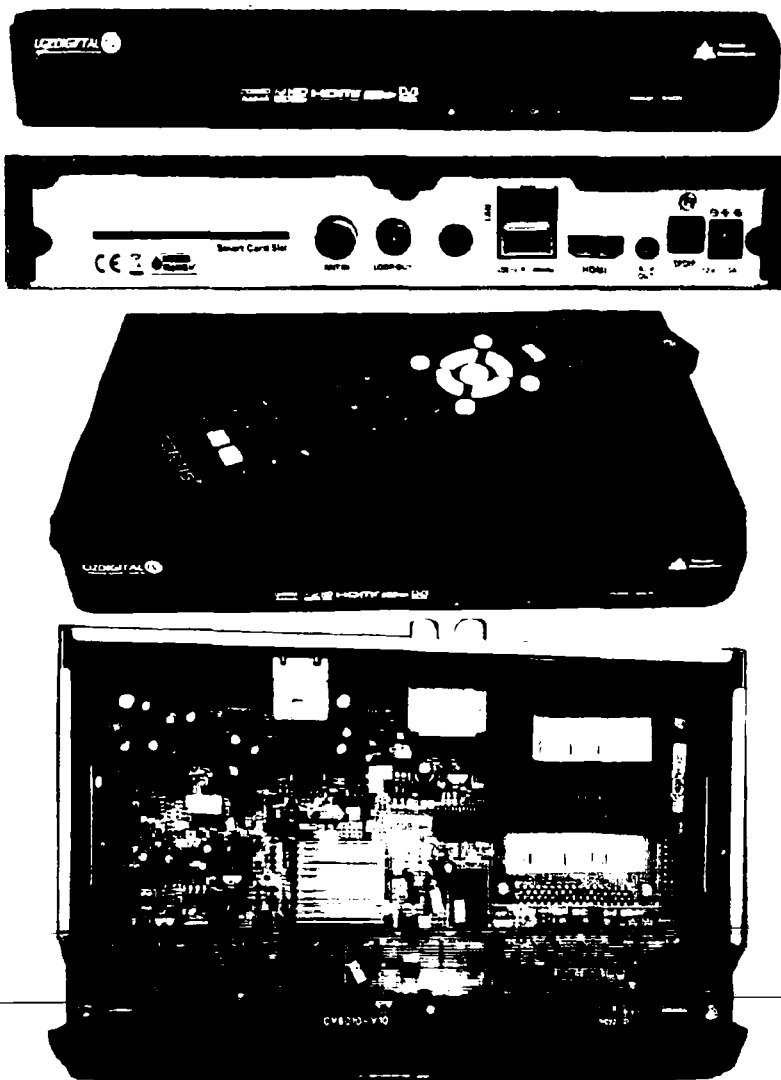
Tyunerlarning asosiy xarakteristikalari

Model	1000 MP4	TE-D-1001
DVB-T signalining ishlash chastota diapazoni, MGs	146-862	174 - 862
Kirish signalining sathi, dB mVt	-87...-20	-87...-20
DVB-T standartini to'liq amalga oshirish	bor	bor
Videooqimni siqish standartlari	MPEG-2 H.264 HP	MPEG-2 H.264/AVC
Polosa kengligi, MGs	7, 8	7, 8
Formatlarni amalga oshirish	4:3 va 16:9	4:3 va 16:9

8.2-jadval.

TE6010IR tyunerning asosiy texnik xarakteristikalari

Qurilma	Ko'rsatgichlar	
Tyuner	Signalni qabul qilish standarti	DVB -T, DVB -T2
	Kirish signali chastotasi	VHF 174-230 MGs UHF470-862 MGs
	Kirish signali qiymati	-77...-20 dBmV
	Kirish simi(raz'em)	IEC 169-2 Female
	Kirish qarshiligi	75 Om
	Polosa kengligi	7;8 MGs
Demodul-yator	Modulyatsiya	COFDM
	Tashuvchilar modulyatsiyasi	QPSK, QFM16, QAM64,QAM256
	Himoya intervali	1/4,19/256,1/8,19/128,1/16,1/32,1/128
Video-dekoder	Transport oqimi	MPEG-4 Part10(H.264), MPEG-2 ISO/IEC 13818
	Ekran formati	4:3,16:9
	Video formati	PAL, NTSC
	Video mumkinligi	720x576i, 720x480i, 720x576r,720x480r, 1280x720r, 1920x1080i,1920x1080r
Audio-dekoder	Standart	ISO/IEC 13818-3
	Ovoz dekodlanishi	MPEG-1 va MPEG-2 Layer I&II, Dolbe digital Audio (AC-3)
	Diskretlash chastotasi	32KGs, 44,1KGs, 48KGs



8.3- rasm. TE-6010IR abonent qabul qilgichi (oldi, orqa, tepa va ichki ko'rinishlari)

Qo'shimcha boshqa xarakteristikalariga quyidagilarni kiritish mumkin:

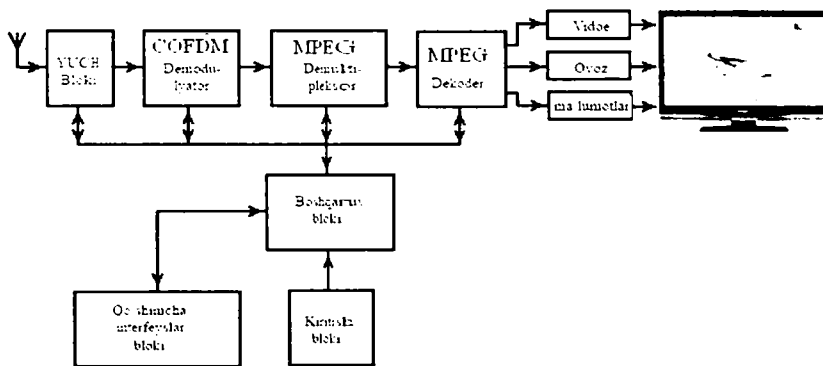
- Ko'p tilli foydalanish interfeysi: o'zbekcha(lotin harfli);
- ruscha (kirill harfli).
- Ota-ona "qulfi" funksiyasi- Yosh bo'yicha chegaralash
- "Dastur uzatish" funksiyasi-EPG
- Logik rejim "Logic Channel Number -LCN
- Kanalni izlash rejimi -NIT
- Operator qo'shimcha ilovalari va servis xizmatlarni ta'minlashlar

8.1. Raqamli teleeshitirish qabul qiluvchi qurilmalarining asosiy uzellari va bloklari

8.2-rasmda DVB-T qabul qilgichining umumlashtirilgan tashkiliy chizmasi ko'rsatilgan. DVB-T standarti signallari o'tkazish polosasi 8 MGs va tizim takt chastotasi ft, taxminan, 9,14 MGs ga teng bo'lgan metr yoki detsimetr kannallarida uzatiladi. Metrli to'liqin yoki detsimetrli to'liqin diapazonlarida chastota polosasi 7 MGsga teng bo'lgan mamlakatlarda, signalga xuddi shunday ishlov berilishi mumkin, faqat tizim takt chastotasi 8 MGsgacha pasaytiriladi. Agar interferensiya jarayonida akslanayotgan signallar hisobiga bir nechta tashuvchi signallar qiymatlari kamaysalar, bu qabul qilinayotgan tasvirning sifatini deyarli buzmaydi. Ba'zida retranslyatsiya o'rniga bitta dasturni bitta kanal bo'ylab bir necha uzatgichlar orqali uzatish mumkin.

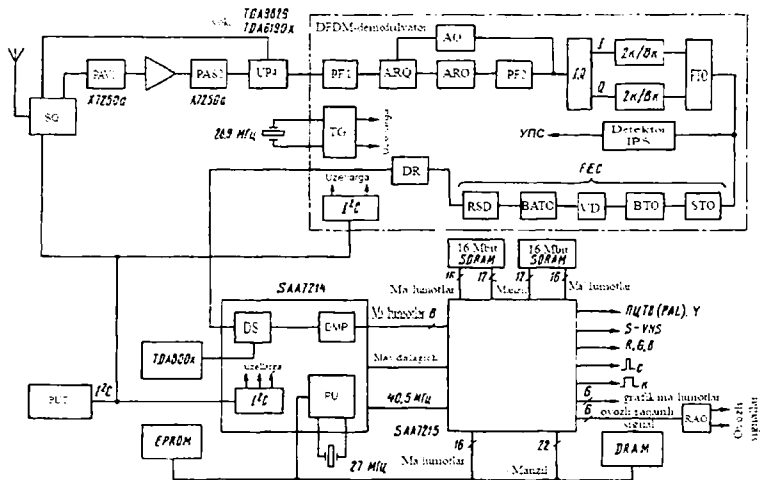
8.3-rasmda DVB-T ning ancha avvalroq chiqqan qabul qilgichlarining tashkiliy chizmasi keltirilgan. Antennadan kelayotgan signal detsimetrli to'liqinlaming kanallar selektoriga (KS) kelib tushadi. U tuzilishi bo'yicha oddiy televizor selektoriga juda o'xshaydi, biroq nisbatan yaxshi ko'rsatgichlarga ega (masalan: TD1344 PHILIPS firmasi selektori). Zamonaviy televizorlarda uni boshqarish uchun chastota sintezi uslubi qo'llaniladi. Selektor ikkita simli raqamli I2C shinasi orqali televizorni boshqarish protsessori (TBP) bilan bog'langan. Selektor chiqishida signal spektri o'rtacha chastotaga 36,125 MGsga aylantiriladi (birinchi o'rta chastota).

Zaruriy tanlovni ta'minlash uchun ikkita ketma-ket ulangan maxsus akustik to'liqin o'zgartiruvchi (ATO') filtrlaridan foydalaniladi. Masalan: INFINEON firmasining X7250d filtrlari). Filtrlar orasiga ularning so'nishining o'rnini to'ldiruvchi kuchaytirgich o'rnatilgan.



8.4- rasm. DVB-T signalini dekodlash tashkiliy chizmasi.

Filtratsiyadan so'ng signal oraliq kuchaytirgich (OrK) va ikkinchi aralastirgichning mikrosxemasiga o'tadi. PHILIPS firmasi buning uchun TDA9829T mikrosxemasini ishlab chiqargan. SIEMENS firmasi esa xuddi shunday funksiyalarni bajaruvchi TDA6190 mikrosxemasini ishlab chiqargan. Mikrosxemalarda demodulyator, tashqi konturga ega kuchlanish bilan boshqariladigan generator (KBG) qo'llangan bo'lib, u oddiy OrK dagi kabi oraliq chastotaning ikkilangan qiymatiga sozlanmagan, balki aralastirgich rejimida ishlayotgan demodulyator chiqishi kanalining ikkinchi oraliq chastotasi funksiyasini bajaruvchi ayirma 7,225 MGs chastotaga sozlangan. Bunday oraliq chastota signalida ham yuqori, ham quyi yon polosalari, ya'ni raqamli signalning to'liq spektri saqlanib qoladi. Oraliq chastotani kuchaytirish mikrosxemasi KBG chastotasi sozlash uchun kirishga ega, bu demodulyator mikrosxemasi chiqishlaridan biridagi maxsus boshqaruvchi kuchlanish tomonidan ta'minlanadi.



8.5-rasm. DVB-T standartidagi bir variantdagi qabul qiluvchi qurilmaning tashkiliy chizmasi

OrK chiqishidan signal, akslangan kanalni pasaytiruvchi, polosa filtri PFI orqali o'tib, samarali sakkiz razryadli ARO'ga kelib tushadi. ARO' mustaqil element yoki OFDM demodulyator mikrosxemasida tarkibida bo'lishi mumkin. ARO' chiqishida kuchaytirishni avtomatik boshqarish (KAB) kaskadi qo'shilgan va u ARO' xarakteristikasi butun tarkibini bir xil ishlatilishini ta'minlaydi. Qo'shimcha kaskadga boshqaruvchi signal amplituda o'lgachichi (IA) orqali keyingi raqamli uzellardan kelib tushadi. ARO' chiqishida ikkinchi raqamli oraliq filtri (PF2) o'rnatilgan va u nominal o'tkazish polosadan tashqarida yotgan signal tashkil etuvchilarini yo'qotadi (filtrlaydi).

PF2 filtri chiqishida I va Q kompleks signallarni shakllantirgich o'rnatilgan. Buning uchun namunaviy signallar kvadraturaviy tashkil etuvchilaridan foydalaniladi va ular ishlov berilayotgan raqamli signalga ko'paytiriladilar.

Namunaviy signalni sinxronizatsiyasi uchun, TPS detektor tomonidan ajratiladigan, uzatish parametrlari signalidagi (UZPS) ma'lumotlar ishlatiladi.

I va Q signallari UzPS tomonidan boshqariladigan va 2k va 8k rejimlarda signal tashkil etuvchilariga ajratadigan filtrlar orqali o'tadi. Tezkor Furye o'zgartirish (TFO) zvenosida Furyening tez o'zgartirishi ta'minlanadi va vaqt bo'yicha o'zgarishdan chastota bo'yicha o'zgarish ta'minlanadi. O'zgartirgich kirishiga sakkiz razryadli I va Q signallar kelib tushadi, chiqishlarda esa ikkita 12 razryadli signal ajraladi. Keyingi uzellarda simvollarni teskari oralatish (STO) va bitlarni teskari oralatish (BTO) yuz beradi va undan so'ng Viterbi dekoderida(VD) ichki yig'uvchi dekodlash amalga oshiriladi.

