

601.397

601.397

Таджибаев Ш.З

ТЕНГЭМДУШНИ

ФИЗИК АСОСЛАРИ

2056044



Тошкент - TATU

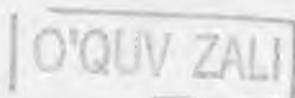
O'QUV ZALI

2005

TATU  
KUTUBXONASI

O'QUV ZALI

Тошкент ахборот технологиялари унiversiteti  
(Тошкент электротехника ва электроника институти)  
50 йиллик юбилейига бағишланган



### Сўз боши

Ушбу дарслик «Радиоалоқа, радиоэшиттириш ва телевидение» мутахассислиги бўйича «Телевидение» фани дастурига мос келади. Дарслик «Телевидение» фани ўқиладиган бошқа радиотехник мутахассисликлар учун ҳам қўлланилиши мумкин.

Телевидение ҳозирги замон билими сифатида жуда тез юксалмоқда ва янгиланмоқда. Бир неча йил ичида телевизион техника фақат тубдан ўзгариб қолмасдан, балки янги йўналишларни юзага келтирди. Булар ҳаммаси маъруза ўқилганда ва амалий дарс олиб борилганда инobatга олинishi лозим. Шу сабабли мутахассисларни таёрлашда ўқитишни жадаллаштириш усулларини қўллаш ва ниҳоят, бугунги кунда амалий қиймати йўқолган масалаларни ёритишга илмий услубий ёндошиш мақсадга мувофиқ бўлур. Айтилганларни амалий тадқиқ қилиш ниятида ушбу дарсликни ёзишга бел боғладик.

Ушбу дарсликни яратишда телевидение фанининг асосий йўналишларини камраб олишга ва замонавий аҳволни тўлиқ ёритишга ҳаракат қилдик. Услубий тузишда, вақт чекланганлиги сабабли маърузаларда ёритилмаган алоҳида масалаларни талаба дарслик ёрдамида мустақил ўзлаштира

слишига мослаштирилди. Шу сабабли телевизион техниканинг янги йўналишларини кенгрок ёритишга тўғри келди.

Қимматли талабалар ва китобхонлар ушбу дарсликни тезроқ сизларга етказиш ниятида биринчи нусхасини электрон шаклида нашр этилди. Дарсликда ёритиладиган масалалани алоҳида 5 жилдларга ажратдик. Бизнинг фикримизча, жилдларга ажрагиш юксалаётган фан ютуқларини ўқувчига етказиш осонлаштиради. Бутун бир китоб қайта нашргә тайёрламасдан, янгилик кўпайган жилдларини тез нашр этиш мумкин бўлади.

Маъкур дарсликни яратишда доцент Хабибулла Бўстонов катта хисса қўшди, уларни фойдали маслаҳат ва кўрсатмалари учун уларга ва наширга таёрлашда қатнашган барча ҳамкорларга миннатдорчилик билдиришни ўзимнинг бурчим деб ҳисоблайман.

Тавсия қиланаётган дарслик ўзбек тилида яратилаётган биринчиларидан бўлгани учун камчилик ва жатопардан холи эмас. Шу боисдан бу китоб ҳақидати танқидий фикр ва мулоҳазаларни муаллиф миннатдорчилик билан қабул этгай.

**Муаллиф**

## КИРИШ

«Телевидение» атамаси 1890 йили юзата келди. Парижда ўтказилаётган халқаро анжуманда рус инженер-электриги К.Д. Перский ўз маърузасида биринчи бор «Электрическое телевидение» (Электрли телевидение) сўзини ишлатган.

Телевидение деб телекоммуникация воситаси орқали масофа ва тўсиқ бўйича чекланмаган, фазодаги ҳаракат ва ҳаракатсиз борлиқни реал вақт масштабида кузатиш имкониятини берувчи радиоэлектрон тизимга айтилади.

Телевидение инсон ҳаётида кенг имконият яратди, дунё бўйича ҳодиса ва жараёнларни инсон хоҳлаган вақтда ва хоҳлаган жойда қурилма ёрдамида кузатиш имконияти пайдо бўлди.

Албатта, ўз кўзи билан бевосита кўра олмайдиган муҳитни оягда тўла тиклаш учун инсон беш сезгисининг ҳаммасини ишга солиши жоиз бўлади.

Бу масаланинг ечими бугун тўлиқ ҳал қилингани йўқ, лекин келажакда ҳал бўлишига умидвормиз. Бугун телевидение орқали ясси рангли тасвирни кўриш ва уни кузатиб борувчи овозни эшитиш имконияти мавжуд. Бу имкониятни ўзи инсон онгининг қанчалик юксалишига сабаб бўлди. Масалан, телевидение кўз кўра олмайдиган нурлар ёрдамида (рентген, ультрабинафша, инфрақизил) нарсаларни синчиклаб кўриш имкониятини беради. Ультра-овоз тўлқинлари орқали нурлантириб оддий шароитда коинотни, ер сстини, сув тубини ва инсон ички органларини кўриш имкониятини беради.

Телевидение кўзни мукамаллаштирувчи техник тизими-дир. Шу сабабли, телевизион тизим кўриш органларининг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда лойиҳалаштирилади. Реал борлиқ ҳажми ва ҳаракатда, у кўзимизда рангли жилоланади. Демак, асл борлиқни телевидение ёрдамида кузатилганда фазовий хусусиятлари намоён бўлиши керак. Фазони инсон икки кўз билан мукамал қабул қилади. Телевизион техникада нарсаларнинг рельефини узатиш учун бинокуляр кўриш принципи ишлатилади.

Телевидение техникасининг бугунги кунги юксалиши телевизор пардасида узатилган объект тасвирининг буткул ўзига ўхшашлигини таъминлашдан иборат. Бу масала айлантиргич, узатувчи, кодловчи, декодловчи, акслантирувчи ва бошқа тасвир сигналига ишлов берувчи мураккаб жиҳозларлар мажмуасида бажариладиган операциялар орқали амалга оширилади.

Телевидение фани кўп ёндаш билимлар, радиотехника, электрон техника, ёруғлик техникаси ва бошқалар ютуғига асосланади. Шу билан бир қаторда телевидение математика, физика, кимё, ахборот назарияси ва бошқа билимларга суянган ҳолда хусусий масалаларни ечади. Шунинг учун телевидение, фан ва техниканинг умумий юксалиши билан чамбарчас боғлиқ.

Одамзод ҳамжамияти ҳар бир юксалиш поғонасида алоқа воситаларининг мукамаллашиши кузатилган. Телевидение, энг аввало, (бошланғич амалга ошмаган лойиҳадан, механик телевидение орқали то ҳозирги замон телевидениесигача) техник восита сифатида узоқ юксалиш йўлини босиб ўтди. Агар кўз орқали одам оладиган маълумот 85% ни ташкил қилиши ҳисобга олинса, қадимдан олимлар фикр-зикрини нима

учун кўриш имкониятини кенгайтириш муаммоси чўлғаб олганлиги ойдинлашади.

Телевидение асосида уч физик жараён ётади: ёруғлик энергиясини (оптик тасвирни) электр сигналига айлантириш; уни телекоммуникация канали орқали узатиш ва қабул қилиш; электр сигнални оптик тасвирга айлантириш.

Тахминан 1875 йилларда, тасвирни масофага узатиш учун, ўлчам билан ўлчаганда, энг оддий тизимнинг ҳамма хозирги ташкилий қисмлари ихтиро этилган ёки маълум эди. Шунини таъкидлаш лозимки, олимлар томонидан ўрта асрда оптик тасвир олингани маълум.

1832 йили рус олими П.Л.Шиллинг хозирги замон электр алоқа канал тимсоли - электромагнит телеграфни ихтиро қилди. 1858 йили немис Г. Гейслер газразрядли найчани ишлаб чиқди, кейинчалик у «гейслер найчаси» номи билан аталади. Чўлғанувчи лампага қараганда унинг сусткашлиги (инерцияси) йўқ, бу эса тасвирда ҳаракатни тиклаш учун ўта муҳим эди. Бу найчани, электр сигнални оптик тасвирга айлантирувчи асбобнинг биринчи нусхаси десак бўлади.

Фотоэлектрик ҳодиса (эффект)нинг кашф этилиши, телевидениеда бажарилиши лозим бўлган уч асосий вазифадан бирини - ёруғлик энергиясини электр сигналга айлантириш масаласини ҳал қилди. Ёруғлик нурини электр оқимга айлантиришни биринчи бўлиб 1839 йили француз физиги Э.Беккерель амалга оширди.

1817 йили машҳур кимёгар И. Берцелиус селен элементини ихтиро қилди, 1873 йили инглиз техниги К. Мэй селенда фотоўтказгич хоссасини кузатди, инженер У. Смит эса, унинг хоссасини тушунтириб берди (ички

фотоэффектни). Бу эса, тасвир узатиш тизими занжирининг охириги кисми эди.

Бу ихтиролар натижасида янги кўп фикрлар юзага келди. Бир катор лойиҳалар ва ечимлар таклиф қилинди, лекин у фикрлар моддий базага эга бўлмаган, чунки у вақтда техника кучли ривожланмаган эди, шу сабабли улар амалга ошмай қолиб кетди.

XIX асрнинг охирига келиб телевизион тизимни амалга ошириш учун ҳамма шарт ва шароитлар юзага келди, десак бўлади. 1878-1880 йиллари асл объектни ва ҳаракатли тасвир и узатишнинг биринчи лойиҳаси эълон қилинди. Ҳаммаси бўлиб 1900 йилгача 11 давлатдан ихтирочилар омма мулоҳазасига 25 шундай қурилмалар лойиҳасини таклиф қилдилар. Турли давлатлардан телевидение йўналишига ҳиссасини қўшиб машҳур бўлганлар: Керри, Герберт Айвс (АҚШ), Кемпбелл Суинтон, Джон Бэрд (Англия), Дикман, Шретер (Олмония), де Пайва (Португалия), Костелин (Италия), В.Л.Розинг, П.И.Бахметьев (Россия). Бундан ташқари, бошқа кўпгина давлатлар мутахассислари ўз фикрларини эълон қилдилар ва уларни амалга оширишга уриниб кўрдилар.

1875 йили америкалик Дж. Керри кўз тузилишига ўхшаш, содда, тасвир узатувчи ва уни қайта тикловчи тизим таклиф қилди. Узатувчи ва қабул қилувчи томонлар тўр шаклида жойлаштирилган фотоэлементлар (газоразрядли электр лампалар)дан ташкил топган бўлиб, уларнинг ҳар бири сим билан тугаштирилган.

Демак, тўр устига туширилаётган оптик тасвир фотоэлемент орқали элементларга ажратилади. Агар тасвир аниқлиги элементлар сонига боғлиқлиги ҳисобга олинса,

узатиш учун ўта кўп алоқа канали қуришга тўғри келади. Агар бизда қабул қилинган телевидение стандартига таққосласак, бир кадрда тахминан 500 минг элементдан маълумот узатилади. Бундан кўринадики, лойиҳани амалга ошириш учун ўта кўп алоқа канали жорий қилиниши лозим, бу эса бутунги кунда ҳам амалга ошириш муаммо бўлган масала. Аммо, бу лойиҳанинг афзаллиги шундаки, Кери биринчи бўлиб оптик тасвир алоҳида элементларга (кичик қисмларга-элементларга) ажратишни таклиф қилди. Бу фикр эса назарий томондан албатта бебаҳо эди.

1878-1880 йиллар ичида тасвир элементларини кетма-кет узатишнинг бир неча лойиҳалари таклиф қилинди. Бундай лойиҳалар мултифларидан португалиялик де Пайва (1878), россиялик П.И. Бахментьев (1880), француз К.М. Сенлек (1879) ни келтириш мумкин. Бу лойиҳаларнинг асосий моҳияти тасвирнинг элементларини бир вақтда эмас, балки бирор вақт оралиғида кетма-кет узатишдир. Тасвирни қабул қилиш томонида тиклаш, кўзни сусткашлигига асосланиб, элементма элемент синтез қилишдан иборат. Маълум бўлишича, пирелловчи (ёниб ўчувчи) ёруғлик манбаини кўз маълум шароитда (частотаси етарли катта бўлганда) доимий ёниб турувчи манба сифатида қабул қилади. Кўзнинг бу хусусияти эса, кетма-кет узатилаётган тасвир элементларидан қабул қилиш томонда яхлит тасвир тиклаш имкониятини беради.

Тасвирнинг ҳар бир элементи сигналини кетма-кет узатиш ҳозирги замонавий телевидение асосида ётган иккинчи асосий шартидир. Бундай тизимни Керри лойиҳасига ўзгартириш кири тиб, яъни узатувчи ва қабул қилувчи томонларни коммутаторлар билан таъминлаб амалга ошириш мумкин.

Бу коммутаторларнинг синхрон ва синфазали айланишини таъминланса, унда ҳар бир дақиқада узатувчи томондаги элемент қабул қилувчидаги унга мос ёруғлик манбаи билан боғланади. Бу лойиҳалар бир-биридан техник ечими билан фарқланади, лекин ёки мукамал бўлмагани ёки моддий-техник таъминланмагани сабабли уларнинг бирортаси амалга оширилмади.

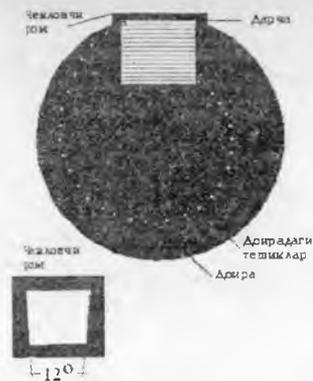
Тасвир элементлари сигналларини кетма-кет узатишнинг амалий ечими поляк, олмония фуқароси П. Нипков томонидан 1884 йили унинг оптика-механик қурилмали лойиҳасида амалга оширилди. У «Нипков доираси» номи билан маълум.

Бу қурилма ёруғ ўтказмайдиган катта диаметрли доирадан иборат бўлиб, унда Архимед сперали бўйича кичик тешиклар жойлаштирилган. Бу тешикларнинг диаметри тасвир элементлари ўлчамини аниқлайди. Ҳар бир тешик ўлчами тасвир элементни белгилайди ва радиуси бўйича олдинги тешикка нисбатан диаметрига баробар марказга силжитилган (1- расм). Тешикли доира олдида тасвир ўлчамини белгиловчи чегараловчи ром ўрнатилган. Ромнинг баландлиги спералнинг боши ва охири тиккасига ўлчами билан аниқланади, кенглиги эса тешикларнинг масофаси билан аниқланади. Доира айлантирилганда, тешик ром ичида ей бўйича ҳаракатланади. Ҳар бир тешик бир сатрни чизади ва тасвирни ёйувчи сатрлар сони тешиклар сонига тенг. Ромнинг баландлиги ва кенглиги тенг бўлганда тасвирни элементларга бўлиш сони  $n^2$  тенг, бу ерда  $n$  доирадаги тешиклар сони. Доиранинг бир айланишида тасвирнинг ҳамма элементлари узатилади.

Нипков таклиф этган фикр амалга оширилиши ўта соддалиги билан ажралиб турар эди. Бирканча

мукаммаллаштиришлар киритилгандан сўнг биринчи амалий тизим Дж. Берд томонидан Англияда ва Ч. Дженкинс томонидан АҚШда (1925 йили), Л.С. Термен томонидан СССР да (1926 йили) амалга оширилди. Дж. Берд 1926 йили Лондон яқинида жойлашган радиостанция орқали тажриба сифатида 30 сатрли телевидение узатишни бошлади. 1929 йили Олмонияда «Телегор АГ» концерни Д.Михали бошчилигида эфирга чиқди ва аниқлиги 30 сатрга тенг телевизион тасвирни узатишни амалга оширди.

1931 йили апрель ойида Москвада П.В.Шмаков бошчилигидаги Бутун Иттифоқ электротехника институти лабораторияси жамоаси тажриба сифатида телевизион тасвирни Ленинградга узатди. 1931 йил октябридан бошлаб аниқлиги 30 сатрли, кадр частотаси 12,5 Гц, 379 м тўлқин узунлигида ва овоз 720 м тўлқин узунлигида доимий телевизион узатишни бошлади. Москва телестанциясининг сигнали Ленинградда, Одессада, Харьковда, Н.Новгородда, Томскда ва бошқа шаҳарларда қабул қилина бошланди. 2-расмда Нипков доираси

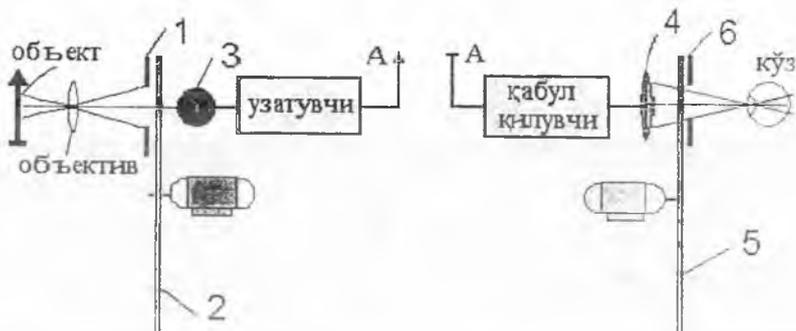


тизимининг яхлитлаштирилган тузилиш схе-маси келтирилган. Бу тизим электр **телескоп** деб аталган. Саҳна тасвири объектив ёрдамида чекловчи ромдан (2) ўтиб, доира юзасига (1) фокусланди. Доира ортига селен фото-элементи (3) ўрнатилган.

*1-расм. Нипков доираси тузилиши*

Доира айланганда унинг ҳар бир тешиги тасвирнинг алоҳида элементлари ёруғлик оқимини кетма-кет утказди.

Натижада фотоэлемент чиқишида тешикдан ўтган ёруғлик оқимиغا мутаносиб электр импульслари кетма-кетлиги ҳосил бўлади. Сўнг бу сигналлар узатувчига киритилади ва эфирга узатилади. Узатувчи тарқатган сигналлар эфир орқали қабул қилувчига етиб боради.



*2-расим. Нипков доираси тизимининг умумий чизмаси*

Қабул қилувчи қурилмада қабул қилинган сигнал кучайтирилади ва ясси газ разрядли ёрувчи лампага (4) берилиши натижасида унинг ёришиш жадаллиги ўзгариши кузатилади. Лампа билан кузатувчи орасига узатувчи тарафидагига ўхшаш доира (5), ром (6) ўрнатилган. Доиралар узатувчи ва қабул қилувчи томонларда бир хил бўлганлиги сабабли, улар синхрон ва синфаз айлантирилганда, ҳар бир дақиқада тешикларнинг ҳолати бир хил бўлади. Қабул қилувчи доира тешигидан ўтган ёруғлик оқими ҳар бир дақиқада узатилаётган тасвир элементининг равшанлигига тенг бўлади. Доира катта тезликда айлантирилганда ҳаракатдаги ёруғ нуқталар йиғиндисини бир текис тасвирни тиклайди. 1934-35 йиллари ойнадан ясалган барабанлар, винтлар ва бошқа қурилмалар

ишлаб чиқилди ва амалда қўлланди. 180 ва ҳаттоки 375 сатрли тасвирни ёйувчи оптик-механик тизимлар яратилди. Тасвирни элементларга бўлиш сони ошган сайин тизимнинг сезгирлиги кескин камайди, чунки тизим кадр даврида зарядларни йиғмасдан ишларди, ҳосил бўлган сигнал эса фақат ёйувчи элементдан (доира тешигидан) ёруғлик оқимининг ўтиши натижаси эди. Бу вақтга келиб оптик-механик тизимнинг келажаги йўқлиги аниқланди, ҳақиқатдан оптик-механик тизимнинг асл моҳияти ҳар қандай унга киритилган мукамалликка қарамасдан юқори сифатли ҳаракатдаги тасвир узатишни таъмин қила олмайди. Телевидение бошланғич даврида бу камчилик маълум бўлса ҳам электрон телевидениени амалга оширишнинг техник имконияти йўқ эди. 1907 йили Б.Л. Розинг Браун электрон найча пардасида тасвирни тиклашни таклиф қилди ва уни ихтиро сифатида патентлади. Розинг таклиф қилган электрон най оптик-механик қабул қилувчи қўрилмаси икки вазифасини бажарарди: тасвирни люминафор парда юзидан навбатма-навбат ёйиш, яъни оптик-механик тизимдаги доира ўрнини босувчи ҳамда ёруғлик манбаи, яъни газоразряд ёйувчи лампа ўрнини ўтайди.

Браун электрон найга қараганда, Розинг найи электрон нур оқимини бошқарувчи элемент киритилганлиги билан тубдан фарқ қилади. Электрон тўп диафрагмаси олдида электрон нур ўтувчи бир жуфт пластина ўрнатилган. Тасвир сигналнинг қийматига қараб электрон нур оға бошлайди ва диафрагма тешигидан ҳар хил миқдорда оқим ўтади, натижада парда юзаси турли ёруғликда ёришади. 1911 йилнинг май ойида Розинг ўз қўрилмаси орқали ҳаракатдаги оддий геометрик шакллارни намоиш қилиб кўрсатди. Бунда

тизимнинг узатиш томонида оптик-механик қурилма ишлатилган.

Шу вақтда Англияда Кембелл Суинтон томонидан телевизион қурилма лойиҳаси эълон қилинди. Унда узатиш ва қабул қилиш учун электрон нурли найни қўллаш таклиф қилинган. Кембелл Суинтон 1911 йилнинг ноябрида маърузасини Рентген жамиятига тақдим этди ва 1912 йили электрон телевидение схемасини эълон қилди.

Таклиф қилинган телевизион тизимнинг қабул қилувчи қурилмасида қўлланган электрон нурли най Розинг найидан фарқ қилмас эди. Узатувчи тарафда эса, электрон нур найга мозаика кўринишида кўп сонли фотоэлементлардан ташкил топган фотонишон урнатилган эди. Суинтон ўз ихтросининг ишлайдиган моделини яратмади. Шу сабабли Б.Л. Розинг адолатли равишда, электрон телевидение асосчиси деб, К.Суинтон эса, амалга оширилмаган тўлиқ электрон телевизион тизим лойиҳасининг муаллифи ҳисобланади.

Биринчи тўлиқ электрон тизим лойиҳаси 1925 йили Тошкентда Б.П.Гробовский бошчилигида бир гуруҳ ихтирочилар томонидан таклиф қилинган ва амалий синовдан ўтказилган. Узатиш тарафидаги электрон нурли най, вакуумли шиша кузачадан иборат бўлиб, уни ичида фотоэффект хусусиятига эга ишқор металлдан ясалган плёнка, электрон нурни шакллантирувчи ва оғдирувчи қурилма жойлаштирилган. 1928 йили Б.П.Гробовский қурилмаси орқали содда ҳаракатдаги тасвирни узатишга муваффақ бўлган.

Аниқлиги 180 сатрга тенг электрон телевизион тизим Я.А.Рыфтин раҳбарлигидаги бир гуруҳ олимлар томонидан 1935 йили намоиш қилиниши амалий телевидениеда сезиларли

ютук эди. Электрон телевидениенинг кенг юксалиши ва амалий қўлланилиши сезгирлиги ва аниқлиги оптик-механик тизимга қараганда юқори бўлган В.К. Зворыкин иконоскопи ва С.И. Катаевнинг уч қатламли нишони ва П.В. Шмаков ва П. В. Тимофеевнинг супериконоскопи яратилгандан сўнг бошланди.

Иккинчи жаҳон уруши бошланмасдан аввал собиқ СССР да кенг тарқалувчи электрон телевидение тизимини қуришга замин яратилган эди. Ленинградда мамлакатда яратилган 240 сатрли қурилма билан жиҳозланган, Москвада эса хорижда ясалган 343 сатрли қурилма билан жиҳозланган икки телевизион. марказ 1937 йили қуриб битирилди. 1945 йил 7 майда Овропада биринчи бўлиб Москва телемаркази ишлай бошлади. 1948 йилдан бошлаб Москва телевизион маркази С.И. Катаев ва С.В. Новаковскийлар 1944 йилда таклиф қилинган янги 625 сатрли стандартда ишлай бошлади.

Кенг тарқалувчи рангли телевидение жорий қилиниши телевидениенинг юксалишида муҳим босқич бўлди. 1967 йил 1 октябрдан бошлаб мамлакатда мослаштирилган совет-француз SECAM рангли телевидение тизими доимий узатишни бошлади.

Еус инженер-электриги А.А. Полумордвинов биринчи рангли телевизион тизим лойиҳаси муаллифи деб билинади. У 1899 йил декабрда, Ломоносов-Юнг-Гельмгольц уч компонентлик рангли кўз қабул қилиш назариясига асосланган рангли телевидение тизими лойиҳасини таклиф қилди. А.А. Полумордвинов рангларни кетма-кет узатувчи рангли телевидение тизимини таклиф этган бўлса, рангларни бир вақтда узатувчи тизим лойиҳасини О.А. Адамян 1907 йилда таклиф қилди.

Биринчи таклиф қилинган лойиҳадан то замонавий тизим-гача рангли телевидение техникасининг юксалиши бир текисда бормади. Энг аввал тежамкор ва амалга ошириш осон уч асосий рангларни кетма-кет узатувчи телевизион тизим кенг юксалди. Бу тизим буйича бирқанча давлатларда, шу қатори бизда ҳам, бирмунча вақт тажриба сифатида рангли дастур узатилди.

1938 йилда англиялик ихтирочи Д.Берд аниқлиги 120 сатрли рангли тасвирни катта пардага тушириб намойиш ўтказди. Бу механик ва электрон телевидение комбинацияси-дан иборат тизим эди.

Иккинчи жаҳон уруши йиллари АҚШ да CBS илмий-тадқиқот бўлимида П. К.Голдмарк бошчилигида аниқлиги 343 сатрли рангли телевизион тизим ишлаб чиқилди. 1951 йили Нью-Йоркда аниқлиги 405 сатрга тенг тизим орқали кенг тарқатиш амалга оширилди. Аммо рангларни кетма-кет узатувчи тизим нисбатан қисқа вақтда кенг тарқалувчи телевидения сифатда тугатилди. Бунга асосий сабаб биринчидан оқ-қора ва рангли телевизион тизимларининг мослаштирилмаганлиги, иккинчидан қабул қилувчи қурилмадаги телевизион парда юзасини катталаштириш имкониятини чеклавчи ва уни қўпаллаштирувчи айланувчи рангли доира мавжудлиги бўлди.

Кенг тақалувчи рангли телевизион кўрсатиш биринчи бор 1953 йили АҚШ да амалга оширилди. Бунда рангли тизим мавжуд оқ-қора тизим билан мослаштирилган бўлиб, унда икки айирма ранг сигналларни бир вақтда ёруғлик сигнали таркибида узатиш имконияти топилди. Бу тизим NTSC рангли телевизион стандарти номини олди. Кейинчалик бу стандарт Япония, Канада ва Америка қитъасининг бошқа давлатларига тарқалди.

Собиқ Совет иттифокида иккинчи жаҳон уруши тугагандан сўнг, рангли телевидение кўрсатишларини амалга ошириш устида жадал изланиш ишлари олиб борилди. 1952 йили В.Л. Крейцер бошчилигида ишлаб чиқилган, айирма ранг сигналларини кетма-кет узатувчи рангли телевидениенинг биринчи тажрибаси ўтказилган. 1954-1956 йиллари Москвада рангли телевидение кўрсатиуви синовдан ўтказилган. Унда рангли тасвир «Радуга» номли телевизор орқали қабул қилинган. Тасвир ранги кинескопи олдига ўрнатилган айланувчи уч рангли фильтр доира ёрдамида тикланади.

50 йилларнинг бошларида П.В. Шмаков бошчилигида рангларни «бир вақтда узатиладиган мослаштирилган рангли телевидение устида илмий тадқиқот олиб борилган. 1956 йил март ойида рангли тасвирни узатиш синови ўтказилган. 1958 йили радио бўйича XI Халқаро маслаҳат қўмитаси тадқиқот комиссия делегатларига (МККР) Москва ва Ленинградда рангли телевидение устида олиб борилган ишни намойиш қилинган ва у халқаро телевизион бирлашмаси томонидан юқори баҳоланган.

Бир қанча амалий синовлар ва узоқ баҳслардан сўнг собиқ Иттифокида франция билан ҳамкорликда ишлаб чиқилган SECAM телевизион стандарт қабул қилинди. Бу тизим кейинчалик Шарқий Овропа, Африка ва Осиёнинг бир қанча давлатларида қабул қилинди.

Шу йиллари Германияда яна бир рангли телевизион тизим стандарти юзага келди ва у PAL номи билан атала бошлади. Бу тизимни Ғарбий Овропа, Австралия, Осиё ва Африка давлатлари қабул қилдилар.

Натижада дунё миқёсида учта рангли телевидение тизими стандарти юзага келди: NTSC, SECAM ва PAL. Шу

17  
O'QUV ZALI

TATU  
KUTUBXONASI

сабабли бугун бир стандартдан иккинчи стандартга ўтиш учун стандарт айлантиргичи (танскодер) ишлатилади.

1970 йили Бойил ва Смит (АҚШ) каттик жисмларда янги хусусиятни кузатдилар ва шунга асосан зарядли алоқа асбобига асос солдилар. Бу асбобни телевидениеда қўллаш устида 1973 йилдан бошлаб Тошкент электротехника алоқа институти (ҳозирги ТАТУ)нинг телевидение илмий лабораториясида каминангиз илмий раҳбарлигида ихчам телевизион камералар яратилди устида изланишлар олиб борилди. Натижада 1978 йили заряд алоқали асбобли матрицада рангли телевизион камера яратилди ва синовдан ўтказиди. Шу йили Ереванда ўтказилган Бутуниттифоқ конференциясида рангли телевизион камера оммавий намоиш қилинди.

Фан ва техниканинг юксалишида бир фаннинг иккинчи фанга сингиши ва бойитиши яққол кўзга ташланади. Буни қуйидаги мисолда намоиш қилиш мумкин - коинотни узлаштиришда телевидениенинг роли бекиёс, натижада бутун бир йўналиш **космик телевидение** юзата келди. Космонавтикани юксалиши ва Ерни сунъий йулдошлари телевизион дастурни ретрасяция қилишига ва кенг тарқатишга ишлатилиши. Ер юзини телевиденис билан қоплашти амалга оширилди ва натижада яъна бир йўналиш **йўлдошли телевидение** юзата келди.

Телевизион техника коинотни ўрганишда катта ютуқларга эришди. 1959 йили октябрида тарихда биринчи бор Ойнинг тескари тараф тасвири Ерга узатилди. Телевизион техника орқали Ойга туширилган «Лунаход» ни бошқариш мумкин бўлди. Бу телевизион тизимни А.С. Селиванов бошчилигида бир гуруҳ изланувчилар амалга оширди (гуруҳда асосий ба-

харувчилар қаторида каминангиз қатнашган). Бундан ташқари, телевидение космонавтларнинг учиб жараёнида, очик коинотда ишлаганларида, оғирлиги йўқ ҳолатда ҳаёт фаолиятларини кузатиш имконини берди. Телевидение коинотдаги илмий тадқиқотларга кўп миллионли кузатувчи аудиторияни яқинлаштиради, бундай узатишларнинг оммавийлиги куча катта.

Коинот техникаси юксалиши ҳамда сунъий йўлдош ҳосил этилиши ва уларда олиб узатувчи радиоалоқа тизимининг ташкил қилиниши телевидениени "ойнаи жаҳонга" айлантирди.

1932 йили С.И.Катаев томонидан таклиф қилинган кам кадрли телевидение коинот телевидениясида узоқ планеталарни тасвирини узатишда амалий қўлланди. П.В.Шмаков томонидан кенг тарқатувчи телевидение сигналларини самолёт ва сунъий ер йўлдоши орқали ретрансляция қилиш усули таклиф қилиниб, провардида у амалга ошди. Одам фаолиятидаги телевидение ишлатилмайдиган бирор соҳани учратиш мушкул. Ишлаб чиқариш жараёнида ва илмий-тадқиқотларда автоматиканинг кенг қўлланилиши, табиийки, телевидениенинг ролини ошириб боради ва телевидение қўлламасдан натижага эришиш мушкул бўлади.

Телевидение энг оммавий тасвирий ахборот узатувчи воситадир. Кунда телевидение дастурини дунёда миллионлаб одамлар кўради. Ахборотнинг таъсирчанлиги буйича бирорта бошқа оммавий ахборот воситалари телевидениега тенг кела олмайди. Телевидение билим, янгилик, бадиий, мусиқа, спорт, кўнгил очувчи ва бошқа кўрсатишларни кузатиш имкони беради. У тезкор воқеа ва ҳодисалардан, томошабинни бевосита шохид қилади. Матбуот, радио ва бошқа ахборот

воситалари воқеаларни телевидениедек тўлиқ ва тез намоёиш қила олмайди. XX аср давомида дунё телевидение кўрсатиши соҳасида йиғилган тажриба бунга исботдир.

Яқин келажакда телевидение юқсалишининг янги сифат поғонасига кўтарилади. Бугун рақамли техника телевидениенинг юқсалишида асос бўлиб кирди. Компьютер техника ва режаларининг ривож топиши, радиоэлектрониканинг тез ривожланиши, саноатда янги технологик жараёнларнинг ижро қилиниши замонавий телевидение қиёфасини тубдан ўзгартирди. Кабель ва йўлдош телевидение кенг ривожлана бошлади. Юқори аниқликдаги телевидение устида олиб борилаётган ишлар самарали давом эттирилмоқда. Бугунги кунда халқаро майдонда рақамли телевизион стандартнинг уч тури юзага келди (ATSC, DVB, ISDB). Интерактив телевидение секин-аста ривож топмоқда. Интернет ва телевидение кўрсатиш тармоқлари бир-бирини тўлдириб келажакда интеграл тармоқ ташкил қилиш эҳтимоли бор.

Телевизорлар хизмат доираси кенгаймоқда ва унинг инсон ҳаётидаги ўрни сезиларли кенгаймоқда. Келажакда телевизор кўп вазифали видеоқурилмага айланади ва инсон ҳаётида унинг биринчи ёрдамчи бўлиб қолди.

Ҳажмли рангли телевидениенинг яратилиши виртуал муҳитни вужудга келтиришда катта роль ўйнаши керак, буни албатта келажак кўрсатади. Телевизион кўрсатишининг юқсалиши билан бир қаторда, амалий телевидение тез ривожланиб бормоқда, фан ва ишлаб чиқаришда янги-янги имкониятларни юзага келтирмоқда. Видео-ахборотларни ёзиб олиш, аларни сиқиш, тасвирда керакли маълумотни таниб ажратиш, ахборотни узоқ сақлаш ва бошқа кўп масалалар ўз ечимини топмоқда.

# 1. ТЕЛЕВИДЕНИЕ ТИЗИМИ ТУЗИЛИШИ АСОСИ

## 1.1 ЭЛЕКТРОН ТАСВИР

Телевизион тасвир қабул қилувчи қурилма пардасида шаклланади ва кўз билан кўриш учун мўлжалланган. Телевидение тизимида ахборот қабул қилувчи инсоннинг кўз тизимида; шунинг учун телевизион тизимнинг кўрсаткичлари ва тавсифлари кўриш хусусияти ва тавсифларига мувофиқлаштириб олиниши керак. Телевизион тизим ёки унинг бир бўлаги ишлаб чиқиладиганда кўз тизимининг қайси тавсифлари телевизион тизимга ёки унинг алоҳида қурилмаларига таъсир кўрсатишини билишимиз зарур.

Бу-бизни қамраб олган борлиқ телевизион тизим учун ахборот манбаидир.

Ҳар бир жисм тушаётган ёруғлик нуруни акслантириш, ютиш ва ўтказиш хусусиятига эга. Қўпчилик ҳолларда-аксланиш диффузияли бўлади, лекин ойна каби аксланиш ҳам кўп учрайди. Бундай аксланиш сирти ойна юзаси каби силлиқ ёки лакланган юзалардан, суюқликлар юзаларидан нур қайтганда содир бўлади. Жисмлар ёки уларнинг қисмлари ёруғлик оқимини ҳар хил акслантириши ёки ёруғлик чиқариши (ўзи нурланувчи нарсалар) оптик хусусиятларига боғлиқ. Жисм қисмидан аксланган (ёйилган нур) кўз орқали қабул қилинадиган ёруғлик оқими, жисм тўғрисидаги қуриш ахборот манбаи бўлиб хизмат қилади. Жисмни акслантириш хусусияти акслантириш коэффициенти  $\rho(\lambda)$  орқали ифодаланади, яъни

$$\rho(\lambda) = F_0(\lambda) / F(\lambda),$$

бу ерда  $F_0(\lambda)$  - аксланган ёруғлик оқими,  $F(\lambda)$  - акслантирувчи юзага тушаётган ёруғлик оқими. Жисм юзасига тушувчи ёруғлик оқими, ёритилгалиги  $E_0(\lambda)$  билан аниқланади. Уч ўлчамли объектларнинг турли нуқталари ҳар хил ёритилади, чунки ёритувчи манбадан улар ҳар хил

узокликда жойлашган, бир қисми бошқасини тўсади ва хоказо. Ёритиш хусусияти уларнинг қуввати, фазода жойлашиши ва ёруғлик манбаи сони билан боғлиқ. Тасвирий ахборотни кузатувчи қабул қилишида, ахборат унинг тарафига объектнинг ҳар бир нуқтасидан (элементидан) аксланаётган (нурланаётган) ёруғлик энергияси орқали аниқланади. Ҳар бир элементар ёруғлик оқимнинг жадаллиги ва спектрал таркиби объектнинг ҳар бир нуқтаси равшанлиги ва рангини, оқимни йўналиши - шу нуқтанинг фазодаги жойлашишини таърифлайди. Кузатувчи фазонинг чекланган қисмини, фазовий бурчак билан аниқланадиган **кўриш бурчаги** деб аталмиш бурчак оралиғида кўра олади.

Умуман айтганда, узатиш объекти куйидаги кўрсаткичлар билан таърифланади: равшанлиги, ранги ва нарсанинг жойлашуви. Объектнинг ҳар бир нуқтаси уч ўлчамли фазода жойлашган. Ҳаракатланувчи ва ёритилиши ўзгарувчи объект кузатилганда равшанлиги ва ранги ҳамма нуқталарида ўзгариши сабабли объект математик моделини кўп ўлчамли фазо-вақтда (равشانлиги  $B$ , ранги  $\lambda$  ва рангнинг тозалиги  $\rho$ ) куйидагича ифодалаш мумкин:

$$B = f_B(x, y, z, t);$$

$$\lambda = f_\lambda(x, y, z, t); \quad (1.1.)$$

$$\rho = f_\rho(x, y, z, t);$$

бу ерда  $x, y, z$  - фазовий координаталар;  $t$  - вақт.

Телевидениенинг асосий вазифаси объект тасвирини электр алоқа усули билан узатиш учун, уни сигналга айлантирувчи қулай йўлини излаб топишдир. Албатта, айлантиришлар натижасида қабул қилинган телевизион тасвир узатилаётган объектга, имкон борича, ўхшаш бўлишига эришиш лозим.

Маълумки, электр канали ҳар бир дақиқада фақат сигналнинг бир қийматини узатиш имкониятига эга. Демак, сигнал фақат бир мустақил ўзгарувчи - вақт функцияси бўлиши мумкин, яъни электр алоқа канали бир ўлчамли кучланишни вақтга боғлиқлигини таърифлайди, яъни

$$u = f_u(t) \quad (1.2.)$$

Телевизион тизим чиқишида тикланадиган тасвир аналитик кўринишида уч кўп ўлчамли функция билан ифодаланади:

$$\begin{aligned} B' &= f'_B(x, y, z, t); \\ \lambda' &= f'_\lambda(x, y, z, t); \\ \rho' &= f'_\rho(x, y, z, t); \end{aligned} \quad (1.3.)$$

Умумий ҳолда чиқиш кўрсаткичлари кириш кўрсаткичлари билан тўғри тушмаслиги мумкин.

(1.1) ва (1.3) тенгламалардан кўринадики, телевизион тизимда узатиш объекти чиқишидаги тасвирини (1.1.) берилган аниқликда (1.3) тиклашни таъминлаш зарур.

Уч кўп ўлчамли узатиш функциясини бир ўлчамли сигналга тўғридан тўғри айлантириш мумкин эмас. Шу сабабли фотография тажрибасини ҳисобга олиб, узатиладиган тасвирни шакллантиришда ва уларни математик ифодалашда катор соддалаштиришга йўл қўйиш мумкин бўлади. Яъни оқ-қора тасвирни математик соддалаштирилиб ифодалаганда қуйидаги кўринишга келади,

$$B = f_B(x, y) \quad (1.4.)$$

(1.4) тасвирни ифодаловчи равшанлик юзада тарқалишини, яъни  $x, y$  координатлари бўйича равшанликнинг ўзгаришини, кўрсатади. Ана шу, соддалаштирилган кўринишда ҳам равшанликни икки ўлчамли таралишини таърифлайди ва

тўғридан тўғри уни бир ўлчамли сигналга айлантириш имконияти йўқ.

Агар телевидениенинг асосий вазифаси бўлмиш ҳаракатдаги тасвирни узатиш олинса, масала яна ҳам мураккаблашади. Ҳаракатланувчи ясси, оқ-қора тасвирни узатишда равшанлик таралиши уч ўзгарувчи функция орқали ифодаланади, яъни  $B = f_L(x, y, t)$ .



а)



б)

*3-расм. Тасвирни фазовий дискретлаш*

Телевидениеда равшанликнинг оний қиймати  $B$  қийматидан ташқари, бу қиймат сахнанинг қайси нуқтасидан олинаётганини, яъни унинг геометрик жойлашган жойини ҳам билиш керак.

Уч ўлчамли сигнални бир ўлчамлига айлантириш масаласини ҳал қилиш учун икки фундаментал принцип қўлланилади: тасвирни дискретлаш ва уни ёйиш, яъни телевидениеда ҳам фазовий, ҳам вақт бўйича дискретлаш ишлатилади. Фазовий дискретлашда узатиладиган тасвирнинг ҳамма майдон юзаси чекланган сонли элементларга ажратилади. 3(а,б)-расмдаги тасвирларда 1000 ва 25000 элементга ажратилган шер кал-

ласининг фотографияси келтирилган. Назарий томондан элементлар сони чексиз катта бўлиши мумкин. Амалда кўзимизнинг ажратиш қобилияти чекланган бўлгани сабабли, ҳар қандай тасвир аниқ сондан иборат чекланган ўлчамли элементдан ташкил бўлади.

Берилган кўриш бурчагида албатта кўз илғайдиган кичик деталь мавжуд. Бундай деталь юзаси равшанлиги ўзгармас бир хил ва унинг ўлчами энг кичик бурчак  $\delta$  орқали аниқланади. Бу  $\delta$  бурчак **ажратиш бурчаги** деб аталади. Тасвирий ахборотни (кўрилган қиёфани таниш) кузатувчи томонидан таҳлил қилиниши учун аввало унинг икки ўлчамли тасвири кўзимизнинг тўр қатламида тикланади, унинг фазовий бурчакда элементар қийматларини таралишига эквивалент ёруғликнинг таралиши сифатида таърифлаш мумкин.

Кўриш ва ажратиш бурчагининг чекланганлиги ясси тасвири ҳар хил равшанликдан иборат элементар майдонларнинг чекланган сони орқали ифодалаш имкониятини беради. Тасвири телевизион электр сигналга айлантириш жараёни олдидан унинг ясси оптик тасвирини ҳосил қилиш ва элементма-элемент таҳлил қилиш бажарилади. Ясси оптик тасвир ҳар бири жадаллиги  $m$  ҳар хил қийматга эга бўладиган бирқанча интеграл манба орқали ташкил қилиниши мумкин. Кўз тасвири элементлардан ташкил бўлганини илғамаслиги учун тасвирдаги ажратиб бўладиган деталлини ўлчами ўта кичик бўлиши лозим, унда тасвири ташкил қилувчи элементар  $N$  сони кўпаяди. Демак, тасвир ифодаланган юзада уни элементлари етарли даражада кичик ва унинг сони етарлича кўп бўлиши керак. **Тасвирининг элементи** деб тасвири ифодаловчи юза ичида минимал ўлчамли равшанлиги ва ранги доимий бўлган тасвирининг деталига айтилади.

Телевидениенинг биринчи асосий принципи тасвирни алоҳида элементларга бўлиш ва уларни элементма-элемент узатишдир. Бир вақтда ҳамма элементлар сигнални узатиш мураккаб масала, бунинг учун узатувчи ва қабул қилувчини чексиз кўп алоқа канали билан таъминлаш лозим бўлади. Буни амалга ошириш имконияти ҳануз топилгани йўқ.

Иккинчи асосий принципи тасвир элементлари равшанлиги тўғрисидаги ахборотни алоқа канали орқали кетма-кет узатиш. Бу принцип **ёйиш** деб аталади. Бир алоқа канали орқали телевизион тасвирни кетма-кет узатиш кўзнинг сусткашлиги (инерцияси) га асосланган. **Кўзнинг сусткашлиги** деб кўзга таъсир тугаганидан сўнг, кўришнинг бир қанча вақт оралиғида давом этишига айтилади. Сусткашлик, пирилловчи ёруғлик манбаси юқори частотада пириллаганда узлуксиз ёғду сочгандек туйюлади. Шу сабабли юқори частотада пирилловчи ёруғлик сигнални узатилганда одамнинг кўриш аппаратида бетўхтов ёришаётгандек кузатилади.

