

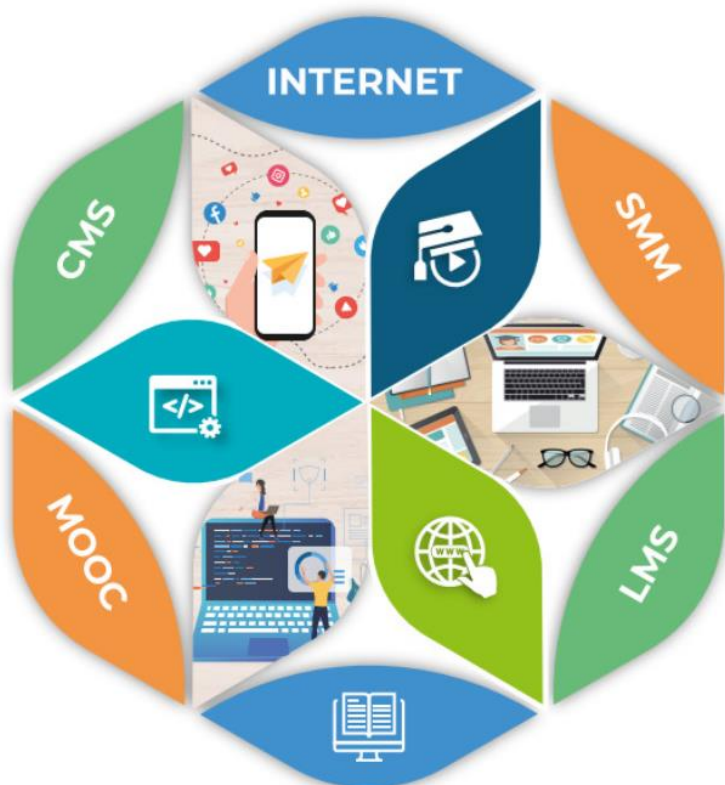


OLIY TA'LIM, FAN VA  
INNOVATSIYALAR  
VAZIRLIGI



RAQAMLI  
TEXNOLOGIYALAR  
VAZIRLIGI

**MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI TOSHKENT  
AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI  
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI QAYTA  
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISH  
TARMOQ MARKAZI**



**“TELEVIZION TEXNOLOGIYALARNING  
ZAMONAVIY YUTUQLARI”  
MODULI BO‘YICHA  
O‘QUV–USLUBIY MAJMUUA**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA  
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**OLIY TA’LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA  
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL  
ETISH BOSH ILMIY - METODIK MARKAZI**

**MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI TOSHKENT AXBOROT  
TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG  
KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI  
OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

“Televizion texnologiyalar (Audiovizual texnologiyalar, Telestudiya  
tizimlari va ilovalari)” yo‘nalishi

**“TELEVIZION TEXNOLOGIYALARNING  
ZAMONAVIY YUTUQLARI”**

**MODULI BO‘YICHA**

**O‘QUV – U SL U B I Y M A J M U A**

**Toshkent – 2024**

**Modulning o‘quv-uslubiy majmuasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2023 yil 25 avgustdagi №391-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv dasturi va o‘quv rejasiga muvofiq ishlab chiqilgan.**

**Tuzuvchilar: Muxamadiyev A.SH. – f.m.f.d., dotsent**

**Taqrizchilar: X.N.Zayniddinov - texnika fanlari doktori, professor.  
SH. Pozilova - PhD, dotsent**

**O‘quv-uslubiy majmua O‘quv dasturi Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Kengashining qarori bilan tasdiqqa tavsiya qilingan (2023-yil 26 maydagi 7 (729)- sonli bayonnoma).**

## MUNDARIJA

<b>I. Ishchi dastur.....</b>	<b>6</b>
<b>II. Modulni o‘qitishda foydalaniladigan interfaol metodlar .....</b>	<b>12</b>
<b>III. Nazariy materiallar .....</b>	<b>19</b>
<b>IV. Amaliy mashg‘ulot materiallari .....</b>	<b>42</b>
<b>V. Keyslar banki.....</b>	<b>72</b>
<b>VI. Glossariy .....</b>	<b>74</b>
<b>VII. Adabiyotlar ro‘yxati.....</b>	<b>80</b>

# I-BO‘LIM

## ISHCHI DASTUR

## I. ISHCHI DASTUR

### KIRISH

Dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-son, 2019 yil 27 avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-son, 2019 yil 8 oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-son va 2020 yil 29 oktabrdagi “Ilm-fanni 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-6097-sonli Farmonlari hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentabrdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 797 sonli Qarorlarida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg‘or xorijiy tajribalar, yangi bilim va malakalarni o‘zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish ko‘nikmalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishining o‘ziga xos xususiyatlari hamda dolzarb masalalaridan kelib chiqqan holda dasturda tinglovchilarning mutaxassislik fanlar doirasidagi bilim, ko‘nikma, malaka hamda kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar takomillashtirilishi mumkin.

### Modulning maqsadi va vazifalari

**Modulning maqsadi:** “Televizion texnologiyalarning zamonaviy yutuqlari” modulining maqsadi - televizion texnologiyalar sohasining raqamli transformatsiyasi: tendensiyalar va kontekstlar tinglovchilarga raqamli teleeshittirishlarni tarqatishda televizion signallarni shakllantirilishi, ularga ishlov berilishi, efirga uzatilishi va qabul qilinishi jarayonlaridagi xususiyatlar bo‘yicha mukammal bilimlar berish. O‘zbekistonda raqamli televideniye, shu jumladan yuqori aniqlikdagi televideniye (HD TV) tatbiq qilishdagi vazifalar bilan tanishtirish va tegishli amaliy ishlarni yoritib berishdir.

#### **Modulning vazifalari:**

- Televizion texnologiyalar sohasining rivojlanishi, zamonaviy yutuqlari va qo‘shgan hissasi,
- Raqamli televideniyaning sun‘iy yo‘ldosh, mobil aloqa, kabel tizimlari

orqali tashkillashtirish imkoniyatlari,

- Raqamli televideniye standartlari imkoniyatlari,
- Raqamli televizion signalni aloqa kanallari orqali uzatish imkoniyatlari va amaliyotda qo'llash usullari haqida nazariy va amaliy bilimlarni, ko'nikma va malakalarni shakllantirishdan iborat.

### **Modul bo'yicha tinglovchilarning bilim, ko'nikma, malaka va kompetensiyalariga qo'yiladigan talablar**

“Televizion texnologiyalarning zamonaviy yutuqlari” modulini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

#### **Tinglovchi:**

- raqamli tasvir va ovoz signallarning shakllanishi va ularning asosiy ko'rsatkichlarini;
- raqamli tasvir va audio ma'lumotlarni siqish usullarini hamda ularni o'zaro solishtirish natijasida afzallik va kamchiliklarini aniqlashni;
- raqamli xalqaro teleeshittirish tizimlarini tuzilishini va uni tashkil etuvchilarining xususiyatlarini;
- televizion signallarni qabul qilish qurilmalarining tuzilishi, istiqbollari va ularning ishlash omillari haqida **bilimlarga ega bo'lishi**;
- analog va raqamli televideniye tizimlarining ishlash prinsiplari;
- raqamli televideniye tasvir va ovoz signallarining shakllantirish omillari;
- raqamli tasvir va audio signallarni mavjud bo'lgan kodlash, siqish usullari va ularning istiqbollari;
- raqamli teleeshittirish tizimlarining tuzilishi va asosiy xarakteristikalarini;
- O'zbekistonda raqamli televideniye rivojlanish istiqbollari;
- televizion signallarning ko'rsatkichlarini hisoblash va ularning sifatini baholash kabi **ko'nikma va malakalarga ega bo'lishlari lozim**;
- ta'lim tizimida buyumlar interneti, inson va kompyuter o'zaro aloqasi tizimlaridan foydalanib ta'lim jarayonini boshqarish **kompetensiyalarni egallashi lozim**.

### **Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar**

“Televizion texnologiyalarning zamonaviy yutuqlari” moduli ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi.

Modulni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan:

- ma'ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

- o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so'rovlar, test so'rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o'tkazish, va boshqa interaktiv ta'lim usullarini qo'llash nazarda tutiladi.

### **Modulning o'quv rejadagi boshqa modullar bilan bog'liqligi va uzviyligi**

“Televizion texnologiyalarning zamonaviy yutuqlari” moduli mazmuni o'quv rejadagi “Televizion texnologiyalarning dolzarb muammolari” o'quv moduli bilan uzviy bog'langan holda pedagoglarning ta'lim jarayonida raqamli televideniye tizimini tashkillashtirish asoslarini o'rganish bilan tanishish, bulutli hisoblash, katta ma'lumotlar va virtual reallik tizimlaridan foydalanish bo'yicha kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

### **Modulning oliy ta'limdagi o'rni**

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar televizion texnologiyalar industriyasining raqamli transformatsiyasi: tendensiyalar va kontekstlar, raqamli televideniye tizimini tashkillashtirish asoslarini o'rganish, texnik muammolarni baholash va bartaraf etishga doir kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar.

### **MODUL BO'YICHA SOATLAR TAQSIMOTI**

№	Modul mavzulari	Auditoriya uquv yuklamasi				
		Jami	jumladan			
			Nazariy	Amaliy mashg'ulot	Ko'chma mashg'uloti	Mustaqil ta'lim
1.	Televizion texnologiyalar sanoatining raqamli transformatsiyasi: tendensiyalar va kontekstlar	2	2			
2.	Teleeshittirish texnologiyalarida raqamli modulyatsiya turlari. Standart siqish formatlarini, uning profillarini va asosiy xususiyatlarini o'rganish	4	4			
3.	Raqamli televideniyaning sun'iy yo'ldosh, mobil aloqa, kabel tizimlari orqali tashkillashtirish xususiyatlari	6	2	4		
4.	Raqamli televideniye standartlari	6		2	4	
5.	Raqamli televizion signalni aloqa kanallari orqali uzatish	6		4	2	
	<b>Jami:</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	



## **NAZARIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI**

### **1-MAVZU. TELEVISION TEXNOLOGIYALAR SANOATINING RAQAMLI TRANSFORMATSIYASI: TENDENSIYALAR VA KONTEKSTLAR (2 SOAT)**

Televizion texnologiyalar industriyasining raqamli transformatsiyasida televizion signal tashkil etuvchilarining raqamli ko‘rinishi. Raqamli televizion signalni hosil qilish va shakllantirish.

### **2-MAVZU: TELEESHITTIRISH TEXNOLOGIYALARIDA RAQAMLI MODULYATSIYA TURLARI. STANDART SIQISH FORMATLARINI, UNING PROFILLARINI VA ASOSIY XUSUSIYATLARINI O‘RGANISH (4 SOAT)**

Televizion signallarning ortiqcha axborotining turlari va ularni yo‘qotish usullari. Diskret-kosinus o‘zgartirish asosida tasvirlarni siqish. Tasvirni veyvlet almashtirish asosida siqish. Modulyatsiya turlari va texnologiyasi.

### **3-MAVZU: RAQAMLI TELEVIDENIYANING SUN‘IY YO‘LDOSH, MOBIL ALOQA, KABEL TIZIMLARI ORQALI TASHKILLASHTIRISH XUSUSIYATLARI (2 SOAT)**

Raqamli televideniyaning kategoriyalari, tarkiblarini va tizimning strukturasi amaliyotga tadbiiq etish. Yer usti raqamli DVB – T teleeshittirish tizimi, uzatish va qabul qilishda signallarga ishlov berish. MPEG-2, MPEG-4 televideniye eshittirish standartlari. Raqamli televizion signalni aloqa kanallari orqali uzatishga bo‘lgan talablar.

## **AMALIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI**

### **1-AMALIY MASHG‘ULOT**

#### **RAQAMLI TELEVIDENIYADA SIGNALNING TUZILISHI(2 SOAT)**

Raqamli tasvir signallarini kodlashda diskretlash, kvantlash va kodlash asoslarini o‘rganish. Ovoz signallari spektrori, kvantlanish sathi, simvollarni kodlash darajasini matematik asoslarini o‘rganish.

### **2-AMALIY MASHG‘ULOT**

#### **2-MAVZU: RAQAMLI MODULYATSIYA TURLARI. DISKRET-KOSINUS ALMASHTIRISH ASOSIDA VIDEOMA‘LUMOTLARNI SIQISHNI TADQIQ QILISH (2 SOAT)**

Diskert-kosinus almashtirish usulining algoritmini tahlil qilish va o‘rganish. Veyvlet almashtirish usuli dasturini o‘rganish, tahlil qilish, Diskret almashtirish

usulidan farqi, avfzaligi va kamchiliklarini topish.

### **3-AMALIY MASHG‘ULOT**

#### **3-MAVZU: RAQAMLI TELEVIDENIYE STANDARTLARI (2 SOAT)**

DVB, ATSC va ISDB standartlarida signallarning paket tuzilishi, ularni shakllantirish, qayta ishlash va uzatish xususiyatlari. DVB-S raqamli sun'iy yo'ldosh televizion uzatish standarti. DVB-C raqamli kabel televideniye standarti. DVB-N raqamli mobil televizion eshittirish standarti. IPTV imkoniyatlari va texnologiyasi.

### **4-AMALIY MASHG‘ULOT**

#### **2-MAVZU: RAQAMLI TELEVISION SIGNALNI ALOQA KANALLARI ORQALI UZATISH (4 SOAT)**

Tasvir signalini shakllantirishning algoritmi. Raqamli signalni shakllantirish. Televizion signalni raqamli tasvirlash. Raqamli signalni uzatish tezligi. TV tasvir signallarini siqish standartlari. Televizion signalni kodlash. Kanalli kodlash. Yer usti DVB-T2 televideniye standarti. Amerikaning ATSC va Yaponiyaning ISDB yer usti televideniye standartlari. 3 o'lchamli televideniye asoslari va texnologiyasi.

#### **KO‘CHMA MASHG‘ULOT.**

##### **DVB, ATSC va ISDB standartlarida signallarning paket tuzilishi, ularni shakllantirish, qayta ishlash va uzatish xususiyatlari (4 soat)**

**Ko‘chma mashg‘ulotning maqsadi** – TATU o‘quv laboratoriyasida olib borilayotgan loyihalar misolida imkoniyatlarini namoyish etish.

#### **KO‘CHMA MASHG‘ULOT.**

##### **Kvantlash jarayonini videoma'lumotlar siqish qiymati va statik tasvirlar sifatiga bog'liqligini tadqiq qilish (2 soat)**

**Ko‘chma mashg‘ulotning maqsadi** – TATU Texnologiyalar transferi, inkubatsiya va akseleratsiya bo‘limi o‘quv laboratoriyasida olib borilayotgan loyihalar misolida imkoniyatlarini namoyish etish.

#### **O‘QITISH SHAKLLARI**

Mazkur modul bo‘yicha quyidagi o‘qitish shakllaridan foydalaniladi:

- ma'ruzalar, amaliy mashg‘ulotlar (ma'lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, motivatsiyani rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);
- davra suhbatlari (ko‘rilayotgan loyiha yechimlari bo‘yicha taklif berish qobiliyatini rivojlantirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);
- bahs va munozaralar (loyihalar yechimi bo‘yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

# II-BO‘LIM

MODULNI O‘QITISHDA  
FOYDALANILADIGAN INTERFAOL  
TA’LIM METODLARI

## II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI

### “Blum kubigi” metodi

**Metodning maqsadi:** Mazkur metod tinglovchilarda yangi axborotlar tizimini qabul qilish va bilimlarni o‘zlashtirilishini yengillashtirish maqsadida qo‘llaniladi, shuningdek, bu metod tinglovchilar uchun “Ochiq” savollar tuzish va ularga javob topish mashqi vazifasini belgilaydi.

#### Metodni amalga oshirish tartibi:

1. Ushbu metodni ko‘llash uchun, oddiy kub kerak bo‘ladi. Kubning har bir tomonida ko‘yidagi so‘zlar yoziladi:
  - **Sanab bering, ta’rif bering (oddiy savol)**
  - **Nima uchun (sabab-oqibatni aniqlashtiruvchi savol)**
  - **Tushintirib bering (muammoni har tomonlama qarash savoli)**
  - **Taklif bering (amaliyot bilan bog‘liq savol)**
  - **Misol keltiring (ijodkorlikni rivojlantirovchi savol)**
  - **Fikr bering (tahlil qilish va baxolash savoli)**
2. O‘qituvchi mavzuni belgilab beradi.
3. O‘qituvchi kubikni stolga tashlaydi. Qaysi so‘z chiqsa, unga tegishli savolni beradi.

### “KWHL” metodi

**Metodning maqsadi:** Mazkur metod tinglovchilarda yangi axborotlar tizimini qabul qilish va bilimlarni tizimlashtirish maqsadida qo‘llaniladi, shuningdek, bu metod tinglovchilar uchun mavzu bo‘yicha quyidagi jadvalda berilgan savollarga javob topish mashqi vazifasini belgilaydi.

#### **Izoh. KWHL:**

*Know – nimalarni bilaman?*

*Want – nimani bilishni xohlayman?*

*How - qanday bilib olsam bo‘ladi?*

*Learn - nimani o‘rganib oldim?.*

<b>“KWHL” metodi</b>	
<b>1. Nimalarni bilaman:</b> -	<b>2. Nimalarni bilishni xohlayman, nimalarni bilishim kerak:</b> -
<b>3. Qanday qilib bilib va topib olaman:</b> -	<b>4. Nimalarni bilib oldim:</b> -

### **“5W1H” metodi**

**Metodning maqsadi:** Mazkur metod tinglovchilarda yangi axborotlar tizimini qabul qilish va bilimlarni tizimlashtirish maqsadida qo'llaniladi, shuningdek, bu metod tinglovchilar uchun mavzu bo'yicha qo'yidagi jadvalda berilgan oltita savollarga javob topish mashqi vazifasini belgilaydi.

What?	Nima? (ta'rifi, mazmuni, nima uchun ishlatiladi)	
Where?	Qayerda (joylashgan, qayerdan olish mumkin)?	
What kind?	Qanday? (parametrlari, turlari mavjud)	
When?	Qachon? (ishlatiladi)	
Why?	Nima uchun? (ishlatiladi)	
How?	Qanday qilib? (yaratiladi, saqlanadi, to'ldiriladi, tahrirlash mumkin)	

### **“SWOT-tahlil” metodi.**

**Metodning maqsadi:** mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo'llarini topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

<b>S – (strength)</b>	• kuchli tomonlari
<b>W – (weakness)</b>	• zaif, kuchsiz tomonlari
<b>O – (opportunity)</b>	• imkoniyatlari
<b>T – (threat)</b>	• xavflari

### “VEYER” metodi

**Metodning maqsadi:** Bu metod murakkab, ko‘ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan.

#### Metodni amalga oshirish tartibi:



trener-o‘qituvchi ishtirokchilarni 5-6 kishidan iborat kichik guruhlariga ajratadi;



trening maqsadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruhga umumiy muammoni tahlil qilinishi zarur bo‘lgan qismlari tushirilgan tarqatma materiallarni tarqatadi;



har bir guruh o‘ziga berilgan muammoni atroflicha tahlil qilib, o‘z mulohazalarini tavsiya etilayotgan sxema bo‘yicha tarqatmaga yozma bayon qiladi;



navbatdagi bosqichda barcha guruhlar o‘z taqdimotlarini o‘tkazadilar. Shundan so‘ng, trener tomonidan tahlillar umumlashtiriladi, zaruriy axborotl bilan to‘ldiriladi va mavzu yakunlanadi.

Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha o‘rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda

o'quvchilarning mustaqil g'oyalari, fikrlarini yozma va og'zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. "Veyer" metodidan ma'ruza mashg'ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg'ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlil qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

Muammoli savol					
1-usul		2-usul		3-usul	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
<b>Xulosa:</b>					

Muammoli savol					
1-usul		2-usul		3-usul	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
<b>Xulosa:</b>					

### "Keys-stadi" metodi

«**Keys-stadi**» - inglizcha so'z bo'lib, («case» – aniq vaziyat, hodisa, «stady» – o'rganmoq, tahlil qilmoq) aniq vaziyatlarni o'rganish, tahlil qilish asosida o'qitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi. Mazkur metod dastlab 1921 yil Garvard universitetida amaliy vaziyatlardan iqtisodiy boshqaruv fanlarini o'rganishda foydalanish tartibida qo'llanilgan. Keysda ochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin.

### "Keys metodi" ni amalga oshirish bosqichlari

Ish bosqichlari	Faoliyat shakli va mazmuni
<b>1-bosqich:</b> Keys va uning axborot ta'minoti bilan tanishtirish	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ yakka tartibdagi audio-vizual ish;</li> <li>✓ keys bilan tanishish(matnli, audio yoki media shaklda);</li> <li>✓ axborotni umumlashtirish;</li> <li>✓ axborot tahlili;</li> <li>✓ muammolarni aniqlash</li> </ul>
<b>2-bosqich:</b> Keysni aniqlashtirish va o'quv topshirig'ni belgilash	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ individual va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muammolarni dolzarblik iyerarxiyasini aniqlash;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ asosiy muammoli vaziyatni belgilash</li> </ul>
<b>3-bosqich:</b> Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali o'quv topshirig'ining yechimini izlash, hal etish yo'llarini ishlab chiqish	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ individual va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muqobil yechim yo'llarini ishlab chiqish;</li> <li>✓ har bir yechimning imkoniyatlari va to'siqlarni tahlil qilish;</li> <li>✓ muqobil yechimlarni tanlash</li> </ul>
<b>4-bosqich:</b> Keys yechimini yechimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ yakka va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muqobil variantlarni amalda qo'llash imkoniyatlarini asoslash;</li> <li>✓ ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash;</li> <li>✓ yakuniy xulosa va vaziyat yechimining amaliy aspektlarini yoritish</li> </ul>

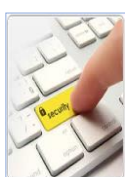
### “Assesment” metodi

**Metodning maqsadi:** mazkur metod ta'lim oluvchilarning bilim darajasini baholash, nazorat qilish, o'zlashtirish ko'rsatkichi va amaliy ko'nikmalarini tekshirishga yo'naltirilgan. Mazkur texnika orqali ta'lim oluvchilarning bilish faoliyati turli yo'nalishlar (test, amaliy ko'nikmalar, muammoli vaziyatlar mashqi, qiyosiy tahlil, simptomlarni aniqlash) bo'yicha tashhis qilinadi va baholanadi.

#### **Metodni amalga oshirish tartibi:**

“Assesment”lardan ma'ruza mashg'ulotlarida talabalarning yoki qatnashchilarning mavjud bilim darajasini o'rganishda, yangi ma'lumotlarni bayon qilishda, seminar, amaliy mashg'ulotlarda esa mavzu yoki ma'lumotlarni o'zlashtirish darajasini baholash, shuningdek, o'z-o'zini baholash maqsadida individual shaklda foydalanish tavsiya etiladi. Shuningdek, o'qituvchining ijodiy yondashuvi hamda o'quv maqsadlaridan kelib chiqib, assesmentga qo'shimcha topshiriqlarni kiritish mumkin.

Har bir katakdagi to'g'ri javob 5 ball yoki 1-5 balgacha baholanishi mumkin.



**Test**



**Muammoli vaziyat**



**Tushuncha tahlili  
(simptom)**



**Amaliy vazifa**



## “Insert” metodi

### Metodni amalga oshirish tartibi:

➤ o‘qituvchi mashg‘ulotga qadar mavzuning asosiy tushunchalari mazmuni yoritilgan matnni tarqatma yoki taqdimot ko‘rinishida tayyorlaydi;

➤ yangi mavzu mohiyatini yorituvchi matn ta‘lim oluvchilarga tarqatiladi yoki taqdimot ko‘rinishida namoyish etiladi;

➤ ta‘lim oluvchilar individual tarzda matn bilan tanishib chiqib, o‘z shaxsiy qarashlarini maxsus belgilar orqali ifodalaydilar. Matn bilan ishlashda talabalar yoki qatnashchilarga quyidagi maxsus belgilardan foydalanish tavsiya etiladi:

Belgilar	Matn
“V” – tanish ma’lumot.	
“?” – mazkur ma’lumotni tushunmadim, izoh kerak.	
“+” bu ma’lumot men uchun yangilik.	
“– ” bu fikr yoki mazkur ma’lumotga qarshiman?	

Belgilangan vaqt yakunlangach, ta‘lim oluvchilar uchun notanish va tushunarsiz bo‘lgan ma’lumotlar o‘qituvchi tomonidan tahlil qilinib, izohlanadi, ularning mohiyati to‘liq yoritiladi. Savollarga javob beriladi va mashg‘ulot yakunlanadi.

# III-BO‘LIM

## NAZARIY

## MATERIALLAR

### III. NAZARIY MATERIALLAR

#### 2-ma'ruza: Zamonaviy keng formatli va raqamli televizion tizimning uzatish va qabul qilish jarayonlari (2 soat)

##### Reja

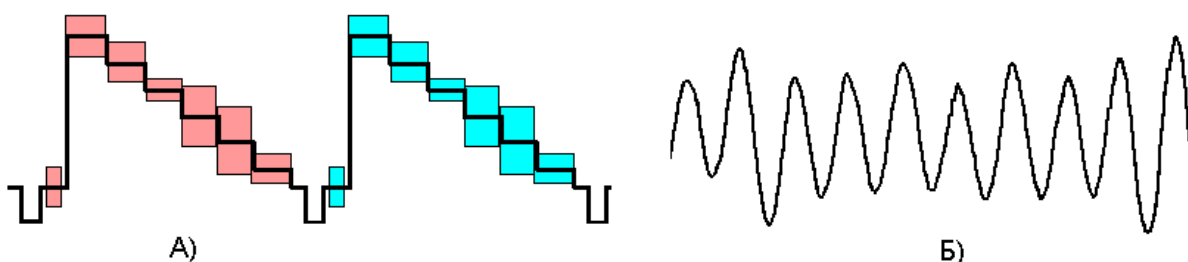
- 1.1. Tasvir va ovoz signallarini analog-raqamli o'zgartirish.
- 1.2. Televizion signal tashkil etuvchilarining raqamli ko'rinishi.
- 1.3. Raqamli televizion signalni hosil qilish va shakllantirish.

**Tayanch iboralar:** *PAL, SECAM, MPEG (motion picture expert group), chrominance, luminance, column, bandwidth*

#### 1.1. Tasvir va ovoz signallarini analog-raqamli o'zgartirish.

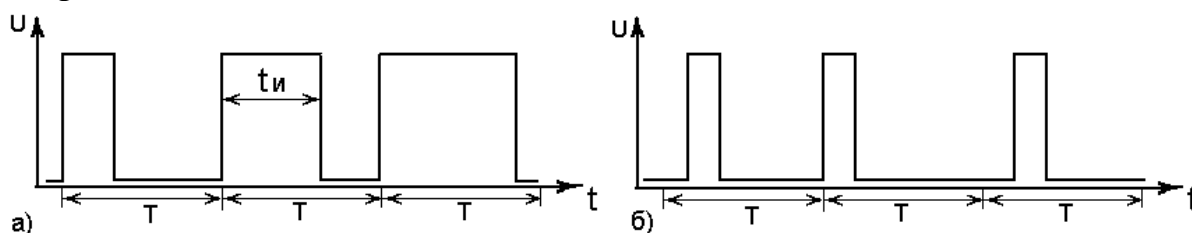
Signallar turkumida analog (uzluksiz) va raqamli signallar mavjud. Analog signallar uzluksiz funksiya qonuni bo'yicha o'zgaradi va ikki qo'shni sath orasida juda ko'p oraliq qiymatlar bo'lishi mumkin.

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



1.1-rasm. Analog televizion va ovoz signallari.

Analog signalga nafaqat uzluksiz signal, balki axborot impulsning kengligi yoki torayishiga bog'liq modulyatsiyalangan ShIM (shirotno-impulsnaya modulyatsiya – ShIM) yoki dastlabki holati vaqtga(fazaga) bog'liq bo'lgan FIM (faza-impuls modulyatsiya) signallari ham qo'shimcha bo'lishi mumkin va ular 1.2-rasmda keltirilgan.



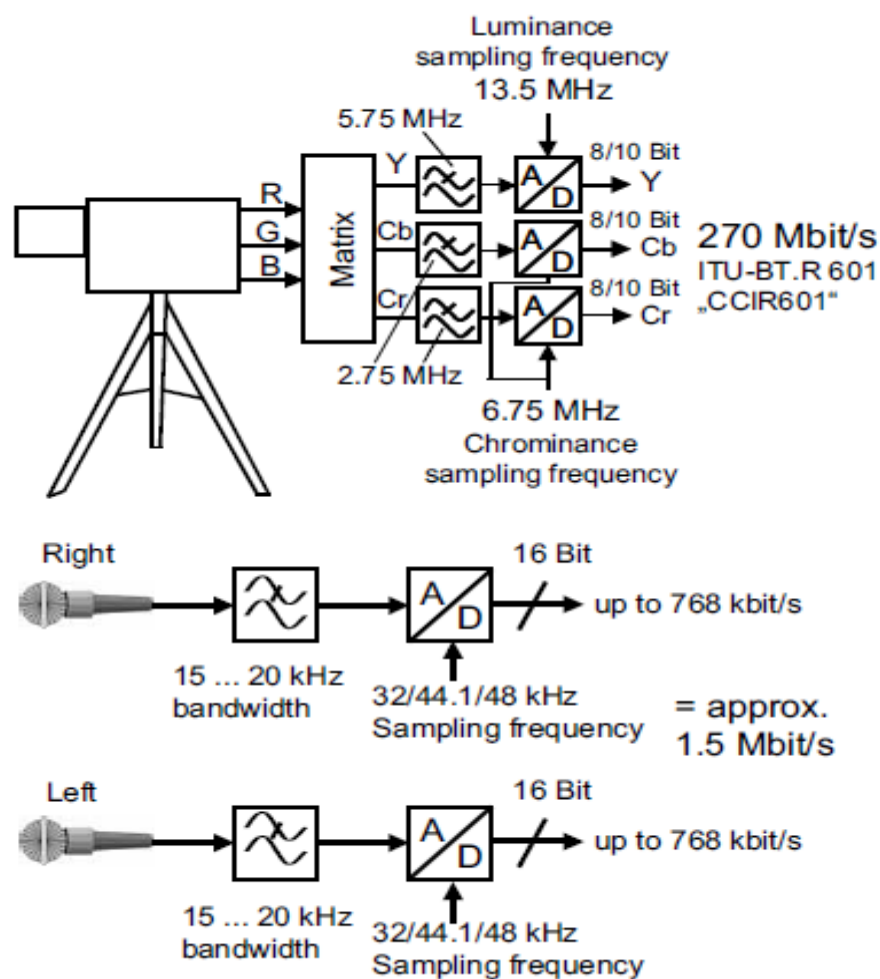
1.2-rasm. ShIM (a) va FIM (b) signallarning ko'rinishiga misollar.

**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.

MPEG = Moving Pictures Expert Group				
<b>MPEG-1</b>	<b>MPEG-2</b>	<b>MPEG-4</b>	<b>MPEG-7</b>	<b>MPEG-21</b>
Part1: systems ISO/IEC11172-1 "PES layer"	Part1: systems ISO/IEC13818-1 "Transportation"	Part1: systems ISO/IEC14496	Metadata, XML based ISO/IEC15938 "Multimedia Content Description Interface"	additional "tools" ISO/IEC21000
Part2: video ISO/IEC11172-2	Part2: video ISO/IEC13818-2	Part2: video ISO/IEC14496-2		
Part3: audio ISO/IEC11172-3	Part3: audio ISO/IEC13818-3	Part3: audio (AAC) ISO/IEC14496-3		
	Part6: DSM-CC ISO/IEC13818-6	Part10: video (AVC, H.264) ISO/14496-10		
	Part7: AAC ISO/IEC13818-7			

Rasm. 1.3. MPEG standartlar oilasi.

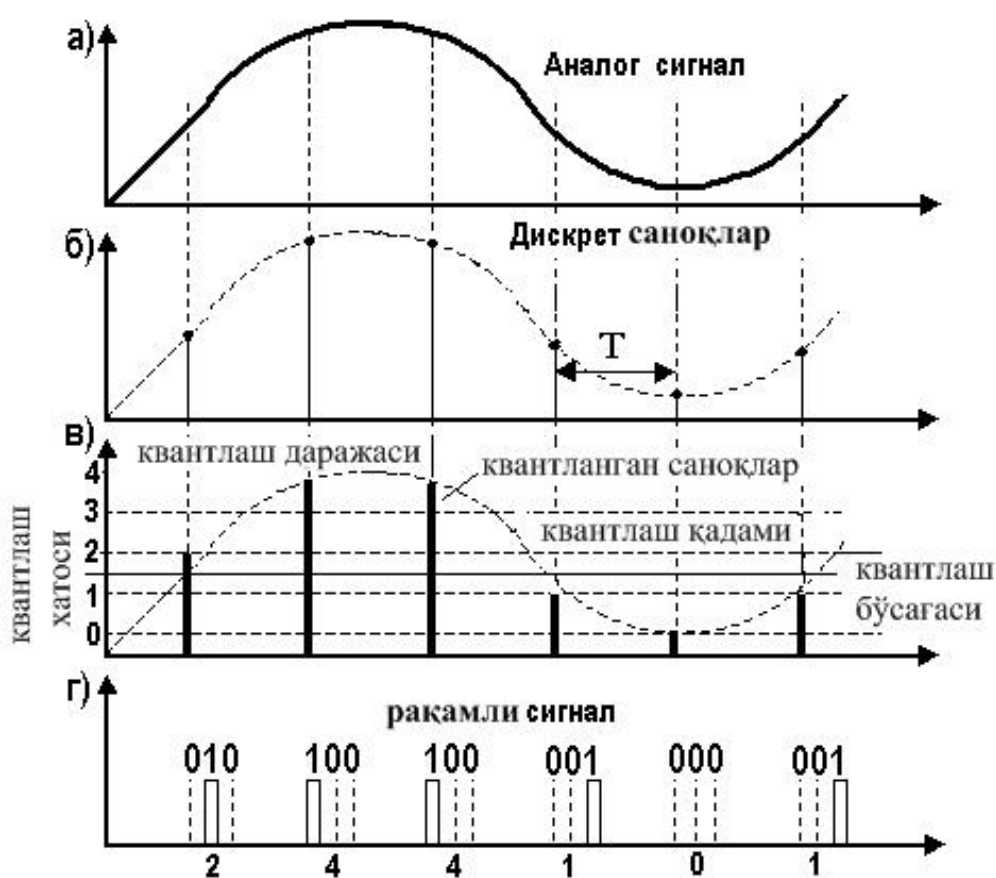


Rasm. 1.4. Video va audio ma'lumot signallari

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 signalga aylantiriladi<sup>1</sup>.

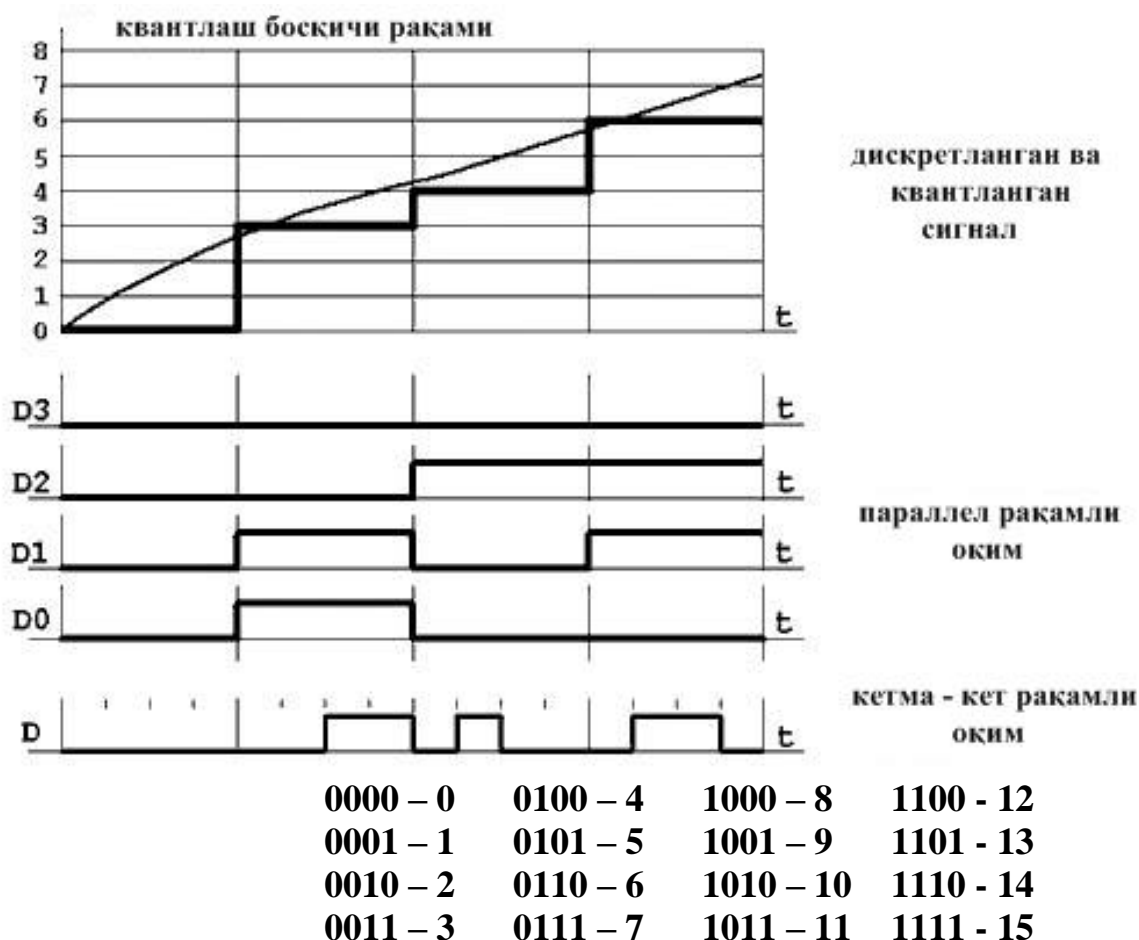
Diskretlash jarayoni - bu uzluksiz analog signalni ma'lum aniq vaqtlarda olingan oniy qiymatlar (sanoqlar) ketma-ketligi bilan almashtirishdir. Teng taqsimlangan diskretlashda aniq vaqtlar oralig'i Kotelnikov teoremasiga asosan tanlanadi. **Ushbu teoremaga asosan har qanday chastota spektri cheklangan uzluksiz analog signal o'rniga, diskretlash chastotasi analog signal yuqori chastotasidan ( $F_{max}$ ) eng kamida 2 marta katta bo'lgan chastotadagi sanoq qiymatini uzatish kifoya, ya'ni  $F_d \geq 2F_{max}$  shart bajarilishi kerak.** Misol 1.5. - 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" aldamchi signal paydo bo'ladi.



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

**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 1.6-rasmda ko'rsatilgan.**

<sup>1</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014. pages 31-32.



1.6- rasm. Analog – raqam o‘zgartirishdagi sonlarni paralel va ketma –ket ikkilik tizimiga o‘tkazish jarayoni.

Televidenienga 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 MG**sga 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

$$S = N * f_{\text{takt}} = 8 * 13,5 = 108 \text{ Mbit/s}, \quad (1.1)$$

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.

**Ovoz signallarini raqamli holatga o‘tkazish.** Insonlar ovozni (tovushni) 15 Gs dan 22 kGs gacha bo‘lgan chastotalarda, yoshi ulg‘aygach esa 20 Gsdan 18 kGs gacha bo‘lgan to‘lqin oralig‘ida eshitadi (qabul qiladi). Xuddi shunday holat to‘lqinning 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.

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  $\Delta F = 20 - 20000$  Gs bo'lib, diskretlash chastotasi  $F_g = 48$  kGsga teng. Bunday raqamli kanalning dinamik diapazoni 54 dB dan kam bo'lmasligi lozim. Agar  $F_g = 48$  kGs va  $\Delta A = 16$  bit/sanoq bo'lsa, uzatilayotgan raqam oqimining tezligi (1ta signalni uzatish uchun)  $v = 48 * 16 = 768$  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 filtrni soddalashtirishga va ovoz signali sifatini buzilishiga yo'l qo'ymaydi hamda 20 kGsdan katta ovoz tebranishlarni o'tkazmaslikni ta'minlaydi.

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

1.1-jadval

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

## 1.2. Televizion signal tashkil etuvchilarining raqamli ko'rinishi.

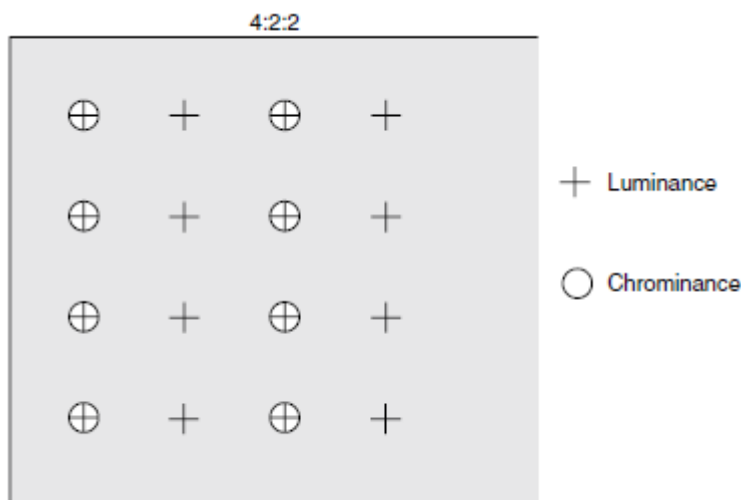
Xalqaro tavsiya talablariga ko'ra yorug'lik signalini diskretlash chastotasi 13,5 MGs bo'lsa, ikkita nurni yoyish standarti uchun: kadr 25Gs, 625 satr va kadr 30 Gs, 525 satr qilib belgilangan. Har bir rangfarq signal diskretlash chastotasidan (13,5 MGs) ikki barobar kichik va unga karrali (bo'linadigan) 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:

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

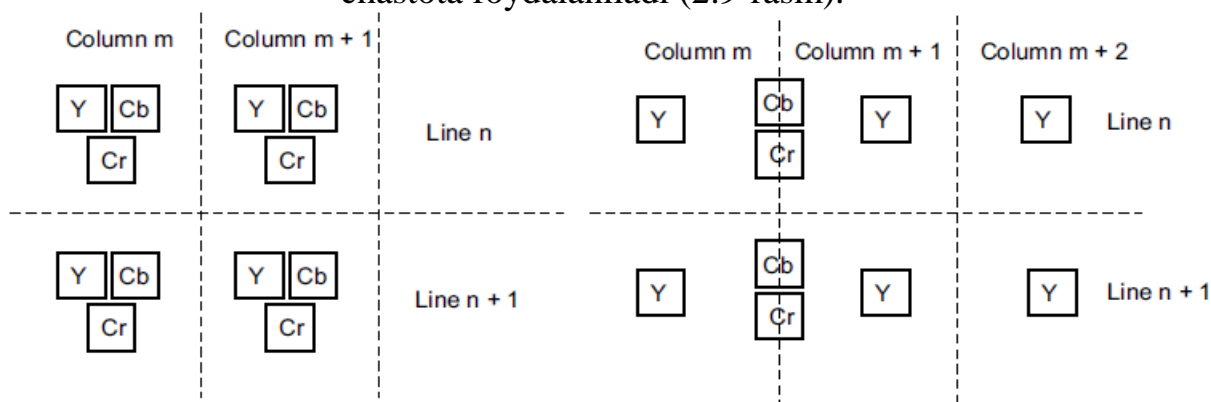
$$10 \times 13,5 + 10 \times 6,75 + 10 \times 6,75 = 270 \text{ Mbit/s bo'ladi.}$$

1.7-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.