Bunda barcha beshita kodga ishlov berilish ta'minlanadi, ular uzatuvchi tomonidan (1/2, 2/3, 3/4, 5/6 va 7/8) qo'llanilishlari mumkin. Natijada bitlardagi xatoliklar shunday to'g'rilanadiki, ularning qiymati chegara miqdoridan ham kamayadi. So'ng BTO uzeliida baytlarning tashqari teskari oralatilishi bajariladi, bunda koderdagi kabi, uzatish zanjiriga ketma-ket va davriy tarzda 12 ta siljish registrlari qo'shiladi hamda ular signalni 0dan to 204 bitgacha ushlanib qolinishini ta'minlaydi. Dekoderda bu koder ishiga teskari tartibda bajariladi. Natijada baytlar ketma-ketligining navbati tiklanadi, xato baytlar esa vaqt bo'yicha 100 takt interval bilan tarqalishi ta'minlanadi. Shu ko'rinishda signal Rid-Solomon dekoderiga (RSD) kelib tushadi. U buzilgan baytlarni, 16 tekshiruvchi baytlariga asosan, tezda to'g'rilaydi. STO, BTO, VD, va RSD uzellari FEC (forward error correction - xatolarni oldindan to'g'rilash) bloki deb nomlanadi.

FEC blokidan o'tgan signal ikkilik psevdotasodifiy ketma-ketlik bilan derandomizatsiyaga (DR) uchraydi, buni olish uchun koderdagi kabi generator qo'llaniladi. Derandomizatsiyadan keyin barcha sinxrobaytlarning bir xil qutbliligi tiklanadilar va MPEG-2 transport oqimi ko'rinishidagi axborotlar paketinining ketma-ketligini olinadi.

Transport oqimini demodulyatsiyalash kifoya.

Transport oqimini demodulyatorlari DVB raqamli tizimining uchchalasi uchun (DVB-T- yer usti, DVB-C - kabel va DVB-S - yo'ldosh) bir xil bo'ladi. Shuning uchun dekoderning bu qismidagi sxemotexnika sifatli va mukammal ishlab chiqilgan.

8.5-rasmda keltirilgan DVB-T qo'shimcha qurilmaning tashkiliy chizmasidan ko'rinib turaganidek, u o'rta integratsiyali chiplarning ko'p miqdoridan tashkil topgan. Hozirgi kunda maxsus mikroprotessorli katta integral mikrosxemalar ishlab chiqilgan bo'lib, ular DVB qabul qilgichni bor yo'g'i bir necha mikrosxemada qurish imkonini beradi.

8.2. Raqamli teleeshittirish qabul qiluvchi qurilmalarining element bazasi

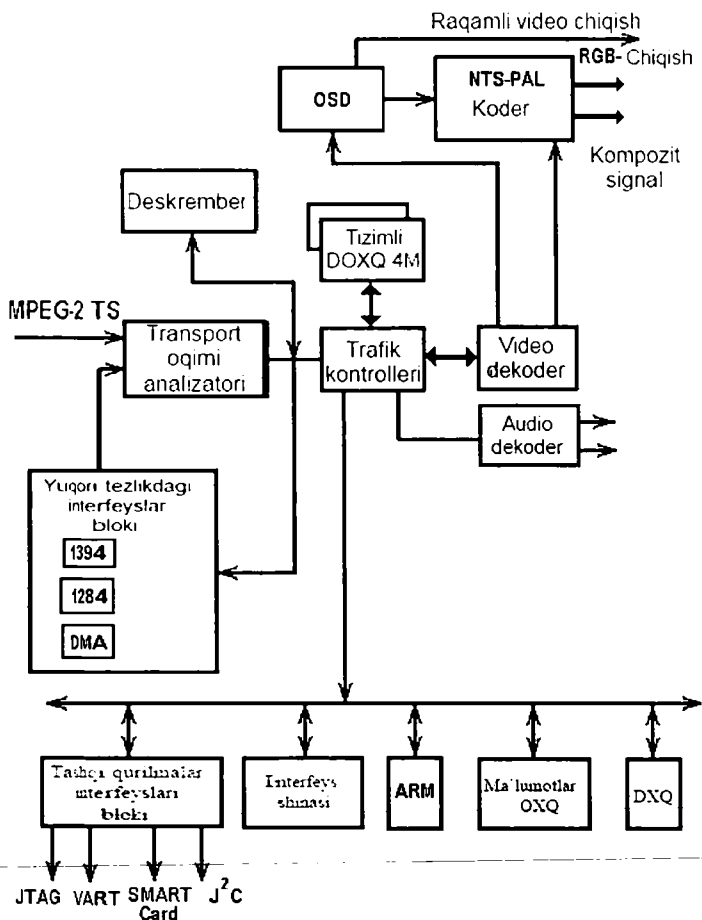
Hozirgi kunda jahon bozorida video tasvirlarni kodlash va dekodlash uchun mikroprotessorlarini taklif etayotgan kompaniyalar soni juda ko'p. Bu ro'yxatga Texas Instruments (AQSH), STMicroelectronics (Fransiya, Italiya), Broadcom Corporation (AQSH), NXP (Gollandiya), Marvell (AQSH)larni ham kiritish mumkin.

Texas Instruments firmasining ilg'or ishlanmalaridan biri bir kristalli maxsus protessor TMS320AV7110 bo'lib, u DVB-T qo'shimcha qurilmalarida va gibriz televizorlarda qo'llaniladi.

8.6-rasmda zamonaviy TMS320AV7110- juda katta integral sxemaning funksional tuzilmasi keltirilgan va u bitta mikrosxemada raqamli televideniye signallariga dasturiy-apparat bo'yicha ishlov berishning barcha komponentalarini jamlaydi (System-On-Chip):

- 60 Mbit/s gacha bo'lgan tezlikdagi MPEG transport oqimini analizatori va uni demultipleksirlash va deskremblerlash imkoniyati;
- video va audio dekoderlar bloki;
- belgi -harfli axborotlarni displeyga chiqarishga sozlangan blok;
- RGB-chiqishi va kompozit signal chiqishiga ega PAL/NTSC koder bloki;
- 16, 20 yoki 32 Mbaytli operativ xotira qurilmasi dekoderi kontrolleri;
- umumiy interfeys uchun 16/32 razryadli shina;
- xotiraga to'g'ridan-to'g'ri kirish imkoniyatiga ega yuqori tezlikdagi interfeyslar bloki;

SMART-karta interfeysi;
 markaziy protsesorning operativ xotira qurilmasini,
 o'zgarmas xotira qurilmasini boshqaruv shinalari hamda ma'lumotlari
 va kirish-chiqish interfeyslarini boshqarish bloki.



8.6-rasm. TMS320AV7110 juda katta IS funksional sxemasi

Bu funksional bloklarning to'liq bo'lmagan ro'yxati, shuningdek, dasturiy-matematik ta'minot sozlash vositalarining mavjudligi TMS320AV7110 mahsulotning katta imkoniyatlari borligini ifodalaydi. Shu sabab ushbu chip abonent qurilmalarini, gibrid va raqamli televizorlarni ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi hamda ular DVB-T, DVB-S, DVB-C standartlari televizion signallarini qabul qilishini amalga oshiradilar.

Raqamli televideniye tizimlari rivojlangani sari yuqori aniqlikdagi formatni qo'llaydigan va MPEG-4 standarti signallarini dekodlaydigan qurilmalarga qiziqish katta. Hozirgi kunda ko'pgina video qo'shimcha moslamasini ishlab chiquvchi kompaniyalar STMicroelectronics mikroprotsessorlarini ishlatishadi, chunki ularning mahsulotlari narx/sifat nisbati bo'yicha talabni qondiradilar. STMicroelectronics - Yevropa mikroelektronika kompaniyasi bo'lib, yarim o'tkazgichli elektron va mikroelektron komponentlarni ishlab chiqarish va sotish bilan shug'ullanadigan eng yirik kompaniyalardan biri hisoblanadi.

8.2-jadval.

MPEG-4dekoderiga ega video qabul qiliuvchi qurilmalar uchun STMicroelectronics mikroprotessorlari

Markasi	Umumiy ta'rif	Dekoder turi	Video kengaytmasi	Sozlangan demodulyator	Qo'llaniladigan interfeyslar	Ovoz chiqish formati
STi5202	H.264 vaMicrosoft VC1 qabul qilgichlari uchun arzon dekoder	H.264;VC-1 MPEG-2	Standart aniqlikdagi (SD)	Mavjud emas	Ethernet; IIDMI; IrDA; SPDIF; UART; USB-2.0	yo`q
STi5205	Raqamli qabul qilgich uchun yuqori samarali SD dekoderi	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	SD	Mavjud emas	Ethernet; HDMI; IrDA; SATA; SPDIF; SPI; UART; USB-2.0; eSATA	Dolby Digital
STi5206	Raqamli qabul qilgich uchun arzon SD dekoderi	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	SD	Mavjud emas	Ethernet; IrDA; SPDIF; SPI; UART; USB-2.	Dolby Digital
STi5262	DVB-T/DVB-C integrallangan demodulyatoriga ega uzatuvchi SD STB dekoderi	H.264; MPEG-2; VC-1	SD	DVB-C; DVB-T	Ethernet; USB-2.0	yo`q
STi5267	DVB-T/DVB-C integrallangan demodulyatoriga ega uzatuvchi SD STB dekoderi	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	SD	DVB-C; DVB-T	Ethernet; HDMI; SPDIF; USB-2.0; eSATA	Dolby Digital
STi5289	QPSK arzon demodulyatori va Raqamli qabul qilgichlar uchun SD dekoderi	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	SD	DVB-S	UART;USB-2.0	Dolby Digital
STi7101	H.264 kodlashga ega raqamli	MPEG-2;	Yuqori	Mavjud emas	Ethernet; HDMI;	Dolby Digital

	qabul qilgich uchun HDTV arzon dekoderi	H.264	aniqlikdagi (HD)		SATA; SPDIF; USB-2.0	
STi7108	Uch o'lchamli grafik tezlatgichga ega uzatuvchi HD AVC dekoderi	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	1080p; HD	Mavjud emas	Ethernet; Giga Ethernet; HDMI	Dolby Digital
STi7109	H.264 va Microsoft WMA9 uchun HDTV raqamli qabul qilgich arzon dekoderi	H.264; VC-1; MPEG-2	HD;SD	Mavjud emas	HDMI; Ethernet; SATA USB-2.0;	Dolby Digital
STi7141	Interaktiv raqamli kabelli qabul qilgich uchun HD dekoderi	VC-1; MPEG-2; H.264	HD;SD	DVB-C	HDMI; USB-2.0; Ethernet	Dolby Digital
STi7162	DVB-T/DVB-C integrallangan demodulyatoriga ega uzatuvchi SD STB dekoderi	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	HD	DVB-C; DVB-T	Ethernet; IrDA; SPI; UART; USB-2.0	Dolby Digital
STi7197	QAM integrallangan demodulyatoriga ega raqamli qabul qilgich yaxshilangan dekoderi	AVS; H.264; MPEG-2; VC-1	1080p	Mavjud emas	Ethernet; USB-2.0 HDMI	Dolby Digital
STi7200	H.264 va VC-1 uchun ikkitalik dekoder, HDTV raqamli qabul qilgich, uch tomonlama namoyish	VC-1; MPEG-2; H.264	HD;SD	Mavjud emas	Ethernet; HDMI; SATA; USB 2.0; SPDIF	yo'q

8.3-jadvalda keltirilgan STMicroelectronics kompaniyasining MPEG-4 dekoderiga ega barcha qabul qiluvchi qurilmalari maxsulotlarining ro'yxatini ko'rib chiqamiz. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, har hil qiymatdagi va turli xil murakkablikdagi mikroprotsektorlar mavjud. Sozlangan demodulyatorga ega bir necha variantlar ham bor. Ko'rsatilgan modellar ichida DVB qo'shimcha moslamalar va gibrid televizorlar uchun ko'proq STi7109 mikroprotsektor qo'llaniladi, u o'zining arzon narxi, HD kengaytmali videoni qo'llashi va MPEG-4 dekodlash standartiga egaligi bilan boshqalardan ajralib turadi. Ushbu qurilmaning kamchiligi unda COFDM sozlangan demodulyatorining yo'qligidir. Ushbu mikroprotsektorni batafsilroq ko'rib chiqamiz.

8.2.1. STi7109 mikroprotsektorining umumiy xarakteristikasi va ish algoritmi

STi7109 - dekoderlarning yuqori sifatli raqamli chiplarining yangi avlodi bo'lib, HD arzon tizimlari uchun yuqori samaradorlikni ta'minlaydi, STBus arxitekturaga asoslangan. Ushbu mikroprotsektor zamonaviy raqamli yer usti, yo'ldosh va kabel, tizimlari shuningdek, DSL va IP masalalarining yechimidir.

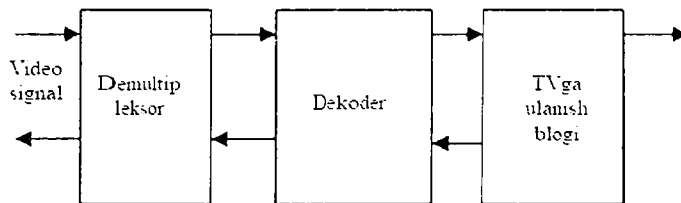
STi7109 demultipleksori HD va standart raqamli video oqimlarini ko'p kanalli audio yo'lakchalar bo'ylab qayta tiklaydi.

Televizor bilan aloqa DAC analog kirish orqali yoki ko'chirishdan himoyalangan DVI/HDMI raqamli kirishdan amalga oshiriladi. Audio chiqish esa S/PDIF aralash interfeysi orqali yoki integrallangan DAC stereo interfeysi orqali ta'minlanadi.

Raqamli ko'rinishga aylantirilgan analog dasturlar namoyish uchun STi7109 mikroprotsektori yordamida qayta formatlashtirilish ~~mumkin. Ushbu chip bir vaqtning o'zida turli manbaatlardan kelayotgan yettitagacha oqimga ishlov berish imkoniyatiga ega.~~

STi7109 266 MGs chastotada ishlaydigan ST40-202 markaziy protsektoriga ega. Sinxron dinamik xotira interfeysi ZUPV DDR1 yanada sifatli ishlash uchun qo'llaniladi va u VC-1/HD H.264 o'tkazish standartida videodekoderga zarur polosa bo'ylab ishlashga

imkon beradi. STi7109ning umumlashtirilgan tashkiliy chizmasi 8.7-rasmda keltirilgan.