Тасвир элементларини кетма-кет, тартибли узатиш жараёни **тасвирни ёйиш** деб аталади. Ёйиш принципи икки ўлчамли маъумотни бир ўлчамли сигналга ва аксинча, бир ўлчамли сигнални икки ўлчамли ёришувчи юзага айлантиришдир.

Ёйишни амалга оширишни, ёйувчи элемент (электрон нурни, бўлувчи тешик ва бошқаларни)ни бирор қонунга биноан тасвир юзасида суриш орқали бажариш мумкин.

Ёйилаётган тасвир нуқтасининг координатаси вақт функциясидир:

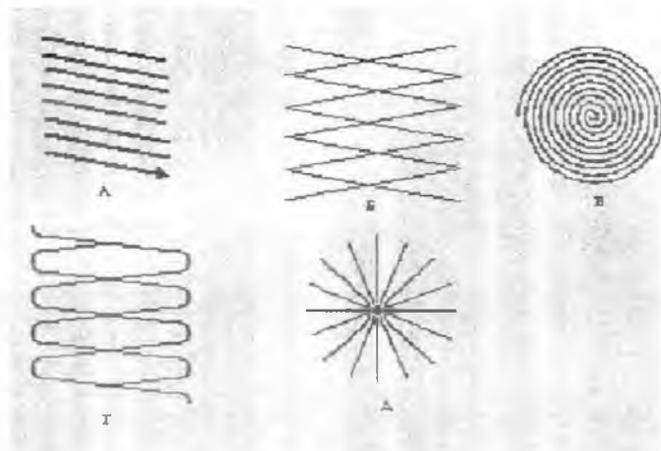
$$x = \varphi_x(t); \quad y = \varphi_y(t), \quad (1.5)$$

бу ерда  $\varphi_x(t)$  ва  $\varphi_y(t)$  - ихтиёрий бир қийматли вақт функциялари.

Агар (1.5) ни (1.4) ўрнига қўйилса, узатиш учун керак бўлган вақт функциясини оламиз

$$B = f_L(x, y) = f_L[\varphi_x(t), \varphi_y(t)] = f_{Lc}(t).$$

Шундай қилиб, ёйиш жараёни тасвир ёруғлигини электр сигнал кетма-кетлигига (ёки уни тескарисига) айлантиришни ҳал қилади. Кетма-кетлик қонуниятни тизимнинг хизмат вазифасига қараб танланади.



4-расм. Ёйишлик қонунининг маълум ёйишлар кўриниши

а) тўғри чизиқли; б) синиқ чизиқли; в) спираль; г) синусoidal; д) радиал- айланма.

Ёйиш аниқ бўлган тизимда ёйувчи элементнинг ҳаракат траекторияси аввалдан берилган ва аниқ белгиланган бўлади. Ёйиш аниқ бўлмаган тизимда, ёйувчи элементнинг ҳаракати тасвирнинг кўринишига қараб автоматик ўзгариб ўзгаради. Вундай ёйиш тасвирга ишлов бериш тизимида ёйиш узатиш тизимини мукаммаллаштириш мақсадида ишлатилади.

Аниқланмаган ёйишда тасвирни ажратиб берувчи ёйувчи элементнинг ҳаракат траекторияси ҳар хил бўлиши мумкин, яъни ҳаракат эркиндир (беихтиёр). Фақат оптик-электрон ва

электрон-оптик айлантиргичларда ёйувчи элементларнинг ҳаракати бир хил бўлиши керак. Тасвир юзасида ёйувчи элементларнинг ҳаракатига қараб ёйишнинг ўйидагича турлаш мумкин: тўғри чизиқли, синик чизиқли, спираль, синусоида, радиал ва бошқалар

Телевизион тизимларга (ТВ) ёйишни танлашда бир қатор талаблар қўйилади, улардан асосийлари: тасвирнинг ҳар бир элементини узатиш бир хил давом этиши, орқага қайтиш вақти кам бўлиши ва осонлик билан амалга оширилиши.

4-расмдан кўришиб турибдики, тўғри чизиқли ёйишдан бошқа ҳеч қайси ёйиш тури қўйилган шартни тулиқ қониқтира олмайди. Шу сабабли телевизион кўрсатишда ва амалий телевидениенинг кўп турларида тўғри чизиқли ёйиш, жумладан прогрессив ва сатр ташлаб ёйиш ишлатилади.

Аниқланмаган (детерминланмаган) ёйиш ҳозирги вақтда телевизион автоматларда ишлатилади. У ерда телевизион кўрсатишга қараганда оддий тасвирлар билан иш қўрилади. Бу етарли содда йўл, объектни геометрик ёки оптик кўрсаткичини ёйувчи элементнинг ҳаракати билан мослаштириш имкониятини беради. Бу эса статик мослаштирилган ТВ тизимини яратиш йўлидаги қадамдир.

Бундай тизимлар биологик микрообъектлар тадқиқотида, петрографияда, металлбужумлар нусхаси тадқиқотида, сўғний олмос ва бошқаларда кенг қўлланилади.

Аниқланмаган ёйиш икки усулда амалга оширилади: излаш ва қузатиш. Излаш усулида ёйувчи элемент кўрсатилган траектория бўйича ҳаракатланади, объектнинг тасвирига тўғри келганда қузатиш ҳолатига ўтади, шу вақт ичида ахборотни ўқийди ва унга ишлов беради. Бажарилаётган ишга қараб "қузатиш"нинг бир неча усули мавжуд. Масалан, "қузатув"чи

ёйишда объектнинг контуридан, майдонидан фойдаланиши мумкин. Биринчи ҳолда ёйувчи элемент тадқиқланаётган объектнинг контурини чизади, иккинчи ҳолда ёйувчи объект ҳар бир элементи тўғрисида алоҳида ахборот олишни таъминлайди.

Телевидениенинг асосий имкониятларидан бири – тасвирда ҳаракатни ифодалаш – кинодаги каби бир сония вақтда ҳаракатсиз алоҳида тасвир кадрларнинг маълум сонини кетма-кет кўрсатиш. Ҳаракатсиз тасвирни ифодаловчи кадрларнинг ҳар бирида ифодаланган ҳаракатнинг фазаси, кадрларнинг тез ўзгариши натижасида кузатувчида узлуксиз ҳаракат намоён бўлади. Уч ёки ундан кўп функция билан ифодаланадиган рангли ва ҳажмли объектларни тиклаш учун бир вақтда уч ёки ундан кўп ёки бир канал орқали кетма-кет сигналлар узатилади. Бир канал орқали мураккаб тасвирларни узатиш кўп ахборот жўнатишни талаб қилади, бунинг учун дискретлаш оралиғини камайтириш керак бўлади, яъни кузатувчи тасвирни пирилламаган ҳолда қабул қилиш учун бир сонияда кузатиладиган кадрлар сони кўпайтирилади.

Юқорида айтилганларга биноан, тасвирни ёйиш қонуни исталганча турли-туман бўлиши мумкин. Лекин ёйиш қонуни телевидение тизимида бир хил бўлиши шарт. Бундан ташқари узатиш ва қабул қилиш қурилмаларида ёйиш жараёни синхрон ва синфаз бажарилиши шарт. Агар бу шарт бажарилмаса қабул қилувчида тасвир тўғри тикланмайди. Ёйишнинг синхрон ва синфазлиги натижасида қабул қилувчи қурилма пардасида турли ёритилган элементларнинг жойлашиши узатилаётган объектдаги элементлар жойлашишини қайтаради.

Телевизион кўрсатиш тизимида тўғри чизикли - сатрма-сатр ёйиш қонуни қабул қилинган. Бунда бизга таниш кирилл ва лотин алифбосида ёзиш ва ўқиш қонуни каби, яъни чапдан унга ва юқоридан пастга йўналган ҳаракат бажарилади. Сатр бўйича элементма-элемент йўналиш ва тезлик, шунингдек кадрда сатрларнинг алмашиш тезлиги доимий. Ёйишда кадр ва сатр бошланғич нуқтасини аниқлаш учун ҳар бир сатр ва кадрда синхронловчи сигнал узатилади. Сатр ва кадр бўйича синхронликнинг аниқлиги ва ёйилиш тезлигининг доимийлиги узатиш ва қабул қилиш томонларда тасвир деталларининг геометрик мутаносиблигини таъминлайди.

Ёйиш натижасида парда юзида горизонтал йўналишда, элементлар йиғиндисидан ҳосил бўлган ёруғлик сатр деб аталади. Кўзнинг сусткашлиги туфайли, сатрлар йиғиндиси растр деб аталади. Агар элементлардаги ёруғлик жадаллиги турли бўлса унга мутаносиб тасвир тикланади ва у кадр деб аталади. Телевизион тизим тўғри чизикли (сатрма-сатр) ёйишнинг бир кадрда  $z$  сатр. Бир сониядаги кадрлар сони  $n$  ташкил қилади.

ТВ тасвир сифати кўз билан кўришда объектни тўғридан-тўғри кўз билан кўришга яқинлашиш даражаси орқали аниқланади. ТВ тасвир сифати ТВ тизимнинг кўрсаткич ва таърифлари орқали аниқланади. Майда деталларнинг тикланиши ва уларнинг равшанлиги, ҳар турли ёруғлик (ранг) майдонларнинг кескин чегараси (тасвирнинг контури) ТВ тизим узатадиган элементлар сони ёки бошқача айтганда, кадрдаги сатрлар сонига тўғридан тўғри боғлиқ. Равшанликнинг сидирға кўриниши ва объектларни равшан ҳаракати вақт оралиғида узатиладиган тасвирлар (кадрлар) сонига ва танланган ёйиш қонунига боғлиқ. Тасвирнинг

тикланадиган равшанлик поғона сони (ёруғлик градация сони) тизимнинг динамик диапозонига боғлиқ. Қабул қилинган тасвир узатилганга геометрик ўхшашлиги синхронизациянинг аниқ бажарилиши ва ёруғликнинг сигналга ҳамда сигналнинг ёруғликка айлантиргичлар растрнинг дифференциал ўхшашлиги, яъни растр майдонидаги хоҳланган элементнинг вақт бўйича координатасининг нисбий тенглиги орқали аниқланади.

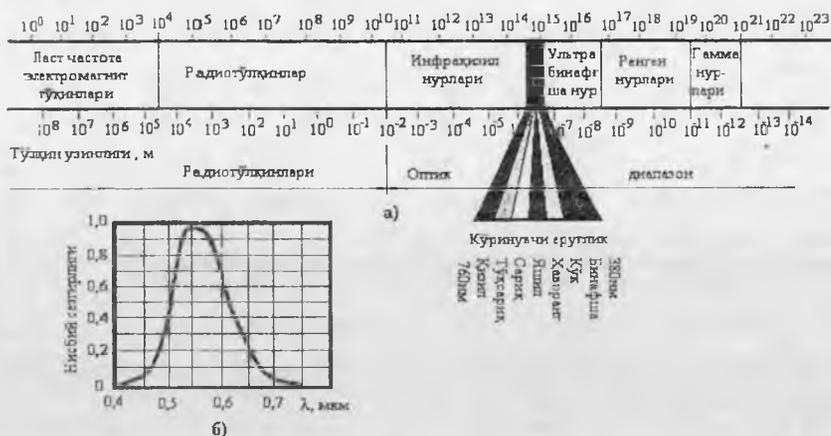
шундай қилиб, тизимнинг кўрсаткичлари белгиланган тасвир сифати орқали аниқланади. Бошқа томондан, тасвир сифатини кўтариш тизимнинг мураккаблашувига ва уни қийматлашувига олиб келади. Демак, тизимнинг сифати ва кўрсаткичларини танлаш, албатта, бевосита иктисод билан боғлиқ.

## 1.2. ОПТИК ТАСВИРНИ ЭЛЕКТР СИГНАЛИГА АЙЛАНТИРИШ

Бизни қамраб олган борлиқдан ахборот қабул қилиш учун парвардигор инсон беш сезги инъом этди, улардан учтаси (кўриш, овоз эшитиш, ҳид билиш) - **масофовий**, иккитаси эса (сезиш ва таъм) - **боғлангичли**. Ҳар хил сезги органлари орқали биз англашимиз учун етказиладиган уйғотувчи куч бир хил эмас. Физиологларнинг таъкидлашича, инсоннинг барча сезгиси орқали англайдиган ахборотнинг 80-85% кўз орқали олинади. Кўзимиз мураккаб ва ажойиб тузилган. Биз борлиқнинг чекланган қисмини кўра оламиз. Маълумки, кўриш оралиғи электромагнит тўлқинлар спектри кенглигининг ута тор қисмини ташкил қилади.

Электромагнит тўлқинлар спектрининг ҳаммаси шартли равишда икки қисмга бўлинади: 3000 ГГц дан пастки радио диапазон, ундан юқориси - оптик диапазон. Тўлқин

спектрининг кўринадиган қисми оптик диапазонда ётади ва унинг тор қисмини (380...760 нм) ташкил қилади. Ушбу қисмда гунафша рангдан то қизилгача ҳамма кўринадиган ранглар жойлашган (5-а расм). 5-б расмда **кўзнинг нисбий спектрал сезгирлик эгри чизиғи** келтирилган. Кўзнинг максимал спектрал сезгирлиги спектрнинг кўринадиган қисмидаги сариқ-яшил қисмига (0,55 мкм) тўғри келади.



5-расм. Электромагнит тўлқинлар спектри (а) ва кўзни нисбий кўриш стандарт эгри чизиғи (б).

Кўзнинг кўриш эгри чизиғининг максимумидан ўнг ва чапида, кўк ва қизил ранглар жойлашган қисмида, кўзнинг спектрал сезгирлиги пасаяди. Демак, кўз кўриш оралиғида ҳамма рангларни бир хил ажрата олмайди. Бу ҳолат мослаштирилган рангли телевизион тизимни яратишда ҳисобга олинган.

Махсус телевизион тизим орқали кўзнинг имкониятларини кенгайтириши мумкин, яъни инсон қуролланмаган кўз билан кўра олмайдиган борлиқни кўриш имкониятини очиб беради. Телевизион сигналга айлантиришда объектни нурлантириш

учун манба сифатида электромагнит тўлқинлар оптик диапазоли эмас, балки хоҳланган нурланиш қўлланиши мумкин. Бунда оптик-электрон айлантиригичлар керакли нурланишга сезгир бўлиши керак.

Демак, телевидение ёрдамида оддий кўзга кўринмайдиган объектларни кўринадиган қилиш мумкин.

Оқ-кора ТВ тасвирнинг ҳар бир элементи равшанлигининг оний киймати билан таърифланади.

Ёйиш жараёни, яъни тасвир элементини вақт бўйича кет-ма-кет узатиш равшанлик сигналинини вақт бўйича функциясини ташкил қилади. У сигнални олиш учун нурланиш энергиясини электр сигналга айлантириш фотоэффект асосида ишловчи замонавий телевизион қурилмалар орқали амалга оширилади.

**Фотоэффект** деганда, ёруғлик нури таъсирида жисмлардан электронларни озод қилиниши имконияти тушунилади. Бунда электронлар жисмларни тарқ этса **ташқи фотоэффект** дейилади, жисмларда озод қолиб, унинг ўтказувчанлигини оширса **ички фотоэффект** дейилади. Биринчи ҳолатда электронларнинг жисмдан учиб чиқиши **фотоэмиссия** деб аталади, иккинчи ҳолда электрон, ёруғлик ёрдамида озод бўлиб, лекин жисмда қолишига **фотоўтказувчилик** дейилади.

Ташқи фотоэффектнинг асл моҳияти айрим металллар юзасига ёруғлик тасир этганда электрон эмиссиянинг ҳосил бўлишидир.

Ёруғлик кванти тасирида уйғотилган электрон, чиқиш ишини енгиолмасе жисмни ташлаб чиқмайди. Шундай қилиб, ёруғлик нурининг жуда оз энергияли кванти, бирорта ҳам электронни жисмдан узиб ола олмайди, демак, ташқи занжирда ток бўлмайди.

Агар ёруғлик кванти катта энергияга эга бўлса, у

| O'QUV ZALI |

электронни озод қилади ва ташқи занжирда фотоэмиссия токи оқа бошлайди. Агар фото электрон асбоб тўйинган иш режаси ҳолатида бўлса, унда ёруғлик оқимиға мутаносиб оқим оқади. Бу ҳолда, жисмдан чиқаётган ҳамма электронлар ташқи занжирға тушади. Ташқи фотоэффектда ёруғлик нурини электр токиға айлантириш сустланмасдан бажарилади. 1888-1889 йиллари А.Г. Столетов томонидан ташқи фотоэффектнинг асосий қонунлари очиб берилган.

Ички фотоэффектли жисмлар нур энергиясини ютиши туфайли, уларда айрим электронларнинг энергияси ошади ва электронларнинг атом ядроси билан алоқаси бузилади, натижада ички фотоқатламда ток ташувчилар юзаға келади. Электронлар моддани тарк этмайди, унинг ичида қолади, фақат тўлдирилган зонадан ўтказувчи зонаға ўтади. Бу фотоқатламнинг қаршилиғи ўзгаришиға олиб келади. Ёруғлик таъсирида уйғотилган электрон бирор вақтдан сўнг қайта тартибланади (рекомбинацияланади), яъни тўлдирилган зонаға қайтади. Рекомбинация жараёнинг тезлиги электронларнинг фотогенерация натижасида тупланишиға боғлиқ. Нурланишни ўзгармас оқимида олиб борувчининг уйғотилиши доимий, қайта тартибланиш тезлиги ошади, шунинг учун бирор вақт ўтгандан сўнг қайта тартибланиш жадаллиги янги фотоэлектронларни уйғотиш (генерация) жадаллиғиға тенг бўлиб қолади. Тенгланиш ҳолати — ўтказгич қийматининг муқаррар ҳолати юзаға келади.

Ёритиш тугатилиши билан ток ташувчи бирдан қайта тикланмайди, шунинг учун фотоўтказувчанлик яна бирор вақт сакланиб қолади. Демак, фотоўтказувчанликнинг ортиши ёки камайиши бир зумда жорий бўлмайди, жараён суст бажарилади.

Квантли чиқиш, яъни фотоэлектронлар сонининг тушаётган ёруғлик квантлари сонига нисбати ички фотоэффектда ташки фотоэффектга нисбатан юқори. Ташки фотоэффектда ёруғлик квантлари уриб чиқараётган фотоэлектронлар ўз мухитини тарқ этиши учун «чиқиш иши»ни бажариши керак, яъни энергиянинг катта зоаҳирасига эга бўлиши зарур. Ички фотоэффектда фотоэлектронлар чиқиш ишини бажармайди, улар фақат ўз атомларидан узиладилар ва фотоўтказгич чегарасида қоладилар, бунинг учун анча кам энергия талаб қилинади. Демак, ички фотоэффект юзага келтирувчи оптик-электрон айлантиргичлар ўта сезгир бўлади. • Шунинг учун замонавий телевизион сигнал датчиклари сифатида ички фотоэффект принципитга асосланган асбоблар ишлатилади.

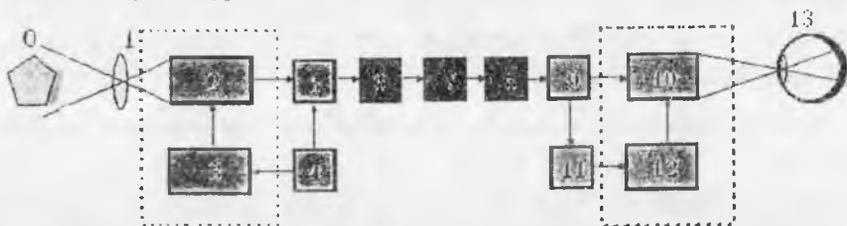
### 1.3. ТЕЛЕВИДЕНИЕ ТИЗИМИНИНГ УМУМЛАШТИРИЛГАН СХЕМАСИ

Телевидениениннг умумий вазифаси-оптик тасвирни электр сигналга айлантириб, бу сигнални алоқа канали орқали узатиш ва провардида, қабул қилинган электр сигнални оптик тасвирга айлантиришдир. Шундан келиб чиққан жолда, қабул қилувчи тарафда объектдан узатилаётган ахборотни қабул қилиш учун керак бўлган ҳамма техник воситалар комплекси биргалитида ТВ тизими ташкил этади. Мақсадга мувофиқ тизим техник воситасилари туркуми ва қурилмалари турлича бўлиши мумкин, лекин уларнинг ҳаммаси тизимнинг умумий хусусияти билан аниқланади. ТВ тизимини ташкил этувчи (аниқловчи) қурилмалар туркуми ва уларнинг бир-бири билан боғланиш схемаси б- расмда келтирилган.

Телевизион тизимда объектив (1) орқали, ТВ датчиги (2) (ёруғликни сигналга айлантиргич)нинг ёруғлик сезувчи юзасига оптик тасвир туширилади. Оптик тасвир фото-эффект хоссасидан фойдаланиб электр сигналга айлантиради.

Анализ қилувчи қурилма

Синтез қилувчи қурилма



6-расм. Телевидение тизимининг тузилиш схемаси:

0- объект; 1-объектив; 2-ёруғликни-сигналга айлантиргич; 3-ёйувчи қурилма; 4-синхрогенератор; 5-кучайтиргич; 6- узатувчи қурилма; 7-алоқа капали; 8-қабул қилувчи қурилма; 9-видеоқучайтиргич; 10-сигналини-ёруғликка айлантиргич; 11- синхронловчи импульсларни ажратувчи; 12- ёйувчи қурилма; 13- кўз.

Бу ёруғлик сезувчи юза узатувчи асбоб **фотокатод** деб аталади. Тасвирни ифодаловчи, ёруғлик оқимига мутаносиб, ТВ сигнал зарядни йиғувчи қатламда ёйувчи қурилма ёрдамида бошқарилувчи электрон нур билан тасвир қилиниб ҳосил қилинади. Уни, узатувчи асбоб **нишон** деб аталади. Агар фотокатод ва нишон бир-биридан ажратилган булса электрон тасвир фокусловчи тизим ёрдамида фотокатоддан нишонга кучирилади ва сўнг ундан электрон оқимига мутаносиб заряд тасвир сигналга айлантирилади.

Замонавий узатувчи асбобларда бу икки элемент - фотокатод ва нишон бирлаштирилган. Нишонга тасвир қилувчи

электрон нур ёйувчи қурилма (3) орқали бошқарилиб электр импульслар кетма-кетлиги юзага келади. Бу импульслар тас-вир ифодаловчи маълумот бўлиб, у **бошланғич равшанлик сигнали** деб аталади. У тасвир юзасидаги равшанлик жадаллигини ифодалайди.

Анализ ва синтез қилувчи қурилмаларни синхрон ва синфаз ишлашлари, қабул қилувчи тарафда узатувчига нисбатан тасвир элементларнинг бир хил жойлашиши таъминлайди. Бунинг учун махсус синхронловчи сигналлар генерация қилинади ва улар орқали тизим бошқарилади, яъни мажбурий синхронлаш қўлланилади. Синхронлик, анализ ва синтез қилувчи қурилмалар ёйувчи частоталарининг тенглиги, синфазлик - уларнинг бир вақтда ишга тушиши орқали таъминланади. Синхронлаш сигналлари **синхрогенераторда (4)** ишлаб чиқарилади. Бир сатр даврида бир импульс, бир кадр даврида ҳам бир импульс генерация қилинади ва улар бир-биридан давомийлиги ва частотаси ҳар хиллиги билан фарқланади. Бу импульслар ёйувчи (3), **кучайтирувчи (5)** қурилмаларга узатилади. Кучайтирувчи қурилмада равшанлик сигнали билан қўшилади, сўнг сигнал **узатувчи қурилмага (6)** ўтади. Телевизион тизимнинг анализ ва синтез қилувчи томонларида ёйувчи қурилмалар автотебраниш режимида ишлайди. Шунинг учун синхронлови сигналлар равшанлик сигналлари билан биргаликда телевизион қабул қилгичга узатилади ва ёйувчи қурилмаларнинг узатувчи томондаги ёйувчи қурилмалар билан синхрон ва синфаз ишлашни таъминлайди. Бундан ташқари, синхрогенератор узатувчи ва қабул қилувчи асбобларда электрон нурнинг орқага қайтиш вақтида сўндирилиши учун, сўндирувчи импульслар ишлаб чиқаради. Бу импульслар,

юқорида айтилгандек равшанлик сигнали билан қўшилади. Сўндирувчи импульслар чўққисига синхронловчи импульслар жойлаштирилади. Бошланғич равшанлик сигнали **видеосигнал (тасвир сигнали)** деб аталади. Унга сўндирувчи импульс қўшилиши натижасида **тўлиқ видеосигнал** юзага келади. Тўлиқ видеосигналга синхроимпульслар қўшилиб **телевизион сигнал** ташкил қилади. Агар видеосигналга мураккаб синхросигнал киритилса уни **тўлиқ телевизион сигнал (ТТС)** деб аталади. Узатувчи қурилма (6) модуляториди ТТС элтувчи частота орқали модуляцияланади ва **радиосигналга** айланади. Сўнгра телевизион радиосигнал алоқа канали (7) орқали узатилади. Алоқа канали вазифасини радиоузаткич, олиб узатувчи (ретранслятор), кабел, радиореле, йўлдош радиоканали, нурли тола ва бошқа алоқа йўллари бажаради. Сигнал алоқа канали орқали узатиш жараёнида турли айлантиришлар (кодлаш, модуляциялаш ва бошқалар) бажарилади. Алоқа канали орқали ТВ сигнални бузмасдан узатиши ва провардида тўлиқ ТВ сигнал мутако тикланиши керак. Қабул қилувчи қурилма (8) да ТВ радиосигнали юқори ва оралик частоталарида кучайтиргичларида кучайтирилади, сўнг детекторланади. Детекторланган видеосигнал "сигнални-ёруғликка айлантиргич" (кинескоп, қабул қилувчи асбоб) ни бошқариш учун, керакли микдоргача сигнални кучайтириш учун **видеосигнал кучайтиргичи (9)** га, бир вақтда **синхронловчи импульсларни ажратувчи (11)** га ўтказилади. Ажратувчи қурилмада сигналдан синхронловчи импульслар ажратилади. Бу импульс сигналлари ёйувчи қурилма (12) орқали синтезловчида элементи ҳаракатининг синхрон ва синфазлигини бошқаради.

## 2. ЁРУҒЛИК МАНБАИ, ОБЪЕКТ ВА ОПТИК ТИЗИМ

### 2.1. ФОТОМЕТРИЯ

Оптикада ёруғлик энергиясини улчаш усуллари *фотометрия* деб аталувчи булимни ташкил этади.

Фотометрия икки йўналишга бўлинади: энергетик фотометрия ва ёруғлик фотометрия. Ёруғлик ўзи элтадиган энергия нуктаи назаридан бир қатор катталиклар билан характерланади. Бу катталикларнинг энг муҳими **ёруғлик оқимидир**. Ёруғлик энергиясини сезиш учун, табиьки, кўз алохида аҳамиятга эга. Биринчи навбатда, электромагнит тўлкинлар элтадиган энергия эмас, балки унинг бевосита кўзга таъсир этадиган қисми қизиқтиради. Кўз ёруғлик қабул қилиш хусусиятига биноан (5- расм) яшил нурларни жуда яхши сезади ва қизил ҳамда кўк рангларга сезгирлиги паст. Шу сабабли ёруғлик энергиясининг тегишли улчаш асбоблари билан қайд этиладиган энергетик миқдорлари эмас, балки бу энергиянинг кўзимиз билан бевосита баҳолайдиган катталигини билиш амалий жиҳатдан муҳимдир. Ёруғлик энергиясини бундай баҳолаш учун алохида физик катталик - **ёруғлик оқими** киритилган ( у  $\Phi$  харфи билан белгиланади).

Бирор сирт орқали вақт бирлигида ўтадиган ва кўриш сезгиси билан баҳоланадиган ёруғлик энергияси **ёруғлик оқими** деб аталади. Ёруғлик оқими ёруғлик манбаидан ҳосил бўлади ва атрофдаги буюмларга таъсир этади. Шунга мувофиқ равишда яна иккита энергиявий катталик киритилган. Бу катталиклардан бири ёруғлик манбаини тарифлайди ва манбанинг **ёруғлик кучи** деб, иккинчиси эса ёруғликнинг жисмлар сиртига кўрсатадиган таъсирини тарифлайди ва **ёритилганлик** деб аталади.

Манбада ҳосил бўлган ёруғлик оқими  $\Phi$  нинг  $\Omega$  фазовий бурчака нисбати манбанинг **ёруғлик кучи** дейилади.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}$$

Ёруғлик оқимининг бирлиги қилиб **л ю м е н** (лм) қабул қилинган.

1 лм — ёруғлик кучи 1 кд бўлган нуқтавий манбанинг 1 ср га тенг фазовий бурчақда ҳосил қиладиган ёруғлик оқимидир.

Юзанинг бирор қисмига тушувчи  $\Phi$  ёруғлик оқимининг шу қисмнинг  $S$  юзасига нисбати  $E$  ёритилганлик деб аталади.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Ёритилганлик бирлиги қилиб **л ю к с** (лк) қабул қилинган.

1 лк — 1 лм га тенг ёруғлик оқимининг 1 м<sup>2</sup> юзага бир текис тарқаладиган жолдаги ёритилганлигидир.

Биобарин, сиртнинг ёритилганлиги сиртдан манбагача бўлган масофанинг квадратига тескари пропорционалдир.

$$E = \frac{I}{R^2}$$

Агар нур юзага тик тушмаса, у ҳолда

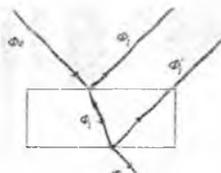
$$E = \frac{I}{R^2} \cos \alpha$$

Яна бир физик катталиқ — бу **равшанлик**.

**Равшанлик**  $B$  деганда ёруғлик кучи  $I$  ни шу йўналишда  $S$  майдон юзасидан тарқалган ёруғликнинг йўналишига перпендикуляр майдонга проекциясини тушунилади.

$$B = \frac{I}{S \cos \alpha}$$

Равшанлик ўлчов бирлиги қилиб **канделага квадрат метр** нисбати (кд/м<sup>2</sup>) қабул қилинган.



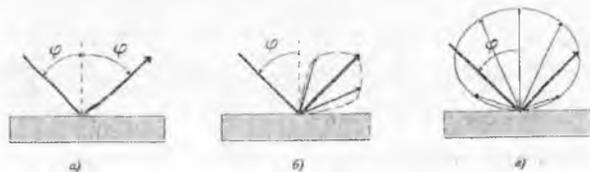
7-расм. Ёруғлик нурунинг икки муҳит чегарасида йўналишининг ўзгариши

## 2.2. ЁРУҒЛИКНИНГ ҚАЙТИШ ҚОНУНИ

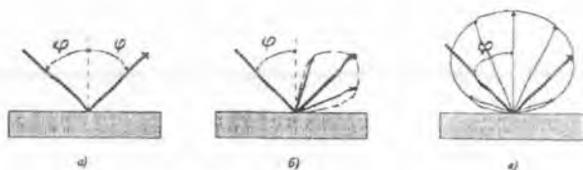
Бир жинсли муҳитда ёруғлик нури тўғри чизик бўлаб тарқалади. Икки хил муҳит чегарасида нур синади ва қайтади – яъни ўзининг йўналишини ўзгартиради. Айни вақтда ёруғлик қисман иккинчи муҳитга ҳам ўтади, бунда у ўзининг тарқалиш йўналишини ўзгартиради – **синади**.

Муҳитлар чегарасининг хоссаларига боғлиқ равишда қайтишнинг характери ҳам турлича бўлиши мумкин. Агар чегара сирт нотекисликлари ўлчами ёруғлик тўлқин узунлигидан кичик бўлса **кўзгу сирт** ҳосил бўлади. Бундай юзата ингичка параллел даста кўринишида тушаётган ёруғлик нурлари қайтгандан сўнг ҳам параллел йўналишда тарқалади. Бундай йўналтирилган қайтиш **кўзгу қайтиш** деб аталади.

Агар нотекисликлар ўлчамлари ёруғлик тўлқин узунлигидан катта бўлса, у ҳолда нурлар дастаси чегарада ёйилиб (сочилиб) кетади. Қайтгандан сўнг ёруғлик нурлари ҳар қандай йўналишларда кетади. Бундай қайтиш **сочилиб қайтиш** ёки **диффуз қайтиш** деб аталади.



8-расм. Ёруғлик нуруни жисм юзасидан қайтиши



8-расм. Ёруғлик нуруни экисм юзасидан қайтиши

а) кўзгу қайтиши б) қисман кўзгу қайтиши в) диффуз қайтиши

Ёруғлик икки муҳит чегарасида ўзининг тарқалиш йўналишини ўзгартиради. Ёруғлик энергиясининг бир қисми биринчи муҳитга қайтади, яъни ёруғликнинг қайтиши содир бўлади. Агар иккинчи муҳит шаффоф бўлса, ёруғликнинг бир қисми маълум шароитларда муҳитлар чегарасидан ўтиб, одатда, ўзининг тарқалиш йўналишини ўзгартиради. Бу ходиса **ёруғликнинг синиши** деб аталади.

Ёруғлик нурунинг қайтиш хусусиятини аксланиш коэффиценти  $\rho$  орқали аниқланади. Аксланган ёруғлик оқими  $\Phi_a$  нинг, тушаётган ёруғлик оқими  $\Phi_m$  га нисбати **аксланиш коэффиценти** деб аталади

$$\rho = \frac{\Phi_a}{\Phi_m}$$

Бу ерда  $\Phi_a$  ва  $\Phi_m$  мос ҳолда аксланган (қайитган) ва тушаётган ёруғлик оқимлари.

Диффуз акслантирувчи юзанинг ёритилганлиги ва равшанлиги қуйидагича боғланган:

$$B = \frac{\rho E}{\pi}$$

Демак, бир хил ёритилган жисмларнинг равшанлиги унинг акслантириш хусусиятига боғлиқ.

Муҳит юзасига тушаётган ёруғлик оқимининг бир қисми ичига сингиши ва бир қисми уни кесиб ўтиши мумкин. Бунга

қараб жисмлар ҳар хил оптик турга бўлинади. Ёруғлик оқимининг ҳар бир қисми тегишли коэффициентлар орқали аниқланади.

$$\text{Аксланмиш коэффициенти} \quad \rho = \frac{\Phi_a}{\Phi_m}$$

$$\text{Ютилиш коэффициенти} \quad \alpha = \frac{\Phi_{\text{от}}}{\Phi_m}$$

$$\text{Кесиб ўтиш коэффициенти} \quad \tau = \frac{\Phi_{\text{ку}}}{\Phi_m}$$

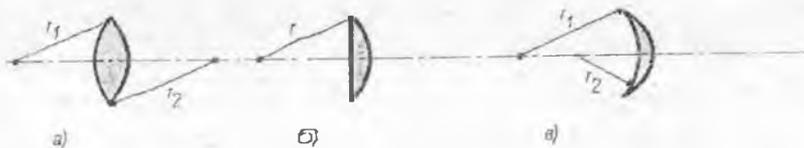
Агар бу жараёнда энергетик ўзгаришдан ташқари спектрал ўзгариш кузатилса, у ҳолда коэффициентлар шунга муносиб белгиланади ( $\rho(\lambda)$ ;  $\alpha(\lambda)$ ;  $\tau(\lambda)$ ). Натижада аксланган (кесиб ўтган) ёруғлик нури аниқ рангга ажралади.

### 2.3. ГЕОМЕТРИК ОПТИКА

Линзалар ва объектлар. Телевидениеда тасвир оптик қурилма-объектив орқали узатилади.

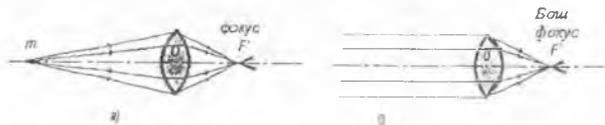
Оддий объектив тўғривчи линза бўлиб, у бир ёки икки сферик юзадан иборат (9-расм.) Линза орқали олинган тасвир одатда, бир қанча бузилган бўлади. Шу сабабдан бир неча сферик линзалар ишлатилади ва улар **объектив** деб аталади.

Объектив таркибидagi линзалар шундай танланадики, натижада бузилишлар бир-бирини билан ейишиб йўқолади.



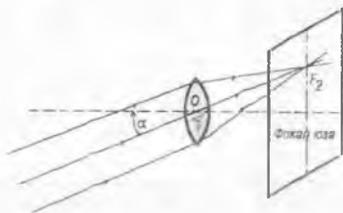
9-расм. Йиғувчи линзалар.

а – иккиёқлама қавариқ; б – текс – қавариқ; в – бошиқ-қавариқ



10-расм. Йиғувчи линзадан ўтувчи нурларни йўли

Сферик юзанинг марказидан, яъни линзанинг марказидан, ўтган тўғри чизик линзанинг бош оптик ўқи деб аталади.



11-расм. Фокал юзага параллел нурларни фокуслиниши

Объективда ҳамма линзалар оптик ўқлари бир-бирининг устига тушади ва объективнинг бош оптик ўқини ташкил қилади.

Линзани (объектив)нинг энг муқим хусусияти бирор  $m$  нуқтадан чиққан (10а -расм) ва линзага тушувчи нур ундан ўтиб яна бирор  $F'$  нуқтада қайта йиғилади (фокусланади). Линзадан ўтган нур тўпланадиган нуқта **боғланган фокус ёки фокус** деб аталади.

Бош оптик ўққа параллел нурлар тўллами (дастаси) линзага тушиб, линзада синганидан сўнг линзанинг **бош фокуси** деб аталмиш  $F'$  нуқтасида йиғилади (10-б расм). Линзанинг маркази  $O$  дан бош фокус  $F'$  гача бўлган масофа **фокус масофаси** деб аталади. Линзанинг бош фокусига, бош оптик ўққа перпендикуляр юза **фокал юза** деб номланади. Бош

оптик ўққа бир оз оғиб тушаётган параллел нурлар фокал юзада фокусланади (11-расм).

Линзанинг  $F$  фокус масофаси сферик юзанинг  $r_1$  ва  $r_2$  радиуслар (9-расм) ва шунингдек линза тайёрланган модданинг синдириш кўрсаткичи  $n$  га боғлиқ. Уни қўйидаги тенглама орқали аниқлаш мумкин:

$$\frac{1}{F} = (n-1) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \quad (1.6.)$$

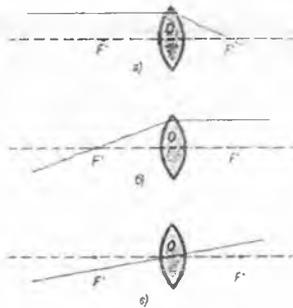
**Оптик тасвирнинг тузилиши:** Бинобарин, линзанинг бирор нуқтасига тушиб ва ундан синиб чиқувчи нур бир нуқтада йиғилади, бу нуқта манба тасвиридир. Мураккаб объект тасвирини тиклаш учун шундай икки нуқтани топиш кифоя.

**Амалда тасвирни тиклаш учун қўйидаги нуфузли нурлар ишлатилади:**

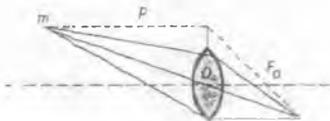
- бош оптик ўққа параллел бўлган нур (12-а расм) линзадан чиқиб албатта бош фокусдан ўтади;

- бош фокусдан ўтиб, линзага тушаётган нур (12-б расм) линзадан чиққандан сўнг бош оптик ўққа параллел кетади;

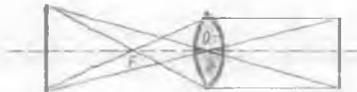
- линзанинг марказидан ўтган нур (12-в расм) ўз йўналишини ўзгартирмайди. Линзанинг марказлари орқали ўтувчи тўғри чизик линзанинг **бош оптик ўқи** деб аталади. Линзанинг оптик ўқи орқали ўтувчи ҳар қандай бошқа тўғри чизик **ёрдамчи оптик ўқ** беб аталади.



12-расм. Йиғувчи линзада нурлар йўналишининг характерлиги.

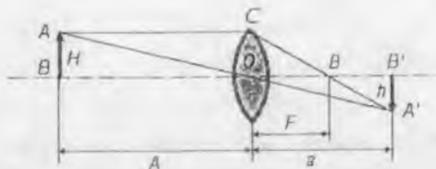


13-расм.  $P$  нуриги линза юзасида "синиши"



14-расм. Буюм тасвирини кўриниши.

Бу нурлар линзада эмас, балки уни юзасида синади (13 расм). Аслида, албатта, нуқтанинг тасвири линза юзасига тушаётган нурлардан ташкил бўлади. Ҳар қандай буюмни нуқталар йиғиндисидан ташкил топган деб қаралса, у ҳолда хоҳланган нарсанинг тасвирини қуриш, унинг алоҳида нуқталарини қуриш билан ифодаланади (14-расм).



15-расм. Линза формуласини чиқариш учун чизма.

Линзани катталаштириш коэффициенти. Линзани

катталаштириш коэффициенти формуласини топиш учун 15-расмга мурожаат қиламиз.  $DOC$  ва  $DB'A'$  учбурчаклар ухшашлигидан маълум бўлдики

$$\frac{A'B'}{OC} = \frac{DB'}{DO} \text{ еки } \frac{h}{H} = \frac{a-F}{F}$$

Шу билан бир қаторда,  $ABO$  ва  $A'B'O$  учбурчаклари ухшашлигидан, маълумки,

$$\frac{A'B'}{OC} = \frac{OB'}{DO} \text{ еки } \frac{h}{H} = \frac{a}{F}$$

Икки ифодани солиштиришдан кўринади:

$$\frac{h}{H} = \frac{a-F}{F} = \frac{a}{F} = K \quad (1.7)$$

Бу ифода линзанинг чизиқли катталаштиришини кўрсатади. Одатда, телевидение орқали узатиладиган объектлар, камера объективидан  $A$  масофада жойлашган бўлиб, у масофа линзадан тасвир юзасигача бўлган ораликдан бир неча баробар узоқ, шу туфайли катталаштириш бирдан анча кичик.

Линза формуласи. (1.7) ифодадан  $aF = aA - aF$  ёки  $aF + aF = aA$  маълум. Бу тенгламанинг икки қисмини  $aF$  га бўлиб, қуйидаги линза формуласини оламиз

$$\frac{1}{A} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F} \quad (1.8)$$

Бу формула юқорида кўрсатилган геометрик қурилманинг математик ифодасидир. Формуладан фойдаланиб,  $A$  чексиз бўлганда,  $a = F$  бўлишини осон аниқлаш мумкин, яъни чексиз масофада жойлашган объект тасвири фокал юзада тикланади. Амалда агар  $A \gg F$  бўлса,  $a \approx F$  деб олиш мумкин.

$A=2F$  ва  $a=2F$  бўлган ҳолда, тасвир линзадан фокус масофасининг икки узунлигида ҳосил бўлади. Бунда катталаштириш (1.8) ифодага биноан бирга тенг бўлади.

**Тасвирнинг равшанлиги ва ёритилганлиги:** Агар катта бўлмаган  $S_1$  майдонли буюм равшанлиги  $B_1$  бўлса (16-расм), унда шу майдондаги ёруғлик кучи  $I_1 = B_1 S_1$  тенг бўлади, линзага тушаётган ёруғлик оқими эса

$$\Phi_1 = I_1 \Omega_1$$

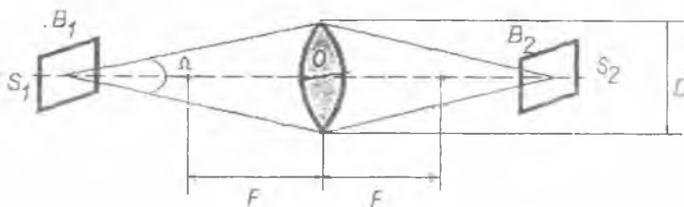
Линзада юзага келадиган йўқотиш-ўтказиш коэффициенти аталмиш  $\tau$  ни ҳисобга олган ҳолда, тушаётган ёруғлик оқимининг қанча қисми ўтиши  $\Phi_2 = \tau \Phi_1 = \tau I_1 \Omega$  орқали аниқланади.

$S_2$  майдонли тасвирнинг ёритилганлиги

$$E_2 = \Phi_2 / S_2 = \tau I_1 \Omega / S_2 \quad (1.9)$$

мувофиқ  $S_2$  майдоннинг равшанлиги

$$B_2 = (\rho/\pi) E_2 = (\rho/\pi) (\tau I_1 \Omega / S_2) \quad (1.10)$$



16-расм. Оптик тасвирнинг равшанлик формуласини аниқлаш

Фазовий бурчак  $\Omega = \pi D^2/4A^2$ , шунингдек  $S_1/S_2 = A^2/a^2$ , ундан  $S_2 = S(a^2/A^2)$  ҳисобга олинганда, бу ерда D-линзанинг диаметри, унда

$$B_2 = \rho\pi I_1 / 4 S_1 (D/F)^2 \quad (1.11)$$

тенг булади.

$(D/F)^2$  ифода линзанинг ёруғлик кучини таърифлайди. D/F нисбати **линзанинг тешиги** деб аталади. Одатда, у бирдан кам ва бирнинг бирор рақамга нисбати кўринишида ифодалангани, масалан, 1:2, 1:3,5 ва ҳокозо. Фақат кам ҳолларда, ёруғлик кучи жуда катта бўлган объективларда, унинг қиймати 1:0,7 + 1:0,6 га етиши мумкин.