1.7- 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 13,5MGs chastota foydalaniladi (2.9-rasm).

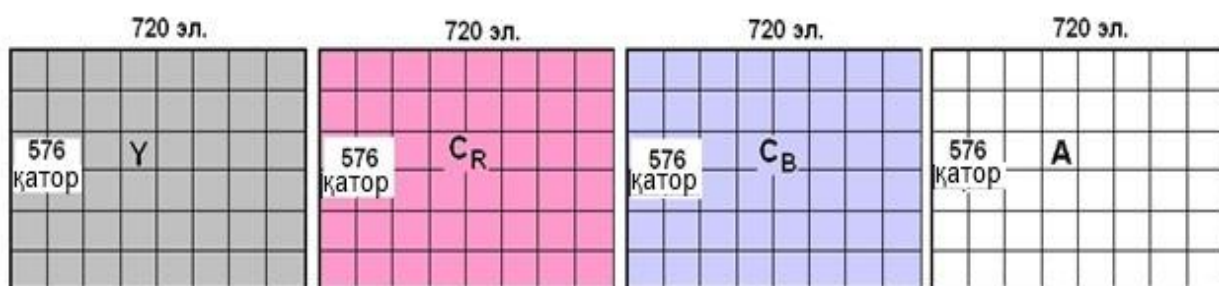


1.8-rasm. **4:4:4** formatda tasvir signali tashkil etuvchilarini kodlash

**Format 4:4:4:4**da esa to'rtta signalni kodlash ifodalanadi (1.9-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.

<sup>2</sup> Digital television. Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework Third Edition, by Hervé Benoit, printed at Focal Press Elsevier, USA 2013, page 20, 116





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

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:

- $Ye`_Y$  – gamma korreksiyalangan 0 dan 1 V gacha qiymatli analog yorug‘lik signali.

- $-0,5... +0,5$  V oraliq‘idagi kompressiya (siqilgan) rangfarq signallar:

$$Ye_{CR} = 0,713 E`_{R-Y} \text{ va } E_{CB} = 0,564 E`_{B-Y} \quad (1.2)$$

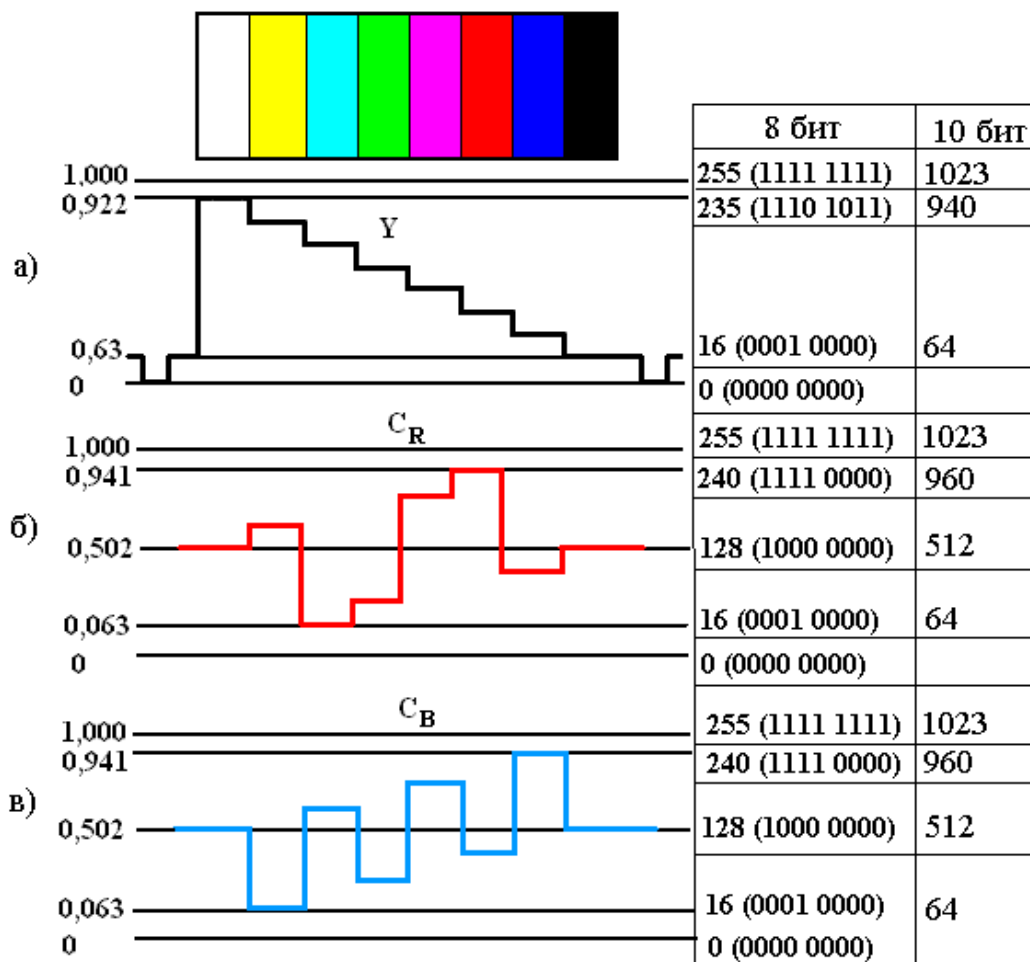
Signalning nol qiymatiga, ya‘ni kul rangga 128 (256/2) sath mos keladi va musbat qiymatlar ana shu 128 sathdan yuqorilarini egallaydi va manfiy qiymatlar 128 sathdan pastda beriladi. Televizion signalni ana shunday raqamli tashkil etuvchilarga ajratish quyidagi ifoda bilan beriladi:

$$\begin{aligned} Y &= \text{Round} (219 E`_Y) + 16 \\ C_R &= \text{Round} (224 C`_R) + 128 \\ C_B &= \text{Round} (224 C`_B) + 128 \end{aligned} \quad (1.3),$$

Bu yerda

$Y$  – 16dan 235 gacha oraliqda o‘zgaruvchan raqamli yorug‘lik signali.

$C_R$  va  $C_B$  - **Round** ( $x$ ) -  $x$  sonini butun songa yaxlitlash operatsiyasi.



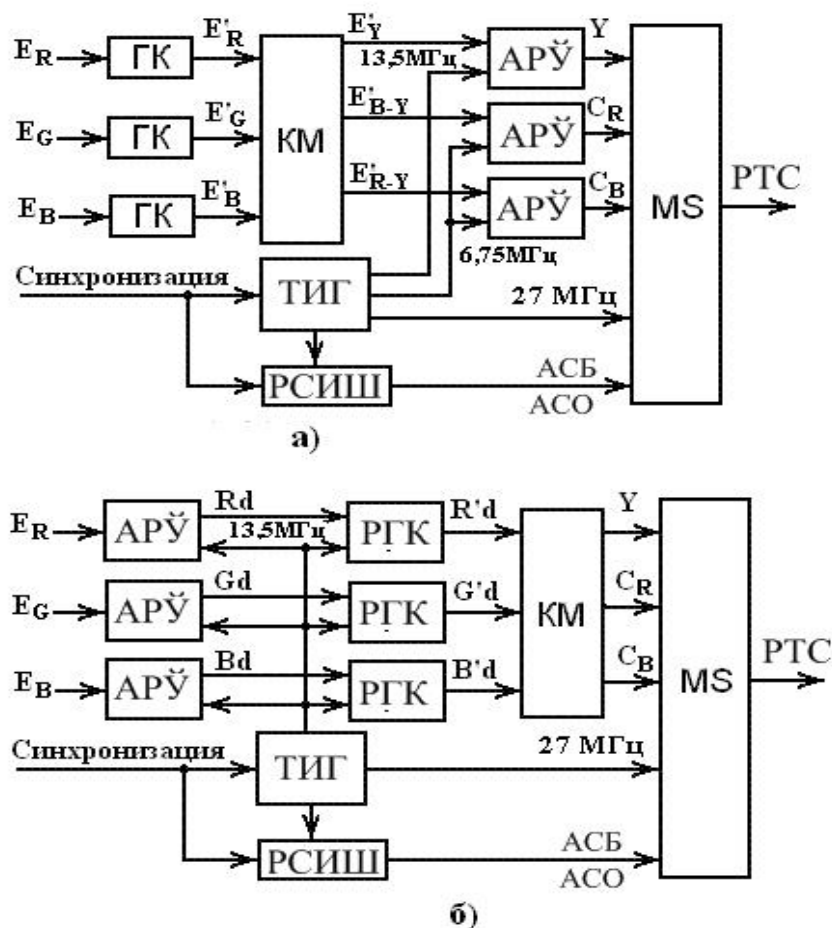
1.10-rasm. IIU – R VT 601 standartiga asosan 8 va 10 bit bilan kodlanishdagi analog televizion signal tashkil etuvchilarining kvantlash sathi bilan mos belgilanishi.

### 1.3. Raqamli televizion signalni hosil qilish va shakllantirish.

ITU – R VT 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 1.11- rasm ifodalangan. 1.11- 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  $Ye_Y'$  ga aylantiriladi va rangfarq signallar  $E'_{R-Y}$ ,  $E'_{B-Y}$  hosil qilinadi.



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

Bu yerda: GK – gamma – korrektor

КМ – kodlovchi matritsa

ТИГ – takt impuls generatori

MS – multipleksor

ARO' – analog-raqamli o'zgartirgich

РГК – raqamli gamma korrektor

РСИШ – raqamli sinxroimpulslarni shakllantirgich

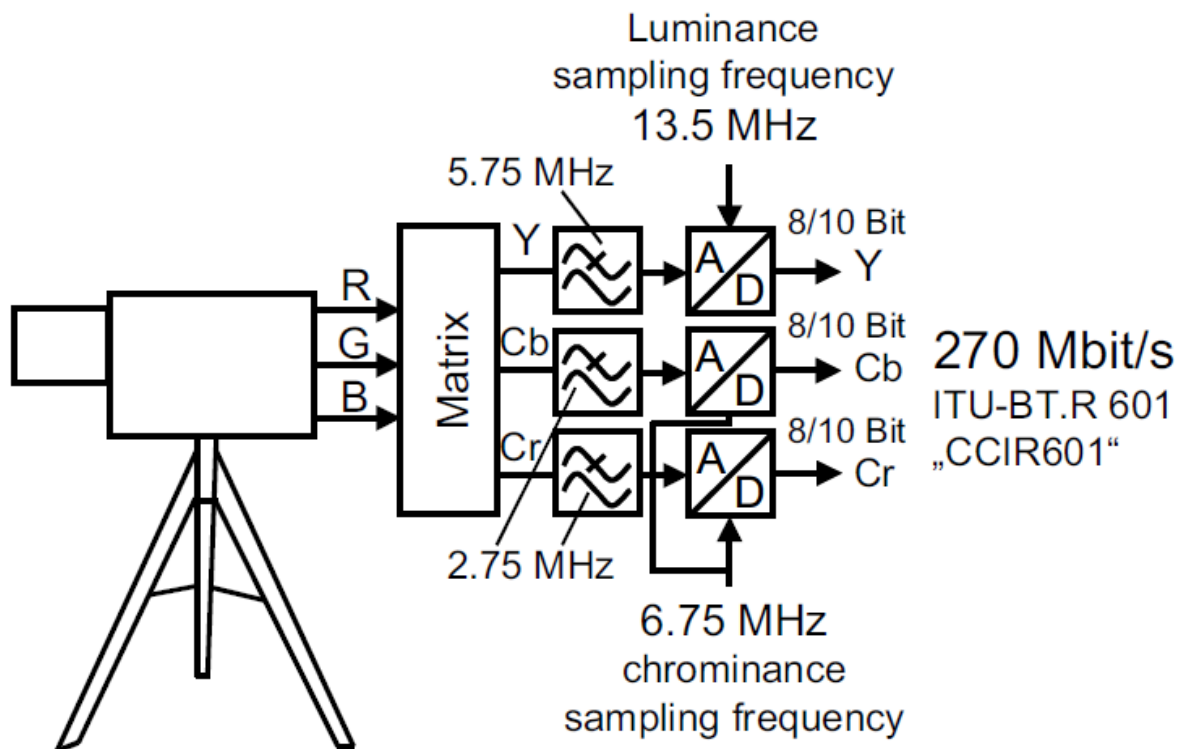
АСБ – aktiv satrning boshi

АСО – aktiv satrning oxiri

PTS – raqamli televizion signal

So'ngra signallar ARO'da raqamli Y, CR va SV signallarga aylantiriladi. Bundan tashqari (1.3) formulaga asosan, ARO' ning kirish qismida qo'shimcha analog uzellardan foydalaniladi, ya'ni masshtablanadi va sath bo'yicha signallar siljiriladi. Razryadlar soni har bir ARO'da 8tani tashkil etadi. Televizion signallarni yoyish sinxroimpulslari- raqamli sinxroimpulslarni shakllantirish (РСИШ) blokiga tushadi va u o'z navbatida ASB, ASO sinxroimpulslarni ishlab chiqaradi. Bundan tashqari sinxroimpulslar –takt impuls generatorining (ТИГ) boshqa bloklarga tushadigan impulslarini ishlab chiqarishda, ya'ni 27, 13.5 va 6,75 MGs chastotali impulslarni ishlab chiqishda qo'llaniladi. ТИГ 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 impulslari

soni talab etiladigan televidion signal manbaining satr yoyish davri to'g'ri kelishi ta'minlanadi.



Rasm 1.12. Yorug'lik va rang tasvir signallarini raqamlashtirish jarayoni.

Multipleksor (MS) o'z navbatida raqamli sinxrosignallarni va  $Y$ ,  $C_R$  va  $C_B$  raqamli signallar oqimini berilgan ketma – ketlikda uzatilishini taminlaydi hamda qurilma chiqishida to'liq raqamli televidion signal (RTS) olinadi<sup>3</sup>.

Ikkinchi qurilmada (1.12 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  $R_b$ ,  $G_d$  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  $S_R$  va  $C_B$  larga aylanadi.

Sinxrosignallarni va takt impulslarini 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.

<sup>3</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014. page 81.

## Nazorat savollari

1. Signallar turkumida qanday turlari mavjud?
2. Analog signalga ta'rif bering?
3. Raqamli signalga ta'rif bering?
4. Analog signalni raqamli ko'rinishga o'tkazishning asosiy 3 bosqichini sanab o'ting?
5. Diskretlashga ta'rif bering?
6. Kvantlash nima, kvantlash qadami o'zgarishi ma'lumot sifati va hajmiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
7. Kotelnikov teoremasini yoritib bering?
8. Simvol deb nimaga aytiladi?
9. Diskretlash, kvantlash va kodlash jarayonlari odatda qanday qurilmada bajariladi?
10. Televizion signal spektrining yuqori chastotasi qancha?
11. Kotelnikov teoremasiga ko'ra televizion signal spektrining yuqori chastotasi 5 MGs bo'lsa diskretlash chastotasi qancha bo'lishi kerak?
12. Televizion signalni kodlashda 8 razryadli va undan yuqori kod qo'llanilish sababi nimada?
13. Ovoz signalining diskretlash chastotasi oralig'i ayting?
14. Kompakt diskga ma'lumot yozishda diskretlash chastotasi qancha?
15. 4:2:2 diskretizatsiya chastotasi formati texnologiyasini tushuntiring?
16. 4:4:4 va 4:2:2 formatlar farqini tushuntiring?
17. Raqamli televizion signalni hosil qilishning qanday usullari mavjud?

## Adabiyotlar va internet saytlar:

1. Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014. Chapter-3,4
2. Digital television. Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework Third Edition, by Hervé Benoit, printed at Focal Press Elsevier, USA 2013.
3. “ Raqamli televideniye” X.C.Соатов тахрири остида И.А.Гаврилов, Т.Г.Рахимов, А.Н.Пузий, X.X.Носиров, Ш.М.Кадиров. Тошкент 2016. 400 бет.

## **2-ma'ruza. Teleeshittirish texnologiyalarida raqamli modulyatsiya turlari. standart siqish formatlarini, uning profillarini va asosiy xususiyatlarini o'rganish (4 soat)**

### Reja:

- 2.1. Televizion signallarning ortiqcha axborotining turlari va ularni yo'qotish usullari.
- 2.2. Diskret-kosinus o'zgartirish asosida tasvirlarni siqish.

2.3. Tasvirni veyvlet almashtirish asosida siqish.

2.4. Modulyatsiya turlari va texnologiyasi.

**Tayanch iboralar:** *block, pixel, motion estimation, motion compensation, discret cosinus transform, DCT equation, time domain, video coding, Huffman coding, OFDM, COFDM, QAM modulations, vector length.*

## 2.1. Televizion signallarning ortiqcha axborotining turlari va ularni yo‘qotish usullari

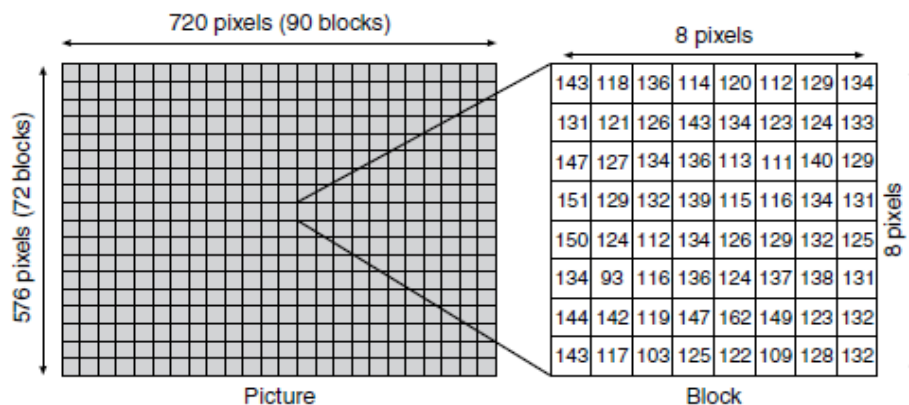
Tasir signallarini siqish asosan 2 usul bilan amalga oshiriladi. Bu sifatni yo‘qotish orqali siqish va sifatni yo‘qotmasdan siqish.

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

- 1) **Kodlik ortiqchalik;**
- 2) **Elementlararo yoki statistik ortiqchalik;**
- 3) **Psixovizual ortiqchalik;**
- 4) **Tuzilmaviy ortiqchalik;**
- 5) **Vaqtli yoki kadrlararo ortiqchalik.**

**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 2.1- rasmga qarang.

Bunday holat uzatilayotgan ma’lumotning hajmini 20 - 25% ga kamaytirishga imkon beradi.



2.1- rasm. Tasvirni kodli va elementlararo ortiqchalikni ko‘rsatuvchi misollar

**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.

**Tuzilmaviy ortiqchalik** 2.2-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.



DC Component only

DC+lowest 2 AC coefficients



8x8 block

2.2-rasm. Tuzilmaviy ortiqchalikni ko'rsatuvchi misol

- Temporal Redundancy reduction by Motion Estimation/Compensation



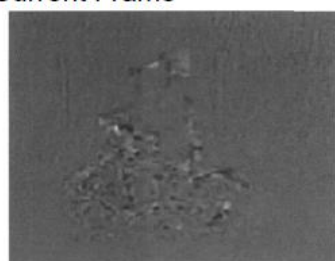
Previous Frame



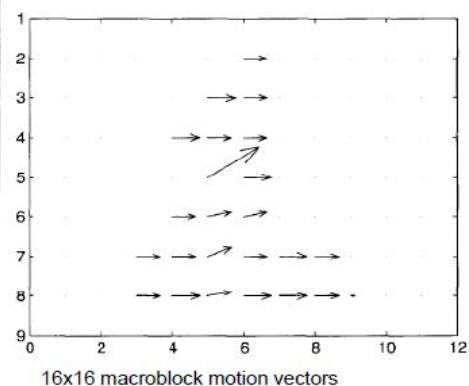
Current Frame



Difference signal(No motion compensation)



Difference signal(after full search MEMC)



16x16 macroblock motion vectors

2.3-rasm. Videosyujetdagi qo'shni kadrlar va ulardagi kadrlararo farqining ko'rinishi.

**Vaqtli yoki kadrlararo ortiqchalik** bitta videosyujet vaqtida ikki qo'shni kadr orasidagi farq nisbatan sezilarsiz bo'lishi sababli (2.3- rasm), televizion tasvir ma'lumotida asosiy kadrqa nisbatan kadrlar farqini uzatish amalga oshirilsa, video oqimdagi siqish koeffitsientining katta qiymatga erishish imkoni yaratiladi.

## 2.2 Diskret-kosinus o'zgartirish asosida tasvirlarni siqish.

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 Furening ikki

o'lchamli diskret o'zgartirishga 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 (2.1, 2.2) tengliklar bilan ifodalanadilar:

$$F(u,v) = (1/4)C(u)C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 p(x,y) \left[ \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \right] \left[ \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16} \right], \quad (2.1)$$

$$F(x,y) = \frac{2}{N} \sum_{u=0}^{n-1} \sum_{v=0}^{n-1} C(u)C(v) F(u,v) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N}. \quad (2.2)$$

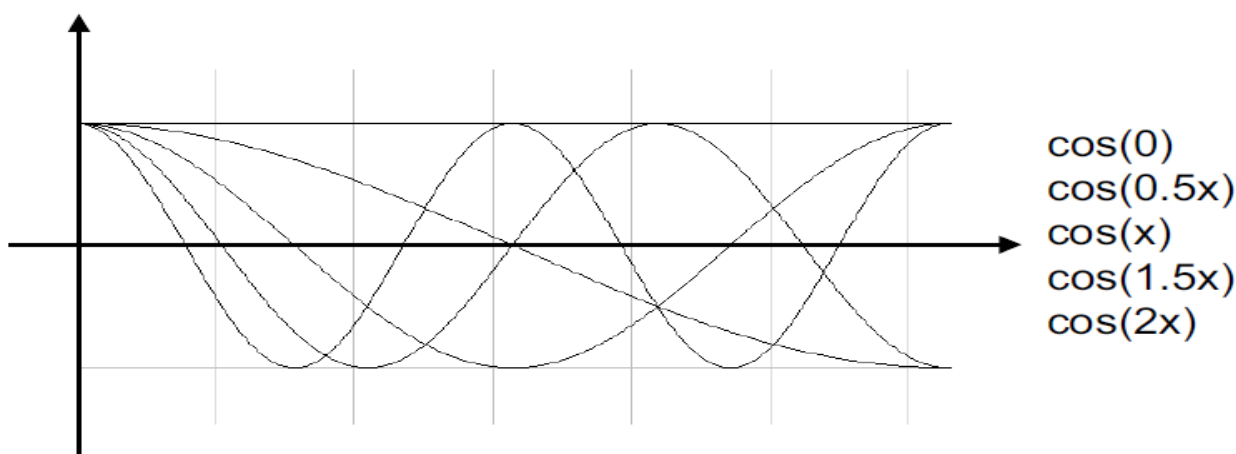
Bu yerda:  $v$  – grafik blokning gorizontal koordinatasi

$u$  – blok ichidagi koordinata,  $S(u), S(v) = 1/\sqrt{2}$   $u, v = 0$  uchun va aks holatda  $S(u), S(v) = 1$

$$A(u) = \begin{cases} 1 & u = 0 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \\ 1 & u \neq 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

Bunday usul kadrlarni (2.5-rasmga qarang) 64 (8x8) sanoqli bloklarga bo'laklashni ko'zda tutadi va ular (2.5, b-rasm) **signallar matritsasi** deyiladi.<sup>4</sup>

$$F_k = \sum_{z=0}^{N-1} f_z \cos\left(\frac{\pi k(z + \frac{1}{2})}{N}\right); F_k = \sum_{z=0}^{N-1} f_z \sin\left(\frac{\pi z k}{N}\right); \quad (2.4)$$



2.4-rasm. Diskret kosinus almashtirish formulasi va grafigi

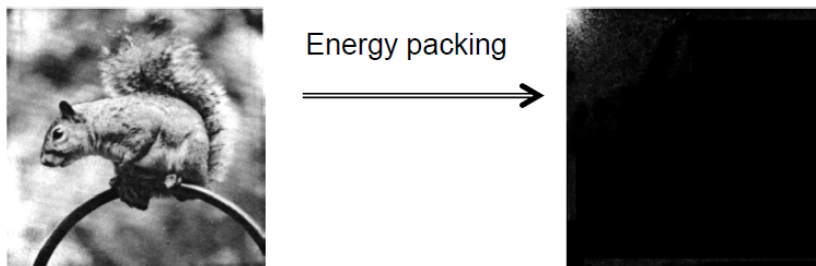
<sup>4</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014 page 101.



**DKO‘ spektrining xususiyati shundan iboratki, chastota spektri energiyasining asosiy tashkil etuvchilari nol qiymatli chastota atrofida yig‘ilganligidir.**

- DCT(discrete cosine transform)

- DCT effect



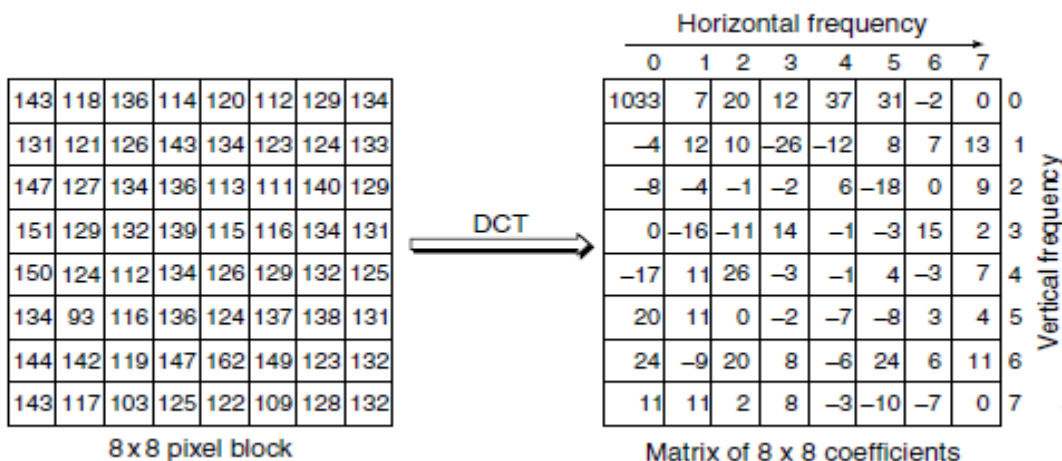
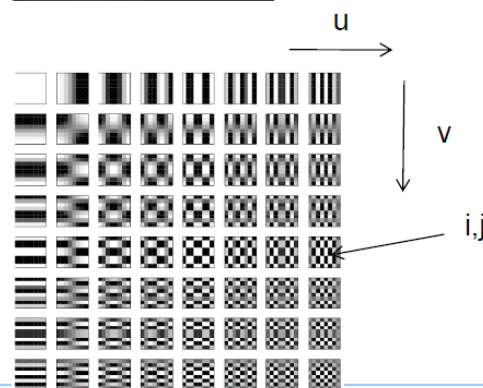
- DCT equation(8x8 block based)

$$F(u,v) = \frac{C(u)C(v)}{4} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 f(i,j) \cos \frac{(2i+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2j+1)v\pi}{16}$$

$$f(u,v) = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 C(u)C(v)F(u,v) \cos \frac{(2i+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2j+1)v\pi}{16}$$

$$C(u), C(v) = 1/\sqrt{2} \text{ for } u,v = 0$$

$$C(u), C(v) = 1 \text{ otherwise}$$



a)

b)

2.5-rasm. Daslabki tasvirning yorug‘lik signali matritsasi.

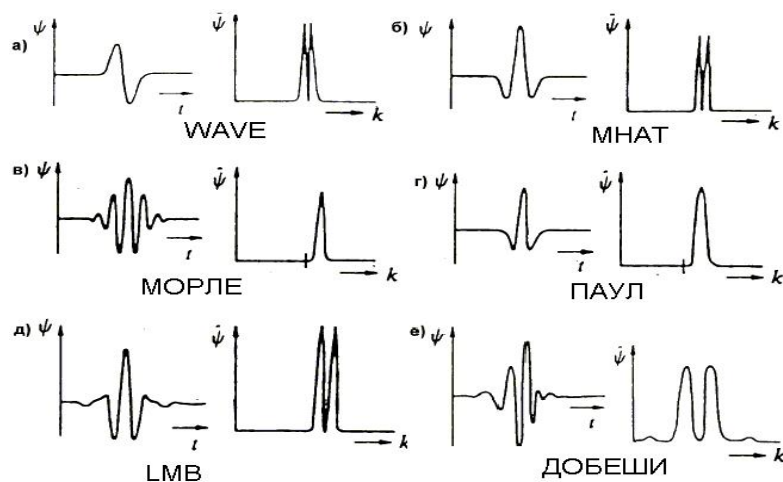
(a) – piksellar o‘lchami 8x8 va (b) – to‘g‘ridan to‘g‘ri DKO‘ dan so‘nggi matritsa koeffitsientlari.

### 2.3. Tasvirni veyvlet almashtirish 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.

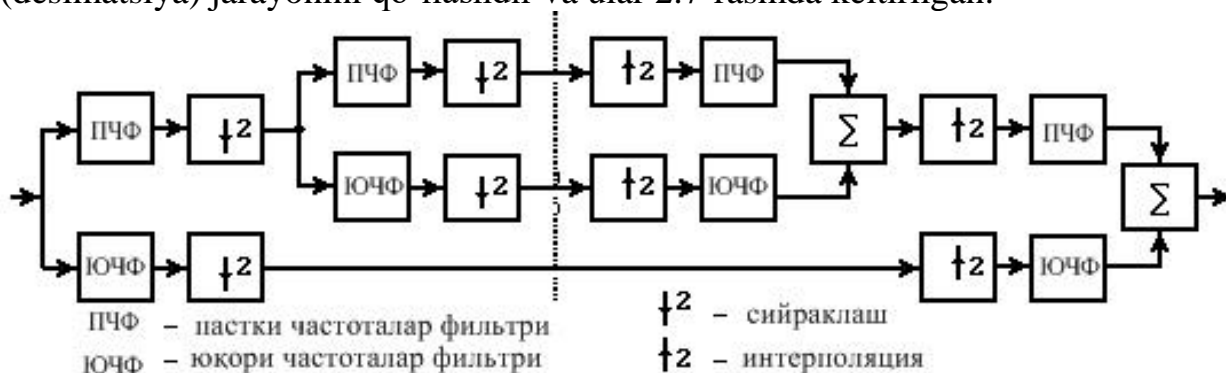
Fure va DKO‘ larning asosiy kamchiligi ularning bazaviy garmonik tashkil

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.



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

Amaliyotdan esa veyvlet – holatdan holatga o'tkazishda tasvirni past va yuqori chastotali filtrlash hamda olingan koeffitsientlarni siyraklashtirish (desimatsiya) jarayonini qo'llashdir va ular 2.7-rasmda keltirilgan.



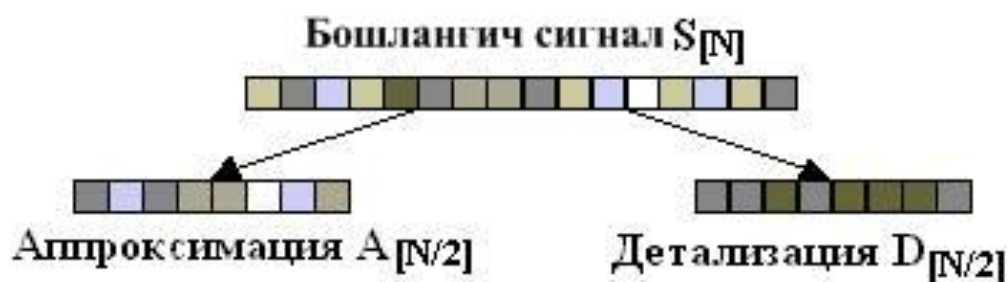
2.7-rasm. Veyvlet – ketma – ketligining umumlashtirilgan struktura sxemasi.

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

$$A_k = \frac{S_{2k} + S_{2k+1}}{2}; \quad D_k = \frac{S_{2k} - S_{2k+1}}{2}, \quad (2.3)$$

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 (2.8-rasmda keltirilgan kabi).  $A_{[N/2]}$  va  $D_{[N/2]}$  son qiymatlari yorug'lik nuqtalari bilan ko'rsatilgan.



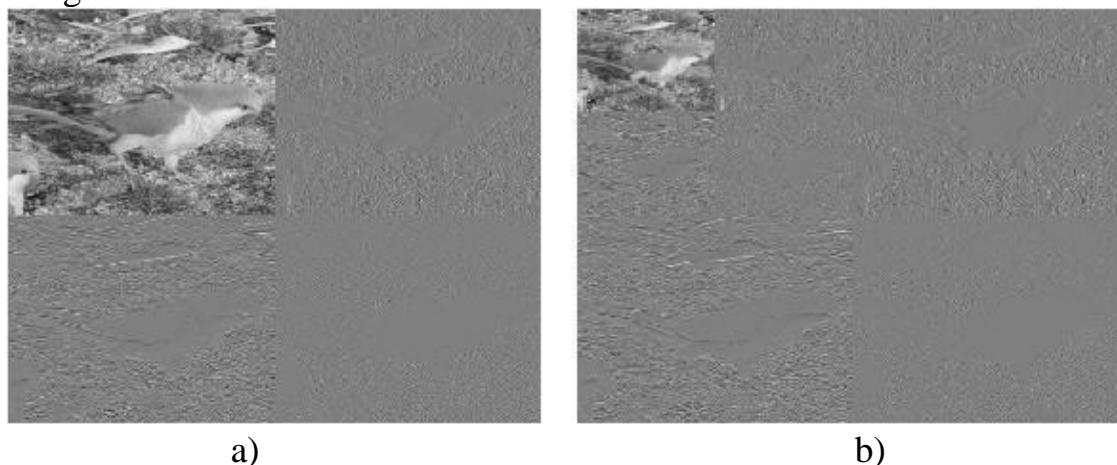
2.7-rasm. Veyvlet – dekompozitsiya prinsipi

Veyvlet o‘zgartirish prinsipini 2.8-rasm keltirilgan misolda, tasvir signalini o‘zgartirishda ko‘rish mumkin.



2.8-rasm. Daslabki tasvir va satrlar bo‘yicha veyvlet – dekompozitsiyasidan so‘ng

Shunday qilib, ko‘p marotaba veyvlet dekompozitsiyalash (o‘zgartirish) natijasida, approksimatsiyalash massivida juda kichik tasvir olinadi (2.10-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 (2.10-rasmda nolga qiymati 128 bo‘lgan kul rang mos keladi), ular statistik kompressorda yaxshi siqiladi va katta siqish koeffitsientiga erishishga imkon beradi.



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

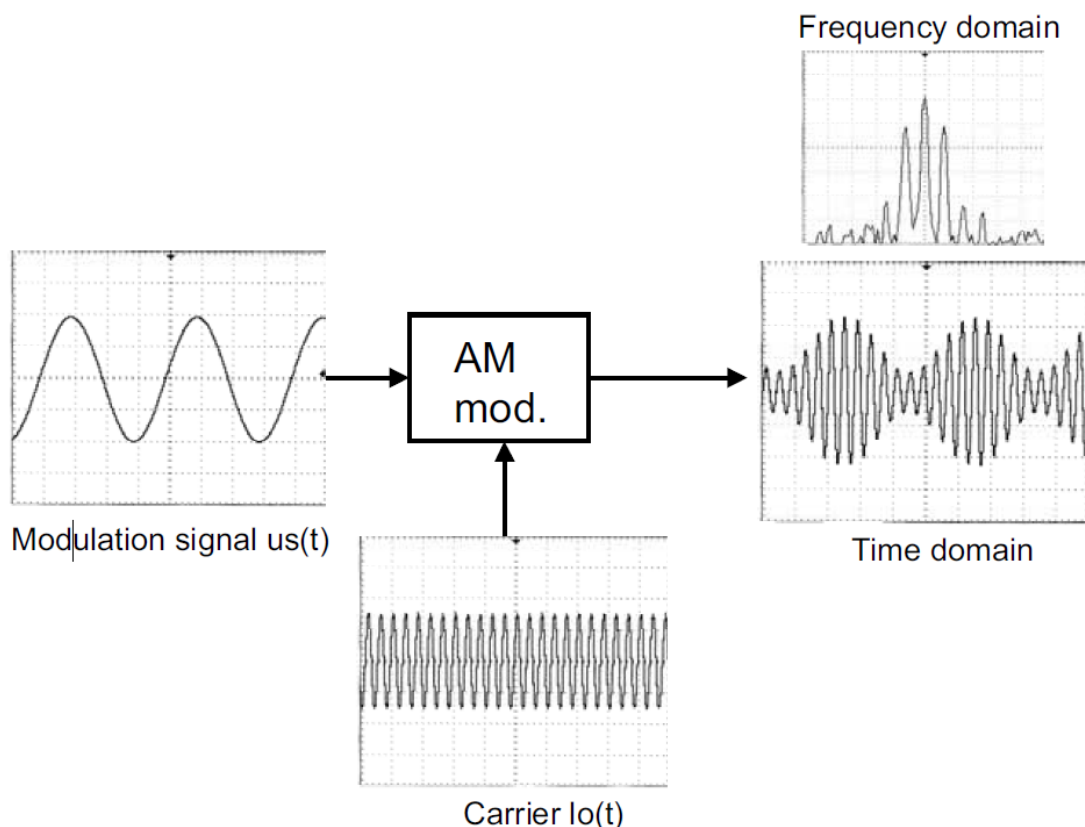
## 2.4.Modulyatsiya turlari va texnologiyasi

Analog eshittirish ancha vaqtdan beri amplituda (AM) va chastota (ChM) modulyatsiyalarini qo'llab ishlamoqda. Foydalanuvchiga signalni u yoki bu parametrini o'zgartirib uzatish jarayoni modulyatsiya deyiladi.

Raqamli ma'lumotlarni uzatishda ma'lumotlar vaqt yoki amplituda bo'yicha surilish texnologiyasi qo'llanilib kelingan. Masalan 10Mbit/s tezlikdagi oqimni amplituda manipulyatsiyasi orqali jo'natishda (ASK) texnologiyasi yordamida amalga oshirilgan. Kotelnikov teoremasiga asosan o'tkazish polosasining yarmi NRZ asosiy polosa chatotasi uchun zarur bo'ladi.

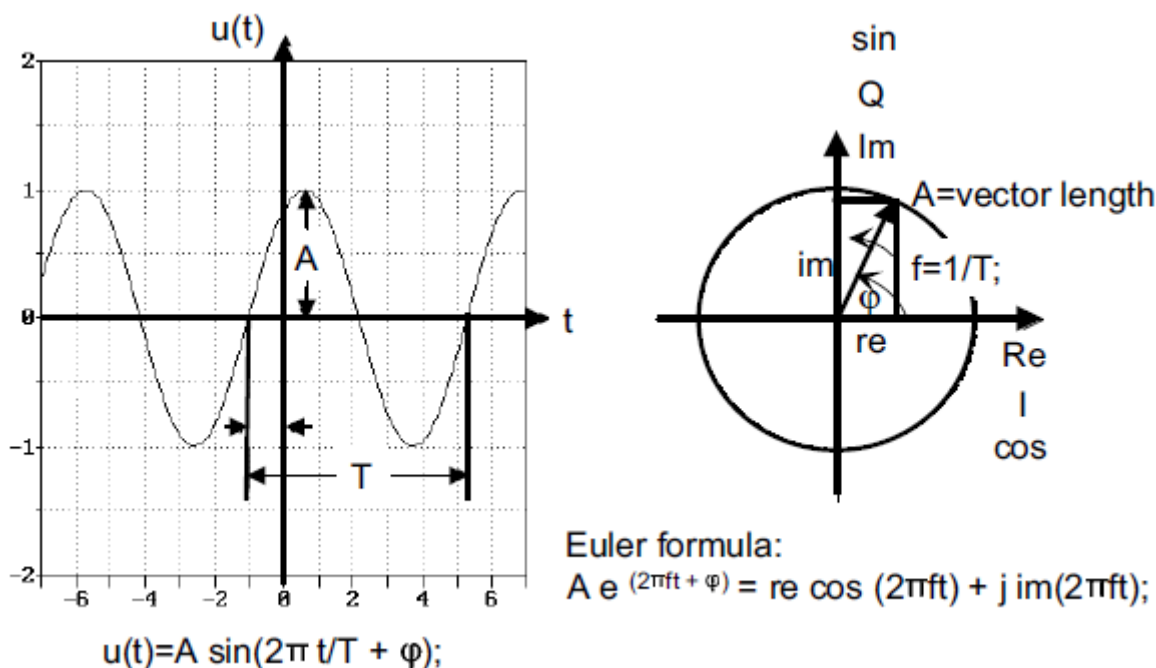
Bizga modulyatsiyaning quyidagi turlari ma'lum:

- Amplituda modulyatsiyasi
- Chastota modulyatsiyasi
- Faza modulyatsiyasi
- Amplitudali manipulyatsiyasi (ASK)
- Chastotali manipulyatsiya (FSK)
- Faza surilishi manipulyatsiyasi (PSK)
- Amplituda va faza manipulyatsiyasi (QAM)



Rasm. 2.11. So'ndirilgan tashuvchili "normal" amplitudali modulyatsiya

Biz oldimizga qo'ygan maqsad-o'tkazish polosasi kengligini qisqartirib ma'lumot o'tkazish qobiliyatini oshirish. Bu maqsadga faqatgina zamonaviy modulyatsiya turlarini qo'llash orqaligina erishish mumkin.



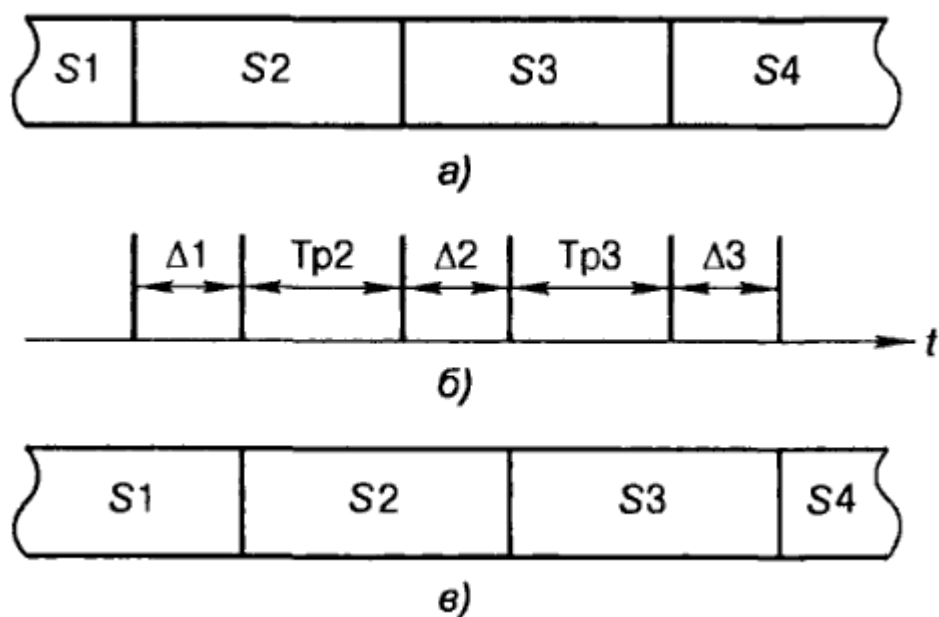
Rasm.2.12. Sinusoidal signalning vektor ko‘rinishi.<sup>5</sup>

Albatta texnologiya tashqi xalaqitlar va shovqinlar ta‘sirida ba‘zi bir xatoliklarga yo‘l qo‘yadi. Lekin bizning maqsad texnologiyada sinusoidal kattaliklar joriy qilinishiga erishishdir.