8.7-rasm. STi7109 ning umumlashgan sxemasi

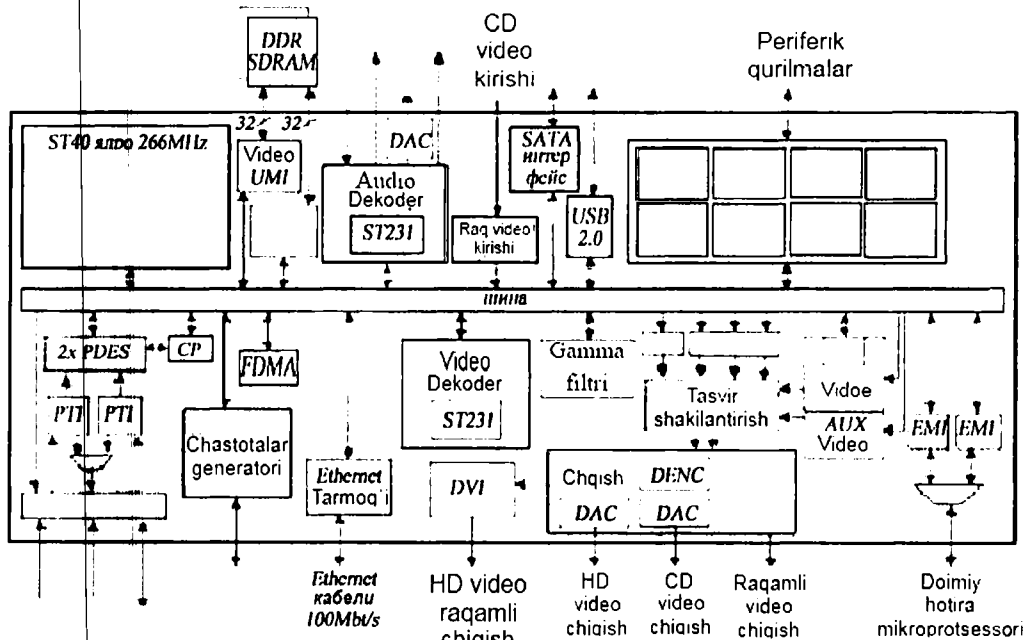
Protsessorda 64-QAM modulyatsiyadan foydalaniladi, modulyatsion simvollar 6-razryadli soʻzlarni namoyon qiladi, shuning uchun kiruvchi oqim oltita suboqimga demultipleksirlanadi.

Dekoderning bazaviy asosini tugallangan impuls xarakteristikaga ega ikkita raqamli filtr tashkil etadi, ularning chiquvchi signallari X va Y lar, oltita trigger siljish registri koʻrinishidagi kechikish liniyalarining turli nuqtalaridan olingan ikkita signalning modulini qoʻshish natijasida shakllanadi.

Kiruvchi maʼlumotlar ketma-ket siljish registriga kiritiladi, filtr chiquvchi signallaridan esa, oʻzgartirishdan keyin ketma-ket koʻrinishli raqamli oqim shakllanadi, bu oqimda bitlar kirishdagidan koʻra ikki marta koʻproq keladilar. STi7109ning yanada batafsilroq tashkiliy tuzilmasi 8.8-rasmda koʻrsatilgan.

V STi7109 da videoni dekodlash VC-1/H.264/MPEG-2 formatlarida yoki raqamli video interfeys orqali olingan formatda bajariladi. Asosiy protsessor video signalni qabul qiladi va chiziqli-blokli aylantirishni, panoramalashni va skanerlashni, shuningdek formatni vertikal va gorizontal oʻzgartirishni amalga oshiradi.

Qator oralab yoyishda ishlash uchun shuningdek, de-interlacer (DEI) rejimi mavjud. Yordamchi protsessor dekodlangan signalni qabul qiladi va panoramalashni va skanerlashni, vertikal sinxronizatsiyani, formatni, ranglilikni va tus hamda toʻyinganlikni gorizontal oʻzgartirishini amalga oshiradi. Ushbu yordamchi protsessor tasvirni chiqarish uchun moʻljallangan.



8.8- rasm. STi7109 mikroprotessor funksional sxemasi

Tasvirni chiqarish asosiy interfeslarning har qaysisida amalga oshirilishi mumkin:

- asosiy analog chiqishda;
- DVI / HDMI chiqishda.

Ushbu chip qatorlar soni 525i, 525p, 750p, 1125i bo'lganda standart va yuqori sifatli televideniyeining turli kengaytmalarida displeyni qo'llaydi.

STi7109 mikroprotssessorining kamchiligi deb unda sozlangan demodulyatorning yo'qligini hisoblash mumkin.

8.2.2. Yuqori chastotali blok va COFDM demodulyator

Demodulyator sifatida ZARLINK firmasining tugallangan qurilmasi keng tarqalgan va u o'zida DVB-T qabul qilgichning (Samsung DTOS444PH241B) yuqori chastotali blokini hamda ZL10353 chipidagi COFDM demodulyatorni alohida modul ko'rinishida mujassamlashtirgan (8.9-rasm).

Ushbu blok quyidagilarni o'rnatish uchun mo'ljallangan:

DVB-T qo'shimcha moslamasi;

DVB-T televizorlar;

DVB-T kompyuter tyunerlari;

Shaxsiy kompyuterga USB orqali to'g'ridan to'g'ri ulanadigan DVB-T moduli;

portativ DVB-T qabul qilgichlar.

Dasturiy ta'minot Zarlink Semiconductor firmasi tomonidan ta'minlanadi va har bir modelga xujjatlar to'plami va testlar natijasi ilova qilinadi. DVB-Tni qo'llovchi ushbu model yuqori sifatli signalni va kam energiya sarflashni ta'minlaydi.

Ushbu qurilma quyidagi texnik xarakteristikaga ega:

· chastota diapazoni 174-862 MGS;

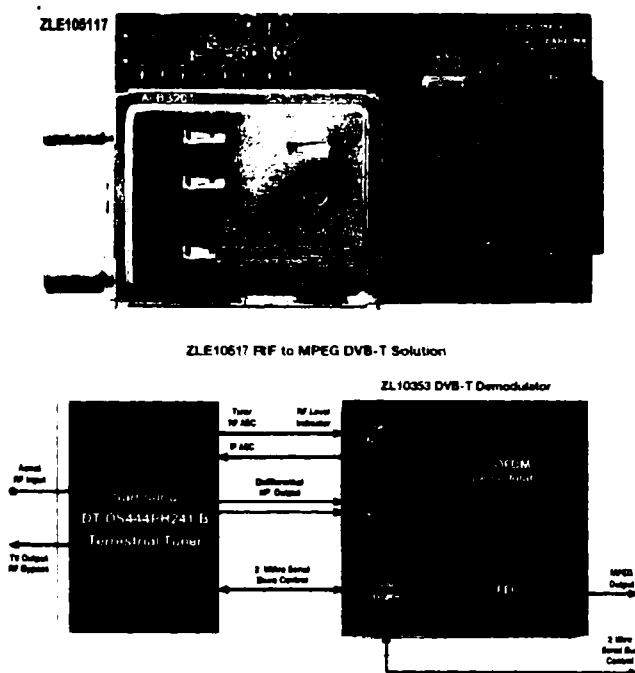
signala qiymati -3...-82 dBm;

kanallaro interferensii qiymati-3 dB;

DVB-T uchun 38 dB kanaldagi tasvirni himoyalanganlik qiymati

Signal/shovqin nisbati 17.5 dB

- Ta'minlovchi kuchlanish +5 talab etilgan quvvatda ishchi rejim uchun 1 Vt va kutish rejimida 0,7 Vt;
- Kanalga sozlash va AKO' ishi I2C shinaning ketma-ketli 2 o'tkazuvchan sim hisobiga ta'minlanadi.



8.9-rasm. ZLE10517 tyunerining tashqi ko'rinishi va umumlashgan tashkiliy chizmasi

8.2.3. STi7109 asosidagi DVB-T qo'shimcha moslamasining baza varianti

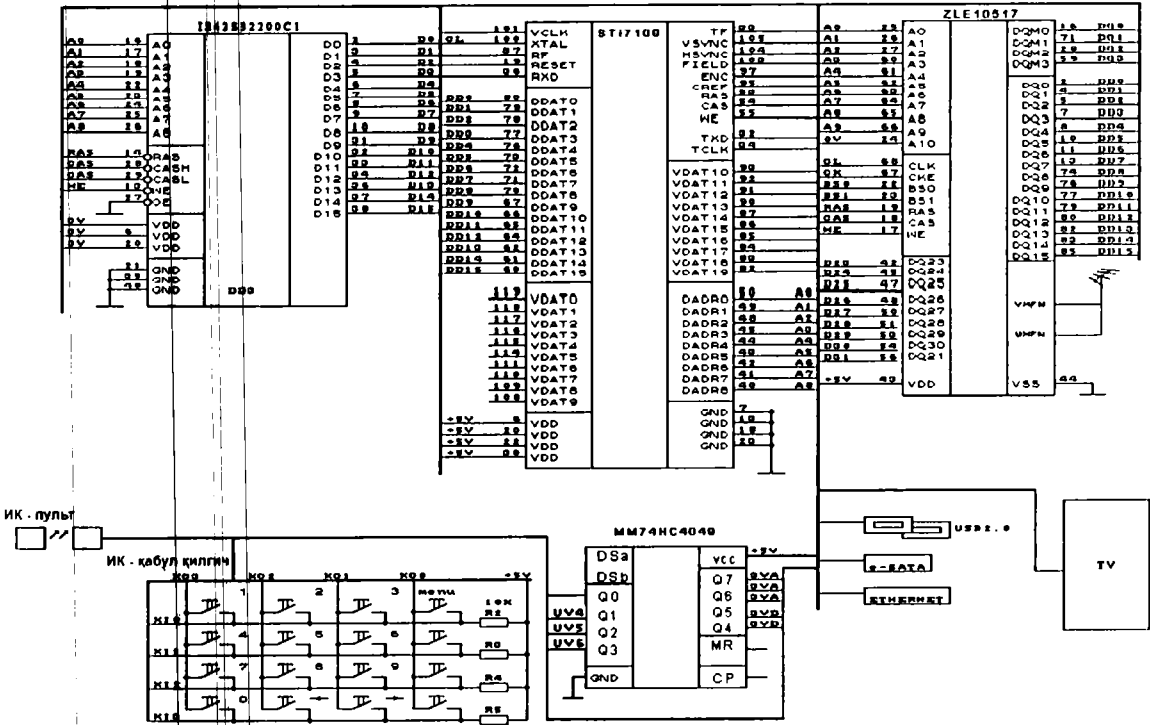
MPEG-4 kodlash formatiga ega DVB-T signal qabul qiluvchi qurilmasining bazaviy qismining tashkiliy chizmalaridan bir varianti 8.10-rasmda ko'rsatilgan va u quyidagi tashkil etuvchilarga ega:

Radiokanalning yuqori chastotali bloki va COFDM demodulyatori ZARLINK firmasining DVB-T qabul qilgichida (Samsung DTOS444PH241B) yuqori chastotali bloki va ZL10353 chipidagi COFDM demodulyatori orqali mujassamlangan. Ushbu blok ikkita mikroprotsessordan iborat: Tyuner (qabul qilgich) va oqim demodulyatori. Antennadan kelayotgan signal tyuner mikroprotsessoriga kelib tushadi, bu yerda u qayta ishlanib, demodulyatorga uzatiladi, demodulyator o'z navbatida kerakli simvollarni ajratib oladi va ularni transport oqimi demultipleksoriga uzatadi.

- Transport oqim demultipleksori va MPEG dekoderi STi7109 chipida yaratilgan. Ushbu element 8 ta dasturiy oqimni tanlash va zarur televizion dasturga taqsimlashni, siqilgan ma'lumotlarni dekodlash, tasvir signallarini hamda ovoz tashkil etuvchilarni RAO'ga o'zgartirishlarni amalga oshiradi.

- MPEG dekoderdan kelib tushadigan axborotni vaqtinchalik saqlash uchun tashqi operativ xotira qurilmasidan foydalaniladi. Dinamik operativ xotira qurilmasi IS42S32200C1-7TL mikrosxema asosida qurilgan. Dinamik xotiraga dekoderdan kelayotgan ma'lumotlar o'n olti razryadli ma'lumotlar shinasini orqali kelib tushadi.

Boshqaruv blokidan kelib tushayotgan axborotni mikroprotsessor tomonidan qabul qilinishi uchun sxemaga MM74HC4049 mikrosxemasi asosidagi boshqaruv mikrokontrolleri zarur. U bilan aloqa o'n olti razryadli ketma-ket port orqali ta'minlanadi. Ushbu mikrokontroller qo'shimcha moslamasining ish rejimlarini boshqarish klaviaturasini va boshqaruv pulti tomonidan qabul qilinayotgan signallarga ishlov berishdagi skanerlash uchun mo'ljallangan.



8.10- rasm. MPEG 4 standarti DVB-T qabul qiluvchi qurilmasining soddalashtirilgan shartli chizmasi

9. O‘ZBEKISTONDA RAQAMLI TELEVIDENIYENING HOLATI

O‘zbekistonda yer usti raqamli televideniye ga o‘tish va uni rivojlantirish uchun qo‘shimcha ravishda UZDIGITAL TV korxonasi tashkil etilgan. Bu korxonaga jismoniy va yuridik shaxslar uchun raqamli televideniye xizmatlarini tashkil etishga mo‘ljallangan. Raqamli televideniye ga o‘tish davri uchun DVB-T/T2 (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) va videotasvirlarni siqish standarti MPEG-4 (N.264) qabul qilindi.