**Объективнинг таърифлари.** Юқорида келтирилган фокус масофаси ва ёруғлик кучи кўрсаткичларидан ташқари объективлар нисбий кўриш бурчаги ва ажратиш қобилияти билан таърифланади. Доира шаклида олинган тасвир майдони **объективнинг кўриш майдони** деб аталади. Объективнинг оптик марказидан кўриш майдонининг қарама-қарши томонига туширилган тўғри чизиқлар натижасида юзага келган бурчак **объективнинг кўриш бурчаги** деб аталади.

Объективнинг кўриш майдонини тўлиқ ишлатиш мумкин эмас, чунки кўриш майдони четларида кескинлик ва равшанликнинг пасайиши кузатилади. Амалда кўриш майдонининг кескинлиги ва равшанлиги етарлича юқори бўлган ўрта қисмигина ишлатилади. Бу ўрта қисм **тасвир майдони** деб аталади. Оптик марказдан тасвир майдонининг икки қарама-қарши томонига туширилган тўғри чизиқлар орасида ҳосил бўлган бурчак **тасвир бурчаги** деб аталади.

Лекин теле-, фото- ёки кино олувчи камералар объективини тузилиш конструкцияси тасвир майдонини ҳам тўлиқ ишлатиш имкониятини бермайди. Масалан, телевизион кўриш

бурчаги кўпчилик холларда узатувчи датчикнинг фотокатоли майдони билан аниқланади ва куйидаги формуладан топилади:

$$\operatorname{tg} \alpha / 2 = b / 2F$$

бу ерда  $b$ -ишлатилаётган узатувчи фотокатодининг кенглиги (ёки баландлиги, вертикал бурчакни аниқлаш учун);  $F$ -объективнинг фокус масофаси.

Шундай қилиб, оптик қурилманинг кўриш бурчаги объективнинг фокус масофаси орқали аниқланади. Ўзгарувчан фокус масофали объективни қўллаш бир жойда туриб тасвирни ҳар хил масштабда узатиш имкониятини беради.

Кино ва фотография амалиётида кадр диагонали ўлчамига тенг фокус масофали объективлар **нормал объектив** деб аталади. Улар кўпчилик тасвирларни олиш учун ишлатилади. Бирор объектнинг кенг панорамасини олиш талаб қилинса, фокус масофаси кадр диагоналидан бир ярим - тўрт баробар кам кенг бурчакли объектив қўлланилади.

Узоқда жойлашган объектнинг катта пландаги тасвирини олиш керак бўлганда, фокус масофаси кадр диагоналидан анча кам бўлган объектив олинади.

Объектив биринчи бор фото- ва кино олишда қўлланилганлиги сабабли унинг ажратиш қобилияти фотографиянинг синов жадвалида алоҳида қўринадиган параллел чизиқларнинг максимал сони билан аниқланиш қабул қилинган. Объективнинг ажратиш қобилияти марказида ва четларида алоҳида ўлчанади. Лекин объектив маълумотнома ва паспортларида келтириладиган бу ажратиш қобилиятига тегишли қийматлар, одатда, фақат объективга тегишли бўлмай, балки фотоматериал билан қўшилиб баҳоланган қийматлардир. Фотоматериалларнинг ажратиш қобилияти 1 миллиметрда 50-60 чизиқдан ошмайди, шу сабабли келтирил-

ган қийматлар жуда пасайтирилган. Объективнинг холис аж-  
ратиш қобилияти анча юқори, у бир миллиметрда 600 чизик  
ва ундан юқори бўлиши мумкин.

#### 2.4. КОЛОРОМЕТРИЯ

**Ранг тушунчаси.** Оқ ранг кўз турпардасига спектр тўлқин узунлиги  $\lambda = 380 \dots 760 \text{ нм}$  бўлган ёруғлик оқимининг бир текисда таъсир этишидан юзага келади. Қуввати бир хил, спектр таркиби ҳар хил ёруғлик таъсири турли равшанлик уйғотади. Кўриш сезгирлиги тўлқин узунлигига боғлиқ. Равшанлик  $V(\lambda)$ нинг тўлқин узунлигига нисбатан тикланиши (1.3-б расмга қаранг) **кўзнинг спектрал сезгирлиги нисбийлигини таърифлайди ва нисбий кўриш эгри чизиғи** деб аталади. Энг юқори сезгирлик (сарик-яшил атрофи)  $\lambda = 555 \text{ нм}$  га тўғри келади. Қиска (кўк-бинафша атрофи) ва узун (кизил атрофи) тўлқин томонларда кўз сезгирлиги пасаяди.

Кўз объектларни фақат равшанлиги билан фарқлаш орқали эмас, балки унинг спектр таркиби (ранги) буйича ажратади. Демак, нарсалар ранги ва равшанлиги (ёруғлиги) солиштирилади. Масалан, икки бир хил нурланувчи майдон ёруғлиги (сарик ва кўк) икки хил ёруғлик майдон кўринишида қабул қилинади. Бир хил рангли тасвир тикланганда, кўз фақат ёруғлиги буйича солиштирилади.

Спектрида ёруғлик оқимининг кескин нотекис булиши рангни юзага келади. Ҳар қандай ранг оқ ранг билан қўшимча ёритилганда рангнинг оқариши кузатилади. Шундай қилиб, рангнинг физиологик (субъектив) **ёруғлиги** ва **ранглилиги** орқали таърифланади. Ёруғлик оқимининг

ранглилиги, ўз навбатида, **рангнинг туси** ва **тўйинганлиги** билан аниқланади.

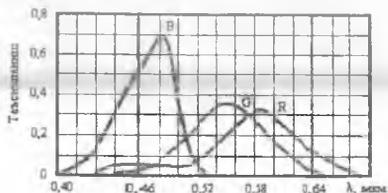
Кўрилаётган объект **рангнинг туси** нурланишни спектрал таркибига, **тўйинганлик** эса —шбу рангни оқ ранг билан қўшилганлик даражасига боғлиқ.

Ёруғлик оқимининг физик (объектив) кўрсаткичи — **равшанлик** —  $V$ , устун турувчи тўлқин узунлиги —  $\lambda$  — **доминанта** ва оқ қанча қўшилганлигини аниқловчи **рангнинг тозаллиги** —  $p$ . Ранг тусининг миқдорий аниқловчи монохром нурланиш тўлқин узунлиги  $\lambda$  билан аниқланади. Ранг тозаллиги  $p$  ранг тўйинганлигини миқдорий аниқловчи бўлиб, у спектрал ранг равшанлиги  $V_\lambda$  нинг равшанлик йиғиндиси  $V_\lambda + V_0$  нисбатига тенг:

$$p = V_\lambda / (V_\lambda + V_0),$$

бу ерда  $V_0$  — аралашмага кирувчи оқ рангни равшанлиги.

Ҳар бир субъектив кўрсаткич бизнинг ингимизда аксланувчи ёруғлик оқимининг физик кўрсаткичи сифатидир. Объектив ва субъектив кўрсаткичлар орасида сифатий мувофиқлик мавжуд, лекин уларни тенглаштириб бўлмайди.



17-расм. Кўзнинг асосий рангларга сезгирлиги: Кўк B, яшил G, қизил R

Ранг кўришни урганиш асосида М.В. Ломоносов томонидан 1756 йилда айрилган ва бир ярим асрдан сўнг Г. Гельмгольц томонидан батафсил ишлаб чиқилган уч таркибий қисмдан рангларни тиклаш назарияси олинган. Уч таркибий қисм назарияси бизни кўриш аъзоимизда алоҳида қизил R, яшил G ва кўк B рангларга

таъсирланувчи уч турли рецептор борлиги фараз қилинган (17-расм). Эгри чизиклар масштаби шундай қабул қилинганки кўзнинг уч турли қабул қилувчилари бир хил таъсирлантирилганда оқ ранг сезгини чақиради.

Тўрт таркибий қисм, етти таркибий қисм ёруғликни қабул қилиш назариялари мавжуд, охириги вақтда—рангни қабул қилишнинг ночизик назарияси ишлаб чиқилган. Амалиётда тасдиқланган уч рангли кўриш назариясига асосланган рангли телевидение ва кино ҳамда рангли фотография қўлланилмоқда. Учликка биноан қизил  $R$ , яшил  $G$  ва кўк  $B$  ранглар бир-бирига боғланмаган **асосий ранглар** ҳисобланади, яъни уларнинг бирортаси қолган иккитасининг қўшилмасидан ҳосил бўлмайди. Инсон кўра оладиган ҳамма ранглар, оқ ранг ҳам шу ҳисобда, уч асосий рангни қўшиб олиш мумкин.

Телевизион тасвирда рангни тиклаш учун узатиладиган тасвир учта ранг бўйича ажратилади ва уч ранг сигнали юзага келади. Бу  $E'_R$ ,  $E'_G$  ва  $E'_B$  сигналларини узатиш, умуман олганда, рангли тасвир олиш учун кифоя. Буни исботини колориметрия асослари орқали олиш мумкин.

Рангларни қўшиш орқали олишни тенг томонли гипс призма ёрдамида намоиш қилиш мумкин (18-расм).



а)



б)

18-расм. Призма ёрдамида рангларни қўшиш

а) ҳамма уч таркибий қисми манфий; б) қизил таркибий қисми мусбат.

Бир қиррасига текширилаётган ёруғлик оқими  $F$ , бошқасига асосий ранглар  $R, G, B$  ёруғлик оқими йўналтирилади.

Бу оқимлар қийматини бошқариш орқали икки қиррасида ёруғлик ва ранг тенглигини кузатиш мумкин. Бу ҳолда сифати ва қиймати бўйича колориметрик тенглама

$$f \cdot F = r \cdot R + g \cdot G + b \cdot B \quad (1.12)$$

бажарилади.

Бу тенгламада  $R, G, B$  (қизил, яшил, кўк) асосий ёруғлик манбаининг ёруғлик оқим бирлиги-  $F$  оқим таркибий қисми.  $r, g, b$  коэффициентлар-  $R, G, B$  ёруғлик оқимларини, қўшишда, уларни қандай миқдорда олинганда,  $F$  ёруғлик оқими талаб этилган равшанлик ва ранг ҳосил қилишини кўрсатади.

Колориметрик ўлчашлар ўтказилганда қуйидаги тўлқин узинлигидаги асосий ранглардан фойдаланиш қабул қилинган:  $R$  учун  $\lambda_R=700$  нм;  $G$  учун  $\lambda_G=546,1$  нм;  $B$  учун  $\lambda_B=435,8$  нм (симоб бўғи спектр чизиклари).

Бу асосий ранглар гуруҳи умумий қабул қилинган  $R G B$  колориметрик тизимини ташкил қилади.

Мазкур  $R G B$  тизими орқали айрим рангларнинг сифат ва қиймат тенглиги уч асосий ранг ҳар қандай миқдори билан таъминланмаслиги мумкин. У ҳолда, рангнинг бирор таркибини ўнг призма қиррасидан чал қиррага ўтказиш керак бўлади. Мисол сифатида (16-б расмда) туйинган яшил кўк оқим  $f \cdot F$  олнса, уч асосий рангларнинг ҳар қандай мусбат қийматларида ҳам ўхшашлик таъминланмайди.  $F$  оқимини ўзгартирмасдан, қизил таркибини чал қиррага ўтказиб  $r, g, b$  қийматларини ўзгартириш орқали чап ва ўнг қирралардаги оқимлар рангининг тенглигини кўзда кузатиш

мумкин. Бу, демак, (1.12) тенглама чап таркибига (бизнинг холда қизил  $r'R$ ) мусбат ишора билан киради:

$$f'F + r'R = g'G + b'B \text{ ёки } f'F = g'G + b'B - r'R$$

Уч рангнинг равшанлиги, рангнинг туси ва тўйинганлиги (1.12) -тенгламада мужассамлаган. Лекин, кўп ҳолларда манбанинг фақат сифат кўрсаткичлари (рангни туси ва тўйинганлиги) яъни **ранглилиги** керакли ва етарлидир. Шу сабабдан (1.12) тенглама бошқа кўринишга келтирилади.  $r' + g' + b' = f'$  ва у **ранг модули** деб аталади. (1.12) -тенгламанинг икки қисмини  $f'$  модулга бўлиб, қуйидаги натижа олинади

$$\frac{f'}{f'} = \frac{r'}{f'} + \frac{g'}{f'} + \frac{b'}{f'} = 1;$$

яъни  $r' + g' + b' = 1$ ,  $F_0$  бирли оқим таркибига нисбий учранг коэффицентлари ифодалайди:

$$F_0 = r'R + g'G + b'B \quad (1.13.)$$

**Ранг учбурчаги.** Ҳар хил ранглар устида иш бажарилганда, унинг сифатини ва қийматини яққол тасвирлаш учун колориметрияда **ранглар учбурчаги** аталмиш  $R G B$  учбурчак қўлланади. Учбурчак учларида уч асосий рангга мансуб тенг қувватли уч ёруғлик манба жойлаштирилган деб, фараз қилайлик. Агар фақат битта манба ёқилса, ундан узоқлашган сайин табиий ёруғлик пасая боради. Кейинги фикр юртишни соддалаштириш мақсадида  $R$  нуқтадан чиққан ёруғлик  $G$  ва  $B$  нуқталарда амалий нолга тенглашади, деб олинади (табиийки, бунинг учун учбурчак жуда катта бўлиши керак). Бу шарт  $G$  ва  $B$  манбалар учун ҳам бажарилади, яъни ёруғлик нурунинг жадаллиги қарама-қарши чўққиларда амалий нолга тенг.

Рангларнинг қўшилиш қонунини намойиш қилиш мақсадида тажриба ўтказиш учун ичи бўш шиша шардан фойдаланамиз, у индикатор вазифасини ўтайди.

**Биринчи тажриба.** Фақат бир манбани ёқамиз, масалан  $R$ . " $I$ " шар бу манбага яқин жойлаштирилганда қизил рангга бўялади. Ундан  $G$  ёки  $B$  томонга узоқлаштирилганда у қизиллигини сақлаб хиралаша боради ва  $G$  (ёки  $B$ ) нуқтада қорага айланади.

**Иккинчи тажриба.**  $R$  ва  $G$  манбани ёқамиз. Шубҳасиз, бу манбалар олдида шар уларнинг рангига бўялади, яъни ёки қизил, ёки яшил.  $R$   $G$  чизиқ ўртасида шарнинг ранги ўзгаради, яъни шарни  $R$  манбадан  $G$  манбага силжитиш натижасида қизилдан атлас (тилла) рангга, атлас рангдан сарикқа, сарикдан яшилга ўзгаради. Демак, қизил ва яшил рангларни қўшиш орқали сарик ва атлас рангларини олиш мумкин. Атлас ранг, масалан, сарик рангдан қизилнинг кўплиги билан фарқ қилади.

**Учинчи тажриба.**  $B$  ва  $G$  манбаларни ёқамиз, шарни  $G$   $B$  бириктирувчи чизиқда жойлаштирамиз. Шарни  $B$  дан  $G$  га силжитиш натижасида шарни ранги кўкдан кўк яшилга, кўк яшилдан яшилга ўзгаради.

**Туртинчи тажриба.**  $R$   $B$  чизиқ бўйича шарни силжитилганда, у навбатма-навбат қизил, қирмизи, пушти, бинафша ва кўк рангларга бўялади.

Шундай қилиб,  $R$   $G$   $B$  учбурчакнинг  $R$   $G$ ,  $G$   $B$  ва  $R$   $B$  томонларида кўз билан қабул қилинадиган ҳамма амалий ранг туслари жойлашган.

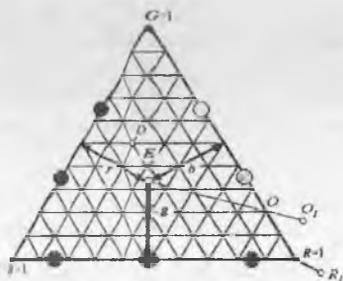
**Бешинчи тажриба.** Ҳамма уч манбани ёқиб,  $R$   $G$   $B$  учбурчак ичида шундай  $E$  нуқтани топиш мумкинки, у нуқтада шар оқ рангга бўялади. Шундай қилиб, асосий қизил, яшил

ва кўк рангларни маълум миқдорда қўшиш натижасида оқ ранг олиш мумкин бўлади.

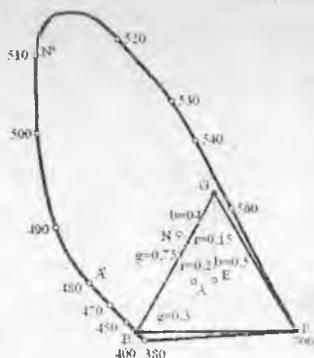
**Олтинчи тажриба.** *RE* чизик бўйича шар силжитилганда қизил ранг ўзгармайди, лекин *E* нуқтага яқинлашган сайин оқара боради ва *E* нуқтада оқ рангга айланади. Демак, рангнинг тўйинганлиги ўзгаради, яъни қизилнинг оқ ранг билан қўшилиши кузатилади.

Шу каби шар *BE* чизик бўйича силжитилганда ранг ўзгармайди (кўклигича қолади). Фақат тўйинганлиги пасаяди. Шар бу чизик бўйича кўк ранг имкони бўлган ҳамма нимрангларидан ўтиб *E* нуқтасида мутлақ оқ рангга айланади.

*GE* чизик бўйича ва *RGB* учбурчак томонларидан чиқиб *E* нуқтаси билан туташувчи ҳар қандай чизикда ушбу ҳолат кузатилади.



19-расм. Рангли учбурчак



20-расм. Рангли учбурчакнинг  
худуд (локус) ичида жойлашиши.

Шуни уқдириш лозимки, ҳақиқий ёруғлик манбаи 100% ли тўйинганликка эга эмас. Қандай қизил (яшил, кўк) ранг

манбаини олинмасин - қизил фонус, кинескоп катод-люминофори - бу манбаларнинг тўйинганлиги ҳамма вақт **100%** дан кам. Колориметрия аниқлашига биноан **100%** ли тўйинишга фақат бир тўлқин узунлигига тенг манбагина назарий эга бўлиши мумкин. Тўйинганлиги **100%** га яқин бундай манбалар туркумига амалда бир тўлқин узунлигида нурланувчи лазерларни киритиш мумкин.

Масалан,  $RE$  чизигида, қизил ранг тўйинганлиги (19-расм)  $E$  нуқтасидан узоқлашгани сайин оша боради,  $R$  нуқтасида тўйинганлик **100%** дан кам бўлгани сабабли, **100%** га  $R_1$  нуқтасида эришади. Демак,  $R_1$  нуқта монохроматик ранг манбаига тўғри келади. Асосий бўлмаган рангларда ҳам худди шундек аҳвол. Масалан, **100%** тўйинган атлас ранг  $O_1$  нуқтада жойлашган. У  $O$  нуқтадан юқорида жойлашган. Ҳамма монохроматик  $R_1O_1\dots$ , бирлаштирилса сидирга эгри чизик ҳосил бўлади ва у **худуд (локус)** деб аталади. Бу чизик бўйлаб **100%** тўйинган ранглар жойлашган, бу спектрал чизик бўлиб, у учбурчакка нисбатан жойлаштирилган (20-расм).

$R$ ,  $G$  ва  $B$  асосий ранглар учбурчаги ичида жойлашган хоҳланган нуқтани рангини аниқлашни тушинтиришга ҳаракат қиламиз. Бунинг учун, масалан,  $A$  нуқтасини оламиз (20-расм). Уч ранг коэффициентларини аниқлаш учун, учбурчак баландлигини бирга тенг олган каъкул. Уч бурчак ичида олинган  $A$  нуқтадан унинг томонларига туширилган перпендикуляр уч ранг нисбий ёруғлик қийматини беради. 18-расмда  $A$  нуқта ранглилиги  $A = 0,2R + 0,3G + 0,5B$ ,  $r, g, b$  йиғиндиси  $r + g + b = 1$ .

$A$  манба ранг туси,  $E$  нуқтадан  $A$  нуқта орқали ўтиб

худуд чизиғи билан кесишган  $A_1$  нукта орқали аниқланади:  $\lambda = 470 \text{ нм}$ . Учбурчак ташқарисидаги  $N$  нукта бир ранг коэффициентини мусбат қийматли (бизнинг мисолда  $x$ ).  $N$  нуктанинг нисбий қийматлари, олдингидаги каби, ундан туширилган чизиқ узунлиги орқали аниқланади. Аммо бу ерда улардан бири, бизнинг мисолда  $x$ , ташқи томонига тушади, яъни  $x = -0,15$  мусбат қийматга эга.

$$\text{Унда } g + b - x = 0,75 + 0,4 - 0,15 = 1.$$

$N$  манба ранг туси  $\lambda_N = 510 \text{ нм}$  га тўғри келади.

$A$  ва  $N$  нукта тўйинганлигини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$p_A = \frac{AE}{A'E} 100\% = \frac{4,25}{21,5} 100\% = 19,8\%;$$

$$p_N = \frac{NE}{N'E} 100\% = \frac{12,5}{59} 100\% = 21,2\%$$

**Ранг чизмаси.** RGB учбурчак (19-расм) чўкқиларида жойлаштирилган асосий ранглар манбаи бир хил қувватли (масалан,  $R = G = B = 1 \text{ вт}$ ). Лекин, амалиётида ёруғлик техникаси ва колориметрияда асосий рангларнинг ёруғлик техника бирлигида ўлчови қўлланилади - люменда (ёруғлик оқими) ёки люксда (ёритилганлиги), ёки квадрат метрдаги кандель (равшанлик). Буни, масалан, люменда ўлчовчи фотометр асбобни ясаш энергия бирлигида ўлчовчи асбобни ясашдан осон эканлиги билан тушунтириш мумкин.

Ватт ўлчамида ўлчанадиганда тенг энергияли  $E$  ок ранг асосий ранглар учбурчагида тенг координатада жойлашади

$$E = \frac{1}{3} R(Bm) + \frac{1}{3} G(Bm) + \frac{1}{3} B(Bm)$$

ва уни тасвирловчи нукта учбурчак марказига тўғри келади.

Агар ҳисоб ва ўлчаш учун қулай бўлган ёруғлик техника бирлигида учбурчак чўкқиларида манба жойлаштирилса, яъни  $R = G = B = 1$  лм, у ҳолда  $E$  нукта координатаси кескин ўзгаради ва у  $RG$  томоннинг юқори қисмига сурилади. У ҳолда амалда аникланишига биноан тенг энергияли  $E$  қуйидаги қуринишга эга бўлади

$$E(\text{лм}) = 0,177R(\text{лм}) + 0,813G(\text{лм}) + 0,01B(\text{лм})$$

Бу тенгламада уч ранг коэффициентларининг сезиларли фарқ қилиши қўринадиган спектрда қўзимизнинг спектрал сезгирлиги бир хил эмаслиги (5-расмга қаранг) билан боғлиқ.

21-расмда тенг энергияли,  $r_E=0,177$ ;  $g_E=0,813$ ;  $b_E=0,01$  уч ранг коэффициентли  $E$  оқ ранг жойлаштирилган  $RGB$  учбурчак келтирилган. Бу учбурчакда  $E$  оқ ранги учбурчакнинг  $RG$  томонига сурилган ва амалда ҳудудни  $\lambda = 570\text{нм}$  тўлқин узинлигига тўғри келади. Бошқа ранглар, учун оқ  $E$  ва спектрал  $\lambda = 570\text{нм}$  оралиғида ранг учбурчагида амалда жой қолмайди. Ранг диаграммасини амалда қўллашда қулай бўлиши учун унинг қуринишини ўзгартириш керак бўлади.

Юқорида айтилганларга биноан, рангли  $RGB$  (лм) учбурчагини амалда ҳар хил ҳисоблашларда ишлатилиши учун қуйидаги камчиликлар мавжуд:

-кўп реал ранглар учун асосий колориметрик (1.12) тенгламада унинг бир коэффициенти мусбат қийматга эга;

-тенг энергияли оқ  $E$  ранг, учбурчакнинг  $RG$  тарафига сурилган;

-уч асосий рангдан ташкил топган рангнинг ёруғлик

оқимини (равшанлигини) аниқлаш учун, ҳамма уч  $r'$ ,  $g'$  ва  $b'$  оқимларнинг қийматини билиш зарур.

1931 йили ёруғлик бўйича Халқаро комиссия (ЕХК), юқорида келтирилган камчиликлардан холи бўлган янги XYZ колориметрик тизимни қабул қилди. Бу тизимда тенг томонли рангли учбурчак олинган (22-расм).

Бу учбурчакнинг чўққиларида тахминий (нореал) XYZ ранглар жойлашган, уларни тегишли қийматларда қўшиш орқали хоҳлаган тўйинганликка эга бўлган реал рангларни олиш мумкин.

Бинафша чизиғи билан ҳамма реал рангларни ўз ичига олувчи худуд XYZ учбурчаги ичида жойлашган. Бу демакки, асосий колориметрик тенглама

$$F = x'X + y'Y + z'Z \quad (1.14)$$

уни ташкил қилувчилари  $x'X$ ,  $y'Y$ ,  $z'Z$ , ҳамма реал ранглар учун фақат манфий ишоралидир.

Асосий ранг нуқталари  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  кўрилаётган тизимда худуд ва бинафша ранг чизиқларидан ташқарида жойлашган. Демак, у нуқталарда тўйинганлик 100% юқори, бу эса физик хусусиятга эга эмас. Ана шу  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  ранглар реал эмас. Шу билан бирга, нореаллиги уларни турли колориметрик ҳисоблашларда ишлатишни чекламайди.

22-расмда келтирилган колориметрик RGB ( $\lambda_R=700\text{нм}$ ,  $\lambda_G=546,1\text{нм}$  ва  $\lambda_B=435,8\text{нм}$ ) ранг учбурчаги X Y Z учбурчаги ичида жойлаштирилган. Агар R, G ва B ёруғлик оқим бирлигида олинса, у ҳолда XYZ ва RGB бирлиги орасида боғланиш қуйидагича бўлади:

$$X=0,4184R-0,4185G+0,0001B$$

$$Y=-0,1587R+1,1589G-0,0002B \quad (1.15)$$

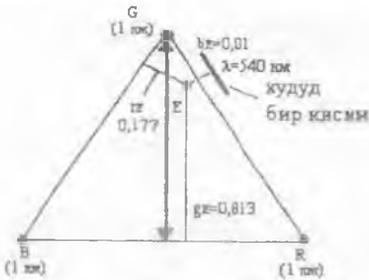
$$Z=-0,0828R+0,0721G+0,0107B$$

(1.15) тенгламага  $R=G=B=1\text{лм}$  қиймати қўйилиб, қуйидаги натижа олинади:

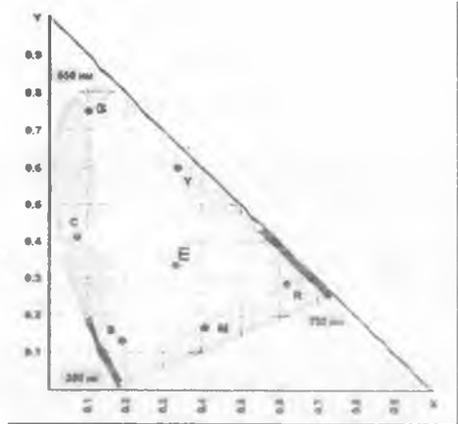
$$X=0,4184 \cdot 1 - 0,4185 \cdot 1 + 0,0001 \cdot 1 = 0;$$

$$Y=-0,1587 \cdot 1 + 1,1589 \cdot 1 - 0,0002 \cdot 1 = 1 \text{ лм};$$

$$Z=-0,0828 \cdot 1 + 0,0721 \cdot 1 + 0,0107 \cdot 1 = 0;$$



21-расм. Худуд ичида тенг



22-расм. XYZ тизими ранг учбурчагида энергияли E оқ рангининг жойлашиши

Ушбу тенгликтан кўринадики,  $X$  ва  $Z$  бирлигида ёруғлик оқими нолга тенг,  $Y$  да эса  $1\text{лм}$  га тенг. Шундай қилиб, (1.14) тенгламада фақат  $Y$  тўлиқ ёруғлик оқими қийматини аниқлайди.

(1.13) тенглама каби  $F$  ранг оқимини аниқловчи  $X Z Y$  тизим уч ранг коэффициентлари қуйидагича аниқланади:

$$\begin{aligned}
 x &= x' / (x' + y' + z') = x' / m \\
 y &= y' / (x' + y' + z') = y' / m \quad (1.16) \\
 z &= z' / (x' + y' + z') = z' / m
 \end{aligned}$$

бу ерда  $m = x' + y' + z'$  - ранг модули.

(1.16) тенгламадан шундай хулоса қилиш мумкин:  $x + y + z = 1$ . Шундай қилиб, ранглиликни аниқлаш учун фақат икки коэффициент  $x$  ва  $y$  ни аниқлаш кифоя, учинчиси  $z$  олдинги икки қийматнинг йиғиндисидан келиб чиқади. Шунингдек,  $XYZ$  тизимда тенг энергияли  $E$  оқ ранг учун  $x_E = y_E = z_E = 1/3$  га тенг.

$XYZ$  чизмасини намойиш қилиш учун  $F$  оқимнинг кўрсаткичларини аниқлаймиз (22-расм). Уч ранг коэффициентлари  $x = 0,425$ ;  $y = 0,425$ ;  $z = 1 - (x + y) = 0,125$ .

Икки координата, сўзсиз ранглиликни аниқлайди. Лекин кўп ҳолларда,  $x$  ва  $y$  координаталари ўрнига икки яққол намойиш этувчи ранг туси ва тўйинганлиги тўғрисида маълумот олиш маъқулдир. Ранг тусини аниқлаш  $EF$  чизигини худуд чизиги билан кесишган нуқтада аниқланади.  $F$  нуқта учун  $\lambda_c = 580 \text{ нм}$ .

Тўйинганлиги  $XYZ$  координаталарида қуйидагича аниқланади:

$$p = \frac{y_\lambda y_F - y_E}{y_F y_\lambda - y_F} 100\% \quad (1.17)$$

Бу тенглама таркибига кирувчи қийматлар қуйидагиларни билдиради:

$y_\lambda$  - ранг тусини аниқловчи худуддаги нуқта координатаси;  
 $y_F$  - аниқланаётган ёруғлик оқими  $F$  координатаси;  $y_E = 1/3$   
 оқ ранг  $E$  координатаси; ((1.15)-тенгламадаги  $y$

координатани  $x$  ёки  $z$  координата билан алмаштириш мумкин). (1.17) – биноан ҳисоблаш қўйидаги натижани беради:

$$P = \frac{0,475 \cdot 0,425 - 0,333}{0,425 \cdot 0,475 - 0,333} 100\% = 8,6\%$$

(1.17) – тенгламага биноан  $E$  оқ ранг тўйинганлиги нолга тенг, спектрал (монохром) ранг тўйинганлиги 100% га тенг. Ҳақиқатда, оқ ранг нуқтасида

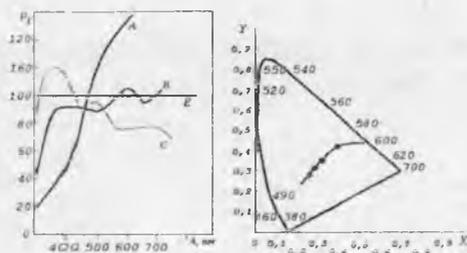
$$y_F = y_E = \frac{1}{3}; P_E = \frac{y_\lambda y_E - y_E}{y_E y_\lambda - y_E} 100\% = 0$$

Спектрал ранг учун  $y_\lambda = y_F$  ва  $P_\lambda = 100\%$ .

**Стандарт оқ ранг манбалари.** Телевидениеда ранглари тўғри тикланишига оқ ранг манбасининг танланиши муҳим рол уйнайди. Шу вақтгача фикр ҷритишимизда биз тенг энергияли оқ ранг  $E$  аталмишни кўзда тутган эдик. Бундай манбада спектр бўйича энергиянинг тақсимланиши бир текис зичликка эга (23-расм). Бундай спектр тақсимланиши кўпчилик фикр ҷритиши ва ҳисобларда жуда қулай, аммо унинг жиддий камчилиги бор: у реал эмас, табиатда учрайдиган ҳар қандай ёруғлик манбаи энергиянинг бундай спектр бўйича тақсимланиши эга эмас ва эга бўлиши мумкин эмас.

Рангли телевидение техникасида энергияси бир текис тақсимланган  $E$  манбадан ташқари  $A, B, C$  ва  $D$  ҳарфлар билан белгиланувчи бошқа манбалар мавжуд. У манбаларни нурланиши **ранг ҳарорати** деб таърифланади ( $T_p$  билан белгиланади ва Кельвин ҳарорати билан аниқланади). Ранг ҳарорати тушунчасини тушунтириш учун абстракт тушинчага мурожаат қиламиз: абсолют қора жисм, шундай хусусиятга эгаки, унга тушаётган нурли энергиянинг мутлақ ҳаммаси

ютилади.



23-расм. Ҳар хил оқ ранг манбалари нурланишини нисбий зичлик чизмаси  
 24-расм. Ҳар хил оқ ранглиги манбалари нурланишини ранглиги

Абсолют қора жисм нурланиши фақат ҳароратига боғлиқ ва кўриш спектр чегарасида, унинг ранги ҳарорати билан аниқланади ва **ранг ҳарорати** деб аталади. Ҳароратни кўтарилиши жараёнида ушбу нурланишнинг максимал қийматига тўғри келувчи  $\lambda_{\max}$  нурланишнинг тўлқин узунлиги камаё боради:

$$\lambda_{\max} = 2,896 \cdot 10^6 / T_p \text{ нм}$$

Реал оқ ранг манбаларини абсолют қора жисм ранглар ҳарорати билан солиштириш қулайдир. 1-жадвалда шундай манбалар кўрсаткичлари келтирилган. Манбаларнинг  $x$  ва  $y$  координаталари (уч ранг коэффициентлари)дан фойдаланиб ранг чизмасида ҳар хил оқ ранг манбалар ранглигининг эгри чизиғини келтириш мумкин (24-расм). Рангли ҳароратнинг кўтарилиши мобайнида манбанинг ранг туси қизилдан яшилга, сўнг кўкка ўзгаради, уларнинг тўйинганлиги эса камаёди, натижада бу манбалар оқ рангга яқинлашади.

23-расмда куриллаётган манбалар нурланишининг нисбий

зичлиги келтирилган. Ундан кўринадик, **А** манбада қизил-атлас ранг кўпроқ. **В** манбанинг кўрсаткичлари **Е** тенг энергияли манбага яқинлашади. **С** манбанинг кўрсаткичида нурланишнинг нисбий зичлиги кўк тарафда кутарилиши кузатилади.

Оқ ранг манбалари асосий кўрсаткичлари

1-жадвал

Манба тури	Ранг ҳарорати, К	Табиат ёруғлик манбаига ухшашлиги	Ранг туси, $\lambda, \text{нм}$	Тўйинганлик $\rho, \%$	Ранглик координатаси	
					х	у
А	2848	Вольфрамли чўғланувчи лампа	583	65	0,4476	0,4074
В	4800	Куннинг биринчи ярмидаги шимол осмони	574	15	0,3484	0,3516
С	6500	Мовий осмонда, қуёшли кун	482	5	0,3100	0,3516

1-жадвалда **А, В, С** манбалар табиий манбаларга яқинлиги келтирилган.

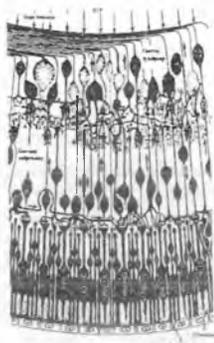
### 3. ИНСОННИНГ КЎЗ ОРҚАЛИ КЎРИШ МЕХАНИЗМИ

#### 3.1. КЎЗНИНГ ТУЗИЛИШИ

Одам кўзининг шакли шар шаклига яқин. Унг кўзни горизонтал қирқилма чизмаси 25-расмда тасвирланган. Сиртки томонидан у оқ тусли ҳимоя қобиғи билан копланган, бу қобиқ **склера** деб аталади. Склеранинг олдинги тарафи шаффоф бўлиб, ёруғлик нурининг ўтиши учун тўскинлик қилмайди ва у **шох (муғуз) парда** деб аталади. Кўзнинг ички тузилиши юзасига қараганда ажабланарли содда бўлиб, **гавҳар** аталмиш иккита сферик сирт билан чегараланган шаффоф жисм билан икки бўлимга ажралган. Гавҳарнинг олдинги томонини **камалак парда** тўсиб туради. Кўзнинг олдинги бўлими **сувсимон суюқлик** билан тўлдирилган.

Камалак пардада тешиқ- **қорачиқ** бор. Кўзга тушаётган ёруғлик миқдорига қараб, қорачиқнинг диаметри тахминан 2 дан 8 мм гача рефлексив тарзда ўзгаради. Гавҳар **цилар мускул** орқали склеранинг ички юзасига бириктирилган. Цилиар мускул гавҳар шаклини маълум бир чегарада ўзгартира олади. Орқа бўлим ҳам **шишасимон модда** билан тўлдирилган. Орқа бўлимдаги склеранинг ички юзаси **тур парда** билан қопланган. Тур парда **марказий чуқурлик (сарик доғ)** бўлиб, у **бош оптик ўқи** кесиб ўтган жойдан юқорироқ жойлашган. Марказий чуқурликка **кўриш ўқи** тўғри келади. Тур парданинг бош оптик ўқи ўтган жойидан пастроқда **кўр доғ** аталмиш жой бўлиб, бу ерда тур парда

билан боғланган кўриш нервлари склерадан ташкарига чиқазилган ва улар мия билан боғланган. Тўр парда тармоқланган кўриш нервилардан иборат бўлиб, бу нервлар таёқчалар ва колбочкалар (кўзачалар) тарзидаги нерв учлари билан тугайди.



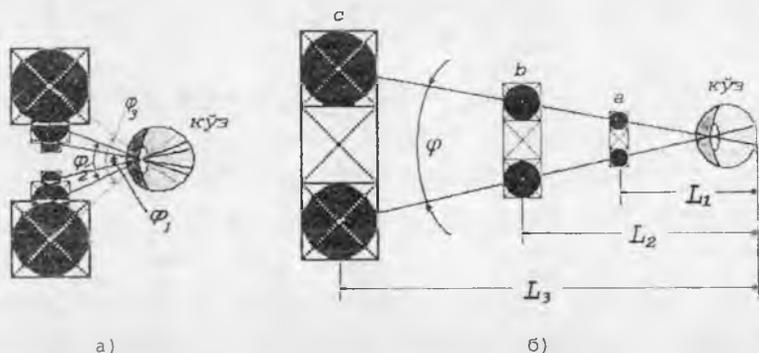
25-расм. Ўнг кўз горизонтал қирқма кўриниши  
26-расм. Кўз тўри ва нейронлар тuzилиши.

Таёқчалар ва колбочкалар ёруғликни сезувчи рецепторлардир.

### 3.2. КўРИШ МЕХАНИЗМИ

Кўзнинг олдинги ва орқа бўлимлари, гавҳар билан биргаликда оптик тизимни ташкил қилади. Кўзнинг оптик тизими фокус масофасини ўзгарувчан ва "чуқурлиги" (гавҳардан тўр пардагача бўлган масофа) ўзгармайдиган йиғувчи линза деб қараш мумкин. Улар ёрдамида тўр парда юзасида кўриш майдонидаги объектлар равон намоён бўлади. Тасвир аниқ кўриниши гавҳар эгрилигини цилиар мускул ёрдамида ўзгартириш натижасида амалга оширилади. Кўриладиган буюмнинг ҳақиқий, ammo тунтарилган тасвири

ҳосил бўладиган парда кўзнинг тўр пардасидир. Кўзга тушувчи ёруғлик нерв учларини (таёқча ва колбачаларни) таъсирлантириши натижасида кўриш сезгиси ҳосил бўлади.



27-расм. Кўзни аниқ кўриш механизми

а) бир хил масофадан, ҳар хил ўлчамли нуқталар кузатилиши;

б) ажратилиш бурчагида ҳар хил ўлчамли нуқталарнинг жойлашиши.

Агар кўриладиган буюм жуда узоқда жойлашган бўлса, унинг тасвири кўзнинг тўр пардаси юзасида гавҳар мускулини ҳеч зўриқтирмасдан, аниқ кўринишда намоён бўлади. Буюм кўзга яқинлаштирилганда, гавҳар юзасини қавариқлангани ошади, кўзнинг фокус масофаси қисқаради, тасвир тўр парда юзасига фокусланади. Бунга гавҳарнинг қавариқлигини ўзгартирувчи мускулнинг рефлексив зўриқиши натижасида эришилади.

Кўзнинг кузатиладиган буюмгача бўлган масофанинг ўзгаришига бундай мослашуви кўз **аккомодацияси** деб аталади.

Бирор икки нуқта кўзга яқинлаштирилса, улар орасидаги бурчак  $\varphi$  (27-расм) катталашади ва улар алоҳида-алоҳида рецепторлар юзасига проекция бўлгандагина кўз уларни

ажрим кўра олади. Бир-бирига яқин жойлашган икки нуқтани ажрим куриш учун (27-расм) улардан чиқаётган нурлар алохида рецепторларга тушиши ва бу рецепторларни бир-биридан ажратувчи яна бир рецептор мавжуд бўлиши шарт. Акс холда, бу нуқталар яхлит бир нуқта бўлиб қабул қилинади.

Нормал кўз учун бу бурчак бир минутни ташкил қилади. Аммо буюмни яна ҳам аниқроқ кўриш мақсадда, уни кўзга жуда яқинлаштириш ҳеч қандай фойда бермайди, чунки аккомодация чегараланган - **аккомодация бажариладиган энг яқин масофа** мавжуд.

Кўзни аниқ кўриш чегараси кўриш тизимининг **ажратиш қобилияти (кўзнинг ўткирлиги)** билан аниқланади. Кўз ўткирлиги икки турдан иборат: майда буюмларни юза бўйича ажрим кўриш ва кўз оптик ўқиға перпендикуляр юза ва буюмларни (деталларни) чуқурлиги бўйича ажрим кўриш. Сўнггиси **чуқурлик ўткирлиги** ёки **стереоскопик кўриш** деб аталади. Иккала ўткирлик кўз тўрининг ва унинг оптик тизимининг ажратиш қобилиятига боғлиқ. Одатда тўрнинг ажратиш қобилияти асосий рол ўйнайди. Кўз ўткирлигини кўз оптик тизими тавсифи ва кўз тўри тузилиши орқали аниқлаш имконияти йўқ. Кўз - **динамик оптик тизимдир**. Куриш жараёнида кўз соққасининг беихтиёр ҳаракатланиши - **тремор** кузатилади. Бундан ташқари, кўзнинг оптик ўқи тасвир контури бўйича югуриб, энг муҳим ахборотни ажратади.

Буюмдан тўр пардага тушаётган ёруғлик нури кучли бўлса қорачиқ диаметри қисқаради, акс холда катталашади.

Кўриш жараёни тўр парда таркибидаги моддалар ёруғлик таъсирида емирилиши натижасида юзага келган биоток (сигнал) орқали мия таъсирланиши натижасидир. Биоток кўз

тур пардасидаги махсус рецепторларда ҳосил бўлади. Улар **таёқча ва кўзача** деб аталади. Таёқча ва кўзача 26-расмда тасвирланган. Улар склеранинг қобиғига қараб жойлашган. Таёқча ва кўзачаларни мия билан боғловчи кўз нервларининг учлари тўрнинг уст томонига тарқалган. Кўзачалар сони 120 миллиондан ортик. Улар ёрдамида кўз кундузи объектларни кузатади ва рангини тиклайди. Таёқчалар сони 7 миллионни ташкил қилади. Улар асосан тунги, кучсиз ёритилган объектларни кўриш учун хизмат қилади ва ранг ажратмайди. Таёқча ва кўзачалар тўр пардада ўзига хос тартибда жойлашган. "Сарик доғ" аталмиш сирт 25 минг кўзачалардан ташкил топган. Кўзачаларнинг қолган қисми ундан ташқарида, таёқчалар билан аралаш жойлашган. Марказий чуқурлик (сарик доғ) дан узоқлашган сайин кўзачалар камайиб, таёқчалар кўпайиб боради. Кўзача ва таёқчаларни мия билан туташтирувчи кўз нервларининг сони 1 миллиондан ортмайди.

Юқорида айтганимиздек, кўзача ва таёқчаларда ёруғликни сезувчи моддалар ёруғликдан емирилади. Емирилиш узликсиз давом этади. Ёруғликнинг миқдорига қараб емирилиш миқдори ўзгаради. Агар ёруғлик миқдори чамаланган миқдордан юқори бўлса, камалаксимон парданинг ёруғлик ўтказувчи юзаси камаяди. Яъни қорачикнинг диаметри қисқаради. Агар бу ҳолатда ҳам ёруғлик миқдори кўп бўлса, склеранинг тўр парда жойлашган қисмида суюқлик ахралаб чиқади ва кўзачаларни кума бошлайди, чиқарилаётган суюқлик рецепторларга (таёқча ва кўзачалар) тушаётган ёруғлик миқдори бир меоёрга келгунча давом этади. Бу жараён **мосланиш (адаптация)** деб аталади. Мосланиш жараёни бир дақиқада тугамайди.