Zamonaviy raqamli televideniya 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.

<sup>5</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2010. page 96.

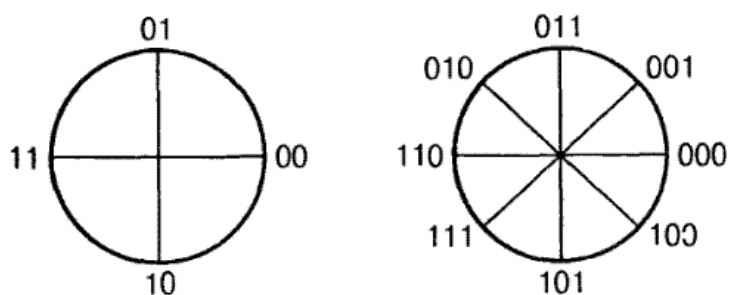




2.13-rasm. Himoya intervallarining shakllantirilishi

Shunday qilib, raqamli televidenie 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.

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 simvollari ketma ketligida faqat bitta xatolik mavjud bo'ladi, bu o'z navbatida dekoderdagi korrektorda to'g'rilanadi.



2.14-rasm. To'rt pozitsiyali (a) va sakkiz pozitsiyali (b) fazali manipulyatsiya.

Faza manipulyatsiyasi DVB – S standartida, sun'iy yo'ldoshlardan raqamli televideniени uzatishda qo'llaniladi.

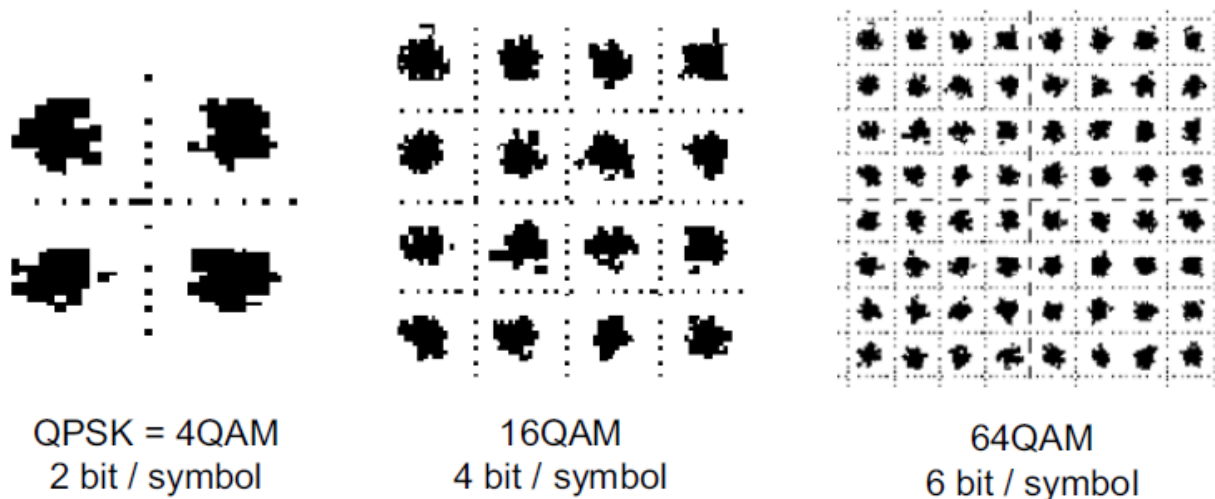
Yana bir modulyatsiya, raqamli televizion signallarni uzatishda keng qo'llanuvchi tur - ko'p pozitsiyali kvadraturaviy amplituda manipulyatsiya (**KAMn**). Ma'lumki, kvadraturaviy amplituda manipulyatsiyasi bir vaqtda ikki signallar  $U_i$  (inphase) va  $U_q$  (quadrature) bilan tashuvchi signal chastotasida  $\omega_0$ ,

ikkita kvadratli tarkibiy tashkil etuvchilar bilan modulyatsiyalash va ularning yig'indisiga teng signalni olishdir.

$$\mathbf{u}(t) = \mathbf{u}_i(t) \cos \omega_0 t + \mathbf{u}_q(t) \sin \omega_0 t \quad (2.4)$$

Demodulyatsiyalashda sinxron detektorlash qo'llaniladi, ya'ni  $\mathbf{u}_i(t)$  signalni  $\cos \omega_0 t$  va  $\mathbf{u}_q$  ni  $\sin \omega_0 t$  ga ko'paytirish hamda yuqori chastotali signallarni past chastotali filtrda kamaytirish (yo'qotish) natijadasi  $\mathbf{u}_i(t)$  va  $\mathbf{u}_q(t)$  signallar ajratiladi.

Hozirgi vaqtda raqamli televidenie tizimida 64 yoki 256 pozitsiyali KAMnlar ham qo'llanmoqdalar, ular qo'llanilgan bir vaqtda 6 yoki 8 bitlar uzatiladi.



2.15-rasm. 4 pozitsiyali, 16 pozitsiyali va 64 pozitsiyali 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:

$$\cos(\omega_0 t + \theta_i) + \sin(\omega_0 t + \theta_Q) = A_0 \cos(\omega_0 t + \theta_0), \quad (2.5)$$

bu yerda  $\theta_i, \theta_Q$  kvadraturaviy tashkil etuvchilarning fazalari.

$A_0, \theta_0$  - natijaviy signal amplitudasi va fazasi.

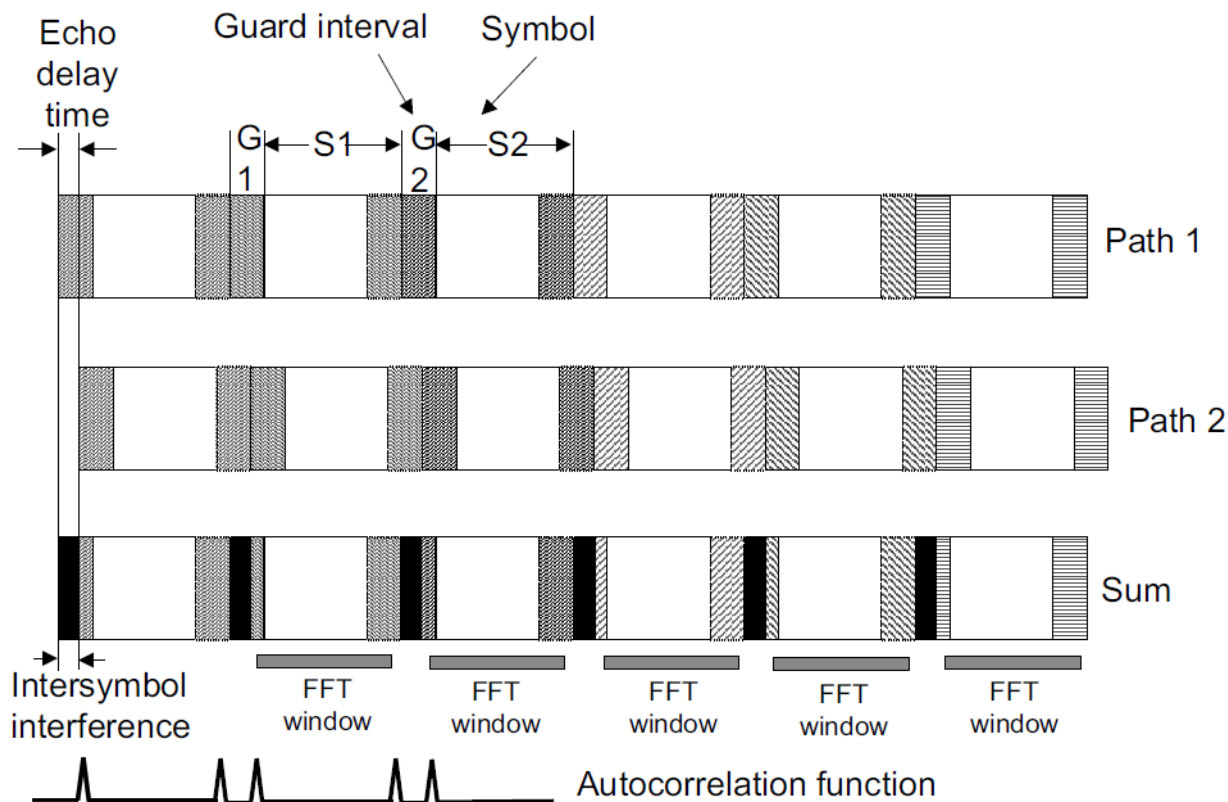
Ifodalangan operatsiyalar odatda raqamli ko'rinishda bajariladi, shu sabab KAB blokidan so'ng RAO' bo'lishi lozim. Zamonaviy raqamli signallarni radio kanallardan uzatish usuli **ortogonal chastotali multipleksirlashdir**. Bu ingliz tilidagi texnik adabiyotlarda **OFDM (Orthogonal Frequency Division 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 2.16- rasmda izohlangan.





Bitli simvollar oqimi  $X_{n,k}$ , ketma-ket-parallel o'zgartirgich siljitish registrida, modulyatsiya qilinganda, ular parallel  $N$ -razryadli kodga  $(X_0, X_1, \dots, X_{N-1})$  aylantiriladi hamda ular Furening teskari almashtirish blokiga tushadilar. Furening 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'ladi. So'ngra olingan signal radiouzatish qurilmasi modulyatori yordamida televideniening ishchi diapazoniga ko'tariladi va kuchaytirilib efirga 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.



2.19. rasm. OFDM da ko'pnurli qabul qilish

So'ngra Furening tezkor to'g'ri almashtirish bloki orqali kvazianalog signal sanoqlari qiymatlaridan modulyatsion simvollarining spektral koeffitsientlari shakllantiriladi hamda ular ketma-ket kodga o'zgartirilgach, dekodlashning kanal traktiga tushadi<sup>7</sup>.

### Nazorat savollari

<sup>7</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014 page 362

1. Tasvir signallarini siqish asosan nechta usul bilan amalga oshiriladi?
2. Televizion tasvir qanday turdagi ortiqcha ma'lumotlarga ega va ular qanday turlarga bo'linadi?
3. Kodli ortiqchalikka ta'rif bering.
4. Psixofiziologik ortiqchalikka ta'rif bering
5. Elementlararo yoki statistik ortiqchalikka ta'rif bering.
6. Tuzilmaviy ortiqchalikka ta'rif bering.
7. Vaqtli yoki kadrlararo ortiqchalikka ta'rif bering.
8. Signallar matritsasi deb nimaga aytiladi?
9. DKO' spektrining xususiyati va uning algoritmiga ta'rif bering.
10. Tasvirni veyvlet almashtirish asosida siqish algoritmini yoriting.
11. Approksimatsiya va detalizatsiyaga ta'rif bering.
12. Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex qanday texnologiya?
13. QAM modulyatsiyasidagi 4, 16, 64 pozitsiyali monopulyatsiya turlarining bir biridan farqini tushuntiring.

### **Adabiyotlar va internet saytlar:**

1. Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014,. Chapter-6,7,19
2. Digital television. Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework Third Edition, by Hervé Benoit, printed at Focal Press Elsevier, USA 2013.
- 3 . “ Raqamli televidenie” X.C.Соатов таҳрири остида И.А.Гаврилов, Т.Г.Рахимов, А.Н.Пузий, Х.Х.Носиров, Ш.М.Кадиров. Тошкент 2016. 400 бет.

### **3-ma'ruza. Raqamli televideniyaning sun'iy yo'ldosh, mobil aloqa, kabel tizimlari orqali tashkillashtirish xususiyatlari (2 soat)**

#### **Reja:**

- 3.1. Yer usti raqamli DVB – T teleeshittirish tizimi, uzatish va qabul qilishda signallarga ishlov berish.
- 3.2. MPEG-2, MPEG-4 televidenie eshittirish standartlari.
- 3.3. Raqamli televizion signalni aloqa kanallari orqali uzatishga bo'lgan talablar.

**Tayanch iboralar:** *SDTV, irrelevant information, Huffman coding, sensitivity, Data reduction, DPCM, Zig-zag scanning, Horizontal and vertical blanking, blocks and macroblocks, Bidirectional delta frames, Quantization, ZeroSequence, encoder*

#### **3.1. Yer usti raqamli DVB – T teleeshittirish tizimi, uzatish va qabul qilishda signallarga ishlov berish.**

Xalqaro raqamli teleeshittirishni tashkillashtirishning Yevropadagi katta

loyihalaridan biri Raqamli Video eshittirish- Digital Video Broadcasting (DVB) 1993 yili oktyabr oyida boshlangan. DVB Rroject -loyahasining shtab – kvartirasi Shvesariyaning Jeneva shahrida joylashgan. Xalqaro guruhning DVB Project loyihasi asosida quyidagi raqamli televidenie standartlari qabul qilingan:

- DVB – C (C – cable – kabel) raqamli kabelli teleeshittirish;
- DVB – S (Sattelrte – yo‘ldosh) sun’iy yo‘ldoshli teleeshittirish;
- DVB – T (Terrestial – yer usti) yer usti teleeshittirishlari.

3.1. jadval

DVB standarti turlarini 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 teleeshittirish ikkinchi avlod	Xuddi DVB – S dagidek va yana qo‘shimcha turdagi modulyatsiyadan foydalanish va kanalni uzatish qobiliyati kengligini 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 teleeshittirishning “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 –	Raqamli efir tele	DVB – T kabi, faqat	QPSK,

T2	eshittirishning ikkinchi avlodi	modulyatsiyaning va kanalni kodlashning yangi rejimlarini qo‘llaydi. Shu sabab DVB – T ga nisbatan kanalning o‘tkazish qobilyatining kengligi 2 barobar ortadi. Lekin bu standart DVB – T bilan birga ishlamaydi	16 – QAM, 64 – QAM, 256 – QAM
----	---------------------------------	--	-------------------------------------

Yer 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.

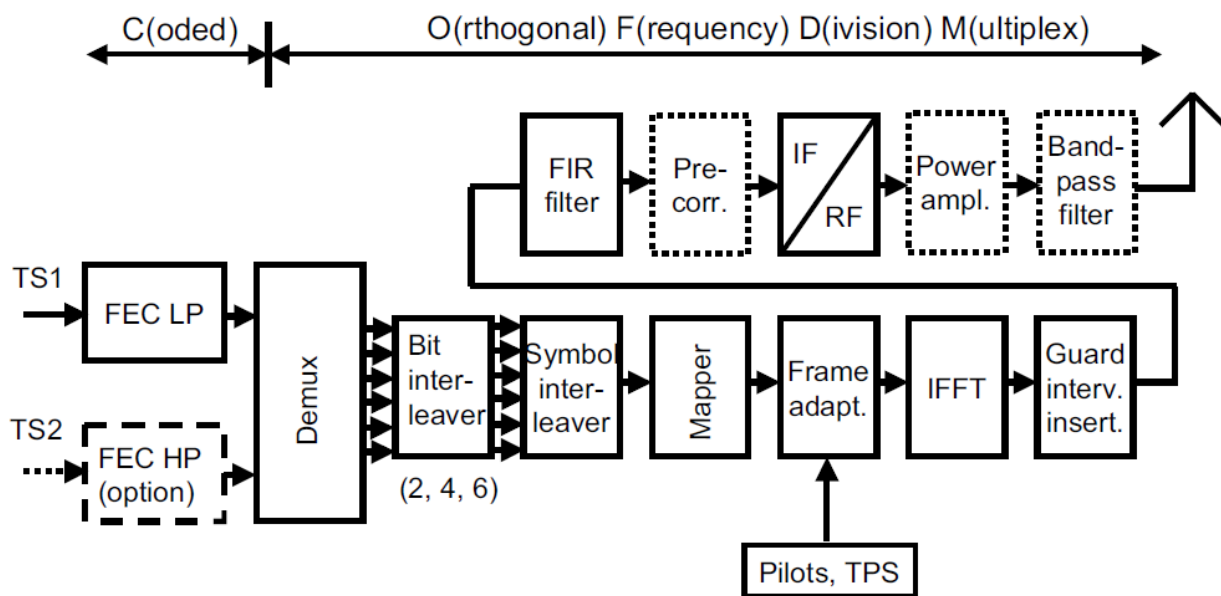
Shu sabab, DVB – T ni yaratishdagi muhim xususiyatlardan biri bitta chastotali yoki ko‘p chastotali modulyatsiyani tanlashdan iborat bo‘ldi. Tekshirishlar shuni ko‘rsatdiki, faqat OFDM analog PAL va SECAM tizimlaridagi uzatgichlarga nisbatan xalaqitlarga bardoshi katta, ayniqsa bir chastotali sharoitda bu afzallik yuqori.

DVB – T standartini yaratishida tizimning quyidagi asosiy parametrlarini tanlash kerakligi belgilandi:

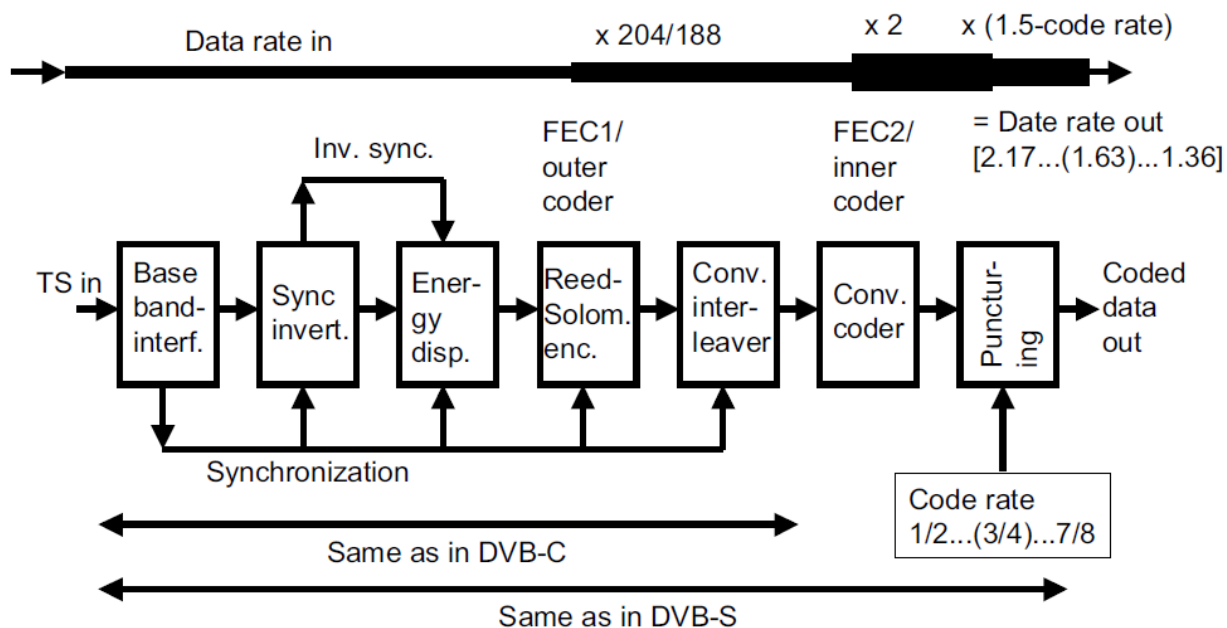
- simvolga to‘g‘ri keluvchi individual tashuvchilar soni;
- himoya intervalining kengligi;
- tashuvchilarning modulyatsiyalash turlari;
- sinxronizatsiyalash usuli.

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 mikrosxemalar tashuvchilar soni  $2^n$  darajasiga teng bo'lganda ishlaydilar, shu sabab unga yaqin bo'lgan son **8192** yoki ( $2^{13}$ ) tanlanadi. Bu rejim shartli ravishda "**8k**" deb ataladi.



3.1.rasm. DVB-T modulyatorining blok sxemasi. (1-qism)



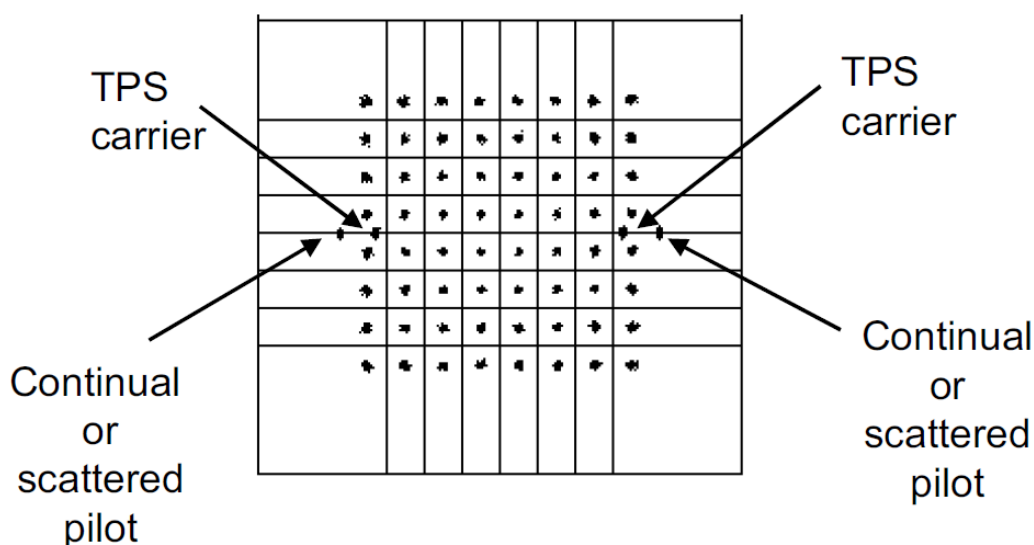
3.2. rasm. DVB-T modulyatorining blok sxemasi. (2-qism)

1995 yilda elektron texnikalari imkoniyati bunday katta sonli tashuvchilarni ta'minlay olmagan, shu sabab DVB – T standartni o'zlashtirish maqsadida **2048** yoki ( $2^{11}$ ) 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.<sup>8</sup>

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.

Digital Video Broadcasting Terrestrial tizimimida ma’lumot signallarini modulyatsiyalashda asosan OFDM modulyatsiyasidan foydalaniladi. DVB-T tizimida kogerent OFDM modulyatsiya qo‘llanilib, foydali ma’lumotlar tashuvchisi differensial kodlarda aks ettiriladi. Bundan tashqari kanal sifatini baholashda qo‘llaniluvchi ko‘p sonli pilot-signalari korreksiyasagi ham erishish talab qilinadi. Bu esa o‘z navbatida kanal sifatini baholashda qo‘l keladi.



3.3.rasm. DVB-T tashuvchilari: foydali quvvat tashuvchisi, diomiy va tarqatilgan pilotlar, TPS tashuvchilari.

DVB-T tizimidagi TFAUda (teskari Fure almashtirish usuli) 2048ta yoki 8192ta nuqtalar qo‘llaniladi. Naziyaga ko‘ra ushbu nuqtalar keyinchalik ma’lumotlarni uzatishda qo‘llaniladi. 8K rejimida foydali ma’lumotlar tashuvchisi 6048ta, 2K rejimida esa ular 1512 tani tashkil qiladi<sup>9</sup>. Ikkala rejimda ham DVB-T tizimi xususiyatlaridan kelib chiqib ma’lumot uzatish tezligi bir xil bo‘ladi. DVB-T tizimida quyidagi turdagi **tashuvchilar** mavjud:

- o‘rnatilgan holatdagi harakatsiz tashuvchilar (amplitudalari nol sathga sozlangan)
- o‘rnatilgan holatli Payload tashuvchilar

<sup>8</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014 page 370.

<sup>9</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014. page 373.



- o‘rnatilgan holatli uzluksiz pilot signallar
- spektri bo‘yicha o‘zgaruvchi tarqatilgan pilot signallar
- o‘rnatilgan holatli TPS tashuvchilar

Bundan tashqari DVB – T standartida har bir modulyatsiya rejimi uchun to‘rtta nisbiy himoyalash intervallari qiymati ko‘zda tutilgan va ular aktiv simvollarining davomiylik vaqti T ning 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 qismini tashkil etadilar. 3.2-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.

3.2-jadvalda COFDM tashuvchilarining radiokanaldagi, xilma xil usullarda modulyatsiyalangan holatda, ruxsat etilgan signal/shovqin nisbatinig minimal qiymati va foydali axborotlarni uzatuvchi ikkilik simvollarini tezligi keltirilgan.

3.2-jadval

DVB – T standartidagi COFDM modulyatsiyaning asosiy parametrlari

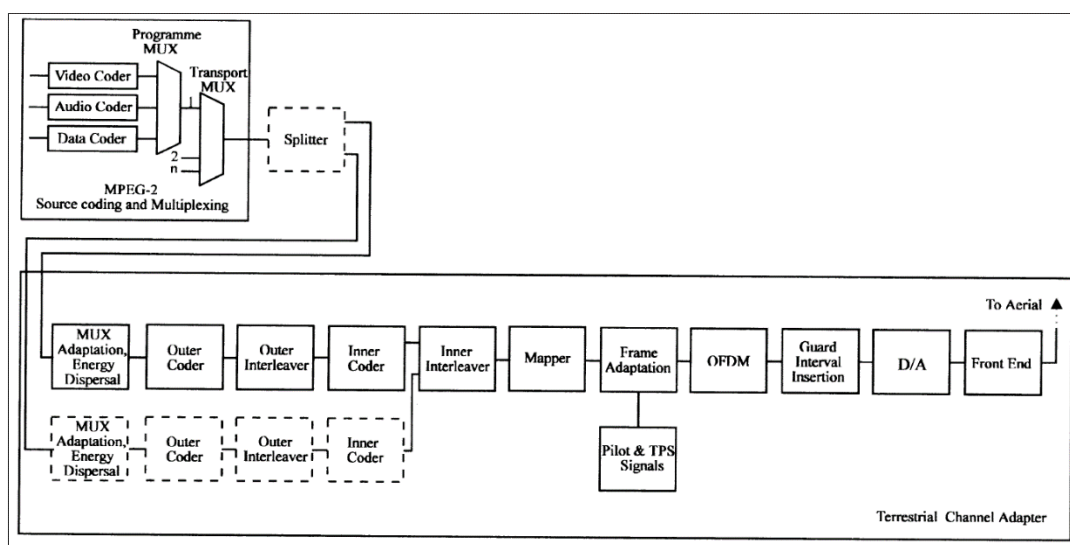
Modulyatsiya rejimi	8k				2k			
Ishchi interval davomiyligi Tr, mks	896				224			
Tashuvchi chastotalar oralig‘i $\Delta/Gs$	1116				4464			
Tashuvchilar soni	6817				1705			
Chastota polosasi kengligi, MGs	7,61				7,61			
Himoya intervalining nisbiy davomiyligi	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Himoya intervalining davomiyligi $\Delta, mks$	224	112	56	28	56	28	14	7
$\Delta+Tr$ 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

## 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

**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 3.4-rasmda keltirilgan.



3.4. rasm. DVB-T tizimining uzatuvchi qismining tashkiliy chizmasi



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.

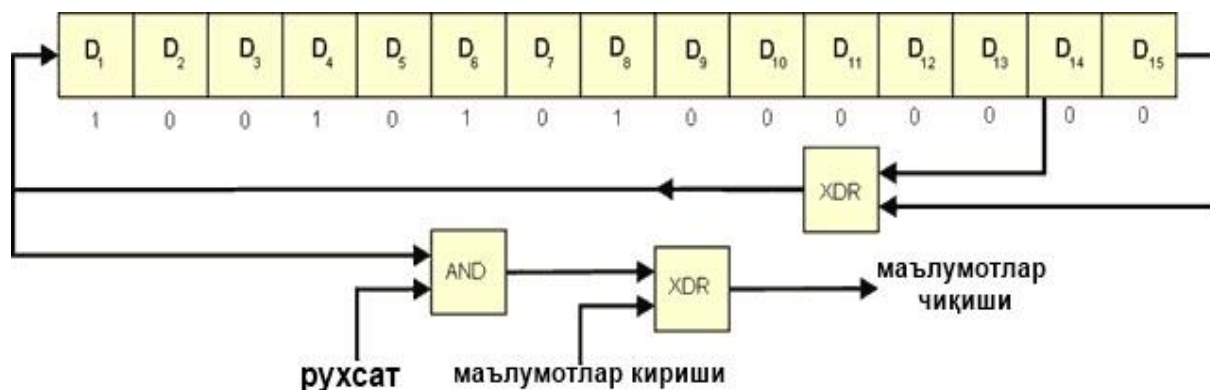
Bundan so'ng axborotga ishlov berish **OFDM (ortogonal chastota multipleksori)** kanali koderida amalga oshiriladi. Signal avval randomizatsiya bog'lamasidan o'tadi va u yerda kvazitasodifiy signalga aylantiriladi.

**Randomizatsiyaga** MPEG-2 transport paketlari ketma ketligini ta'minlovchi raqamli oqimlarni moslashtirish operatsiyasi mos keladi (6.2-rasm).



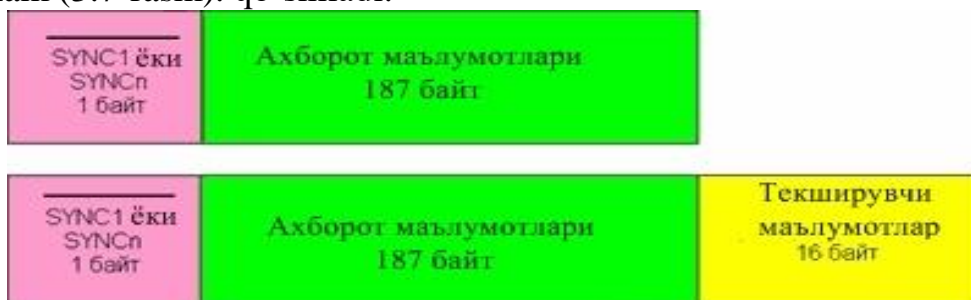
3.5-rasm. MPEG-2 ning transport paketlarining moslashuvi.

PRBS ketma-ketlik generatori 15 razryadi registrlar siljishi bazasida qurilgan va teskari aloqa zanjiri bilan bog'langan (3.6-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 baytining birinchi biti bilan qo'shiladi.



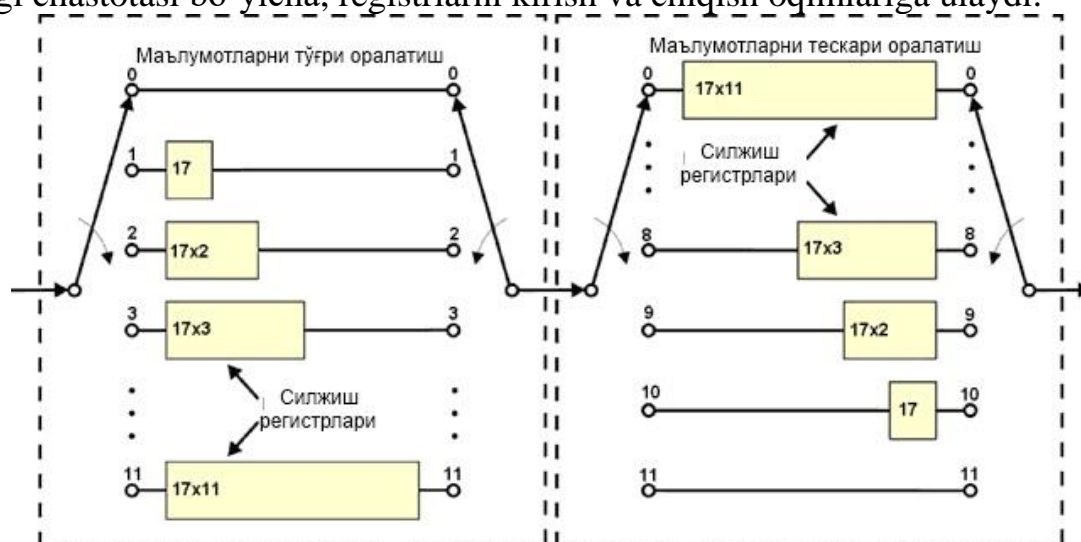
3.6-rasm. Ma'lumotlarni randomizatori

**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 (3.7-rasm). qo‘shiladi.



3.7-rasm. Tashqi Rid – Solomon RS(204,188) xotira kodi bilan ma’lumotlarni xatolardan himoyalash paketi hosil qilish.

3.8- 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.



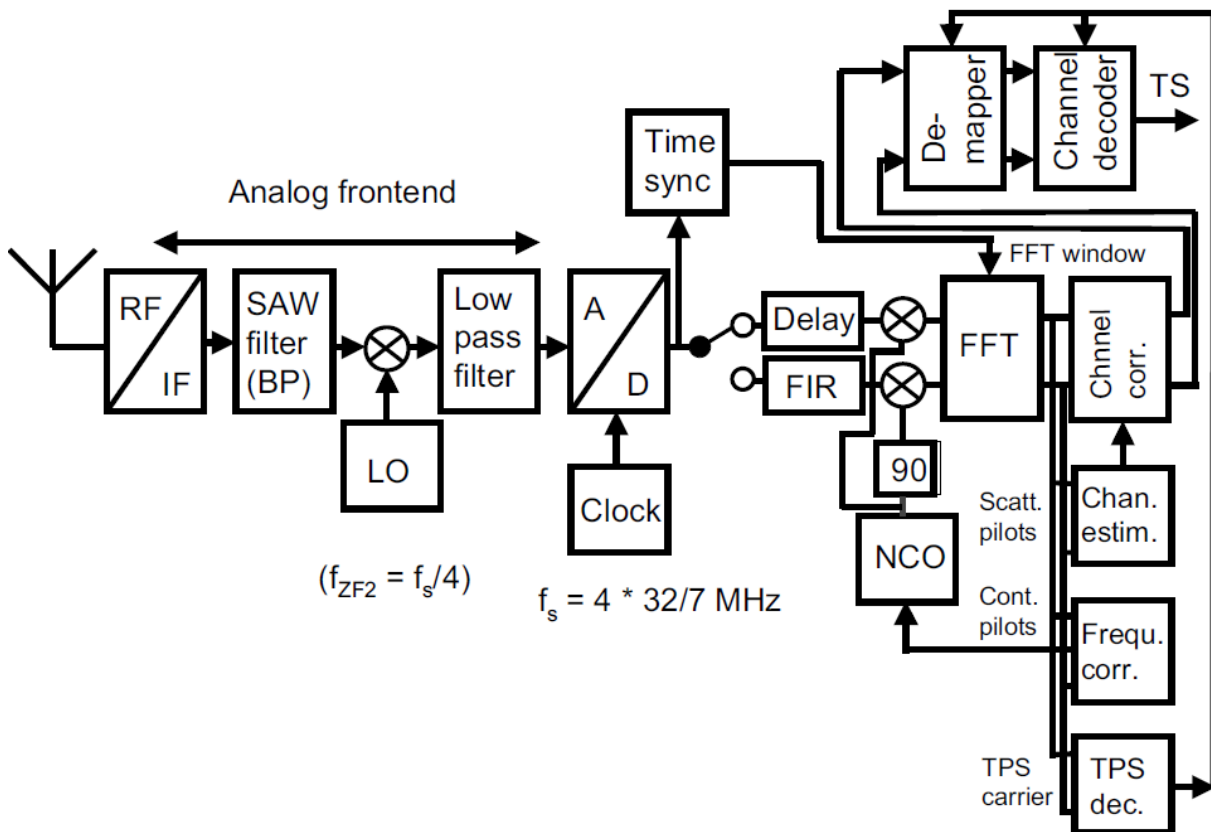
3.8-rasm. Ma’lumotlarni tashqi oralatish

**DVB-T tizimining qabul qilish qismida signallarga ishlov berish.** Qabul qilish qurilmasida signallarga ishlov berish jarayoni DVB-T 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. DVB-T standartiga muvofiq kodlangan va uzatilayotgan dastlabki audio-video axborotlarini tiklash uchun, dekodlashda uning barcha signallarini teskari o‘zgartirishlarini amalga oshirish zarur.

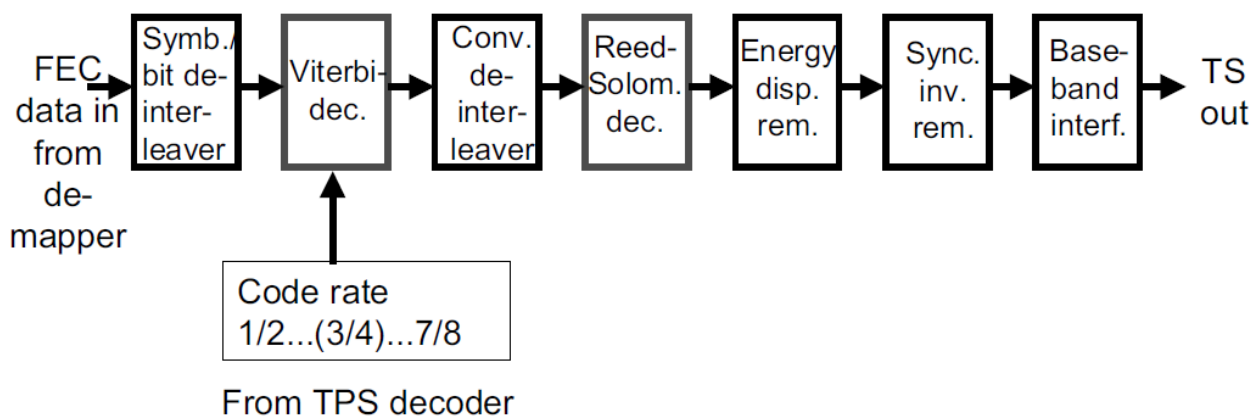
Tyuner yordamida kerakli chastota kanali ajratiladi va signal oraliq chastotaga o‘tkaziladi. So‘ngra oraliq chastotali signal kuchaytirishni avtomatik boshqaruvchi (KAB) qurilma yordamida boshqariladigan kuchaytirgichdan o‘tib, ARO‘ blokida

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 Furening to'g'ri diskret o'zgartirishlari amalga oshiriladi va uning natijasida COFDMning to'liq demodulyatsiyasi bajariladi hamda COFDMning uzatiladigan simvollar shakllantiriladi.



3.9.rasm. DVB-T qabul qilgicha blok sxemasi.

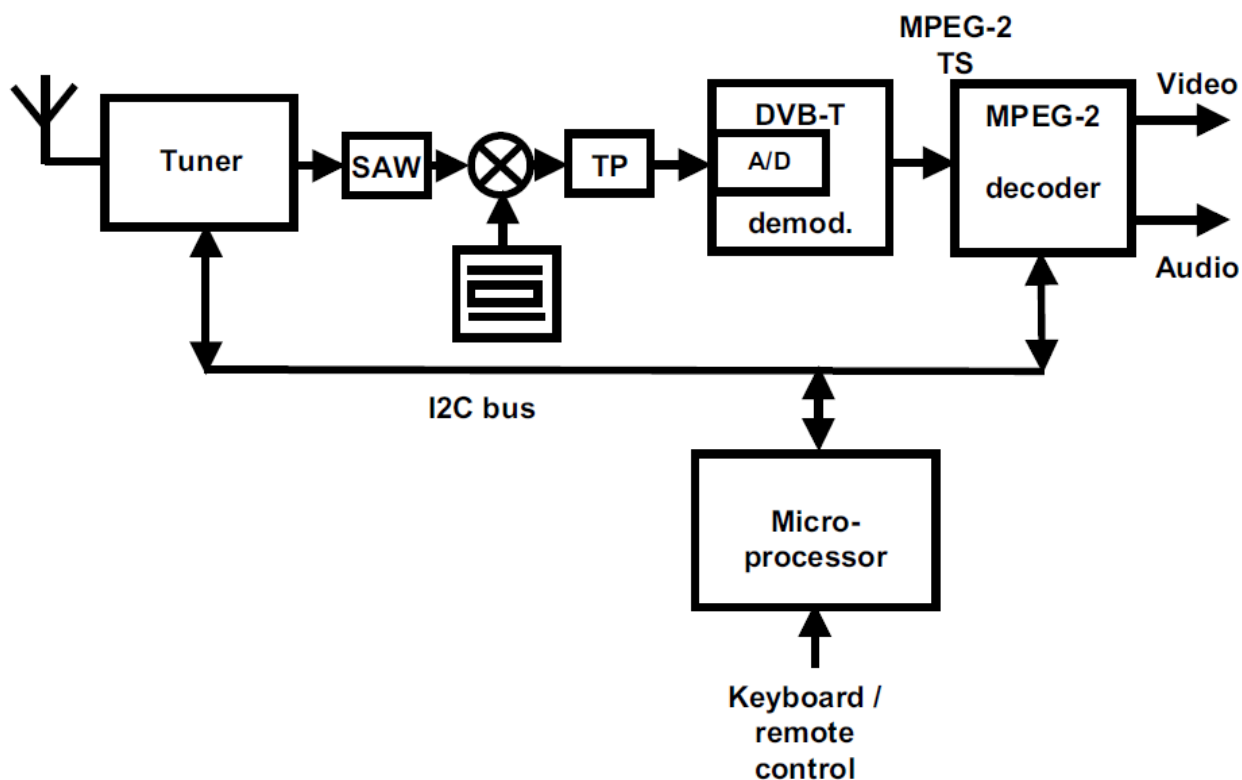


3.10.rasm. DVB-T qabul qilgicha blok sxemasi (kanalli dekodlash)

Bunda FTO' blokidan olingan ma'lumotlar KAB uchun foydalaniladi va sinxronizatsiya blokiga tushadi. Sinxronizatsiya bloki ARO' uchun tashuvchi signal

chastotasi va takt impulslarini tiklaydi<sup>10</sup>. 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 (korreksiya) amalga oshiriladi. Korreksiya qilishda har bir tashuvchining signali ushbu tashuvchi uchun aniqlangan kanalning o'tkazuvchanlik funksiyasiga teskari qiymatiga ko'paytiriladi.

So'ngra ichki teskari oralatish blokida bitlarni simvollar bo'yicha teskari joylashtirish amalga oshiriladi. Natijada bitlar ketma ketligi olinadi va ular ichki dekoderlash blokiga kelib tushadilar hamda u yerda kodlarni yig'ish dekoderida xatolar to'g'irlanadilar (korreksiya qilinadilar). Keyin MPEG-2 transport oqimining tuzilmaviy ma'lumotlarini tiklash uchun baytlar tashqi teskari va Rid-Solomon dekoderida xatolarining korreksiya amalga oshiriladi. Natijada transport paketlarining davomiyligi (188 baytdan iborat) va baytlarning paketlarda kelishining ketma-ket kelish tartibi tiklanadilar.



3.11.rasm. DVB-T set-top box qurilmasi blok sxemasi.

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, ovoqli tashkil etuvchi va ma'lumotlarning elementar oqimlari shakllantiriladi.