O‘zbekiston barcha xududlarini raqamli televideniye bilan qamrab olish masalasi asosiy vazifalardan biri hisoblanadi. Hozirgi kunda aholini 12 ta milliy telekanal dasturlari bilan ta‘minlash quyidagi televizion kanallarda amalga oshirilmoqda:

- Andijan viloyati -27 TVK;
- Buxoro viloyati- 47 TVK;
- Samarqand viloyati-42 TVK;
- Xorazm viloyati - 40 TVK;
- Jizzax viloyati - 45 TVK;
- Farg‘ona viloyati - 40 TVK;
- Qashqadaryo viloyati -47 TVK;
- Navoiy viloyati -30TVK;
- Sirdaryo viloyati -32TVK;
- Surxandaryo viloyati -47TVK;
- Toshkent viloyati (Angren shahri-44TVK, Bekobod shahri - 27TVK);
- Qoraqalpog‘iston Respublikasi-46 TVK;
- Toshkent shahri va atrofi uchun-29, 37,41,42 TVK, ya‘ni 535,25; 599,25; 631,25 va 639,25 MGs chastotalarga mos keluvchi qo‘shimcha 48 ta raqamli(pullik) teledasturlar uzatilmoqda.

Avval qayd etilganidek, raqamli telekanallarni qabul qilish uchun maxsus Set-top box (STB) qurilmasidan foydalaniladi. Faqat kodlashirilmagan kanallarni qabul qiladigan (Free To Air FTA) yoki shartli ruxsat etish tizimini ta‘minlaydigan STBlar mavjud.

Kodlashtirilgan raqamli kanallarga kirishga ruxsat etishni boshqarish uchun UZDIGITAL TV quyidagi ko'rinishdagi qurilmalardan foydalanadi:

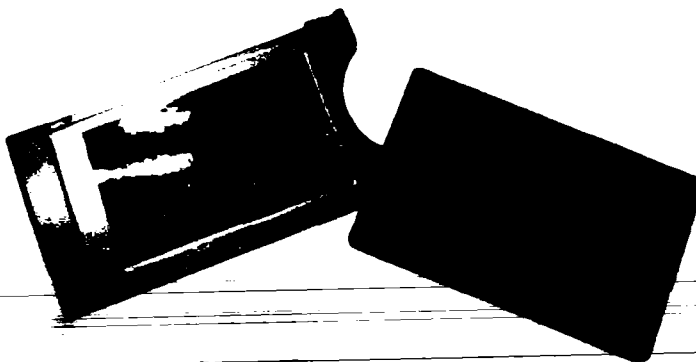
-Ichiga DVB-T tyuneri o'rnatilmagan televizorlar uchun TE - 6010IR (9.1-rasm) abonent qabul qilgichidan (tyuneri);



9.1-rasm. TE-6010IR raqamli TV tyuneri.

- DVB-T/T2 standartida ishlaydigan, pullik kodlangan telekanallarni ko'rish imkonini beradigan, ichiga raqamli televideniye signallarini qabul qilishni ta'minlovchi raqamli tyuner o'rnatilgan va maxsus kirishga (slotga) CITeleCARD ega bo'lgan hamda TeleCARDdan foydalanuvchi qurilmadan.

UZDIGITAL TV foydaladigan TeleCARD quyida 9.2-rasmda keltirilgan.



9.2-rasm. TeleCARD ning tashqi ko'rinishi.

UZDIGITAL TV tizimida TeleCARDdan foydalanish quyidagi afzalliklarni beradi:

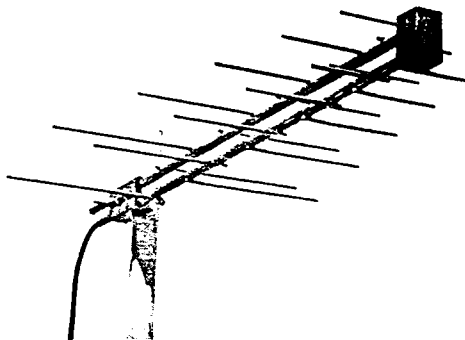
- televizor yonida alohida TV tyunerning yo'qligi va u bilan bog'liq ulanuvchi simlarning mavjud emasligi;

- tasvir sifatining, TV tyuner qo'llanilishiga nisbatan, yuqoriligi (televizorda ichiga o'rnatilgan tyunerdan foydalanilganda, alohida TV tyuner qo'llanilgandagi holatga nisbatan,televizor kirishida qo'shimcha raqamli signalni analog signalga aylantirish jarayoni mavjud bo'lmaydi);

- raqamli kanallarni boshqarish faqat televizor pulti orqali bajarilishi;

- TeleCARD yuqori aniqlikdagi standartni (HDTV) ta'minlay olishi, chunki ko'pgina hozirgi zamon ichiga raqamli TV tyuner o'rnatilgan televizorlar Full HD yoki HD Ready.

Raqamli televizion signallarni qabul qilish uchun UZDIGITAL TV ikki turdagi detsimetrli (DMV) antennalarni tavsiya etadi. Biri xona ichidagi va ikkinchisi tashqi logoperiodik antenna. Tashqi logoperiodik antennaning ko'rinishi 9.3-rasmda keltirilgan.



9.3- rasm. Raqamli TV signallarini qabul qiluvchi logoperiodik antennaning tashqi ko'rinishi

Kodlashtirilgan(pullik) raqamli kanalga kirishni ta'minlash uchun shartli ruxsat etiladigan tizimlarning (Conditional Access System- CAS) xilma xil ko'rinishlari qo'llaniladilar. Hozirgi zamon raqamli shartli ruxsat etish tizimlari tarixi analog tizimlardan boshlangan, ya'ni ular pullik telekanallarni himoya qilish vazifasini bajarib, ruxsat etilmagan kanallarning ochilishiga yo'l qo'ymaganlar. Bu tizimlarda nisbatan oddiy amaliyot qo'llanilgan va uzatilayotgan tasvir qatorlari ma'lum algoritm bo'yicha aralashtirilganlar. Ushbu usul "skremblerlash" nomini olgan va bunday atalish hozirda ham

qo'llaniladi. Ruxsat etilganlar ro'yxatiga kiritilgan qabul qilgichlarga maxsus qurilma yoki programma orqali telekanal tasvirlarini ko'rsatganlar. Ammo xatoliklar va ishlatiladigan algoritm kamchiliklari hamda insonlarning ruxsat etilmagan (pullik) kanallarga qiziqishining kattaligi, bu kanallarga ruxsatsiz kirishni paydo bo'lishini ta'minladi. Shartli ruxsat etish tizimlarining keyingi rivojlanishi skremble rlashning kombinatsiyalash usullaridan va shifrlash algoritmlaridan foydalanish bo'lib, ular telekanallar himoyalanihini oshirilishiga sabab bo'lgan.

Teleeshittirishlarni raqamli formatga o'tkazilishi, jumladan DVB standartining paydo bo'lishi va rivojlanishi, shartli ruxsat etish tizimlarini ishlab chiqaruvchilar uchun keng imkoniyatlar yaratdi. Ayni vaqtda, shartli ruxsat etish tizimlari hal qilishi kerak bo'lgan muammolar soni ham oshdi. Ishonchlilik, masshtablanishlik va kam tannaxlilik kabi ananaviy talablardan tashqari universallik va kontekst bog'liq bo'lmagan talablar qo'yildi. Kontekst bog'liq bo'lmaslik deganda xilma trafiklik keng eshittirish kanallarida shartli ruxsat etish tizimlarini qo'llash mumkinligi tushuniladi.

Umumiy holatda, hozirgi zamon shartli ruxsat etish tizimlari programma- apparat qurilmalari majmuasi bo'lib, bir necha o'zaro bog'langan kichik tizimlarning yig'indisi hisoblanadi.

UZDIGITAL TV korxonasi ruxsat etilmagan kirishlarga yo'l qo'ymaslik uchun Gollandiyaning Irdeto Access B.V xususiy kompaniyasining Irdeto nomli tizimidan foydalanadi. Gollandiyaning bu kompaniyasi smart-kartalarni loyihalashtiradi, pullik televideniye uchun shartli ruxsat etish programmalarini va boshqa mikroprotsessorlarni hamda keng ruxsat etiladigan programma texnologiyalarini, kontentga ishlov berish va tarqatish qurilmalarini avtomatlashtirish jihozlarini ishlab chiqaradi. Irdeto texnologiyasi mobil kommunikatsiya jihozlarini va raqamli televideniyaning xilma xil standartlarida kontentlarni himoyalashda qo'llaniladi.

UZDIGITAL TV korxonasida 2011 yil apreldan 2014 yil sentyabrgacha Irdeto shartli ruxsat etish tizimidan foydalanilgan va u kontentni smart-karta orqali himoyalashga asoslangan.

Cloakware himoyalanihi texnologiyasining rivojlanishi va Irdeto Cloaked CA yarim funksional, smart kartasiz shartli ruxsat etish

tizimining paydo bo'lishi bilan 2014 yil oktyabrdan boshlab UZDIGITAL TV kontentni himoyalashning yangi yechimiga - shartli ruxsat etish tizimi Irdeto CAS 3 (Irdeto Conditional Access System version 3) ga o'tdi.

Cloakware texnologiyasi tizimning yaxlit butunligini va barcha xizmat ko'rsatish jarayoni davomida yuqori xafvsizlikni ta'minlaydi. Bundan tashqari har bir dasturiy foylalanuvchi alohida ajratilgan kalitlarga ulangan va ular qabul qilish qurilmasini yaratishda, chiplarga kiritiladi.

Yangi tizim avvalgi qo'llanilgan tizim bilan to'liq moslashib ishlay oladi va shu jumladan avval o'rnatilgan abonent kartochkalari (smart-kartalar) hamda qabul qilgichlar ham.

Shartli ruxsat etishni boshqarish UZDIGITAL TVning billing markazi orqali amalga oshiriladi va u abonent hisob raqamidagi pul mablag'ini nazorat qiladi hamda shunga asosan xizmat ko'rsatadi.

DVB-T/T2 yer usti raqamli teleeshittirish standartidan foydalanish, tasvir va ovozni sifatli ta'minlashidan tashqari, xilma xil interaktiv xizmatlar tashkillashtirilishiga ham imkon beradi.

Hozirgi davrda UZDIGITAL TV abonentlari dasturlar uzatishning elektron jadvali (EPG) foydalanishlari mumkin. EPG qanday dasturlar qaysi kanallarda, qachon uzatilishi hamda dastur va filmlar mazmunlari bilan tanishishga imkon yaratadi. EPG xizmatlari uchun teskari kanal shart emas, chunki axborotlar, shu jumladan dastur mazmunlari muntazam uzatilib boriladi. Bundan tashqari hozirgi zamon qabul qilgichlari quyidagi funksiyalarga ega:

- “Vaqt bo'yicha siljitish” rejimi, ya'ni tashqi qattiq disk (USB 2.0) yordamida videoni yozish va tasvirga qo'yish;

- Ikkita kanalni bir vaqtda yozish va ikkita kanalni “kartina ichida kartina” rejimida (RIR) ko'rish;

- USB 2.0 portidan foydalanish (MR 3 -pleer va JPEG formatda tasvirni ko'rish);

- Xilma xil multimedia formatlarini qo'llash (shu jumladan, Xvid tasvirni qo'yishda);

- Ethernet qo'llab quvvatlash;

- Yuqori aniqlikda ekranning to'liq rang bilan tasvirlanishi;

- Tanlangan kanallarning ro'yxatini shakllantirish;

-Tanlangan kanallar ro'yxatini kengaytirish, tezkor ko'rib chiqish, ta'qiqlash hamda kanallarni siljitish, o'zgartirish va o'chirishni ta'minlash;

- Alfavit bo'yicha ajratish funksiyasini amalga oshirish;

- Ota-onalarning (nazorati) tizimga kirishga (tizimga ruxsat etilishni ta'qiqlash) ta'qiqlari, ya'ni sozlanishni ta'qiqlash.

UZDIGITAL TV korxonasi raqamli televideniyaning jahondagi taraqqiyoti tajribalari bilan muntazam tanishadi va shu asosda uni O'zbekistonda rivojlanishi bo'yicha tegishli ishlarni amalga oshirmoqda. Hozirgi kunda UZDIGITAL TV tomonidan amalga oshirilayotgan loyihalardan biri elektron telegazeta Paper Uz xizmatini tashkil qilish bo'lmoqda. Paper Uz axborot yangiliklar xizmati abonent qurilmalariga, Internet yoki boshqa ma'lumot uzatish kanallarini qo'llamasdan, efir orqali ma'lumotlarni yetkazishdir. Paper Uz servis xizmatlari tomonidan beriladigan barcha axborotlar istalgan sondagi sinflarga bo'linadilar va ularning nomlari va logotiplari o'zgartirilishlari mumkin. Sinflar istalgan sondagi maqolalarga bo'linishlari mumkin va har bir maqola bir necha betni tashkil qilishi mumkin.

Bu xizmatning asosiy afzalliklaridan biri Internet tarmog'i bo'lishi shart emasligidir va xizmatni tashkil etish uchun qo'shimcha qurilmalar talab etilmasligidir.

Shunday qilib, tizim moslanuvchan bo'lib, unda hech qanday abonentning qo'shimcha qurilmalarisiz xilma xil axborotlarni: yangiliklar, so'rov ma'lumotlari, reklama va shaxsiy e'lonlarni berish mumkin.

Paper Uz servis xizmatidan foydalanuvchilar sonini oshirish maqsadida Smart TV ilovasi ishlab chiqilmoqda.