Маълумки, қоронғудан ёруғликка чиқилганда кўз тинади. Кўзга тушаётган ёруғлик ўта катта бўлса, кўз тинишидан ташқари оғриқ сезилади. Бу ҳолат узоқ давом этмайди, кўриш хусусияти яна тикланади. Ёруғликка мослашиш 3-5 минут давом этади. Ақсинча, ёруғликдан қоронғу хоната кирганда кўзни кўриш қобиляти бутунлай йўқолади. Бироз вақт ўтгандан сўнг кўриш тикланади, ён атрофнинг ғира-шира ёришгани сезилади, яна бироз вақт ўтиши билан аввал тимқоронғи кўринган хона етарлича ёруғ эканлигининг гувоҳи бўламиз. Қоронғуликка мослашиш 30-50 минут давом этади. Кўзнинг бундай ёруғлик ва қоронғуга мослашуви кўз **адаптацияси** деб аталади.

Кўз ташқи муҳитдан олган маълумотни мияга узатади, бу жараён ҳам бироз вақт талаб қилади. Узлуксиз, объектдан олинаётган маълумот, маълум порцияларда мияга узатилади. Инсон мияда тикланаётган тасвирни узлуксиз гавдалантиради. Кўз тахминан секунднинг ўндан бир улуши давомида маълумотни ййгади. Бу кўз **сусткашлиги (кўз инерцияси)** деб аталади. 28-расмда маълум вақт оралиғида, маълум миқдорда кўзга таъсир қилган ёруғлик импульсига кўзнинг реакцияси келтирилган.

Кўзга таъсир қилган ёруғлик импульси  $E_n$  унга нисбатан мияда уйғотиладиган сезги  $S$  бир онда юзата келмайди, у экспонент қонунига биноан ўсади:

$$S_1 = S_m (1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}) \quad (1.18)$$

Таъсир тугагандан сўнг сезги давом этади, у яна экспоненциал қонун бўйича пасаяди

$$S_1 = S_m (e^{-\frac{t_2}{\tau_2}}) \quad (1.19)$$

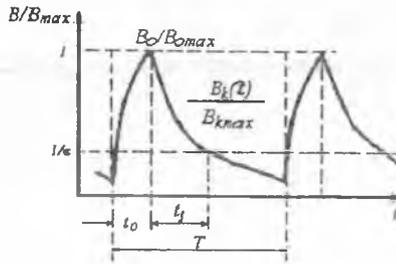
Изланишлар натижасида шу маълум бўлдики, кўзга таъсирнинг доимий вақти  $\tau_0 = t_0 B$ , таъсир тугагандан сўнгги сезгининг доимий вақти  $\tau = (t_1 B = (T - t_0) B)$  га қараганда жуда кичкина ( $\tau_0 \ll \tau$ ), яъни таъсир тугагандан сўнг сезгининг пасайиши ёруғлик таъсир вақтидаги сезгига нисбатан секин кечади. Одам кўзида таъсирдан сўнгги сезги вақт доимийси ўртача  $\tau \approx 0,1 - 0,15$  с ни ташкил қилади. Таъсир такрорланувчи бўлганда ва такрорланиш бир секундга ўн мартадан кам бўлса, кўз бу таъсирларни алоҳида, ажрим холда сезади ва ҳар бири алоҳида намоён бўлади. Бу кўзнинг вақт бўйича ажратиш қобилияти деб аталади.

Агар такрорланиш секундига ўндан ортиқ бўлса, бундай таъсирни кўз узлуксиз, бетакрор намоён қилади. Такрорланиш секундига 48 дан кам, 10 дан кўп бўлса, кўзга таъсир узлуксиз бўлиш билан бир қаторда ёруғликнинг милтиллаши кузатилади.

Такрорланиш секундига 48-100 атрофида бўлганда милтиллаш йўқолади. Милтиллаш йўқолиш частотаси (яъни секундга такрорланадиган ёруғлик импульслари сони) **милтиллашнинг кескин частотаси** деб аталади ва империк тенглама орқали ифодаланади

$$F_{kc} = a_0 \lg B + b_0 \quad (1.20)$$

Бу ерда  $a_0 = 9,6$ ,  $b_0 = 26,8$  - тажриба йўли билан аниқланадиган миқдор (коэффициент);  $B$  - кўзга таъсир қилувчи ёруғлик импульсни ўртача равшанлиги.



28-расм. Такрорий нуруланувчи манбани равшанлиги  $V_k(t)/V_{kmax}$  ни кўз орқали сезиш; бу ерда  $V_k(t)/V_{kmax}$ -тасир тугаганидан сўнг қўрунувчи равшанликни  $t$  вақт бўйича қиймати;  $V_0/V_{0max}$ - вақт доимийлигига тасир қилувчи равшанлик;  $\tau \sim 0,1 \dots 0,15c$  -кўзни сускашлигини кўрсатувчи. Равшанлик қиймати е баробар камайганда  $t_1 = t$  тенг олинади. Вақт доимийлиги  $\tau$  равшанлик функциясидир ва уни кўпайиши билан камаяди.

Такрорланувчи ёруғлик манбасининг нисбий равшанлиги

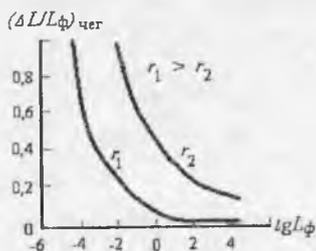
$$B_k(t) / B_{kmax}$$

Милтиллашнинг кескин частотаси асосан манбанинг равшанлик миқдорига ва рангига боғлиқ. Сарик-яшил рангларда милтиллаш кучли сезилади. Чунки бу рангларга кўзнинг сезгирлиги юқори. Такрорланиш частотаси милтиллаш кескин частотасига тенг ёки ундан юқори бўлса, такрорланувчи ёруғлик манбасидан  $B(t)$  кузагилаётган объект ёруғлигининг қиймати  $B_{ке}$ ,  $T$  давр ичида куйидаги ифода орқали аниқланиши мумкин:

$$B_{ке} = \frac{1}{T} \int_0^T B(t) dt \quad (1.21)$$

Бу ифода **Тальбот қонуни** деб аталади. Демак, кўз ажратиш кобилияти чегараланган. Кўзнинг кўриш чегарасини кенгайтириш учун кўз ойнак, катта қилиб кўрсатувчи линза,

микроскоп ва телескоплар яратилган. Кўзни зўриқтирмай буюмнинг майда қисмларини кўриш мумкин бўлган масофа энг яхши кўриш масофаси деб аталади. Нормал кўз учун энг яхши кўриш масофаси 25 см га тенг деб ҳисобланади.



29-расм. Контраст остонасини, фон равшанлиги ва тасвир деталарининг ўлчами( $r_1, r_2$ ) га боғлиқлиги

Кўз ёруғликнинг абсолют кийматини аниқлашга оғирдир. Сабаб, биринчидан кўзга тушаётган ёруғлик билан, сезги ўртасида тўғри пропорционаллик йўқ, яъни психофизик сезишга биноан амалга ошади. Иккинчидан, кўриш жараёнида нисбийлик асосий заминдир. Учинчидан, кўриш жараёни ёруғлик денгизида жорий бўлади, яъни мослашиш мавжуд. Агар объектнинг равшанлиги  $0,1 \text{ кд/м}^2$  дан кам бўлса, у холда кўз объектни муҳитдан ажрата олмайди. Агар объектнинг равшанлиги  $10^7 \text{ кд/м}^2$  дан юқори бўлса, кўз кўриш қобилиятини йўқотади ва кўзда оғриқ сезилади. Демак, кўз  $10^6$  равшанлик диапазони кенглигида кўришга қодир.

Кўз бу равшанлик кенглигини бир вақтда қабул қилаолмайди. У равшанлик кенглигини алоҳида диапазонларга бўлиб мослашади ва кўриш ижро бўлади.

Ёритилмаган муҳитда бирор жисмни кўриш учун аввал кўз шу муҳитга мослашади ва сўнг кўради. Шу ҳолатда кўз

сеза оладиган ёруғлик манбаининг минимал қиймати кўзнинг **абсолют ёруғликни сезиш бўсағаси** деб аталади. Кўзнинг минимал ёруғликни сезиш бўсағаси 2...4 фотонга тенг. Аниқланишича, кўз билан ёруғлик манбаи ўртасида абсолют кўриниш мавжуд бўлган ҳолда, кўз 200 км масофадаги шамнинг ёруғини сезишга қодир экан.

Амалда асосан ёритилган муҳитда объектлар кузатилади. Бу ҳолда объектнинг ёруғлик қийматидан муҳитнинг ёруғлик қийматини айириш натижасига биноан объектнинг кўриш жараёни кечади. Бу ерда кўз ёруғлик сезгирлигининг айирма бўсағаси юзага келади, яъни  $\Delta V_{\text{юм}} = V_0 - V_m$  (бу ерда  $V_0$ - объектнинг равшанлиги;  $V_m$ - муҳитнинг равшанлиги ).

$\Delta V$  нинг қиймати доимий миқдорга эга бўлмасдан, муҳитнинг ёруғлик қиймати билан боғлиқ. Амалда  $(\Delta V/V_m)_{\text{юм}} = \text{const}$  доимийлиги аниқланган ва у Вебер - Фехнер номи билан боғлиқ. Лекин бу бўсаға равшанликнинг чекланган доирасида кучга эга,  $(\Delta V/V_m)_{\text{ч}} = \delta$  тенг, у **дифференциал ёки нисбий бўсаға** деб аталади. Амалда учрайдиган ёруғлик кенглигида Вебер-Фехнер қонуни ишлайди ва  $\delta = 0,02 - 0,05$  тенг олинади. Демак, кўз аниқ нисбий ёруғликда ( $K = V_{\text{макс}}/V_{\text{юм}}$ ) аниқ ёруғлик поғоналар сонини ( $n$ ) кўриши мумкин (яъни равшанлик нимрангларини ажратиши мумкин). Улар қуйидагича аниқланади:

Биринчи равшанлик поғонаси

$$V_1 = V_{\text{мин}} + \delta V_{\text{мин}} = (1 + \delta) V_{\text{мин}}$$

Иккинчи равшанлик поғонаси

$$V_2 = V_1 + \delta V_1 = (1 + \delta) V_1 = (1 + \delta)^2 V_{\text{мин}}$$

Агар поғоналарни аниқлаш шу каби давом эттирилса, охириги поғона куйдатигича ифодаланади:

$$B_n = B_{\max} = (1 + \delta)^m B_{\min}$$

Бу ифодадан умумий поғоналар сонини аниқлаш мумкин, яъни:

$$m = (\ln(B_{\max} / B_{\min})) / (\ln(1 + \delta))$$

Агар  $\ln(1 + \delta)$ ни қаторга ёйиб биринчи қийматларини олинса,  $\delta$  ўта кичкина бўлганлиги сабабли, уни  $\ln(1 + \delta) \approx \delta$  га тенг олинса бўлади, у ҳолда

$$m = (\ln K) / \delta = (2,3 / \delta) \lg K$$

Амалда кўз орқали 1000 нисбий ёруғлик доирасида тахминан 300 дан ортиқ ёруғлик поғоналарини кузатиш мумкин, ўткир кўз 660 ёруғлик поғонасини ажрата олади.

### 3.3. РАНГ ВА ҲАЖМИ ТИКЛАШ

**Рангни тиклаш.** Кўзнинг энг юқори сезгирлиги спектрнинг 555 нм тўлқин узунлигига (сарик-яшил ранг) га тўғри келади. Спектрнинг қисқа тўлқин (кўк-бинафша атрофи) бир томонида, узун тўлқин (қизил атрофи) иккинчи томонида кўз тизимининг сезгирлиги пасаяди.

Атроф муҳит кузатилганда, объектлар фақат равшанлиги билан фаркланмасдан ранги билан ҳам ажралади. Бунда уларнинг рангларини ва шартли равшанлигини - **ёруғлик жадаллигини** солиштириш мумкин. Масалан, энергия жихатдан бир хил нурланувчи иккита майдон (сарик ва кўк) равшанлиги икки хил майдонлар кўринишида қабул қилинади. Бир хил рангли

таъсир тикланганда кузатувчи ранг бўйича солиштиришдан ожиз ва шу сабабли фақат равшанлиги бўйича солиштиради.

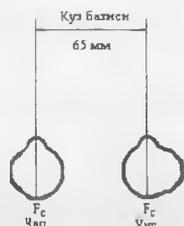
Бизнинг онгимизда аксланувчи ҳар бир субъектив кўрсаткич ёруғлик оқимининг физик кўрсаткичидир. Аммо, объектив (физик) ва субъектив (онгда аксланувчи) кўрсаткичлар орасида фақат сифатий мувофиқлик мавжуд, шу сабабли уларни тенглаштириб бўлмайди.

Уч таркибий қисм назариясига биноан бизнинг кўриш аъзолигимизда алоҳида қизил  $R$ , яшил  $G$  ва кўк  $B$  рангларга таъсирланувчи уч турли рецептор борлиги фараз қилинган (5-а расм). Шунга бинан, кўзга ёруғлик диапазонининг электромагнит тўлқинлари бир вақтда таъсир кўрсатганида оқ ранг юзага келади. Бир хил қувватга эга бўлган, лекин ҳар хил спектрал таркибли ёруғлик таъсири кўзда ҳар хил ёруғлик сезгини уйғотади.

Спектри тўла бўлмаган манба кўзга таъсир қилганида ранг тикланади. Кўз нормал ҳолатида 130...150 тоза рангларни ажратиши мумкин. Текширишлар шуни кўрсатдики кўзга таъсир қилаётган ёруғлик нурини кўзачалар уч таркибга бўлади ва уларнинг миқдорига қараб у ёки бу рангни миямизда гавдалантиради. Аниқланишича бир кўзача қизил рангни, иккинчи бири яшил рангни ва учинчи бири кўк рангни спектрдан ажратиб олади.

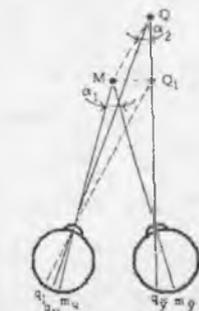
Кўз рангларнинг тўйинганлигини бир рангнинг ичида, 4 дан (сарик ранг) то 25 (қизил ранг) гача сезиши мумкин. 5-а расмда кўзнинг асосий рангларга сезгирлигини кўрсатувчи чизма келтирилган. Чизмада ранг майдони бир хиллигини таъминловчи масштаб олинган, чунки уларнинг ҳаммасининг кўзга таъсири оқ рангни ифодалайди.

**Ҳажми қабул қилиш.** Объектларнинг ҳажми ва уларнинг фазода жойлашиши монокуляр кўриш (бир кўз билан), ҳам бинокуляр кўриш, ҳаётий тажриба ва физиологик ахборотларни ишлаш орқали тикланади.



29-расм. Якка нарсаларни

бинокуляр кузатиши.



30-расм. Кўриш

чуқурлигини аниқлаш

Монокуляр кўришда ҳажм (объект ҳар хил масофада жойлашганлиги) мускулларнинг кучайиш даражаси, кўзни ўгирилиши, гаъҳарнинг қавариқи (аккомодация) ва қорачиқнинг ўлчами (адаптация) бошқарилиш орқали тикланади. Бу механизмларнинг ҳаммасини стереоскопик ТВ тизимини яратиш учун ишлатиб бўлмайти, чунки у кўришнинг бирор статик моделидир.

Бинокуляр кузатиш якка нарсаларни масофавий чуқурликни кўришда хал қилувчи ролни ўйнайди (29- расм), чуқурликни аниқловчи кўрсаткич кўзнинг базиси кўзларнинг оптик ўқлари оралиғидир. «Стандарт» кўз учун кўз базиси 65 мм олинади.

Узоқдаги нарсаларни кўришда кўзларнинг оптик ўқлари бир-бирига параллел. Буюм кузатувчига яқинлашгани сайин

унга боғланган холда оптик ўқлар кесишадилар (конвергенцияга учрайди).  $\beta$  бурчаги ўқларни кесишгандаги бурчаги бўлиб, у **конвергенция бурчаги** деб аталади. Бир хил узоклашган  $M$  ва  $Q$  объектлар кузатилганда (30-расм) конвергенция бурчаги (**параллакс**) ҳар бир нарса учун турли  $\alpha_1$  ва  $\alpha_2$  қийматга эга бўлади. Параллакс бурчакларнинг айирмаси  $\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$  **бурчак параллакси** деб аталади ва у орқали буюмлар жойлашиш чуқурлигини қабул қилиш аниқланади.

Чуқурликни қабул қилишда минимал ажрата олиш қобилиятига тўғри келадиган минимал параллакс бурчаги  $\delta_c$  **чуқурликнинг кўриш чегараси** деб аталади. Унинг ўртача қиймати  $10''$  . . .  $20''$  га тенг. **Чуқурлик (стереоскопик) кўриш утқирлиги** чуқурликнинг кўриш чегарасига тесқари қиймат  $1/\delta_c$  билан аниқланади.

Бурчак параллаксининг мавжудлиги чап ва ўнг кўз тўр пардага  $MQ$  кесим проекцияси ҳар хил узунликда бўлади, яъни  $m_1Q_1 \neq m_2Q_2$ . Кўз  $M$  нуқтасига конвергенцияланган бўлса, унинг тўр пардага проекцияси чап ва ўнг кўзларда марказий чуқурликдан қиймати ва йўналиши бўйича бир хил узокликда жойлашмайди. Бунда  $Q$  нуқтанинг тўр пардадаги проекцияси марказий чуқурликдан (ва  $M$  нуқта проекциясидан) чап ва ўнг кўзларда бир хил узокликда бўлади,  $q_1$  ва  $q_2$  нуқталар ва улар **номувофиқ ёки диспарат** деб аталади. Кесмалар узунлиги айирмаси  $m_2Q_2 - m_1Q_1$  **чизикли параллакс** деб аталади ва чуқурлик қабул қилиш механизмини аниқлайди.

Кўриш тизими орқали ҳажми қабул қилиш хусусиятининг қисқача тахлили шуни кўрсатадики, стереоскопик ТВ тизими

амалга ошириш учун икки ТВ камера бир-биридан камида 65 мм кенгликда (базисда) ўрнатилиб, чап ва ўнг куз учун икки тасвир узатилиши керак. Куз доимий ҳаракатда. Диққат бирор жойга қаратилганда ҳам ҳаракат давом этади. Кузнинг бир неча хил ҳаракати мавжуд: 1) секин тўлқинли майда ҳаракат **тремор** деб аталади. Унинг тебраниш тезлиги **500...20 Гц** атрофида; 2) сакрашсимон ҳаракат **сахкади** деб аталади. Бу ҳаракат узунлиги бир неча бурчак минутга тенг ва секундда **1...2** марта такрорланади. Тезлиги секундига юз градус атрофида; 3) сакрашлар ўртасида секин-аста асосий йўлдан оғиш, **дрейф** деб аталади. Дрейф тезлиги секунднинг **5...6** улушининг биридан то 30 улушнинг биригача ўзгариши мумкин.

## 4. ВИДЕОСИГНАЛ ШАКЛИ ВА СПЕКТРИ

### 4.1. САТРМА-САТР (ПРОГРЕССИВ) ЁЙИШ ПРИНЦИПИ

**Тасвирни ёйиш** деб, тасвирни анализ ва синтез қилиш жараёнида ёйувчи элементни аниқ бир даврий конунга биноан ҳаракатлантириш тушунилади. Оптик тасвир, аввало, электрон нурли най ёки қаттиқ жисмли узатувчи матрица кўринишидаги фотоэлектр айлантиргичлар орқали электр сигналга, уларнинг оний қийматлари узатилаётган тасвир қисмининг равшанлигига мутаносиб **видеосигналга** айлантирилади. Электр сигнални ТВ қабул қилгичи қайтадан кинескоп ёки ясси ёруғлик чиқазувчи элементлардан ташкил топган матрица кўринишидаги электрон-оптик айлантиргич орқали янгидан оптик тасвирга айлантиради.

ТВ тизим бир кадр даврида телевизион тасвирни алоҳида бўлақларга бўлади ва улардан тасвирни қайта тиклайди. Бу бўлақлар тизим амалга ошира оладиган энг кичик (минимал) элемент билан аниқланади. Тасвир элементлари равшанлигини вақт бўйича кетма-кет электр сигналга -ТВ тасвирни анализ қилиш ва электр сигнални тасвирнинг элементининг равшанлигига -ТВ тасвирни синтез қилиш айланттириш жараёни бажарилади.

Ёйиш механизми электрон нур (электрон ёйиш), кичик тешик -апертура (механик ёйиш), ёруғлик нури (югурувчи нур), сурувчи потенциал (қаттиқ жисм) ёрдамида амалга оширилади.

Ўйишга кўйиладиган бир катор талабларни кўриб чиқамиз. Ўйишни ҳар хил қонунга биноан амалга ошириш мумкин. Техниканинг турли соҳаларида радиаль, спираль, синусоидал, чизикли-сатрлаб ва бошқа кўринишдаги ўйиш кўлланилади. Ўйиш қонуни узатиш ва қабул қилиш томонларида бир хил бўлиши керак, акс ҳолда тикланаётган тасвирда координаталар бузилиши юзага келади. Бундан ташқари, ўйиш синхрон (частоталар тенглиги) ва синфаз (фазаларнинг тўғри келиши) бўлиши шарт. Биринчи шартнинг бажарилмаслиги яъни сатр ёки (ва) кадр ўйиш частотасини қабул қилувчи қурилмада ТВ трактининг узатувчи томонидаги такрорловчидан фарқ қилиши телевизор ёки монитор пардасида тасвирни тиклаш ва кўриш имкониятини йўқотади. Агар ўйувчилар частотаси тенг, аммо фазаси ҳар хил бўлса, яъни ўйишнинг бошланиш вақтлари тўғри келмаса, тасвир горизонтал ёки вертикал бўйича сурилади, икки қисмга "ажралиши" мумкин. Тасвирда сўндирувчи оралик кўрина бошлайди. Замоновий ТВ кўрсатишда энг оддий чизикли-сатр бўйича такрорланувчи ўйиш қонуни ишлатилапти, доимий тезликда тасвир чапдан ўнгга тасвир сатри чизиб (сатр ўйилиши-**тўғри йўналиши**) ва бир вақтда тепадан пастга кадр бўйича (кадр ўйилиши-**тўғри йўналиши**) ўйилади (31а-расм). Ўйувчи элементни ўнгдан чапга ва пастдан юқорига тез қайтариш ўйишни **орқага қайтиш** вақтида бажарилади, тўғри ва орқага қайтиш вақти йиғиндиси **ўйишнинг даврини** ташкил қилади. Сатр бўйича ўйиш даври кадрникига қараганда кичик.

Электрон нур асбобининг пардаси (нишони) юзасига тик тушаётган электрон ёки ёруғлик нури югуриши натижасида ҳосил бўлган из **ТВ растр** деб аталади. Агар сатр ва кадр

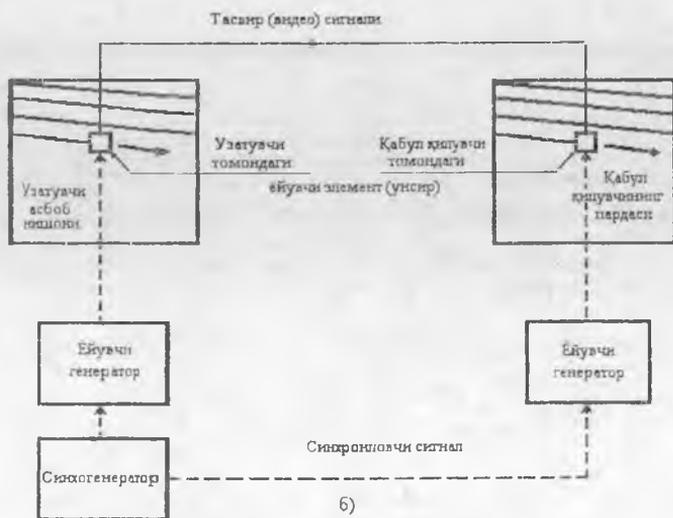
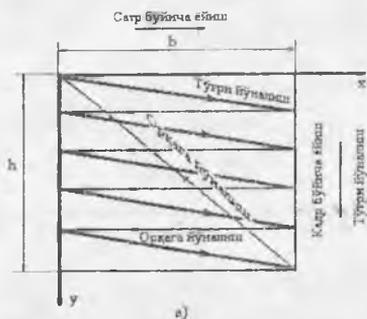
частоталари синхронловчи импульслар билан синхронланса растрда координаталар бир хил тикланади (31-б расм). Қабул қилувчига узатиш учун тавир ва синхросигналлар бирлаштирилади, қабул қилувчида эса сатх буйича ажратилади. Бирлаштирилган сигнал **тўлиқ ёруғлик сигнали** деб аталади.

Вертикал ёйиш даврида растр сатрларини 31-расмда кўрсатилгандек тўхтовсиз кетма-кет (1-, 2-, 3- ва ҳ.к.) ёйиш **сатрлаб (прогрессив) ёйиш** деб аталади. Сатрлаб ёйишда сатр ( $i_x$ ) ва кадр ( $i_z$ ) оғдирувчи ток шакли 32-расмда кўрсатилгандек ўзгаради. Кўринадики, кадр ёйиш даври ( $T_x$ ) сатр ёйиш даври ( $T_z$ )нинг бутун сонига тенг. Тўғри йўналиш вақтида ( $T_1$ ) ток чизикли ўсади, яъни горизонтал ва вертикал ёйиш тезлиги доимий:  $v_x = \text{const}$  ва  $v_y = \text{const}$ . Бу бир қатор бузилишлар тасвир майдонида равшанликни ва кескинликни ўзгаришини олдини олади.

Ночизик ёйиш қонунда ёйувчи электрон нур растр буйича вақт тезлиги ҳар хил бўлади, бу эса кинескоп пардасида тикланаётган растр ёруғлигини ўзгаришига сабаб бўлади. Бундан ташқари ёйиш тезлиги ( $t_{\text{он}} = \text{var}$ ) ўзгариши видеосигнал спектрининг кенгайишига сабаб бўлади.

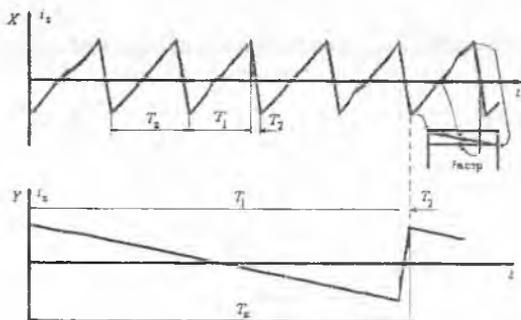
32- расмда келтирилган кадр буйича орқага қайтиш вақти ( $T_2$ ) соддалаштрилиб, тўғри чизик шаклда келтирилган. Ҳақиқатда эса орқага қайтиш бир-неча сатр вақтини ташкил қилганлиги сабабли мураккаб из қолдиради. Электрон нур кадр охиридан бошланғич ҳолатга қайитиш махсус шакллантирилган сундирувчи импульс (**С<sub>УИ</sub>**) оркали сундирилади. Сундириш вақти орқага қайтиш вақтидан катта олинади, яъни  $t_{\text{СУИ}} > T_2$ .

Ахамият беринг, 32- расмда, ёйувчи ток қийматига растр чизувчи элемент ҳолати боғлаб курсатилган. Токнинг нол қийматига сатрнинг ўртаси, максимал манфий ва мусбат амплитудасига растрнинг чап ва унг четлари тўғри келади.



31-расм. Чизикли-сатр бўйича ёйиш

а) Чизикли-сатр бўйича ёйиш қонуни; б) Тизимда ёйиш жараёнини ташкил қилиш



32-расм. Сатр ва сатр ёйишда оғдирувчи токнинг шакли

3.1- жадвалда тасвир бўлишга горизонтал  $H$  ва вертикал  $V$  ёйиш кўрсаткичларининг бир қатор қийматлари келтирилган, шулар қаторида сундирувчи импульсларни абсолют ( $\tau_{сун}$ ) ва нисбий ( $\tau_{сун}/T$ ) сонлари, сатр ва кадр актив қисмлари  $T_{акт}$  давомийлиги келтирилган. ТВ кўрсатиш тизимининг бу ва бошқа кўрсаткичларининг аниқ қиймати (қуйими билан) адабиётларда келтирилган. Бу ерда фақат рангли **SECAM** ТВ тизимига тегишли сатр частотасининг ўртача нобарқарорлиги  $\Delta f_z/f_z \cdot 10^{-6}$  дан ошмаслиги керак, яъни  $\pm 15625 \times 10^{-6} \approx 0,016$  Гц. Сатр частотали импульс даврига тўғри келадиган нобарқарорлик  $\Delta T_z = T_z (\Delta f_z/f_z) = (1/15625, \times 10^{-6} \approx 0,06$  нс тенг.

Ёйиш кўрсаткичлари

31 жадвал

Кўрсаткичи	$f$ , Гц	$T$ , мс	$T_1$ , мс	$T_2$ , мс	$T_{акт}$ , мс	$\tau_{сун}$ , мс	$\tau_{сун}/T$ , мс
$H$	15625	0,064	0,057	0,007	12	0,012	$\alpha = 0,18$
$V$	50	20	19	1	1,4	1,6	$\beta = 0,08$

Бу даражани тамишлаш **SECAM** рангли ТВ дастурларни бошқа рангли ТВ тизим (**PAL, NTSC**) дастурлари билан халқаро айира бошлаш учун зарур.

3.1-жадвалдан кўринадики, вертикал ёйишда реал орқага қайтиш тахминан 1 мс (даврни 5%) ёки тахминан 15 сатрни ташкил қилади. Агар тикловчи қурилмага сўндирувчи импульс берилмаса, кинескоп пардасида тасвирга халақит қилувчи кия чизиқ кўринишда сатрлар тикланади. 31- ва 32-расмларда чизмаларни соддалаштириш мақсадда кадр бўйича ёйишни ифодалашда орқага қайтиш суний камайтирилган. Якунида ТВ ёйувчиларга қўйиладиган асосий талабларни умумлаштирамиз:

-ТВ тизим узатиш ва қабул қилиш томонларида бир хил ёйиш қонуни билан амалга оширилади;

-оғдирувчи тоқларни шакллантириш қонуни оддий (ТВ курсатишда чизиқли-сатр бўйича ёйиш);

-тўғри йўналишда ёйиш тезлиги доимий;

-ТВ трактнинг узатиш ва қабул қилиш томонларида ёйишнинг синхрон ва синфазлиги тамишланади;

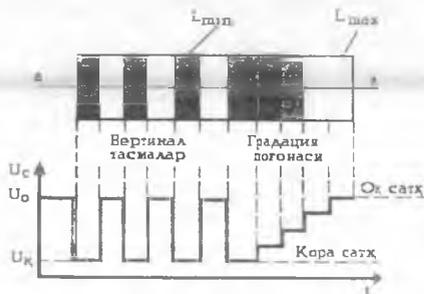
-сатр частотасининг оғиши одатдаги қийматидан  $\pm 0,016$  Гц дан ошмаслиги керак.

#### 4.2. ВИДЕОСИГНАЛ ШАКЛИ

Фотозлектр айлантиргич чиқишида олинладиган видеосигнал қиймати вақт функциясида ва узатиладиган тасвир элементларининг равшанлигига мутаносиб. 33-расмда мисол сифатида оқ-қора вертикал тасмалар ва градиация поғанаси тасвирланган. Ушбу тасвир В ёруғтик

Ўзгаришларини электр сигналга (видеосигналга)  $U_c$  айлантиришнинг кўриб чиқамиз. Расмдан кўриниб турибдики, видеосигнал  $U_c(t) = \varphi(B)$  тасвирнинг танланган сатрдаги ҳар бир нуқтаси равшанлик қийматини такрорлайди. Равшанликнинг қорадан ( $B_{\min}$ ) то оққагача ( $B_{\max}$ ) ўзгариши видеосигнал диапазонини  $U_k \dots U_o$  ўзгаришига тўғри келади. Сигнални ифодалашда сигналнинг нозизиқ бузилиши ва ёйувчи элемент апертура ўлчами ҳисобга олинмайди. Шунини таъкидлаш жоизки, равшанлик сигналидаги импульслар давомийлиги узатувчи элемент тезлигига, яъни тасвирни ёйувчи тезликта тескари мутаносиб.

Ҳасодифий танланган объект учун бирлаштирилган сигнал (тўлиқ ёруғлик сигнали) тузилишини кўриб чиқамиз. 34-а расмда видеосигналнинг сатр давридаги ( $T_z$ ), 34-б расмда кадр давридаги ( $T_k$ ) осциллограмма шакли келтирилган. Кўриниб турибдики, видеоахборот фақат сатр ва кадр актив вақтида узатилади, сўндирувчи импульс оралиғида эса сигнал бостирилади.

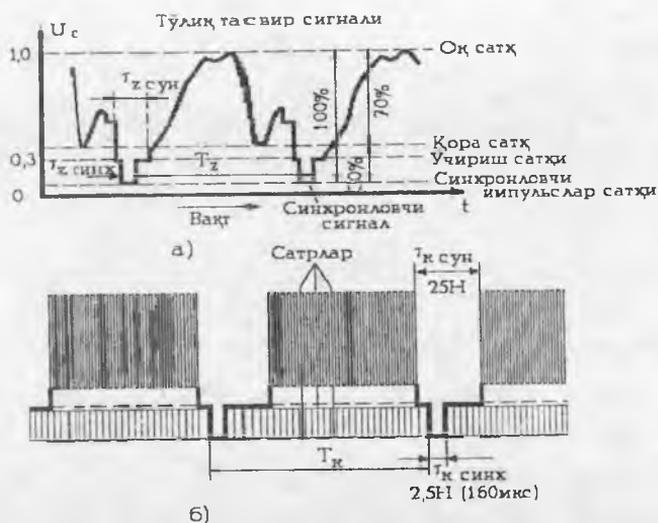


33-расм. Видеосигналнинг юзага келиш жараёни:

а) узатиладиган тасвир;

б) "аа" сатрнинг ёйилгандаги

сигнали



34- расм. Видеосигналнинг сатр

(а) ва кадр (б) давридаги шакли

Сигнал сатҳлари қуйидагича турланади: оқ сатҳ-узатишга мўлжалланган объектдаги чамаланган оқ ; қора сатҳ-тасвирнинг энг қора элементига тўғри келувчи қора; сўндирувчи сатҳ-"ўта қорада" 0,7% сатҳда жойлашган ёйувчи нурнинг орқага қайтиш вақтида оқимни ёпувчи; синхроимпульслар сатҳи- сўндирувчи импульс майдончасида жойлашган импульс.

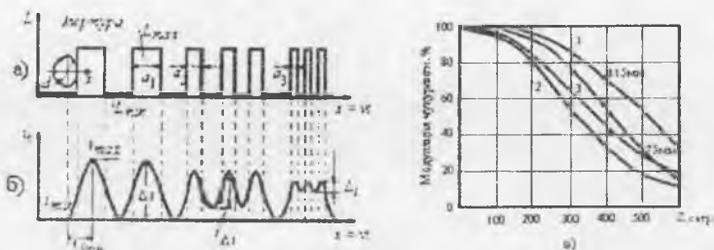
Сатрнинг синхронлаш импульси давомийлиги  $t_{\text{синх}} = 4,7$  мкс, кадрнинг синхронлаш импульси давомийлиги  $t_{\text{синх}} = 160$  мкс =  $2,5Н$ , бу ерда  $Н$  сатр даври. Қолган вақт кўрсаткичлари 3.1- жадвалда келтирилган. Агар равшанлик тўлиқ сигналининг тебраниш чегараси (видеосигнал синхросигнал) 100% деб қабул қилинса, унда фойдали

видеоаخبارот-сундирувчи импульс сатхидан то оқ сатхгача унинг тебраниш чегараси 70% ташкил қилади, қабул қилувчини синхронлаш сигнали - 30%.

Электрон нур апертураси диаметри  $d$  жуда яхши фокусланганида ҳам "математик нуқта" деб ҳисоблаш мумкин эмас. Бундан ташқари, электрон нур апертураси тасвирдаги энг майда деталлар ўлчамидан катта бўлиши мумкин. Бу апертура бузилиши - тасвирнинг кескин чегаралари (контурлари)нинг ёйилишига (кескинлигининг камайишига) ва майда деталлари тебраниш чегараларининг камайишига (аниқлигининг пасайишига) олиб келади. Охиргиси майда деталлар контрастининг камайишига сабаб бўлади ва уни детални ажратиш поғонасигача камайиши тасвирда умуман тикланмайди. Бошқача сўз билан айтганда, апертура ўлчамининг чекланганлиги тизимнинг ажратиш хусусиятини чеклайди, яъни ТВ тасвирни аниқлигини ва кескинлигини камайтиради.

Апертура бузилишининг юзага келиши 35-расмда намоён қилинган, бу ерда  $a$ - ўзгарувчан деталли ( $a=var$ ) тасвирнинг, чекланган ёйувчи элемент апертураси  $d$  ( $a_1=d$ ;  $a_2=3$ ) билан ёйилиши;  $b$ -  $d$  ўлчамли апертурада ҳар ондаги ўртача равшанлигига мутаносиб сигнал;  $v$ - турли узатувчи ТВ найлар апертура тавсифларини шакли.

Сигнал қийматини апертура марказига келтириб оқ-қора майдон чегараларидан ўтишда сигнал  $i_c(t)$ ни ўзгаришни кузатиш мумкин.  $V_{min}$  ва  $V_{max}$  равшанликларнинг кескин ўзгаришига (35-а расм)  $i_{min}$  ва  $i_{max}$  сигнал қийматнинг  $t_{урн}$  давсмида текис ўтиши тўғри келади.



35-

расм. Видеосигналнинг апертура бузилиши: а-шакли турли кенгликли объект; б- видеосигнал шакли; в- суперортикон-1, видикон-2 ва плюмбикон-3 ларнинг апертура тавсифлари.

Агар тасвир деталнинг ўлчами ёйувчи апертура ўлчамадан кам бўлса, сигналнинг тебраниш чегараси камаяди. Агар оқ-қора такрорланувчи тасвир деталлар ўлчами апертура диаметрининг ярмига (ёки ундан кам) тенг бўлса, у холда сигнал уларнинг ўртача равшанлигига мутаносиб. Шунинг учун бундай ўлчамли деталлар тикланмайди. 35-б расмда  $B_{min}$  ва  $B_{max}$  равшанликли алмашувчи тасмалардан тикланган сигнал намоиш қилинган. Сигналнинг модуляция чуқурлигини  $m = \Delta i$  (бу ерда,  $\Delta i = i_{max} - i_{min}$ ) элемент ўлчамага (ёйувчи сатрлар сони  $Z$ ) боғлиқлиги **апертура-импульс частоталари тавсифи** орқаали яққол кўринади (3.5-расм); **Апертура-импульс частоталари тавсифи** техника буйича адабиётларда қискартирилиб **апертура тавсифи** деб аталади.

Шундай қилиб, электрон нур апертурасининг ўлчами чекланганлиги сабабли видеосигналда шу онда узатилаётган тасвир элементининг ўртача равшанлиги тўғрисида фақат фойдали ажборот бўлмасдан, балки горизонтал ва вертикал буйича қўшни элементлардан қўшимча паразит таркиб мавжуд.

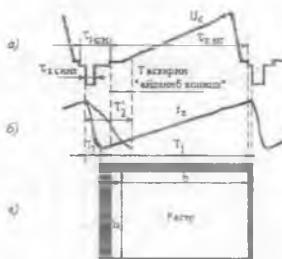
Видеосигнал шаклини тахлил қилишдан қуйидаги хулосага келиш мумкин:

- видеосигнал гармоник тебраниш эмас, у импульс кўринишдир;

- унинг сатҳлар орасида (фронтларда) ва ясси (бир сатҳли) импульс қисмларида кескин ўтиш мавжуд;

- бошланғич видеосигнал ўзининг моҳияти билан бир кутбдир ва таркибида доимий қиймати мавжуд;

- видеосигнални  $f_z=1/T_z$  ва  $f_x=1/T_x$  частоталарда такрорланувчи такрорий функция кўринишида келтириш мумкин.



**3.6. расм. видеосигнал(а), ёйувчи ток (б) ва растр (в) нинг бир-бирига боғлиқлиги**

Ёйиш жараёнини ва видеосигнал шаклланишини куриб чиқилди. Новбат уларнинг вақт бўйича ўзаро боғлиқлигини ва растрнинг шаклига таъсирини аниқлашдир. Синхронизация жараёнида "синхронлаш оний" - бу синхроимпульс бошланиши (олдинги фронти). Бу  $T_1$  вақтда тўғри йўналиш тугаб, орқага қайтиш  $T_2$  вақти бошланади.

Тасвир аниқ ва тўғри тикланиши учун бир қатор мажбурни талаблар қўйилган:

-орқага қайтиш сүндирувчи импульс тугашдан аввал тугаши керак, акс холда ( $T_2$  орқага қайтиш вақтининг штрихланган қисми)  $T_2$  орқага қайтиш охири,  $T_x$  акт сатрнинг актив қисмининг бошланишига тўғри келади ва тасвир "бурилиб қолиши" юзага келади.

-тасвир чапдан ва ўнгдан, шунингдек тепадан ва пастдан сүндирувчи импульс орқали бир қисми қиркилади, натижада растрнинг янги  $bh$  ўлчамли (кўринувчи қисми) ёйувчининг тўғри йўналишига караганда қисқаради.

#### 4.3. ВИДЕОСИГНАЛ СПЕКТРИ ВА УНИНГ АЙРИМ ХУСУСИЯТЛАРИ

Видеосигнал спектр чегаралари  $\Delta f$  ни аниқлаймиз. У  $f_{\min}$  дан  $f_{\max}$  гача бўлган кенгликда частоталар йиғиндисидан ва  $\Delta f_0$  ташкил топган:  $\Delta f = \Delta f_0 + f_{\min} \dots f_{\max}$

$\Delta f_0 = 0 \dots 2$  Гц оралиғидаги паст частоталар сигнални ўрта, ўта секин ўзгарувчи қийматини узатиш учун керак. Сатрма-сатр ёйишда, 37-расмда кўрсатилган, энг оддий тасвир (вертикал бўйича оқ-қора майдон) тасвир сигналнинг энг паст частотасини ташкил қилади, яъни  $f_{\min} = 1/T_x$ . Демак,  $f_{\min} = f_x$  кадр частотасига тенг. Спектрнинг бу пастки частотаси тасвирнинг кадрма кадр узатилиши туфайли юзага келди, у ҳар қандай мураккаб тасвир узатилганда ҳам сақланади.

Спектрнинг юқори частотасини аниқлаш анчагина мураккаб. Юқори частота сигналнинг "нозик" тузилишини аниқлайди, яъни тасвирнинг майда деталларини ва контурини тикловчидир. Сигналнинг тузилиши ёйиш тезлиги ва апертурани шакли, "шаффофлиги" ва ўлчамига боғлиқ, чунки у ёйилаётган тасвир юзасидаги ёйувчи нурнинг кўндаланг

кесими буйича электронларнинг жойлашиш зичлиги билан аниқланади. Апертура шаклини етарли аниқликда электронлар зичлиги бир текис бўлган доира кўринишида олиш мумкин.

Тинчланиш вақти  $t_m$ , тасвир бир элементини ёйиш вақти  $t_{эл}$  га тенг (35-расмга қаранг); сигналнинг юқори чегара частотасини

$$f_{max} = 1/2t_m = 1/2t_{эл} \quad (1.14)$$

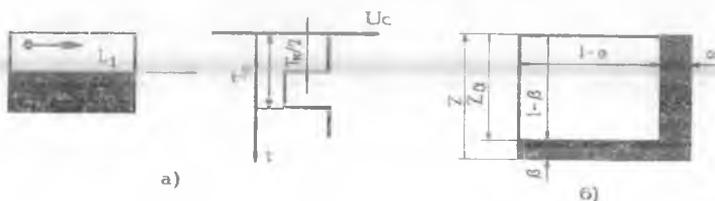
тенг оламиз.

Агар кадр формати  $k$ , ёйиладиган сатрлар сони  $Z$ , белгиланган кадр частотаси  $f_x$  бўлса, кадрдаги элементлар сони  $N_x = N_x Z = kZ^2$  (растр сатри буйича  $N_x = kZ$  элемент жойлашади) тенг бўлади, унда бир секундда узатиладиган элементлар сони

$$N_o = N_x f_x = kZ^2 f_x$$

ва тасвирнинг бир элементини узатиш вақти қуйидагича аниқланади

$$t = 1/N_o = 1/kZ^2 f_x \quad (1.15)$$



37-расм.  $f_{min}$  (а) ва  $f_{max}$  (б) аниқлаш

Спектр юқори чегара частотаси (1.14) дан қуйидагича олинади

$$f_{max} = 1/2t_x = kZ^2 f_x / 2 \quad (1.16)$$

Юқорида (2 бобга кара) кўрсатилишига биноан, растр дискретлиги сабабли вертикал бўйича майда деталларни ажратиш бирмунча пасаяди, шу сабабли вертикал ва горизонтал аниқлигининг бир хил шартига амал қилинганда, частота кенглигини бирмунча ( $p=0,75\dots 0,85$  баробар) камайтириш мумкин, бу ерда  $p$  - Кэлл коэффициентини (Кэлл-фактор), ок-қора горизонтал чизиқларни ажратиладиган сонининг сатрлар сонига нисбати субъектив синовлар услуби орқали аниқланади. У ҳолда

$$f_{\max} = pkz^2 f_r / 2 \quad (1.17)$$

(1.17) идеал ёйиш учун олинган. Амалда тасвир сатрни бутун  $T_z$  даврида ёйилмасдан, фақат сатрнинг тўғри йўналиши вақти  $(1-\alpha)T_z$  да бажарилади, бу ерда  $\alpha = \tau_{\text{сск}}/T_z$  - сатр сундирувчи импульснинг нисбий давомийлиги (37-б расм).  $\alpha T_z$  вақт нурни сатр бошига қайтариш учун сарфланади. Айтилганлар кадр бўйича ёйишга ҳам тааллуқлидир.  $\beta T_x$  вақт нурни кейинги кадр бошига қайтаришга сарфланади ( $\beta = \tau_{\text{сск}}/T_x$  - кадр бўйича сундирувчи импульснинг нисбий давомийлиги).