<sup>10</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014 page 393.

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 hakozolar) 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.

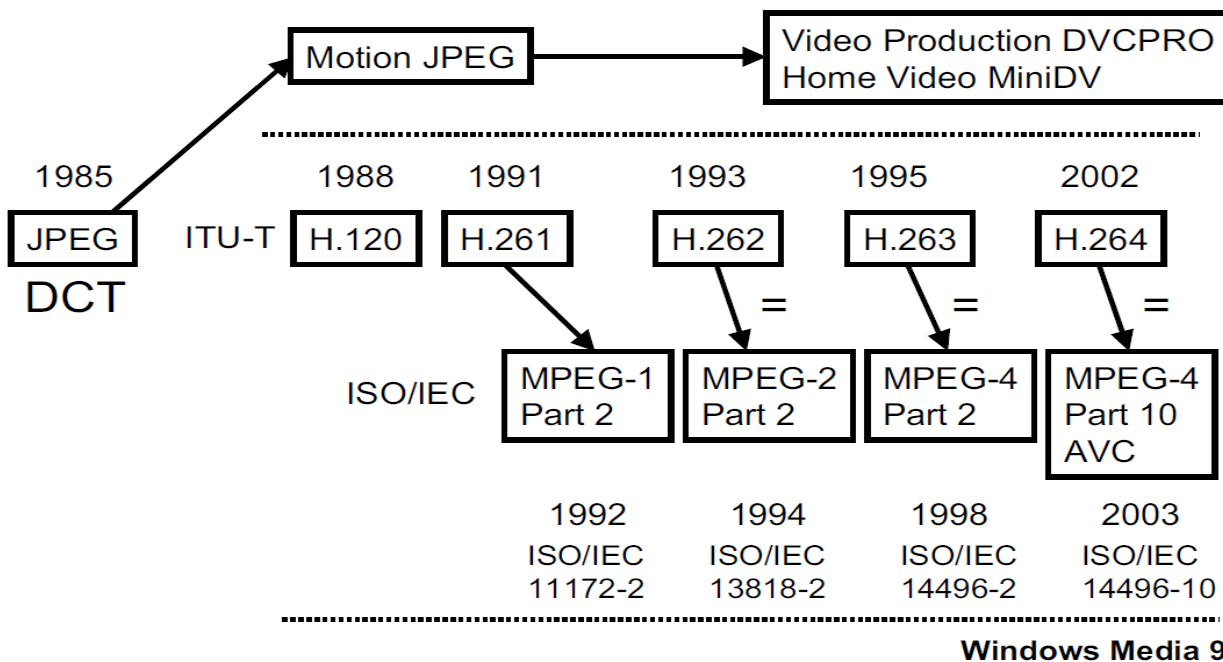
Shunday qilib, raqamli televidenie qabul qilgichida dasturni tanlash ikkita bosqichda amalga oshiriladi. Avval bir nechta dasturlardan iborat transport oqimi uzatalayotgan televidenie eshittirish kanal tanlanadi. So'ngra xuddi shu transport oqimidagi dasturlardan biri tanlanadi.

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.

### **3.2 MPEG-2, MPEG-4 televidenie eshittirish standartlari.**

MPEG-2 standarti televidenie 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 takomillaashtirilishi yanada murakkablashgan, tuzilmasida raqamli oqimning I, P va B kadrlaridan foydalaniladigan ko'rinishidir.



3.12.rasm. Video kodlash turlari rivojlanish tarixi.<sup>11</sup>

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

**Levels**

Max. No. of Pixels x Lines x Fields		Max. Bit Rate Mbit/s						
1920 x1080 x30	1920 x1152 x25	80 (100)	High	•	MP@HL	•	•	HP@HL
1440 x1080 x30	1440 x1152 x25	60 (80)	High-1440	•	MP@H14L	•	SSP@H14	HP@H14L
720 x480 x30	720 x576 x25	15 (20)	Main	•	SP@ML	MP@ML	SNRP@ML	HP@ML
352 x240 x30	352 x288 x25	4	Low	•	MP@LL	SNRP@LL	•	•

**Profiles**

Simple	Main	SNR scalable	Spatial scalable	High
4:2:0, no bidirectional prediction	4:2:0, no Scalability	Main + SNR Scalability	Main + resolution Scalability	Total Functionality (incl. 4:2:2) Coding Tools, Functionality

3.13.rasm. MPEG-2 profillari va darajalari.

<sup>11</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014 page 137.



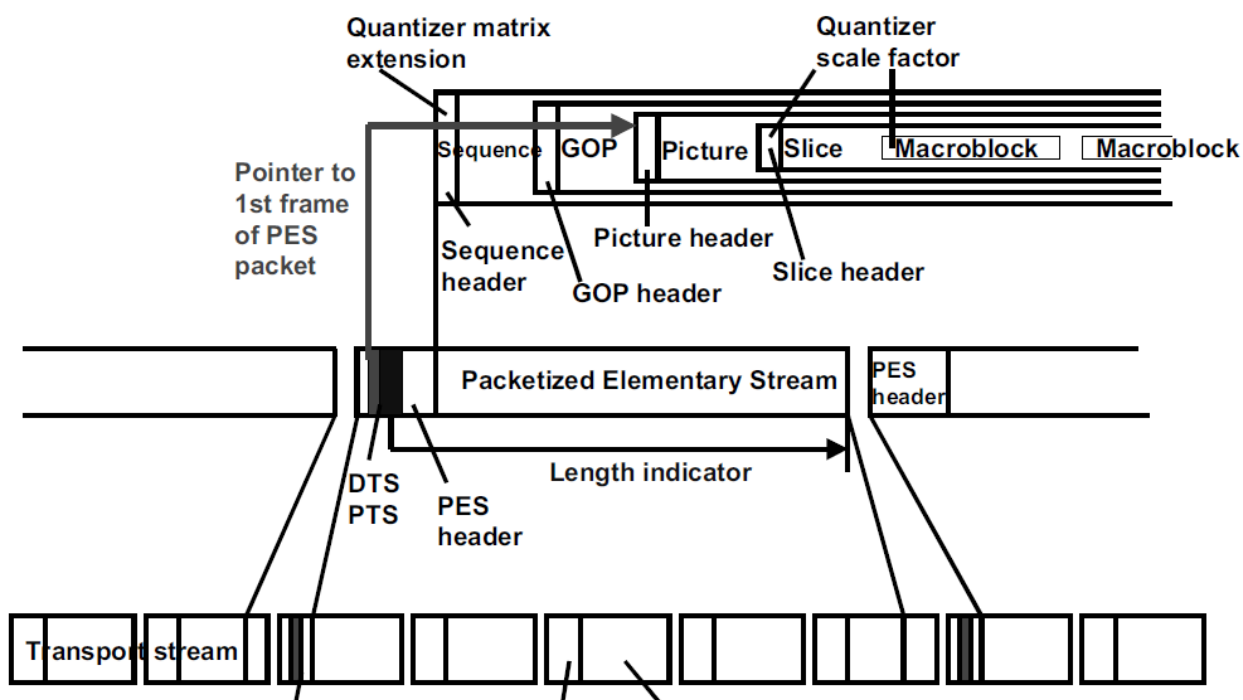
MPEG-2ning tarkibiy 10 qismidan 3 ta asosiylarini ajratib olish mumkin: **13818-1 - tizimli, 13818-2 - Video, 13818-3 - ovozli.**

**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 biriktirish 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 televidenie (YuAT) hamda stereo televideniени qo'llash imkoniyatlariga ega.



3.14.rasm. MPEG-2 ma'lumotlar oqimi sturkturasi

**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.

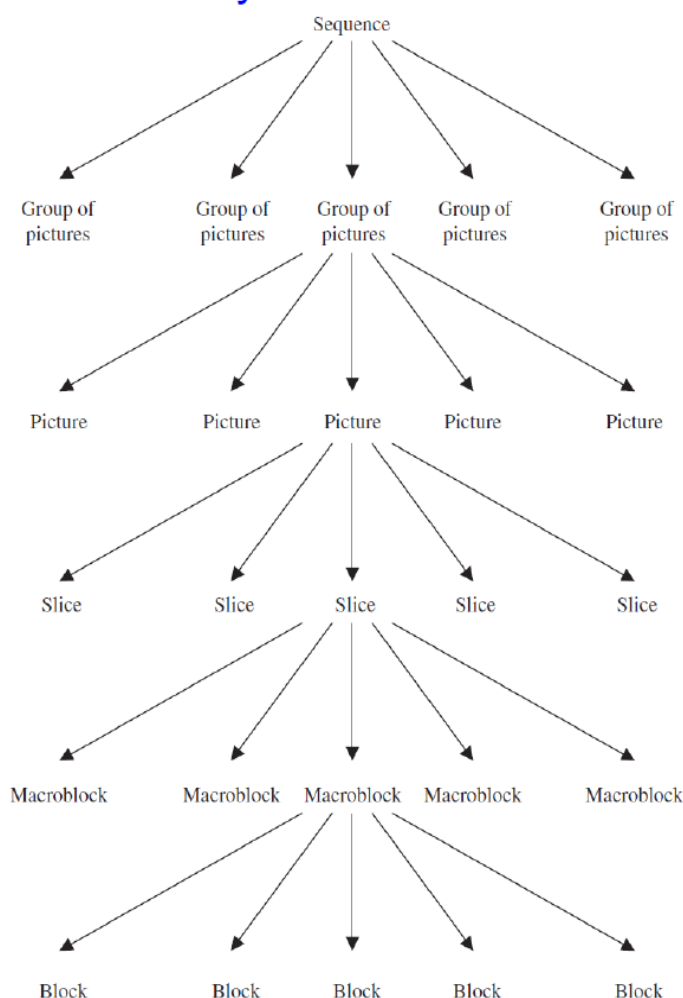
Standart raqamli televidenie SDTV (Standard Definition Television)

signallarini siqmasdan aloqa kanali bo‘ylab uzatish uchun 270 Mbit/s tezlik talab qilinadi. Hattoki HDTV yuqori aniqlikdagi televidenie signallarini uzatish uchun esa 1Gbit/s tezlik talab qilinadi. Bu esa uzatish va eshittirish maqsadi uchun juda katta tezlik hisoblanadi. Shuning uchun ham eshittirish sohasidagi har qanday signal siqish jarayoniga uchraydi. Qayta ishlashlar natijasida ma’lumot uzatish tezligi 2...7 Mbit/s gacha pasaytiriladi. Siqish koeffitsienti juda ham yuqori. MPEG-2 kodlash standartini qo‘llanilishi ushbu tezlikni 15...20 Mbit/s gacha pasaytirish imkoniyatini beradi.

**MPEG-2 standartida tasvirlarga ishlov berish.** MPEG-2 standarti televizion 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.

## Video Structure Hierarchy

MPEG-2



3.15.rasm. MPEG-2 video strukturasi ierarxiyasi (tasvirlar guruxi-tasvir-kadr-makroblok-blok)

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 xolda 8x8 pikseli 4 ta blokka bo'linadi.

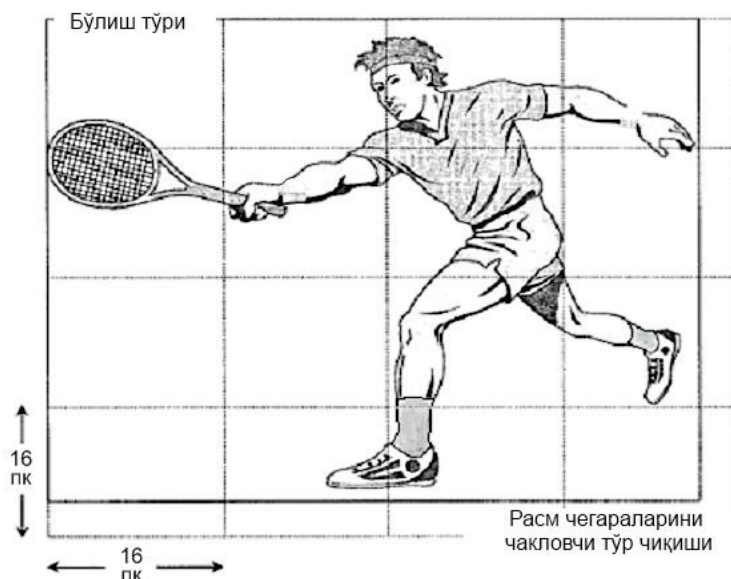


3.16.rasm. Tasvirning blok va makrobloklarga bo'linishi.

**MPEG-2 standarti videosignalni siqish usuliga reglament belgilamaydi,** balki kodlangan videosignal 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) 3.18-rasmda ko'rsatilgan ketma-ket jarayonlarni o'z ichiga oladi.



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 (3.19-rasm).



3.19-rasm. Tasvirni 16x16 pikselli bloklarga bo‘lish.

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 kadrda ko‘chirilgan (siljigan) makrobloklari kelib tushadi. Bunda makroblokning yangi koordinatalari ularning kadrda kadrda 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 Oga 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 kompressor yordamida adaptiv kvantlanadi va kodlanadi.

Tiklangan tasvirning sifatini baholash yoki chiqish oqimining o‘zgarmas bitreytidagi holatda, kvantlashni adaptiv boshqarish uchun koderda siqilgan video ma’lumotlarni dekoderlash jarayoni amalga oshiriladi. Buning uchun dekvantlash va teskari DKO‘ bloklari ishlatiladi va umumlashtiriladi(yig‘indisi olinadi) (3.18 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.

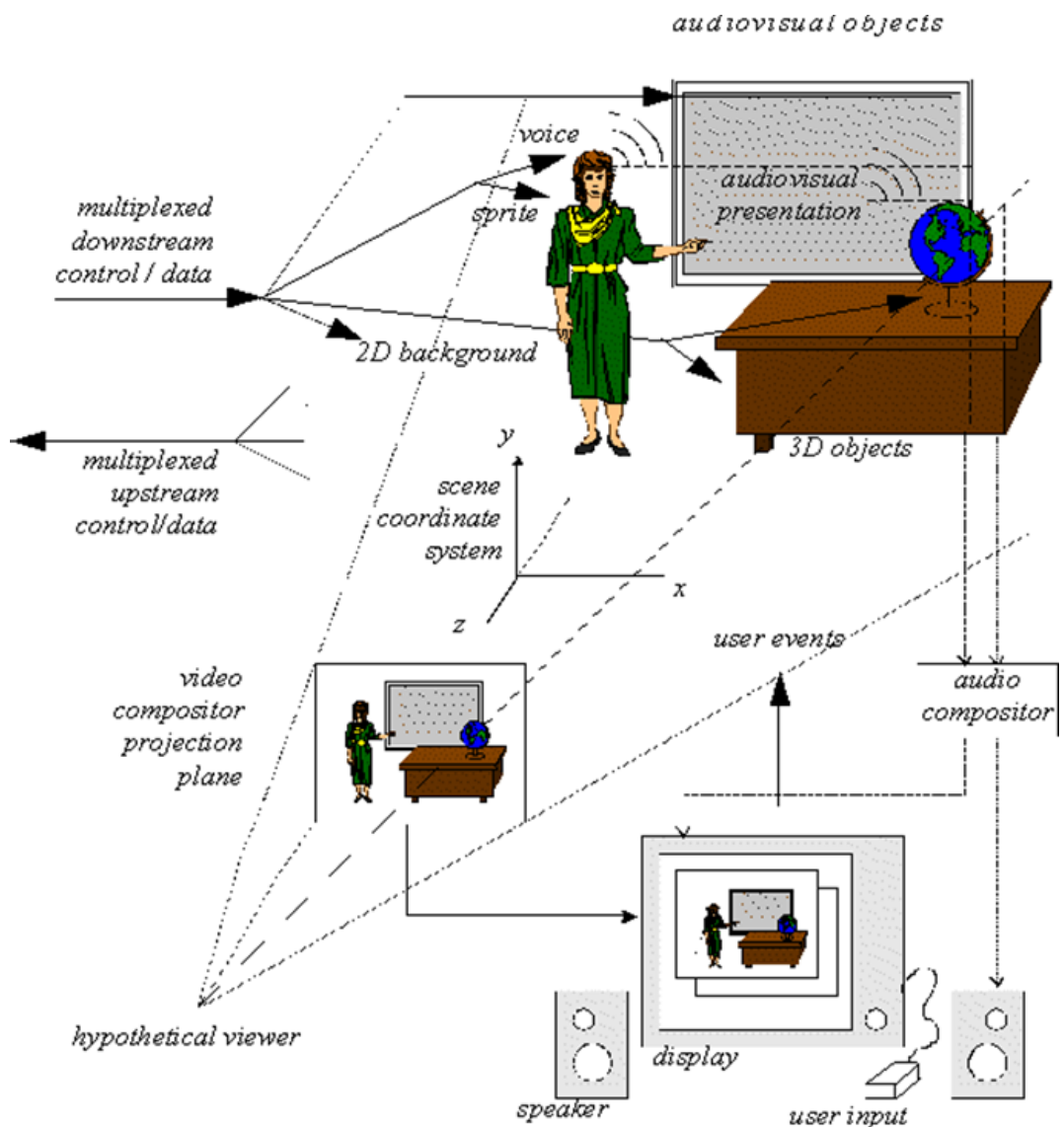
**MPEG-4 multimedia standarti.** MPEG-4 standarti 90-yillar boshida multimediali axborotlarni (ovoz, kam kadrli televidenie, grafika, matn va boshqalar) Internetning raqamli oqim tezligi 64Kbit/s bo'lgan kichik polosali kanallarida ma'lumot uzatish uchun ishlab chiqilgan. Dastlab, MPEG-4 yaratilishidanoq 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 televidenie 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 mediama'lumotlarni uchta yo'nalishda: interfaol multimedia, grafik ilovalar va raqamli televidenielerde 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 (3.20-rasm).

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.



3.20- rasm. MPEG-4 sahnasiga misol.

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.

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.

**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:

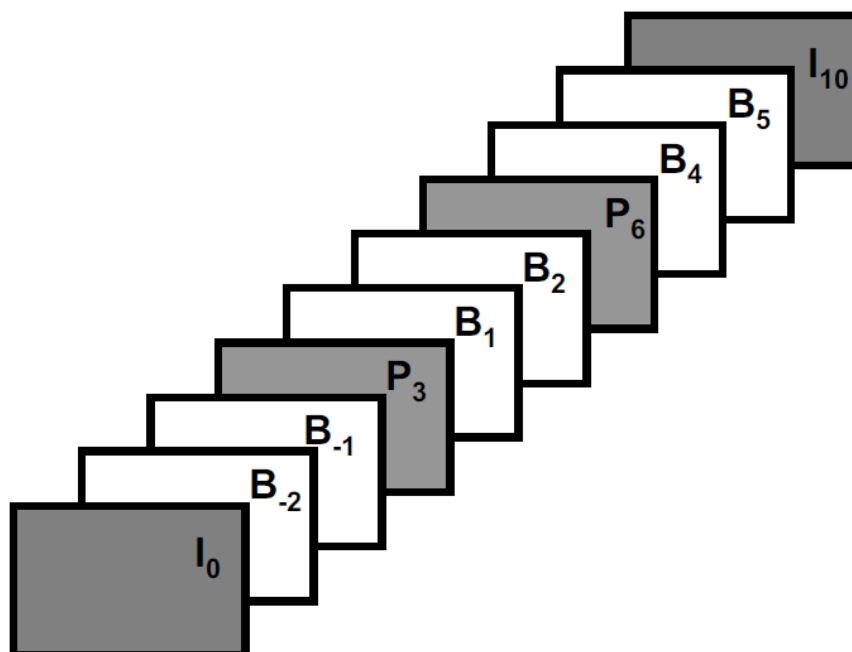
**I-tekisliklar.** Tez kirishni ta'minlash uchun boshqa tekisliklardan mustaqil ravishda kodlanadi. Eng avvalo, 16x16 piksellik makroblokka (**I**-makrobloklar) bo'lish amalga oshiriladi, ular yana DKO' uchun 4 ta 8x8 li **I**-blokka bo'linadi.

**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, kadrning 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 vektori qabul qilinishi mumkin, variantlar o'rtasidagi tanlov esa makroblok qo'shgan hissasining kamligi va uning oqimdagi harakat vektoridan kelib chiqib amalga oshiriladi. Shuningdek, standart harakat kompensatsiyasining maxsus turi –“qoplash”(berkitish) kompensatsiyasini ko'zda tutadi: u faqat **Y** komponentali bloklar uchun qo'llaniladi. Ushbu usulning farqli xususiyati shundaki, ayirma blokning avvalgi **I**- yoki **P**-tekisliklarda unga o'xshash uchta blokning o'lchovlari superpozitsiyasi bo'yicha tashkil etilishidir, ya'ni bitta o'xshash blok bilan cheklanmaydi. Shunga muvofiq, uchta harakat vektori olinadi: 1 tasi joriy blok uchun va ikkitasi ishlov berilayotgan makroblokda joriy blokga qo'shni bo'lgan bloklar uchun.

**B-tekisliklar** **P**-tekisliklardan shu bilan farqlanadiki, unda kodlash uchun harakatni kompensiyalashda nafaqat avvalgi, balki keyingi **I**- va **P**- tekisliklar ham qo'llaniladi. Ushbu tekislikning har bir makrobloki avvalgi tekislik makrobloki, keyingi tekislik makrobloki va ushbu makrobloklar superpozitsiyasi bo'yicha bashorat qilinadi.

MPEG-4 Part 10 Advanced Video Coding (H.264) quyidagi funksiyalari bilan ajralib turadi:

- 4:2:0, 4:2:2 va 4:4:4 formatlari qo'llab quvvatlanishi
- Maksimum 16tagacha tayanch kadrlar
- Takomillashtirilgan harakat qoplagichi (1/4 pikseldagi aniqlik)
- 16 bitlik tizim tufayli yanada aniqroq ish rejimi
- Makrobloklar turli strukturasi (16x16, 16x8, 8x16, 8x4, 4x8,4x4)
- kvantlash jadvalida 52 kiritiluvchi elementlar
- DKA o'rniga Adamar almashtirishini qo'llanishi (blok o'lchami mos ravishda 4x4 yoki 2x2 piksel)
- entropiyali kodlash; kodlash uzunligining o'zgaruvchanligi (VLC) va konteks moslashuvchan ikkilik arifmetik kodlash (CABAC)



3.21.rasm. I, B, P kadrlarni uzatish ketma ketligi

SDTV 4:2:0 formati va 6 Mbit/s tezlikli signal analog televizion signal sifati bilan deyarli bir xil hisoblanadi. Amaliyotda uzatish tezligi 2...7 Mbit/s gacha bo'lgan tezliklar ham mavjud. Bu tezliklar o'z navbatida tasvir sifati baholaydi. O'z navbatida shunday xulosaga kelinadi: ya'ni sport ko'rsatuvlari uchun katta tezlikdagi ma'lumotlar oqimi talab qilinadi<sup>12</sup>.

Ma'lumotlar uzatish tezligi tasvir tarkibiga ko'ra doimiy yoki o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Ushbu tezlik MPEG koderi buferiga kiruvchi signallar darajasidagi kvantlanish koeffitsientining o'zgarishi bilan boshqariladi.

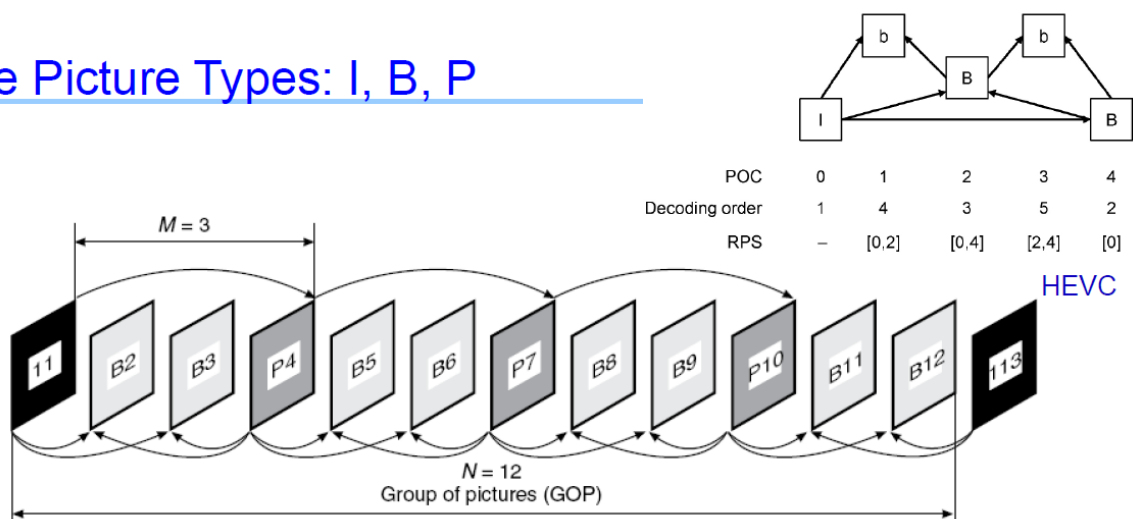
I, P yoki B makroblolari turli usullar bilan kodlanishi mumkin. Makroblokning kodlanishi bo'yicha eng ko'p tarqalgan turlaridan biri bu quyidagicha:

- Intra kadrlar kodlanadi (mutlaqo yangi)
- Oldingi kod
- Oldinga va orqaga kodlash
- O'tkazib yuborilgan kodlar.

<sup>12</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014 page 123.



## Three Picture Types: I, B, P



Input and display order

1(I) 2(B) 3(B) 4(P) 5(B) 6(B) 7(P) 8(B) 9(B) 10(P) 11(B) 12(B) 13(I)

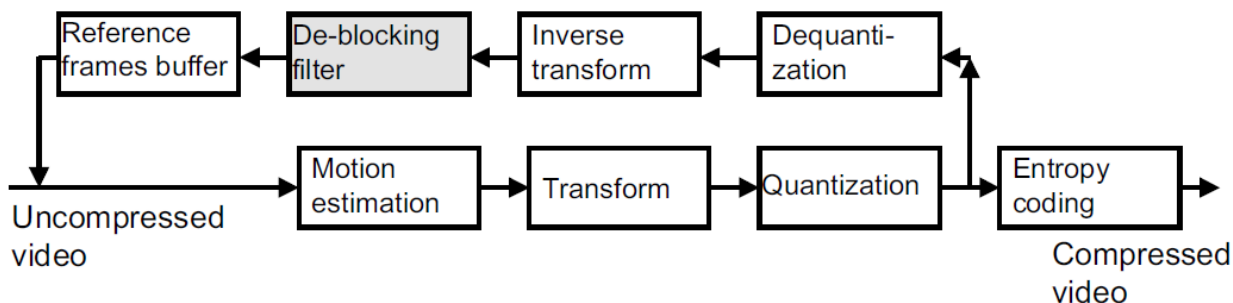
Encoding and decoding order

1(I) 4(P) 2(B) 3(B) 7(P) 5(B) 6(B) 10(P) 8(B) 9(B) 13(I) 11(B) 12(B)

3.22.rasm. I, B, P kadrlarni uzatish ketma ketligi namunasi

I0, B1, B2, P3, B4, B5, P6, B7, B8, P9 tartibdagi kadrlar efirga quyidagi tartibda jo‘natiladi : I0, B-2, B-1, P3, B1, B2, P6, B4, B5, P9.

Bundan tashqari MPEG-4 tizimida debloklash filtri ham qo‘llaniladi. Ushbu filtr vazifasi bloklovchi artefaktlarning ko‘rinuvchanligini kamaytirishdan iborat.



3.23.MPEG-4 tizimida debloklash filtri tizimi.

MPEG-4 AVC bugungi kunda DVB-S2 tizimining HDTV qismi uchun va DVB-H va T-DMB tizimlarining mobil televidenie qismi uchun foydalanib kelinmoqda.

### 3.3.Raqamli televizion signalni aloqa kanallari orqali uzatishga bo‘lgan talablar.

Raqamli teleeshittirishni tashkil etishning sun‘iy yo‘ldosh va kabel orqali uzatish imkoniyati butun dunyo uchun ma‘qul yo‘l hisoblanadi. Shu o‘rinda o‘z o‘zidan savol tug‘iladi. Raqamli teleeshittirishni tashkil qilishda nimaga aynan yer usti uzatish varianti tanlanadi? Bu tizim ko‘plab texnologik qurilmalar va qiymati jihatdan baland bo‘lgan uskunarlar hamda doimiy servis tizimini talab qilishi barchamizga ma‘lum. Ushbu holatni yoritish uchun har bir region uchun bir qancha

faktorlar ko‘rib chiqilishi zarur. Ular:

- Regional talablar (infrastruktura tarixi, sun‘iy yo‘ldoshdan qabul yo‘qligi)
- Regional geografik holat
- Portativ televizion qabul
- Mobil televideniadan foydalanish darajasi
- Mahalliy munitsipial qo‘shimcha xizmatlar (regional/shahar televideniesi)

Dunyoda ko‘pgina davlatlar siyosiy, geografik yoki tabiat sabablariga ko‘ra sun‘iy yo‘ldoshli televidenie tizimiga ega emas. Ko‘pgina holatlarda ushbu tizim o‘rniga surunkali muzliklar yoki aholi kam yashaydigan punktlarga yetarli mablag‘ ajratilmaganligi sababi kabelli tizim bilan almashtiriladi. Ekvatorga yaqin davlatlarda esa geografik muammo – bu antennani yo‘nalishini deyarli yer sathi bilan bir sathda o‘rnatilishidir. Chunki yerning sun‘iy yo‘ldoshi joylashgan nuqtasi shuni talab qiladi. Shu va shu kabi boshqa muammolar tufayli yer usti eshittirish tizimidan foydalanish dolzarb masala hisoblanadi.

Raqamli televizion signallarni uzatishdagi asosiy talablardan biri mavjud analog televidenie aloqa kanallaridan foydalanishni ta‘milashdir.

Buni talabni bajarmaslik juda katta moliyaviy xarajatlarga olib keladi, chunki raqamli televidenie uchun yangi chastota diapazonlarini biriktirish, uzatuvchi va qabul qiluvchi qurilmalarni, antennalarni almashtirish, keng polosali uzatgichlar va televidenie 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 televidenie 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 televideniadagi oniy qiymatlari uzatiladigan to‘liq rangli televizion signal (TRTVS) va ovoz tashkil etuvchisidan farqli ravishda raqamli televidenie 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 televidenie 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(chaplashib ketgan) kadr paydo bo'lishiga olib keladi.

Shunday qilib, raqamli televizion kanallarda, xalaqitbardoshlik yetarli darajada ta'minlanmasa, 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'rinishdagi, yoysimon razryadlanishlar -payvandlash apparatlarida, elektr transporti vositalarida, momaqaldiraq 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 kodlardan 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 dan tubdan farq qiladi.

### Nazorat savollari

1. Digital Video Broadcasting konsepsiyasi qachon joriy qilingan?
2. DVB Project loyihasi asosida raqamli televidenie standartlarini qanday turlari qabul qilingan?
3. Yer usti raqamli teleeshittirish tizimini yaratish va tashkil etishda geografik sharoitni hisobga olgan holda qanday qiyinchiliklarga uchrashimiz mumkin?
4. Yer usti raqamli televideniyesi tashkil etilganidan keyin qanday texnologik talablarni qoniqtirishi kerak ?
5. DVB-T tizimi SFN ya'ni bitta chastotada ishlashining avfzalligini tushuntiring.

6. DVB-T modulyatorining blok sxemasining ishlash prinsipini tushuntiring.
7. 2K/8K rejimlari farqini tushuntiring.
8. DVB-T tizimida qanday turdagi tashuvchilar mavjud?
9. DVB-T set-top box qurilmasi blok sxemasi ish prinsipini tushuntiring.
10. MPEG-2 tizimining asosiy 3 ta qismini sanab o‘ting.
11. MPEG-2 standartida tasvirlarga ishlov berish nechta profildan iborat?
12. MPEG-2 video strukturasi ierarxiyasini ketma-ketlikda yoritib bering.
13. MPEG-2 standartida televidizion signalni siqish texnologiyasini tushuntiring.
14. 4:4:4 rangli format, 4:2:2 (rangfarq komponentlarni gorizontaal qayta diskretlash) va 4:2:0 (rangfarq komponentlarni gorizontaal va vertikal qayta diskretlash) formatlar farqini to‘liq bayon qiling.
15. MPEG-4 da audio-video axborotga ishlov berishning asosiy bosqichlari yoritib.
16. I, B, P kadrlarni joriy qilinishiga asosiy sabab nima?
17. Yerning sun‘iy yo‘ldoshi orqali uzatiluvchi televidenie va yer usti eshittirish televidenielerining joriy qilishdagi muammolar farqi, avfzalliklar va kamchiliklarini tushantiring.

### **Adabiyotlar va internet saytlar:**

1. Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014. Chapter-7, 20

2. Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework Third Edition, by Hervé Benoit, printed at Focal Press Elsevier, USA 2013, pages – 305.

3 . “ Рақамли телевидение” Х.С.Соатов таҳрири остида И.А.Гаврилов, Т.Г.Рахимов, А.Н.Пузий, Х.Х.Носиров, Ш.М.Кадиров. Тошкент 2016. 400 бет.

# IV-BO‘LIM

AMALIY MASHG‘ULOT  
MATERIALLARI

## IV. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

### 1-amaliy ish. Raqamli televideniya signalning tuzilishi(2 soat)

**Amaliy ishning maqsadi** - Raqamli tasvir signallarini kodlashda diskretlash, kvantlash va kodlash asoslarini o'rganish, ovoz signallari spektri, kvantlanish sathi, simvollarni kodlash darajasini matematik asoslarini o'rganish bo'yicha bilim va ko'nikmalarni yaxshilash.

#### Nazariy qism

Ma'lumot nazariyasi - bu signal qayta ishlashlari oqibatida hosil bo'ladigan ma'lum bir qonuniyatlar ketma ketligi. Ushbu qonuniyatlar turli aloqa kanallarini baholash va ma'lumot manbai va qabul qilguvchisi orasidagi aloqani o'rnatishga xizmat qiladi. Ma'lumot uzatuvchi aloqa kanallarini solishtirishda esa ushbu qonuniyatlarning miqdoriy birligi 1927- yilda Xartli tomonidan taklif qilingan. Bu birlik **ma'lumot sig'imi** deb yuritila boshlangan va quyidagi tenglik yordamida aniqlangan.

$$C = \log_a m, \quad (1.1)$$

$m$  – tizim turli holatlari soni. Masalan  $m=2, a=2, C=1$  bit/s, (1.2).

Ma'lumot sig'imi ma'lumot manbaini to'liq ta'riflay olmaydi. Muximi, vaqt birligi ichida qancha miqdordagi ma'lumot hosil qilinayotganini bilish muhim. Buning uchun **ma'lumot manbaining ishlab chiqaruvchanligi** birligi kiritiladi. U  $R$  harfi bilan beogilanib quyidagi kattalik yordamida aniqlanadi:

$$R = \frac{C}{T}, \quad (1.3)$$

$T$  – ma'lumot manbaining vaqt birligi ichida ishlab chiqaradish uchun ketadigan vaqti.

Ma'lumot manbaining ishlab chiqaruvchanligi uning uning chegaraviy imkoniyatini belgilaydi.  $P\{A\}$  holatdagi ba'zi bir  $A$  holatlar uchun  $I$  ma'lumotlar miqdori Shennonning quyidagi tengligi asosida aniqlanadi.

$$P\{A\}; I = -\log_2 P\{A\}, \quad (1.4)$$

Logarifm oldidagi minus belgisi  $P\{A\} \leq 1$  va ma'lumot miqdori doimo musbat bo'lishini ta'minlaydi  $0 \leq P\{A\} \leq 1$ .

Bitta posilkada keladigan o'rtacha ma'lumotlar miqdori xabarni kodlashdagi effektivlik o'lchovi uchun xizmat qilishi mumkin. Bu birlik **entropiya** deyiladi va matematik kutilma sifatida aniqlanadi.  $P\{A\}=0$  uchun extimollik  $0 - R_0$ , ma'lumotlar miqdori esa  $I=I_0$ ,  $P\{A\}=1$ , holat uchun esa  $I=I_1$  va (1.4) ga quyidagi almashtirish kiritamiz:

$$H = P_0 \cdot I_0 + P_1 \cdot I_1 = P_0 \cdot \log_2 \frac{1}{P_0} + P_1 \cdot \log_2 \frac{1}{P_1}, \quad (1.5)$$

Agar xabar 2tadan ortiq holatga ega bo'lsa, entropiya quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$H = - \sum_{i=1}^m P_i \cdot \log_2 P_i = \sum_{i=1}^m P_i \cdot \log_2 \frac{1}{P_i}, \quad (1.6)$$

$i$ -holatning  $P_i$  – apriorali ehtimolligi;  $m$  – umumiy holatlarning sonli miqdori.

$H \rightarrow H_{\max}$  bo'lganda  $P_i = \frac{1}{m}$ , bunday holatda

$$H = H_{\max} = m \cdot \left( \frac{1}{m} \cdot \log_2 m \right) = \log_2 m = C.$$

Kanal o'tkaza olishi mumkin bo'lgan  $I$  ma'lumotlar hajmi (sig'imi):

$$I = F \cdot T \cdot \log_2 \left( 1 + \frac{P_c}{P_u} \right), \quad (1.7)$$

$F$  – kanal o'tkazish polosasi;  $T$  – xabar uzatilish davomiyligi;  $R_s$  va  $R_{sh}$  – mos ravishda signal va shovqin quvvatlari.

Formuladan shunday xulosaga kelinganki, shovqinlar o'zida oq shovqinga ega bo'ladi va ular ham xuddi shunday statistik strukturaga ega bo'lishadi.

(1.1)-(1.7) formalalardan foydalanib, Xartli usulida keltirilganidek turli tasvirlarni baholaymiz.

Eng sodda bo'lgan oq-qora tasvirni ko'rib chiqamiz, har bir elementning  $m$  yoritilganlik gradatsiyalari soni *o'ziga xos turdagilarini*. Elementlar ma'lumot hajmi (1.1) tenglik yordamida aniqlanadi:

$$C_s = \log_2 m, \quad (1.8)$$

Kadrlar  $N$  ta elementlaridan tashkil topgan tasvir ma'lumotining hajmi esa quyidagicha:

$$C_k = N \cdot \log_2 m, \quad (1.9)$$

$q$  miqdordagi kadrlar ketma ketligidan tashkil topgan tasvir sig'imi esa quyidagicha:

$$C_q = q \cdot N \cdot \log_2 m, \quad (1.10)$$

Shunday qilib  $I_{q \max} = C_q = q \cdot C_k$ , (1.11) – TV tasvirdagi minimal miqdordagi ma'lumotlar miqdori.

Ma'lumotlar miqdorini aniq bilish TV tizimni effektiv qurish imkoniyatini taqdim etadi, lekin bu yetarli emas, ya'ni berilayotgan ma'lumot klassi tarkibida



keluvchi o'rtacha ma'lumotlar oqimini, ya'ni entropiyani bilish lozim. Ma'lumot nazariyasi bir o'lchamli signallar uchun ishlab chiqilgan, TV signal esa bizga ma'lumki ko'p o'lchamli hisoblanadi.

### Ishni bajarish uchun namuna

$N=16 \times 16=256$ ,  $m=3$ , fragmenti uchun oq, kulrang va qora ranglar. Bu yerda  $S_e = \log_2 3 = 1,58$  bit,  $S_k = 256 \times 1,58 = 404$  bit.

Tasvirni ta'riflash usullari:

1-usul. Shartli ravishda abonentlarga uzatilayotgan signalni elementlarining indeksini va rangini yuboramiz va ularni  $I_{el}$  va  $I_{rang}$  deb belgilab olamiz:

$$I_{rc} = I_{np} + I_{\text{я}}, \quad (1.12)$$

$I_m$  – muhitdagi joylashgan o'rni to'g'risida ma'lumot;  $I_{yo}$  – yoritilgan darajasi to'g'risida ma'lumot.

Har qanday elementning joylashgan joyini ko'rsatish uchun uni  $\log_2 N$  ga teng bo'lgan ikkilik kodi bilan almashtirish lozim.

$$I_{np} = N \cdot \log_2 N, \quad (1.13)$$

Yoritilganlik elementlarini kodlash uchun  $\log_2 m$  birligidan foydalanamiz:

$$I_{\text{я}} = N \cdot \log_2 m, \quad (1.14)$$

$$\text{Shunday qilib } I_{rc} = I_{np} + I_{\text{я}} = N \cdot \log_2 N + N \cdot \log_2 m, \quad (1.15)$$

Bizning misol uchun esa  $N=16 \times 16$ ,  $m=3$ ,  $I_{rc} = 256 \times 8 + 256 \times 1,58 = 2048 + 400 = 2440$  bit. Ikkinchi tengligimiz (1.15) da  $S_k = N \times \log_2 m = 400$  bit ekanligini aniqlash qiyin emas.

2 usul. Abonentga rang miqdorini faqat tepa, past va o'ng, chap chegaraviy miqdorlarini jo'natamiz:  $I_{rc} = I_{\text{я}} = N \times \log_2 m = Ck = 256 \times 1,58 = 404$  bit. Natijada oldingi usuldan ko'ra 6 barobar kam miqdordagi qiymatga erishamiz.

Bizga ma'lumki har qanday aloqa kanali tarkibida shovqin va xaliqitlar mavjud va biz signal tarkibiga shovqin bilan kurashish uchun ortiqchalik ma'motini kiritishga majburbiz. Bu ortiqcha ma'lumotlarni ko'p miqdorda berilishi ham yo'qolishlarga olib kelishi mumkin. Shuning uchun ham ushbu miqdorni optimal tanlash muhim.

3 usul. 2 usul bilan mutanosib, farqi shundaki uzatilayotgan xabar ishonchliligini oshirish uchun har bir satr va kadr oxiriga ortiqcha himoya signali kiritiladi. Ushbu usul bilan zamonaviy teleeshittirishlar ishlab kelmoqda.

### Amaliy bajarish uchun vazifalar

1. Ma'lumot nazariyasi nima?
2. Ma'lumot uzatuvchi aloqa kanallarini solishtirishda esa ushbu qonuniyatlarning miqdoriy birligi birinchi bo'lib kim taklif qilgan?
3. Ma'lumot uzatuvchi aloqa kanallarini solishtirishda esa ushbu qonuniyatlarning miqdoriy birligi nima?
4. Ma'lumot sig'imi deb nimaga aytlida?

5. Ma'lumot sig'imi qanday formula yordamida aniqlanadi?
6. Ma'lumot manbaining ishlab chiqaruvchanligi nima va u qanday aniqlanadi?
7. Entropiya nima?

### **Adabiyotlar va internet saytlar:**

1. "Digital Television. Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework Third Edition, by Hervé Benoit, printed at Focal Press Elsevier, USA 2013.
2. <http://dspdav.nm.ru/>
3. <http://center.neic.nsk.su/>

### **2- amaliy mashg'ulot: Raqamli modulyatsiya turlari. diskret-kosinus almashtirish asosida videoma'lumotlarni siqishni tadqiq qilish (2 soat)**

**Amaliy ishning maqsadi** - *Diskret-kosinus almashtirish usulining algoritmini tahlil qilish va o'rganish, Veyvlet almashtirish usuli dasturini o'rganish, tahlil qilish, Diskret almashtirish usulidan farqi, avfzaligi va kamchiliklarini o'rganish bo'yicha bilim va ko'nikmalarni yaxshilash.*

#### **Nazariy qism**

Videoma'lumotlarni raqamli holatga o'tkazishda ularni qayta ishlash jarayonining birinchi bosqichi sath bo'yicha kvantlash deyiladi. Bu jarayon bir o'lchamli va ko'p o'lchamli signallar uchun ham bir xil bosqichda amalga oshiriladi.