Bundan tashqari UZDIGITAL TV korxonasi teleeshittirishlarga bag'ishlangan ilmiy -tadqiqot ishlarida ham faol qatnashmoqda, jumladan ~~O'zbekistonda tarqatilayotgan teleradio kanallar, dasturlar~~ reytingini aniqlash, baholash usullari va tartiblari ishlab chiqilmoqda. Bu ilmiy- tadqiqot ishlari O'zbekistondagi teleradio kanallarining butunlay yangi va o'ziga xos reytingni aniqlashda asosiy dasturi amal bo'lishiga ishonch bildirilmoqda.

Umumlashtirilgan holda shuni aytish mumkinki, O'zbekistonda raqamli televideniyeining rivojlantirishi aktiv amalga oshirilmoqda va unga bir necha yo'nalishlarda dasturlar qabul qilingan.

O'zbekiston Respublikasi hukumati tomonidan qabul qilingan raqamli televideniyeiga bosqichma bosqich o'tish progammasi faol tatbiq etilmoqda va tegishli amaliy ishlar bajarilmoqda. DVB-T2 formatdagi uzatish qurilmalari o'rnatish va ishga tushirish tufayli 2015 yil oxiriga O'zbekiston xududini 50 % dan ortig'ini raqamli televideniye bilan qamram olish masalasi xal etildi. Bosqichma bosqich DVB-/T2 formatga o'tish texnik muammolarni xal etishning yangi pog'onasiga ko'tarilishga va foydalanuvchilar uchun yanada sifatli telekanallar tashkillashtirish va ularning sonini ko'payishini ta'minlaydi.

TERMINLAR VA QISQARTMALAR LUG'ATI

Abonent kartasi - plastik karta ichiga joylashtirilgan mikrosxema (Smartcard) ko'rinishidagi qurilma. DVB va boshqa teleeshittirish tizimlaridagi pullik tele-dasturlari tizimiga kirish elementlaridan biri sifatida qo'llaniladi.

ADIKM - Adaptiv differensial impuls-kodli modulyatsiya (inglizcha ADPCM). Diskret impuls kod modulyatsiya turi bo'lib, unda kvanlash qadami va bashorat ko'rsatgichi qiymatlarining kodlanayotgan signal joriy tarkibiga bog'liq o'zgarishidir.

Amplitudaviy manipulyatsiya (AMn) - raqamli signallarni uzatishda qo'llaniladigan modulyatsiya turlaridan biri. Tashuvchining amplitudasini diskret o'zgarishidir.

ARO' - Analog- raqam o'zgartirgich.

Bashorat xatosi - signalning bashorat qilingan va mavjud qiymatlari orasidagi farq. Tasvirlarni kodlashda tasvir fragmentining (makroblokining) xatosi sonlar matritsasi bo'lishi mumkin. Har bir element mavjud va bashorat qilingan fragment elementlari orasidagi farqqa teng bo'ladi.

Bashoratli kodlash - Diskret impuls kod modulyatsiyasiga qarang.

Bir chastotali tarmoq (Single Frequency Network - SFN) - DVB-T eshittirishlaridan biri bo'lib, bir necha teleuzatgichlarning bir chastotada sinxron ishlashini ta'minlaydi. Bunda ularning eshittirish qamrov xududlari o'zaro qoplanishlari mumkin.

Bitlarni taqsimlash (inglizcha- bit allocation) - tasvirni siqish va ovozni uzatishning ko'pgina usullarida qo'llaniladigan operatsiya.

Kvantlashdagi ikkilik razryadlar (bitlar) belgilangan soni umumiy ma'lumotlar oqimining bir necha tashkil etuvchilari bo'yicha taqsimlanadi, masalan, chastota diapazoni osti bo'yicha.

Bitlarning adaptiv taqsimlanishi (ingl. - adaptive bit allocation) - kvantlashdagi bitlarning taqsimlanishi, masalan: signalning kodlanayotgan qismi ko'rsatgichlariga bog'liq holda chastota diapazoni osti bo'yicha.

- Bloklar mosligi** (inglizcha- Nock matching) - harakatni baholashning usullaridan biri bo'lib. unda tanlangan kriteriyasi asosida, kodlanayotgan tasvirning har bir bloki (makroblok) uchun mos ravishda, tayanch tasvirning xuddi shunday o'lchamli xududi topiladi.
- Bosqich** (inglizcha - Level) - MPEG-2 da tasvirning o'tkazish qobiliyati bo'yicha bosqichlari (qiymatlari) belgilangan.
- Buferli XQ** - ma'lumotlarni vaqtincha saqlovchi xotira qurilmasi. Xususan, MPEG koder va dekoderlarida kodlangan videoma'lumotlarni doimiy tezlikda uzatuvchi kanal bilan ushbu qurilmalarni moslashtirish uchun ishlatiladi.
- Buyurtma bo'yicha video** (inglizcha. Video-on-land) - teleeshittirishning yangi turlaridan biri bo'lib, abonent beriladigan dasturni buyurtma qila olish imkoniyatiga egaligi.
- Veyvlet-o'zgartirish** - Ortogonal bir o'lchamli yoki ikki o'lchamli o'zgartirish bo'lib, uning natijasida dastlabki signal quyi va yuqori aniqlikdagi tashkil etuvchilarga bo'linadilar.
- Vektorli (harakat) siljish-tasvir** bloki siljishini ikkita maydon koordinatasi bilan baholash natijasini ko'rsatuvchi juft son.
- Vektorli kvantlash** - berilgan kriteriya bo'yicha, signal sanoqlari guruhi yoki tasvir elementlari guruhini etalon vektor deb nomlanuvchi guruh (elementlar) sanoqlariga yaqin bo'lganlari bilan almashtirish. Barcha etalon vektorlar oldindan kodlar kitobiga kiritib qo'yilgan bo'ladilar.
- Video konferensaloqa** - haqiqiy vaqt davrida, bir necha abonentlar o'rtasida ovoz va videoma'lumotlarni almashinishni ta'minlovchi videoaloqa tizimi.
- Videotelefon** - haqiqiy vaqt davrida, ikkita abonent o'rtasida ovoz va videoma'lumotni almashinishni ta'minlovchi videoaloqa tizimlaridan biri.
- Videotutashuv (Videostik)** - ITU-R VT 656 Tavsiyasiga muvofiq raqamli telesignallarni uzatuvchi interfeyslar(tutashuvlar) nomi va tavsiyada parallel va ketma-ket videotutashuvlar belgilangan.

Video ketma-ketlik (inglizcha-video sequence) - MPEG-1,2 videoma'lumotlari oqimining eng yirik strukturaviy birligi. Shuningdek, "videoqator" nomi ham uchraydi.

Gamma-korreksiya - televizion signallarni nohiziqli o'zgartirish bo'lib, televideniye tizimining turli uzellari uzatish xarakteristikalarini nohiziqliklarini korreksiyalash (to'g'irlash) maqsadida qo'llaniladi. Ayni vaqtda gamma-korreksiya kvantlashdagi tasvir sifatiga ta'sirni kamaytirishga ham xizmat qiladi.

Gibrid kodlash - MPEG-1, MPEG-2 va MPEG-4 larda qo'llaniladigan harakatlanuvchi tasvirlarni kodlash hamda ichki kadr va kadrlararo kodlashni mujassamlashtirgan usul.

Dasturli oqim (inglizcha-Program Stream) - MPEG-1 tizim qiymatiga mos bo'lgan, MPEG-2 ma'lumotlar oqimining multipleksirlangan (birlashtirilgan) ko'rinishlaridan biri. Transport oqimdan farqli faqat bitta tele dasturning ma'lumotlarini uzatadi.

Dekvantlash - kvantlashga teskari amal. Dekvantlash natijasida raqamli signal yoki boshqa axborotning sanoq qiymatlarini ifodalovchi kvantlash sathi sonlari oshadi.

Dekodlash - kodlashga teskari operatsiya. Dekodlash natijasida axborot kodlashga qadar qanday ko'rinishga ega bo'lgan bo'lsa, o'sha holatga qaytariladi.

Dekompressiya - kompressiyaga (siqishga) teskari amal.

Dematritsalash - matritsalashga teskari amal. Dastlabki signallar matritsalashda olingan aniq koeffitsientli signallardan olingan yig'indi sifatida hisoblanadi.

~~**Demodulyatsiya** - modulyatsiyaga teskari amal. Demodulyatsiyalash (ko'pincha detektirlash deb nomlanadi) natijasida modulyatsiyalovchi signal qayta tiklanadi.~~

Deoralatish (деперемежение) - oralatishga teskari amal. Ma'lumot elementlari boshlang'ich tartibini qayta tiklanadi.

Deskrembler - deskremblerlashni amalga oshiriluvchi qurilma.

Deskremblerlash - skremblerlashga teskari amal. Ma'lumotni qayta o'qishni tashkil qilish, masalan: skremblerlangan signaldan psevdotasodifiy ketma-ketligini ajratish tufayli.

Detsimatsiya - oralashga qarag.

DIKM - Differensial impuls-kod modulyatsiyasi (inglizcha- DPCM). Shuningdek termin "Bashoratli kodlash" deb ham yuritiladi. IKM turlaridan bo'lib, signalning avvalgi bir yoki bir necha sanoqlari qiymati asosida bashorat qilingan joriy signal sanoqlarining qiymati shakllanadi hamda aloqa kanali bo'ylab esa bashorat xatosi, ya'ni bashorat qilingan joriy signal sanoqlari va dastlabki signal sanoqlari qiymatlarining farqi uzatiladi.

Diskretizatsiya - uzluksiz signalni, ma'lum vaqt intervallarida, sanoqlar (ajratmalar) ketma ketligi orqali ifodalashdir. Tasvirning diskretizatsiyalash holatida, diskretlash tasvir tekisligida joylashgan matritsaning sanoqlari sifatida ifodalanadi.

Diskret chastotasi - diskretlash chastotasi ulushlarida o'lchanadigan diskret signal chastotasi.

Diskretizatsiyalash chastotasi - diskret signal sanoqlari ketma-ketligi davriga teskari kattalik. Kotelnikov teoremasiga ko'ra diskretizatsiya chastotasi diskretizatsiyalanayotgan signalning yuqori chegaraviy chastotasidan eng kamida 2 marta katta bo'lishi kerak.

DKO' - Diskret kosinus o'zgartirishi.

DFO' - Diskret Furye o'zgartirishi.

Yorug'lik signali (сигнал яркости) - oq-qora televideniye videosignaliga mos keluvchi hamda tasvirning barcha elementlari yorug'ligi haqida ma'lumotni tashuvchi signal. Rangli televideniya yorug'lik signali, gamma korreksiyasidan o'tgan, asosiy ranglar E'R (qizil), E'G (yashil), E'B (ko'k) signallar hisobiga, quyidagi formula bo'yicha $E'_Y = 0,30 E'_R + 0,59 E'_G + 0,11 E'_B$ shakllantiriladi.

Ierarxik modulyatsiya - DVB-T da qo'llaniladigan modulyatsiya turi bo'lib, unda sifatli tasvimi qabul qilish uchun, ma'lumot xalaqitlardan yuqori himoyalanganlik bilan uzatiladi.

Ikkilik signallarni uzatish tezligi (inglizcha. - Bitrate). Sekund ichida uzatiladigan ma'lumot bitlarining soni. O'lchov birligi bit/s, Kbit/s, Mbit/s va boshqalar.

IKM - Impuls-kod modulyatsiyasi (inglizcha- RSM). Ma'lumotni raqamli ko'rinishda uzatish usuli. Har bir signal sanoqlarining raqamli kodi kanal bo'ylab impuls ketma - ketligi ko'rinishida uzatiladi.

Interfaol televideniye - televideniye tizimi bo'lib, ularda teletomoshabin uzatilayotgan dasturlar bosh stansiyaga teskari kanal bo'ylab ma'lumot uzatishi bilan ta'sir qilishlari va ularni o'zgartirishlari mumkin bo'ladi.

Interpolyatsiya - 1. Diskret signalni uzluksiz signalga o'zgartirilishida diskret signal vaqt oraliqlari sanoqlarini aniq qoida bo'yicha qo'shimcha to'ldirishi.

2. Dastlabki diskret signal sanoqlari orasiga aniq qoida bo'yicha aniqlangan qo'shimcha sanoqlarni kiritish yo'li bilan amalga oshirilish.

Kadr 1. Televideniya kadr deb uzatiladigan, hamda ketma-ket aks ettiriladigan harakatsiz tasvirlar aytiladi. Agar kadrlar uzatish chastota sezilarli darajada yuqori bo'lsa, tomoshabin kuzatilayotgan tasvirlarni uzluksiz harakati deb qabul qiladi. Kadrlar uzatilishida satrlarga (qatorlarga) bo'linadi.

2. Ko'pgina hollarda kadr deb ma'lumotlar oqimining tuzilmaviy birligi nomlanadi, masalan: ovoz kadrlari.

Kadrli kodlash - MPEG-1 va MPEG-2 standartlarida qator tashlab yoyish bilan videoma'lumotni kodlash rejimlaridan biri. Bu rejimda har bir makroblokka ikkala kadr maydonining tasvir elementlari kiradilar.

Kadrlar aro kodlash (inglizcha. - inlerframe) - videoma'lumotni siqish, u kadrlar aro korrelyatsiyadan foydalanishga asoslangan.

Kanalli kodlash - Ko'pincha modulyatsiya bilan birga amalga oshiriladigan, bevosita axborotni kanal bo'ylab uzatishdagi kodlash turi. Odatda aloqa kanali parametrlari bilan mos bo'lish, xalaqitbardoshlikni oshirish kabilarni maqsad qiladi.

Kvadraturaviy amplituda manipulyatsiyasi (KAMn yoki KAM) - modulyatsiya ko'rinishlarining biri bo'lib, u tashuvchining ikkita (\cos va \sin) kvadraturaviy tarkibiy tashkil etuvchilarining amplitudasi diskret o'zgaruvchan, raqamli signalni uzatish uchun qo'llaniladi.

Kvantlash 1. Uzluksiz yoki diskret signalning har bir qiymatini kvantlashning yaqin sathiga teng son bilan butunlash yo'li bilan o'zgartirish.