Телевизион стандарт бўйича  $Z$  сатрлар сони ва  $f_x$  кадр частотаси берилади ва улар одатдаги ҳисобланади. Ҳақиқатда эса, кадр давомида ёйиладиган (актив) сатр  $Z_a = (1-\beta)Z$  сони,  $\beta Z$  сатр сони эса кадрни ёйишда орқага қайтиш пайтида йўқотилади. Реал сатрлар сони вертикал бўйича аниқликни белгилайди ва одатдагидан кам бўлади. Бизда ишлатиладиган стандартга биноан одатдаги сатрлар сони 625, ҳақиқатда эса 575 сатр -50 сатр кадрнинг орқага қайтиш вақтига тўғри келади.

Шуни таъкидлаш лозинки, кадр бўйича ёйишда тўғри ва оркага қайтиш давомийлигининг боғлиқлиги фақат реал вертикал аниқликка таъсир кўрсатади ва ёйиш тезлигига таъсир қилмайди, демак, тасвирнинг майда тузилишлари қайта тикланишига, яъни тасвир сигналининг спектр кенглигига дахли йўқ. Вертикал ва горизонтал бўйича аниқликни бир хил сақлаш талаб қилинганда, горизонтал аниқликни сунъий равишда сигнал частота кенглигининг  $1/(1-\beta)$  баробар камайгириш йўли билан амалга ошириш мумкин.

Сатр бўйича ёйишда масала бошқача. Оркага қайтиш давомийлиги ҳисобига сатр бўйича ёйиш давомийлигини камайтириб  $kZ$  сатрда одатдаги элементлар сонини узатиш ТВ сигнал спектрини кенгайтиради. Бир элементни ёйишнинг реал вақти

$$t_{элр} = T_z(1-\alpha) / N_z = (1-\alpha) / kZ^2 f_k = t_{эл}(1-\alpha),$$

чунки  $T_z = 1/f_k = 1/f_k \Sigma$ ,  $N_z = kZ$  у ҳолда сигнал частотаси

$$f_{max} = p (kZ^2 f_k) / 2(1-\alpha) \quad (1.18)$$

яъни у одатдагидан юқори, чунки  $\alpha$  ҳамма вақт мусбат ва бирга тенг.

Горизонтал ва вертикал реал аниқлик, юқорида таъкидланганга биноан, бир хил танланади ва спектр алоқа каналининг ўтказиш кенглигини  $1/(1-\beta)$ га баробар чегаралаш билан чекланади, яъни

$$f_{max} = p kZ^2 f_k (1-\beta) / 2(1-\alpha) \quad (1.19)$$

Бу тенгламага  $p \approx 0,8$ ,  $\alpha = 0,18$ ,  $\beta = 0,08$  коэффициентларнинг қийматини қўйиб, соддалашган формулани оламиз.

$$f_{\max} \approx 0,9kZ^2f_k/2 \quad (1.20)$$

Шундай қилиб, ёруғлик сигнали - кенг йўлли сигнал. Уни спектри  $f_{\min}$  дан  $f_{\max}$  гача кенгликни ўз ичига олади. Видеосигнал частотасининг пастки чегараси  $f_{\min} = f_x = 50\text{Гц}$ .  $f_{\max}$  қийматини сатрма-сатр ёйиш учун ёйиш кўрсаткичлари  $k=4/3$ ,  $Z=625$  ва  $f_x = 50\text{Гц}$  ларни (1.20) формулага қўйиб ҳисоблаб чиқамиз:

$$f_{\max} = 0,9 \cdot 4/3 \cdot 625^2 \cdot 50/2 = 0,9 \cdot 13 \cdot 10^6 \text{ Гц} = 11,7 \text{ МГц}$$

Натижадан кўринадики, сатрма-сатр ёйишда  $f_{\max}$  қиймати етарлича юқори ба бу видеосигнални ТВ тракти орқали узатишда бирмунча қийинчиликлар туғдиради.

Ёруғлик сигнали спектрининг айрим хусусиятларини кўриб чиқамиз. Биринчидан, частотани ўсиши билан спектр таркибининг қуввати камай боради (38-а расм), яъни видеосигнал юқори частота таркибини тебраниш чегараси одатда катта эмас. Шу сабабли рангли телевидениеда видеоспектрнинг ана шу қисмида рангни пастки элитувчи частотаси жойлаштирилади, натижада ёруғлик сигналнинг ранглилик сигнаliga таъсири сезиларсиз бўлади.

Видеосигнал спектри нозик тузилмаларини баҳолашга ҳаракат қилиб кўрамиз. Видеосигнал спектрини ёйиш қонунини ҳисобга олган ҳолда назарий тақлилдан шу кўринадики, унинг спектри ўқтин-ўқтин, гармоникаларининг таркиби сатр такрорий частотасига карралади (38-б расм). Бу сатр частоталари атрофида вертикал ёйиш (ушбу ҳолда-кадр) ва тасвир деталларининг ҳаракати билан боғлиқ катта бўлмаган сигнал ён кенглиги гуруҳланади. Сатр частотасининг гармоникалари ўзларини ён ташкил қилувчилари билан бирга, узатилаётган тасвир тўғрисида

ахборот олиб боровчи дискрет кувват зонасини ташкил қилади.

Спектрнинг бундай тузилганлиги икки ва ундан кўп шунга ухшаш сигналлар спектрини жойлаштириш имкониятини беради.

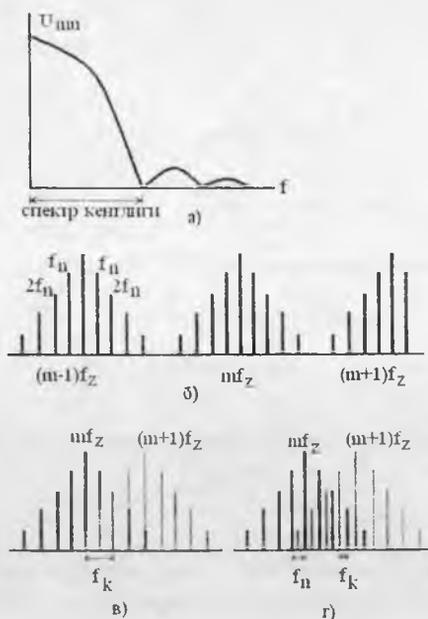
Агар иккинчи сигнал ҳам дискрет спектрли бўлса ва иккинчи сигналнинг частота таркиби биринчининг орасига жойлаштрилб сигналлар бир алоқа канали орқали узатилиши ва қабул қилгандан сўнг қайта ажратилиши мумкин. Бу хусусият рангли телевиденида ва ТВ ўлчовчи қурилмаларда ишлатилган.

Тасвирнинг бир хил сюжетда сатр частотанинг қўшни гармоникалари ён оралиғини бекитиши мумкин. Сатрма-сатр ёйишда (38-в расм) кадрда сатрлар бутун сондан ташкил топган ( $f_x = Zf_k$ ) ва ҳар бир сатр ҳар кадрда қайтарилади. Бу демак, сатр частота гармоникалар спектрини икки қўшни чизик оралиғи  $f_k$  бутун сон қаррасига тенг.

Шунинг учун бир сатр юқори ён оралиқ гармоника чизиклари ва кейинги сатр частотаси гармоникаси пастки ён оралиқ чизиклари, спектр бекитилганда, аниқ устига тушади.

Ҳаракатдаги объектларни узатиш билан боғлиқ равшанлик сигнали спектрининг яна бир хусусиятини кўриб чиқамиз. Шунини таъкидлаш лозимки, ёруғлик сигнали импульслари яқка ва такрорланувчи бўлиши мумкин. Импульс сигналларининг даврийлиги уни ёйиш принципи билан аниқланади. Агар ҳаракатсиз тасвир узатилаётган бўлса, сигнал даврийлиги кадр частотасининг такрорланиши ва қисман майдон частотасининг такрорланиши билан аниқланади. Ёйиш кетма

кет келувчи сатрлар орқали бажарилгани сабабли сигналга хос даврийлик сатрларни такрорланиш частотаси билан боғланган.



38- расм. Видеосигнал спектри

*а- видеосигнал спектрини умумий қурилиши; б- спектрни таркиби; в- сатрма-сатр ёйишида спектрни таркиби; г т сатр ташлаб ёйишида спектрни таркиби.*

*( $U_{mn}$ -сигнал амплитуда қиймати ;  $f$ - частота ;  $mf_z$ —сатр частотасининг  $m$  гармоникаси;  $f_n$ - майдон ва  $f_k$ —кадр частоталари)*

Ҳаракатдаги объектлар тасвири узатилганда кейинги хар бир кадрнинг мазмуни олдингисидан жуда кам фарк қилади. ТВ тасвир кадрларнинг алмашиниш тезлиги

объектларнинг ҳаракат тезлигидан сезиларли устун. Бу эса сигнал компонентларининг секин ўзгаришига олиб келади.

Объект тасвири сатр йўналиши бўйича  $v$  тезлигида ҳаракатланганда, сигналнинг даврий таққорланиши ўзгаришини кўриб чиқамиз. Бунда ёйувчи худди ундан узоклашаётган тасвирга етиб олгандек туюлади ва сигналнинг қайтарилиш даври сатр бўйича катталашади. Янги  $T'_z$  даври сатр даврига нисбати  $T'_z/T_z = (1-v/v_x)^{-1}$ . Бу ерда  $v_x$  - сатр бўйича ёйувчининг ўртача тезлиги. Сигналнинг таққорланиш частотаси  $f'_z$  ни сатр бўйича ёйиш частотасини  $f_z$  орқали ифодаalayмиз.

$$f'_z = f_z(1-v/v_x) = f_z z(1-w/v_x)$$

Агар объект тасвирининг нисбий энг катта тезлиги секундига  $v_{\max} = 2b$  деб ҳисобланса, бу ерда  $b$  - сатр узунлиги, унда ёйиш частотасидан сигнал частотасининг энг катта оғиши

$$\Delta f_{\max} = |f_z - f'_z|_{\max} = f_z - f_z(1 - v_{\max}/v_x) = f_z v_{\max}/v_x = 2zb f_z / zbf_z = 2\Gamma\zeta$$

Бу ўзгаришлар, объектнинг ўртача ёруғлиги ўзгариши билан бир қаторда видеосигнал частоталари спектрини паст частотасини ташкил қилади. У 0 дан 2...3 гача Гц ораликда ётади ва видеоканал орқали тўғридан-тўғри узатилмайди, билвосита усули билан тикланади.

Хулоса қилиб шуни айтиш лозимки,  $f_{\max}$  ТВ тасвирнинг горизонтал (сатр бўйича) аниқлигини сўзсиз таърифлайди, чунки видеосигналнинг юқори частота таркиби узатилаётган объект тасвирининг майда деталлари сифатини ва равшанликнинг ҳар хил сатҳларига ўтиш кескинлигини белгилайди. Шу билан бир қаторда, тасвирнинг вертикал

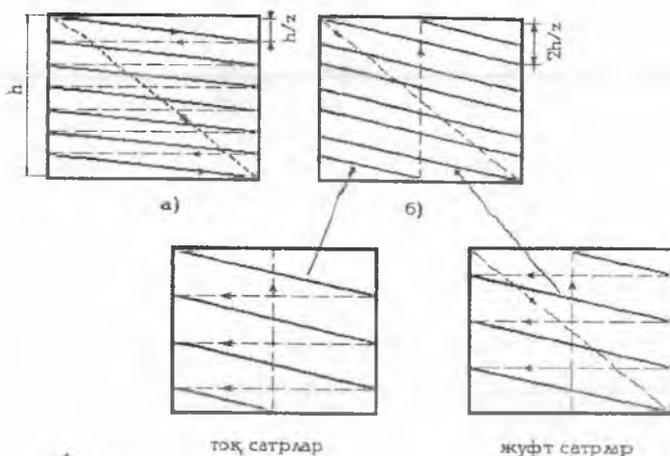
бўйича аниқлиги фақат растрдаги сатрлар сони билан белгиланади.

#### 4.4. САТР ТАШЛАБ ЁЙИШ

Томошабинга қабул қилувчи най пардасининг ёришиши пирилламасдан тикланиши учун парда майдонининг очилиши секундига 48...50 марта қайтарилиши керак. Лекин ҳаракатдаги объект тасвирининг тикланганини кўриш учун ҳаракатнинг 13...16 фазасини ( секундига ҳаракатсиз тасвирларни- кадрни) узатиш етарлидир. Видесигнал эгаллайдиган спектрнинг частота кенглиги секундига узатиладиган кадрлар сонига тўғри мутаносиб ((3.6)-(3.7)) бўлгани сабабли кадрлар сонини чеклашиш маъқул. Ортиқча ТВ кадрлар сони сатр ташлаб ёйиш усулини қўллаш билан камайтирилиши мумкин. Унинг моҳияти шундан иборатки, тасвирнинг тўлиқ кадри икки майдонга ажратилиб узатилади ва тикланади.

Биринчи майдон растрнинг тоқ сатрларидан, иккинчиси эса жуфт сатрларидан ташкил қилинади. Ҳар бир майдон растрнинг икки баробар камайтирилган сатрларидан ташкил топади ва узатилаётган тасвирнинг тамошабин тиклайдиган ярим ахборотидан иборат.

Пириллаш критик частотаси амалда растрдаги сатрлар сонига боғлиқ бўлмаганлиги сабабли, майдонни узатиш частотаси  $f_{кв}$  тенг ёки катта бўлиши тасвирнинг пирилламасдан тикланишини таъминлайди, бир вақтда ахборот узатиш тезлиги икки баробар пасаяди. Визнинг ТВ кўрсатиш тизимимизда майдонларнинг одатдаги частотаси 50Гц ва кадрларнинг одатдаги частотаси 25Гц олинган.



39-расм. Сатр ташлаб ёйиш принципи

а)  $Z=7, f_k=50\text{Гц}, f_i=350\text{Гц}$  олинганда сатрма-сатр ёйиши; б)  $Z=7, f_k=25\text{Гц}, f_n=50\text{Гц}, f_i=175\text{Гц}$  олинганда сатр ташлаб ёйиши.

Сатрма-сатр ёйиш жараёнини яна бир бор кузатиб чиқамиз. У 39-а расмда ифодаланган. Ёйувчи элемент доимий тезликда горизонтал йўналишда растрнинг сатрни чизади. Бир вақтда ёйувчи элемент вертикал йўналиш бўйича силжийди. Натижада сатр чизиғи охирида кадр ромига нисбатан  $h/z$  га оғади (39а расмга қаранг). Сунг ёйувчи элемент тез сатр бошига қайтиб (орқага қайтиш давомийлигини ҳисобга олинмаганда), ёйувчи элемент иккинчи сатр бошланиш ҳолатини қабул қилади.

Бошланғич сатрлар сони тоқ олинган деб фараз қилайлик (39-а расм) ва горизонтал ёйилиши тезлиги икки баробар камайтирилган, у ҳолда ҳар бир майдонда бутун бўлмаган, икки баробар кам сатр ҳосил бўлади (39-б расм). Биринчи ва иккинчи майдонлар ўртасида ярим сатрға фарқ бўлгани учун

тулик растрда улар бир-бирига нисбатан бир сатр кенглигига суриладилар, яъни иккинчи майдон сатрлари биринчисининг орасига жойлашади. Демак вертикал ёйилишнинг икки даврида тулик растр ташкил бўлади.

Шундай қилиб, сатр ташлаб ёйиш ёрдамида сатрлар сонини ва пириллаш частотасини доимий сақлаган ҳолда сатр буйича ёйиш тезлигининг икки баробар камайишига эришилади, яъни ТВ ахборотни узатиш тезлиги ва у билан баробар тасвир сигнали юқори чегара частота спекترینинг икки баробар камайишига эришилади. Натижада сигнал спектри бизда қабул қилинган стандартга биноан  $f_{min}=50\text{Гц}$  дан  $f_{max} \approx 6 \text{ МГц}$  гача частота кенглигини ишғол қилади.

$$f_{max}=0,9((4/3)625^2 \cdot 25)/2 \approx 6,0 \cdot 10^6 \text{ Гц}$$

Сатр ташлаб ёйишда ҳар бир сатр майдон утказиб қайтариледи ( $f_z=Zf_x=(Z/2)f_n$ ), яъни ҳар бир кадрда бир марта. Шунинг учун икки қўшни спектрал чизиқлар бутун сонли  $f_x$  сатр частота гармоникасини ташкил қилади. Сатр ташлаб ёйишда  $Z$  тоқ сон бўлгани сабабли  $f_x$  тоқ сонга тўғри келади.

Сатр чизиқлари атрофидаги ён кенглик  $f_n$  вертикал ёйиш частотасига даражали бўлгани сабабли, қўшни сатр гармоникасини спектрлар ён чизиқлари бир-бирини бекитгада, улар устма-уст тушмайди (38-г расм). Шунга биноан сатр частота гармоникаларини оралиғи, бирини ташлаганда,  $f_x$  жуфт сонига тенг, яъни  $f_n$  бутун сон, чунки  $f_n=2f_x$  тенг ва бу гармониканинг спектр ён чизиқлари бир-бирини устига тушади.

Сатр ташлаб ёйишни шакллантириш учун қуйидаги шартларни бажариш талаб қилинади:

а) кадрда сатрлар сони тоқ бўлиши керак, яъни  $Z = 2m + 1$ , бу ерда  $m$  — бутун сон;

б) кадр ва сатр частоталари орасида каттиқ боғланиш мавжуд бўлиши керак, бунинг учун  $2f_z = Zf_n = (2m + 1)f_n$  шарт бажарилиши лозим.

Одатда бу икки шарт бажарилиши учун бошқарувчи генератор частотаси  $2f_z$  тенг олинади ва бу частотани бўлиш натижасида горизонтал ҳам вертикал ёйиш частотасини шакллантирилади.

2:1 даражали сатр ташлаб ёйиш кенг тарқалувчи ТВ тизимларида видеосигнал ишрол қилган частоталар кенглигини камайтириш мақсадида қўлланилади. Умуман 3:1 ёки 4:1 даражали сатр ташлаб ёйишни амалга ошириб частоталар кенглигини қисқартиришни давом эттириш мумкин. Бунда кадр уч ёки тўрт майдондан ташкил топади, сатрлар уларда кетма-кет тикланади. Бир қатор сабабларга биноан бундай ёйиш ишлатилмайди. Жуфт (ёки тоқ) майдон қайтарилиш частотаси 12,5 Гц (4:1 даражада) тенг бўлганда, бир майдондаги сатрлар оралиқ бурчак улчами кўзни ажратиш минимал бурчагидан катталашгани сабабли сатрларнинг пириллаши сезиларли бўлиб қолади. Вертикал йўналишда ҳаракатланган катта нисбий тезликдаги объектлар тасвирини аниқлиги камаяди. Горизонтал йўналишда ҳаракатланаётган катта нисбий тезликдаги объектларнинг тасвирида вертикал чегараларнинг тикланиши ёмонлашади (чегаралари кадр-будир ва оққан ҳолатга келади). Правордида, сатрларнинг сирпаниш эффекти юзага келади, бир кадр ичида сатрларнинг тепадан пастга силжиши кузатилади. Буни шундай изохлаш мумкин, тўртинчи майдоннинг бирор сатрини нур чизаётганда унинг равшанлиги

максималдир. Шу вақтни ўзида учинчи, иккинчи ва биринчи майдонларда чизилган юқоридаги сатр равшанлиги пасайиб борувчидир. Вақт бўйича кетма-кет ҳар хил равшанликдаги ёришиш эффекти юзага келади, натижада сатр ҳаракати кузатилади. Бундай камчилик сатр ташлаб ёйишнинг ҳар бирида кузатилади, аммо 2:1 даражалигида кам кўзга ташланади.

Охириги йиллари телевизор пардаларининг ўлчами катталашди, тасвирнинг равшанлиги, контраст ва аниқлиги сезиларли ошди. Бу шароитда сатр ташлаб ёйишнинг камчиликлари, майдон частотасида тасвирнинг пириллаши ва 25 Гц частотада жуфт (ёки ток) майдонда сатрларнинг пириллаши, ўзини кучли намоён эта бошлайди. Юқори равшанликли кинескопларда тасвирни катта ташқи ёруғликда кузатилганда растрнинг пириллаши кучли сезилади. Агар томошабин тасвирни қисқа масофадан кузатса, растрнинг пириллаши яна ҳам яққол кўзга ташланади. Чунки, катта кўриш бурчагида кўз тўрининг ёруғликка кам сусткаш бўлган четки ҳудудлари иштирок этади.

Ҳарф-чизма маълумотлар кузатилганда майдоннинг алоҳида сатрни пириллаши тасвирнинг горизонтал четараларида ва оққан қисмларида, яқин масофадан яхши кўзга ташланади. Бундай бузилишлар тасвирнинг вертикал бўйича реал аниқлигини камайтиради. Маълумки, сатрма-сатр ёйилган 625 сатрли тасвир сатр ташлаб ёйилган 900 сатрли тасвирга тўғри келади.

## 5. РАНГЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ТИЗИМИ ТУЗИЛИШИНING УМУМИЙ АСОСИ

Юқорида келтирилганга биноан, инсон кўзи спектрнинг қизил, яшил ва кўк қисмини яхлит қабул қилади. Бугун ҳамма мавжуд телевидение узаткичлари рангли тасвирни уч ранг сигналидан шакллантиради. Тасвирни тикловчиларда эса, бир вақтда уч - қизил, яшил ва кўк ёруғлик нурларининг чакнаши юзата келтирилади. Кўз бу чакнашни яхлит қабул қилади ва реал бой мавжуд ранглар камалатини қабул қилади.

Рангли телевизион тизимни уч хил амалга оширилиш йўли маълум.

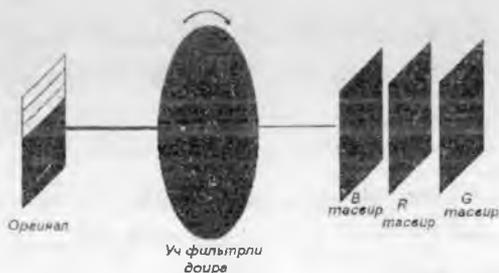
**Биринчи услуб:** кўриладиган буюм тасвири уч асосий ранг тасвирига кетма-кет усулда ажратилади ва улардан ҳосил бўлган сигнал қабул қилувчига узатилади. Қабул қилувчи қурилмада монохром рангли тасвирлар кетма кет тикланади. Кўзимизнинг инертлиги туфайли, уч таркибий монохром тасвир кўзда бир-бирининг устига тушган ҳолда тикланади ва натижада тасвир табиий рангларда жилоланади. Бунинг учун узатиладиган телевизион кадрлар сони уч баробар кўп бўлиши ва бу кадрларнинг узатиш тезлиги бир секундда 150 дан кам бўлмаслиги керак. Шу сабабли, бундай тизимларни амалга ошириш учун уч телевизион канал ёки кенглиги оқ-қора телевидениега қараганда уч баробар кенг бўлган бир канал керак. Расмда бундай тизимнинг умумий кўриниши келтирилган.

**Иккинчи услуб:** кўриладиган буюм тасвири уч асосий ранг тасвирига бир вақтда ажратилади ва улардан ҳосил

булган сигнал қабул қилувчига узатилади. Қабул қилувчида уч монохрон тасвир бир вақтда намоён бўлади ва бу уч тасвир олтик қурилмалар ёрдамида бир-бирининг устига туширилади.

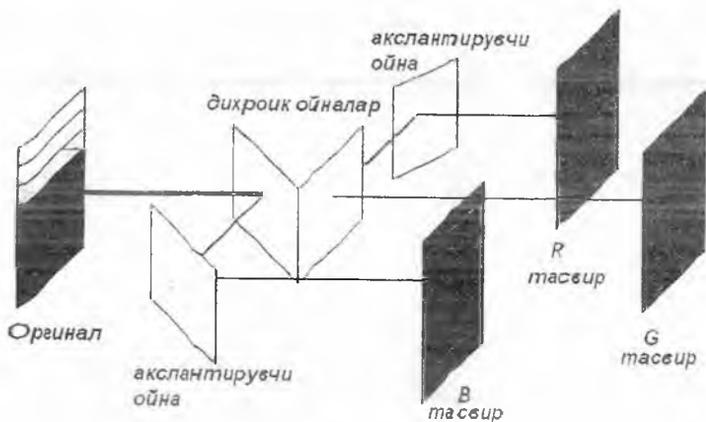
Натижада рангларни адитив қўшилиши юзага келади ва тасвир табиий ўз ранглирида тўлиқ тикланади. Бу тизимнинг ташкил қилиш учун ҳам уч телевизион канал, ёки кенглиги оқ-қора телевидениега қараганда уч баробар кенг булган бир канал керак. Расмда бундай тизимни умумий қўриниши келтирилган.

**Учинчи услуб:** юқорида келтирилган услубларни кенг тарқалувчи телевидение тизимида амалга ошириш мушкул, чунки улар оқ-қора телевидение тизими билан мослаштирилмаган. Шу сабабли, мослаштирилган рангли телевидение тизими ишлаб чиқилган.



*40-расм. Асосий ранглар бўйича кетма-кет таркибий қисмларга ажратувчи рангли телевидение тизими.*

Дунё миқёсида буни амалга ошириш чорак аср вақтни олди ва уч мустақил мослаштирилган телевидение тизими юзага келди. Биринчи тизим 1953 йили АҚШда яратилди ва NTSC (National Television System Committee-миллий телевизион тизим корпорацияси) номи билан аталади.



41-расм: Бир вақтида асосий ранглар бўйича таркибий қисмларга ажратувчи рангли телевидение тизими

Иккинчи тизим 1967 йили Франция ва СССР ҳамкорлигида яратилди ва SECAM (Sequentiel a memoire-кетма-кет хотира билан) ном билан аталади. Учинчи тизим 1966 йили Германияда ишлаб чиқилди ва PAL (Phase Alternation Line - сатрлаб фазаси ўзгарувчи) номи билан аталди. Бу тизимлар туғрисида батафсил фикр 3-жилдда юритилади. Бирламчи RGB (44-а, б, с расм.) тасвир сигнали узатишдан аввал, маълум кўриништа келтирилади (кодланади), натижада ёруғлик сигнали Y, ҳамда икки ранглилик (айирма ранг) сигнали R-Y ва B-Y юзага келади:

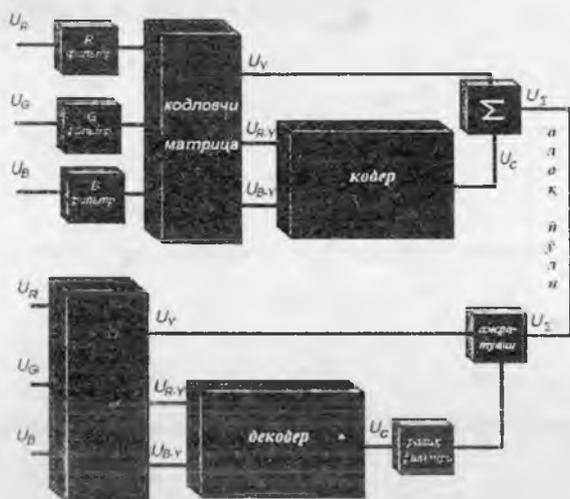
$$U_Y = 0,30 U_R + 0,59 U_G + 0,11 U_B$$

$$U_{R-Y} = 0,70 U_R - 0,59 U_G - 0,11 U_B$$

$$U_{B-Y} = 0,89 U_B - 0,30 U_R - 0,59 U_G$$

Бундай сигналлар **компонент (таркибли) сигнал** деб аталади (44-d, e, f расм.). Учинчи ранглилик сигнали узатилмайди.  $U_{G-Y}$  ранглилик сигнали қабул қилингандан сўнг

узатишган ранглар таркибидан ҳосил қилинади. Кўзнинг хусусиятига биноан айрим ранглар учун кўзнинг ажратиш қобилияти паст.



42-расм. Мослаштирилган рангли телевидение тизими

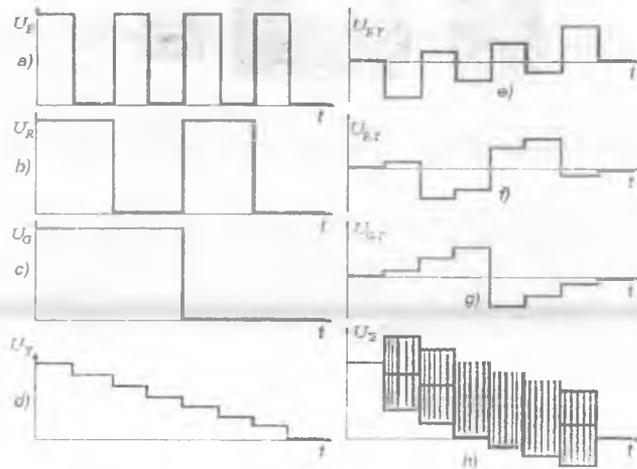
Амалий текширишлар шуни кўрсатдики, кўз жисмлардаги рангларни фақат йирик ажралган қисмларида уч таркибий асосда кўра олади, ранглар юзаси кичрайган сайин бу қонун ишламайди ва икки таркибли қонун ишга тушади.

Агар рангли юза кўзни ажратиш чегарасида ёки ундан паст бўлса, у ҳолда рангни тусини кўз илғамайди. Замонавий телевизион тизимлар шуни эътибор олган ҳолда, ранглилик сигналлари спектрини икки ва унда ҳам торайган ҳолда узатади.



43-расм. Асосий ва қўшимча ранглар тасмфининг телевизор нардаси юзасида жойлашиши

Узатиладиган тасвирни кенг тарқатиш учун ранглилик сигналлари ёруғлик сигнали таркибида ёруғлик сигнали спектрини кенгайтирмасдан узатилади. Бунинг учун ранглилик сигналлари маълум турда модуляцияланади. Бу услуб билан шаклланган сигнал **композит сигнал** деб аталади (44 -н расм.) .



44-расм. Рангли тасвир сигналларини шаклланиши а)  $U_B$  ранг сигнали; б)  $U_R$  ранг сигнали; в)  $U_G$  ранг сигнали; д)  $U_Y$  ранг сигнали; е)  $U_{B.Y}$  ранг сигнали; ф)  $U_{R.Y}$  ранг сигнали; г)  $U_{G.Y}$  ранг сигнали; ҳ)  $U_Y + U_C = U_{\square}$  ранг сигнали.

Сигнал қабул қилувчи қурилмада қабул қилинганидан сунг, композит сигнал таркибидан икки ранглилик сигналлари  $U_{R-Y}$ ,  $U_{B-Y}$  ажратилади, учинчиси эса қуйидаги тенгламага биноан олинади:

$$U_{G-Y} = -0,509U_{R-Y} - 0,194U_{B-Y}$$

Амалда бу тенглама қаршиликлардан тузилган матрица ёрдамида бажарилади.

Уч айирма ранг сигналлари қушимча резистор матрицаси орқали ёруғлик сигнали билан қушилади ва унинг чиқишида уч асосий ранг сигналлари юзага келади.

## 6. РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ТИЗИМИ ТУЗИЛИШИНИНГ УМУМИЙ АСОСИ

### 6.1. УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР.

3-Бобда кўрсатилганга биноан ТВ сигнал шакли тасвир равшанлигининг ёйиш йўналиши бўйича ўзгариши қонуни ва унинг кийматини такрорлайди, яъни у тасвирнинг электр нусхаси - аналогидир. Шу сабабдан телевизион тизимларда узатиш, консервация қилиш ҳамда ишлов бериш учун аналог сигнали ишлатилганда у **аналог телевизион тизим** деб аталади. Узок йиллар давомида телевидение аналог кўринишида юксала борди, ammo 80-йилларга келиб мутахассислар аналог услуб телевидениенинг юксалиш имкониятини чеклаётганига иқроп бўлдилар.

Аналог сигнални энг асосий чекловчи кўрсаткичи унинг ташқи жалақитлардан ёмон муҳофаза қилинганлиги, бунинг натижасида, телевизион трактнинг кўп сонли қурилмалари ҳар бирида шовқин ва бошқа ҳалақитлар унга кучли таъсир кўрсатади. Ҳозирги замон кенг тарқатувчи ТВ тизим ўта кўп сигнал айлантиргич ва узаткич қурилмалар занжиридан иборат, уларнинг сони телевидение юксалиши сайин кўпайиб бормокда.

Тасвир сифати камайиши мураккаб занжирнинг ҳар бир халқасида юзага келади. Бунга сабаб сигнал ҳар қайси қурилмада, ҳар бир айлантиргичда ҳалақитга дуч келади. ТВ сигнал аналог услубда кучайтирилганда ва унга ишлов берилганда, бу ҳалақитлар халқадан халқга йиғила

боради. Табиийки, тизимда сигналга ишлов бериш ва қабул қилиб узатиш жараёни қанча кўп бўлса, халақитлар ҳам шунча кўп бўлади. Айлантиришлар сони чекланган бўлганда бузилишлар камаяди ва умумий бузилиш сезиларли таъсир кўрсатмайди.

Лекин телевидение юксалган сайин айлантиришлар сони ўта тез кўпаймоқда. Узатувчи ва қабул қилувчи пунктлар оралиғи узаймоқда. Дастурни тасвирий бадийлаштириш учун ишлатиладиган видеоэффектлар тури ва сони кўпаймоқда, ammo булар қўшимча айлантиришни ва дастурни қўшимча монтажини талаб қилади. Бундай тизимларда асосий масала халақитлардан муҳофоза юзага чиқмоқда.

Алоқа техникасида маълум рақамли усул ТВ сигналларини шакллантириш ва узатишда халақитлар туфайли юзага келган бузилишни камайтириш, шунингдек бошқа қатор масалаларни ечишда кўл келади. Шу сабабли охириги йилларда асосий эътибор рақамли телевидениега қаратилмоқда. Рақамли телевидение телевизион техниканинг бир йўналиши бўлиб, унда ТВ сигналга ишлов бериш, консервация ва узатиш уни рақамли шаклга келтириш (айлантириш) орқали амалга оширилади. Рақамли телевизион тизимни икки турга ажратиш мумкин. Тизимнинг биринчи турида тўлиқ рақамли, яъни узатилаётган тасвири рақамли сигналга айлантириш ва рақамли сигнални тасвирга айлантириш қабул қилгичнинг пардасида тўғридан тўғри ёруғликни-сигналга ва сигнални-ёруғликка айлантиригичларда бевосита амалга оширилади. Тасвири узатиш трактининг бутун йўлида сигнал фақат рақамли шаклда. Келажакда бундай айлантиригичларни яратиш учун реал имконият мавжуд.

Аммо бугунги кунда бундай айлантиргичлар мавжуд бўлмаганлиги сабабли, рақамли ТВ тизими иккинчи турига биноан ташкил қилишмоқда. Бундай тизимда датчиклардан олинган аналог ТВ сигнални рақам шаклига айлантириш ва сўнг керакли ишлов бериш, узатиш ёки консервациялаш бажарилади. Тасвирни тиклаш учун яна аналог шаклига айлантирилади. Бу тизимда мавжуд аналог сигналли датчиклар ва сигнални-ёруғликка айлантиргичлар ишлатилади. Ушбу бобда ана шу тизимга асосий эътибор берилади. Бу тизимларда рақамли телевизион трактнинг киришига аналог ТВ сигнал туширилади, сўнг у кодланади, яъни рақамли шаклга айлантирилади. Айлантириш жараёни ўз ичига дискретлаш, квантлаш ва тўғридан-тўғри кодлаш комплекс операцияларни олади.

**Дискретизация** - бу  $u(t)$  узлуксиз аналог ТВ сигнални, вақт давомида кетма-кет жойлашган рақамларига алмаштириш. Котельников назариясига асосланган доимий даврдан иборат бир текис дискретлаш энг кенг тарқалган. Ушу назарияга биноан, чекланган частота спектрли  $u(t)$  узлуксиз сигнал (45-расм)  $t_n = nT$  вақтнинг дискрет ораликларида (рақамларда)  $u(t_n)$  қийматлари билан ифодаланади (45 б расм), бу ерда  $n = 1, 2, 3$  бутун сонлар,  $T$  - Котельников назариясига биноан олинган давр ёки дискретланиш оралиғи ( $T = 1/2f_{гп}$ ). Бу ерда  $f_{гп}$  -  $u(t)$  бирламчи сигнал спектрининг максимал частотаси. Дискретлаш даврининг тескари қиймати **дискретлаш частотаси** деб аталади.  $f_d = 2f_c$ . Котельников назариясига биноан рухсат этилган минимал дискретлаш частотаси. Котельников - Найквист назариясига бинсан тенгламанинг аналитик кўриниши:

$$u(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} u(nT) \frac{\sin 2\pi f_v(t - nT)}{2\pi f_v(t - nT)}$$

(1.21)

$u(nT)$  ҳисоблар (чексиз қисқа)  $\delta$  импульслардан иборат деб тахмин қилинади. Охириги  $u(nT)$  ҳисобдан бирламчи  $u(t)$  аналог сигнални тиклаш учун (1.21)-га биноан ҳисоблар, қирқим частотаси  $f_v$  бўлган, идеал паст частота фильтри (ПЧФ) дан ўтказиш керак.  $[\sin 2\pi f_v(t - nT) / 2\pi f_v(t - nT)]$  нисбат,  $u(nT)$  бирламчи импульснинг шундай фильтрага реакциясини ифодалайди.

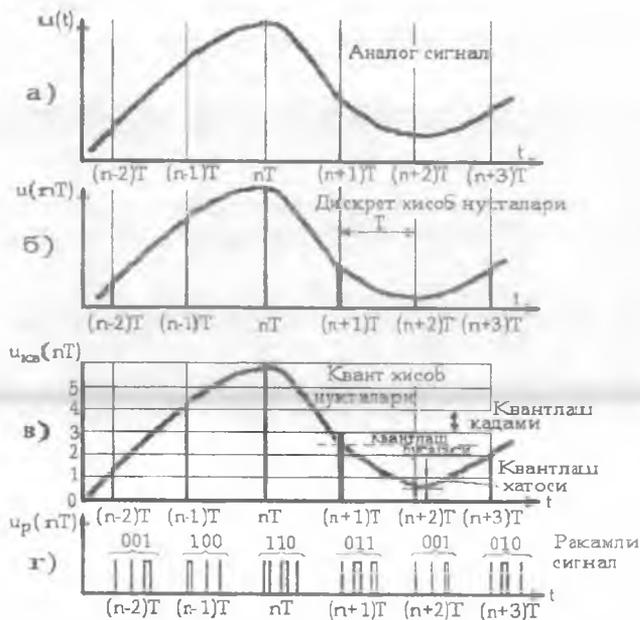
Котельников назариясидан маълум бўладики, бирламчи сигнални тўлиқ тиклаш учун ҳисоб сони чексиз кўп олиниши лозим. Амалда сигналнинг давомийлиги чекланган, демак, ҳисоб сони ҳам чекланган. Назария шартига тўғри келмаслигига қарамасдан, сигнални бундай усул билан тиклаш рақамли телевидениеда кенг қўлланилади ва тиклашнинг аниқлиги аниқ бирор белгиланган шартни бажарилганда етарлидир.

Аналог сигнални рақамли шаклга айлантиришда дискретлаш жараёнидан сўнг квантлаш жараёни бошланади. Квантлаш (бу атама атом физикасидан олинган) - дискретлашда олинган оний ҳисобларни, алоҳида боғланган, бир қатор сатхларни ўзига яқин кийматлар билан алмаштириш (45-в расм). Квантлаш ҳам сигнални дискретлаш ҳисобланади, фақат у  $u(t)$  сигналнинг вақт бўйича эмас, балки амплитудаси бўйича амалга оширилади. Ушбу тушунчаларни адаштирмаслик учун бу атамалар қабул қилинган.

Ҳисоблар "маҳкамланган" (боғланган) сатх **квантлаш сатҳи** деб аталади.  $u(t)$  сигнал ўзгаришининг динамик

диапазони квантлаш сатҳига бўлиш **квантлаш қадами** деб аталади ва у **квантлаш шкаласини** ташкил қилади. Айлантириш шартига биноан квантлаш шкаласи **чизиқли**, ёки **ночизиқли** бўлиши мумкин. Бир ёки икки яқин сатҳгача ҳисобни яхлитлаш (юқори ёки пастки) **квантлаш чегараси** ҳолати билан аниқланади (45-в расм).

Берилган тасвирни унинг квантланган тахмини бўйича инсоннинг кўриш аппаратида тиклаш (Найквист назарияси бўйича) кўриш тизимнинг контраст (ва ранг) сезгирлигини чекланганлиги билан боғлиқ. У олдинги бобда кўриб чиқилган.



45-расм. Аналог сигнални рақам шаклига ўтказиш

Масалага жиддий қаралганда, дискретланган ва квантланган сигналнинг ўзи рақамлардан иборат.

Ҳақиқатдан, дискретланган импульс сигналнинг амплитудаси бирламчи сигнал динамик диапазон оралитида хохланган маълум бўлмаган қийматга эга бўлиши мумкин. Квантлаш операцияси эса сигнални амплитуда қийматини, квантланган сатҳ сонига тенг, чекланган сонлар қийматига ўгиради. Шундай қилиб, сигнални квантлаб танлаш, ҳисоб тизимининг негизи бўлмуш бирор  $m$  сони билан ифодалайди, бу ерда  $m$  - квантлаш сатҳи сони.  $m$  катта бўлганда бундай шаклдаги рақамли сигнал аналог сигналдан халақитлар муҳофазаси бўйича фарқ қилмайди. Сигнални халақитдан ҳимоясини кўтариш учун уни иккиламчи шаклга келтириш, яъни сигнал сатҳининг ҳар бир қиймати иккиламчи санаш тизимида ёзиш маъқул.

Бунда номери (сатҳ қиймати) 0 ёки 1 ишора код комбинациясига айланади (45-г расм). Бу охириги учинчи операция  $u(t)$  аналог сигнални  $u_p(nT)$  рақамга айлантириш бўлиб, у *кодлаш операцияси* деб аталади,

*Кодлаш* -  $u_p(nT)$  квантлаш қиймат рақамни, унга ўхшаш код комбинацияси символлари  $u_p(nT)$  га ўгиради. ТВ сигнални кодлашнинг энг кенг тарқалган услуби уни дискретланган ва квантланган рақамларни табиий иккиламчи кодда ёзишдир.

Бу услуб импульс-код модуляцияси (ИКМ) номини олган. 45-г расмда  $u(t)$  бирламчи сигналнинг бир қисмини учинчи даражали иккилик код комбинацияга айлантирилган қатор келтирилган.

Кўп ҳолларда ҳамма келтирилган операциялар - дискретлаш, квантлаш ва кодлаш - қисқа ифодалаш учун *телевизион сигнални кодлаш* деб аталади. Бунга, албатта

маълум техник асос мавжуд, яъни бу операцияларнинг ҳаммаси **аналог сигнални рақамга айлантиргичда** (АРА) бажарилади. Рақамли сигнални аналог сигналга айлантириш **рақамни аналог сигналга айлантиргичда** (РАА) амалга оширилади. Бундай айлантиргичлар рақамли узатиш, сақлаш ва тасвирга ишлов бериш тизимларида албатта мавжуд қисмлардир.

Телевидениеда ИКМ тадқиқоти бошлангани 20 аснинг 30-йилларига тўғри келди. Кенг тарқатилувчи телевидениеда эса, у яқин йилларда қўллана бошлади. Гумонсиз, тасвирга энг юксак ишлов бериш ва уни узатиш принципнинг бунчалик кечикиб қўлланишига асосий сабаб, рақамли сигнални узатувчи ва уни айлантирувчи қурилмаларига қўйилган ўта тез ишлаш талабидир. Буни тушунтириш учун алоқа канали орқали рақамли ахборотни узатиш тезлигини баҳолаймиз.

Телевизион сигнал бевосита ИКМ услуги билан кодланганида, код комбинациялари частотаси ҳисоб частотасига, яъни  $f_d$  частота дискретизациясига тенг. Ҳар бир код комбинацияси аниқ олинган рақамга тааллуқли ва бир неча  $k$  иккиламчи символлардан (битлардан) иборат.