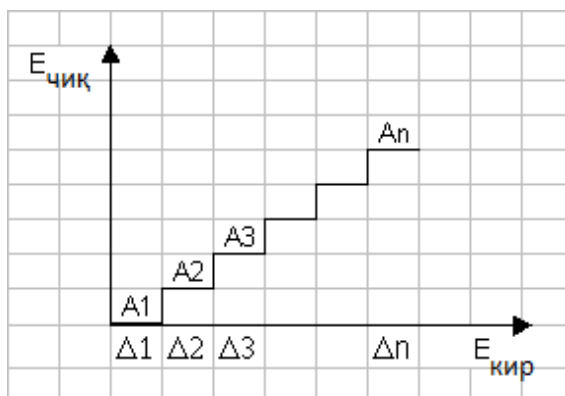
Kvantlash jarayoni sifatida signalning dinamik diapazonining yakunlovchi diskret darajalarga bo'linishiga aytiladi. Sath bo'yicha kvantlash jarayoni ortiqcha ma'lumotlarni olib tashlash jarayonini namoyon qiladi. Uning qo'llanilishida nafaqat texnologik jihatlar balki ba'zi bir psixofiziologik sabablar ham inobatga olinadi. Bular:

1. videoma'lumotni uzatish yoki qayta ishlash paytida uning tarkibida shovqinlarning borligi uning parametrlariga ta'sir qiladi;
2. videosignallarda ruxsat etilgan darajali uzluksiz holatlarda qo'llanishi ortiqcha ma'lumotlarni bartaraf etadi lekin kvantlanish shovqinini hosil qiladi.
3. videoma'lumot qabul qiluvchisi chegaralagan yorug'lik miqdori va ranglilik darajasini sezish qobiliyatiga egaligi.

#### **Ishni bajarish uchun namuna**

Videoma'lumotlarni sath bo'yicha kvantlanishi signalni fazo va vaqt parametrlarini hisobga olgan holda amalga oshiriladi.

Kvantlanish darajasini belgilash asosan uzatilayotgan raqamli signal tezligiga qo'yiladigan talablarni belgilashda yuqori o'ringa ko'tariladi.



2.1.rasm Kvantlanish xarakteristikasi.

Uzluksiz kiruvchi kattaliklarni sath bo‘yicha kvantlanishi tekis yoki notekis taqsimlangan  $\Sigma A_i$ ,  $\Delta_i$  darajadagi kvantlanish xarakteristikalari bilan belgilanadi. Bir o‘lchamli signalning kvantlanish xarakteristikasi 2.1 rasmda keltirilgan.

Kvantlash darajalarining qo‘shni kvadratlari orasidagi masofa **kvantlash qadami** deyiladi, chegaralar orasidagi masofa esa kvantlanish xarakteristikasi deyiladi. Ya’ni kvantlanish darajasi eng yaqin intervalga yaxlitlanadi. Kiruvchi unipolyar signal xarakteristikasini quyidagicha yozish mumkin:

$$E_{чик,y} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot 1\{E_{кир} - \Delta_i\}, \quad (2.1)$$

bu yerda  $Y_{ekir}$ ,  $Y_{echiq}$  – kiruvchi va chiquvchi signallar;  $A_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) – kiruvchi signalning kvantlanish qadamlari;  $\Delta_i$  – kiruvchi signal kvantlanish chegaralari;  $1\{*\}$  – quyidagi shart bajariluvchi “bir” funksiya:

$$1\{*\} = \begin{cases} \{*\} < 0 \text{ yuqun. } 0 \\ \{*\} \geq 0 \text{ yuqun. } 1 \end{cases}$$

Xuddi shu tarzda bipolyar signal kvantlanish xarakteristikasini ham yozish mumkin:

$$E_{чик,\delta} = \sum_{-n}^{+n} A_i \cdot 1\{E_{ex} - \Delta_i\}, \quad (2.2)$$

Kvantlanish sath va chegaralarining notekis taqsimlanishida (2.2) ifoda quyidagicha ko‘rinish oldadi:

$$E_{ex,\delta} = A \cdot \sum_{-n}^{+n} 1\{E_{ex} - i\Delta\}, \quad (2.3), \text{ t.k. } A_i = A = \text{const}, \text{ a } \Delta_i = i\Delta.$$

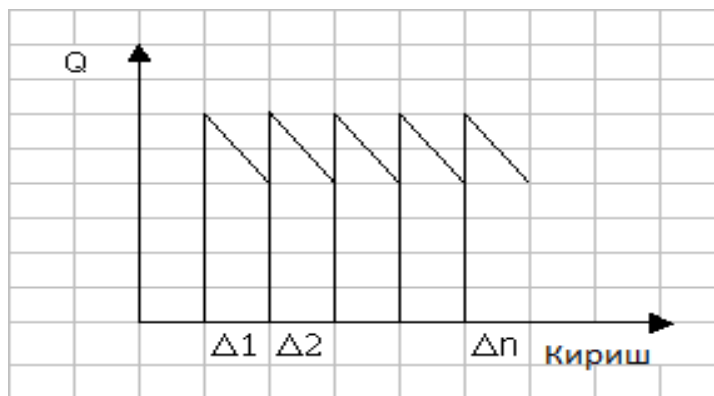
Kiruvchi signal kvantlanish chegarasi va chiquvchi signal kvantlanish darajalari maksimumlarda quyidagi tengliklar yordamida aniqlanadi:

$$A = \frac{E_{чик}^{\max}}{(2 \cdot n - 1)}, \quad \Delta = \frac{E_{кир}^{\max}}{(2 \cdot n - 1)}, \quad (2.4)$$

bu yerda  $2n$  – bipolyar signal kvantlanish darajalarining umumiy soni.

Kvantlanish xarakteristikasi o'z o'rnida amplituda xarakteristikasining bir turi ham hisoblanadi  $Yechik = F(E_{kir})$ . Kvantlanish xarakteristikasidan tashqari kvantlanish jarayonida qo'llaniladigan kuchaytirish ko'effitsienti tushunchasi ham mavjud. Bu kattalik quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$Q = \frac{E_{чик}}{E_{куп}}, \quad (2.5)$$



2.2. rasm. Kvantlanish jarayonidagi kuchaytirish xarakteristikalari.

(2.3) formulani (2.5) ifodaga qo'yib quyidagicha qilib yozib olish mumkin:

$$Q = \frac{A \sum_{-n}^{+n} 1\{E_{куп} - i\Delta\}}{E_{куп}}, \quad (2.6)$$

$n \rightarrow \infty$  holatida kvantlanish teng taqsimlanadigan bo'lsa  $Yechik = F(E_{kir})$  xarakteristikasi chiziqli ko'rinish  $Q = Q_0 = const$  oladi,  $n \rightarrow \infty$  holatining notekis taqsimlanish holatida esa nochiziqli  $Q \neq Q_0 \neq const$  ko'rinishga o'tadi.

Kvantlanish xarakteristikasi va kuchaytirish ko'effitsientlari orasidagi bog'liqlik bu – elektr zanjirlar liniyasidagi faza va vaqt xarakteristikalari orasidagi bog'liqlik teoremasini eslatadi.

#### Kvantlanish shovqini

Signalni kvantlanish darajasi va chegaralarini yakuniy holatga keltirgach, qayta tiklanuvchi tasvirda kanal shovqinlari ta'sirida nochiziqli buzilishlar xarakteriga ega bo'lgan kvantlanish shovqini hosil bo'ladi. Ushbu shovqin darajasi kiruvchi signal fazoviy va vaqt parametrlariga uzviy bog'liq. Masalan, shovqinning yuqori bosqichlarida yorug'lik signallari sakrashlar kabi o'zgaradi va ortiqcha konturlar paydo bo'lishiga olib keladi.

Kvantlanish shovqinini ma'lum chegaralardada o'zgartirish mumkin. Ushbu shovqin darajasini pasaytirish uchun quyidagi bosqichlardan foydalaniladi:

1. iloji boricha kvantlash qadamini ko'proq qilib tanlash  $K = K_{max}$ ;
2. ushbu qadamlarni o'zgaruvchanligin ta'minlash  $K = const$ ;
3. qayta ishlanayotgan signal statistik xarakteristikalarini mos qayta ishlash texnologiyasi yordamida qo'llash;

4. qo‘shimcha yordamchi signallardan (taxminiy, determinlangan yoki ularning aralashmasi) foydalanib shovqin so‘ndiruvchi maska signallarini qo‘llash;
5. TV texnikada – mos chastota diskretizatsiyasini mos TV satr yoyish va tashuvchi signallar chastotalaridan foydalanish.

$$f_{duc} \geq p \cdot f_{p.mauu} = (3-4) \cdot f_{p.mauu}, \quad (2.6) \quad r - fr.tash \text{ signali garmonikasi.}$$

Chastota diskretizatsiyasi uchun eng ko‘p qo‘llaniladigan birlik  $r = 3$ , bu holatda

$$f_{r.tash} = 4,21 \text{ (4,41) MGs, } f_{dis} = 3 \times 4,21 \text{ (4,41) = 12,63 (13,23) MGs.}$$

### Amaliy bajarish uchun vazifalar

1. Videoma'lumotlarni raqamli holatga o‘tkazishda ularni qayta ishlash jarayonining birinchi bosqichi qanday bosqich deyiladi?
2. Kvantlash jarayoni deb qanday jarayonga aytiladi?
3. Kvantlash qadami deb qanday kattalikka aytiladi?
4. Kvantlangan signal ma'lum bir chegarada yaxlitlanadi. Shu chegara qanday nomlanadi?
5. Kvantlanish shovqini nima va u nima sababdan paydo bo‘ladi?
6. Kvantlanish shovqinini bartaraf qilish uchun qanday ishlar amalga oshiriladi?

### Adabiyotlar va internet saytlar:

1. “Digital Television. Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework Third Edition, by Hervé Benoit, printed at Focal Press Elsevier, USA 2013.
2. <http://dspdav.nm.ru/>
3. <http://center.neic.nsk.su/>

## 3-amaliy ish. Katta ma'lumotlar: katta ma'lumotlar analitikasi. Mashinali va chuqur o‘qitish algoritmlaridan foydalanish (2 soat)

**Amaliy ishning maqsadi** - DVB, ATSC va ISDB standartlarida signallarning paket tuzilishi, ularni shakllantirish, qayta ishlash va uzatish xususiyatlari, DVB-S raqamli sun‘iy yo‘ldosh televizion uzatish standarti, DVB-C raqamli kabel televideniye standarti, DVB-N raqamli mobil televizion eshittirish standarti, IPTV imkoniyatlari va texnologiyasini tahlil qilish bo‘yicha bilim va ko‘nikmalarni yaxshilash.

### Nazariy qism

**DVB-S sun‘iy yo‘ldosh 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'naltirilgan 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.

Teleeshittirish sohasiga xizmat qiluvchi har bir sun'iy yo'ldosh ekvatordan taxminan 36000 km balandlikda joylashgan. Yer qanday tezlik bilan o'z o'qi atrofida aylansa sun'iy yo'ldosh ham xuddi shu tezlik bilan aylanadi. Sun'iy yo'ldoshning aynan shu balandlikda joylashishiga sabab ushbu balandlikda sun'iy yo'ldosh aylanma harakat ta'siridagi markazdan qochma kuchi va yerning gravitatsiyalari bir birini kompensatsiyalab sun'iy yo'ldoshning bir nuqtada bo'lishini ta'minlaydi.

#### Markazdan qochma kuch.

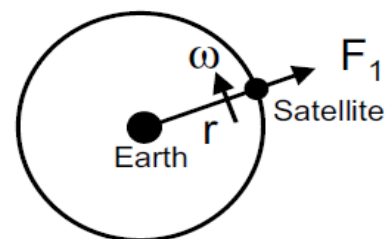
$$F_1 = m_{\text{Sat}} \cdot \omega^2 \cdot r ;$$

$m_{\text{Sat}}$  = sun'iy yo'ldosh massasi;

$\omega = 2 \cdot \pi / T$  = burchakli tezlik;

$\pi = 3.141592654$ ;

$T = 1 \text{ kun} = 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 86400 \text{ s}$  ;



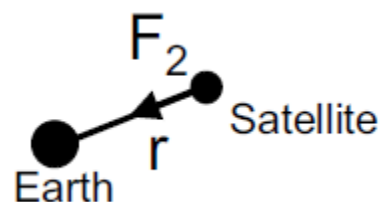
4.1. Rasm. Geostatsionar SY markazdan qochma kuchi.

#### Markazga intiluvchi kuch.

$$F_2 = \gamma \cdot m_{\text{Earth}} \cdot m_{\text{Sat}} / r^2 ;$$

$m_{\text{Earth}}$  = Yerning massasi;

$\gamma$  = gravitatsiya doimiysi =  $6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg s}^2$ ;



4.2. Rasm. Geostatsionar orbitadagi SY markazga intiluvchi kuchi

#### Balans holati:

markazdan qochma kuch=markazga intilma kuch

$$F_1 = F_2 ;$$

$$m_{\text{Sat}} \cdot \omega^2 \cdot r = \gamma \cdot m_{\text{Earth}} \cdot m_{\text{Sat}} / r^2 ;$$

$$r = (\gamma \cdot m_{\text{Earth}} / \omega^2)^{1/3} ;$$

$$r = 42220 \text{ km} ;$$

$$d = r - r_{\text{Earth}} = 42220 \text{ km} - 6370 \text{ km} = 35850 \text{ km}^{13} ;$$



Bundan tashqari turli SYlar turli kenglik (burchak) bo'yicha joylashada. Masalan ASTRA SY sharqiy 19.2 kenglikda joylashgan.

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 televideniesi kanallariga nisbatan sezilarli darajada keng.

3.1-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 televideniesining 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.

3.1- jadval

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

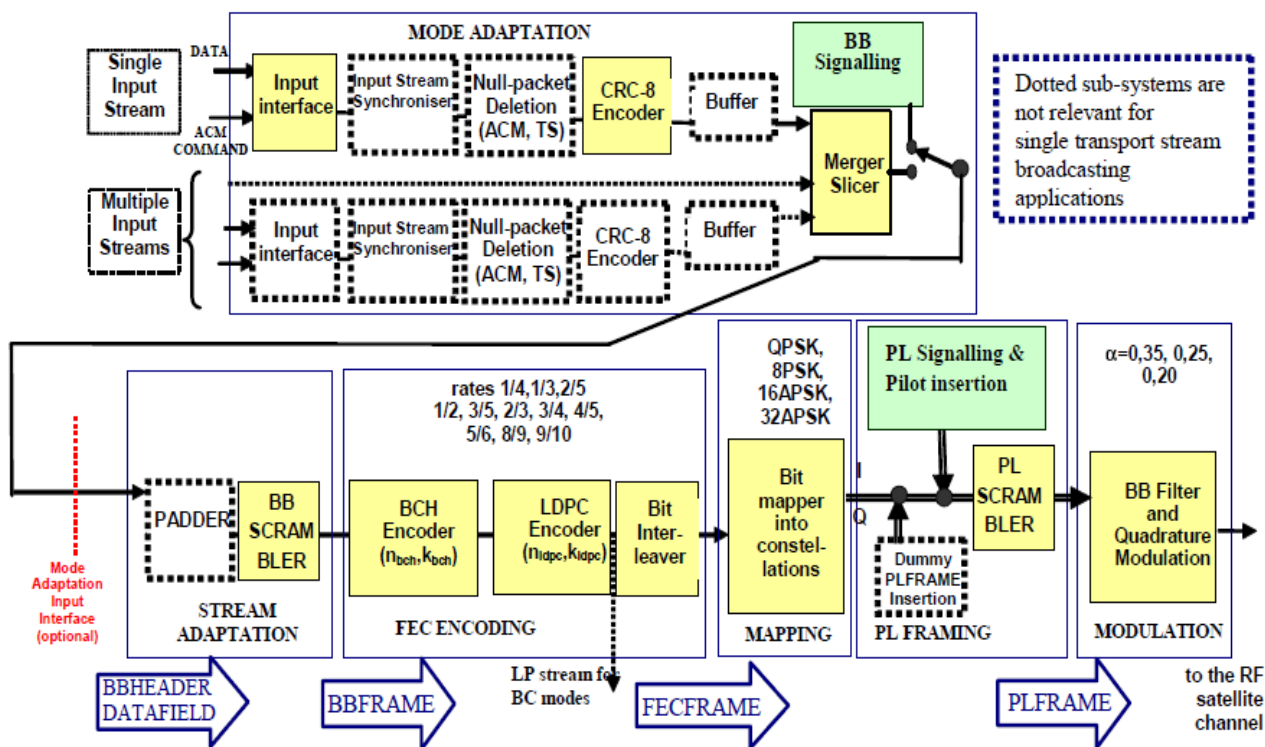
<sup>13</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014 page 262.



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'ridan-to'g'ri to'g'rilash qabul qilishning qiyin sharoitlarida ham yuqori sifatni ta'minlashga imkon beradi. Yuqori sifat hatto 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 xarakteristikalarini bilan moslashtirish amalga oshiradi. DVB-S tizimining uzatish va qabul qilish qismlari tuzilmaviy sxemasi 4.3-rasmda keltirilgan.



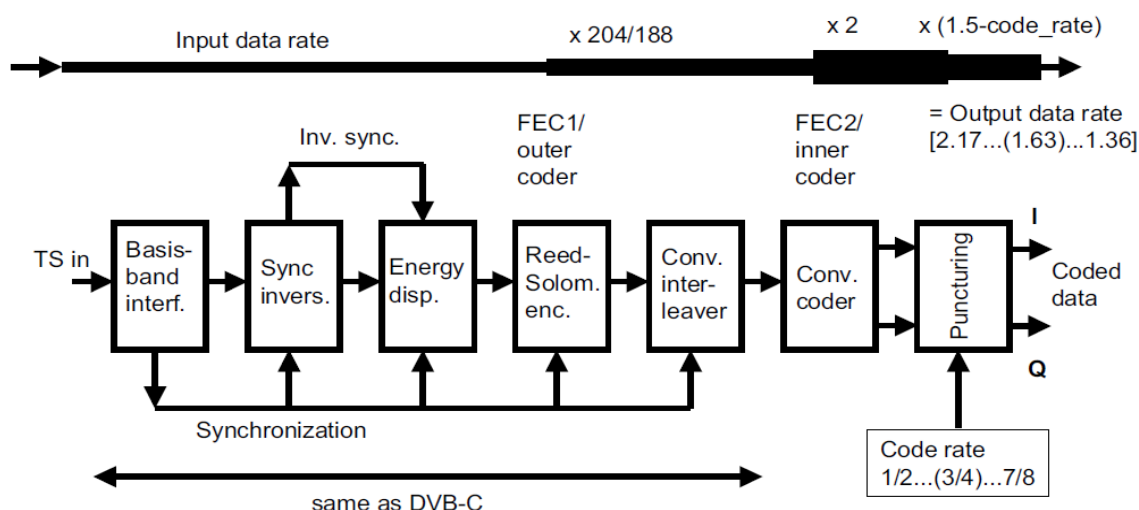
3.3-rasm. DVB-S tizimining tuzilmaviy sxemasi

DVB-Sda modulyatsiya uchun QPSK kvadratur fazali monipulyatsiya turi

tanlangan. Bir qancha muddat QPSK modulyatsiyasi o‘rniga 8PSK modulyatsiyasini qo‘llanilishidan maqsad ma’lumot uzatish tezligini oshirish bo‘lgan. Umuman olganda sun’iy yo‘ldoshli televidenie tizimi yuqori xalaqitbardoshli hamda bir qancha noxizizlik xarakteristikalariga bardoshli bo‘lgan modulyatsiya turini talab qiladi. Uzatuvchi va qabul qiluvchi orasidagi katta masofa 36000 km, shovqin va xalaqitlar aloqa sifatiga o‘z ta’sirini o‘tkazmay qolmaydi. Bunday masofada signal so‘nishi 205 dBgacha yetishi mumkin.

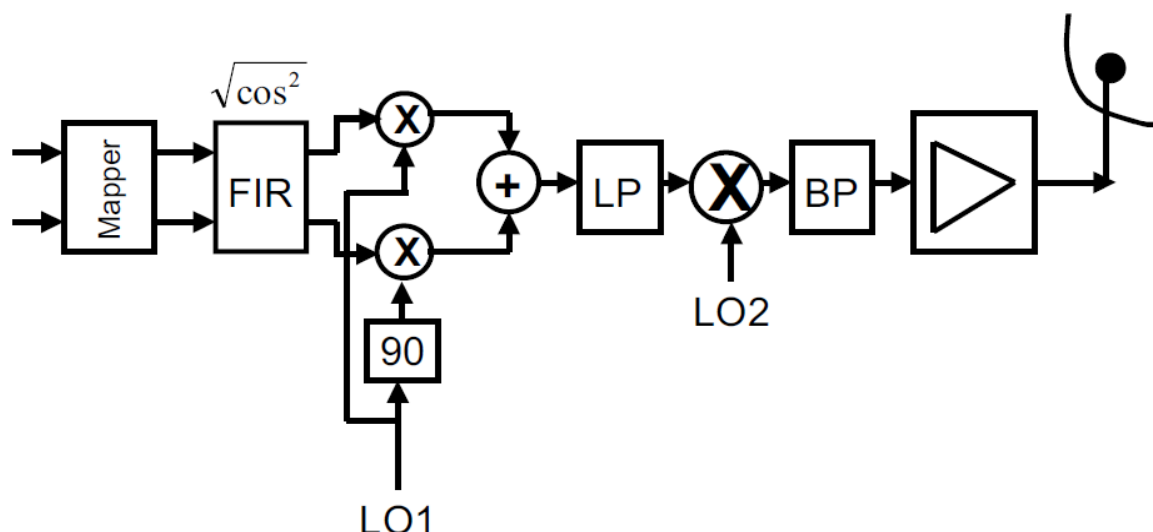
To‘g‘ridan-to‘g‘ri aloqali SY televidision kanal kengligi o‘rtacha 26-36 MGs (masalan ASTRA 1F-33 MGs, EUTELSAT Hot Ptitsa 2-36 MGs) ni tashkil qiladi. Uzatiluvchi aloqa liniyasi 14-19 GGs diapazonda, qabud qilinuvchi liniya esa 11-13 GGs diapazon oraliqlarida yotadi. Tizim uchun ma’lumot uzatish tezligini tanlash muhim masala hisoblanadi. Ushbu tezlik 27.5 Ms/s qilib belgilangna. QPSK modulyatsiyasi bitta simvolda 2bit ma’lumot uzata olishini hisobga olsak, ma’lumot uzatish umumiy tezligi 55Mbit/s ni tashkil etadi.

$$\text{gross\_data\_rate} = 2 \text{ bits/symbol} * 27.5 \text{ Megasympols/s} = 55 \text{ Mbit/s}; \quad (4.1)$$



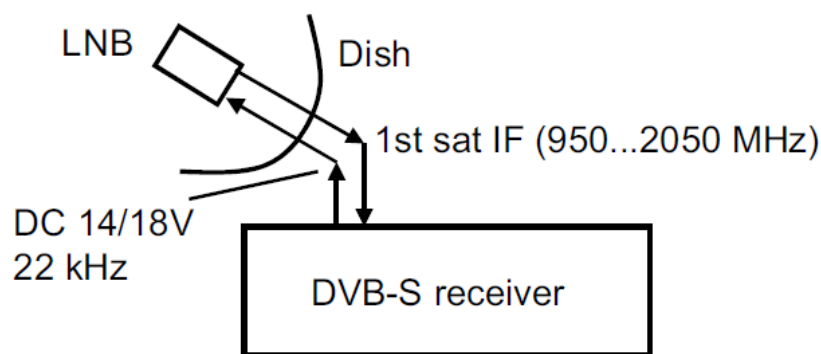
3.4.rasm. DVB-S tizimining modulyatori.(1-qism) DVB-S va DVB-T tizimlari FEC xatolari to‘g‘irlagichi<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014 page 265



3.5.rasm DVB-S tizimining modulyatori (2-qism)

DVB-S signal SYdan uzatilgach, 36000 km masofani bosib o‘tadi va turli tabiiy va sanoat shovqinlari ta’siriga uchrab o‘zining birlamchi quvvati 200dB ga pasayadi.



3.6.rasm. Konvertorli SY qabul qilgichi.

Qabul qilgich antenasiga tushgach signal antennada yo nuqtada fokuslanadi. Ushbu nuqtaga muayyan o‘lchovlar natijasida shakl berilgan to‘lqin o‘tkazgich (yig‘gich) joylashtiriladi va foydali signallar shovqin signallaridan ajratib olinadi. Polyarizatsiya tekisligi quvvat amplitudasi yordamida tanlanadi (LNB (14 / 18V)). Qabul qilingan signal arsenid-galiy kuchaytirgichida kuchaytirilib 900-2100 MGs polosa chastotasiga o‘tkaziladi va qayta ishlanadi.

**DVB-C raqamli kabel televidenie 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 televidenie tizimi yer usti teleeshittirish tizimlariga nisbatan yengil sharoitlarda ishlaydi. Shu sabab oddiy holatda raqamli kabel televideniesida yig‘ish kodi yordamidagi ichki kodlash ishlatilmaydi. Kabel televidenie eshittirishning asosiy maqsadi mavjud kabel tarmoqlarining chastota diapazoni orqali televidenie dasturlarining maksimal sonini uzatishni ta’minlashdir.

Shu maqsadda, DVB-C standartiga muvofiq kabelli tarmoqlarda OFDM o‘rniga ko‘p pozitsionli kvadratura amplitudali manipulyatsiya (KAMn) ishlatiladi. 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.

3.1-jadvalning oxirgi ustunchalaridagi ma’lumotlarni, tasvir sifati qiymatlari turlicha bo‘lgan televidenion dasturlar talablariga asosan, ikkilik simvollarini uzatish tezligi bilan solishtirib, bitta kabel televideniesi kanalida u yoki bu sifat bilan nechta televidenion dasturni uzatish mumkinligini baholash mumkin.

Ko‘pgina davlatlarda ayniqsa aholi ko‘p joylarda tele va radioeshittirishlar keng polosali aloqa kabellari yordamida amalga oshiriladi. Ushbu kabelli texnologiyalar 400 MGs (o‘rtacha 50-450 MGs) yoki 800 MGs (o‘rtacha 50-450 MGs) o‘tkazish polosasiga ega. Bundan tashqari ko‘plab davlatlarda VHF va UHF eshittirish diapazonlari u yoki bu xizmat turlari tomonidan band qilib qo‘yilgan. Bunday holatlarda dunyo tajribasiga asoslanib kabelli televidenie joriy qilish masalasi ko‘tariladi. Kabelli televideniening boshqa turdagi televidenielerdan (sun‘iy yo‘ldoshli, yer usti) farqi keng polosali diapazonga faqat texnologiyaning o‘zini joriy qilinganida deb belgilanadi. Ya’ni umumiy spektr faqatgini shu texnologiyaga tegishli.

Taxminan 1995 yildan boshlab ko‘pgina kabelli teleeshittirishlar raqamli DVB-C formatiga o‘tkazila boshlandi. DVB-Cning chastota polosasasi 300 MGsdan yuqori.

Kabelli televideniening raqamli formati 1994 yilda ETS [300429] standartida tasdiqlandi. DVB-C modulyatoridagi MPEG-2 transpor oqimi DVB-S tizimidagi kabi bir xil jarayondan o‘tadi. Tizimda svertkali kodlash texnologiyasi qo‘llanilmaydi<sup>15</sup>. Chunki muhitda signal tarqalishi ishonchliligi yuqori. DVB-C tizimida ishonchlilikni QAM modulyatsiyasi 16, 32, 64, 128 yoki 256 pozitsiyali modulyatsiyalari bilan jabogar. Koaksial kabelli tizimlarda 64QAM va optik-tolali tizimlarda esa 256QAM modulyatsiya turlari ishlatiladi.

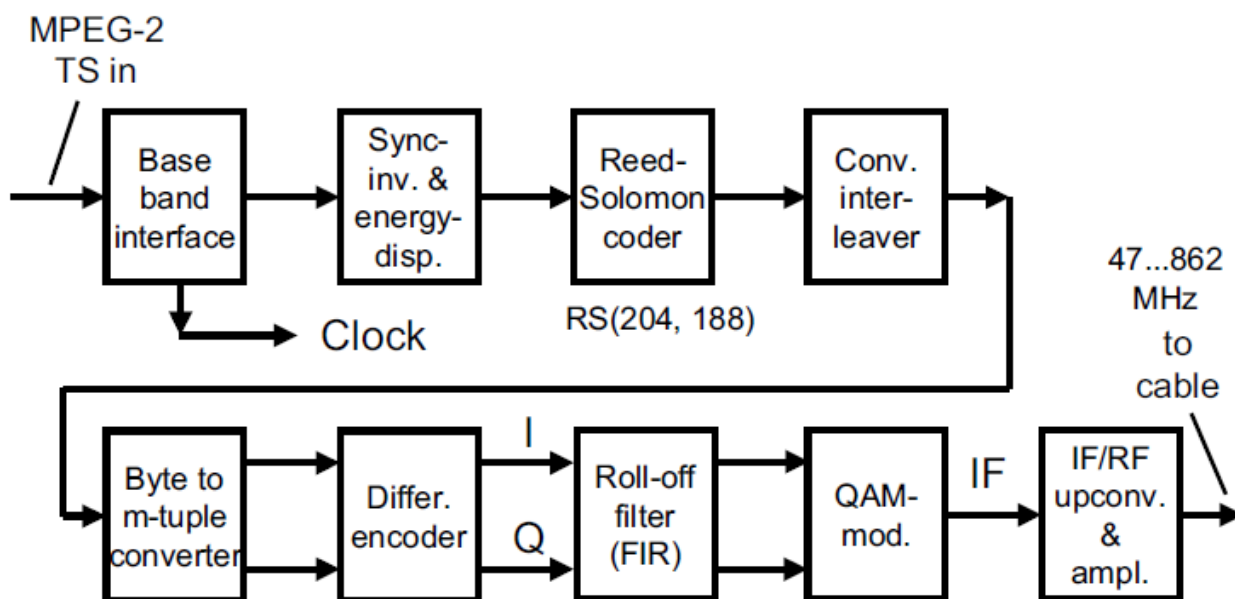
Oddiy koaksial kabellarda kanallar farqi 8 MGs. Bunday tizimda 64 pozitsiyali QAM modulyatsiyalangan signal ishlatiladi. Ma’lumot uzatish tezligi 6.9 Ms/s. Ma’lumot uzatish tezligi kanal kengligi 8MGs dan kichik bo‘lishi lozim. Modulyatsiyalangan signal  $r=0,15$  yaxlitlash birligi ostida yaxlitlanadi. 6.9 Ms/s va 64 QAM (6 bit/sek) yeabi parametrlarni hisobga olgan holda kanal umumiy ma’lumot uzatish tezligi quyidagicha bo‘ladi.

$$\text{Gross\_data\_rate}_{\text{DVB-C}} = 6 \text{ bits/Symbol} * 6.9 \text{ MSymbols/s} = 41.4 \text{ Mbit/s}; (4.2)$$

<sup>15</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014 page 306.

**DVB-C modulyatori** DVB-S modulyatori bilan to'liq mos texnologiyasi asosida qurilgan. Modulyator kirishiga uzunligi 188 baytdan iborat MPEG-2 transport oqimi beriladi. TS paketlari 4ta sarlavhaviy baytdan tashkil topgan. Ular 0 dan 47 baytgacha sinxronizatsiya signallari va 184ta foydali ma'lumot signallaridan iborat. Bundan keyin har bir bayt inveratlanadi va uzoq muddatli vaqt belgilariga birlashtiriladi. Bu bosqich uchun randomizatsiya jarayoni javobgar.

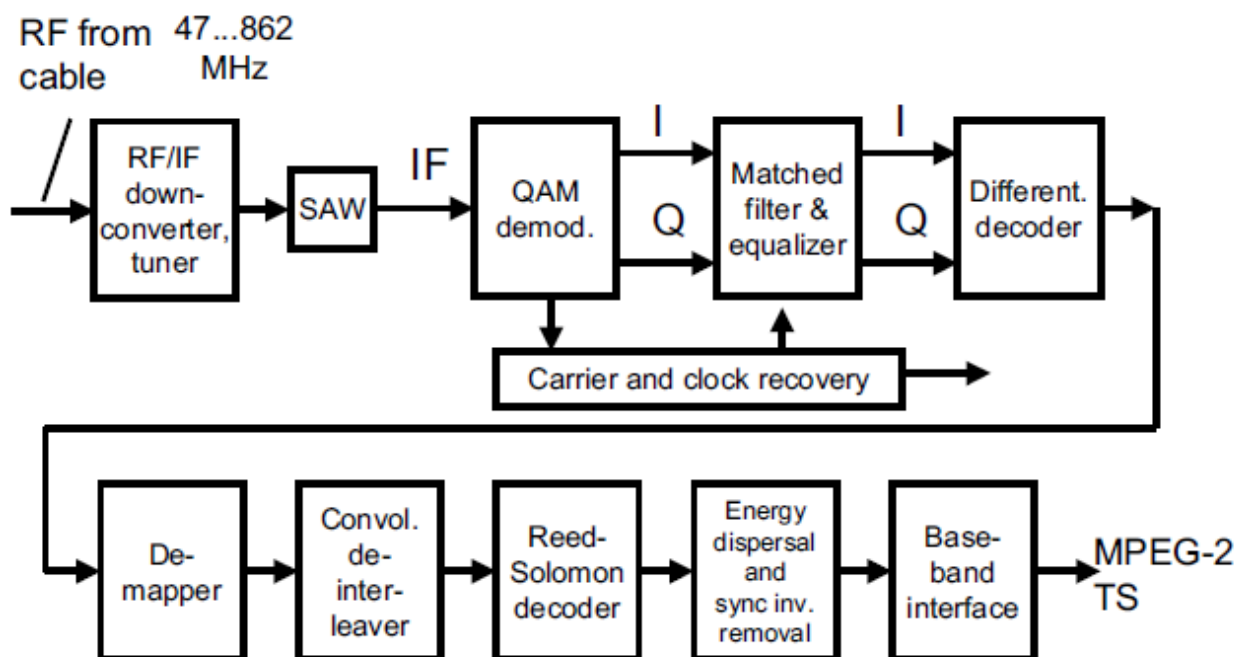
Rid-Solomon kodlash tizimi esa har 188 ta baytga paketlarga 16ta bayt himoya paketlarini joylashtiradi. Keyingi bosqichda paketlar Forni aralashtirgichiga tushadi va transport oqimini DVB-C sha mos qilib uzatishga tayyorlaydi.



3.7.rasm. DVB-C modulyatori struktura sxemasi.

DVB-C integratsiyalangan telepristavkasi (qabul qilgichi) 50 - 860 MGs orlig'idagi DVB-C signallarni qabul qila oladi<sup>16</sup>. Birinchi DVB-C qabul qilgichlariga analog kabelli televideniesi kabeli kabi butun polosa spektri signallarini qayta ishlovchi kabel-tyunerlar hisoblangan. Ushbu kabellar kanal kengligi 8 MGs gacha bo'lgan signallarni qabul qilish imkoniyatini bergan.

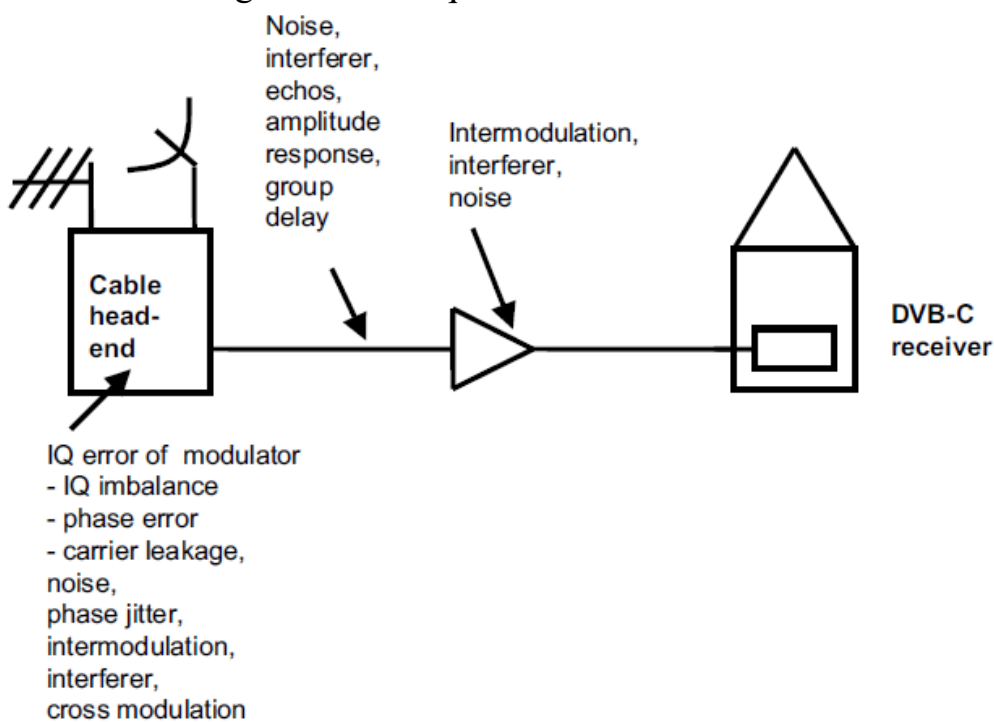
<sup>16</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014 page 308.



3.8.rasm. DVB-C qabul qilgichi struktura sxemasi.

Uzatilayotgan ma'lumotlar shovqin, so'nuvchi va qaytuvchi signal amplitudalari va so'nishlar natijasida birlamchi holatini yo'qotadi.

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.

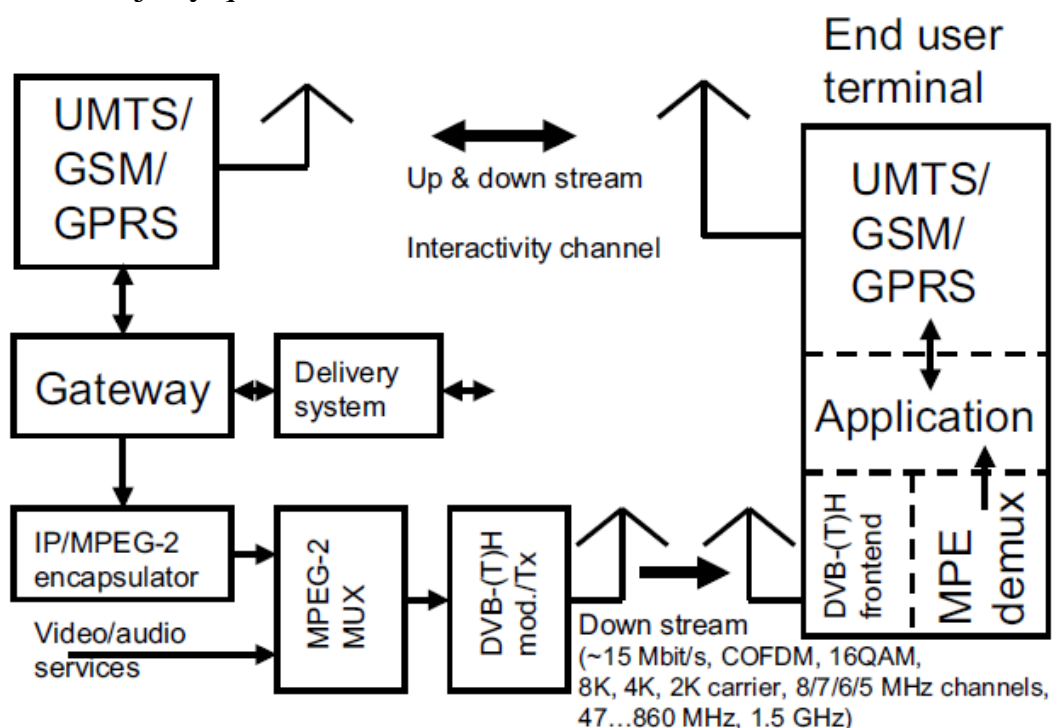


3.9.rasm. DVB-C uzatish liniyasidagi interferension effektlar

Signallarni qayta ishlash bo'yicha keyingi operatsiyalar DVB-T tizimi qabul qiluvchi qurilmasi kabi bo'ladi.



**DVB-N raqamli mobil televidenie eshittirish standarti.** DVB-N (Digital Video Broadcast Handheld, DVB “qo‘l boshqaruvida, portativ”) bu 2004 yilning dekabrda tasdiqlangan mobil televidenie standarti. DVB-N standarti Telekommunikatsion standartlar bo‘yicha Yevropa Assotsiatsiyasi (ETSI) tomonidan mobil qabul qilish qurilmalarida (uyali telefonlar, avtomobil yoki poezdlarda o‘rnatilgan qabul qilish qurilmalarida) televidenie programmalarini ishonchli qabul qilishga o‘rnatilgan talablardir. DVB-N tizimi mobil aloqa va radioeshittirish texnologiyalari jamlanmasi hisoblanadi. Bitta abonent so‘rovi uchun mobil televidenie joriy qilinishi talab qilinsa bu UMTS texnologiyasi yordamida, agar ko‘p sonli abonent qabul qilgich qurilmalariga mobil TV eshittirilishi joriy qilinish kerak bo‘lgan holatlarda esa IP texnologiyasiga asoslangan ko‘p nuqtali DVB-H tizimi joriy qilinadi.



3.10.rasm. Mobil aloqa va DVB texnologiyalari konvergeniyasi<sup>17</sup>

Mobil televidenie 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;

<sup>17</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014 page 453.



- mobil terminallarning manbaalari energiya quvvati zahiralarining chegaralanganligi;

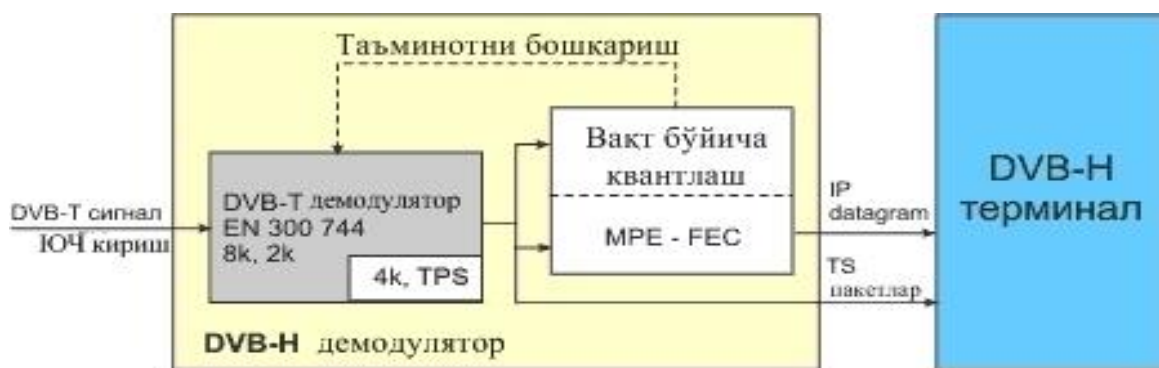
Ana shu shartlardan kelib chiqib, DVB-H tizimiga quyidagi talablar qo'yiladi:

- mobil terminallarning akkumulyator batareyasi tokining sarflanishini tejamkorligini ta'minlash. Bu masala mobil eshittirishning konsepsiyasini shakllantirishda asosiylardan biri hisoblanardi;

- harakat davomida, ayniqsa katta tezliklarda, ishonchli mobil qabul qilish;
- signallarning ko'p nurli 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'minlash va shuning uchun kichiklashtirilgan aniqlik qobiliyatida (320×420 piksel) DVB-T ga nisbatan 10-15 marta ko'proq teledasturlar uzatishni ta'minlash.