2. Raqamli ko'rinishda keltirilgan signalni kvantlashda har bir signalni hisoblashda bitlar miqdori kamayishi mumkin.

Kvantlash shovqini - signalni kvantlash natijasida yuzaga keladigan xatolik yoki umuman har qanday axborotni kvantlashdagi xatoliklar.

Kengaytirish (inglizcha- extension) - MPEG-2da video va audioma'lumotlar oqimining qismlari bo'lib, oqimlarning bazaviy qismlarini to'ldiradilar.

Kodek - ham koder, ham dekoder vazifalarini bajaruvchi qurilma.

Koder - kodlashni amalga oshiruvchi qurilma.

Kodlash 1. Kvantlanish natijasini olingan diskretlangan signal har bir sanoqlarini aniq qoida bo'yicha ikkilik raqam bilan ifodalanishi.

2. Biror bir maqsad uchun ma'lumotning simvollar guruhini aniq qoida bo'yicha boshqa simvollar guruhiga o'zgartirilishi. Kodlashning maqsadi axborotning ortiqchalikligini qisqartirish yoki siqish, xalaqitbardoshlikni oshirish, ma'lumotlarni keraksiz shaxslardan himoyalash kabilar bo'lishi mumkin.

Kodli so'zlarning davomiyligi o'zgarishidagi kodlash - entropik kodlash turlaridan biri hisoblanadi. Uzatilayotgan ma'lumot hajmining qisqarishda tez-tez uchraydigan simvollarni qisqa kodli

soʻzlar bilan, kam uchraydiganlarni esa davomiy uzun simvollar bilan almashtirish.

Kodlar kitobi - vektorli kvantlashda qoʻllaniladigan barcha etalon vektorlar roʻyxati.

Kompozitli kodlash - toʻliq rang televizion signalni raqamli koʻrinishga oʻzgartirish.

Komponentli kodlash - yorugʻlik va rangfarq signallarni alohida-alohida raqamli koʻrinishga oʻzgartirish.

Kompressiya 1. Maʼlumotni samarali kodlash, yaʼni axborotning zarur boʻlmagan qismlarini tashlab yuborish yordamida siqish.

2. Nochiziqli oʻzgartirish hisobiga signalning dinamik diapazonini siqish.

Korreksiyalovchi kodlar - maʼlumotni uzatishda yuzaga keladigan xatoliklarni topish va/yoki toʻgʻrilash imkonini beruvchi kodlar.

Masshtablanish (inglizcha- Scalability) - MPEG-2 maʼlumotlar oqimining sintaksisi va kodlash uslubi xossasi boʻlib, videomaʼlumotlar oqimidan maʼlum qismidan tasvirni past sifat bilan olish imkonini beradi. MPEG-4 da masshtablanish ovoz tashuvchi uchun ham tarqalgan.

Maydon - Satr (qator) tashlab (oralab) yoyishdagi yarim kadr, yaʼni kadrning toq satrlari (birinchi maydon) va juft satrlari (ikkinchi maydon) boʻladilar. Maydon televizorning bitta vertikal yoyishi davrida uzatiladi va namoyish etiladi.

Maydonli kodlash - MPEG-1 va MPEG-2 standartlarida videoaxborotni qator oralab yoyishdagi kodlash rejimining bir turi. Bu rejimda makroblok tasvirning faqat birinchi yoki faqat ikkinchi maydonning elementlaridan tashkil topadi.

Makroblok - MPEG standartlarida tasvirni kodlash tuzilmaviy birligining asosi hisoblangan va tasvirning 16x16 piksel oʻlchamli toʻrtburchak xududi. Makrobloklar uchun baholash va harakatni kompensatsiyalashlar bajariladi.

Matritsalash - Ma'lum koeffitsientlar bilan berilgan bir necha kiruvchi signallar yig'indisi bir necha chiqish signallari ko'rinishida shakllantirish.

Ma'lumotlar oqimi (inglizcha - Bitstream) - Aloqa kanali bo'ylab uzatiladigan yoki ma'lumot tashuvchiga yoziladigan ikkilik simvollar ketma-ketligi. Sarlavha bilan ta'minlangan tuzilmaviy birliklardan (paket, kadr va boshqalar) tashkil topadi.

MDKO' - Modifikatsiyalangan(takomillashtirilgan) diskret kosinus o'zgartirish. DKO' qo'shimcha turlaridan biri. Dolbi AS-3 va MPEG-1 hamda MPEG-2 Audio, Layer III larda qo'llaniladi.

Median filtrlash - chiqish signalining sanoqlari kirish signallarining bir necha sanoqlari medianasi sifatida aniqlanadi. Median filtrlash bir o'lchamli, ikki o'lchamli, ya'ni fazoviy bo'lishi mumkin.

Modem - modulyatsiya va demodulyatsiya amallarini bajaradigan qurilma.

Modulyatsiya - modulyatsiyalayotgan signalga mos ravishda tashuvchi signal yoki tebranishning bir yoki bir necha parametrlarini (ko'rsatgichlarini) o'zgartirish.

Norekursiv raqamli filtr - raqamli filtr, unda shakllanayotgan chiquvchi signal sanoqlarining qiymatlari faqat kiruvchi signal sanoqlarining qiymatlariga bog'liq bo'ladi.

Ovozni maskirovkalash - MPEG-1 va MPEG-2 Audio hamda Dolbi AS-3larda qo'llaniladigan eshitish qobilyati xususiyatlaridan foydalanish. Biror bir chastotali baland ovoz mavjud bo'lganda, unga yaqin chastotadagi nisbatan past ovozlar eshitilmay qoladi.

Ob'ekt - Ob'ektga yo'naltirilgan yondashuvning asosiy tushunchasi. MPEG-4da videoob'ekt tushunchasi sifatida qaysidir belgiga ko'ra ajratib olingan tasvir fragmenti yoki to'liq tasviri tushunilsa, audioob'ekt sifatida bitta manbaa tomonidan yaratiladigan ovoz tushiniladi hamda audiovizual ob'ekt deganda esa ham videoob'ekt, ham audioob'ekt birlashmasi tushiniladi.

Paket - Aloqa kanallari bo'ylab birgalikda uzatiladigan axborot simvollarini (bitlar, baytlar va boshqalar) o'zida saqlaydigan

ma'lumotlar oqimining tuzilmaviy birligi. Qoida bo'yicha paket o'zida haqidagi ma'lumotlarni saqlovchi sarlavhaga ega mavjud bo'ladi.

Paketlangan elementar oqim (PEP) (inglizcha - Packetized Elementary Stream, PES) - elementar oqimdan ma'lumotlarni paketga joylash yo'li bilan olingan ma'lumotlar oqimi.

Paket xatoliklari - uzatilayotgan axborotni bir necha qo'shni simvollar (bitlar) ini buzadigan (shikastlaydigan) xatoliklar.

Panjarasimon kodlar (inglizcha- trellis code) - raqamli televideniye tizimlarida ichki kodlashda qo'llaniladigan korreksiyalovchi kodlar.

Piksel - (inglizcha- Pixel -rasm elementi). Raqamli diskret tasvirning o'zgannas yorug'lik va rangiga ega bo'lgan kichik elementi.

Progressiv yoyish - yoyishning turlaridan biri bo'lib, bunda kadrning barcha qatorlari birin-ketin ketma-ket uzatiladilar.

Profil - MPEG-2 va MPEG-4 larda profil tushunchasi kodlashning foydalaniladigan usullarining murakkabligi va masshtablashning mavjudligini ifodalaydi.

Psixoaustik model (PAM) - eshitish qobiliyatini hisobga oluvchi algoritim, MPEG-1 va MPEG-2 Audio larda har bir chastota diapazoni osti boshqa diapazon ostilar bilan ovozning maskirovkalanishi baholanadilar va kvantlash uchun bitlarning taqsimlanishi xisoblanadilar.

Rang tashuvchi - analog rangli televideniye tizimlarida to'liq rang televizion signalni shakllantirishda rangfarq signallarni modulyatsiya yordamida o'tkazadigan chastota.

Rangfarq signallar - rangli televideniye signallari bo'lib, rang haqidagi ma'lumotlarni tashiydi va tasvir yorug'ligiga ta'sir etmaydi. Quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$E'_{R-Y} = E'_R - E'_Y$ (qizil); $E'_{G-Y} = E'_G - E'_Y$ (yashil); $E'_{B-Y} = E'_B - E'_Y$ (ko'k); bu yerda E'_R , E'_G , E'_B lar mos ravishda qizil, yashil va ko'k rang signallari va E'_Y -yorug'lik signali. Rangli televideniye tizimida qoida bo'yicha faqat E'_{R-Y} va E'_{B-Y} , signallari yoki

ularning chiziqli kombinatsiya uzatiladi, chunki uchinchi rangni qayd etuvchi signal E'_{G-Y} quyidagi munosabatdan aniqlanishi mumkin:

$$0.30 E'_{B-Y} + 0.59 E'_{G-Y} + 0.11 E'_{B-Y} = 0.$$

RAO' - Raqam - analog o'zgartirgich

Raqamli filtr - kiruvchi raqamli signallarning sanoqlari ketma-ketligini chiquvchi raqamli signalning sanoqlari ketma-ketligiga o'zgartiruvchi qurilma.

Rekursiv raqamli filtr - chiqish signali sanoqlarining shakllanuvchi qiymati ham kirish signali sanoqlari qiymati, ham oldin shakllangan chiqish signali sanoqlaridan kelib chiqadigan raqamli filtr.

Rid-Solomon kodlari - korreksiyalovchi xalaqitbardosh kodlar, jumladan raqamli televideniya da foydalaniladi.

RXMQ - Radioaloqa bo'yicha Xalqaro maslahat Qo'mitasi. Hozirda ITU-R deb nomlanadi.

Sarlavha (inglizcha - header) - Ma'lumotlar oqimining tuzilmaviy birligining boshlang'ich qismi. Qoida bo'yicha ma'lumotlar oqimida sarlavha boshlanishini tanib olsa bo'ladigan bir yoki bir nechta simvollardan iborat sinxroguruhdan tashkil topadi.

Sahna - MPEG-4 tushunchalaridan biri. Tomoshabin tomonidan kuzatiladigan va eshitiladigan audiovizual ob'ektlar majmuisi.

Oralatih (Siyraklash) - raqamli signalning sanoqlari sonini kamaytirish. Siyratlatish natijasida har birinchi yoki har ikkinchi yoki har nechanchisidir sanoqlari olib qolinadi, qolgani esa tashlab yuboriladi.

Simvol 1. Umumiy tushunchada - alifbo elementi, axborotni ifodalash uchun qo'llaniladi.

2. Kanal simvoli - vaqtning ayni lahzasida bitlar kombinatsiyasi bilan uzatilishga mos keluvchi tashuvchi signalning tebranish holati.

3. COFDMda - vaqtning ayni lahzasidagi barcha tashuvchilar holatining to'plami.

Sinxroimpulslar - Uzatuvchi televidion kameraning yoyish tizimidagi hamda tele qabul qilgichning fazasi va chastotasini sinxronizatsiyasi taminlaydigan, to'liq televidion signal tarkibiga kiruvchi, impulslar. Kadr sinxroimpulslari televidion qabul qilgichning vertikal yoyish sinxronizatsiyasi uchun, qator sinxroimpulslari esa gorizontaal yoyish sinxronizatsiyasi uchun xizmat qiladilar.

Skrembler - skremblerlashni amalga oshiriladigan qurilma.

Skremblerlash - ruxsat etilmagan kirishdan himoyalani sh uchun uzatilayotgan signalga xalaqit beruvchi signalni qo'shish.

Slays (inglizcha- slice) - Makrobloklarni kodlash jarayonidagi ketma-ket keluvchilar guruhlar. Slaysning barcha makrobloklari uchun bir xildagi siqish parametri beriladi va u slays sarlavhasida yozib qo'yiladi.

Staffing - ikkilik signallarining uzatish tezligini berilgan qiymatini saqlab qolish maqsadida aloqa kanali bo'ylab bo'sh ma'lumot bloklarini uzatish.

SRIBP (inglizcha. - DSP). - signallarga raqamli ishlov beruvchi protsessor

Tavsiya 601 - to'liq nomi Tavsiya ITU-R VT 601. Eski nomi Tavsiya 601 MKKR yoki CCIR-601. Oddiy aniqlikdagi televideniye raqamli telesignallarining parametrlarini ifodalaydi.

Tavsiya ITU-R VT-709-3 - Yevropa, AQSH va Yaponiya uchun umumiy bo'lgan yuqori aniqlikdagi signallarining raqamli parametrlarini ifodalovchi hujjat.

Tasvir elementi - Piksella qarang.

Tasvir ortiqchaligi - tasvir tashlab yuborilsa, namoyish etilayotgan tasvirning sifati, vizual qabul qilishga, jiddiy ta'sir etmaydigan tarkibiy tuzilmalarning mavjudligi.

Tayanch tasviri (inglizcha-Reference Picture) - kodlanayotgan tasvir makrobloklari harakati tufayli qaysi joyni egallashni bashorat qilishga asos bo'ladigan kadr yoki maydon.