Рақамли ахборотни **узатиш тезлиги** деб, вақт бирлигида иккилик символларнинг узатилишига айтилади. Тезлик бирлиги қилиб **бит/с** қабул қилинган. Шундай қилиб, телевизион сигнални рақам шаклида узатиш тезлиги дискретизация частотаси  $f_d$  нинг ва бир дискрет ҳисобда олинган иккилик символлар сонининг кўпайтмасига тенг.

$$c = f_d k \quad (1.22)$$

Агар ТВ сигналнинг юкори чегара частотаси 6 Мгц бўлса, унда дискретлашнинг минимал частотаси, Котельников назариясига биноан, 12 Мгц тенг. Одатда, ИКМ ли рақамли телевидение тизимида частота Котельников назариясига биноан мумкин бўлган минимал қийматидан юкори олинади. Бу турли телевизион стандартга тааллуқли рақамли ТВ сигнални унификация қилиш билан боғлиқ. Масалан, студия рақамли қурилмаси учун ҳамма стандартларда дискретлаш частотаси  $f_d = 13,5$  Мгц тавсия қилинган. Бир ҳисоб код комбинациясида иккилик символлар сони  $k$ , квантлаш сатҳ сони  $m$  орқали қуйидагича аниқланади

$$k = \log_2 m \approx 3,31 \lg m \quad (1.23)$$

Сигналнинг квантлаш сатҳи сони куз илғайдиган равшанлик градациясининг максимал сонидан кам олинмайди, у кузатиш шароитига қараб 100....200 оралиғида бўлиши мумкин. Унда

$$k = 3,31 \lg m = 3,3 \lg (100 \dots 200) \approx 6,6 \dots 7,6.$$

Код комбинацияда символлар сони фақат бутун бўлиши равшан, демак, код комбинацияларининг даражаси  $k = 7$  ёки 8 рақамларда чекланиши керак. Биринчи ҳолда код комбинацияси имконли 128 сигнал сатҳи (равшанлик градацияси) дан иборат ахборот ташиши мумкин. Иккинчи ҳолда эса (градацияни яхши сифатли узатиш)  $m = 2^8 = 256$  га тенг.

Агар (1.22)-тенгламада  $k=8$  деб қабул қилинса, у ҳолда (1.23) -тенгламага биноан ахборот узатиш тезлиги  $c = f_d k = 13,5 \times 8 = 108$  Мбит/с га тенг бўлади.

Равшанлик сигналидан ташқари, ранг тўғрисида ахборот узатилиши ҳисобга олинганда, ИКМ услубида шаклланидиган умумий рақамли оқим икки баробар қўпайиб 216 Мбит/с га тенг бўлади. Демак, ТВ сигнал айлантиргичлари ва алоқа канали шундай катта тезликка эга бўлмоғи керак. Иктисодий томондан бу қадар катта рақамли оқимни алоқа канали орқали узатиш мақсадга мувофиқ деб ҳисоблаб бўлмайди. Тежамли ТВ тизимни яратишда ТВ хабарни "сиқиш" долзарб масала ҳисобланади.

Тасвир сифатини камайтирмасдан рақамли оқимни камайтириш имконияти сўзсиз мавжуд. ТВ сигнални махсус хусусияти, унда маълум ахборот оргиқлигидир. Бу ахборот оргиқлигини, шартли равишда икки - статистик ва физиологик туркумга ажратилган. Статистик ахборот оргиқчалиги тасвирнинг хусусияти билан аниқланади. Унга биноан, тасвирда равшанликни ёйилиши тартибсиз бўлмасдан, балки алоҳида элементлар рашанлиги орасида алоқани (корреляция) белгиловчи конунга биноан таърифланишидир. Корреляция тасвирни қўшни элементларда (фазо ва вақт буйича) ўта кучли. Корреляция алоқаларини билиш ТВ сигналининг оргиқча қисмларидан қутулишга, бир маълумотни қайта-қайта узатмасдан, уларни қискартириб рақамли оқимни камайтиришга имконият туғдиради.

Иккинчи тури - ТВ сигналларнинг физиологик оргиқчалик, кўриш аппарат имконияти чекланганлиги билан боғлиқ. Физиологик оргиқчиликдан фойдаланиш, демак, сигнал таркибида кўз кўра олмайдиган маълумотни узатмаслик.

ТВ тасвир оргиқчиликларини камайтириш орқали рақамли оқимни камайтириш рақамли телевидениеда ИКМ дан кучлироқ

кодлаш усули қўллаш орқали бажарилади. Дискретлаш ва квантлаш сингари бу услуб ҳақида ушбу бобда алоҳида батафсил тўхталинади.

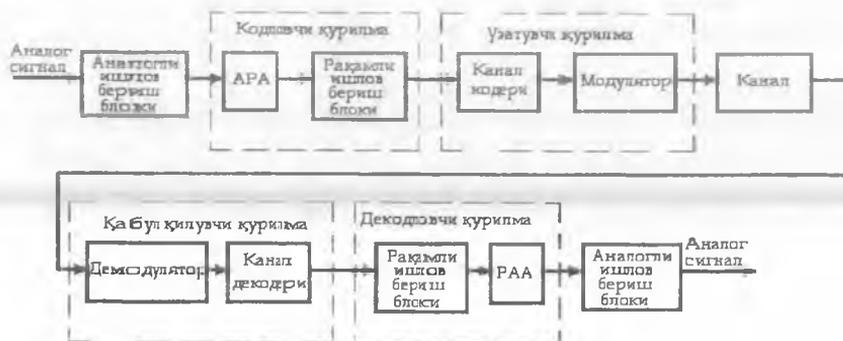
## 6.2. РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ТРАКТИНИНГ УМУМЛАШТИРИЛГАН ТУЗИЛИШ СХЕМАСИ

Айлантириш керак бўлган аналог сигнал рақамли ТВ тизимининг киришига тушади (46-расм). Бу сигналга кейинги рақамли айлантирувчи қурилмаларда ишни осонлаштириш учун, даставвал ишлов берилади. Масалан, тўлиқ рангли сигнални, алоҳида рақамли сигналларга айлантириш бажарилишини таъминлаш учун, сигналга ишлов берувчи дастлабки қурилмада тўлиқ рангли сигнал ёруғлик ва айирма ранг сигналларига ажратилади. Чикишда тасвир сифатини субъектив яхшилаш мақсадида, аналог сигналга аввалдан бир қанча бузилиш киритилиши мумкин. Сигналга дастлабки ишлов беришни рақамли бажариш мумкин бўлганда ҳам, электрон техникани бугунги кун юксалишида уларни аналог шаклида бажариш маъқулроқ. Сунг айлантиришга тайёрланган аналог сигнал АРА га тушади. У ерда дискретланади, квантланади ва дастлабки кодлаш бажарилади (масалан, ИКМ услубида). Бундай сигналда, юқорида айтилгандек, ортиқча ахборот мавжуд, шу сабабли, уни **рақамли ишлов бериш блокада** қўшимча, яна ҳам нафли код билан кодлаш маъқул. Сунг сигнал каналининг **кодловчи қурилмасига** тушади. Бу ерда **канал** деб алққа йузи, 12 сигнални консервация қилувчи қурилма, ТВ сигнални текисловчи қурилма ва сигналга бошқа ишлов берувчи халқалар тушунилади. Каналнинг кодловчи қурилмаси рақамли

ТВ сигнални каналида мавжуд махсус халақитлардан ҳимоя қилиш учун мўлжалланган.

Охирида рақамли шаклдаги сигнал чиқиш айлантиргичига (масалан, узатувчи қурилма модуляторига) ва сўнг каналга тушади.

Қабул қилувчи қурилма орқали олинган сигнал демодуляцияланади, каналнинг **декодловчи қурилмасида** тескарисига айлантирилади ва рақамли сигнални декодловчи қурилманинг рақамли **ишлов берувчи блокига** ўтади. Унда узатувчи томонида сигналдан олиб ташланган ортиқча ахборот қайта тикланади, сўнг рақамли сигнални аналог сигналга айлантиргичда (РАА) аналог сигналига айлантирилади. Агар узатувчи томонда аналог қурилишдаги сигналга аввалдан бузилиш критилган бўлса, қабул қилувчи томонида унинг қайта тескари амали бажарилади.



46-расм. Рақамли телвидениенинг тузилишининг умумий чизмаси

46-расмда келтирилган чизма умумлаштирилган. Қўйилган мақсадга қараб рақамли тизим тузилиши ўзгариши мумкин. Масалан, ёруғликни-сигналга ва сигнални-ёруғликка

айлантиргичлар тўғридан тўғри рақамли сигнал генерация қилса ва тасвирни рақамли сигналдан тикласа тизим умуман АРА ва РАА сиз бўлиши мумкин. Ёки бошқа бир ҳолда, алоқа каналида халақитлардан ҳимояни кучайтурувчи курилма бўлмаслиги мумкин. Масалан, алоқа йўли қисқа бўлганда ёки телевизион марказ ичида сигналга рақамли ишлов берилганда. Бундай ҳолларда ТВ сигналидаги ортиқча ахборотни аниқловчи ва рақамли оқимни камайтирувчи курилмаларига эҳтиёж қолмайди.

### 6.3. ТЕЛЕВИЗИОН СИГНАЛНИ ДИСКРЕТЛАШ

**Умумий маълумот.** *Дискретлаш*-аналог сигнални рақамли шакилга айлантириш мажмуасининг биринчисидир. Бошланғич  $u(t)$  сигнал дискретлангандан сўнг, уни қуйидаги йиғинди кўринишида ифодалаш мумкин:

$$u(nT) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} u(t) \delta(t - nt) \quad (1.24)$$

бу ерда  $\delta(t)$ -дель та функция:  $T$ -дискретлаш даври.

Агар (1.24) устида Фурье айлантиргич амалга оширилса, у ҳолда

$$S_o(t) = \sum S(f - nf_o) \quad (1.25)$$

бу ерда  $S(f)$  ва  $S_n(f)$  - навбати бўйича, бошланғич ва дискретланган функция спектрлари.

(1.25)-дан кўринадики, дискретланган сигнал спектри бошланғич ( $n=0$ ) ва "иккинчи даражали" (ёки қўшимча), лекин бир-бирига нисбатан сурилган  $f_n$ ,  $2f_n$  спектрлар йиғиндисидан иборат (47-расм). Бошланғич сигналнинг спектрини, агар расмда кўрсатилгандек  $f_n \geq 2f_v$  ва  $f_v \leq f_{пчф}$

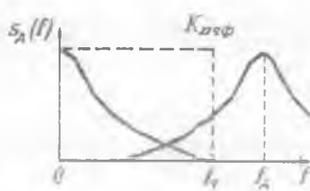
$\leq f_n - f_c$  шартлар бажарилса,  $f_n$  частота қирқими, идеал паст частота филтри (ПЧФ) ёрдамида ажратиш мумкин.

Агар дискретлаш частотаси  $f_n < f_c$  шартга биноан олинган бўлса, дискретлангандан сўнг ёрдамчи спектр асосийни қисман устига тушади, натижада бирламчи сигнални тўсиқлар сиз ажратиш имконияти бўлмайди (48-расм).

Лекин бугунги кунда ТВ сигнални дискретлашда шундай услуб ишлаб чиқилганки, у бошланғич сигнални тиклашда қўшимча маълумотдан қутилиш имкониятини беради. Натижада дискретлаш частотасини пасайтириш мумкин бўлади. Дискретлаш частотасини пасайтириш мутаносиб рақамли оқимни камайтиришга олиб келади. Бу рақамли телевидение тизими тез ривожланишига йўл очади.



47-расм. Сигнал дискретлангандан сўнгги спектри.



48-расм.  $f_n < 2f_c$  ҳолда спектрларнинг устма уст тушиши.

Бу услубни кўриб чиқишдан аввал шуни таъкиллаш лозимки, телевизион сигнални кодлаш учун асосан **дискретлаш доимий частотада** амалга оширилади. Дискретлаш частотаси кадр ва сатр частоталари билан боғланган ва боғланмаган бўлиши мумкин. Мустақкам алоқа таминланганда, тасвирнинг бирдан бир элементи учун сатрдаги ҳисоблар сони доимий бўлади. Натижада тасвирда

қайд қилинган ҳисоблар тузилиши (дискретизация тузилиши) юзага келади.

**Дискретлашнинг ортогонал тузилиши.** Агар сигналда ҳисоб частотасини сатр частотасига каррали олинса, тасвирда дискретланишнинг ортогонал тузилиши ҳосил бўлади. Унда, ҳисоблар тўғри бурчакли катакларнинг тугунида жойлашади (49-расм).

Кенг тарқалувчи ТВ нинг рақамли қурилмаларида бундай дискретлаш услуби бугунги кунда кенг тарқалгандир.

Агар дискретлаш частотаси  $f_d = 2f_c$  га тенг қабул қилинса, у ҳолда тасвирдаги ҳисоблар сони унинг шартли элементлар сонига тенг бўлади (тахминан 300 минг). Ҳисоблар сонини камайтириш унга мутаносиб ТВ тизимининг ажратиш қобилиятини камайтиради ва натижада тасвирни сифати ёмонлашади. Бунда кўриш аппаратимиз тасвирнинг ҳар турли равшанлигини бетартиб ёйилган ҳисоб тизимида тиклайди ва нуқтама-нуқта тасвирни тақлил қилади деган хулосага келамиз. Ваҳоланки, амалда бундай эмас. Тасвирларда етарли статистик алоқа мавжуд, бизнинг кўриш аппаратимиз эволюцион юксалиш жараёнида унга кўникиб кетган. Айрим ҳолларда, кўз анализатори рецепторлар тўпламидан (рецептор майдонидан) иборатлиги аниқланган бўлиб, улар тасвир катта элементлар гуруҳини кодлайди. Бу жараёнда фақат унинг ёруғлиги аниқламасдан, балки тасвирни энг кўп ахборотли қисмини фонддан ажратиб, унинг шаклини (контурларини, кескин ёруғлик ўзгаришини) ажратади. Энг муҳими шундаки, кўзнинг бу хусусияти тасвирни дискретлаш ёки ҳалақитлар натижасида бўлақларга ажралиб кетганлигига қарамасдан, унинг контурини яқлит тиклай олади.

ТВ тизимда кўз анализаторининг ушбу хусусияти асосланган ҳолда, тасвир элементларнинг ҳаммасини узатишга ҳожат йўқ, деган фикрга имконият беради. Яъни алоҳида шакллар ансамблини узатиш билан кифояланиш мумкин. У ҳолда, узатиш талаб қилинган элементлар сони стандартга қараганда камаяди.

Ушбу нуқтаи назарга биноан тасвирда ҳисобларни ортогонал тузилишда олишни баҳолаймиз. Бунинг учун- энг оддий ТВ тасвир шаклидан (вертикал, горизонтал ёки оғдирилган чизиқ) фойдаланамиз (49-расм).

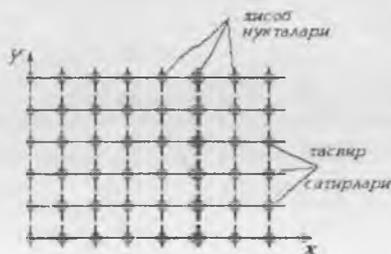
Вертикал ёки горизонтал жойлашган кўшни чизиқлар оралиқнинг минимал масофаси (49-расмдаги 1 ва 2 ёки 5 ва 6-чизиқлар) дискретлаш қадамига-кўшни ҳисоблар орасидаги масофага тенг деб шарт қўямиз. Расмга биноан, диагонал бўйича мўлжалга олинган, оғдирилган контурнинг (49-расмдаги 3.4-чизиқлар) бирор қисмида, вертикал ва горизонтал чизиқларникига қараганда кам элементлар жойлашган. Шунга қарамасдан, кўз нейрон тизимларининг юксаклиги туфайли, улар умумий диагонал чизиқ кўринишида тикланади. Бу чизиқлар алоҳида элементларга ажралиб кетмайди ва сидирга бўлиб тикланади. Эътиборни қуйидагига қаратинг. Ортогонал тузилишидаги ҳисобда, оғдирилган чизиқлар ораси, вертикал ва горизонтал чизиқларга қараганда  $\sqrt{2}$  баробар кам, демак, ортогонал тизимидаги диагонал йўналишдаги ҳисоб вертикал ва горизонтал йўналишникига қараганда кўпроқ ажратиш қобилиятига эга.

Шундай қилиб, дискретлашнинг ортогонал тузилиши мукаммалиги аниқланди. Маълумки, кўзнинг ажратиш қобилияти анизотроп, яъни ҳар хил томонга бир хил эмас. Вертикал ва горизонтал ўқлари бўйича максимал бўлиб,

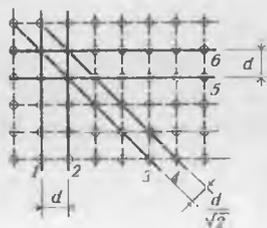
диагонал йўналиш бўйича ажратиш қобилиятидан тахминан 1,5 баробар юқори.

Шунга биноан, вертикал ва горизонтал йўналиш бўйича равшанлик нотекислиги устун бўлган тасвирларда кўзининг статик мослашиши юзага келади.

Демак, тасвирнинг ортогонал дискретлашда дискретлаш қадами Котельников назариясига биноан  $f_d = 2f_v$  олинса, диагонал йўналиши бўйича тизимнинг ажратиш қобилияти сезиларли ортиқча бўлади. Бу ортиқликни ҳисоблар сонини камайтириш билан йўқотиш (яъни дискретлаш частотасини камайтириш билан) мумкин эмас, чунки у ҳолда энг муҳим вертикал ва горизонтал йўналиши бўйича тасвирнинг аниқлиги йўқотилади.



49-расм. Ортогонал тузилишда дискретлаш.



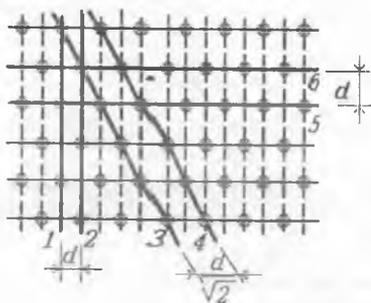
50-расм. Ортогонал тузилишдаги дискретлашда тизимнинг ажратиш қобилиятини аниқлаш.

Ушбу нуктаи назарни эътиборга олган ҳолда мукамаллаштирилган дискретлашнинг тузилишини кўриб чиқамиз.

Шахмат кўринишидаги дискретлашнинг тузилиши. Аввалгига ўхшаб, тасвир ҳисоб сонини дискретлаш частотасини  $f_p = 2f_v$  оламиз. У ҳолда тасвирни ҳар-бир

элементига, аввалгидегидек, аниқ ҳисоб тўғри келади. Агар бу ҳисоб нуқталарини жойлаштиришда аввалги сатрда нисбатан қўшни сатрда дискретлаш қадамининг ярмига ( $d/2$ ) силжиган бўлса (тасвир элементни ярим ўлчамига), у ҳолда ҳисоб нуқталари шахмат аталмиш тузилишда жойлашади (51-расм). Бу тизилмага вертикал, горизонтал ва оққан чизиклар чизамиз.

Уларнинг тикланиши сифатини ва улар орасидаги минимал мумкин масофани баҳолаймиз.



51-расм. Шахмат тузилишидаги дискретлашда тизимнинг ажратиш қобилиятини аниқлаш.

Горизонтал 5- ва 6-чизиклар ортогонал тузилишдаги дискретлашдек деталликда (тасвир элементи) тикланади, яъни тасвир ўшанача алоҳида элементлар сонидан ташкил топади. Улар орасидаги масофа ҳам ўша-ўша, ўзгармаган. У қўшни сатрлар орасидаги масофага тенг, яъни дискретлаш қадами  $d$  га тенг. Шундай қилиб, тизимнинг вертикал йўналишдаги ажратиш қобилияти олдингидек сақланган.

1- ва 3- вертикал чизиклар тузилиши эса, 2 марта кам сонли элементлардан ташкил бўлгани сабабли дағал кўринишда тикланади. Лекин амалда кузатувчи вертикал контурнинг тикланишида сифат ўзгаришини сезмайди. Аммо, тизимнинг ажратиш қобилияти горизонтал бўйича сезиларли кучаяди. Шахмат тузилиши кўринишида дискретланганда қўшни вертикал чизиклар оралиғи тахминан икки баравар  $d/2$

камаяди. Диагонал йўналишда (3 ва 4 чизиклар) икки чизик оралиғи горизонтал йўналишга қараганда тахминан 1,8 баробар катта. Лекин кўзимизнинг ажратиш қобилияти ушбу йўналишда сезиларли даражада паст. Шахмат тузилишидаги дискретлаш кўриш аппарати хусусиятлари билан яхши мослашган ва кўриш жараёнига катта таъсири бўлмаган йўналишларда ажратиш қобилиятини пасайтириш имкониятини беради, демак кадрда умумий ҳисоб нуқталар сонини камайтириш, яъни дискретлаш частотасини пасайтириш мумкин.

Шуни эслатиш жоизки, дискретлаш частотасини  $2f_v$  дан паст олиш, дискретлашган сигналнинг асосий ва ёндош спектрларини бир-бири устига тушишига сабаб бўлади (48-расмга қаранг), демак, бирламчи сигнални бузмасдан тиклаш мумкин эмас. Лекин шахмат тузилишидаги дискретлашнинг айрим ҳолларида асосий ва қўшимча спектрларнинг бир-бири устига тушиши натижасида юзага келадиган шовқинлардан қутилиш мумкин. Халақитларни йўқотиш механизмини тушуниш учун ТВ сигналини дискрет спектри кўрсатилган 3-бобга мурожаат қиламиз. Сигнал спектри сатр частотасига қаррали частоталаридан ҳамда улар атрофидаги кадр бўйича ёйилишдан ва тасвирдаги деталларнинг силжишидан юзага келган камбар ён частоталар гуруҳларидан иборат. Сатр частота гармоникасига тўғри келадиган спектр қисмларида сигналнинг максимал энергияси тўпланган, улар орасининг ўртасида минимуми ётади. Тасвирнинг мазмунига қараб максимумнинг минимумга нисбати 2...32 дБ атрофида ётади. Дискретлашдан қўшимча хосилининг спектр тузилиши шунга ўхшашдир. Шунинг учун агар дискретизация частотаси ярим сатр частотасига қаррали бўлса, халақит энергияларининг

таркиби бирламчи сигнал энергиясининг минимумига тўғри келади. 52-расмда сидирга чизик орқали асосий спектр максимал энергиясини ёйилиши, штрих чизик орқали эса қўшимча спектр келтирилган.

Тароқсимон фильтр ёрдамида  $(f_d - f_q)$  дан  $f_q$  ча диапазондаги халақит килувчи таркиби олиб ташланиши мумкин. Тароқсимон фильтр шундай созланган бўлиши лозимки, унинг максимал сўндириши халақит частотага ва минимал сўндириши фойдали частотага тўғри келсин.



51-расм. Шахмат тузилишидаги дискретизацияда асосий ва қўшимча спектрларнинг бир-бири устига тушиши.

Ортогонал дискретлашда асосий ва қўшимча спектр максимал энергия таркиби бир-бири устига тушади, шунинг учун уни тароқсимон фильтр ёрдамида ажратиб бўлмайди. Тасвир сифатига унчалик зарар етказмасдан шахмат тузилишидаги дискретлаш ҳисоби олинганда, минимал рухсат этиладиган дискретлаш частотани 12 МГц дан 8...8,5 МГц гача пасайтириш мумкин. Бу рақамли оқимни камайтиришга имкон беради. Албатта, шахмат тузилишидаги дискретлаш халақитлардан холи эмас, улар равшанликнинг кескин тушган чегараларида ғадир-будурлик ва муар ( икки ёки ундан куп

фазовий частоталарни боғланиши натижасида юзага келадиган тасвир) кўринишида намоён бўлади. Лекин ҳозирги вақтда бундай халақитларни минималлаштирувчи даврий ва фазовий филтёрлар ишлаб чиқилган.

#### 6.4. ТЕЛЕВИЗИОН СИГНАЛНИ КВАНТЛАШ

Еирламчи сигнал  $u(t)$  дискретлангандан сўнг, ҳисоблар  $u(nT)$  ўз динамик диапозони чегарасида хоҳлаган қийматга эга бўлиши мумкин. 6.1-параграфда келтирилган таърифига биноан квантлаш операцияси натижасида  $u(nT)$ нинг мумкин бўлган ҳар қандай қиймати рухсат этилган **квантлаш сатҳи** аталмиш қийматлар қатори билан алмаштирилади (45-б расм). Мазмунан квантлаш операцияси аввал бошида сигналнинг ҳақиқий қиймати  $u(t)$  билан унинг квантланган тахминий қиймати  $u_{кв}(nT)$  ўртасида албатта хато юзага келиши тахмин қилинади. Бу хато  $\Delta = u(nT) - u_{кв}(nT)$  - **квантлаш хатоси** деб аталади.  $\Delta$  ҳатто сигнал ҳақиқий қиймати икки яқин квантлаш сатҳининг қайси бирита нисбатан (юқорисига ёки пасткисига) яхлитланишига жуда боғлиқ. Квантлаш қурилмасида, сигналнинг ҳақиқий қийматини танланган квантлаш сатҳи билан солиштириш натижасида, ушбу икки сатҳнинг бирини танлайди. Агар сигналнинг ҳақиқий қиймати квантлаш остонаси аталмиш, сатҳдан кам бўлса, у ҳолда ушбу остонадан паст жойлашган энг яқин квантлаш сатҳига яхлитланади (45-б расмга қаранг). Шундай қилиб, квантлашнинг максимал хатоси квантлаш остоналари унинг сатҳларидан ташкил топган квантлаш шкаласи ичида жойлашишига боғлиқ. Масалан, агар квантлаш остоналари квантлаш сатҳи билан бириктирилса, у ҳолда квантлаш хатоси ушбу икки сатҳ оралиғига, яъни **квантлаш қадимига** тенг бўлади. Агар квантлаш остонаси квантлаш

сатҳларининг ўртасида жойлашса, квантлашнинг ўртача квадрат хатоси минимал бўлишини исботлаш қийин эмас.

Квантлаш хатоси, **квантлаш шовқини** деб ҳам аталади, сигналнинг кодланиш хусусиятига қараб тасвирда турлича намоён бўлади. Агар аналог сигнал хусусий шовқини квантлаш қадамига солиштирарли кам бўлса, квантлаш шовқини тасвирда ёлгон контур кўринишида намоён бўлади.

Квантлаш сатҳ сони етарли олинмаганида, яъни "дағал" квантланганда, бундай бузилишлар кўзга ташланади. У ҳолда равшанликнинг силлиқ ўзгариши зинапоя ўзгаришга айланади ва тасвирнинг сифати пасаяди. Йирик планли тасвирларда қалбаки контурлар яққол кўзга ташланади. Бу эффектлар ҳаракатли тасвирларда кучаяди.

Тажрибатлар шуни кўрсатадики, квантлаш сатҳлар сони 100 ... 200 дан ошса, қалбаки контурларни кўз илғамайди, яъни квантлаш шовқини сигнал қийматининг 0.5...1%дан ошмайди.

Бу кўрсаткичлар олдинги бобда кўриб чиқилган кўзнинг контраст сезгирлик тушунчаси ва рақамли сигнални узатиш учун код комбинациялари билан яхши мувофиқлашган. Ҳақиқатдан, етти-ёки саккиз даражали кодларга 128 ёки 256 квант сатҳлари тўғри келади, бу эса тажриба йўли билан аниқланган тасвирда қалбаки контур кўриниши йўқоладиган минимал градация сонидан ортиқ.

Юқорида, аналог сигналида хусусий шовқин кам бўлган шароитда, квантлаш шовқинининг тасвир сифати таъсири кўриб чиқилган эди. У квантлаш қамайдан юқори бўлганда, квантлашда бузилиш қалбаки контур кўринишида эмас, балки спектр бўйича бир текис тарқалган шовқин сифатида бўлади.

Бирламчи сигналдаги фулктуация шовқин якколлашади, натижада тасвир кучлироқ шовқинланганга ўхшайди.

Квантлаш сатҳи сонининг камлиги кўпроқ рангли тасвирларда нохуш намоён бўлади. Кўпроқ йирик пландаги сюжетда, равшанлиги секин-аста пасайувчи жойларида квантлаш шовқини рангли жимжима кўринишида намоён бўлади.

Квантлашда ночи зиқ шкала ишлатиб, телевизион сигналнинг рақамли оқимини камайтириш мумкин. Маълумки, Вебер-Фехнер қонунига биноан  $L_1$  дан  $L_2$  гача равшанликнинг ўсиши-ни сезиш  $L_2$  ва  $L_1$  нисбати логарифмига мутаносиб. Шу сабабли, квантлаш қадамнинг шкаласида пастдан юқорига ўсиш кўриш табиатига мос келади. Тажибалар шуни кўрсатадики, квантлашда логарифм шкалани қўллаш, чизиқли квантлашга қараганда, тасвир сифатига таъсир кўрсатмасдан квантлаш сатҳларини икки хисса камайишига имкон беради, яъни ИКМ да код гуруҳини бир даражага камайтиради. Бошқача сўз билан айтганда, логарифм қонунига биноан  $2^7$  даражасида квантланганда, тасвир сифати  $2^8$  даражасида квантланганидек сақланади. Бирор логарифмга қараганда, текис шкалада ортиқча маълумот кўпроқ. Рақам ли оқим камайишини кўринишнинг бошқа хусусиятларини ишга солиб амалга ошириш мумкин.

Равшанлик сигнали учун квантлаш сатҳининг керакли сонини баҳолашда контраст оstonаси  $\delta = 0,02 \dots 0,05$  тенг олинган. Аммо булар фақат катта деталлар учун адолатли. Умумий ҳолда контраст оstonаси кузатилаётган объектнинг ўлчамига боғлиқ. Бурчак ўлчами бир неча минут бўлган объектлар учун, контраст оstonаси ўнлаб катталашади ва бирга яқинлашади; , агар кичик доғ равшанлиги фон равшанлигидан солиштирарли катта бўлса, хато сезиларли

бўлиб қолади. Демак, тасвирнинг катта бўлмаган деталлари равшанлиги кескин ўзгарувчи жойларда равшанлиги доимий ёки секин-аста ўзгарувчи жойларидоғига қараганда етарли кам сатҳ сони билан квантлаш мумкин.

Кўзимизнинг кўриш хусусияти, тасвир элементлари орасида кучли корреляция алоқа, булар квантлаш сатҳлари сонини камайтириш учун катта захирадир, лекин уларни ИКМ услуби билан амалга ошириш иложи йўқ. Сигнални кодлашда самарадорлиги кучли код қўлланиши керак, бу тўғрида бобнинг кейинги бўлимларида сўз боради.

### 6.5. ТЕЛЕВИЗИОН СИГНАЛНИ КОДЛАШ

**Умумий маълумот.** Аналог сигнални рақамлига айлантиришда яқунловчи операция кетма-кет импульслардан иборат квантланган ҳисобларни кодлашдир. Кўпинча, бу кетма-кетлик иккилик белги шаклда амалга оширилади. Киришдаги видео ахборот  $m$  квантлаш сатҳига код импульси  $k = \log_2 m$  тўғри келади. Юқорида айтилганидек, бундай кодлаш услуби импульсли-код модуляция номини олган. Видео ахборотга ишлов бериш ва узатишда бу услуб классик ва универсал услубдир. ИКМ нинг устун томони иккилик белги шаклга келтиришнинг универсаллигидир. ТВ сигнали устида олиб бориладиган ҳамма операцияларда ишлатилиши, яъни шовқинни камайтиришга, сигнални узатиш ва ёзишга, интерференция халақитлар ва бузилишлар сезгирлигининг пастлашишга, шунингдек рақамли сигнал шаклини регенерация қилиш орқали тиклашга уни қўлланилиши буни тасдиқлайди. Лекин узатиш тезлиги бўйича ИКМ етарлича наъфли эмас, шунинг учун уни амалда қўллашда катта тезликда узатишни

талаб қилади. Буни импульсли-код модуляция орқали телевидениеда узатишда катта ахборот ортиқчалиги мавжудлиги билан тушунтириш мумкин. Тасвирнинг алохида элементи равшанлиги (ранги)нинг мумкин бўлган ҳамма сатхи тенг эхтимолликда бўлишига қарамасдан, у қўшни элементлари равшанлиги билан кам фарқ қилиши ёки умуман фарқ қилмаслиги мумкин. Буни телевизион тасвирнинг статистик тақлили қўшни элементлар орасида кучли корреляция алоқа мавжудлигини тасдиқлайди. Шундай қилиб, тасвир равшанлиги ёки рангини ИКМ услубга хос элементма-элемент узатишда, бир хил ёки бир-биридан кам фарқ қиладиган ахборот каналга жўнатилади.

Бугунги кунда телевизион сигналдаги ортиқча ахборатни камайтирувчи қўп усуллар мавжуд. Уларни қўллаш ИКМ кодлашга қараганда, юқори нуфузли.

Нуфузли кодлашни шартли уч классга ажратиш мумкин:

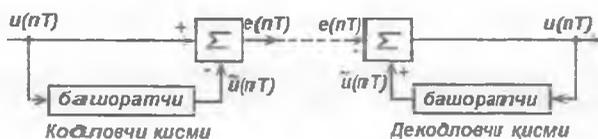
- телевизион сигнални башорат этиб кодлаш;
- тубдан ўзгартириб гуруҳли кодлаш ;
- мослаштирилиб гуруҳли кодлаш;

У ёки бу коднинг устунлиги тўғрисида бугун аниқ қатъий фикр йўқ. Бундан ташқари, қўп ҳолларда, кодлашнинг нуфузли усуллари бир-бири билан кучли чатишиб кетган. Шу сабабли уч кодлаш принципининг ҳаммасини куриб чиқиш маъқул.

**Башорат этиб кодлаш.** Юқорида айтилганга биноан, тасвирни қўшни элементлари орасида кучли корреляция мавжудлиги сабабли, ҳар бир элемент тўғрисида тўлиқ маълумот узатиш хожати йўқ. Бир элемент ҳисобини узатиш билан чекланиб, қолган элементлар қийматини башорат этиб

аниқлаш мумкин. Бунинг учун тизимни қабул қилувчи қурилмасида махсус башорат қилувчи қурилма ёрдамида ҳисоб бажарилиб узатилмаган тасвир элементи қийматини топилади.

Лекин тасвирнинг статистик алоқасини аниқловчи аппарат қанчалик такоммиллашган бўлмасин, табиғи тасвир равшанлиги ва рангини тасодиғий статистик таърифланишига қараб элементларни башорат этилган ҳисоби ёки ҳисоб тўпламида хато мавжуд. Бу хатони тасвирни ҳар - бир элементи учун аниқланиши ва тузатилиши керак. Фақат ана шу шарт бажарилганда тикланган тасвир оригинални тўлиқ ифодалайди .



53-расм. Башоратчи тизимини тузилиш схемаси.

Башорат этиб кодлаш принципи куйидагидан иборат: ҳар бир элементнинг ҳақиқий ҳисоби узатилмасдан, ҳақиқий ҳисоб қиймати башорат этилган қийматдан айрилиб уни айирмаси, **башоратчи хатоси** аталмиш, қиймат кодлаб узатилади. Бундан шундай мантиқий хулоса қилиш мумкин, узатилаётган хато ҳисоб тўлиқ ҳисобга қараганда маълумот ҳажми сезиларли кам.

Узатувчи томонда  $e(nT)$  хато сигналини шакллантириш учун, қабул қилувчи томондаги сингари башоратчи ва айирувчи каскад ўрнатилади. 53-расмда айирувчи ўрнига йиғувчи ўрнатилган, унинг киришига ҳисобнинг ҳақиқий қиймати  $u(nT)$  ва унинг башорат этилган тахминий қиймати

$u(nT)$  "минус" ишора билан киритилади. Ҳақиқий  $u(nT)$  сигналга қараганда кам маълумотли  $e(nT)$  хато сигнали тизимнинг қабул қилувчи томонидаги қўшувчи қурилмада башорат этилган  $u(nT)$  қиймат билан қўшилади. Натижада қабул қилувчи томонда  $u(nT)$  сигналнинг ҳақиқий қиймати тикланади.

Башорат этиш тизимини принципдан келиб чиқиб, шуни таъкидлаш мумкинки,  $u(nT)$  сигнал қанчалик аниқ башорат этилса,  $e(nT)$  хато сигналнинг ўзгариш диапазони шунчалик кам бўлади, шунчалик кам иккил сон узатилади, демак, бу нуқтаи назардан кодлаш фойдали бўлади.

Оддий ҳолатда башорат этилган қиймат сифатида олдинги ҳисобни ишлатиш мумкин. Унда "башоратчи" тасвир бир элементини узатиш вақтига сигнални ушлаб тувчи қурилма кўринишида бўлади.

Бир қараганда, бу башорат этиш услуги ортиқчаликни қамайтирмайди.  $e(nT)$  хато сигнални бундай башорат этилганда, у хоҳлаган қийматни, токи  $u(nT)$  сигналнинг максимал амплитудасигача тенг қийматни қабул қилиши мумкин, яна ўз ишорасини ўзгартира олади ( $u(nT)$  ва  $u(nT)$  ўртасидаги айрма манфий ва мусбат бўлиши мумкин). Лекин динамик диапазонини кўпайишига қарамадан уни ичида хато сигнали тенг эҳтимолик бўйича тарқалмайди. Унинг тарқалишининг эҳтимоллиги, нол атрофида максимал эҳтимоллик ва эҳтимоллик қийматини нолдан ташқарида тез пасаявчи, экспоненциал функцияга биноан аппроксимацияланади. Демак, хато сигнали етарли юқори

аникликда, берилган хисобга қараганда етарли кам сатхлар сони билан квантланиши мумкин. Бу эса узатиладиган маълумот ҳажмини тежашни таъминлайди.

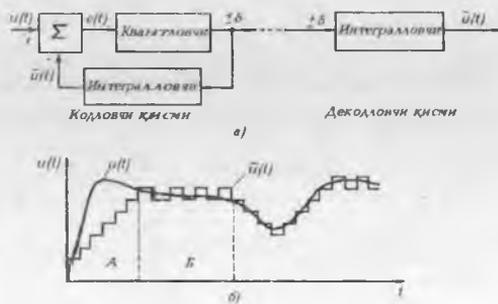
Албатта, бундай усул ўртача статистик маънода бутун тасвир учун яхши натижа беради. Контур ва ўтишларда кескин равшанлик таркибли тасвирнинг деталлари учун эса, хато сигналида чайқалиш (статистик томондан кам бўлса ҳам) табиийдир. Дағал квантлашда чайқалиш тасвирда тегишли бузилишларни юзага чиқаради. Аммо лекин тажрибалар шуни кўрсатадики, бундай бузилишлар кўриш хусусиятига биноан кўзга кам ташланади. Маълумки, кўриш аппарати майда деталлар равшанлигини ёмон ажратади; бундан ташқари физиологларнинг фикрича, латерал (ёндан) деб аталувчи тормоз бериш, тасвирнинг фон таркибини босади, ундаги контур ва майда деталларни бўрттиради, шу билан тасвирнинг энг маълумотли қисмини ажратади. Ушбу муҳитдаги кўриш аппаратининг ишлаш алгоритми билан боғлиқ бу "бузилиш" дағал квантлаш натижасида юзага келган, уни катта қийматлари майдонидаги бузилишлар кам кўзга ташланади. Шундай қилиб, деталларида кескин ўтиш ва контур таркибли тасвирда хато сигнали учун квантлаш сатҳи кам олинishiга йўл қўйилади.

Башорат этиб кодлаш тизим учун хато сигналيني квантлаш сатҳи сони бир хил олинмайди. Аммо, муҳими шундаки квантлаш шкаласи сезиларли ночизикли ва нолга нисбатан симметрик эмас.

Шундай қилиб, башорат этиб кодлаш тизимининг ишлаш принципи сигналнинг ҳақиқий қиймати ўрнига, ҳақиқий сигнал билан башорат этилган сигнал айирмасини кодланган сигнали узатилади. Шу принципга асосан бундай кодлаш

тизими яна қуйидагича аталадиган бўлди - **дифференциал импульс-код модуляция** (ДИКМ) тизими.

ДИКМ тизимининг соддаси **дельта-модуляция**. Бу тизимда хато сигнал ҳаммаси бўлиб икки сатҳда квантланади, яъни хатонинг ишораси аниқланади. Дельта-модуляцияда башорат этувчи сифатида интегратор қўлланилади, унинг киришига дискретлаш частотасида берилган  $\pm\delta$  хато сигнални чизиқли қўшиб чиқади (54-расм).  $\pm\delta$  дискретлаш оралиғида доимий бўлгани сабабли, уларни вақт бўйича қўшиш натижасида зинапоя шаклли сигнал ҳосил бўлади. Бу  $u(t)$  сигнал башорат этилган сигнал сифатида ишлатилади. Берилган бирламчи сигналдан уни айириб (қўшувчи қурилма чиқишида)  $e(t)$  айирма сигнали олинади. Квантловчи бу сигнални икки сатҳ билан чеклайди.



54- расм. Дельта – модуляция

тизимни тузилиши схемаси (а) ва унда сигнални шакли (б).

Хато сигнали  $\pm\delta$  ни иккилик кодига айлантиргандан сўнг уни узатиш мумкин. Қабул қилгич томонда иккилик коди аввало бир қутбли ҳисоблар  $\pm\delta$  га айлантирилади, сўнг юқорида таърифланган интегралловчидан иборат кодловчи қурилмада  $u(t)$  сигнал шаклланади. Бу сигнал берилган

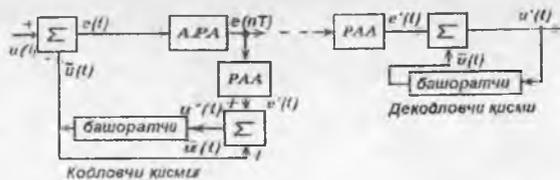
бошланғич сигналдан сезиларли фарк қилса ҳам, тикланган сигнал сифатида ишлатилади.

54-б расмда дельта-модуляция тизимида шаклландуви сигнал тасвирланган. Унинг, **A** қисми равшанлигини нисбатан кескин балан пастлиги узатилишини тарифлайди. Бу ҳолда квантловчи бир хил ишорали  $\delta$  хато сигналини беради. Интегралловчи уларни вақт бўйича кетма-кет қўшади ва зинапоя-аррасимон шаклда ўзгарувчи кучланишни ҳосил қилади. Бундай ҳолатда, охириги ҳосил қилинган сигнал бошланғич сигнал ўзгариши орқасидан "улгурмайди", чунки башорат этилган сигнал кўтарилиш тезлиги маълум қийматдан юқори бўлиши мумкин. Натижада, башорат этилган сигналнинг фронтлари берилган бирламчи сигналга нисбатан чўзилади. Берилган бирламчи сигнал аста ўзгарадиган **B** қисмида башорат этилган сигнал тахминан бирламчи сигнал билан тенглашади. Аммо бунда олдиндан аниқланган сигнал қиймати берилган бирламчи сигнал атрофида тебранади. Натижада сигнал амплитудаси дискретлаш частотасида  $\delta\omega$ га тебранади. Башорат этилган сигнал фронтининг чўзилишини курсатуви бузилиш, **кескинлик бўйича ортиқча юкланиш** номини олган. Сигналнинг зинапоясумон шакли сабаб бўлган бузилиш, тасвирнинг **грануляр (майдаланган) шовқинини** аниқлайди. Бу бузилишларни дельта-модуляция тизимида йўқотиш учун ИКМ га караганда дискретлаш частотаси қиймати кўтарилади, бу эса тизимнинг фойдалилигини пасайтиради. Шу сабабдан дельта-модуляция видеотелефон тизимида ишлатилади.

Дискретлаш частотасини юқорида кўрилган тизимга нисбатан камайтиришни кўп сатхли квантлаш қўлланган ДИКМ тизимида амалга ошириш мумкин (55-расм). Айирувчи  $\Sigma_1$  қурилма киришига аналог кўринишда  $u(t)$  бирламчи сигнал

ва унинг башорат этилган  $u(t)$  сигнали туширилади. Олинган  $e(t)$  хато сигнал аниқ сатҳларга квантланади (одатда 16-ошиқ эмас) ва иккилик кодига айлантирилади. Бу операция аналог-рақам айлантиргич (АРА) да амалга оширилади, сунг кодланган  $e(t)$  хато сигнал узатилади. Бу сигнал рақам-аналог айлантиргич (РАА) да аналог шаклига айлантирилади ва  $\Sigma_2$  йиғувчига узатилади. Унда хато сигнал билан башорат этилган сигнал қўшилади. Йиғувчининг чиқишида шундай қилиб бирламчи сигнал хатоси билан тикланади (хатонинг борлиги  $e'(t)$  ва  $u'(t)$  белгиларда ҳисобга олинган). Ушбу кийматларга биноан олдиндан аниқловчи қурилмада кейинги ҳисоблар учун олдиндан аниқланган  $u(t)$  сигнал олинади (кўпинча олдинги ҳисоблар тўпламидан), у айирувчи  $\Sigma_1$  қурилмага туширилади.

Қабул қилувчи томонда декодловчи қурилмада  $e(t)$  рақамли сигнал аналог сигналга айлантирилгандан сунг узатувчи томондагига ўхшаш йиғувчи ва олдиндан аниқловчи тизимга тушади.



55-расм. ДИКМ ли тизимнинг тузилиш схемаси.

Умуман олганда ДИКМ услубида ИКМ га қараганда битлар сонини бир элемент учун 7. . . 8 битдан 3. . . 5 гача камайтириш имконияти бор. Башорат этувчи тизимда ортиқчаликни камайтириш ТВ тизимини халақитларга

бардошлиги га таъсир кўрсатмасдан қолмайди. Юзага келтирган халақит фақат ушбу ҳисобни бузмасдан, балки ҳамма кейинги ҳисобларга ҳам таъсир қилади, чунки улар олдинги ҳисоблар орқали ҳисоблаб чиқилган (олдинги ҳисобдан аниқланган). Натижада тасвирда ўзига хос бузилиш юзага келади—**хатолар треки (изи)**. Бу бузилишларни камайтириш учун "таянч" ҳисобларни, яъни тасвир элементини ҳақиқий қиймати узатилиши тез такрорланувчи бўлиш керак. Бу ҳолда тасвирга халақитнинг таъсири энг якин ҳақиқий сигнални келиши билан йўқолади. Албатта, ДИКМ да сигналнинг таянч қиймати сонини кўпайтириш унинг нафлилигини пасайтиради.