Shuning uchun o'z pog'onasi bo'yicha DVB-N tizimi DVB-T ga maksimal yaqinlashgandir. DVB-H qabul qilishning konseptual tuzilishi 6.15-rasmda keltirilgan. DVB-N 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 statsionar qabul qilishga mo'ljallangan DVB-T tarmoqlari uchun, qamrab olish zonasining qiymati sezilarli darajada muhim omil bo'lib hisoblanadi. DVB-N 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-N qabul qilgichlari orqali amalga oshirish mumkin.



3.11.rasm. DVB-N qabul qilgichning konseptual tuzilmasi

Shunday qilib, DVB-N modulyatsiyalashning 3 rejimida ishlashi mumkin:

- **8k** - turli kattalikdagi (katta, oʻrta va kichik) bitta chastotali tarmoqlarda (SFN) va Doppler chastota siljishlari mavjud boʻlgan yuqori tezlik bilan qabul qilishlarda foydalanish uchun, yaʼni qabul harakatlanish davomida amalga oshiriladi.
- **4k** - Doppler chastota siljishlarida sezilarli, kichik va oʻrta kattalikdagi SFN tarmoqlar uchun. Juda yuqori tezliklarda qabul qilishda ishlatilishi mumkin.
- **2k** - kichik kattalikdagi SFN tarmoqlar uchun. Harakat davomidagi eng yuqori tezliklarda ham ishonchli mobil signalni qabul qilishni kafolatlaydi (yaʼni chastota boʻyicha juda katta Doppler siljishlarida).

Fizikaviy bosqichdagi **ikkinchi toʻldiruvchi** boʻlib **4k** va **2k** rejimlarida maʼlumotlarni chuqur oralatish imkoniyati hisoblanadi. DVB-T kanalli kodlashi bir COFDM simvol ichida maʼlumotlarni oralatishni nazarda tutadi. U asosan koʻp nurli qabuldagi tashuvchilarning selektiv(alohida –alohida) qotib qolishlarida kompensatsiya qilish uchun moʻljallangan. Ayni vaqtning oʻzida mobil terminallari, katta ehtimollik bilan, keng polosali impuls shovqinlar taʼsiri zonasida boʻlib qolishlari mumkin. Shuningdek, qabul qilish jarayoni harakat tezligida amalga oshirilishi tufayli signalning buzilishiga olib keladigan chastotaning Doppler siljishi paydo boʻladi. Shu sababli COFDM(DAB, ISDB-T) bazasidagi mobil eshittirish standartlarida, uzoq davom etuvchi xalaqitlarning asoratlari bilan kurashish uchun, kanalli kodlash sikliga oʻnlab xattoki yuzlab OFDM simvollarni qamrab olgan, davomiy maʼlumotlar seriyasini oralatish kiritiladi. Oralatishda ishtirok etayotgan maʼlumotlar ketma-ketligi qancha uzun boʻlsa, soʻnish asoratlari bilan kurashish shunchalik samarali boʻladi. Biroq DVB-N uchun quyidagi sabablarga koʻra bunday yondashuv toʻgʻri kelmaydi:

- davomiy ketma-ketliklarni tiklash uzluksiz qabulni talab etadi, yaʼni DVB-N rejimida, energiyani tejash uchun maʼlumotlarni uzatishda impuls rejimi qoʻllaniladi;
- davomiy ketma-ketliklarni tiklash uchun, qabul qilgichlarni qimmatlashuviga olib keladigan, katta hajmdagi xotira zarur;
- davomiy ketma - ketliklarning qoʻllanilishi DVB-T bilan moslashish talablariga teskari boʻlib qoladi.

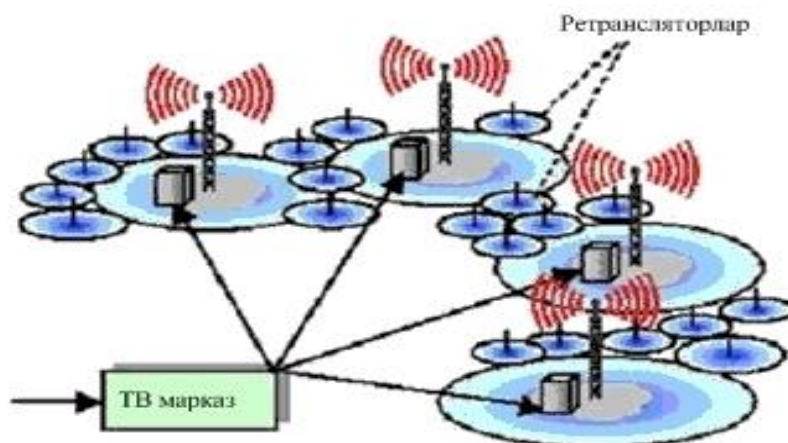
Shuning uchun DVB-N da hamma tomonni qoniqtiradigan yechim tanlangan. DVB-T uchun ancha dolzarb boʻlgan modulyatsiyalash **8k** rejimi uchun, DVB-Nda

bitta simvol doirasida bitlarni oralatish saqlab qolingan. 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 simvolli chuqurlik bilan, **2k** rejim uchun esa COFDM da to'rtta simvolli chuqurlik bilan amalga oshiriladi. Biroq bu rejimda ishlaganda DVB-T va DVB-N translyatsiyalarini birgalikda uzatib bo'lmaydi. DVB-T da qo'llaniladigan ichki va tashqi kanalli kodlashning qolgan mexanizmlari hech qanday o'zgarishlarsiz DVB-Nga o'tkazilgan.

**Uchinchi to'ldirish** esa transport signalizatsiyaga tegishlidir (TPS-Transmission Parameter Signalling), bunga DVB-N formatida uzatiladigan xizmatlar oqimiga mavjud identifikatsiyalovchi (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-N tarmoqlarini shakllantirishda, qo'llash rejalashtirilmoqda.

**Elektr energiya sarfini tejash uchun mobil terminallarda vaqtli 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-N televidenie 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-N tizimining yutuqlaridan biri televidenie eshittirishlar uchun kam quvvatli uzatgichlardan foydalanishdir. Bunda keng masshtabli signallari qabul qilish uchun samarali yechim bo'lib, ***bir chastotali tarmoq*** varianti hisoblanadi (4.12- rasm). Ushbu tarmoqda baland tayanch antenna va o'ta quvvatli uzatgichlardan foydalanmasdan bir necha kam quvvatli uzatgichlarni qo'llab, bitta chastotada ishlatib, katta tumanlarda eshittirishlarni qamrab olish mumkin. Bir chastotali tarmoqlarning barcha uzatgichlari bir xil signallarni uzatadi va GPS sun'iy yo'ldoshlar orqali olinadigan nihoyatda aniq vaqt signallari yordamida aniq sinxronizatsiya qilinadi.



3.12-rasm. DVB-N bir chastotali tarmoq varianti

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 nomlanadi.

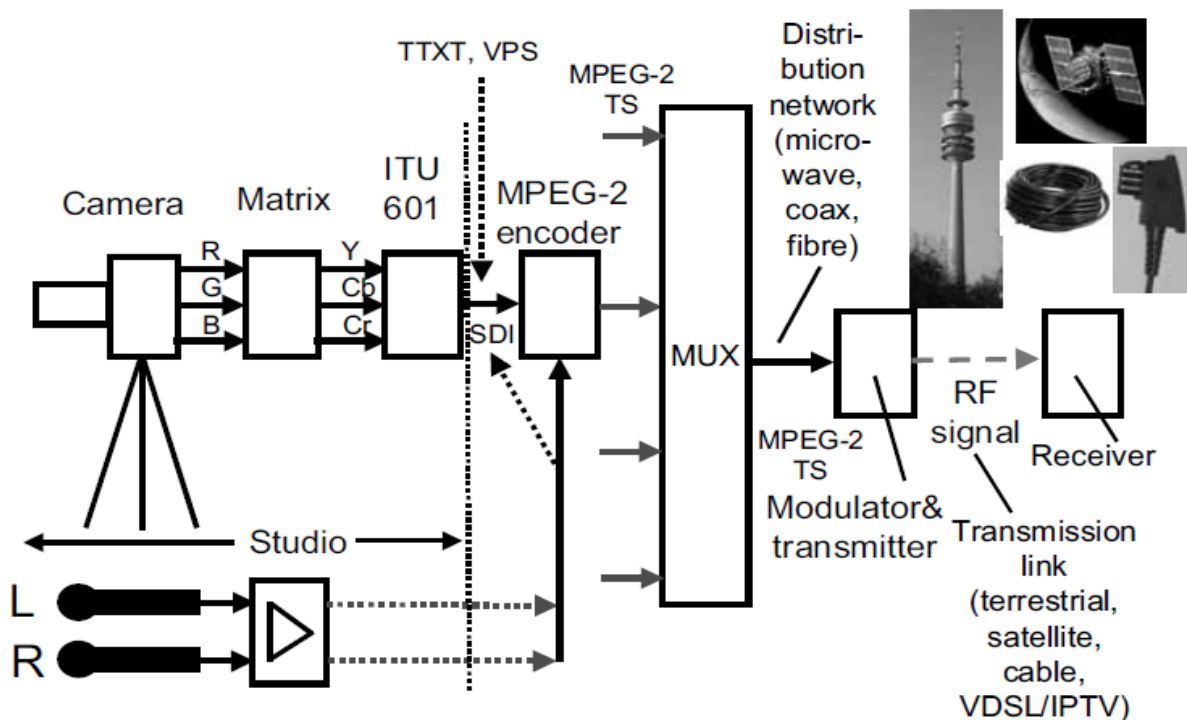
Agar DVB-N signallar uchun multipleksirlangan to‘liq oqim zahiralangan bo‘lsa, tarmoqlarni rejalashtirishda ko‘p imkoniyatlar paydo bo‘lishiga olib keladi. Bunday tarmoq bir necha viloyatlarning bir chastotali tarmog‘idan iborat bo‘lsa, ularning har birida shaxsiy chastota belgilari qo‘llanishlari mumkin.

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-N 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. 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‘ladi, biroq bitta multipleksirlangan oqimda taklif etilayotgan xizmatlar soni ham taxminan 10 barobar ko‘p bo‘ladi.

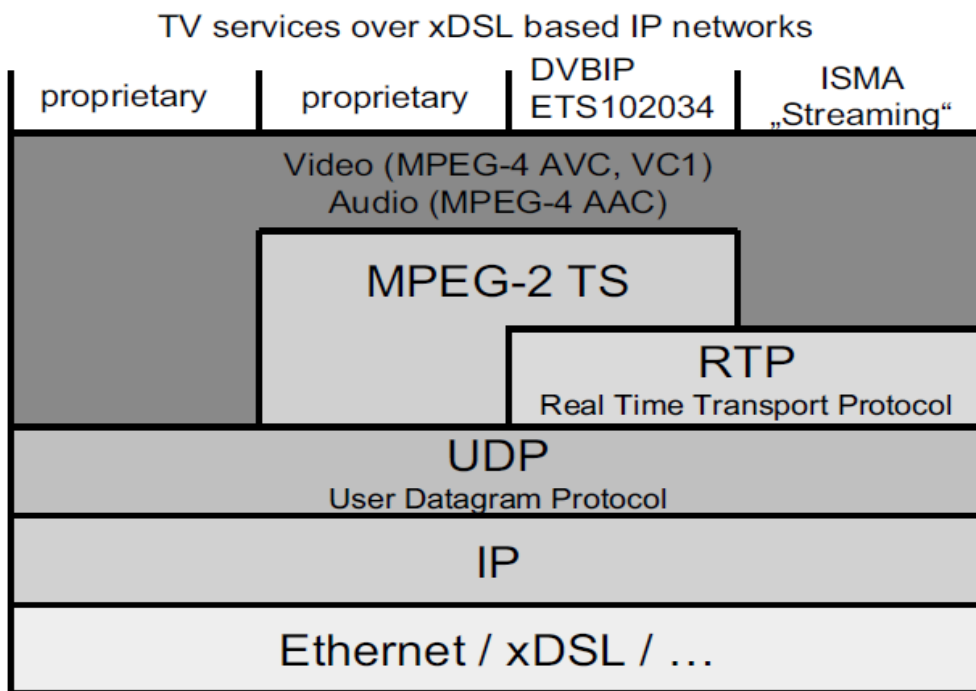
**IPTV imkoniyatlari va texnologiyasi.** Yangi texnologiyalar rivojlanishi va takomillashishi oqibatida an’anaviy televideniedagi keng polosali kabellar va sun’iy yo‘ldoshli tizimlar bitta telekommunikatsiya tarmog‘iga birlashtirildi. Unga shartli ravishda VDSL (Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line, [ITU-T G.993]) nomi berildi. Ushbu texnologiya yordamida mavjud internet tarmog‘i ustiga paketli TV tizimini qurish imkoniyatini taqdim etdi. Yaratilgan tizim IPTV (Internet protocol television) deb nomlanib, 3 turdagi telekomunikatsiya xizmatlarini (telefon, televidenie va internet) taqdim qilib kelmoqda.

IPTV tizimida qo‘llaniluvchi MPEG-4 kodlash formatining MPEG-4 AVC turining qo‘llanilishi ruxsat etilgan eng past tezlikdagi internet tarmog‘i orqali ham ushbu texnologiyadan foydalanish imkoniyatini taqdim etadi. Bundan tashqari

MPEG-1 audio kodlash va MPEG-2 video kodlash oqimlari ham IP texnologiyalar yordamida uzatilmoqda. IPTV texnologiyasi transport oqimi Ethernet, WLAN, WiMAX yoki ADSL tarmoqlari orqali uzatilishi mumkin. <sup>18</sup>



3.13.rasm. IPTV tashkil etilish tarmog‘i.



3.14.rasm. IPTV protokollari.

<sup>18</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014. page 569.



Hozirgi kunda IPTV joriy qilishning yana bir nostandart usullardan biri bu audio va video oqimlarni bitta MPEG-2-transport oqimiga joylashtirib, oqimni UDP yoki IP-paketlarga o'tkazishdan iborat. Ushbu ko'rsatma DVB-IP standartining ETS 102034 bo'limi asosida amalga oshiriladi.<sup>19</sup>

### **Amaliy bajarish uchun vazifalar**

1. Yerning sun'iy yo'ldoshi ekvatoridan o'rtacha qanday balandlikka joylashtiriladi ?
2. DVB-S standarti qanday oraliqdagi chatota diapazonida ishlashni ko'zda tutadi ?
3. Yerning sun'iy yo'ldoshi o'rnatilgan balandlik aynan nimaga asoslanib ushbu balandlik tanlangan?
4. QPSK modulyatsiyasi bitta simvolda nechchi bit ma'lumot uzata oladi?
5. DVB-S standartida ko'proq qanday turdagi modulyatsiya qo'llaniladi?
6. DVB-S standarti qaysi diapazonda ishlaydi?
7. DVB-Sning koaksial kabelli tizimlarida QAM modulyatsiyasining qaysi turi qo'llaniladi?
8. DVB-Sning optik-tolali tizimlarida QAM modulyatsiyasining qaysi turi qo'llaniladi?
9. 64 QAM bir sekundda nechta bit ma'lumot signallarini qayta ishlay oladi?
10. DVB-C modulyatori struktura sxemasidagi Rid-Solomon bloki vazifasi nima?
11. DVB-N texnologiyasi qachon joriy qilingan?
12. DVB-N tizimi qanday tizimlar konvergentsiyasi hisoblanadi?
13. Mobil televidenie tizimini yaratishda qabul qilishning mobil terminallariga qo'yiladigan talablar nimalardan iborat?
14. VDSL – bu qanday texnologiya va uning DVB-N tizimidagi o'rni qanday?
15. IPTV texnologiyasi transport oqimi qanday tarmoqlar orqali uzatilishi mumkin?
16. O'zbekiston Respublikasi IPTV xizmatlarini joriy qiluvchi korxonalarini sanab o'ting.
17. Kelajakda DVB-T, DVB-S, DVB-C, DVB-N va IPTV texnologiyalaridan qaysi biri bizning respublikamizda rivojlanishi va istiqboli jihatdan yuqori o'ringa ko'tarilish borasida shaxsiy fikringizni bildiring.

### **Adabiyotlar va internet saytlar:**

1. Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2010. Chapter-14,16,22,29.

2. Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework Third Edition, by Hervé Benoit, printed at Focal Press Elsevier, USA 2008.

---

<sup>19</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014. page 570.

3 . “ Raqamli televidenie” X.S.Soatov tahriri ostida I.A.Gavrilov, T.G.Raximov, A.N.Puziy, X.X.Nosirov, Sh.M.Kadirov. Toshkent 2016. 400 bet.

#### **4-amaliy ish. RAQAMLI TELEVISION SIGNALNI ALOQA KANALLARI ORQALI UZATISH (4 SOAT)**

**Amaliy ishning maqsadi** - *Tasvir signalini shakllantirishning algoritmi, raqamli signalni shakllantirish, televizion signalni raqamli tasvirlash, raqamli signalni uzatish tezligi, TV tasvir signallarini siqish standartlari, televizion signalni kodlash, kanalli kodlash, yer usti DVB-T2 televideniye standarti, Amerikaning ATSC va Yaponiyaning ISDB yer usti televideniye standartlari, 3 o'lchamli televideniye asoslari va texnologiyasi tahlil qilish bo'yicha bilim va ko'nikmalarni yaxshilash.*

#### **Nazariy qism**

**Yer usti DVB-T2 televidenie standarti.**2003 yilga kelib DVB-S ning yangi avloddagi televideniesi yaratildi. DVB-S2 ga qo'yilgan talab shundan iborat bo'ldiki u yuqori aniklikdagi televidenie kontentini qayti ishlash va efirga uzata olish qobiliyatiga ega bo'lish edi. Bundan tashqari ma'lumotlar hajmini oshganliga va yangi paydo bo'lgan qurilmalari imkoniyatlarining yuqoriligi ham ushbu konsepsiya yaratilishiga turtki bo'ldi. Yo'ldoshli 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. Ish rejimlari bo'yicha DVB-S2 tizimi yer usti DVB-T tizimi bilan uzviy bog'liq ligini hisobga olgan holda DVB-T2 tizimining yaratilishi ham muhim o'rin tutadi<sup>20</sup>.

HDTV ni yer usti eshittirish tizimlariga tatbiq qilishda ularning nisbatan kengligi kichik kanallari yanada tezroq band etiladi va shuning uchun ham yuqori aniqlikdagi televidenie 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 infratuzilmasini o'zgartirmasligi kerak.
- DVB-T2 statsionar va portativ antennalarga birdek qabul qilinishi lozim.

---

<sup>20</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014. page 661.



- 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'zilari faqat tomدا o'rnatilgan yo'nalgan antennalarga, ba'zilari 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 qoling. 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. 5.1-rasmda 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 himoyalanganadilar.



4.1-rasm. Past chastotali kadrning strukturasi (VV kadr)

Kadrning, xalaqitbardosh kodlash ma'lumotlari bilan, to'liq davomiyligi 64800 bitni tashkil qiladi. Bu kadr DVB-T2 standartida bazaviy blok hisoblanadi.

Bunda T2 standartida himoyalash kodlarinig 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.

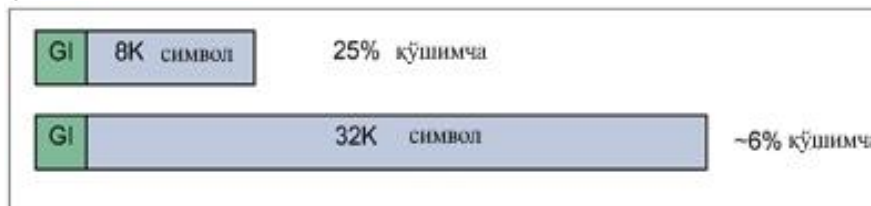
T2 ni ishlab chiqishda bir yoki ko‘p tashuvchili modulyatsiyalarning bir necha variantlari taqqoslangan. Natijada himoya intervaliga (HI) ga ega OFDM varianti tanlangan, u DVB-T da ishlatilgan, bunda har bir simvol bir vaqtda faza va amplituda bo‘yicha modulyatsiyalanadigan ortogonal tashuvchilarning katta soni bilan uzatiladi. DVB-Tda, xususan, ikkita rejim - 2K va 8K lar ko‘zda tutilgan. Bu raqamlar signalni ko‘p tashuvchilar bilan shakllantirish uchun qo‘llaniladigan FFT (Fure 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 5.2-rasmda keltirilgan.



4.2-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. 5.3-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.

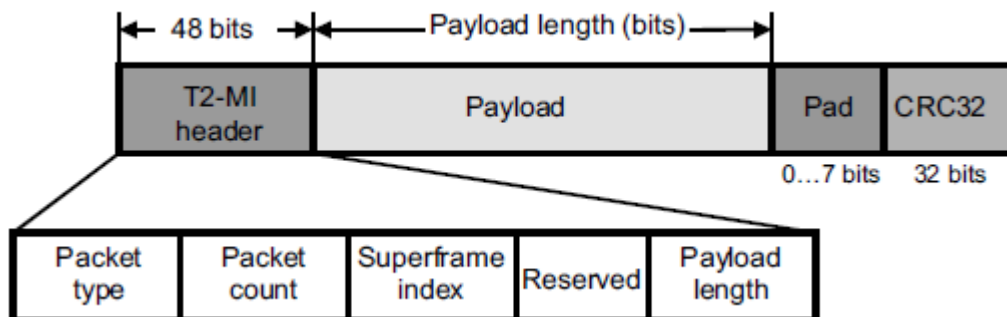


4.3-rasm. Ko'p sonli tashuvchilar rejimiga o'tishning ko'rsatilishi.

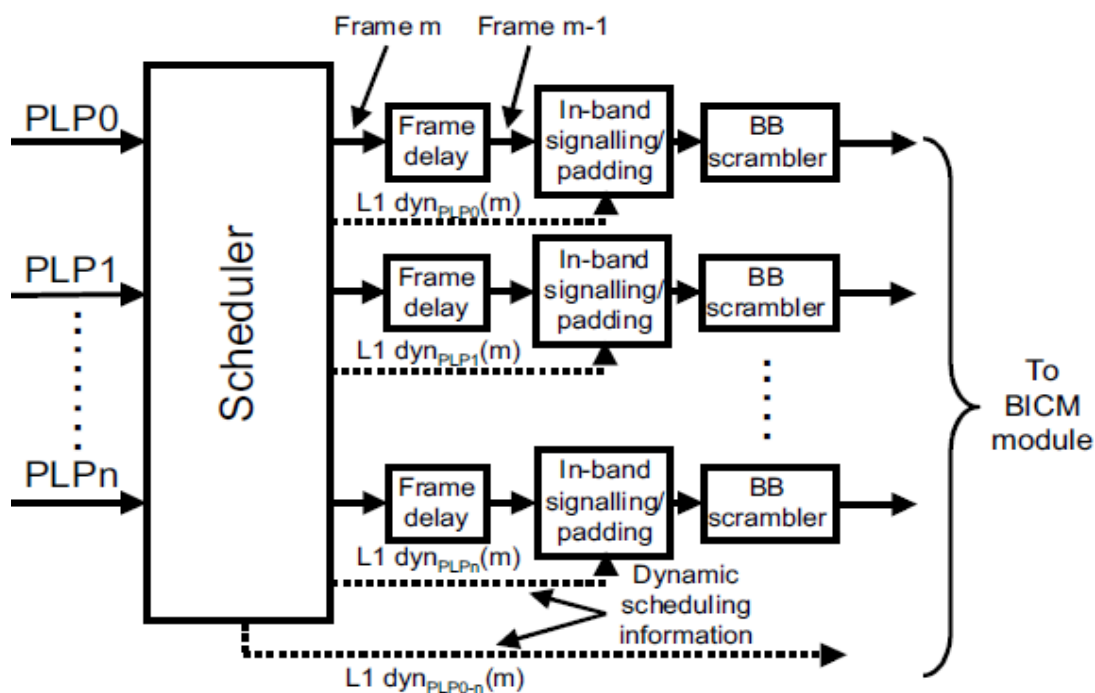
PLP (Physical Layer Pipe) termini ilk bor DVB-T2 tizimida qo'llanilgan. PLP vazifasi shundan iborat bo'lganki-tizim modulyatoriga ko'p kirishli ma'lumotlar oqimini turli daradagi tezliklar bilan berilishini ta'minlashdan iborat bo'lgan. Bu vazifani ma'lumotlar oqimiga moslashish bloki amalga oshiradi. Ma'lumotlar oqimiga moslashish blokida quyidagi jarayon amalga oshiriladi:

- Dinamik ma'lumotlarni oqimini rejalashtirish
- Kadr kechiktirilishi
- Ichki ma'lumotlar oqimini hosil qilish.

Bundan tashqari DVB-T2 tizimi SFN bir chastotali tizimni hosil qilish vazifasini ham o'z ichiga oladi. PLP tizimining joriy qilinishigacha ushbu masala yechimi qatta qiyinchiliklarni hosil qilgan. Chunki modulyator kirishiga barcha signallar bir xil vaqt birligida sinxronlab kiritilish lozim.



4.4.rasm. T2-MI paket strukturasi.



4.5.rasm. DVB-T2 tizimi ma'lumotlar oqimiga moslashish bloki

DVB-T2 bir chastotali tizimida sinxronizatsiya uchun T2-MIP-paketlari MPEG-2 transport oqimining tarkibida T2-MI interfeysi ko'rinishida kiritiladi

DVB-T2 da nisbatan uzun simvoldan 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:

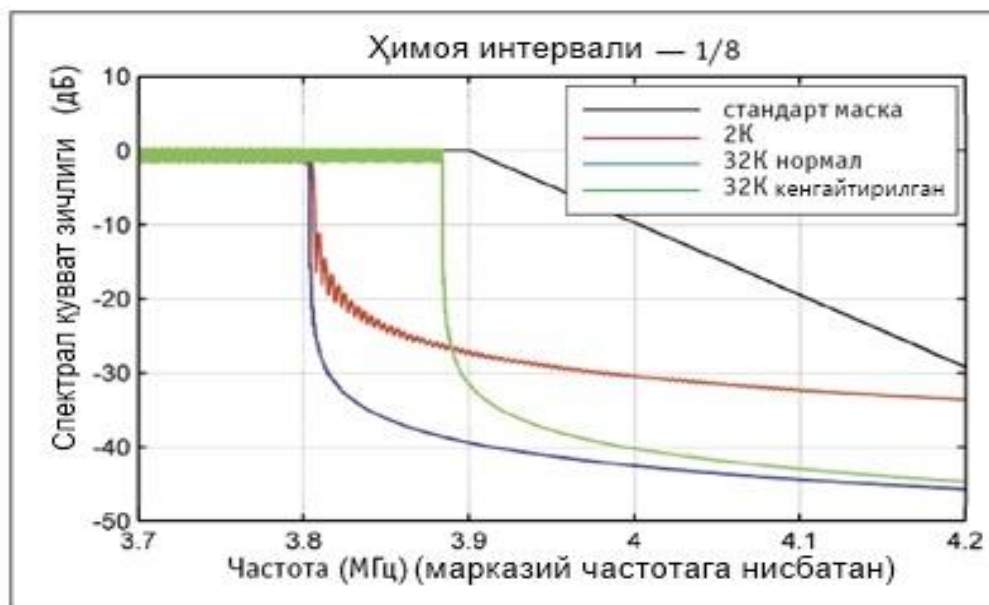
- FFT o'lchamlari: 1K, 2K, 4K, 8K, 16K, 32K;
- Himoya intervallar parametrlari: 1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4.

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 oniy 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.

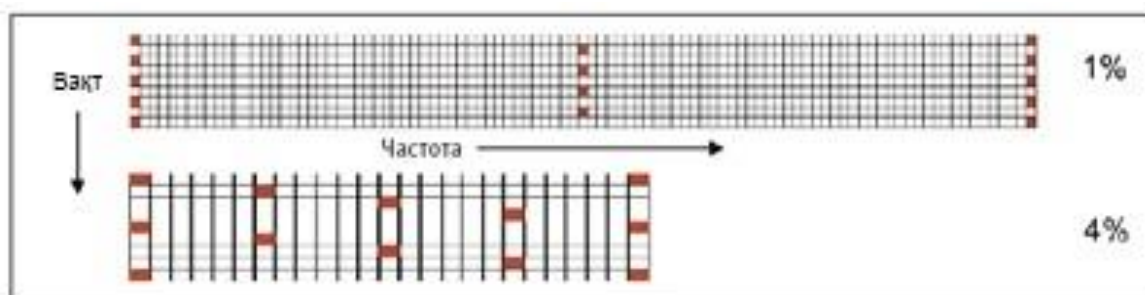
T2 da yaratilgan yangi rejimlar - 16K va 32K avvalgi 2K rejimga nisbatan polosadan tashqaridagi tarkibiy qismlarning keskin pasaytirish imkoniga ega. 5.6-rasmda ko'rsatilganidek, ushbu holat tashuvchilarning, 8MGs polosada, DVB-T signallarini standart spektral maskaga yaqin joylashtirishga imkon yaratadi. Ushbu kengaytirilgan polosalar yana 2% gacha qo'shimcha ma'lumotlarni uzatish imkonini

beradi.



4.6-rasm. 8 MGs kanal uchun DVB-T2 signallari nazariy nochiqli spektral quvvatlari taqsimoti

OFDM tizimlarida **taqsimlangan tayanch-signallar** ishlatiladilar. Ular ma'lum vaqt va tashuvchilar bo'yicha taqsimlangan modulyatsiyalangan elementlar sifatida namoyon bo'ladilar. Qabul qilgichga tayanch-signallar 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-signallarni joylashtirish mumkin bo'lishi kerak. Biroq kichik himoya intervallari uchun 8% miqdordan kam tayanch-signallarni qo'shish ortiqchalikka olib keladi. Shuning uchun T2da ularni joylashtirishning 8 turli xil varianti mavjud. Himoya intervalinig nisbiy davomiyligining har bir variantiga tayanch-signallar joylashuvining bir necha varianti mos keladi va ular kanalning joriy holatidan kelib chiqib dinamik tanlanadi, bu esa ularning sonini mukammallashtirish imkonini beradi. 5.7-rasmda tayanch-signallar joylashuvining mumkin bo'lgan ikki varianti ko'rsatilgan. Tayanch-signallarning zichroq joylashuvi qabul qilgich kirishida signal/shovqin nisbatini talab etilgan qiymatini pasaytirishga va sinxronizatsiyani yaxshilashda ishlatilishi mumkin. Oxirgi holatda tayanch-signallar psevdotasodifiy ketma-ketlik bilan modulyatsiyalanadilar.



4.7-rasm. Tayanch-signallar joylashuvining variantlari va ularning umumiy



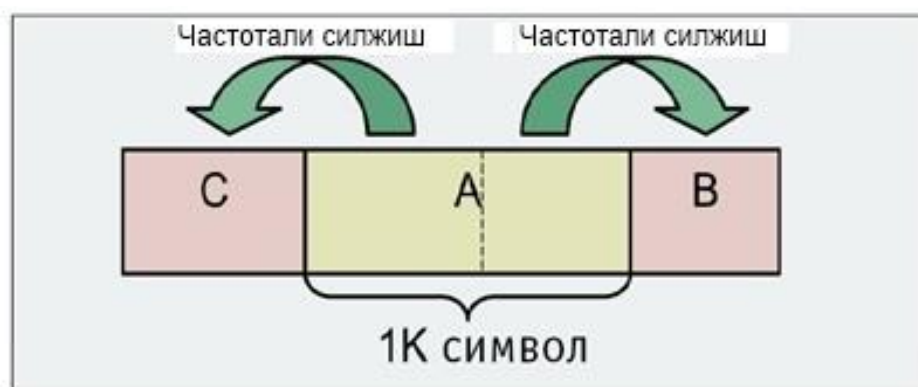
## signaldagi ulushlari

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 5.8-rasmda keltirilgan va bu yerda turli rang bilan turli xizmatga tegishli oqim fragmentlari ifodalangan.

T2 da kadr boshi qisqa OFDM-simvol P1 bilan belgilanadi. R1 xuddi 5.9-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'qiqlaydi.



4.8-rasm. T2da kadrlar strukturasi



4.9-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).

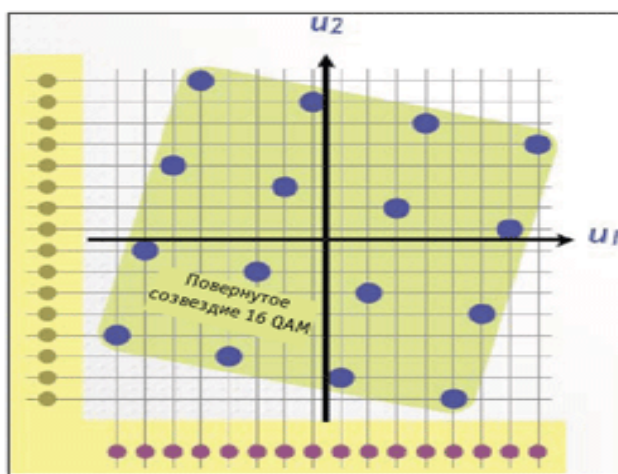
T2 kadrning standart davomiyligi —200 ms atrofida, kadr tuzilishi haqidagi axborotni uzatilishi talab qiluvchi ustqurma esa qoida bo'yicha 1%dan kamroqni egallaydi.

T2 kanalli kodlash tizimida **oralatishning uchta kaskadi** ishlatiladi. Bu esa buzilgan elementlarning paketli xatolikasi, dekodeerda 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, efirdagi odatiy muammolar mavjud holatda, signal chidamliligini sezilarli oshirishi mumkin. Diagrammani aniq belgilangan burchakga burish hisobiga yulduzcha turkumining har bir nuqtasi boshqa nuqtalar tomonidan takrorlanmaydigan o‘ziga xos koordinatasiga ( $u_1$  va  $u_2$ ) ega bo‘ladilar (5.10-rasm).



4.10-rasm. QAM16da modulyatsion yulduzchalar turkumlarining burilishi

Nuqtaning har bir koordinatasiga modulyatorda alohida ishlov beriladi va ular boshqa simvolning  $u_2$  va  $u_1$  bilan aralastirilib, OFDM-signalda bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan xolda uzatiladilar (ya’ni,  $u_2$  va  $u_1$ lar turli OFDM-tashuvchilarda va xilma xil OFDM-simvollarda uzatilishi mumkin).

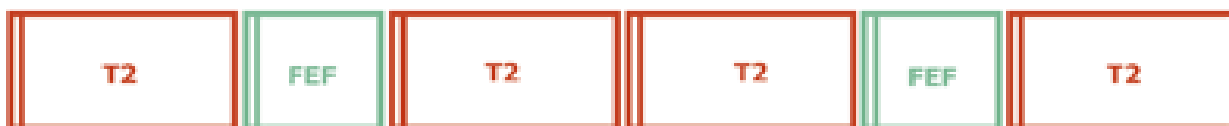
Qabul qilgichda  $u_2$  va  $u_1$  birlashtiriladilar va aylana bo‘ylab burilgan dastlabki yulduzcha turkumi shakllantiriladi. Shunday qilib, agar bitta tashuvchi yoki simvol interferensiya natijasida yo‘qolib qolsa, unda boshqa koordinata haqidagi axborot saqlanib qoladi, bu esa simvolni tiklash imkonini 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 koordinata 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.

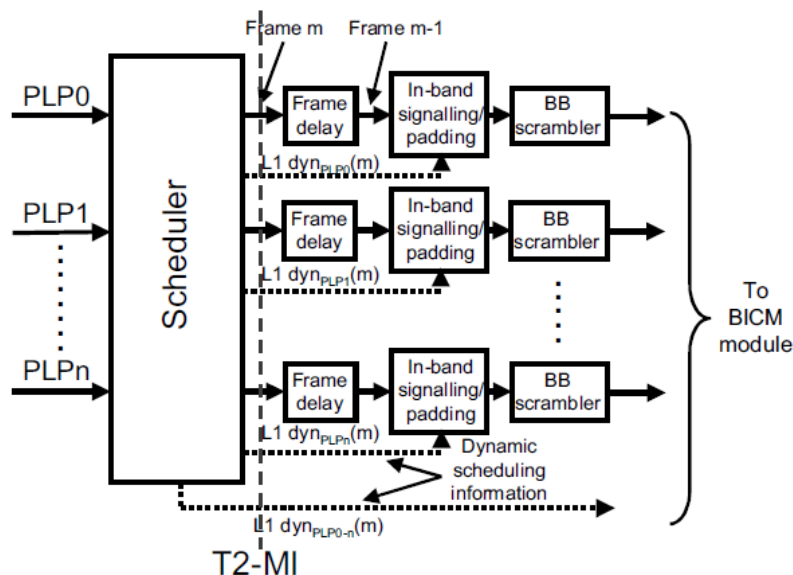
T2 standarti Alamout kodidan foydalanish hisobiga ikkita uzatgichdan qabulni amalga oshirish imkoniyatini ta'minlaydi. Resiver birdaniga ikkita uzatgichning signalini "qabul qilsa", masalan, bir chastotali tarmoqda yo'nalmagan antennadan qabul qilish hisobiga, undan foydalanish tizimning ishini sezilarli 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 kadrni kengaytirishda qo'llash mumkin. Bunda T2 kadrining tuzilishi hali aniqlanmagan turdagi signallarga mo'ljallangan mavjud bo'lmagan turdagi kadrlarga signalizatsiyani kiritish imkoniyatini ko'zda tutadi (5.11-rasm).



4.11-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.



#### 4.12 rasm. DVB-T2 shlyuzi va modulyatori orasidagi aniq chegara

**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 tutmada, 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 mutonosibliyi yoki o‘tkazuvchanlik qobiliyati bilan xalaqitlarga chidamlilik orasidagi moslashuvni qidirish.

Shakllantiruvchi ko‘rsatkichlarning 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 xarakteristikalarini 4.1-jadvalda keltirilgan.

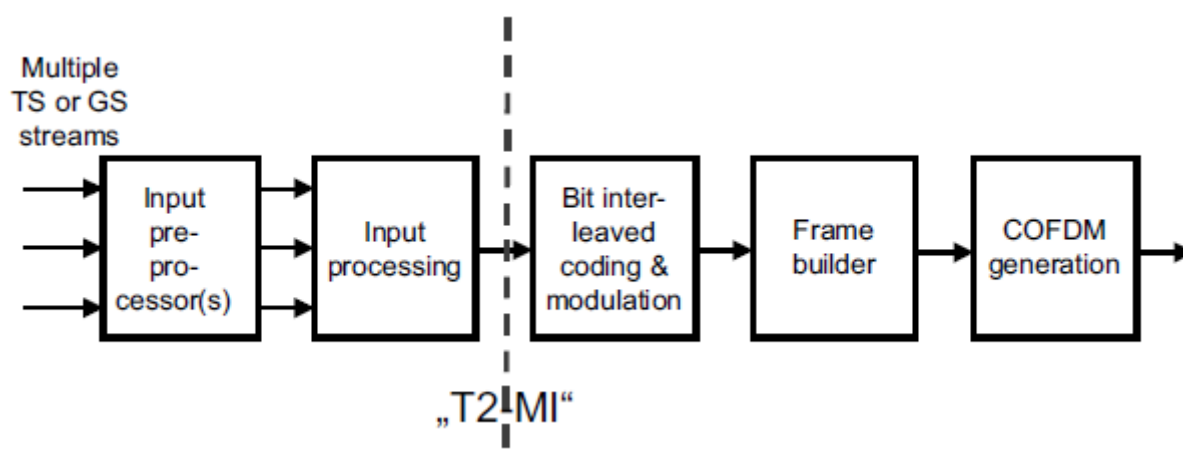
Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, DVB-T inglizcha variantiga nisbatan kutilayotgan o‘tkazuvchanlik qobiliyatining o‘sishi 1,5 martani tashkil qiladi. Bu nazariy baholashning natijalari, ammo mavjud adabiyotlarda ushbu materiallarini ifodalashdagi tajribaviy natijalar keltirilmagan.

Shunday qilib, DVB-T2 yangi standartining asosiy holatini taxlil qilishda, standartga signallarni efirli 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 xolda 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 imkonini mavjudligi va ta‘kidlanmoqda.

DVB-T va DVB-T2 tizimlarining ayrim qiyosiy xarakteristikalari

	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' – Fure tez o'zgartirishi; TS- tayanch-signal



4.13.rasm. DVB-T2 tizimida multipleksor va modulyator orasidagi interfeys.

### <sup>21</sup>Kanal sig'imini oshirishning nazariy asoslari.

DVB-T2 tizimini muxokama qilishdan oldin uning oldingi avlod televideniesiga nisbatan kanallar sig'imi ko'pligini nazariy isbotini ko'rib chiqamiz. Asos qilib ikkala tizim uchun ham polosa kengligini 8 MGs qilib olamiz. 37.1 jadvalda bizga DVB-T tizimida turli sharoitlar va antennalar yordamida olingan signal sifali va darajasi berilgan. Ma'lumot uzatish tezligini maksimal qiymatini Shennon tenglamasi asosida olishimiz mumkin:

$$C = 1/3 \cdot B \cdot \text{SNR}; \quad (5.3)$$

bu yerda S = kanal o'tkazuvchanlik qobiliyati ( bit / s);

<sup>21</sup> Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014. page 688.

$B$  = chastota polosasi kengligi (Gs);  
 $SNR$  = signal / shovqin munosabatlari (v dB);

Bunda signal/shovqin munosabatlari 10 dB atrofida deb qabul qilinadi.

Jadval 4.2.

DVB-T tizimining 8 MGs kanal kengligida turli sharoitlarda kanal sig‘imi, signal sifati va darajalari.

S/Sh	Nazariy maksimal kanal sig‘imi (Mbit/s)	Izoh
10	26.7	
12	32	Yomon sifatli yopiq portativ aloqa
15	40	Yopiq portativ qabul
18	48	Yaxshi sifatli yopiq portativ aloqa
20	53.3	Tashqi antenna yordamida yomon sifatli aloqa
25	66.7	Bino tomiga o‘rnatiladigan antenna yordamida yaxshi sifatli qabul
30	80	Bino tomiga o‘rnatiladigan antenna yordamida juda yaxshi sifatli qabul

DVB-T signalining yopiq bino va inshootlarda portativ antenasi yordamida qabul qilish aloqa sifati quyidagicha

$$13.27 \text{ Mbit / s (16QAM, CR} = 2/3, g = 1/4, \text{SFN, SNR} = 12 \text{ dB); (5.1)}$$

va bino, inshootlar tomiga o‘rnatiladigan antennalar yordamida qabul sifati esa

$$22.39 \text{ Mbit / s (64QAM, CR} = 3/4, g = 1/4, \text{OChS, SNR} = 18 \text{ dB); (5.2)}$$

tashkil qiladi.