- Tekstura** - Tasvirning kichik tuzilmasi. Ob'ektlar konturining to'ldirilishi.
- Teskari kanal** - aloqa kanali bo'lib, unda interfaol teleeshittirish tizimida abonentlar bosh stansiyaga axborot uzatishi amalga oshiriladi.
- TIX-filtr** - tugallangan impuls xarakteristikali filtr. Norekursiv raqamli filtr bilan bir xil.
- Transport oqimi** (inglizcha- Transport Stream (TS)) - transport paketlari oqimi va birlashtirgan bir nechta televizion dasturlarni va xizmat ma'lumotlaridan tashkil topgan MPEG-2ning multipleksirlangan (umumlashtirilgan) ma'lumotlar oqimi.
- TRTS** - To'liq rangli televizion signal. Analog rangli televideniye ning yorug'lik signali, rang tashuvchilar chastotasida joylashgan rangfarq signali, sinxroimpulslar, so'ndiruvchi impulslar kabi boshqa zarur komponentlarga ega bo'lgan umumiy signal shunday nomlanadi.
- TTXMQ** - telegraf va telefoniya bo'yicha Xalqaro maslahat qo'mitasi. Hozirda ITU-T deb nomlanadi.
- Uyali televideniye** - SVCH (juda yuqori chastota) diapazonidagi teleeshittirish tizimi, masalan: MMDS tizimi, unda kam quvvatli uzatgichlar tarmog'i qo'llaniladi.
- Fazaviy manipulyatsiya (FMn)** - raqamli signallarni uzatishda qo'llaniladigan modulyatsiya turlaridan biri. Tashuvchi signalning fazalari diskret o'zgaradilar.
- Fazoviy filtrlash** - tasvirni o'zgartirish bo'lib, bunda shakllanayotgan tasvir har bir elementining rangi va yorug'ligi boshlang'ich tasvir elementlari rangi va yorug'ligining berilgan funksiyasi sifatida aniqlanadilar.
- Fazoviy chastota** (uzluksiz tasvirlar uchun) - Fazoviy davrga teskari kattalik. Biror bir parametarning o'zgarishi davr ichida qancha ekaninni, masalan, birlik davomiyligida nechta yorug'likni yotishini ko'rsatadi. O'lchami m-1.

Fazoviy (ikki o'Ichamli) filtr - fazoviy filtrlash amalga oshiriladigan qurilma.

FDO' - Furiye diskret o'zgartirishi.

FTO' - Furiye tez o'zgartirishi. FDO'ning tezlashtirilgan algoritmi shunday nomlanadi.

Xaffman bo'yicha kodlash - kodli so'zlar davomiyligi o'zgaruvchan bo'lgandagi kodlashning bir turi bo'lib, u uzatilayotgan ma'lumotda ortiqchalikni iloji boricha kam bo'lishini ta'minlaydi.

Xaar o'zgartirishi - veyvlet-o'zgartirish turlaridan biri.

CHIX-filtr - cheksiz impuls xarakteristikali filtr. Rekursiv raqamli filtr bilan bir xil.

Chiziqli bashorat (inglizcha - Linear Prediction) - signalning bashorat qilingan qiymatini (DIKMga qarang) avvalgi qiymatlar chiziqli kombinatsiyasi ko'rinishida shakllantirish.

Shartli kirish (inglizcha - Conditional access) - televidizion dasturlarga yoki boshqa uzatilayotgan axborotga kirishni cheklash. Televidizion eshittirishda pullik hizmatlarni mavjud bo'lishi uchun zarur.

SHK - shaxsiy kompyuter.

Elementar oqim (inglizcha- Elementary Stream(ES)) - ovoz yoki tasvir koderi chiqishidagi ma'lumotlar oqimi. Elementar oqimlar paketlangan elementar oqimlarga aylanadi, ular o'z navbatida multipleksirlangan oqimlarga borib qo'shiladi, masalan, MPEG-2 yoki MPEG-4 transport oqimlariga.

Entropik kodlash - ma'lumot hajmini yoqotishlarsiz kamaytirish imkonini beruvchi kodlash. Axborot manbaining statik xususiyatlaridan foydalanishga asoslangan. Masalan, turli so'zlar, simvollar va boshqalarning taqsimlanish ehtimolligi.

YUAT - Yuqori aniqlikdagi televideniye.

Qator (satr) - odatda o'zida uzatilayotgan tasvirning gorizontaal yoki ozgina qiya ingichka polosasini ifodalovchi kadr bo'lagi. Uzatish jarayonida qatorlar birin-ketin uzatiladi.

Qiyamat (inglizcha - Layer) - MPEG-1 va MPEG-2larda ovoz (Audio) tashuvchini kodlashning 3ta qiymati belgilangan: Layer I., Layer II, Layer III

Qayta oralatish - Uzatilayotgan ma'lumotni paketli xatolardan himoyalash uchun ma'lumotdagi bitlar, baytlar yoki nisbatan kattaroq bloklarning ketma-ketlik tartibini o'rini almashtirish

Qatororalab (satroralab) yoyish (развертка) - yoyishning bir turi bo'lib, bunda avval kadrning birinchi maydonini hosil qiluvchi toq (satrlar) qatorlar, keyin ikkinchi maydonni hosil qiluvchi juft (satrlar) qatorlar uzatiladi. Qatororalab (satrlararo) yoyish TV-eshittirishning barcha eshittirish tizimlarida qo'llaniladi, chunki TV signal tomonidan egallandigan chastota polosasini 2 marta qisqartirish imkonini beradi.

Qoldirilgan makroblok (angl. - skipped) - tayanch tasvirning mos makrobloki bilan mos kelgani uchun uzatilmaydigan makroblok.

Harakat vektori (o'rin almashtirish vektori) - ikkita fazoviy koordinatalar bo'yicha tasvir blokini o'rin almashtirish tezligini baholash natijasida topilganlarni ifodalovchi son juftligi.

Harakat kompensatsiyasi - Tasvirning bir-biriga yaqin kadrlar taxminiy xarakati kattaligiga almashtiriladigan tayanch tasvir fragmentlari, elementlari, bloklaridan shakllanishi. MPEG standartida bashorat qilingan kadrlarning shakllanishida qo'llaniladi.

Harakatni baholash - tasvirning boshqa tayanch tasvirga nisbatan holatiga ko'ra alohida blok, element, fragmentlarini siljishini aniqlash. Aniqlangan siljish harakat vektori sifatida ifodalanadi. Harakatni baholash natijasiga ko'ra tasvirning harakatlanuvchi fragmentlarining o'rnini qoplash amalga oshirilishi mumkin.

Xatoni maskirovkalash - xato aniqlangan simvollar guruhini, avval qabul qilingan xatosiz simvollar guruhiga almashtirish.

AAC (Advanced Audio Coding - ovozning yaxshilangan kodlanishi) - MPEG-2dagi ovozni kodlashning yangi bosqichi bo'lib, Layer III ga qaraganda xuddi o'sha siqish bosqichida eshittirishning nisbatan yuqori sifatni ta'minlaydi.

AS-3 (Dolby AS-3) - ko'pkanalli ovozni siqish standarti. Xususan, ATSC raqamli TV tizimida qo'llaniladi.

Adaptive bit allocation - bitlarning adaptiv taqsimlanishiga qarang.

ADPCM - Adaptive Differential Pulse Code Modulation. ADIKMga qarang.

ATM - (Asynchronous Transfer Mode - uzatishning asinxron rejimi) - uzatishning keng polosali raqamli tarmoqlarda yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyatini ta'minlovchi usul.

ATSC (Advanced Television Systems Committee - televideniyeining takomillashtirilgan tizimlari bo'yicha Qo'mitasi) - AQShda qabul qilingan raqamli televizion eshittirish tizimi.

AVGD - Audio video Graphics Decoding - audio-, video- va grafik dekoder.

BER (Bit Error Rate) - uzatilayotgan 1 bit axborotga to'g'ri keladigan xatolar chastotasi.

Bit allocation - Bitlar taqsimlanishiga qarang.

B-frame (B-kadr) - Bidirectional dan olingan. - ikki tomonlama bashorat kadri. Makrobloklari ikkita tayanch tasvir bashoratlari bo'yicha kodlanadigan kadr, bunda ulardan biri kodlanayotgan V-kadrdan oldin, boshqasi esa keyin keladi.

Block matching - bloklar mosligiga qarang.

BSB- Biggest Significant Bit - katta mazmunli bit.

SA (Conditional Access) -shartli kirishga qarang.

CAT- Conditional Access Table - shartli kirish jadvali.

CCIR - Comite Consultativ International de Radio. RXMQ, ITU-R. ga qarang.

CCIR-601 - Tavsiya 601ga qarang.

CCITT - Comite Consultatif International de Telegraphique et Telephonique. TTXMQ, ITU-T ga qarang.

CELP (Code Excited Linear Predictive - qo'zg'aluvchilarni chiziqli bashorat bilan kodlash). Chastota diskretizatsiyasi 8 kGs yoki 16 kGs bo'lganda uzatish tezligini 6...24 Kbit/s bo'lishini ta'minlovchi nutq siqish uslubi.

CI - Common Interfase - Umumiy interfeys

CIF - Common Intermediate Format. Kadr formati bo'lib, o'zida yoqinlik signali qatori uchun 288 qator va 352 element hamda rang qayd etuvchi signallar har bir qatori uchun 144 ta qator va 176 element saqlaydi.

CLOCK - taktlash, raqamli shina sinxronizatsiya liniyasi.

COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) - OFDM, kanalli kodlashga mos.

Content-based coding - tarkibga asoslangan kodlash. MPEG-4dagi tasvirni kodlashning turlaridan bo'lib, unda murakkab ko'rinishdagi ob'ektlar kodlanishi mumkin.

CPU - Central Processing Unit - markaziy protsessor.

CS - Control Storage - boshqaruvchi XQ; Control Signal - faollashtirish signali.

CVBS - Composite Video Blanking Signal - to'liq rangli televidion signal, TRTS.

DATA - ma'lumotlar, raqamli shinning ma'lumotlar liniyasi.

D-box - Sm. Set-Top-Box.

DCT - DKO' ga qarang

DDS - Digital Date Stream - raqamli ma'lumotlar oqimi.

DMA - Direct Memory Access - xotirga to'g'ridan-to'g'ri kirish

DMIF (Delivery Multimedia Integration Framework - multimedia yetkazib berishning integrallangan tizimi) - MPEG-4da ma'lumotlar oqimini boshqarishni ta'minlovchi protokol.

DPCM - Differencial Pulce Code Modulation. DIKMga qarang.

DVB - Digital Video Broadcasting (raqamli videoeshittirish). Yevropada rivojlanayotgan raqamli televideniye tizimi. U kabelli (DVB-C), yo'ldoshli (DVB-S), yerusti (DVB-T), mobil (DVB-T),

shuningdek kelajakda TV eshittirishning boshqa turlarini o'z ichiga oladi.

DVD - Digital Versatile Disk - ko'pyoqlama raqamli disk. Shuningdek Digital Video Disk kabi nomi ham uchraydi, u optik disk turlaridan biri, xususan, MPEG-2 bo'yicha siqilgan oddiy aniqlikdagi (720x576) videodasturlarni yozish uchun qo'llaniladi.

EBU (European Broadcasting Union - Eshittirish Yevropa Ittifoqi) - Yevropadagi radioeshittirish sohasini boshqaruvchi tashkilot.

Elementary Stream (ES) - Elementar oqimga qarang.

ENABLE - Ruxsat beruvchi signal, raqamli shinaning ruxsat etuvchi signali (qaytarish signali)

Extension - Kengaytirishga qarang.

Field - Maydonga qarang.

Frame - Kadrga qarang.

G.711, G.721, G.722, G.726, G.728, G.729 - ITU-T Tavsiyalari, aloqa tizimi va shu qatorda videoaloqa tizimi nutqlarining siqish uslublarini tavsiflaydi.

GOP - Group of Pictures - tasvirlar guruhi. MPEG-1 va MPEG-2 la ketma-ketma keladigan tasvirlar (kadrlar yoki maydonlar) guruhi bo'lib, tayanch I-kadrdan boshlanadi.

GP - Gating Pulse - tarashlaydigan impuls; General-purpose Processor - universal protsessor; Group Processor - guruxli protsessor.

N.261, N.262, N.263 - ITU-T Tavsiyalari, videoaloqa tizimlari uchun videoaxborotni kodlash uslublarini tavsiflaydi.

HDTV - High-Definition Television. Yuqori aniqlikdagi televideniye. (YUAT).

I-frame (I-kadr) - Intraframe dan olingan- ichkikadrlri. MPEG-1 v MPEG-2 standartlarida ~~GOP boshlanadigan kadr. I-kadrlning barcha makrobloklari ichki kadrli uslub bilan kodlanadi.~~

ISDB (Integrated Service Digital Broadcasting - xizmatlar intergatsiyasiga ega raqamli eshittirish) - Yaponiyada qabul qilingan raqamli televizion eshittirish standarti.

IDENT - Identifikatsiya, tanib olish.