Башорат этувчи тизимнинг халақитбардошлилигини ошириш икки ўлчамли кодлаш орқали бажарилади. Унда башорат этиш сатирдаги олдинги элементлар тўплами, шунингдек унга тегишли олдинги сатр элементлари орқали бажарилади. Бунда тиклашнинг сифати вертикал йўналишда ҳам яхшиланади.

**Айлантириш билан гуруҳли кодлаш.** Айлантириш билан гуруҳли кодлашда ҳар бир дискретланган сигналнинг ҳисоби ўрнига уларнинг шу ҳисоблар йиғиндисидан чизикли комбинацияси узатилади. Бунда таъкидланган ўрин алмаштириш тасвирнинг бир кичик бўлаги ичида, элементларнинг чекланган сони мавжуд гуруҳ таркибида, амалга оширилади.

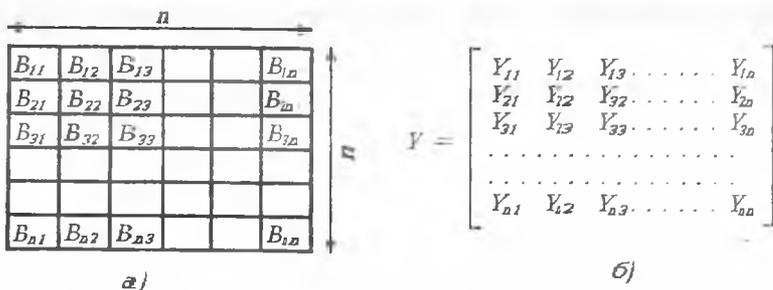
Айлантириш орқали кодлашни тушуниш учун тасвирнинг  $n^2$  дискрет элементдан ташкил топган бир қисмини кўриб чиқамиз (56-а расм). Ҳар бир элемент ўзига тегишли  $B_{1j}$  равшанлик билан таърифланади. Ҳар бир элементга ТВ сигналда ўзига хос ҳисоби мавжуд. Бу ҳисобларнинг

Йиғиндисини берилган равшанлик тарқалишига муносиб  $V=X$  матрица кўринишида ифодалаш мумкин, бу ерда  $V_{ij} = X_{ij}$  матрицани таркиби. Рақамли сигнал оқимини камайтириш мақсадида, шу ҳисобларни ташкил қилган сигналнинг бир қисм ҳисобларини чиқазиб ташланади ёки уларни дағал квантланган бошқа қийматга алмаштирилади. Кўриниб турибдики, ахборотни бу услуб билан қисқартириш имконияти йўқ, чунки сигналдан алоҳида ҳисобларни чиқариб ташлаш тасвирни алоҳида элементларини чиқариб ташлаш билан баробар. Дағал квантланганда тасвирнинг чиқариб ташланган элементлари қисмида бўшлиқ ёки кузга ташланадиган бузилиш юзага келади. Тасвирни тенг ҳуқуқли гуруҳ ташкил қилувчиларидан алоҳида элементини чиқариб ташлаш ахборот юзасидан ва энергетик томондан тасвир сифатини тиклаб бўлмайдиган даражада ёмонлаштиради.

Берилган тасвир (ёки берилган сигнални) ҳисоблар йиғиндисига айлантирилганда ҳар бир ҳисоб тасвирнинг умумий таркибида турлича ифодаланиши мумкинлигини кўриб чиқамиз. Алоҳида ҳисоблар ўртасидаги функционал муҳимбўлганларини қайта саралаб, маълумотнинг асосий ҳажмини олиб борувчи, асосий ҳисобларни ажратиб, уларга энг қулай узатиш шароити билан таъминлаб, бошқа ҳисобларни "тежаб", уларни узатмасдан ёки ним рангларнинг минимал сонини узатиш мумкин.

Масалани бундай қўйишга ҳақлимиз, чунки, ҳар қандай функцияни Фурье қаторига ёйиш ва аксинча берилган функция қаторининг ҳадидан синтез қилиш имконияти мавжуд. Аксинча синтез қилишда қаторни ҳар бир ҳадининг қиймати турли. Агар қайси бир ҳадининг амплитудаси кичик бўлса, унда уни

хисобга олмаслик ёки уни бошқа ҳадларга нисбатан аниқликда белгилаш мумкин.



56-расм. Тасвирни ортогонал айлантириш:

а) берилган равшанлик тарқалиши матрицаси; б) равшанликнинг фазовий қийматларидан тузилган матрица (трансформанта).

Фурье айлантиргичининг бу хусусиятини қўйилган масалага тадбиқ қилиш узатиладиган маълумотлар ҳажмини камайтиришга имкон беради. Шу сабабли икки ўлчамли Фурье айлантиргични имкониятини 56-а расмда келтирилган тасвир элементлари гуруҳида синаб кўрамиз. Айлантириш натижасида олинган сонлардан, берилган  $X$  сонидан иборат матрицага кўриниши ва тузилишига ўхшаш янги сонлар жадвали -  $Y$  матрицани тузамиз (56-б расм). Бу матрицада унинг алоҳида хисоблари эндиликда  $X$  матрицадагидек равшанликни эмас балки Фурье қаторининг коэффициентларини ташкил қилади.

$Y$  матрицанинг ўзи трансформанта номини олган. Унинг таркиби, маълумки,  $X$  матрица таркибининг чизикли комбинациясидир, яъни  $Y$  матрицанинг хоҳлаган таркиби  $X$  матрицани ҳамма қийматлари маълум мувозанат коэффициентларида олинган йиғиндидан иборат:

$$Y_{ki} = \sum_{l=1}^n \sum_{j=1}^n a_{klj} B_{lj}, \quad k, l = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1.27)$$

Мувозанат коэффициенти  $a_{klj}$  Фурье бўйича гармоник анализ орқали аниқланади. Трансформанта таркибий сони берилган равшанлик матрицаси элементларига тенг.

Алоқа канали орқали  $X$  матрица ҳисоблари ўрнига  $Y$  трансформанта таркиблари узатилади. Кўриниб турибдики, трансформантани берилган бирламчи тасвир билан ҳеч қандай умумийлиги йўқ. Шу сабабли қабул қилувчи томонда  $Y$  трансформантадан матрицанинг бирламчи  $X$  қийматлари тикланиши керак.  $Y$  тескарисига айлантириш орқали бажарилади. Тескарисига айлантириш, (1.27) каби, арифметик операциялар йиғиндисидан иборат:

$$B_{ij} = \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n b_{ijkl} \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1.28.)$$

бу ерда  $b_{ijkl}$  - тегишли мувозанат коэффициентлари.  $X$  матрицада бирламчи ҳисоблари ва  $Y$  трансформантада умумий маълумот миқдори бир-бирига тенг.

Бу мураккаб тўғри ва тескари Фурье айлантириш операцияси маълумот ҳажмини қисқариши имкониятини беради. Матрица  $X$  ни узатишда тасвир сифатига зиён етказмасдан амалга ошириш имконияти йўқ.  $Y$  трансформанта ҳисобини узатишда эса бундай қисқартириш имконияти мавжуд.

Буни қуйидагича тушунтириш мумкин, ҳисобларнинг умумий сонини сақлаган ҳолда айлантириш натижасида олинган трансформантада элементлар орасидаги амплитуда нисбати кучли ўзгарди. Сигналнинг деярли ҳамма энергияси компонентлари орасида бирламчи  $X$  матрицадагидек нотенг

эхтимол жойлашмайди, барки трансформантанинг тегишли кичик номерли сатр ва устунларига мужассамлашади. Сони катта номерли бошқа ҳисоблар қиймати кенг тасвирлар синфи учун нолга яқин бўлади. Демак, трансформантанинг чап бурчагига нисбатан уларни етарли паст квантлаш сатҳлар сони билан узатиш ёки умуман узатмаслик мумкин.

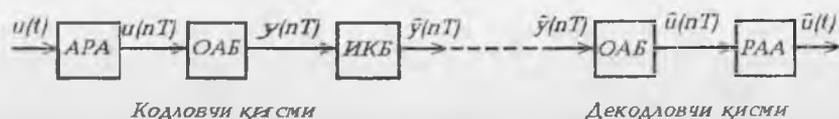
ТВ сигналини айлантириб нафъли кодлаш сигнал таркибидати ортиқчаликни аниқлаш ва уларни қисман чиқариб ташлашдан иборат. Табиийки, бу таркибларини умуман чиқариб ташлаш фойдадан холи, чунки айлантириш физикалидан маълумки, улар майда деталларни узатиш учун "жавоб" беради, шундай экан, тасвирнинг аниқлиги пасайиши эҳтимоли мавжуд. Аммо бу таркибини аниқлиги пасайтириб узатиш етарли асосга эга.

55-расмда айлантириш оркали нафъли кодлаш принципи амалга оширилувчи тизимнинг тузилиш схемаси тасвирланган. Қурилманинг киришига  $u(t)$  аналог сигнали киритилади. АРА да ИКМ услубига биноан квантлашнинг тўлиқ шкаласида (бир элементга камида 7... 8 бит) айлантириш амалга оширилади. Сўнг рақамли оқим ортогонал айлантиргич блоки (ОАБ) киришига туширилади, у ерда  $u$  трансформантасини топиш учун унинг устида ҳисоблаш олиб борилади. Айлантириш икки ўлчамли қаторда (иккита ўқ бўйича) олиб борилгани сабабли айлантириш ортогоналдир. Иккилик квантлаш блокида (ИКБ) таркибларни танлаш амалга оширилади.

Айлантиришнинг математик аппарати сифатида Фурье айлантиргичи кўриб чиқилган, унда ёйиш ортогонал базис функцияси аталмиш синусоидал ва косинусоидал функция олинган. Лекин бошқа базис функциялар ёрдамида айлантириш

ҳам кенг тарқалган. Буларга Адамар, Хаара, Уолш ва бошқа айлантиргичларини кўрсатиш мумкин. Бу айлантиргичларнинг базис функцияси ҳар хил. Масалан, Адамар-Уолш базис функцияси шакли бўйича тўғри бурчакка яқин, яъни икки градацияли, Хаара функцияси - уч градацияли ва ҳоказо.

Базис функция тўғридан тўғри тизимни техник амалга оширишда қатнашмайди. Бу функциялар ҳисоблашнинг алгоритминини аниқлайди. Шунинг учун айланттириш билан сигнални кодлашда базис функциянинг шаклига қараб моҳияти ўзгармайди.



57-рисм. ортогонал айланттириш қурилмасининг тузилиш схемаси.

Ҳамма айланттиришларда айланттирилган сигналнинг таркибининг ажратиш частота белгиси орқали бажарилади ва сўнг ортиқчаликни камайтириш бажарилади. Айланттириш мушкулликни катта кичклиги билан (бу томондан Адамар айланттиригичи афзалроқ), шунингдек трансформанта таркиби орасида маълумотнинг манфаатли тарқалишига кўп ёки кам фойд етказиши билан фарқ қилади. Шунинг таъкидлаш лозимки, у ёки бу айланттиригичлар орасида катта фарқ йўқ: тасвирнинг бир синфи учун бири яхши, иккинчиси учун-бошқаси.

Аҳамият беринг, айланттириб гуруҳли кодлашда узатиладиган маълумотни камайтириш, тасвирда частота таркибининг ва уни фазовий спектрининг махсус статистик тарқалиши билан боғлиқ. Шунинг учун айланттириш кам

учрайдиган сюжет устида иш бажарилса, кузатувчи ундаги, айлантириш натижасидаги, сифат ўзгаришини кучли сезади.

Мослаштирилган гуруҳли кодлаш усули ишлатиш орқали тасвирнинг кенг синфи учун яхши натижага эришиш мумкин.

**Мослаштирилган гуруҳли кодлаш.** Бу услубнинг моҳияти хисобнинг ҳақиқий қийматлари кичик гуруҳи элементларининг ҳисоб комбинацияси билан алмаштирилади. Айлантириб кодлашдан фарқи, бунда айлантириш алгоритми кўзимизнинг физиологик хусусиятини чуқурроқ ҳисобга олади.

Тахмин қилинишича, тасвирни кўриш жараёни кўриш аппаратида икки босқични ташкил бўлади. Аввал кўз паст фаза частотали фильтр каби, тасвирни кичик бир қисми ичида равшанликни ўрталаштиради. Сўнг, иккинчи босқичда, алоҳида элементлар ўртасида равшанликнинг биринчи тахмини қиймати билан равшанликнинг ҳақиқий тарқалиши ўртасидаги айирмани ажратади. Бу айирма тасвирнинг контурини ифодалайди, унда тасвир батафсил майда деталлари билан намоен бўлади. Бунда кўз, алоҳида элементни эмас, балки, бутун бир контурнинг қисмини қайд қилади, контур ичидаги равшанликни ўзгаришига аҳамият бермайди. Кўзнинг ушбу хусусиятини ҳисобга олиб, тасвирни кичик бир бўлаги ичидаги ҳақиқий равшанлик ёйилишини шу бўлакни ўрталаштирилган равшанлик қиймати билан алмаштирилганлигини сезмайди. Тажрибалар шуни кўрсатадики, агар ўлчами 4x4 ТВ элементдан ошмаган фрагментда бир тасвирни иккинчиси билан алмаштиришлар сезилмайди.

Шунга мувофиқ мослаштирилган гуруҳли кодлашда, тасвир бўлагининг ўртача равшанлиги ва контурнинг ўртача

равшанлиги ҳамда ундаги майда деталлар тўғрисидаги маълумот узатилади. Бунинг учун тасвирнинг (4x4эл.) фрагментига тўғри келадиган гуруҳ ҳисоблари ўрнига унинг ўртача равшанлиги узатилади. Сўнг гуруҳдаги ҳар бир элементнинг ҳақиқий қиймати билан ўртача равшанлик айирмаси топилади. Агар бундай айирма сигнал тасвири пардага туширилса, яққол кўзга ташланадиган контур кузатилади. Шу контурларнинг ўртача равшанлик қиймати аниқланади ва узатилади ( айирманинг манфий ва мусбат қийматлари). Тизимнинг қабул қилувчи томонида икки сигнал қўшилади: ўртача равшанлик ва ўрталаштирилган контур айирмаси. Натижада тасвирнинг бир элементи учун сарфланган маълумот 1. . .2 битни ташкил қилади (ИКМ да 7. . . 8 бит).

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, олдиндан аниқлаб кодлаш усулига қараганда, кодлашнинг гуруҳли усули юқори сифатни таъминлайди. Энг юқсак айлантириб кодлаш усулида тасвирнинг бир элементи учун сарфланадиган маълумот 0,5. . . 1 битни ташкил қилади. Уларнинг камчилиги амалга оширишнинг мураккаблигидир.

## 6.6. ТЕЛЕВИЗИОН СИГНАЛНИ ФИЛЬТРЛАШ

Рақамли сигналнинг муҳим томонларидан бири унинг устида ҳар хил айлантиришлар бажариш мумкинлигидир, бу тасвир сифатини яхшилашга имкон беради, ТВ кенг тарқатиш технологиясини бойитади, техник жиҳозларни хизмат жараёни соддалашади ва унинг пухталлиги ортади. Албатта, аналог телевидениеда ҳам, кейинги бобларда кўрамиз, сигналга ҳар хил ишлов берилади. Лекин сигнални рақамли услубда

узатишда кўп ҳолатларда аниқлиги, айлантириш алгоритмининг соддалиги, техник жиҳозларни ихчамлиги томонидан афзалликлар бор.

ТВ сигналга ишлов бериш қурилмасининг умумлаштирилган тузилиш схемасини кўриб чиқамиз (58-расм). АРА да юқорида кўрилган дискретлаш, квантлаш ва кодлаш операцияси бажарилади. ИКМда рақамли оқимнинг тезлиги жуда юқори ва сигналга ишлов берувчи процессор реал вақтда ишлаши учун бу оқим бир неча параллел каналларга ажратилади. Рақамли оқимни параллеллаштириш операцияси демультимплексор (ДМ) томонидан бажарилади. Процессор хотира қурилмаси (ХҚ), арифметик қурилма (АҚ) ва процессор таркибий қисмлари ишини мостлаштирувчи бошқариш қурилмаси (БҚ) дан иборат. Арифметик қурилма, бошқарувчи қурилма томонидан бошқарилиб, хотира қурилмаси билан биргаликда сигналга ишлов бериш алгоритмини амалга оширади, бошқача сўз билан айтганда сигнални рақамли филтрациялайди. ХҚ ва БҚ биргаликда сигнални талаб қилинган вақт бўйича айлантиришни таъминлайди. Бу айлантириш киритилувчи сигналга ишлов бериш жараёнида вақт бўйича мослаштириш талаби, махсус эффектларни юзага келтиришда кириш сигналида вақт бўйича бузилишларни тузатиш, сигнал манбаларини синхронлаш кераклиги ва шунга ўхшашлар билан боғлиқ. Процессорнинг параллел чиқишидан олинган сигналлар мультимплексор (М) орқали бир рақамли оқимга бирлаштирилади. Рақамли сигнални аналог сигналга ағдариш керак бўлган тақдирда мультимплексордан сўнг рақам-аналог айлантиргич (РАА) қўйилади.

Рақамли филтрлаш сигналларнинг алоҳида ҳисобларини хотирада сақловчи ва бу ҳисоблар устида арифметик амаллар бажарувчи қурилмада бажарилади. Бу қурилмалар мажмуи

рақамли филтър деб аталади. Филтърлашнинг ўзи эса, кириш сигнали  $x_0, x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  ҳисоблар кетма-кетлигини қабул қилинган алгоритмга биноан чиқиш сигнали ҳисоблари  $y_0, y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$  га айлантиришдан иборат.



58-расм. ТВ сигналга рақамли ишлов бериш қурилмасининг тузилиш схемаси

Рақамли сигнални филтърлаш аналог сигнални филтърлашдан фақат амалга ошириш физикаси билан фарқ қилади. Рақамли филтърлашнинг афзалликлари: кўрсаткичларининг вақт ва ҳарорат бўйича барқарорлиги; дискретлаш частотасини осон ўзгартириб филтърни созлаш; бир-бирига ўхшаш кўрсаткичли филтърни қайтариш имконияти. Аммо ҳамма вақт ҳам рақамли филтърни амалга ошириш аналогга караганда техник томондан осон кечмайди; бундан ташқари, рақамли филтърлашда квантлаш шовқини тасвирда кўринишини кузатиш мумкин.

Филтърлар икки хил бўлади: рекурсив (тесқари алоқали) ва рекурсивсиз (тесқари алоқасиз).

Рекурсивсиз филтърларда ҳар дақиқада чиқишдаги сигнал кириш сигнали аввалги қийматининг вазнли йиғиндиси билан аниқланади:

$$y_i = a_0 x_i + a_1 x_{i-1} + a_2 x_{i-2} + \dots + a_m x_{i-m}$$

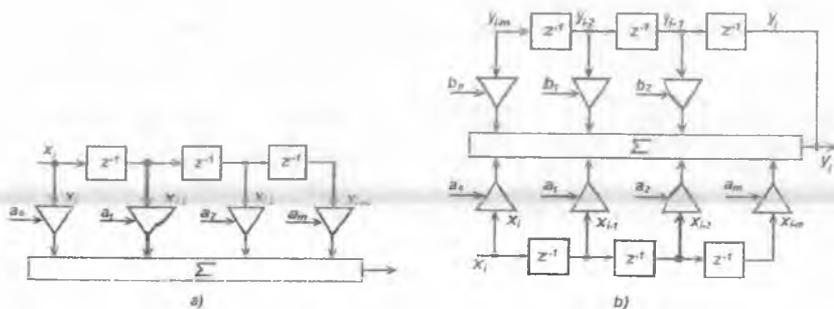
бу ерда  $a_i$  - узатиш коэффициенти.

Рекурсив филтър мураккаброк тузилишта эта (59-расм). Унда чиқиш сигнали кириш ва чиқиш сигналини аввалги кийматининг функциясидир:

$$y_i = a_0 x_i + a_1 x_{i-1} + a_2 x_{i-2} + \dots + a_m x_{i-m} + b_0 y_i + b_1 y_{i-1} + b_2 y_{i-2} + \dots + b_n y_{i-n}$$

Филтърлаш жараёни кўпайтириш ва бўлиш операциясидан иборат бўлиб, АҚ ва ХҚ ёрдамида сигналнинг ушлаб қолинган ҳисоби устида бажарилади. Арифметик қурилма берилган дастур бўйича сигнал ҳисобларини вази коэффициентига кўпайтиради ва уларни қўшади.

Хотира қурилмаси сигналлар ҳисобини, мувозанат коэффициентларини, вақт бўйича суриш оралиғини, шунингдек арифметик ва хотра қурилмаларни бошқарувчи дастур сақлаш учун ишлатилади.



59-расм. Рақамли филтърлар: а) рекурсивсиз; б) рекурсив. ( $z^{-1}$  белгиси сигнал дискретлашни бир даврга ушлаб қолиш операторини билдиради).

Рақамли филтър кўп ҳолларда бузилган тасвирнинг бошланғич кўрсаткичларини яхшилашга, сигналнинг шовқин

таркибини танлаб пасайтирига, апертура бузилишни нафли тузатишга ёрдам беради.

#### 6.7. РАҚАМЛИ СИГНАЛЛАРНИ ВАҚТ БЎЙИЧА АЙЛАНТИРИШ

**Вақт бўйича айлантириш** деб сигналларни шундай айлантиришга айтиладики, унда дискрет ҳисобларнинг вақт ўқи бўйича жойлашиши ўзгариб, уларнинг амплитудаси сақланиб қолади. Рақамли филтрлар билан бир қаторда вақт бўйича айлантириш кенг тарқалувчи телевидениеда етарлича кенг ёйилган. Вақт бўйича айлантириш видеомагнитофонларда тасвирни ўқиш жараёнида келиб чиқувчи вақт бўйича бузилишни тузатиш учун ҳам қўлланади. Вақт бўйича айлантириш асосида сигнал манбаларини синхронлаш, телевизион стандартларни айлантириш, видеоэффектлар, компонентли узатиш ёки рангли телевидение сигналларини ёзиш ва бошқалар бажарилади.

Рақамли сигнални вақт бўйича айлантириш сигналга рақамли ишлов бериш қурилмаларида сигнални ХҚ га ёзиш орқали ва уларнинг алоҳида қийматларини ХҚ дан берилган айлантириш алгоритми бўйича ажратиш орқали бажарилади. Натижада сигнал керакли вақт худудига олиб ўтилади. Бунда вақт бўйича айлантиришни икки турга бўлиш мумкин: частота спектрини бузмасдан (ёки катта бўлмаган ўзгартириш киритиб) ва частота спектрига сезиларли таъсир кўрсатиб.

Биринчи кўринишга вақт бўйича бузилишларни тузатувчилар ва сигнал манбалари телевизион синхронловчиларини киритиш мумкин. Бу қурилмаларда тасвир сатрини ёзиш (ёйиш) вақти ва уни ўқиш (қайта ёйиш) вақти фарқ қилмайди ёки жуда оз фарқ қилади. Айлантиришнинг

иккинчи қўринишида (равшанлик ва ранглик сигналларини вақт бўйича зичлаштирувчи қурилма, видеоэффeкт қурилмаси ва маълум даражада стандарт айлантиргич қурилмага хос) бу вақт оралиғи етарли даражада фарқ қилиши мумкин, бу эса частоталар спектрини ўзгаришга олиб келади.

Вақт бўйича айлантиргичларнинг бир-биридан фарқи ХҚ га мурожаат қилиш алгоритмидадир, бу, ўз навбатида, айлантиришга қўйилган масала билан аниқланади. Айлантириш алгоритми ХҚ сигимини аниқлайди. Ёзиш ва ўқиш жараён носинхрон бўлганда ХҚ тузилиши ва ҳақми мураккаблашади.

Вақт бўйича айлантиргич қурилмаларда икки турли рақамли ХҚ ишлатилади: кетма-кет киришли ва ихтиёрий киришли. Кетма-кет киришли ХҚ ишлатилганда ёзишга ва ўқишга кириш фақат кетма-кет амалга оширилади. Маълумотни ўқиш ва ёзиш тартибини ўзгартириш имконияти йўқ. Бундай қурилмаларда ёзиш ва ўқиш жараёнини ажратиш учун айлантирилаётган сигнал фрагментининг маълумот ҳажмига қараганда, ХҚ сигими 2 . . . 3 марта кўп бўлмоғи керак. Ихтиёрий киришли ХҚ кам сигим билан чекланади, чунки унга ёзилган маълумотни ўқиш унда хоҳланган адрес бўйича бажарилади. Бундай ХҚ сига мисол қилиб телевизион синхронловчи қурилмадаги ХҚни келтириш мумкин. Унда айлантириладиган кириш сигнални ушлаб туришни бошқариш орқали чиқиш сигнални ўқиш моментига қараб ёзиш ва ўқиш жараёни вақт бўйича ажратилган.

Сигнал спектрини ўзгартиб вақт бўйича айлантиришда бажариладиган иш тартиби берилган сигналнинг дискретлаш кўрсаткичини ўзгартиришдан иборат, яъни ушбу сигнални ифодаловчи дискрет қийматларни ўзгартиришдан иборат. Масалан, тасвир масштабини ўзгартириш билан боғлиқ

видеоэффeктни амалга оширишда берилган дискрет сигнални бошқа дискретлаш қадами билан чиқиш сигналига айлантириш лозим. Кириш ва чиқиш сигналларида дискретлаш оралиғи тасвир масштабининг ўзгаришига қараб ўзгартирилади. Агар кириш сигналида чиқиш сигналида жойлашган ҳисоб нуқталари бўлмаса, улар яқин кириш сигнали билан алмаштирилади (агар хато билинмаса) ёки кириш сигнали иккиламчи дискретланганда ҳисобни тиклаш учун рақамли филтрланади (масалан, кириш сигнали қўшни элементлари интерполяция қилинади).

#### 6.8. МУРАККАБ ВИДЕОСИГНАЛНИ РАҚАМЛИ ШАКЛ КЎРИНИШИГА

##### КЕЛТИРИШ

**ITU-R 601** тавсиясига биноан таркибий телевизион тасвир сигналини рақамли сигнал кўринишига келтириш мумкин. Бу тавсия ёруғлик сигнали  $Y$  ва икки айирма ранг сигналлари  $R-Y$  ( $Cr$ ) ва  $B-Y$  ( $Cb$ ) ни дискретлаш, квантлаш ва кодлаш қоидасини ўрнатади. Ёруғлик сигнали  $Y$  учун дискретлаш частотаси **13,5 МГц** белгиланган, айирма ранг сигнали учун эса **6,5 МГц**, яъни ёруғлик сигнал дискретлаш частотаси айирма ранг сигналини дискретлаш частотасига қараганда икки баробар катта. Агар қабул қилинганга биноан, **3,375 МГц** частота шартли бирлик қилиб олинса (рақамли стандарт иерархиясига асосан), у ҳолда ёруғлик ва икки айирма ранг сигналлари **4:2:2** нисбат кўринишида бўлади, бу стандарт белгиси сифатида кенг ишлатилади.

Дискретлаш частотасининг бундай қиймати олинганда, бузмасдан ёруғлик сигналини **5,575 МГц** частота кенглигигача ва айирма ранг сигналини **2,75 МГц** кенгликкача амалда дискретлаш мумкин (сигнал чегара

частотаси ва дискретлаш ярим частотаси ўртасидаги заҳира оралиқни хотирада сақлаш керак). 4:2:2 стандарти бошқа дискретлаш усулларини баҳолаш учун стандарт сифатида ишлатилади ва 5,75 МГц қиймат тўлиқ телевидение сигнал чегараси сифатида, кўпинча, эътиборга олинади.

Мисол тариқасида, 60-расмда рангли тасмалар тасвирини телевизион компонент сигнали келтирилган. Код сўзи узунлиги - иккилик даражаси 10 олинган, яъни 10 бит (биринчи вариантыда - 8 бит олинган). Бу эса квантлаш сатҳини 1024 гача номерлашга имкон беради. Квантлаш сатҳларини 0...3 ва 1020...1023 сонлари рақамли синхронловчи сигналларга эҳтиёт учун сақланган. Ёруғлик сигналини квантлаш учун 877 сатҳ ажратилган ( тасвир сигналининг қора сатҳи 64 квантлаш сатҳида, оқ нормал сатҳи - 940 сатҳга тўғри келади) .

Айирма ранг сигналини квантлаш учун 897 сатҳ ажратилган, аналог сигнал нол қийматига 512 квантлаш сатҳи тўғри келади. Сигнал гамма-тузатишдан сунг кодланади. Келтирилган квантлаш диапазони бошқа квантлаш турлари билан солиштириш учун ишлатилади. Бу ҳолда динамик диапазон ёки сигнал сатҳи тўлиқ рухсат этилган кўрсаткич сифатида кўпроқ эътиборга олинади, чунки квантлаш сатҳининг сони шунингдек, динамик диапазони квантлаш шовқини билан аниқланади. Бу мазмунда, айрим ҳолларда, рухсат этилган 10 битли деб аталади.

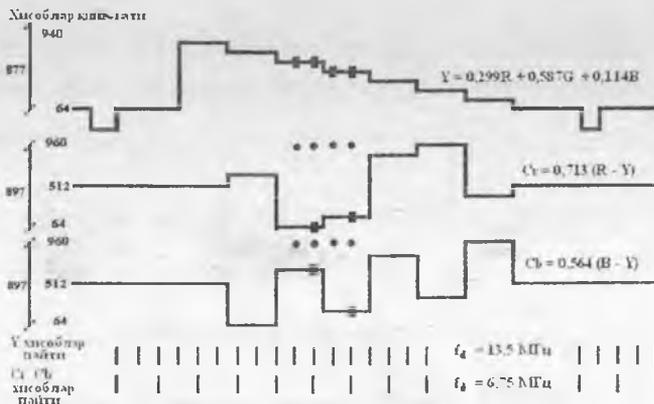
Дискретлаш частотаси сатр частота гармоникаси каррасини ташкил қилади, шунга биноан тасвирида олиндиган ҳисоблар ортогонал жойлашиши таъминлайди (61-расм). Яъни 13,5 ва 6,75 МГц дискретлаш частота қийматлари 625/50 ҳамда 525/60 стандартлар сатр буйича

ёйиш частоталарига каррали. Дискретлаш частота танлашда **3,375 МГц** частотани **асос частота** деб қабул қилиниш сабаби, уни мавжуд икки стандарт сатр частоталарига қолдиқсиз бўлинишидир.

Асос частота қабул қилиниши таркибли тасвир сигналини рақамли кодлаш учуь дунё бўйича ягона рақамга айлантриш стандартини қабул қилиш имкониятини берди. Бу стандартга биноан сатр актив қисмида ёруғлик сигналидан **720** ҳисоб олинади ва ҳар бир айирма ранг сигналидан эса - **360** ҳисоб. **625/50** ва **525/60** стандартли телевизион тизимлар бир- бирдан сатрлар сони ва сундирувчи оралик давомийлиги ҳар жиллиги билан фарқланади.

Рақамли тўлиқ тасвир сигналларини узатиш тезлиги

$$V_c = (n \times f_d)_y + (n \times f_d)_r + (n \times f_d)_b = (10 \times 13,5)_y + (10 \times 6,75)_r + (10 \times 6,75)_b = 270 \text{ Мбит/с.}$$

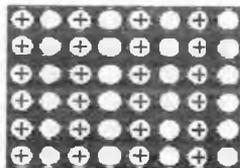


60- расм. Компонент тасвир сигналини кодлаш (4:2:2)

Таркибий сигнални рақамли кўринишда кўрсатишнинг бошқа кўриниши ҳам мавжуд. **4:4:4** стандарти бўйича

кодлашда **13,5** МГц дискретлаш частота ҳамма таркибий қисмига (**R, G, B** ёки **Y, Cr, Cb**) бир хил олинади (62-расм).

**Дискретлаш тўлиғи**



- - Y-хисоб
- - C<sub>R</sub>-хисоб
- | - C<sub>B</sub>-хисоб

Кадрнинг актив қисмида хисоблар сони

$$Y = 720 \times 576 \quad (576 \text{ сатрда } 720 \text{ дан хисоб})$$

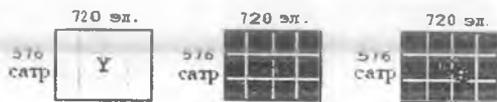
$$C_R = 360 \times 576 \quad (576 \text{ сатрда } 360 \text{ дан хисоб})$$

$$C_B = 360 \times 576 \quad (576 \text{ сатрда } 360 \text{ дан хисоб})$$

**61-расм. Таркибли тасвир сигнални кодлаш (4:2:2)**

Натижада сигнални ҳамма таркиблари тўлиқ частота кенглигида узатилади. Сигнални ҳар бир таркиби учун кадрнинг актив қисмидаги сатр сони **575** ва ҳар бир сатрдаги элементлар сони **720** тенг. Рақамли оқимнинг тезлиги **10** битли код сўзда **405 Мбит/с** ни ташкил қилади.

4 : 4 : 4



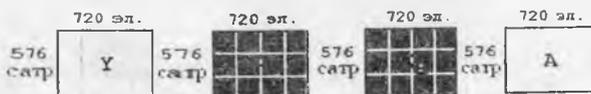
Рақамли оқим  $V_c = 405$  Мбит/с

**62-расм. Таркибий тасвир сигнални кодлаш (4:4:4)**

**4:4:4:4** формат тўрт сигнални кодлашни таърифлайди (63-расм), улардан учтаси тасвирий сигнал таркиби (**R, G, B** ёки **Y, Cr, Cb**), тўртинчиси эса (альфа канал) сигналга ишлов бериш тўғрисидаги ахборотни олиб боради, масалан,

бир неча тасвирларни бир-бирининг устига туширишда уларнинг шаффофлиги тўғрисида ахборат.

4:4:4:4



Рақамли оқим  $V_c = 540$  Мбит/с

**63- расм. Таркибий тасвир сигнални кодлаш(4:4:4:4)**

Тўртинчи қўшимча сигнал, асосий ранг сигналлари  $R$ ,  $G$ ,  $B$  га қўшимча ёруғлик сигнали  $Y$  ҳам бўлиши мумкин. Ҳамма сигналларни дискретлаш частотаси - **13,5 МГц**, яъни ҳамма сигналлар тўлиқ кенгликда узатилади. Хабарни узатиш тезлиги 10 битли сўзда **540 Мбит/с** га тенг.

4:1:1



Тўлиқ рақамли оқим  $V_c = 162$  Мбит/с (8 бит)

Рақамли оқим (тасвирни актив қисмида)

$V_c = 124$  Мбит/с (8 бит)

**64- расм. Таркибий тасвир сигнални кодлаш(4:1:1)**

**4:1:1** формати айирма ранг сигналларига дискретлаш частотасини икки карра камайтиришни тавсия қилади (4:2:2 стандартига караганда). Ёруғлик сигнали ( $Y$ ) **13,5 МГц** частотада дискретланади, айирма ранг сигналлари ( $C_r$  и  $C_b$ ) эса - **3,375 МГц** частотада. Бу горизонтал йўналишда рангларни ажратиш хусусиятини икки баробар камайишини

кўрсатади. Ёруғлик сигнали кадрнинг актив қисмида **576** сатр, ҳар бир сатрда эса **720** элемент ва айирма ранг сигналида эса - **180** элемент (64-расм).

**4:2:0**



Ўшқ рақамли оқим  $V_c = 162 \text{ Мбит/с}$  (8 бит)

Рақамли оқим (тасвирни актив қисмида)

$V_c = 124 \text{ Мбит/с}$  (8 бит)

**65- расм. Таркибий тасвир сигнагини кодлаш(4:2:0)**

**4:2:0** формат олинган тасвирда, ёруғлик сигнал (**Y**) таркиби кадр актив қисмида **576** сатр ва ҳар сатрда **720** дан ҳисоб мавжуд, айирма ранг сигналлари **Cr** ва **Cb** таркиби - **288** сатр ва ҳар сатрда **360** ҳисобдан иборат (65-расм).

**4:1:1** ва **4:2:0** кодлаш турлари ахборотни бир хил тезликда узатиш билан таърифланади - **10 битли** код сузида **202,5 Мбит/с** ва **8 битли** код сузида **162 Мбит/с**. Агар тасвирнинг фақат актив қисми узатилса (орқага қайтишсиз), рақамли оқим катталиги **8 битли** код сузи учун **124 Мбит/с** га тенг бўлади. Бу формат рақамли сигналларига, олдиндан ишлов бериш ва децимация қилиш (ҳисобларни танлаш) йўли билан оқим тезлигини камайтириш мумкин. **4:1:1** формати **525/60** ёйиш стандарти учун, **4:2:0** формат эса **625/50** тизим учун қулай. Бу форматда вертикал аниқликни йўқотиш сатрлари кам тизим (**525/60**) учун, горизонтал аниқликни йўқотиш **625/50** тизим учун кўпроқ сезиларли.

3:1:1



Ғушқ рақамш оқшм  $V_c = 135$  Мбит/с (8 бит)

Рақамш оқшм (ташвирш актив қисмшда)

$V_c = 104$  Мбит/с (8 бит)

### 64-расм. Таркибий тасвир сигналшн кодлаш(3:1:1)

3:1:1 формат ҳам қўлланади, унда горизонтал йуналиш бўйича аниқлиги таркибий ёруғлик сигнали учун 720 дан 540 га ва айирма ранг сигнали учун 360 дан 180 га камайтирилган. Кадрнинг актив қисмига 576 сатрдан ёруғлик таркиби учун 540 ҳисоб ва айирма ранглар учун 180 ҳисоб олинади (66- расм).

3:1:1 форматда ахборот узатиш тезлиги бир ҳисоб учун 8 бит олинганда 135 Мбит/с ни ташкил қилади. Оқшмни тезлигини сезиларли камайтириш учун (4:2:2 стандартга нисбатан) ёруғлик таркиби аниқлигини горизонтал ва вертикал бўйича тахминан 2 баробар, айирма рангни вертикал бўйича 4 баробар ва горизонтал бўйича 2 баробар камайтиради.

CIF

(Common Interchange Format)



Рақамш оқшм (ташвирш актив қисмшда)

$V_c = 30$  Мбит/с (8 бит)

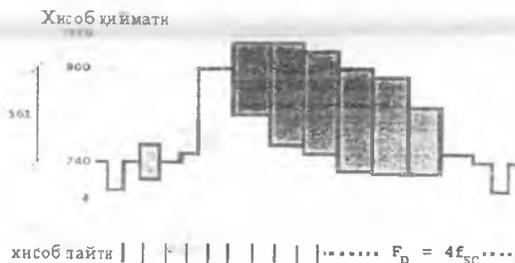
### 67-расм. Таркибий тасвир сигналшн кодлаш CIF

(Common Interchange Format).

**CIF** (*Common Interchange Format*) кўринишдаги формат мавжуд. Бундай формат бир кадрнинг актив қисмида, ёруғлик таркибида **288** сатр ва ҳар бир сатрда **352** ҳисоб ва айирма ранг таркибида **144** сатр ва ҳар бир сатрда **176** ҳисобни ўз ичига олади (67 расм). Фақат тасвирнинг актив қисмини узатиш учун оқим тезлиги бир ҳисобга 8бит олинганда **30 Мбит/с** га тенг.

### 6.9. КОМПОЗИТ СИГНАЛНИ РАҚАМЛИ КЎРИНИШДА КЎРСАТИШ.

**PAL** ва **NTSC** тизим композит сигналлари  $4f_{sc}$  частотада дискретланадилар. Бу частота ранг элигувчи частотани туртинчи частотасини ташкил қилади. 68-расмда композит телевизион сигнални дискретлаш ва квантлаш кўрсатилган (сигнал сифатида ранглар тасмаси сигнали олинган). **NTSC** тизимида сатр **910** ҳисобдан иборат, бундан **768** таси рақамли сатрнинг актив қисмини ташкил қилади. **PAL** тизимида аналог сатр оралиғига  $4f_{sc}$  частотанинг бутун бўлмаган ҳисоби тўғри келади. Бу **PAL** тизимида ранг элигувчи частотани чорак сатр частотага силжитишдан ташқари қушимча кадр частотасига (**25Гц**) силжитиш қўлланилади.



68- расм. Композит тасвир сигнални кодлаш ( $4f_{sc}$ ).

PAL тизимида рақамли ҳисоблар оқимини доимий 4fsc частотада узатишни сақлаш учун рақамли сатр давомийлиги аналог сатр давомийлигига тенг эмас қилиб олинган. Майдондаги 1135 сатр ҳисобдан иборат (икки сатрдан ташқари), уммумий ҳисобга эса 1137 тенг. Код сузининг узунлиги 10 битга тенг (аввалги вариантида 8 бит эди). Композит аналог сигналларда синхроимпульсларнинг fronti ва қирқимини рақамли кодлаш тўғри келгани сабабли, қора сатрдан то оқ сатрғача бўлган диапазонни квантлаш жараёнида сигналнинг таркиби шаклига нисбатан 30% га камайтиради. NTSC тизимида рақамли сигнал учун маълумот узатиш тезлиги 143 Мбит/с га тенг, PAL учун эса 177 Мбит/с.

## 7. ТЕЛЕВИЗИОН ТАСВИРНИНГ БУЗИЛИШИ

### 7.1. ТЕЛЕВИЗИОН ТАСВИР СИФАТИ

ТВ тизимининг асосий хизмати фазода кузатилаётган борлиққа айнан ўхшаган тасвирни тиклаш. Бу мақсадда амалдаги тизимдан кўра, стереорангли тизим орқали сезиларли юксак сифатли кўрсаткичга эришиш мумкин. Шундай қилиб, биринчи навбатда ТВ тасвирининг сифати телевидение кўрсатиш тизимининг асосий кўрсаткичлари орқали чекланади. Телевизион тизим кўрсаткичлари халқаро стандартлар билан белгиланган: кадр формати, ажратиш қобилияти—сатрлар сони, бир секунд ичида узатиладиган кадрлар сони, нимранглар сони ва уларнинг тикланган тасвирдаги равшанлик ўзгариш динамик диапазонида тақсимланиши, рангларни камраб олиниши ва бошқалар. Бу кўрсаткичлар телевизион тизим орқали тикланаётган тасвирининг одатдаги сифатини аниқлайди.

Бу чекланишлардан ташқари, ТВ тизимининг имконияти унинг таркибий қисмлари кўрсаткичларига боғлиқ. Бу тизимнинг таркибий қисимларида тасвир узатилиши жараёнида бузилишлар келиб чиқиши мумкин. Натижада ТВ тасвирининг оригиналга нисбатан сифати бузилади.

Ҳозирги вақтда ТВ тизимининг алоҳида таркибий қисмларини объектив ва субъектив баҳолаш, шунингдек кузатиш ва ўлчаш шартлари, шунингдек сигналга ишлов бериш халқаро радио маслаҳат комиссияси, давлат стандарти ва бошқа хужатларда белгилаб қўйилган.

Кўпчилик тасвир бузилишга тегишли чамалар инсонни кўз тизимига ва руҳсат этиладиган бузилишларни аниқлаш

устида олиб борилган статистик тадқиқотга асосланади. Трактнинг бутун йўли бўйлаб электр сигналлар кўрсаткичлари ва уларни белгиланган нормадан оғиши махсус ўлчов асбоблари ёрдамида объектив усулда баҳоланади, натижавий ТВ тасвирнинг сифати эса оптик ёки электрон универсал синов жадвали (УЭСЖ) орқали кўз ёрдамида аниқланади. ТВ тасвирининг бузилиши кўринишлари ва уларни баҳолаш усулларини кўриб чиқамиз.

## 7.2. ГЕОМЕТРИК (КООРДИНАТА) БУЗИЛИШЛАР

ТВ тасвирнинг геометрик бузилиши узатилаётган элементлар координаталари ўзгариши натижасида келиб чиқади. Бундай бузилишлар тикланаётган ТВ тасвирда оригиналга қараганда геометрик ўхшашлиги бузилиши орқали намоён бўлади. Геометрик ўхшашлигининг бузилиши асоси растр шаклининг бир-бирига ўхшамаганлигидадир ва тасвирни сигналга ва сигнални тасвирга айлантиргичларда сатр ёки кадр бўйича ёйиш нисбий тезликнинг ўзгариши натижасидир.

Растрнинг одатдаги формати  $k = b/h = 4/3$  ва ёйишни нисбий тезлиги аниқ  $v_{k \text{ сатр}}(t) = \text{const}$  берилган.

Шунинг учун геометрик бузилишни баҳолаш одатдаги кўрсатилган кўрсаткич қийматига нисбатан геометрик бузилиш коэффициенти ёрдамида аниқланади.