DVB-T2ning maqsadi mavjud tizimda ma’lumotlar sig‘imini 30-50 %ga oshirishdan iborat.

### **Amerikaning ATSC va Yaponiyaning ISDB yer usti televidenie standartlari. Yer usti televideniesining ATSC Amerika standarti.**

AQSh boshqa davlatlardan avval efir eshittirishlarini yuqori aniqlikdagi formatga o‘tkazish rejalarni bildirganlar. 20 asrning 80-yillaridayoq istiqbolli televidenie tizimlari bo‘yicha Qo‘mita (ATSC-Advanced Television Systems Commitee) tashkil etilgan va NTSC analog signal bilan mos keladigan hamda,

mavjud efirdagi chastota polosasida ishlaydigan, yuqori aniqlikdagi tizimni ishlab chiqish boshlangan. Yuqori aniqlikdagi televidenie 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 televidenie formati HDTV-A(1280x720 piksel yoyishli);
- yuqori aniqlikdagi televidenie formati HDTV-V (1290x1080 piksel yoyishli);

- oddiy aniqlikdagi televidenie formati SDTV (704x480 piksel yoyishli);
- kompyuter formati VGA 640x480 (piksel yoyishli).

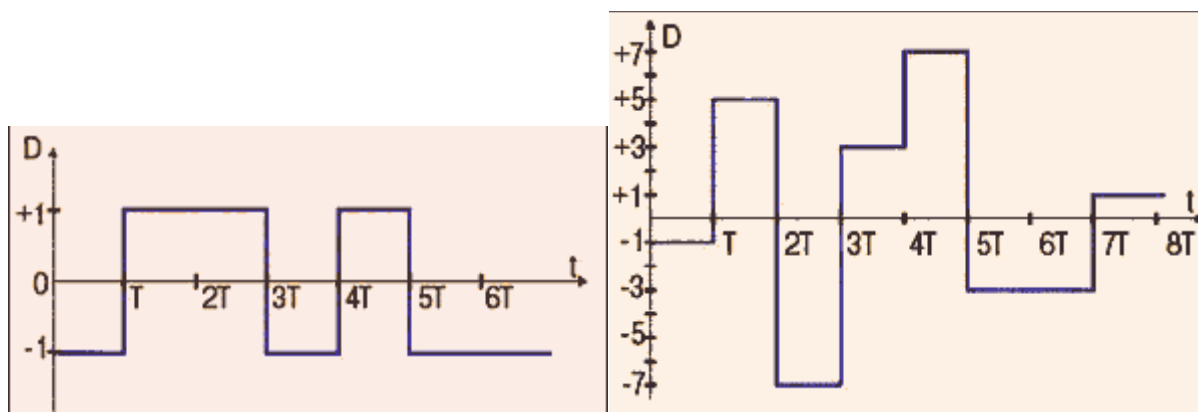
ATSC tizimi konsepsiyasi modullik prinsipi asosida yaratilgan. ITU 11/3 guruhi izlanishlari takliflariga asoslangan tuzilmada uchta tizim osti qismlarni ajratish mumkin, ular: dastlabki ma'lumotni kodlash, transport oqimi shakllantirish hamda kanalni kodlash va modulyatsiyalashlardir. Dastlabki ma'lumotni 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 (5.14- 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 tizimdag (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 xolda 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 televidenie eshittirishlariga mo‘ljallangan.

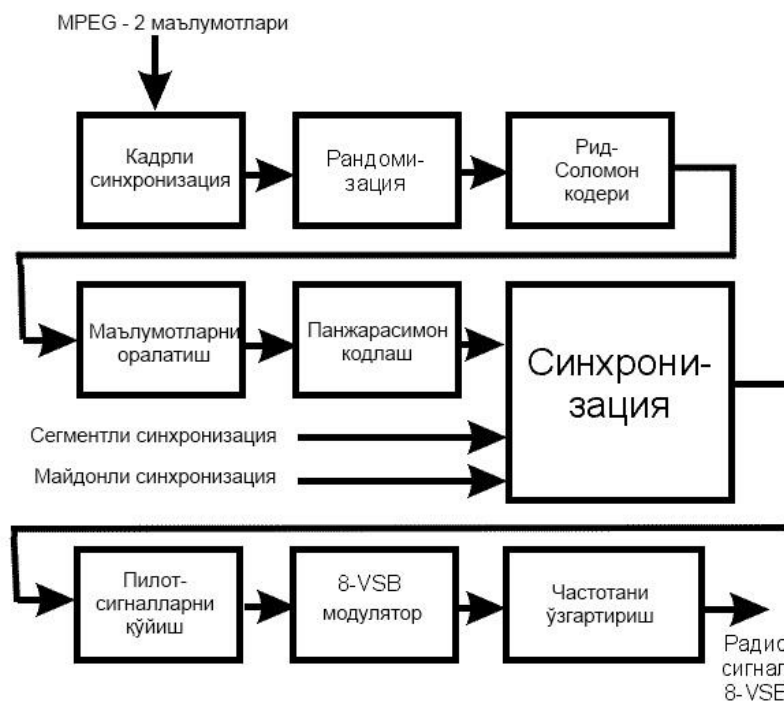


4.14- rasm. Ikki pozitsiyali ko‘p sathli modulyatsiyalovchi VSB signal

Modulyatsiyaning ko‘rsatilgan usullari umumiy tezligi 19,39 Mbit/s bo‘lgan ma‘lumotlar oqimini yer usti televidenie eshittirish sharoitlarida va parallel xuddi shunday 2 ta oqimlarni kabel televidenie 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.



5.15- 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.



4.15-rasm. ATSC tizimining uzatuvchi qismi tuzilishi.

ATSC tizimi uzatchigi 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'lumotlarigina 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.

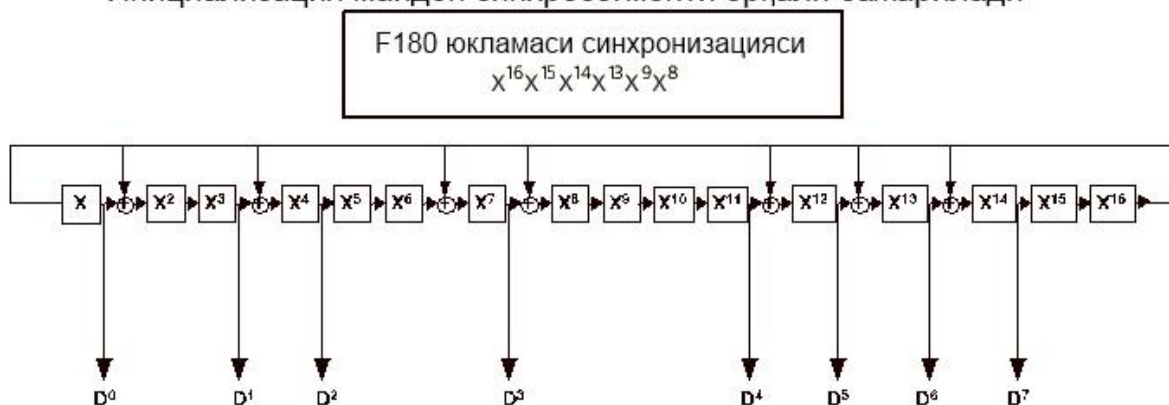
ATSC da raqamli ma'lumotlarni qayta ishlashning birinchi etapida, analog teleeshittirish kanallarida yuzaga keladigan shovqinlarning qiymatini kamaytirish va signalning chastota spektrini tekis taqsimlanishini shakllantirish uchun hamda uzatilayotgan ma'lumotlarga "tasodifiylik" va "shovqinga xoslik" xossalarini tashkil etadigan randolizatsiya operatsiyasi qo'llaniladi. Randomizator 9 ta teskari aloqaga ega bo'lgan 16 razryadli siljish registriga ega blokdir(5.16-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. Bunda siljish registriga F180 soni yoziladi. Randomizatsiya bir necha maqsadlarni ko'zda tutadi:

- 1) Tarqatilayotgan 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;
- 3) SMS va MSS larni ajratishni soddalashtirish.

Генератор берувчи полиноми ПСП  $G_{(16)} = x^{16} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^7 + x^6 + x^3 + x + 1$

Инициализация майдон синхросегменти орқали бажарилади



Силжиш регистри байтлар кетма-кетлиги частотаси билан синхронизацияланади.

4.16- rasm. ATSC tizimining randomizatori

Qayta ishlashning keyinga bosqichi bo'lib Rid-Solomon kodi yordamida blokli kodlash hisoblanadi, 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:

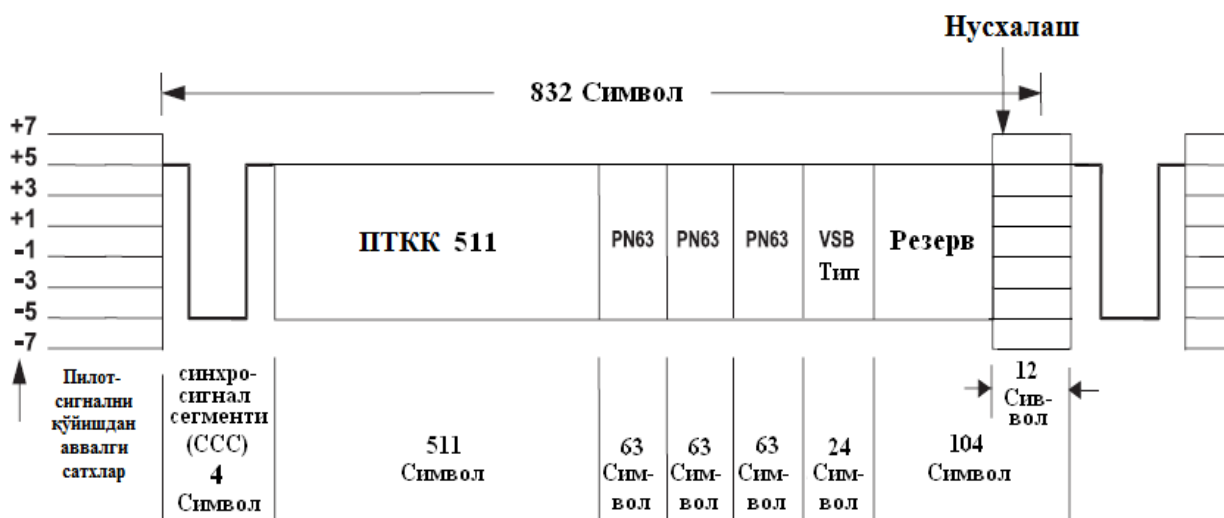
$$T_{rs} = t \cdot (1/R_c) \cdot (2n) = 10 \cdot (1/10,762) \cdot (2 \cdot 2) = 3,71 \text{ mks}; \quad (4.4)$$

bu yerda t-Rid –Solomon kodining to‘g‘rilash qobiliyati va u 10ga teng;

$R_c$ -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 qobiyatidan kattaroq bo‘lsa, segment xatoliklar bilan qabul qilinadi. Bunday holatlarni yo‘qotish uchun ma’lumotlarni ichki intersegmentlarida oralatish (o‘rnini almashtirish) kiritiladi va bu oralatish V 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 tushadi hamda ular Rid-Solomon kodlari bilan osongina to‘g‘rilanadi, ya’ni xatoliklar paketi davomiyligining 193 mks dan oshmagan vaqtda hech qanday qo‘shimcha tekshiruvchi bitlar kiritmay xatoliklarni aniq to‘g‘rilash imkoni mavjud bo‘ladi. ATSC intersegmenti 52 segmentdan iborat va segmentning davom etish vaqti 77,3mks bo‘lganda, xalaqitning ta’sir etish vaqti chegarasi taxminan 4ms gacha ko‘tariladi.



**8-VSB режими учун аввалги сегментнинг 12 симболидан сўнг охири резерв майдоннинг синхро символлари (МСС) нусхаланadi**

4.17-rasm. ATSC tizimining uzatish signali tuzilishi.

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.

Uzatish uchun to'liq shakllangan signal: maxsus tayanch-signalning qo'shilishi va sinxrosignallar joylashtirilishlari multipleksorda amalga oshiriladi: MPEG -2 standarti uchun sinxrobayt segmentlari 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'rsatkichlari 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 hisoblanadi. 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 desimetrli diapazonlarning yuqori chastotali signallariga aylantiriladi. 8 – VSB modulyatorining chiqish signali DTV – teleuzatgichga boradi, u yerda kanal polosasining ichiga tushadigan va uzatgich nochiziqliklari tufayli chaqiriladigan 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.

### **Raqamli televideniening 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 televidenion eshittirish va kabelli televideniesi tarmoqlarida ma'lumotlar oqimini shakllantirish va uzatish maqsadida ishlab chiqilgan edi. Hozirda DVB raqamli televideniening 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 televidenie eshittirishni tashkil etish va turli chastota diapazonlari uchun raqamli televidenie signallari taqsimoti tizimlaridir. Yaponiya ISDBning tizimining maqsadi televidenie eshittirishlari uchun turli xildagi xizmatlarning integratsiyasini ta'minlashdir. Kelajak televizorini ishlab chiqaruvchi operatorlardan quyidagilarni: sun'iy yo'ldosh, yer usti va kabel televidenieleri 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 talab etilmoqda. Shuning uchun ISDB standarti va yuqori aniqlikdagi raqamli televidenie, raqamli radioeshittirish, shuningdek turli xildagi kombinatsiyali va matn bilan, statik tasvir, grafika va boshqa ma'lumotlar bilan hamohang, (masalan: kompyuter dasturlari) radioeshittirish va raqamli televidenie 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 hisoblanadi. 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 shakllanadi. 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 himoyalashning yuqori qiymatiga erishishga imkon beruvchi DQPSK- differensial kvadraturaviy faza manipulyatsiyasi qo'llaniladi. Modulyatsiyaning bunday usulida modulyatsiyalash simvollarini xuddi QPSK holatidagidek ikki razryadli ikkilik so'zlardan shakllanadi.



**ISDB – T ning DVB – T tizimidan prinsipial farqlariga** yuqorida keltirilgan BST – OFDM usuli doirasidagi segmentlashtirish va ma’lumotlarni vaqtli oralatish kiradi. **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‘rilash 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 trasporti oqimining radiosignalga aylantirilishi: multipleksirlash, kanalli kodlash, modulyatsiyalash, shuningdek qabul qilgich funksiyasi va uzatish konfiguratsiyasini boshqarishlarini o‘z ichiga oladi (5.18 – rasm). MPEG– 2 transport oqimi demultipleksirlanadi va qayta multipleksirlanadi, bunda ma’lumotlar segmenti tashkil etiladi. Kanalli kodlashdan keyin ma’lumotlar segmentlari OFDM chastota segmentlariga shakllantiriladi. Ularning har biri kanal chastota polosasining kengligiga bog‘liq bo‘lgan tegishli chastota polosasini egallaydi (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 egallaydi.

Bir necha segmentlar, bitta fizik kanal doirasida, mantiqiy aloqa kanallari hosil qiladigan, **qatlam** deb nomlanadigan bir guruhga birlashishi mumkin. Bitta kanalda bir vaqtning o‘zida 3 tagacha qatlam uzatilishi mumkin (5.19 – rasm). Ierarxik uzatishga turli parametrli qatlamlarni uzatish orqali erishiladi. Tashuvchilarni modulyatsiyalash usuli, ichki kod tezligi va vaqt bo‘yicha oralatish intervalini o‘zgartirishga ruxsat etiladi.



4.18 – rasm. ISDB – T tizimning uzatish chizmasi





4.19 – 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 teleeshittirish 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 – Transnission and Multiplexing Configuration Control – Pilot) qo'llaniladi. Har bir segment ma'lumotlari vaqt davomida formatlanadi va OFDM kadrlariga birlashadi (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 Fure 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'shiladi. Uzluksiz tayanch–signal har doim 0 raqamli tashuvchi yordamida uzatiladi. Taqsimlangan tayanch signallar har yigirmanchi tashuvchida va har to'rtinchi OFDM simvolidan o'tadi. Kadr tarkibida uzluksiz va taqsimlangan tayanch – signallardan tashqari, TMSS multipleksirlash va uzatish konfiguratsiyasini boshqarish signallari, shuningdek AS (Auxiliary Channel) qo'shimcha ma'lumotlari uzatiladi. 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’minlanadi. Segmentlar 5.20- rasmda ko‘rsatilganidek raqamlanadi.



4.20-rasm. Uzatilayotgan radiosignal spektri ( $N_S$ -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 televidenie ma’lumotlariga ajratilishi mumkin va ular statsionar 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 uzatiladi. Spektrning yuqori qismiga yana bitta tashuvchi qo‘shiladi va u uzluksiz tayanch signalni uzatilishini ta’minlaydi.

Agar statsionar qabul qilgich integrallashgan bo‘lsa, unda u markaziy segmentda uzatiladigan ham televidenie dasturlarini ham radioeshittirishni ham ma’lumotlarni qabul qilish mumkin. Boshqa variantda ikki guruh segmentlari standart aniqlikdagi televideniening 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 televizion eshittirish zamonaviy konsepsiyasiga javob beradi va kelajakda yangi xizmatlarni kiritish uchun keng imkoniyatlarni ta’minlaydi.

**Uch o‘lchamli televidenie asoslari va texnologiyasi.** Uch o‘lchamli tasvir va ob’ektlarni hosil qilish va ushbu tasvirlar ustida ishlash yaqin-yaqinlargacha ilmiy-fantastika hisoblangan. Texnologiya rivojlanishi va takomillashishi oqibatida 3D – videolar, 3DTV-televideniyesi ham yaratila boshlandi. 3D tasvir konsepsiyasi ilgari suradigan g‘oya bu-tasvirning original holatidan farqlay ololmaslik qobiliyatini shakllantirishdan iborat. Ya’ni tomoshabin haqiqiylik va virtuallik olamlari farqiga

bora olmaydigan darajada rivojlanishga erishish. Ushbu tasvirlar muhitda surib yurishi yoki stol ustida real harakatlarni amalga oshirish lozim<sup>22</sup>.

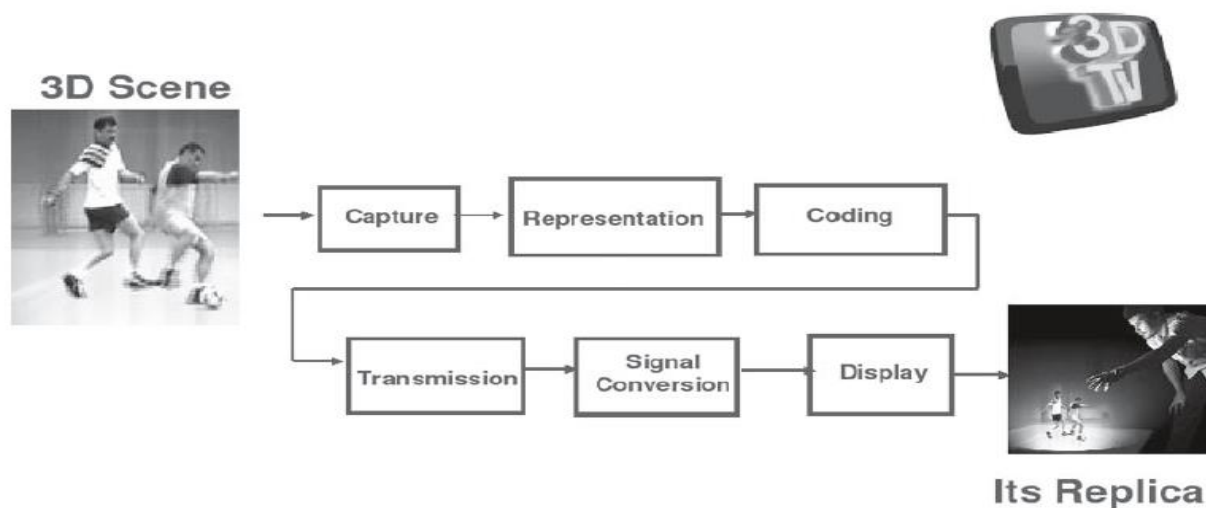
3D tasvir, rolik va video ma'lumotlar yaratilishi uzoq tarixga bog'lanadi. Stereoskopik tasvirlar ilk bor 1839 yilda yaratilgan. 1920 yilda 2D televidenie tizimi asosida hozirda mavjud 3D televidenie maketi namoyish qilingan. 3D filmlarning ilk namoyishi esa 1990 yillarga kelib paydo bo'la boshlagan.

2D televideniesi shiddat bilan rivojlanayotgan muddatda 3D televidenie ustida 1950 yillarga deyarli hech qanday yangilik yaratilmagan. Buni albatta turli geosiyosiy va iqtisodiy masalalar bilan yoritish mumkin.

3D tasvir hosil qilinishi quyidagicha: 2D o'lchamda ikkita videooqim ma'lum vaqt farqi bilan alohida alohida qilib tasvirga olinadi. Hosil bo'lgan ikkita videooqimni tomoshabin aloxida ravishda chap va o'ng ko'zlari yordamida tomosha qilsa, unda real muhitga kirish hissiyotini taqdim etadi. Bu fiziologik jarayon inson ongida avtomatik ravishda sodir bo'ladi. 3D televideniesini yaratish va takomillashtirish ustida yetuk olimlar va mutaxassislar aynan mana shu fiziologik jarayonni asos qilib olishadi. Texnologiya chetdan qaraganda oddiy ko'ringani bilan chuqur ilmiy tadqiqotlar va tajribalar talab qiladi.

3D tasvir hosil qilishning yana bir turi bu polyarizatsiyasi bo'yicha bir birida keskin (vertikal, gorizontal) farq qiluvchi ikkita mustaqil videooqim yaratish va ushbu oqimni maxsus yasalgan oynalari polyarizatsiyasi bo'yicha vertikal va gorizontal bo'lgan ko'zoynak yordamida tomosha qilish natijasida ham olish mumkin.

So'nggi yillarda 3DTV tizimining takomillashtirilishiga katta e'tibor qaratildi. Tasvir ishonchligini oshirish dolzarb masalalardan biri bo'lib kelmoqda. Texnologiyada tasvirga ishlov berish jarayonlariga quyidagicha: tasvirni olish, 3 o'lchamli holatga o'tkazish, siqish, uzatish, interaktiv renderlash va namoyish qilish.



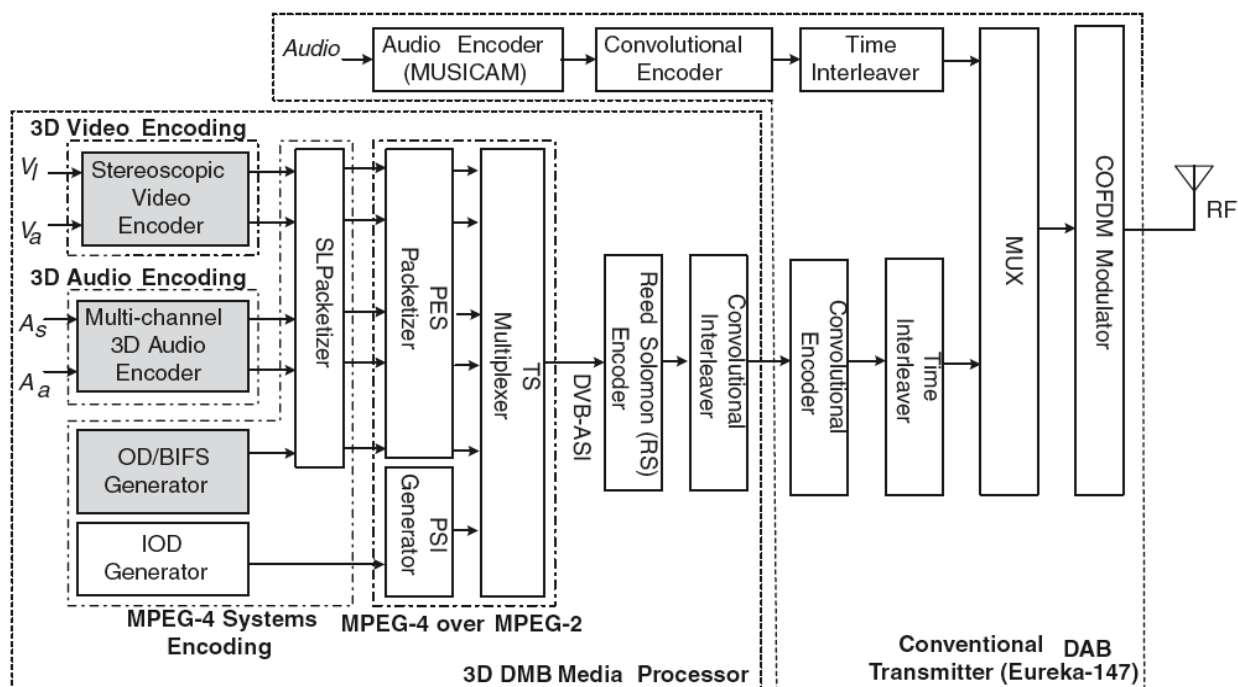
4.21.rasm. 3DTV tizimda tasvirni qayta ishlash bloklari.

Tizimning murakkabligi shundan iboratki texnologiya umumiy dizayni turli tizim osti tizimlarning parametrlarini hisobga olishi, kerakli vaqt va signal darajalari

<sup>22</sup> Three-dimensional Television. Capture, Transmission, Display. H.M. Oractas, L.Onural (Eds) Springer USA 2014 page 1.

bo'yicha sinxronizatsiyaga erishishi lozim. Masalan: interaktiv displey 3D kontentga mustaqil ulangan bo'lishi va bashoratlash qobiliyati kabi muammoni mustaqil yecha olishi lozim.

Yaratilgan tasvir formatini tanlash 3DTV texnologiyasi asoslaridan biri hisoblanadi. Bir tomondan u ma'lumotlarni qayta ishlash talablarini belgilab bersa ikkinchi tomondan u vizualizatsiya algoritmini, interaktivlik rejimi darajasini va uzatilayotgan signal parametrlarini belgilaydi. Bundan tashqari yaratilayotgan kontent tarkibiga 3 o'lchamli "to'r", ma'lum piksel chuqurligidagi MultiView video kabi signallar kiradi.



4.22.rasm. T-DMB tizimining struktura sxemasi, 3D-xizmatlari joriy qilinish

```

ObjectDescriptor { //OD for 3D Video
  ObjectDescriptorID 3
  esDescr [ // Description for Video(Left-view Images) ES
    ES_Descriptor {
      ES_ID 3
      OCRstreamFlag TRUE
      OCR_ES_ID 5
      muxInfo muxInfo { ... }
      decConfigDescr DecoderConfigDescriptor {
        streamType 4 // Visual Stream
        bufferSizeDB 15060000
        objectTypeIndication 0x21 // reserved for ISO use
        decSpecificInfo DecoderSpecificInfoString { ... } }
      slConfigDescr SLConfigDescriptor { ... } ] ]
  esDescr [ // Description for 3D Additional Video Data(Right-view Images ) ES
    ES_Descriptor {
      ES_ID 4
      Stream DependenceFlag TRUE
      dependsOn ES ID 3
      OCRstreamFlag TRUE
      OCR_ES_ID 5
      muxInfo muxInfo { ... }
      decConfigDescr DecoderConfigDescriptor {
        streamType 4 // Visual Stream
        bufferSizeDB 15060000
        objectTypeIndication 0xC0 // User Private
        decSpecificInfo DecoderSpecificInfoString { ... } }
      slConfigDescr SLConfigDescriptor { ... } ] ] }

```

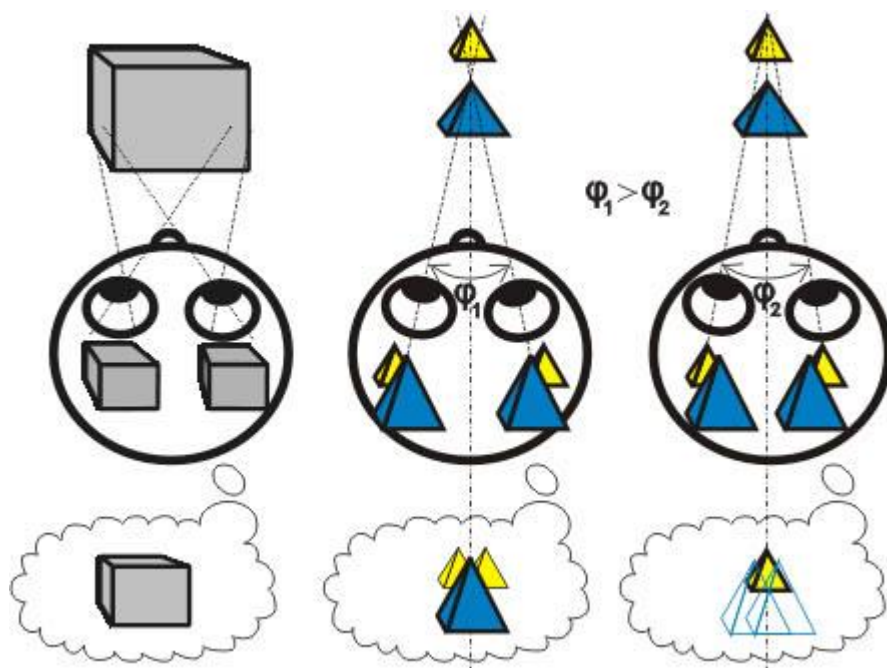
3D video uchun OD sxematik tizimi

Hajmli televideniye tashkil qilishdagi eng katta muammo bu mavjud eshittirish tarmogʻining oʻkazuvchanlik qobiliyatini oshirish va mustaqil boʻlgan bir nechta videooqimlarni aloqa kanali boʻylab uzatishdan iborat. Hozirgi kunda mavjud keng polosali tarmoq ushbu kontentni uzatish imkoniyatini taqdim eta oladi. Muammo shundan iborat boʻladiki, yaratilgan tizim juda qimmat va har qanday foydalanuvchi bunday texnologiyani sotib olish imkoniyatiga ega boʻla olmaydi.

### **Inson 3 oʻlchamli tasvir qabul qilishining fizik asoslari.**

Inson 3 oʻlchamli tasvirni real holatdagi kabi qabul qilishi binokulyar koʻrish qobiliyati bilan asoslanadi. Maʼlumki inson koʻzlari oʻrticha 60-70 mm oraliqda joylashadi. Bu oraliq tufayli chap va oʻng koʻz hosil qilgan tasvir bir-biridan qisman farqlanadi. Ushbu ikkita tasvirlar **stereojuftliklar** deb ataladi. Tasvirlar farqlarini aniqlagan miyada obʻektgacha boʻlgan masofa, uning kattaligi 3 oʻlchamli muhitda joylashgan oʻrni kabi maʼlumot shakllanadi.





4.23.rasm. Parallaks: har bir ko‘z ob‘ektini o‘z holatidan kelib chiqib ko‘radi, miya esa tasvirlar farqiga qarab 3 o‘lchamli namuna yaratadi.

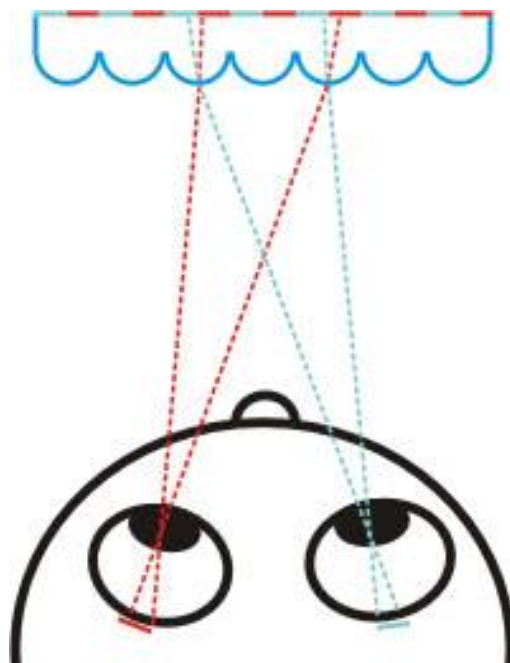
O‘rganilayotgan ob‘ektning surilishi kabi sezgini hosil bo‘lishi parallaks deyiladi va hajmli televideniening asosi hisoblanadi. 3D tasvir hosil qiluvchi deyarli barcha texnologiyalar – tasvirni ikkiga, chap va o‘ng ko‘zlar uchun alohida videooqimlarga ajratib tashkil qilinadi. Ularning farqi separatsiya (bo‘linish) jarayonini qaysi prinsipga asoslanib amalga oshirilishida. Ushbu usullardan bir qanchasini ko‘rib chiqamiz.

**Anaglifik usul** Dalmeyda va Dyuko dyu Oronom tomonidan **1858** yilda taklif qilingan va 1935 yilda Lui Lyumer tomonidan amalga oshirilgan. Texnologiyasi – stereojuft tasvirlar ikki xil rangga bo‘yaladi va ikkalasi birgalikda 3 o‘lchamli tasvir hosil qiladi. Ushbu usul deyarli barcha kinonamoyishlar, televizorlar va teleeshittirishlarda qo‘llaniladi. Avfzalligi – arzon va oddiy, kamchiligi – ba‘zi bir ranglarning yuqolib qolishi.

**Polyarizatsiyali usul** J. Anderton tomonidan 1891da taklif qilingan, 1935 yilga kelib Ye. Lend polyarizatsiyalingan plyonka yaratishi bilan bu usul ommaviylashib ketdi. Ishlash prinsipi – chap va o‘ng stereojuftliklar bir vaqtda turli polyarizatsiyalangan burchak ostida proeksiyalanadi. Tomosha esa mos filtrli ko‘zoynak bilan amalga oshiriladi.

**Rastrli stereousul.** Birinchi marta ko‘zoynaksiz 3 o‘lchamli tasvir hosil qilish va ko‘rish usulini Berte va Lizeganlar 1896 yilda taklif qilishgan. Ushbu usul asosida yorug‘likni so‘ndiruvchi parallel rastr yotadi. Ushbu texnologiya prinsipi 5.24-rasmda ko‘rsatilgan.





4.24.rasm. Linzali rastr yordamida stereotasvir hosil qilish. Chap ko‘z uchun tasvir shartli ravishda qizil rang bilan, o‘ng ko‘z uchun esa ko‘k rang bilan belgalangan.

O‘z o‘rnida savol paydo bo‘ladi. Bunday turdagi tasvirlarni qanday ekranlar (monitor, display) namoyish qila oladi? Bir **3D** display sifatida 3D tasvirlarni ko‘zoynaklarsiz yoki qo‘shimcha qurilmalarsiz namoyish qila oladigan har qanday turdagi displeylarni tushunamiz.

**3D** displeylar texnologiyasi bo‘yicha 4 turga bo‘linadi.

1. Stereoskopik. Chap va o‘ng ko‘zlar uchun alohida bo‘lgan tasvirlarni namoyish qiladi.
2. Multiko‘rinishli. Bir nechta ketma ket bo‘lgan rakurslar namoyishi orqali hajmli tasvir namoyish qiladi.
3. Golografik. Uzlusiz bo‘lgan yorug‘lik signallari yordamida 3 o‘lchamli tasvir hosil qiladi.
4. Volyumetrik. Tasvirni vektorlar yoki nuqtalar harakati yordamida hosil qilib 3 o‘lchamlilik hissini beradi.

#### **Amaliy bajarish uchun vazifalar**

1. Yer usti televideniesining yangi avlodini yartilishiga asosan qanday omillar sabab bo‘ldi?
2. DVB-T2 yangi standarti ishlab chiqilganda unga qanday talablar qo‘yildi?
3. T2-MI paket strukturasi tarkibini tushuntiring.
4. T2 kanalli kodlash tizimida **oralatishning qanday kaskadlari** ishlatiladi?
5. T2 tizimi o‘tkazuvchanlik qobiliyati oldingi avlod tizimidan qancha miqdorga farqlanadi?
6. ATSC va DVB-T tizimlaridagi texnologik farqli jihatlarini sanab o‘ting.
7. ISDB va DVB-T tizimlaridagi texnologik farqli jihatlarini sanab o‘ting.
8. 3 o‘lchamli tasvir hosil qilish usullarini sanab o‘ting.

9. 3 o'lchamli tasvir hosil qilish usullaridan Anaglifik usulga ta'rif bering.
- 10.3 o'lchamli tasvir hosil qilish usullaridan Polyarizatsiyali usulga ta'rif bering.
11. 3 o'lchamli tasvir hosil qilish usullaridan Rastrli stereousulga ta'rif bering.

#### **Adabiyotlar va internet saytlar:**

1. Digital Video and Audio Broadcasting Technology A Practical Engineering Guide Third Edition, by Walter Fischer, printed at Springer Heidelberg Dordrecht Germany 2014. Chapter-22, 23, 35, 36, 37.
2. Digital Television. Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework Third Edition, by Hervé Benoit, printed at Focal Press Elsevier, USA 2013.
3. Three-dimensional Television. Capture, Transmission, Display. H.M. Oractas, L.Onural (Eds) Springer USA 2014. Chapter 1, 3
4. “ Raqamli televideniye” X.C.Coatov taхрири ostida И.А.Гаврилов, Т.Г.Рахимов, А.Н.Пузий, X.X.Носиров, Ш.М.Кадиров. Тошкент 2016. 400 бет.

## KO'CHMA MASHG'ULOT

### Kvantlash jarayonini videoma'lumotlar siqish qiymati va statik tasvirlar sifatiga bog'liqligini tadqiq qilish (2 soat)

**Ko'chma mashg'ulotning maqsadi** – TATU Texnologiyalar transferi, inkubatsiya va akseleratsiya bo'limi o'quv laboratoriyasida olib borilayotgan loyihalar misolida imkoniyatlarini namoyish etish.

#### **2.Masalaning qo'yilishi: Topshiriqlar**

2.1. Turli janr va syujetli 780x576 o'lchamdagi BMP formatli 3-4 ta sinov tasvirlarini yuklang.

2.2. Tanlangan tasvirlarni 5ta veyvlet filtrlaridan (**Deslauriers-Dubuc(9,7); LeGall(5,3); Deslauriers-Dubuc(13,7), Haar, no shift per level; Daubechies(9,7)**) o'tkazib qayta ishlash, sinov sifati 10.00 holatida.

2.3. Olingan natijalarni jadval shaklida yozib oling.

2.4. Sinov tasvirlari hajmining qo'llanilayotgan veyvlet filrlariga bog'liqlik gistogrammasini chizing.

2.5. Olingan natijalarni tahlil qiling.

#### **Qisqacha nazariy ma'lumot.**

##### **Veyvlet almashtirish asosida ma'lumotlar hajmini siqish**

Ushbu amaliy ishdan maqsad veyvlet almashtirish asosida televizion signallarni siqish usulini tadqiq qilish. Amaliyot ishi qo'lanmasida jami 4ta ish ko'zda tutilgan bo'lib tinglovchilar uchun batafsil yo'riqnoma sifatida berilgan.

##### Veyvlet almashtirishning umumiy tahlili

Raqamli televideniada tasvir signallariga ishlov berish usullaridan biri bo'lgan VA usuli oxirgi paytlarda keng qo'llanilib kelinmoqda. Texnologiya algoritmi o'tgan asrining 80-yillarida Grossman va Morlelar tomonidan yaratilgan. Ushbu texnologiya yaratilishiga asosiy sabab DKO' va Fure almashtirish usullarining asosiy kamchiliklaridan biri bo'lgan qayta tiklangan tasvirda paydo bo'ladigan yo'qotishlarni oldini olish bo'lgan. Bundan tashqari televizion signal murakkab shakldagi impulslardan tashkil topgan. Ushbu imulslar davomiyligi va darajasi uzatilayotgan vaqt birligi ichida uzatilayotgan syujet tarkibiga qarab 300 martagacha o'zgarib turishi mumkin. Bunday holatlar uchun garmonik funksiyalar piksellari dekorrelyatsiyasini qo'llash yetarlicha samaradorlikni bermaydi va siqish koeffitsientining yuqori miqdorlarida yo'qotishlarsiz siqish imkoniyatni bera olmaydi. Ayniqsa siqish koeffitsientining past chegaralarida tasvir mayda strukturalar yig'indisi sifatida namoyon bo'lib qoladi (rasm 1b).



a) Ksk=25 marta

b) Ksk=3,5 marta

1-rasm. DKA asosida tasvirlarni yo‘qotishsiz siqish natijalari

Tasvir ikki o‘lchamli signal bo‘lganligi tufayli uni VA usulida qayta ishlash ikki bosqichda amalga oshiriladi: avval satrlar, so‘ngra ustunlar qayta ishlanadi yoki teskarisi.

Xaarning eng oddiy VA usuli bo‘yicha, 2ta koeffitsientlar past va yuqori chastotali filtrlardan o‘tib, PChF natijalarini ikki qo‘shni nuqtalar o‘rtacha qiymati va YuChF qiymatlari esa sonli differensiallik darajalarini namoyon qiladi. Natijada ikkita  $A_{[N/2]}$  va  $D_{[N/2]}$  massivlar hosil bo‘ladi. Massivlar elementlari quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$A_k = \frac{S_{2k} + S_{2k+1}}{2}, \quad D_k = \frac{S_{2k} - S_{2k+1}}{2}, \quad \text{bu yerda } k \in [0, N/2)$$

**PCh koeffitsientlar** **approksimaksiya**  $A_{[N/2]}$  signallari, **YuCh koeffitsientlari** esa **detalizatsiya** deyiladi. Bunday holatlarda A va D massivlariga ega bo‘lgach  $S_{[N]}$  birlamchi signalni qayta tiklash mumkin (2-rasm),  $A_{[N/2]}$  va  $D_{[N/2]}$  massivlar sonli qiymatlari esa yortilganlik nuqtalari sifatida namoyon bo‘ladi.



2-rasm. Veyvlet- dekompozitsiya prinsipi

Veyvlet o‘zgartirish prinsipini 3-rasmda keltirilgan misolda, tasvir signalini o‘zgartirishda ko‘rish mumkin.

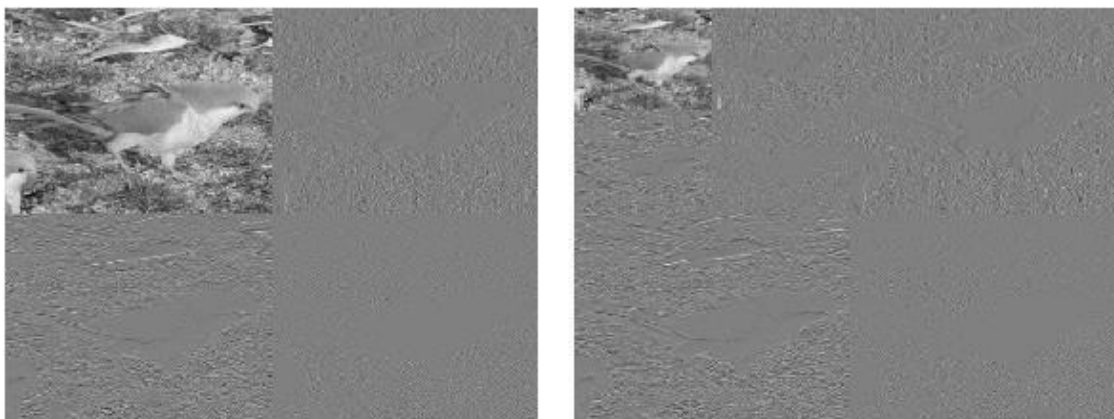
Filtr bu kichkina “derazacha ” shaklda bo‘lib, u yerda yorug‘lik va ranglar piksel qiymatlari keltirilgan veyvlet – funksiyaning koeffitsientlariga ko‘paytiriladi va ko‘paytma qiymatlar yig‘indisi olinadi. Undan so‘ng “derazacha” boshqa qiymatni hisoblash uchun siljiriladi. Videoma’lumotlarni gorizontal 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 (4-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 (4 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 (4 b- rasm) da keltirilgan.