- IEEE** - Institute of Electrical and Electronical Engineers - Radioelektronika va elektrotexnika muxandislari instituti (AQSH).
- IRD** - Integrated Resiever-Decoder - integral qabul qilgich-dekoder.
- ISDN** (Integrated Services Digital Network - integrallangan xizmatlar raqamli tarmog'i) - Kanallar kommutatsiyasiga ega raqamli aloqa tarmoqlari turi.
- ISO** - International Organization for Standartization. Standartlash bo'yicha Xalqaro tashkilot. 1947 yilda asos solingan, a'zosi sifatida 100 dan ortiq standartlashtirish milliy tashkilotlarini o'z ichiga oladi.
- ITU** - International Telecommunication Union. Elektroaloqa Xalqaro Ittifoqi. (MSE). Bu tashkilotning vazifalaridan biri - xalqaro standart xisoblanadigan Tavsiyalarni tayyorlash.
- ITU-R** - Tashkilot - ITU ning radioaloqa va televideniye sohasidagi tavsiyalarni tayyorlashga mas'ul qismi.
- ITU-T** - Tashkilot - ITU ning telefoniya va ma'lumotlarni raqamli uzatish sohasidagi tavsiyalarni tayyorlashga mas'ul qismi.
- JPEG** - Joint Photographic Experts Group - fotografiyalar bo'yicha ekspertlar birlashgan guruhi. ISO ning ishchi guruhi bo'lib, xuddi shunday nomlanuvchi harakatsiz tasvirlarni siqish kodlash standartlarini ishlab chiqish bilan shug'ullanadi.
- JTAG** - Joint Test Automation Group - testlashni avtomatizatsiyalash bo'yicha birlashgan guruh.
- Layer** - Bosqichga qarang.
- Level** - Bosqichga qarang.
- LCD** - Liquid-Cristal Display - suyuq kristalli displey.
- Linear Prediction** - chiziqli bashoratga qarang.
- LNB** - Low-Noise Block - kam(kichik) shovqinli blok.
- LNC** - Low-Noise Converter - kam shovqinli o'zgartirgich.
- Loseless JPEG** - yo'qotishsiz JPEG. JPEG guruhi tomonidan ishlab chiqilgan bashoratli kodlashga asoslangan tasvirlarni siqish

- uslubi. "Odatiy" JPEG ga nisbatan kichik siqilishga imkon beradi, shu bilan birga tasvirning boshlang'ich sifatini saqlab qoladi.
- LPC** - Linear Predictive Coding. Chiziqli bashoratli kodlash uslubi. (DIKM, chiziqli kodlashga qarang).
- LSB** - Least Significant Bit - kichik mazmunli bit.
- MDCT-MDKO** ga qarang.
- MMDS** (Multichannel Microwave Distribution System - O'ta yuqori chastotali taqsimlashning ko'pkanalli tizimi).
- Motion JPEG** - harakatlanuvchi tasvirlarni siqish uslubi bo'lib, unda har bir kadr JPEG uslubi bilan boshqalaridan mustaqil ravishda siqiladi. Xususan, videomontaj tizimlarida qo'llaniladi.
- MISC** - Minimum Instruction Set Computing - Minimal komandalarni terish bilan hisoblash.
- MPEG** - Moving Picture Expert Group. Harakatlanuvchi tasvirlar bo'yicha ekspertlar guruhi. ISO ning ishchi guruhi bo'lib, video va audioma'lumotlarni kodlash standartlarini ishlab chiqish bilan shug'ullanadi. Guruh nomi standart nomlarida uchraydi.
- MPEG-1** - 1993 yilda tasdiqlangan, ovozli kuzatuv va harakatdagi tasvirlarni siqish standarti. Asosan SIF (352x288) formatidagi lazer diskklarga videodasturlarni 1,5 Mbit/s siqish bilan ta'minlagan holda yozishda qo'llaniladi.
- MPEG-2** - 1994 yilda tasdiqlangan, ovozli kuzatuv va harakatdagi tasvirlarni siqish standarti. Zamonaviy raqamli televideniye tizimining asosi hisoblanadi
- MPEG-3** - YUAT tasvirlarini siqish bo'yicha MPEG guruhining loyihasi. Loyiha MPEG-2ga kiradi va alohida mavjud emas.
- MPEG-4** - harakatlanuvchi tasvir va ovozlarni siqish standarti. 1998 - 1999 yillarda qabul qilingan. Birinchi navbatda interfaol TV va tor polosali aloqa kanallari bo'ylab audiovizual axborotni uzatishga yo'naltirilgan.
- MPEG-7** - MPEG guruhining loyihasi bo'lib, asosiy maqsadi audio va videoaxborotni saqlashni tavsiflovchi vositalarni standartlashtirishdir.

NBC (Nonbackward compatible) - MPEG-2da ko'p kanalli ovozni kodlash turlaridan biri, MPEG-I "Orqaga" bilan muvofiq kelmaydi.

NTSC - National Television System Committee. AQSH, Kanada, Yaponiya va shu qatorda Osiyo va Amerikaning boshqa mamlakatlarida qo'llaniladigan rangli televideniye tizimi. Kadr formati 4:3; satrlar soni 525ta, ulardan 480tasi ekranda ko'rinadi. Kadrlar chastotasi 30 Gs. Maydonlar chastotasi - 60 Gs, satroralab yoyiladi. Ikkita rang qayd etuvchi signallar chastotasi 3,58 MGs bo'lgan rangli tashuvchining kvadratura modulatsiyasi yordamida bir vaqtning o'zida uzatiladi.

N-QAM - N-state Quadrature Amplitude Modulation - N-bosqichli kvadraturali amplitudaviy modulyatsiya.

OE - Overflow Error - to'lib ketish xatosi.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) - Ortogonal chastotaviy multipleksirlash. Raqamli TV tizimida qo'llaniladigan modulyatsiya turlaridan biri.

OVL - Overlay - berkitish. **OVL D** - Overload - qayta yuklash.

PAL - Phase Alternating Line. Yevropaning ko'plab mamlakatlarida, Xitoyda va boshqa mamlakatlarda qo'llaniladigan rangli TV tizimi. Kadr formati 4:3; qatorlar soni 625ta, ulardan 576 tasi ekranda ko'rinadi. Kadrlar chastotasi 25 Gs. Maydonlar chastotasi - 50 Gs, satroralab yoyiladi. Ikkita rang qayd etuvchi signallar chastotasi 4,43 MGs bo'lgan rangli tashuvchining kvadratura modulatsiyasi yordamida bir vaqtning o'zida uzatiladi.

PAT - Program-Association Table - oqim dasturlari va ularning identifikatorlari ro'yhati jadvali.

PCM - Pulse Code Modulation. IKMga qarang.

P-frame (P-kadr) - Predictive dan olingan- bashorat qilingan. Tayanch tasvir bashorati bilan kodlansa bo'ladigan makrobloklar kadri. Tayanch tasvir sifatida oldin keluvchi I-kadr yoki R-kadrdan foydalanish mumkin

PCMCIA - Personal Computer Memory Card International Association - shaxsiy kompyuter xotirasini kengaytirish vositalarining standarti.

PCR - Program Counter - dastur hisoblagichi.

PES - Packetized Elementary Stream - paketlangan elementar oqim.

PI - Program Identifier - dastur identifikatori; Protocol Identifier - irmoq identifikatori; Program Interrupter - dasturlarni uzish bloki.

PID - Protocol Identification - Protokol identifikatsiyasi.

RIO - Parallel Input/Output - parallel kirish/chiqish; Programmable Input/Output - kirish/chiqish dasturlovchi kontrolleri.

PIP - Picture in picture - tasvirdagi tasvir (kadrda kadr).

Pixel - Picture element - Tasvir elementi. Pikselga qarang.

RMT - Program-Map Table - dastur tuzilmasi jadvali.

Profile - Profilga qarang.

PWM - Pulse Width Modulation - keng-impulslı modulyatsiya (KIM).

QAM - Kvadratura amplitudaviy manipulyatsiyaga qarang.

QCIF - Quarter Common Intermediate Format. CIF formatining 1/4 qismini, ya'ni yorug'lik signalining 176x144 elementini tashkil etuvchi kadr formati.

QPSK-FMn ga qarang.

QSIF - Quarter SIF. SIF formatining 1/4 qismini tashkil etuvchi kadr formati.

R, G, B - Red, Green, Blue - qizil-yashil-ko'k - Televideniyeining asosiy ranglari.

RE - Read Enable - o'qishga ruxsat.

REF - Reference - tayanch signal.

~~**RISC** - Reduced Instruction Set Computer - qisqartirilgan buyruq to'plamiga ega kompyuter.~~

RLC - Runlength Coding. Kodlash uslubi bo'lib, unda xabarning bir xil simvolları sonı juftligi bilan ifodalanadi. Ulardan biri ketma-ket kelayotgan bir xil simvollar miqdorini, ikkinchisi esa simvolning o'zini ko'rsatadi.

SCL - Serial Clock Line - sinxronizatsiyaning izdosh liniyasi.

Scalability - Ko'lamlilikga qarang.

SDA - Serial Data Adress - Ma'lumotlar va manzillarni uzatish izdosh liniyasi.

Skipped macroblock - Qoldirilgan makroblokga qarang.

SECAM - Sequentiel Couleur A Memoir. Fransiyada, sobiq SSSR, Sharqiy Yevropa mamlakatlarida va Afrikaning ayrim mamlakatlarida qo'llaniladigan rangli TV tizimi. Kadr formati 4:3; satrlar soni 625ta, ulardan 576 tasi ekranda ko'rinadi. Kadrlar chastotasi 25 Gs. Maydonlar chastotasi - 50 Gs, satrlararo yoyiladi. Ikkita rang qayd etuvchi signallar chastotasi navbat bilan ikki rangli tashuvchining chastotali modulatsiyasi yordamida uzatiladi, bunda boshlang'ich chastota 4,406 MGs va 4,250 MGs bo'ladi.

Single Frequency Network (SFN) - Bir chastotali tarmoqqa qarang.

Set-Top-Box - raqamli televizion dasturlarini qabul qilishga oid qo'shimcha qurilma.

SIO - Serial Input/Output - izdosh kirish/chiqish.

SIF - 1. Standard Interchange Format. Kadr formati bo'lib, bir satrda tasvirning 288 qator va 352 elementi yoki bir satrda tasvirning 144 qator va 176 elementini saqlaydi.

2. Source Input Format. Kadr formati bo'lib, o'zida tasvirning 240 satri va 320 elementini bir qatorda saqlaydi.

Smartcard - Abonent kartasiga qarang.

SQCIF - Sub-Quarter Common Interchange Format. Yorug'lik signalining 128x96 elementini o'zida saqlovchi kadr formati.

S-Video - televizion va videoapparatura interfeysi standarti bo'lib, unda ranglilik signali, ya'ni rang qayd etuvchi signallari bilan modullangan rangli tashuvchi (S) va sinxroimpulslu yorug'lik signali (Y) alohida o'tkazuvchilar orqali uzatiladi. Shuningdek, Y/C kabi ifodalanadi.

SYNCH - Synchronisation - Sinxronizatsiya.

Transport Stream (TS) - Transport oqimiga qarang.

UART - Universal Asynchronous Resiever-Transmitter - universal asinxron qabul-uzatgich.

Video-on-Demand - buyurtma videoga qarang.

VLBV (Very Low Bitrate Video) - MPEG-4da ma'lumotlar uzatish tezligining eng past bosqichi.

VLC - Variable Length Coding. Kodli so'zlar uzunligi o'zgaruvchilari bilan kodlashga qarang.

VSb - Vestigial side band - yon polosalarining biri qisman siqilgan amplitudaviy modulyatsiya.

Wavelet-Transform - Veyvlet-o'zgartirishga qarang.

WE - Write Enable - yozishga ruxsat

4:2:2, 4:2:0 va boshqalar. - rang qayd etuvchi va yorug'lik signallarining diskretizatsiyalash formatlari turlari.

5.1 (yoki 5,1) - ko'p kanalli ovozli kuzatuvni kodlash uslubidagi shartli yozuv bo'lib, 5ta asosiy va bitta quyi chastotali tor polosali ovoz kanallarini ko'rsatadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

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., Сулов 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. Часть 2. // Звукорежиссер №7 2008 г.
19. Денис Кубасов, Дмитрий Ватолин «Обзор методов компенсации движения», http://cgm.graphicon.ru/content/view/76/64/#_Toc104359666
20. Ян Ричардсон. «Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 – стандарты нового поколения». // Мир цифровой обработки. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West 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., Игнатъева О.С. «Особенности передачи ТВ сигналов по каналам сотовой связи» // Труды международной научной конференции «Роль и значение телекоммуникаций и информационных технологий в современном обществе» Ташкент 2006. Том-1 с 138.
22. Игнатъева О.С., Гаврилов И.А. «Особенности сжатия звукового сопровождения телевидения в реальном масштабе времени». // Труды международной научной конференции «Роль и значение телекоммуникаций и информационных технологий в современном обществе» Ташкент 2006. Том-1 с 163.
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., Puziy 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 видеокodeка 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 микроселектронных элементов STMicroelectronics в Интернет - www.st.com.
 37. Техническая документация микропроцессора STi7109 предоставленная компанией STMicroelectronics.
 38. Официальный сайт компании производителя микроселектронных элементов Zarlink Semiconductor Inc. в Интернет - www.zarlink.com.
 39. Официальный сайт компании производителя интегральных схем Integrated Silicon Solution, Inc. в Интернет - www.ISSI.com.
 40. Официальный сайт компании производителя энергонезависимых устройств хранения информации www.macronix.com.
 41. Официальный сайт компании производителя электроники Philips www.philips.com.
 42. Техническая документация микропроцессора IS42S32200C1-7TL, Integrated Silicon Solution, Inc., 2007 г.
 43. 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

48. Ник Уэллс, Крис Нокс. DVB-T2: Новый стандарт вещания для телевидения высокой четкости. Теле-Спутник - 11(157) Ноябрь 2008 г
49. J.Robert, C. Schaaf, L. Stadelmeier. DVB-C2 – стандарт ~~передачи по сетям КТВ следующего поколения.~~ Теле-Спутник - 12(170) Декабрь 2009 г.
50. Реферат «Технологии беспроводного высокоскоростного распределения мультимедийной информации MMDS и MVDS». <http://www.kunegin.narod.ru/ref2/mmds/index.htm>
51. И.Шахнович. Сети городского масштаба: решения рабочей группы IEEE 802.16 – в жизнь. Электроника: Наука, Технология, Бизнес №8 2003 г.
52. Басюк М.Н., Колотов Р.Б., Чубаров С.А. Архитектура построения абонентских приставок (SET TOP BOX) сигналов цифрового эфирного телевидения. – Тезисы докладов к III Международной конференции «Перспективы развития телерадиовещания и телекоммуникационных услуг» – М.:2001 г. – 19 с.
53. Ануфриев И. К., Соколов В. М., Быструшкин К. Н. Комбинированные телевизоры CDTV/DVB — универсальная платформа для цифрового телевидения и интерактивных служб. — Техника кино и телевидения, 2000, № 12, с. 8—12.

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Kengashining
2015 yil 25 iyundagi 11(650)-son qaroriga asosan chop
etilmoqda.
Adadi (tiraji) 85 nusxa.

“TOP IMAGE MEDIA” bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent shahri, G‘ulomov ko‘chasi, 74 uy.