3-rasm. Daslabki tasvir va satrlar bo‘yicha veyvlet – dekompozitsiyasidan so‘ng

Shunday qilib, ko‘p marotaba veyvlet dekompozitsiyalash (o‘zgartirish) natijasida, approksimatsiyalash massivida juda kichik tasvir olinadi (6-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 (6-rasmda nolga qiymati 128 bo‘lgan kul rang mos keladi), ular statistik kompressorda yaxshi siqiladi va katta siqish koeffitsientiga erishishga imkon beradi.





a) b)  
4-rasm. Tasvirning satrlar va ustunlar bo‘yicha veyvlet filtrlari yordamida o‘zgartirish va ikki marta o‘zgartirishdan keyingi holati.

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 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.Ishning bajarilish tartibi

- 3.1. Veyvlet videokodek dasturini yuklang.
- 3.2. «Zagruzit nabor vhodnyx izobrajeniy», tugmasini bosib tanlangan tasvir fayllaridan birini yuklang. Agar namoyish qilish panelida tasvir oldindan yuklangan bo‘lsa 3.3. punktga o‘ting.
- 3.3. Namoyish qilish panelida tasvir paydo bo‘lgach, uni rangfarq bo‘yicha qayta ishlash turini tanlash, masalan, YUV 4:2:2 va «Konvertirovat» tugmasini bosish lozim. So‘ngra namoyish qilish panelida RGB formatiga o‘tkazilgan va qayta ishlangan tasvir hosil bo‘ladi.
- 3.4. «Koder» vkladkasiga o‘ting.
- 3.5. «Kachestvo» ya’ni sifat ko‘rsatgichini 10.00 qiymatga sozlang.
- 3.6. «Dopolnitelno» tugmasini bosib, Intra veyvlet filtr tipini **Deslauriers-Dubuc (9,7)** holatga sozlab oling, agar bunga ehtiyoj sezilsa.
- 3.7. Sozlamalarning qo‘shimcha oynisani (Dopolnitelno) yoping.
- 3.8. «Nachat kodirovanie» tugmasini bosib, kodlash jarayonini boshlang.
- 3.9. Kodlash natijalaridan siqish koeffitsienti va o‘rtacha koeffitsientlarni jadvalga yozib oling.
- 3.10. Namoyish qilish panelida «Dekodirovannye izobrajeniya» ya’ni dekoderlangan tasvir punkti aktivlashadi. Bu punktda qayta ishlangan tasvir sifatini vizual solishtirish imkoniyati mavjud.
- 3.11. Sozlamalardan boshqa turdagi veyvlet filtrlarni tanlang va 3.6-3.10 punktlarda keltirilgan amallarni bajaring.
- 3.12. 3.2-3.10 punktlarni barcha sinov tasvirlari uchun qo‘llang
- 3.13. Dasturni yoping.



## **Adabiyot va internet saytlar:**

1. "Digital Television. Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework Third Edition, by Hervé Benoit, printed at Focal Press Elsevier, USA 2013.
2. Digital television. Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework Third Edition, by Hervé Benoit, printed at Focal Press Elsevier, USA 2013.
3. " Raqamli televidenie" X.S.Soatov tahriri ostida I.A.Gavrilov, T.G.Raximov, A.N.Puziy, X.X.Nosirov, Sh.M.Kadirov. Toshkent 2016. 400 bet.

## **KO'CHMA MASHG'ULOT**

### **DVB, ATSC va ISDB standartlarida signallarning paket tuzilishi, ularni shakllantirish, qayta ishlash va uzatish xususiyatlari (4 soat)**

**Ko'chma mashg'ulotning maqsadi** – TATU o'quv laboratoriyasida olib borilayotgan loyihalar misolida imkoniyatlarini namoyish etish.

#### **2. Masalaning qo'yilishi: Topshiriqlar**

- 2.1. Veyvlet almashtirishida dekompozitsiya sikllari sonining o'zgarishi statik videoma'lumotlar siqish koeffitsientiga ta'sirini o'rganish tajribasini sifat faktori birligi 10.00 qiymatga teng holatda o'tkazing.
- 2.2. Olingan natijalarni jadval shaklida yozib oling.
- 2.3. Sinov tasvirlari hajmining veyvlet almashtirishi sikllari soniga bog'liqlik gistogrammasini chizing.
- 2.4. Olingan natijalarni tahlil qiling.

#### **Qisqacha nazariy ma'lumotlar bo'yicha 4-amaliyotga qarang.**

#### **3.Ishning bajarilish tartibi**

- 3.1. Veyvlet videokodek dasturini yuklang.
- 3.2. «Zagruzit nabor vhodnykh izobrajeniy», tugmasini bosib tanlangan tasvir fayllaridan birini yuklang. Agar namoyish qilish panelida tasvir oldindan yuklangan bo'lsa 3.3. punktga o'ting.
- 3.3. Namoyish qilish panelida tasvir paydo bo'lgach, uni rangfarq bo'yicha qayta ishlash turini tanlash, masalan, YUV 4:2:2 va «Konvertirovat» tugmasini bosish lozim. So'ngra namoyish qilish panelida RGB formatiga o'tkazilgan va qayta ishlangan tasvir hosil bo'ladi.
- 3.4. «Koder» vkladkasiga o'ting.
- 3.5. «Kachestvo» ya'ni sifat ko'rsatgichini 10.00 qiymatga sozlang.
- 3.6. «Dopolnitelno» tugmasini bosib va «Glubina preobrazovaniya» ya'ni qayta ishlash chuqurligi qiymatini 2 ga teng qilib sozlang.
- 3.7. Sozlamalarning qo'shimcha oynasini (Dopolnitelno) yoping.
- 3.8. «Nachat kodirovanie» tugmasini bosib, kodlash jarayonini boshlang.
- 3.9. Natijalarni (siqish koeffitsienti va qayta ishlash vaqtini) jadvalga yozib

oling.

- 3.10. «Glubiny preobrazovaniya» qiymatini 3; 4; 5; 6 qiymatlariga sozlab
- 3.6-3.9 punkt amallarini bajaring.
- 3.11. 3.2-3.10 punktlarni barcha sinov tasvirlari uchun qo‘llang.
- 3.12. Dasturni yoping.

### **Adabiyot va internet saytlar:**

1. “Digital Television. Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework Third Edition, by Hervé Benoit, printed at Focal Press Elsevier, USA 2013.
2. Digital television. Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework Third Edition, by Hervé Benoit, printed at Focal Press Elsevier, USA 2013.
- 3 . “Рақамли телевидение” Х.С.Соатов таҳрири остида И.А.Гаврилов, Т.Г.Рахимов, А.Н.Пузий, Х.Х.Носиров, Ш.М.Кадиров. Тошкент 2016. 400 бет.

# V-BO‘LIM

## KEYSLAR BANKI

## V. KEYSLAR BANKI

### Televizion tasvir va ovoz signallarini siqish

**Berilgan keys-stadining maqsadi:** Tinglovchilarda raqamli televideniya qoʻllaniladigan siqish uslublari boʻyicha bilim va koʻnikmalarni rivojlantirish, oʻtilgan mavzular boʻyicha egallangan bilimlarini tekshirib koʻrishdan iborat.

**Kutilayotgan natijalar:** Oʻrganilayotgan mavzu boʻyicha amaliy koʻnikmalarga ega boʻladi; siqish va kodlash turlarini oʻrganadi va tahlil qiladi; muammolarni yechish uchun siqish algoritmlarining qiyosiy tahlilini oʻtkazadi; raqamli televideniya qoʻllaniladigan siqish algoritmlarining asoslarini oʻrganadi; har bir faoliyat turi boʻyicha tavsiyalar ishlab chiqish koʻnikmalari shakllanadi.

**Keys-stadini muvaffaqiyatli bajarish uchun tinglovchi quyidagi bilimlarga ega boʻlishi lozim:**

**Tinglovchi bilishi kerak:** oliy matematika, diskret matematika fanlaridan chuqur bilimlarga; siqish algoritmlarining qiyosiy tahlili; raqamli televideniya qoʻllaniladigan siqish va kodlash algoritmlarini farqi; amplituda, faza va chastota modulyatsiya asoslari.

**Tinglovchi amalga oshirishi kerak:** mavzuni mustaqil oʻrganadi; muammoning mohiyatini aniqlashtiradi; gʻoyalarni ilgari suradi; maʼlumotlarni tanqidiy nuqtai nazardan koʻrib chiqib, mustaqil qaror qabul qilishni oʻrganadi; oʻz nuqtai nazariga ega boʻlib, mantiqiy xulosa chiqaradi; maʼlumotlarni taqqoslaydi, tahlil qiladi va umumlashtiradi;

**Keys-stadida real vaziyat bayon qilingan. Keys-stadining obʻekti** – raqamli televideniya qoʻllaniladigan kodlik ortiqchalik, elementlar aro yoki statistik ortiqchalik, psixovizual ortiqchalik, tuzilmaviy ortiqchalik, vaqtli yoki kadrlararo ortiqchalik kabi parametrlarni hisobga olgan holda siqish algoritmlari.

**Keys-stadida ishlatilgan maʼlumotlar manbai:** raqamli televideniya yuqori sifatli tasvir signallarini efirga uzatishda vujudga keladigan muammolar asosida olingan maʼlumotlar asosida ishlab chiqilgan.

**Keys-stadining tipologik xususiyatlariga koʻra xarakteristikasi:** mazkur keys-stadi kabinetli keys-stadi toifasiga kirib, syujetsiz hisoblanadi. Keys-stadi muammolarni taqdim qilishga, ularni hal etishga hamda tahlil qilishga qaratilgan.

Bu tashkiliy-institutsional keys-stadi, tahliliy yozishma koʻrinishida tuzilgan.

U tuzilmalanmagan, qisqa hajmdagi keys-stadi – texnologiya hisoblanadi. Oʻquv topshirigʻini taqdim etish usuli boʻyicha – keys-stadi topshiriq.

Didaktik maqsadlarga koʻra treningli keys-stadi hisoblanadi, shuningdek bu keys-stadi amaliy mashgʻuloti davomida belgilangan mavzu boʻyicha olingan bilimlarni mustahkamlashga moʻljallangan. Ushbu keys-stadi OTM Tinglovchilari uchun “Raqamli televidenie” fanida foydalanilishi mumkin.

## **Keys-stadi: Televizion signallarning ortiqcha ma'lumotining turlari va ortiqchalikni olib tashlash usullari**

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

- 1) *Kodlik ortiqchalik;*
- 2) *Elementlararo yoki statistik ortiqchalik;*
- 3) *Psixovizual ortiqchalik;*
- 4) *Tuzilmaviy ortiqchalik;*
- 5) *Vaqtli yoki kadrlararo ortiqchalik.*

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

*Keysdagi asosiy muammo raqamli televideniada qo'llaniladigan siqish uslublarining qo'llanilish sohasiga (IPTV, ur usti televideniesi, internet televidenie, mobil televidenie va b.q.) qarab eng maqbul (optimal) variantlarini ishlab chiqishga qaratilgan.*

### **Raqamli televideniada qo'llaniladigan siqish uslublari**

Bu holatda videooqim tuzilmasi ortiqchaligi yo'qotilgan tayanch kadridan 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'rsatkichlariga, qo'llanilgan algoritmlar murakkabligiga hamda tezkorligiga bog'liqdir.

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.

### **Spektr o'zgartirish asosida tasvir signalini siqish**

Tasvir va video ketma-ketlikni siqishni, xar 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 kamchiliklari mavjud.

Masalan **Adamar almashtirishning** afzalligi uning amaliyotda oson qo'llanishi va hisoblashlarning soddaligi. Bu almashtirish o'zgaras-bo'lakli funksiyalar uchun, ayniqsa signalning o'zgaras 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.

**Diskret-kosinus o'zgartirish asosida tasvirlarni siqish.** DKO' spektrining xususiyati shundan iboratki, chastota spektri energiyasining asosiy tashkil etuvchilari nol qiymatli chastota atrofida yig'ilganligidir.

**Tasvirni veyvlet o'zgartirishi asosida siqish.** Fure 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.

*Savollar:*

1. Sizningcha ushbu holatda muammo mavjudmi va agar bor bo'lsa u qanday muammo?
2. Ushbu vaziyatda muammoni qayd etuvchi qanday isbot-dalillarni keltira olasiz?
3. Har bir siqish algoritmini qo'llanilish sohalarini aniqlang va sababini ajratib ko'rsating.
4. Muallifning yechimi sizni qoniqtiradimi?
5. Bunday vaziyatda siz muammoni qanday bartaraf etgan bo'lar edingiz?

### **Amaliy vaziyatni bosqichma – bosqich tahlil qilish va hal etish bo'yicha tinglovchiga metodik ko'rsatmalar**

#### **Keys-stadini yechish bo'yicha individual ish yo'riqnomasi**

1. Avvalo, keys-stadi bilan tanishing. Muammoli vaziyat haqida tushuncha hosil qilish uchun bor bo'lgan butun axborotni diqqat bilan o'qib chiqing. O'qish paytida vaziyatni tahlil qilishga harakat qiling.



2. Birinchi savolga javob bering.
3. Ma'lumotlarni yana bir marotaba diqqat bilan o'qib chiqing. Siz uchun muhim bo'lgan satrlarni quyidagi harflar yordamida belgilang:

“D” harfi – muammoni tasdiqlovchi dalillar,

“S” harfi – muammo sabablarini,

“O.O.Y.” harflari – muammoni oldini olish yo'llari.

4. Ushbu belgilar 2,3,4 savollarga yechim topishga yordam beradi.

5. Yana bir bor savollarga javob berishga harakat qiling.

**Guruhlarda keys-stadini yechish bo'yicha yo'riqnoma.**

1. Individual yechilgan keys-stadi vaziyatlar bilan tanishib chiqing.

2. Guruh sardorini tanlang.

3. Vatman qog'ozlarda quyidagi jadvalni chizing.

Muammoni tahlil qilish va yechish jadvali

Muammoni tasdiqlovchi dalillari	Muammoni kelib chiqish sabablari	Muallif tomonidan taklif qilingan yechim	Guruh yechimi

*Ishni yakunlab, taqdimotga tayyorlang.*

**Auditoriyadan tashqari bajarilgan ish uchun baholash mezonlari va ko'rsatkichlari**

Tinglovchilar ro'yxati	Asosiy muammo ajratib olinib, tadqiqot ob'ekti aniqlangan maks. 6 b	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sababi va dalillari aniq ko'rsatilgan maks. 4 b	Vaziyatdan chiqib ketish harakatlari aniq ko'rsatilgan maks. 10 b	Jami maks. 20 b

**Auditoriyada bajarilgan ish uchun baholash mezonlari va ko'rsatkichlari**

Guruhlar ro'yxati	Guruh faol maks. 1 b	Ma'lumotlar ko'rgazmali taqdim etildi maks. 4 b	Javoblar to'liq va aniq berildi maks. 5 b	Jami maks. 10 b
1.				
2.				

8-10 ball – “a’lo”, 6-8 ball – “yaxshi”, 4-6 ball – “qoniqarli”, 0-4 ball – “qoniqarsiz”.

IV. O‘qituvchi tomonidan keys-stadini yechish va tahlil qilish varianti

**Keys-stadidagi asosiy muammo:** *Keysdagi asosiy muammo raqamli televideniya qo‘llaniladigan siqish uslublarining qo‘llanilish sohasiga qarab eng maqbul (optimal) variantlarini ishlab chiqishga qaratilgan.*

**Muammoni tasdiqlovchi dalillar:** Muammoli vaziyatni tahlil qilishga harakat qilamiz. Qo‘llanilish sohasiga ko‘ra (IPTV, yer usti televideniyesi, internet televidenie, mobil televidenie va b.q.) raqamli televideniya qo‘llaniladigan siqish algoritmlarini aniqlaymiz.

- *Uolsh - Adamar almashtirishi;*
- *Karunen – Loeva almashtirishi;*
- *Diskret kosinus o‘zgartirish (DKO‘);*
- *Veyvlet o‘zgartirish (VO‘).*
- *Xaffman usuli*

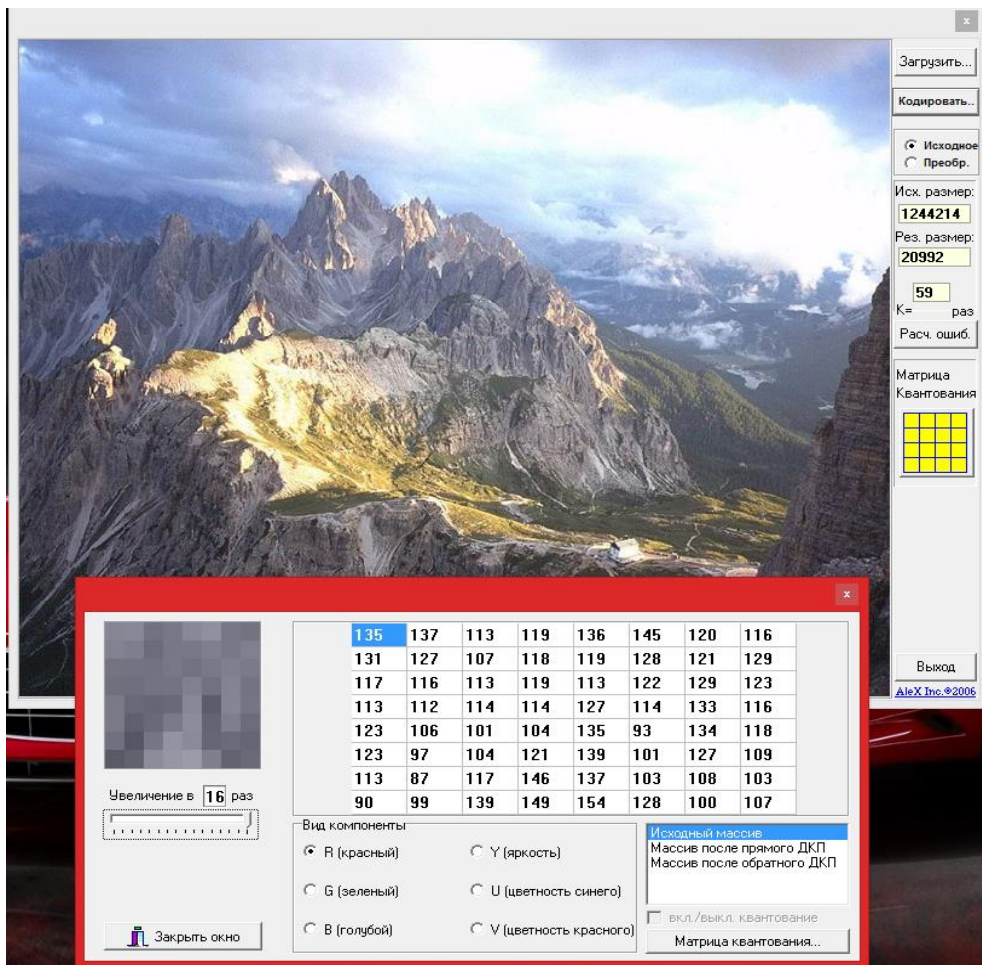
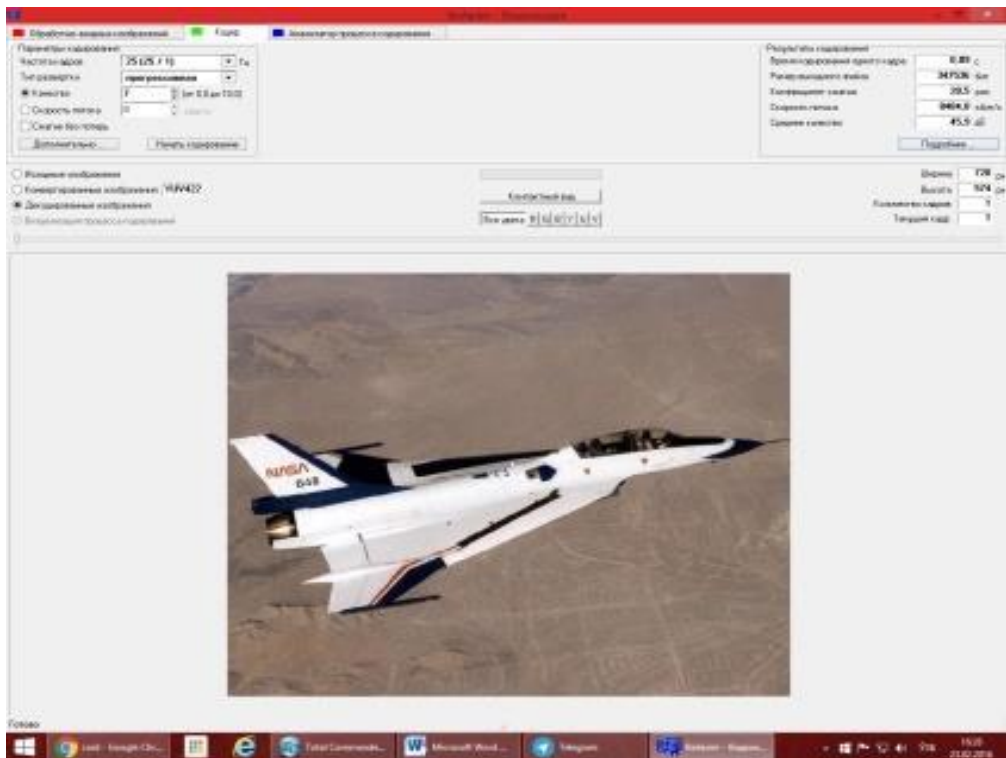
**Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari:** analog televizion signalni raqamli shaklga o‘zgartirilganda, chiqishdagi video ma’lumotlar oqimi 240 Mbit/s gacha yetishi mumkin va bu bir soatda uzatilayotgan ma’lumotlar uchun 108 Gbaytni tashkil etadi. Bu o‘z navbatida raqamli televidenie aloqa tarmog‘i uchun 120MGsli 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‘rsatkichlarini 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.

**Muallif o‘z taklifida muammoni oldini olishda quyidagi yo‘llarini ko‘rsatib bergan:**

Tasvir signallarini kodlash deganda videoma’lumotlarni faqat signalli qismini qayta ishlash hisoblanadi. Jarayon o‘z ichiga noan’anaviy matematik qayta ishlash usullarini oladi Uning maqsadi kanal kengligini siqish va uzatish vaqtini qisqartirish hamda signalning kanaldagi o‘rtacha quvvatini pasaytirish maqsadida uni vaqt birligi ichida iloji boricha kam miqdordagi ikkilik simvollar bilan ifodalash. Har bir siqish algoritmi o‘zining parametrlariga ega. Jumladan:

- *bitta kadrni qayta ishlash vaqti;*
- *siqish koeffitsienti;*
- *axborot uzatish tezligi;*

- o'rtacha sifat. dB;
- siqilgan hajmi.



TATU Teleradioeshittirish tizimlari kafedrasida mazkur muammoli vaziyatni

hal qilish chora tadbirlari sifatida maxsus virtual laboratoriya ishlari yaratilgan. Ya'ni tinglovchilarga kalendar reja asosida ushbu laboratoriya mashg'ulotlari muntazam ravishda olib borilmoqda.

Mazkur vaziyatdan kelib chiqib, olib boriladigan muntazam izlanishlar va tadqiqotlar natijasi o'laroq tasvir signallarini siqishda *Veyvlet o'zgartirish (VO')* usuli eng optimali ekanligi aniqlandi.

	Diskret kosinus o'zgartirish (DKO');	<b>Veyvlet o'zgartirish (VO').</b>	Xaffman usuli
Bitta kadrni qayta ishlash vaqti [s];	0.23	<b>0.09</b>	0.18
siqish koeffitsienti ;	12.3	<b>25.5</b>	18.4
o'rtacha sifat. dB.	40.5	<b>49.5</b>	35.3
axborot uzatish tezligi [kbit/s]	4858.3	<b>8484.5</b>	7945.1
Siqilgan fayl hajmi [kbit]	547896	<b>347536</b>	478521

**Vaziyatdan chiqib ketish harakatlari:** Shu sabab raqamli TVda ancha murakkab ko'p turdagi siqish algoritmlari qo'llaniladi. Ularning samaradorligi qo'llanilish sohasiga ko'ra aniqlanadi va iloji boricha boricha uzatilayotgan axborotda kamroq bitlar bo'lishiga harakat qilinadi.

### **Yakuniy xulosa**

**Muammoning yechimi:** 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 doimo siqiladi.

### **Keys-stadi o'qitish texnologiyasi O'quv mashg'ulotining texnologiyasi modeli**

<i>Mashg'ulot vaqti-2 soat</i>	<i>Tinglovchilar soni: 25 –30 ta gacha</i>
<b>Mashg'ulot shakli va turi</b>	Amaliy-bilimlarni mustahkamlash va ko'nikma va malakalarni shakllantirish bo'yicha amaliy mashg'ulot
<b>O'quv mashg'ulot rejasi</b>	1. Tinglovchilar bilimlarini faollashtirish maqsadida blis - so'rov o'tkazish. 2.Keys-stadi mazmuniga kirish. Muammoni va uni yechish vazifalarini aniq ifoda etish. 3.Keys-stadini

	<p>guruhlarda yechish.</p> <p>4. Natijalar taqdimoti va muhokamasini o‘tkazish.</p> <p>5. Yakuniy xulosa chiqarish. Erishilgan o‘quv natijalariga ko‘ra Tinglovchilar faoliyatini baholash</p>
<p><b>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi:</b> Siqish algoritmlarining qiyosiy tahlili asosida raqamli televidenie uchun optimal variantlarni tanlay olish ko‘nikmalarini shakllantirish.</p>	
<p><b>Pedagogik vazifalar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- keys-stadi vaziyati bilan tanishtirish, muammoni va uni yechish vazifalarini ajratishni o‘rgatish;</li> <li>- muammoni yechish bo‘yicha harakatlar algoritmini tushuntirish;</li> <li>- siqish algoritmlarini qiyosiy tahlil etishni tushuntirish.</li> <li>- raqamli televideniada eng optimal variantni tanlashni o‘rgatish</li> <li>- mantiqiy xulosa chiqarishga ko‘mak berish</li> </ul>	<p><b>O‘quv faoliyatining natijalari:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- keys-stadi mazmuni bilan oldindan tanishib chiqib, yozma tayyorgarlik ko‘radi;</li> <li>- vaziyatga qarab muammoni va uni yechish bo‘yicha vazifalarni ta’riflaydi;</li> <li>- muammoni yechish bo‘yicha aniq vaziyatlarning ketma – ketligini aniqlaydi:</li> <li>- siqish algoritm turlarini o‘rganadi;</li> <li>- ularni qiyosiy tahlil qila oladi;</li> <li>- raqamli televidenie uchun modulyatsiyaning optimal variantini tanlaydi;</li> <li>- muammoli vazifalarni yechishda nazariy bilimlarini qo‘llaydi;</li> <li>- muammoni aniqlab, uni hal qilishda yechim topadi;</li> <li>- yakuniy mantiqiy xulosalar chiqaradi.</li> </ul>
<i>O‘qitish metodlari</i>	Keys-stadi, aqliy hujum, insert, munozara, amaliy usul
<i>O‘quv faoliyatini tashkil etish shakllari</i>	O‘quv material, tinglovchiga uslubiy ko‘rsatmalar, taqdimot, flipchart
<i>O‘qitish vositalari</i>	Individual, frontal, jamoa, guruhlarda ishlash
<i>O‘qitish sharoiti</i>	Guruhlarda ishlashga mo‘ljallangan, auditoriya
<i>Qaytar aloqaning yo‘l va vositalari</i>	Blis-so‘rov, taqdimot, kuzatuv

1-ilova

### Blis-so‘rov savol va javoblari

№	Savol	Javob
1.	Siqish turlari.....?	. Siqish asosan ikki usulda amalga oshiriladi: – sifatni yo‘qotib va sifatini yo‘qotmasdan.



2.	Televizion signallarning ortiqcha ma'lumotining turlarini keltirib o'ting	1) Kodlik ortiqchalik; 2) Elementlararo yoki statistik ortiqchalik; 3) Psixovizual ortiqchalik; 4) Tuzilmaviy ortiqchalik; 5) Vaqtli yoki kadrlararo ortiqchalik.
3.	Spektr o'zgartirish asosida tasvir signalini siqish usullarini aytib o'ting ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uolsh - Adamar almashtirishi;</li> <li>• Karunen – Loeva almashtirishi;</li> <li>• Diskret kosinus o'zgartirish (DKO');</li> <li>• Veyvlet o'zgartirishi (VO').</li> </ul>
4.	Raqamli TV ning standartlarini ayting?	DVB – Yevropa standarti ISDB – Yaponiya standarti ATSC –Amerika standarti

### Qo'shimcha topshirqlar muammoli vaziyatlar. (keysar)

1. Berilgan : HDTV siftidagi videoformat 1920\*1080 o'lchamda. Kadr 4:2:0 formatida 30 kadr/sek uzatilmoqda.

**Savol:** Bir sekunddagi axborot hajmini hisoblang?

**Yechim:**  $1920 \cdot 1080 \cdot 30 \cdot 8 \cdot 1.5 = 746496000$  bit/sek  $\approx 750$  Mbit/s

2. TV signal yuqori stah chegarasi 6 MGs. Berilgan signal kvantlanish darajasi 256ga teng. Raqamli signal uzatish tezligi va kanal minimal polosa kengligini toping.

**Yechim 1:**

1. Kotelnikov shartiga ko'ra  $fd \geq 2 \cdot F_{maks} \Rightarrow fd \geq 12$  MGs,  $fd = 13,5$  MGs qilib tanlab olamiz.

2.  $k = \log_2 m = \log_2 256 = 8$ .

3.  $C = f_{\partial} \cdot k$ ,  $fd$  – chastota diskretizatsiya formulasiga asosan:

$S = 13,5 \times 8 = 108$  Mbit/s topamiz.

4.  $f_{\partial} \geq 2 \cdot F_{maks}$ ,  $F_{maks}$  – berilgan signalning maksimal chastotasi:

$\Delta fs = 0,5 \times 108 = 54$  MGs. topamiz.

3. Raqamli tasvirni diskretlashda 4:2:2 standarti qo'llanilgan. Raqamli tasvir signalini uzatishdagi summar axborot uzatish tezligini va kanal minimal polosa kengligini hisoblang. 8 va 10 razryadli kodlash tizimlari asosida.

**Yechim:**

1. 4:2:2 standartida 4 koeffitsienti 13,5 MGs chastota diskretizatsiyasiga, 2 koeffitsienti–6,75 MGs chastota diskretizatsiyasiga to'g'ri keladi.



2.  $C = f_{\Delta} \cdot k$  formulasidan foydalangan holda raqamli tasvir signalini uzatishdagi

summar axborot uzatish tezligini hisoblaymiz:

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

$$k = 10 \text{ da, } C = 13,5 \times 10 + 6,75 \times 10 + 6,75 \times 10 = 270 \text{ Mbit/s.}$$

3.  $f_{\Delta} \geq 2 \cdot F_{\text{max}}$  formulasidan foydalanib kanal minimal polosa kengligini

hisoblaymiz:

$$k = 8 \text{ da, } \Delta f_s = 0,5 \times 216 = 108 \text{ MGs.}$$

$$k = 10 \text{ da, } \Delta f_s = 0,5 \times 270 = 135 \text{ MGs.}$$

# VI-BO‘LIM

## GLOSSARIY

## VI. GLOSSARIY

Termin	O‘zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
ASI	Asinxron seriyali interfeys	Asynchronous Serial Interface or ASI, is a streaming data format which often carries an MPEG Transport Stream ( <a href="#">MPEG-TS</a> ).
ATSC	Advanced Television Systems Committee –er usti eshittirishining amerika standarti	Advanced Television Systems Committee (ATSC) standards are a set of standards developed by the <a href="#">Advanced Television Systems Committee</a> for <a href="#">digital television</a> transmission over terrestrial, cable, and satellite networks.
AAC	Takomillashtirilgan audio kodek. MPEG-2 Part 7 nomi bilan ham yuritiladi.	Advanced Audio Codec (a digital audio encoding/compression format also known as MPEG-2 Part 7; more efficient than MP3. A later improvement known as AAC+ or HE-AAC further improves compression efficiency).
ADC	Analog raqamli o‘zgartirgich. Signalni raqamli holatga o‘tkazuvchi qurilma	analog-to-digital converter (device converting an analog voltage into a binary number).
ADSL	Asimmetrik raqamli abonent liniyasi (keng polosali aloqa tarmog‘i bo‘lib 20 Mb/s tezlikkacha ma’lumot uzatish qobiliyatiga ega)	Asymmetric Digital Subscriber Line (system exploiting the high-frequency transmission capabilities of a telephone line to enable an asymmetric broadband link method (up to 20Mb/s for the downlink and 1Mb/s for the uplink with ADSL2+).
BCH	Bouze-Chaudxuri-Xemingem raqamli kodlash standarti	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem Code. BCH codes form a class of <a href="#">cyclic error-correcting codes</a> that are constructed using <a href="#">finite fields</a>
COFDM	Kanalli kodlashga mos	COFDM is basically OFDM with error protection (coding - C), which always precedes OFDM.
CELP	Qo‘zg‘aluvchilarni chiziqli bashorat bilan kodlash).	Code Excited Linear Predictive

	Chastota diskretizatsiyasi 8 kGs yoki 16 kGs bo'lganda uzatish tezligini 6...24 Kbit/s bo'lishini ta'minlovchi nutq siqish uslubi.	
CI	Umumiy interfeys	The CI is an interface at the receiver end for a broadcaster-specific, exchangeable CA plug-in card. This interface allows scrambled programs from different broadcasters to be de-scrambled with the same hardware despite differences in CA systems.
CIF	Kadr formati bo'lib, o'zida yorqinlik signali qatori uchun 288 qator va 352 element hamda rang qayd etuvchi signallar har bir qatori uchun 144 ta qator va 176 element saqlaydi.	Common Intermediate Format
CPU	Markaziy protsessor	Central Processing Unit
CS	Boshqaruvchi xotira qurilmasi	Control Storage
CVBS	To'liq rangli televizion signal, TRTS	Composite Video Blanking Signal
DCT	Diskret kosinus almashtirish	A discrete cosine transform (DCT) expresses a finite sequence of <a href="#">data points</a> in terms of a sum of <a href="#">cosine</a> functions oscillating at different <a href="#">frequencies</a> .
DDS	Raqamli ma'lumotlar oqimi	Digital Date Stream
DMIF	Multimedia yetkazib berishning integrallangan tizimi	Delivery Multimedia Integration Framework
DVB	Evropada rivojlanayotgan raqamli televidenie 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.	The European DVB project stipulates methods and regulations for the digital transmission of TV signals.
DVD	Ko'pyoqlama raqamli disk.	Digital Versatile 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	Eshittirish Yevropa Ittifoqi) – Yevropadagi radioeshittirish sohasini boshqaruvchi tashkilot.	European Broadcasting Union
ES	Elementlar oqimi	The elementary stream is a 'continuous' data stream for video, audio or user-specific data.
FEC	Xatoliklarni to'g'rilovchi kod	Forward Error Correction. Error protection in data transmission, channel coding.
GOP	Tasvirlar guruhi. MPEG-1 va MPEG-2 la ketma-ket keladigan tasvirlar (kadrlar yoki maydonlar) guruhi bo'lib, tayanch I-kadrdan boshlanadi.	Group of Pictures
GP	Tarashlaydigan impuls	Gating Pulse
HDTV	Yuqori aniqlikdagi televidenie. (YuAT)	High-Definition Television
ISDB	Xizmatlar intergatsiyasiga ega raqamli eshittirish) – Yaponiyada qabul qilingan raqamli televizion eshittirish standarti	Integrated Service Digital Broadcasting
IEEE	Radioelektronika va elektrotexnika muxandislari instituti (AQSh)	Institute of Electrical and Electronical Engineers
IRD	Integral qabul qilgich-dekoder	Integrated Resiever-Decoder
ISDN	Integrallangan xizmatlar raqamli tarmog'i) - Kanallar kommutatsiyasiga ega	Integrated Services Digital Network

	raqamli aloqa tarmoqlari turi.	
ISO	International Organization for Standardization	Standartlash bo'yicha Xalqaro tashkilot.
ITU	Elektroaloqa Xalqaro Ittifoqi (MSE). Bu tashkilotning vazifalaridan biri – xalqaro standart hisoblanadigan tavsiyalarni tayyorlash.	International Telecommunication Union
JPEG	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.	Joint Photographic Experts Group
JTAG	Testlashni avtomatizatsiyalash bo'yicha birlashgan guruh	Joint Test Automation Group
LPC	Chiziqli bashoratli kodlash uslubi. (DIKM, chiziqli kodlashga qarang).	Linear Predictive Coding
MMDS	O'ta yuqori chastotali taqsimlashning ko'pkanalli tizimi	Multichannel Microwave Distribution System
MISC	Minimal komandalarni terish bilan hisoblash	Minimum Instruction Set Computing
MPEG	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.	Moving Picture Expert Group. MPEG is an international standardization committee working on the coding, transmission and recording of (moving) pictures and sound.



NTSC	AQSh, Kanada, Yaponiya va shu qatorda Osiyo va Amerikaning boshqa mamlakatlarida qo'llaniladigan rangli televidenie tizimi.	National Television System Committee
OFDM	Ortogonal chastotaviy multipleksirlash. Raqamli TV tizimida qo'llaniladigan modulyatsiya turlaridan biri.	Orthogonal Frequency Division Multiplex. The modulation method is used in DVB systems for broadcasting transport streams with terrestrial transmitters.
PAT	Oqim dasturlari va ularning identifikatorlari ro'yxati jadvali	Program-Association Table. The PAT is a PSI Table (MPEG-2).
PCMCIA	Shaxsiy kompyuter xotirasini kengaytirish vositalarining standarti	Personal Computer Memory Card International Association
PES	Paketlangan elementar oqim.	Packetized Elementary Stream. For transmission, the "continuous" elementary stream is subdivided into packets.
PID	Protokol identifikatsiyasi	Protocol Identification. The PID is a 13 bit value in the TS header. It shows that a TS packet belongs to a substream of the transport stream.
Pixel	Tasvir elementi	Picture element
QAM	Kvadratur amplitudali modulyatsiya	Quadrature Amplitude Modulation. QAM is the modulation method used for transmitting a transport stream via cable. The channel coding is performed prior to QAM.
QPSK	Kvadratur fazasini almashtiruvchi modulyatsiya	Quadrature Phase Shift Keying .
RISC	Qisqartirilgan buyruq to'plamiga ega kompyuter.	Reduced Instruction Set Computer
SFN	Bir chastotali tarmoq	Single Frequency Network

STB	Raqamli televizion dasturlarini qabul qilishga oid qo‘shimcha qurilma	Set-Top-Box
SIF	Kadr formati bo‘lib, bir satrda tasvirning 288 qator va 352 elementi yoki bir satrda tasvirning 144 qator va 176 elementini saqlaydi	Standard Interchange Format
SQCIF	Yorug‘lik signalining 128x96 elementini o‘zida saqlovchi kadr formati.	Sub-Quarter Common Interchange Format
TS	Transport oqimi	Transport Stream.
VLBV	MPEG-4da ma’lumotlar uzatish tezligining eng past bosqichi	Very Low Bitrate Video
VLC	Kodli so‘zlar uzunligi o‘zgaruvchilari bilan kodlash	Variable Length Coding

VII-BO‘LIM  
ADABIYOTLAR  
RO‘YXATI

## VII. ADABIYOTLAR RO'YXATI

### I. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari:

1. Mirziyoyev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: “O'zbekiston”, 2017. – 488 b.
2. Mirziyoyev SH.M. Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz. 1-jild. – T.: “O'zbekiston”, 2017. – 592 b.
3. Mirziyoyev SH.M. Xalqimizning roziligi bizning faoliyatimizga berilgan eng oliy bahodir. 2-jild. –T.: “O'zbekiston”, 2018. – 507 b.
4. Mirziyoyev SH.M. Niyati ulug' xalqning ishi ham ulug', hayoti yorug' va kelajagi farovon bo'ladi. 3-jild.– T.: “O'zbekiston”, 2019. – 400 b.
5. Mirziyoyev SH.M. Milliy tiklanishdan – milliy yuksalish sari. 4-jild.– T.: “O'zbekiston”, 2020. – 400 b.

### II. Normativ-huquqiy hujjatlar:

6. O'zbekiston Respublikasining Konstitusiyasi.–T.:O'zbekiston, 2018.
7. O'zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentabrda qabul qilingan “Ta'lim to'g'risida”gi O'RQ-637-sonli Qonuni.
8. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevral “O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida”gi 4947-sonli Farmoni.
9. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 21 sentabr “2019-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini innovatsion rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida”gi PF-5544-sonli Farmoni.
10. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 may “O'zbekiston Respublikasida korrupsiyaga qarshi kurashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi PF-5729-son Farmoni.
11. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 avgust “Oliy ta'lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to'g'risida”gi PF-5789-sonli Farmoni.
12. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktabr “O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida”gi PF-5847-sonli Farmoni.
13. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning 2020 yil 25 yanvardagi Oliy Majlisga Murojaatnomasi.
14. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2001 yil 16 avgustdagi “Oliy ta'limning davlat ta'lim standartlarini tasdiqlash to'g'risida”gi 343-sonli Qarori.
15. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2015 yil 10 yanvardagi “Oliy ta'limning Davlat ta'lim standartlarini tasdiqlash to'g'risida”gi 2001 yil 16

avgustdagi “343-sonli qaroriga o‘zgartirish va qo‘shimchalar kiritish haqida”gi 3-sonli qarori.

### **III. Maxsus adabiyotlar:**

- 16.Fomina A.N. Sifrovaya transformasiya teleindustrii: tendensii i kontekst // Kreativnaya ekonomika. – 2022. – Tom 16. – № 11. – S. 4363-4380. – doi: 10.18334/ce.16.11.116422.
- 17.Raqamli televidenie // X.S.Soatov tahriri ostida. O‘quv qo‘llanma. T.: 2015.
- 18.I.A.Gavrilov, T.G.Raximov, A.N.Puziy, X.X.Nosirov, Sh.M.Kadirov Raqamli televidenie. X.S.Soatov tahriri ostida. Toshkent 2016. 400 bet.

### **IV. Internet saytlar:**

- 19.<http://edu.uz> – O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta‘lim, fan va innovasiyalar vazirligi.
- 20.<http://lex.uz> – O‘zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma‘lumotlari milliy bazasi.
- 21.<http://bimm.uz> – Oliy ta‘lim tizimi pedagog va rahbar kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirishni tashkil etish Bosh ilmiy-metodik markazi.
- 22.<http://ziyonet.uz> – Ta‘lim portali ZiyonET.
- 23.<http://natlib.uz> – Alisher Navoiy nomidagi O‘zbekiston Milliy kutubxonasi.