69-расмда растр шаклининг бузилишини яққол намоён этувчи кўринишлар келтирилган. Расмда келтирилган намуналар учун геометрик бузилишнинг коэффициенти куйидагича баҳоланади:

-электрон-оптик тизимларининг фотоэлектр айлантиргичларида бочкасимон ва ёстиксимон дисторсия келиб чиққанда (69-а.б расмда)

$$k_{г.в.д.} = (\Delta h / b) 100\%$$

$$\text{ёки} \quad k_{г.г.д.} = (\Delta b / h) 100\% \quad (1.28)$$

-Оптик ёки электр ўқнинг тасвир юзасига ортогоналлиги бузилиши натижасида трапеция шаклидаги бузилиш ҳосил бўлганда (69-в расм)

$$k_{г.г.д.} = 2((l_2 - l_1) / (l_1 + l_2)) 100\% \quad (1.29)$$

-Сатр ёки кадр бўйича ёйилганда оғдирувчи майдоннинг ортогоналлиги бузилиши натижасида параллелограмм туридаги бузилиш келиб чиққанда (69-г расм)

$$k_{г.г.д.} = 2((D_2 - D_1) / (D_1 + D_2)) 100\% \quad (1.30)$$

Растр ўлчамининг вертикал ва горизонтал бўйича нисбатининг бузилиши узатиш ва қабул қилишда кадр форматининг тенг бўлмаганлиги  $(b / h) \neq (b_n / h_n)$ , яъни кадр ва сатр бўйича оғдирувчи майдон қийматларининг тенг эмаслигидир. Бу ҳолда бузилиш қийматини аниқлаш фойдасиз, чунки оғдирувчи майдонга ласт частотали даврий халақитлар таъсир қилганда бундай бузилишларнинг тасвир ўлчамини горизонтал ва вертикал йўналишда (оператив) тезкор ўзгартириб енгил созлаш мумкин (69-ж расм).

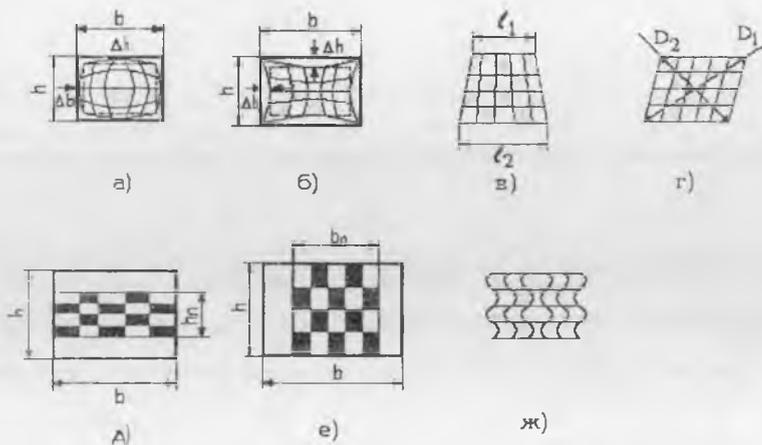
Узатувчи ва қабул қилувчи айлантиргичларда вертикал ёки горизонтал бўйича электрон нурлар нисбий ҳаракат тезлиги бир хил бўлмаслиги сабабли геометрик бузилишлар келиб чиқиши мумкин.

Амалда бу кўпроқ тезлик доимийлиги шартини  $v_{кадр}(t) = var$  бир томонлама бузилиши натижасида юзага келади, яъни кадр ёйувчи токнинг ночизиқлиги оқибатида намоён бўлади. У ҳолда вертикал ва горизонтал йўналишда геометрик бузилиш қуйидагича баҳоланади:

$$k_{r,h} = 2((h_{\max} - h_{\min}) / (h_{\max} + h_{\min})) 100\%;$$

$$k_{r,b} = 2((b_{\max} - b_{\min}) / (b_{\max} + b_{\min})) 100\%$$

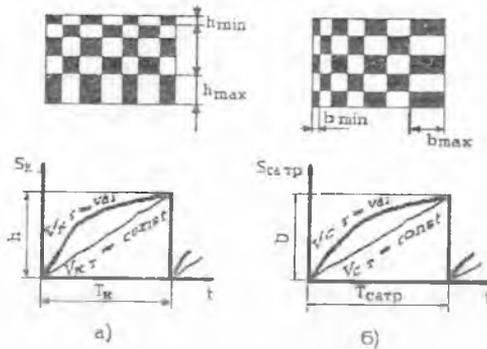
Бу ерда  $h_{\max}$ ,  $h_{\min}$  ( $b_{\max}$ ,  $b_{\min}$ ) - кинескоп пардасидаги синов телевизион жадвалини махсус элементи баландлиги- (кенглиги) - нинг экстремал қиймати. Ёйилишнинг нотекислиги ҳамма томонига 5% гача бўлганда амалда одам кўриши анализатори учун сезиларсиз; агар тасвирнинг нотекислик 8...12% бўлса, у яхши сифатли деб қабул қилинади.



9-расм. Растр кўришига бузилишида, "шахмат майдон" тасвирининг геометрик бузилишлари.

Геометрик бузилишнинг қийматини ўлчаш махсус жадвал ёки универсал синов жадвали таркибида мавжуд квадрат ёки тўғри бурчакли синов элементлари ёрдамида амалга оширилади. Чамалаб кўз билан баҳолаш учун доира шаклидаги элементлардан фойдаланиш маъқул, чунки бу элементлар шаклининг озгина ўзгариши кўз билан яхши сезилади.

Баҳолаш жадвалини солиштириш катта майдоннинг хоҳлаган қисмида дифференциал амалга оширилади.



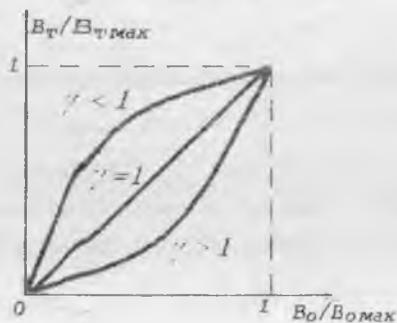
70-расм. Ёйилиш камерда чизиқти бўлганда қабул қилувчининг кадр (а) ва сатр (б) ёйувчи сигналлари ночизиқлиги натижасида тасвирида геометрик бузилишнинг келиб чиқиши.

### 7.3. НИМРАНГЛАРНИ (ГРАДАЦИЯ) БУЗИЛИШИ

Равшанлик динамик диапозони, оригиналга қараганда, ночизик бузилиш натижасидир ТВ тасвирининг нимранг бузилиши юзага келади (71 -расмга). У асосан тасвирнинг кузатиш шароитини ўзгартириши (паразит еритилиш, тасвир ва унинг қисмлари равшанлик қиймати ўлчами ўзгариши ва бошқалар) ва контраст поғона ( $\Delta B/B_{\phi}$ )<sub>пог.</sub> нинг қиймати ўзгариши натижасидир.

Натижада, ТЕ тасвирида кузатилаётган **нимранглар сони**  $A_{\text{тасвир}}$  (равшанлик градациясини поғоналар сони) объект поғоналар сони  $A_0$  га нисбатан камаяди. Шу сабабли объектларни тасвир орқали таниб олиш қийинлашади.  $A_{\text{тасвир}} = \text{const}$  ( $K_{\text{тасвир}} = \text{const}$ ) ҳолатда тасвир қисмларини таниб

олишни яхшилаш учун, тикланаётган тасвир равшанлиги динамик диапазонининг ўзгариш чегарасида, поғоналар сонини қайтадан тартибга солишга тўғри келади. Тасвирдаги мазмунан аҳамиятли оқ минтака поғоналар сони кўлайтирилади (тасвирни бу қисмларини яхши кўриниши учун) ва қора минтақаларда аксинча поғоналар сони камайтирилди (улар кўзга ташланмаслиги учун). Бундай операция гамма-тузаткич ёрдамда амалга оширилади. ТВ тизимида равшанлик сатҳининг узатиш тавсифини шакли гамма-тузаткичда параболлик функция даражаси  $\gamma = 1, 2, \dots, 1, 3$  қийматга ўзгартирилади (71-расмга).



71-расм. Равшанлик сатҳининг  $\gamma$  нинг ҳар хил қийматида ўзгариши

Равшанлик сатҳ тавсифи шакли ТВ тизимнинг ёруғликни сигналга ва сигнални ёруғликка айлантирувчиларнинг ёруғлик тавсифи, шунингдек ёруғлик сигнал трактнинг амплитуда тавсифи (АТ) шакли билан аникланади. Одатда ТВ сигнал трактнинг амплитуда тавсифи, яъни чиқишидаги кучланишнинг киришдагига боғлиқлиги  $U_{чк} = f(U_{кирш})$  чизикли бўлиши таъминланади. Натижада, тикланадиган градациялар сонига ёруғлик сигналининг ночизик бўзилиши кам таъсир кўрсатади. Айлантиргичларнинг ёруғлик тавсифи

масаласи мураккабдир. Бундан ташқари, тизимдаги кўп сонли ТВ сигнал датчик тавсифларнинг ҳар хил бўлиши, узатувчи ва қабул қилувчи айлантиргичлар тавсифларининг бир-биридан фарқ қилиши, шунингдек, уларни рационал иш режимларни танлаш катта аҳамиятга эга. Шу сабабли ТВ сигнал датчикларнинг ҳар бирида гамма-тузаткичлар ишлатилади, уларнинг АТ шакли кинескопларнинг ёруғлик (модуляция) тавсифлари белгиланган ўртача шаклига мослаштириб танланади.



**72-расм. Ним ранг поғоналарини аниқлаш**

Айтилганларни ҳаммаси амалда ним рангларни тулик тиклашни қийинлаштиради. Ним ранглар сонининг кинескопда тўғри тикланиши ҳар-бир кинескопнинг иш режимини хусусий созлашга боғлиқ. Уни телевизорнинг "Равшанлик" ва "Контрастлик" созлаш мурувватлари ёрдамида урнатилади.

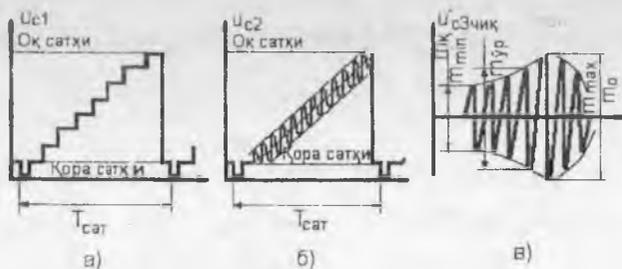
Солиштирарли катта деталларда градация сони бир неча унликка етади. Тасвиридаги градация сонини оператив ўлчаш имконияти йўқ. Одатда тикланаётган ярим соялар сифатини тахминан баҳолаш учун,  $V_{\text{min}}$  дан  $V_{\text{max}}$  гача диапазонли равшанлик сатхлар 10-градация шкаласидан фойдаланилади. Бу тест тасвирнинг ҳар бир ёруғлик поғонаси кўшни поғонадан бир неча градация фарқ қилади (72-расмга). Оптик телевизион синов жадвалида (ТСЖ) квадратли, логарифмли ёки чизиқли қонунга биноан ўзгарувчи равшанлик шкаласи ишлатилади. Электрон ТСЖ 10 поғонали шкала кучланиш бир текис пасайгирилиб "зинапоя" ташкил қилади (73-в расм). Ёруғлик сигналининг ночизиқ бузилиши

сигнални узатувчи трактнинг амплитуда тавсифининг нозичлик шакли туфайли келиб чиқади, бу нозичликни текшириш пазона ёки аррасимон сигнал ёрдамида бажарилади. Ўлчашни осонлаштириш учун бу сигналга 1.2 МГц частотали синусоидал тебраниш киритилди, унинг амплитудаси равшанлик сигналининг 10% ини ташкил қилади (73-б расм). Трактнинг чиқишида ёки унинг бирор блокада, киритилган синусоидал тебраниш оралиқ филтёр ёрдамида ажратиб олинади (71-б расм).

Нозичлик бузилиш коэффициентини аниқловчи тенглама

$$K = \frac{m_{\max} - m_{\min}}{m_{\max}} 100\% \quad (1.31)$$

бу ерда  $m_{\max}$ ,  $m_{\min}$  - АТ тезлик қийматларига тўғри келувчи синусоидал сигналнинг экстремал қийматлари (1,2 МГц частотада дифференциал кучланиш).



73-расм. Телевизор пардисиди ёрукликни наст балан шкали тасвирини тақилланттирувчи  $U_{c1}$  синув сигнали (а) ва нозичлик бузилишини ўлчаш учун ёруклик  $U_{c2}$  синув сигнали (б); Синув сигналига жойлаштирилган синусоидал сигнални оралиқ филтери орқали ажратиб олган  $U_{c2чикш}$  сигнали (в).

Амплитуда тавсифининг нотекисликни аниқ таърифлаш учун алоҳида оқ ва қора минтақаларда ночизик бузулиш коэффицентларни ҳисобланади

$$k_{но} = \frac{m_j - m_o}{m_y} 100\%; \quad k_{нк} = \frac{m_y - m_k}{m_y} 100\% \quad (1.32)$$

бу ерда  $m_o$ ,  $m_k$  - оқ ва қора минтақаларда синусоидал сигналлар амплитудасининг экстримал қийматлари;  $m$  - синусоидал тебранувчи сигнал пакетининг ўрта қиймати (73-в расм).

Сигнални қора сатҳга боғловчи схема ишлаши носозлиги ҳамда ёруғликни сигналга айлантиригичларда юзага келадиган фон ёруғлигини махсус нотекислити ("қора доғ") тасвир майдонида градация сонини ўзгартиришга олиб келади.

Энг сифатли тасвир кинескоп пардасида ёруғлик ва контраст қийматини оптимал созлаш орқали (кетма-кет яқинлашиш услубига биноан) эришилади, яъни кўз тасвирда ёруғлик шкаласининг максимал сонини ажрата олсин. Градация шкала тест тасвирда 8-9 ёруғлик поғонаси ажратилса ТВ тасвирни сифати яхши ҳисобланади.

#### 7.4. АНИҚЛИК ВА КЕСКИНЛИКНИНГ ПАСАЙИШИ (ТАСВИР ДЕТАЛЛАРИ РАВШАНЛИГИНИНГ БУЗИЛИШИ)

Тасвир аниқлиги ТВ тизимида тиклаётган тасвир энг кичик деталнинг нисбий ўлчами билан баҳоланади, кескинлик эса фон (бир текис ёригилган) билан деталь орасидаги чегарани нисбий ўлчами билан аниқланади: шуни назарда тутиш керакки, бу деталга дахлдор сигналнинг давомийлиги тизимдаги ўтиш жароёни давомийлигидан катта бўлиши шарт.

Деталлар ва чегара ўлчамлари тасвирнинг баландлиги ( $h$ ) га нисбатан нисбий бирликда ўлчанади, аниқлиги эса шартли бирликда - сатр ёки ТВ чизиқ сони билан ўлчанади. Масалан, тикланган тасвирда кўз билан ажратиладиган деталь ўлчами ( $1/500$ ) $h$  га тенг бўлса, тасвирни аниқлиги 500 ТВ чизиқ ҳисобланади. Тасвирнинг аниқлик ва кескинлик кўрсаткичи бир-бири билан боғлиқ, у оптик тасвир равшанлигининг тез ўзгаришига тизим қанчалик тез таъсирланишини кўрсатади.

Фото ва кинотасвирлардан фарқли равишда ТВ тасвири вертикал ва горизонтал бўйича алоҳида баҳоланади, чунки уларнинг қийматлари ҳар хил омилларга боғлиқ.

Вертикал йўналиш бўйича **тасвирнинг номинал аниқлиги** ёйувчи сатрлар сони  $Z = 625$  билан аниқланади. Одатда, тасвирнинг бир элементи кўриниши квадрат ёки доира шаклида, ўлчами эса  $h/z$  нинг нисбатида олинади. У ҳолда агар кадрни формати  $k = b/h = 4/3$  тенг олинса, сатр бўйича жойлашадиган элементлар сони (сатрни ташкил қилувчи элементлар сони) қуйидагича аниқланади  $kZ \approx (4/3) 625 \approx 800$ .

Горизонтал йўналиш бўйича тасвирнинг номинал аниқлиги асосан ёруғлик сигналини спектр кенглигига боғлиқ, чунки спектрнинг юқори частоталар қисмини тасвир майда деталлари (бўлаклари) тўғрисидаги ахборот ташкил қилади ва уларни узатиш сифати ТВ тизимининг ажратиш қобилиятини аниқлайди.

ТВ тасвирининг аниқлиги номинал қийматидан юқори бўлиши мумкин эмас, чунки тизимда норма қилиб олинган кўрсаткичлар уни чеклайди, чунончи, сатрлар сони  $Z = 625$

ва ёруғлик сигналнинг спектр кенглиги  $\Delta f \approx 6,0$  МГц.  
Ўз навбатида улар вертикал ва горизонтал йўналиши бўйича, минимал тикланаётган деталнинг аниқловчисидир. Шунинг учун аниқлик (кескинлик) нинг бузилиши ҳамма вақт номинал қийматларининг камайиши билан боғлиқ, у ТВ тизими реал кўрсаткичлари билан чекланади, чунончи :

-фокусланиш сифати, аберация мавжудлиги ва фотозлектрайлантиргич электрон-оптик тизимининг апертура тавсифини шакли билан (6 ва 7 бобга қаранг);

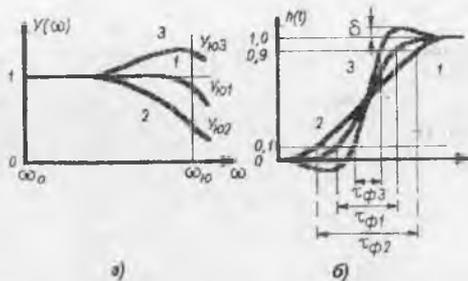
-сатр ташлаб ёйиш сифати билан;

-ТВ сигнали спектр реал кенглиги, яъни ёруғлик сигналини узатувчи тракт юқори частота худудида чизиқли бузилиш юзага келиши билан.

Маълумки, тракт ва унинг алоҳида бўлакларида чизиқли бузилиш турлича лекин тенг хуқуқли частота тавсифини анализ орқали:  $y(\omega)$  - амплитуда частоталар тавсифи (**АЧТ**),  $\varphi(\omega)$  - фазо-частоталар тавсифи (**ФЧТ**), шунингдек  $h(t)$  - ўтиш тавсифи (**ЎТ**) равшанликни яқка сакрашининг тизимга реакцияси (ёки тасвир сигнали) ёрдамида таърифланади.

Частота тавсиф услуги трактдаги бузилишларнинг аниқ натижасини, уларнинг тузатиш услубини ва бузилишнинг якуний натижасини аниқлашни таҳлил қилиш учун қулай. Бу услубнинг камчилиги чизиқли бузулиш қиймати ва характери тасвирда намоён бўлишини тушунтириш кийинлигидир.

УТ нинг аълолиги - ТВ сигнали шаклининг бузиши билан тасвирнинг бузилиши ўртасида аниқ сифат боғлиқлигидир. Шу сабабли услублар бир-бирини тўлдиради, бу эса уларни солиштириш маъқуллигини тасдиқлайди.



74-расм. ТВ сигнални тракт орқали узатилганда унинг юқори частота қисмида АЧТнинг (а) ва кичик вақт минтақасида УТ нинг (б) бузилиши.

74-расмда тракт ўтказиш кенглигининг юқори частота қисмида ўзига хос АЧТ бузилиши ва сифати бўйича тенг бўлган, тасвирнинг бир элементини узатишга сарфланган вақтга солиштирарли кичик вақт минтақасида ўтиш тавсифи ( $УТ$ ) келтирилган.

Фараз қилайлик, бу тавсифдаги 1- эгри чизик, ТВ тизимида қабул қилинган меъёр ва рухсат этиладиган тасвир бузилишини чегарасида, қабул қилинган одатдаги кўрсаткичга мос: АЧТнинг ўтказиш кенглиги  $Y_{\text{ю1}}$  ва қарор топган қийматида 0,1 сатҳдан то 0,9 сатҳгача ҳисобга олинadиган УТ фронт давомийлиги ( $\tau_{\text{ф1}}$ ), юқори чегара частотаси  $f_{\text{ю}}$  (ёки  $\omega_{\text{ю}}$ ) да пасаяди.

74-расм 1-кўринишидаги  $Y_{\text{ю2}}$  АЧТ пасайиши ва шунга биноан УТ фронтининг давомийлиги  $\tau_{\text{ф2}}\tau_{\text{ф1}}$  нинг кўпайиши сигнал юқори частота таркиби сатҳининг пасайишига сабаб бўлади, яъни кичик детал сигнал амплитудасини пасайишига ва ўзгариши давомийлигининг кўпайишига олиб келади. Натижада, тасвирнинг аниқлиги ва кескинлиги пасаяди, энг майда деталларнинг чегара кенглиги эса катталашади.

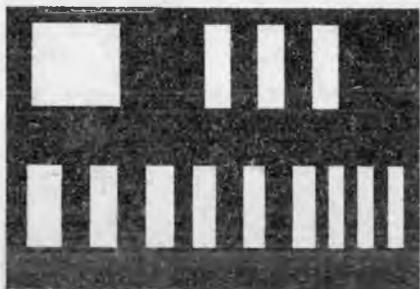
Ута яхшилаш (тузатиш), яъни АЧТда  $У_{вз}$   $У_{в1}$  нинг кўтариш ва шунинг натижасида УТ fronti давомийлиги  $f_{вз} f_{в1}$  ни камайиши, аниқликни бир оз кўтаради. Лекин, бу УТ горизонтал қисмида сўнувчи тебранишни юзага келтириши мумкин.

УТ шаклининг бузилиши билан бир қаторда тасвирнинг деталлари ҳам бузилади: тикланаётган тасвирда сатр бўйича равшанлик кескин ўзгартиради, кўриниши секин-аста хираланувчи деталларнинг такрорланишини юзага келтиради (сохта контурлар). Агар тебраниш жароёни аperiodик бўлса, яъни ягона бирнчи  $\delta$  сакраш ҳосил бўлса, у ҳолда деталнинг чегараси алоҳида белгиланган кўриништа келади. Бундай бузилишлар "пластика" деб аталади. Баъзан катта бўлмаган пластика фойдали бўлиши ҳам мумкин, чунки чегаранинг қайта белгиланиши объектни таниб олишни кучайтиради.

Шуни яна бир бор такрорлаш лозимки, аниқликни сезиларли кўтаришқи фақат сатрлар сонининг кўпайиши ва ТВ сигнали спектри  $f_{в}$  ни кенгайтириш (шу билан бир қаторда алоқа канали кенглигини кенгайтириш) орқали амалга ошириш мумкин. Бу масала, амалда  $Z \leq 1000$  сатр ва  $f_{в} \leq 15$  МГц бўлган махсус юқори аниқлик телевизион тизимларда (ЮАТ) ечимини топади.

Тасвирининг горизонтал бўйича аниқлигини баҳолаш учун ўлчови бир хил  $\delta$  кенгликдаги бир-уч штрихли вертикал, шунингдек (75-расмга қарант, улар орасидаги шу каби оралиқли) бир хил ёки секин-аста вертикал кенглиги ўзгарувчи штрихлар ишлатилади. Электрон телевизион синов жадвали (ТСЖ) да бу мақсад учун  $2,8 \dots 5,8$  Мгц частотата

тенг синусоидал тебраниш пакети ишлатилади. Бу ўлчов белгилари олдида, уларни аниқлик қийматини кўрсатувчи қиймат келтирилган. Улар, штрихларни нисбий кенглигига ( $h/d = 200 \dots 500$  ТВ чизиқлар) тахминан тўғри келади. Аниқликнинг миқдорини баҳолаш учун кузатувчи штрихларнинг қўшилиб кетиш останасини аниқлайди ва шу сатҳ олдида келтирилган сон орқали ўлчами аниқланади.

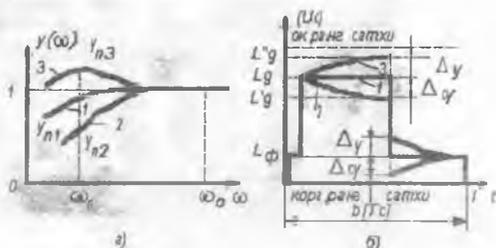


*75-расмга. ТВ тасвирининг горизонтал бўйича аниқлигини баҳолаш*

Тикланаётган вертикал чегараларнинг кескинлигини осциллограф ёрдамида ТСЖ нинг тўғри бурчакли оқ-қора элемент сигнали ажратилиб уни фронтининг давомийлигини ўлчаш орқали аниқлайди. Вертикал аниқлигини ўлчашда горизонтал ўлчов штрихларини ишлатиш ноқулай, чунки тест штрихлар фазо частоталари ТВ растрининг фазовий частоталарига яқинлиги орқасида айрма частота (биения) юзага келади ва парда юзасида муар кўринишида тасвир тикланади, у тест тасвирни кузатишга халақит беради. Шу сабабли ТСЖ ёрдамида вертикал аниқлик баҳоланмайди, фақат оғдирилган чизиқ ёрдамида сатр ташлаб ёйиш сифатини баҳолаш бажарилади (80-расм марказига қаранг). Алар тоқ ва жуфт майдонларнинг растр сатрлари бир-бирига яқинлашса (узоклашса) оғган чизиқ зинапоя кўринишида тасвирланади.

## 7.5. Ўрта ва катта деталларни равшанлигини бузилиши

ТВ тасвирининг ўрта ва катта деталлари равшанлиги бузилиши, майда деталлар бузилишига ўхшаб, кўп ҳолларда, узатиладиган трактда сигналнинг чизиқли бузилиши натижаси келиб чиқади. Деталлар равшанлиги ва рангининг ўзгариши АЧТ нинг паст частота худудида бузилиши сабаб бўлади, яъни сатр ва кадр давомийлиги билан солиштирарли ўрта ва катта вақтда ўТ бузилишдир.



76-расм. Тракт ўтказиш кенлигининг паст частота худудида АЧТ бузилиши (а) ва кулранг фонда «ўрта» оқ деталь сигналнинг бузилиши

Шунинг учун «ўрта» ва «катта» деталь атамаси бир мунча шартли, чунки гап деталнинг равшанлиги (ва ундан сўнгги фон)нинг бузилиши тўғрисида бўлиб, горизонтал бўйича уларнинг ўлчами сатрни актив қисми узунлиги  $b$  га (76- расм), вертикал бўйича эса, ўз навбатида, кадрнинг баландлиги  $H$  га солиштирарли. Амалда кўрсатилган вақтлар билан солиштирайлик П-шакли импульсларининг тизимига реакцияси тақлил қилиш орқали бузилиш аниқланади.

Чизиқли бузилиш кенг тасмали резистор видео кучайтиргичининг паст частота қисмида асосан каскадлар аро  $R_n C_n$  занжирида юзага келади (АЧТ пасайишини 76-а

расмдаги 2-эгри чизикка қаранг). Бу частотага боғлиқ дифференциал занжир сигнал бўлувчиси бўлиб, у, амалда, ўтказиш частота кенглигининг паст частоталарида ўзини намоён қилади. Натижада, ўрта ўлчамли деталларнинг импульс сигналини солиштирарли кучсиз дифференциалланиши, импульс чўққиларида пасайишни, сўнггида эса жадаллиги секин-аста пасаяувчи **чўзилувчи давомийлик** юзага келади. Бунда импульс фронтининг олд ва орқа кismi (равшанликнинг баланд- пастлиги) бузилмасдан узатилади, шу сабабли тўғридан- тўғри импульсидан сўнг сигнал кучланишининг пасайиши (деталдан сўнг фон равшанлигининг пасайиши) қиймат томондан импульс чўққисига баробар (76-б расмдаги детал равшанлигининг пасайиши  $-\Delta_{cn}$ ). Равшанлиги ўта катта, кулранг фондаги деталь узатилганда (ўлчаш тахминан  $b/2$ ) кузатувчига яққол ташланадиган чўзилиш кузатилади, чунки, мабодо деталь равшанлиги бир фоизга камайса, фон равшанлиги деталдан сўнг сезиларли (ун ва ундан ошиқ фоизга) камайди. Масалан

$$\Delta'_a = \frac{L_d - L'_d}{L_d} 100 = 1\%$$

ва деталь контрасти  $K_d = L_d/L_\phi = 20$  бўлса ундан сўнг фоннинг камайиши

$$\Delta'_\phi = \frac{\Delta_{cn}}{L_\phi} = \frac{\Delta L_\phi}{L_\phi} = \frac{\Delta'_{cn} L_d}{L_\phi} = \Delta'_{cn} k_d = 20\% \quad (1.32)$$

Кўз яққол сатр бўйича чўзилувчи "оқдан - қорага" (ёки "қорадан - оққа") қорани секин-аста пасайишни кузатади.

Агар рухсат этилган фон равшанлиги ўзгариши чегара контрастига тенг келса, яъни

$$\left( \frac{\Delta L_{\phi}}{L_{\phi}} \right)_{\kappa} = \left( \frac{\Delta L}{L_{\phi}} \right) = 2...5\%$$

(1.32) биноан давом этувчи чўзилиш ок деталь равшанлигининг ўзгаришида ҳамма вақт ҳосил бўлади (2 бобга қаранг).

$$\Delta'_{\text{ов}} = \frac{(\Delta L_{\phi} / L_{\phi})}{k_{\kappa}} = 0,10...0,25\% \quad (1.33)$$

ТВ сигнали қиймати (тасвир равшанлиги)нинг бундек пасайишини объектив, инструментал ўлчов орқали баҳолаш мушкул.

АЧТ ни ортиқча тузатиш (76-расмда 3-чизма) деталдан сўнг чўзилиш "ишораси" ни ўзгартиришга (оқдан - оқ, қорадан - қора) олиб келади.

Катта деталнинг тасвир сигнали давомийлиги кадр ўлчамининг бир мунча қисмини ташкил қилгани сабабли, ўрта деталь сигнали давомийлигидан бир неча баробар ошади. Шунинг учун у бошқа кўрсаткичлари бир хил бўлганида ҳам кўпроқ бузилади. Энг катта бузилиш ок ва кулрангда, ҳар бирининг ўлчами ярим кадрга тўғри келадиган горизонтал "деталларни" узатишда кузатилади (76-расмга қаранг). Бу ҳолда, чўзилган давомийлик кадрнинг кулранг қисми равшанлигининг сезиларли катта майдонини бузади. Лекин бундай бузилишни, сатр сўндирувчи импульсининг қора сатҳига тасвир сигналининг боғлаш орқали тузатиш мумкин. Тасвир сигналининг қора сатҳни боғлаш натижасида, деталь ва фон равшанлигининг қиймати ўзгариш қолдиғи ўрта ўлчамли

деталларникидан ошмайди. Шуни таъкидлаш лозимки, қора сатҳни боғлаш натижасида сатрнинг актив қисми давомида равшанлик ўзгариши тузатишмайди.

Ўрта ва катта деталда бузулишнинг ўзига хос хусусияти шундаки, уларда оз нуқсон ҳам сезилади (кўзга ташланади). Тасвирда унинг намоён бўлиши одатдагига ўхшамайди. Уларда, асосан деталлардан сўнг чўзилувчи давомийлик кузатилади, яъни узатилган тасвир таркибида бўлмаган ва ё фото, ё кино тасвирида учрамайдиган туғма "жим-жималар" юзага келади.

Чўзилувчи давомийлик қийматини баҳолаш учун махсус синов сигналлари масалан, ўрта деталлар учун П-кўринишли 15625 Гц частотада тақрорланувчи, симметрик импульс ва катта деталлар учун 50 Гц частотада тақрорланувчи, сатр сундириш импульси билан қирқилган (76-расмга қаранг) сигналлар қўлланилади. Вундай бузилишлар, таркибида қора-оқ деталлари мавжуд универсал ТСЖ ёрдамида субъектив ўлчанади ёки универсал электрон синов жадвали (УЭСЖ) оқ-қулранг-қора ва қора-қулранг-оқ синов элементлари орқали аниқланади (80-расмга қаранг).

## 7.6. РАНГНИ БУЗИЛИШИ

Ранг равшанликни сезиш каби дискрет сезилади ва у бир-биридан фарқ қилувчи ранг поғоналари сони билан баҳоланади. ТВ тизимида тасвир рангининг бузилиши қуйидаги сабабларга боғлиқ:

-рангли кинескопларда, спектрал тавсифи ва тўйинганлиги чекланган, рангларни максимал қамрай олмайдиган қизил, яшил ва кўк реал люминафорларнинг ишлатилиши;

—реал ёритгичлар ишлатилиши туфайли рангни ажратувчи ва узатувчи қурилмаларнинг спектрал тавсифи тўлиқ ҳақиқий ранг узатиш туғрилигини таъминламайди;

—ТВ сигналининг ёруғликни сигналга ва сигнални ёруғликка айлантиргичларда, шунингдек узатувчи тракт ва айниқса шакллантирувчи қурилмада ва равшанлик ҳамда ранг сигналларини ажратувчида чизикли ва ночизикли бузилиши;

—тизим ва, биринчи навбатда, рангли кинескоп кўрсаткичларининг тарқоқлиги, эскириши, элементларининг оптимал эмаслиги;

—ранги бўйича ажратилган тасвирлар растри бир-бирига мос бўлмаслиги ва устма-уст тушмаслиги, шунингдек қарама-қарши бузилиш ҳамда ранг ва равшанлик сигналлари ўртасида узатиш шароити ҳар хил бўлгани сабабли вақт бўйича уларнинг фарқланиши (каналлар ўтказиш кенглигининг турлича бўлганлиги туфайли) рангли деталларнинг чегарасида жияк, қайтариш (сохта контур) ҳосил бўлиши ва х.к. . . . қайта тикланган тасвирда деталларни бузилиб ифодаланиши;

—рангли телевидение (РТ)нинг турли тизимида узатиш шартлари ва ранг сигналларни ажратиш бир хил эмаслиги.

Агар қабул қилувчи кинескопларнинг тавсифлари ўрта статистик кўрсаткичлардан узоқ бўлмаган ҳолда ранг бузилишлари телевизион марказда махсус қурилмалар ёрдамида рангдаги хатони йўқотувчи, ТВ сигналда ночизик бузилишни йўқотувчи ва бошқа қурилмалар орқали тузатилади. Рангларнинг бузилиши махсус, таянч рангларни имитация қилувчи синов сигналлари орқали баҳоланади. Масалан, вертикал ранг тасмалар ҳосил қилувчи махсус

сигнал генератори кенг қўлланилади, унинг ёрдамида асосий 8 ранг (оқ, Сарик, ҳаворанг, яшил, гунафша, қизил, кўк ва қора) кинескоп пардасида тикланди (80-расмга қаранг).

УЭСЖда тўйинганлиги икки турли ранглар шкаласи жойлаштирилган, улар кўз билан рангларни тўғри тикланаётганини баҳолаш учун хизмат қилади.

### **7.7. ТАСВИР СИФАТИГА ХАЛАҚИТ БЕРУВЧИЛАРНИНГ ТАЪСИРИ**

ТВ сигнални шакллантириш, узатиш ва қабул қилиш жараёнида халақитлар келиб чиқиши тасвир сифатининг пасайишига олиб келади.

Турли халақитларнинг тасвир сифатига таъсири асосан икки кўринишда намоён бўлади: халақитнинг тасвир сигнаliga таъсири тасвир деталларининг равшанлиги ва ранги бузилишига, ёйилишни синхронловчи сигналга таъсири эса растр шаклининг бузилишига, яъни тасвир элементлари координаталарининг бузилишига (унинг тикланишининг бутунлай бузилишига) олиб келади.

Халақитларнинг аниқ шаклда намоён бўлиши унинг кўринишига боғлиқ. Энг характерли халақитлар қаторига қуйидагиларни киритиш мумкин:

-флукутацияланувчи халақитлар;

-тармоқ частотаси ва унинг 1 кГц гача гармоникаларидан ҳосил бўлган электр тармоғи фон халақитлари;

-тасма, тўр, муар, бегона жим-жима кўринишида ва бошқа шунга ухшаш кўринишли гармоник такрорланувчи халақитлар;

-нукта ва узунлиги ҳар хил чизик кўринишидаги турли импульс халақитлар;

-равшанлик ва ранг сигналлари, шунингдек бошқа ТВ каналлар ва кузатиб борувчи овоз сигналларининг ҳар томонлама таъсири натижасида содир бўлувчи халақитлар;

-тўғри ва аксланган радиотелевизион сигналларни қабул қилиш ҳамда алоқа йулларининг мослашмаганлиги сабабли юзага келувчи ақс садо сигналлари.

Квантлаш шовқини, рақам шаклидаги символларни қабул қилиш, ТВ сигнални узатиш ва коррекция қилишда, шунингдек видео эффектларнинг шаклини ва турли ТВ тизимлар стандартини айлантиришда юзага келади. Кўзга яққол ташланувчи халақитлар туркумига, равшанлиги ва ранги тез ўзгартирувчи ёки кадр майдони ичида ҳаракатланувчи тасвир киради. Масалан: электр тармоқ, гармоник, импульсли, флукуацияланувчи ва бошқа сигналларидан юзага келади.

Флукуацияланувчи шовқинлар алоҳида аҳамиятга эга, чунки бошқа кўринишдаги халақитларга қараганда улар ҳамма электр қурилмаларга ҳосдир. Актив қаршиликларда - иссиқлик шовқини, шунингдек ёруғлик оқими ва фото электр айлантиргич токи, кучайтиргич элементлари ва бошқаларда электронларни бетартиб ҳаракати сабабли флукуация халақитлари келиб чиқади. ТВ сигнал шовқин билан ифлосланиши, одатда сигнал қиймати кичик (флукуация халақитлари билан солиштирарли булган) трактнинг бўғинларида содир бўлади. Масалан, узатувчи айлантиргичда, узатувчи камеранинг бошланғич кучайтиргич кириш занжирида, узоқ масофали алоқа йулида, ТВ қабул

қилгичининг кириш занжирида ва бошқа шунга ўхшаш жойларда. Одатда, ТВ сигналдаги бузилишларни текислаш жараёнида ТВ тасвирда флукутация халақитлари пирилловчи, тартибсиз ҳаракатдаги мейда нуқталар ва штрихлар кўринишида намоён бўлади. Бундай халақитлар тасвир деталининг кул ранг қисмларида кўзга яққол ташланади ва уларнинг оз қиймати ҳам сезиларли даражада тасвир равшанлигини ўзгартиради. Катта сатҳли халақит пардани кучли ёритади. Натижада тасвирнинг ҳамма кўрсаткичлари ёмонлашади.

Флукутация бузилишининг спектри узлуксиз. Шу сабабли бузилиш қиймати ва уларнинг кўзга ташланиши алоқа канали ўтказиш кенглигига ва спектр бўйича шовқин қувватини тарқалишига боғлиқ.

Актив R қаршиликда ажраладиган иссиқлик қувватининг спектрал зичлиги частотага боғлиқ эмас—"оқ шовқин" ва қуйдагига тенг

$$S_{uuo} = \overline{dU_u^2 / df} = 4kTR \quad (1.34)$$

бу ерда  $U_{шк}$ -шовқининг таъсир қилувчи кучланиши;  $k=1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К - Больцмон доимийси;  $T$ -абсолют ҳарорат, К.

Флукутация шовқиннинг таъсир қилувчи кучланиш қиймати

$$\overline{U_u^2} = \sqrt{\int_{f_n}^{f_n} S_{uu}(f) df} \approx \sqrt{\int_0^{f_n} S_{uuo} df} = 4kTf_n \quad (1.35)$$

бу ерда  $f_n, f_{шк}$  -қурилманинг ўтказувчи чегара частота кенглиги одатда  $f_n = 0$  га тенг олинади, чунки  $f_n \gg f_{шк}$ .

Ток флукуацияси қувваитнинг спектрал зичлиги ҳам частотага боғлиқ эмас (оқ шовқин). Бу шовқинни, эквивалент иссиқлик шовқин (1.35)дагидек, эквивалент шовқин қаршилиги  $R_{ш}$  орқали баҳолаш қабул қилинган.

Аmmo шовқинни бундай энергетик баҳолаш, ҳар хил спектрал таркибли шовқинларнинг кўзга ташланишини ҳисобга олмайди. Кўз сезгирлигининг деталларни ўлчами ва рангига қараб ўзгариши, яъни паст частота "яшил" қисмида флукуация шовқинларининг юқори частота ("қизил" ёки "кўк") қисмига қараганда кўпроқ жалақит намоён бўлади. Кўзнинг бундай шовқинни қабул қилиши хусусияти, амалиётда мувозанат функцияси орқали баҳоланади. Равшанлик ва асосий ранг сигналлари учун (77-расмдаги 1-эгри чизик) бу функция қуйидаги кўринишга эга:

$$y_{к.м}(\omega) = \frac{1}{1 + \omega^2 \tau_{к.м}^2} = \frac{1}{1 + 4,29 f^2} \quad (1.36)$$

бу ерда  $\tau_{к.т} = 0,33$  -мувозанатловчи занжир доимийлик вақти;  $f$  — частотаси, МГц.

Рангли ТВ турли тизимига мансуб композит сигналлар учун (равшанлик сигналининг юқори частота қисмига ранг сигналлари жойлаштирилган) мувозанат функция (77-расмдаги 2-эгри чизик)

$$y_{к.м}(\omega) = \frac{1 + b^2 \omega^2 \tau_{к.т}^2}{1 + (1 + b)^2 \omega^2 \tau_{к.м}^2} = \frac{1 + 0,117 f^2}{1 + 3,54 f^2} \quad (1.37)$$

бу ерда  $\tau_{к.т} = 0,245$ ;  $b = 1/4,5$ ;  $f$  — частота, МГц

SECAM тизимидаги композит сигнал учун мувозанат функция (77-расмдаги 3-эгри чизик) ранг сигнал спектри икки максимумлидир;

SECAM тизимидаги рангли сигнал учун (78-расм) ТВ сигналининг шовкинланганлигини одатда сигнал/шовкинга нисбати ёки сигнал/мувозанатлантирилган шовкинга нисбати орқали баҳоланади, яъни

$$\varphi' = U_c / \bar{U}_m, \quad \varphi = U_c / U_m \quad (1.38)$$

бу ерда  $U_c$  - тасвир сигнални қиймати;

$$U'_m = \sqrt{\int_0^{f_m} S_m(f) df}; \quad U_m = \sqrt{\int_0^{f_m} S_m(f) y_{r,m}(f) df}$$

$U'_m$ ,  $U_m$  - шовкин кучланишининг таъсир қилувчи (эффeктив) ва уни мувозанатлантирилган қийматлари.

Турли манбалардан олинган, шовкин қуввати спектр зичлик шакли ҳар хил бўлган ТВ сигналининг шовкинланганлигини баҳолашда шовкиннинг халақит қилувчи натижавий кучини сигналнинг/мувозанатланган шовкинга нисбати орқали солиштириш ва аниқлаш ҳақиқатга яқин натижа беради. Мисол сифатида оқ шовкин (узатувчи айлантиргич, уни юкловчи қаршилиги ва бошқалар) ва "учбурчак шовкин", узатувчи камера бошлангач кучайтиргичи ва бошқалар) келтириш мумкин.

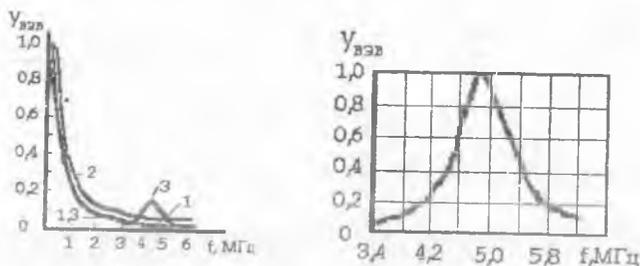
Кўз орқали "қизил", "яшил" ва "кўк" флуктуация шовкинларини ҳар хил кўришни баҳолаш учун, тажрибовий аниқланган нисбий кўриниш коэффициент  $\alpha=0,40$ ;  $\beta=1,0$ ;  $\varepsilon=0,35$  дан

фойдаланилади. Бунда кўзга ташланувчи бир хил шовкин кучланиши

$$\bar{U}_{шR} / \bar{U}_{шG} / \bar{U}_{шB} = 2,50 / 1,00 / 2,86 \quad (1.38)$$

Сигналнинг шовкинга нисбати мураккаб ўлчов асбоби ёрдамида улчанади.

Агар  $\phi' = 30 \dots 40$  дБ тенг бўлса, тасвир яхши сифатли ҳисобланади.



77-расм. Флуктуация шовкиннинг кўриниши мувозантланган функцияси.

1-ёруглик ва асосий ранглар сигнали учун: 2- рангли ТВ турли тизим композит сигнали учун; 3-SECAM тизим композит сигнали учун.

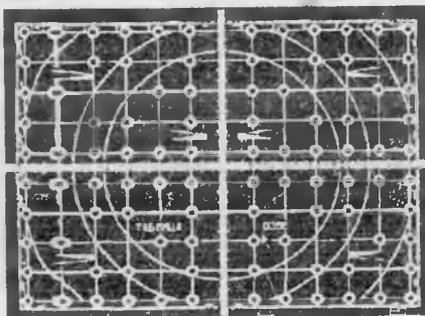
78 расм. SECAM тизим рангли каттали флуктуация шовкиннинг мувозантланган функцияси.

#### 7.8. ТАСВИР СИФАТИНИ СИНОВ ЖАДВАЛИ ОРҚАЛИ БАҲОЛАШ.

Телевизион синов жадвали (ТСЖ) ёрдамида тасвир сифатини тезкор баҳолаш ТВ тизимида кенг қўлланилади. Махсус ТСЖ ёрдамида одагда бир-икки сифат кўрсаткичи (79-расм), универсал жадвалда эса - ҳамма асосий кўрсаткичлар баҳоланади (80-расм). Универсал ТСЖ нинг афзаллиги

муқаррар. Аммо у ишлатилганда шкаласини яхлитланиши сабабли ёки баҳолаш аниқлиги пасаяди, ёки жадвалнинг бутун майдонида кўп сонли синов элементлари жойлаштирилгани сабабли улчаш кадрни алоҳида ажратилган қисмида бажарилади.\*

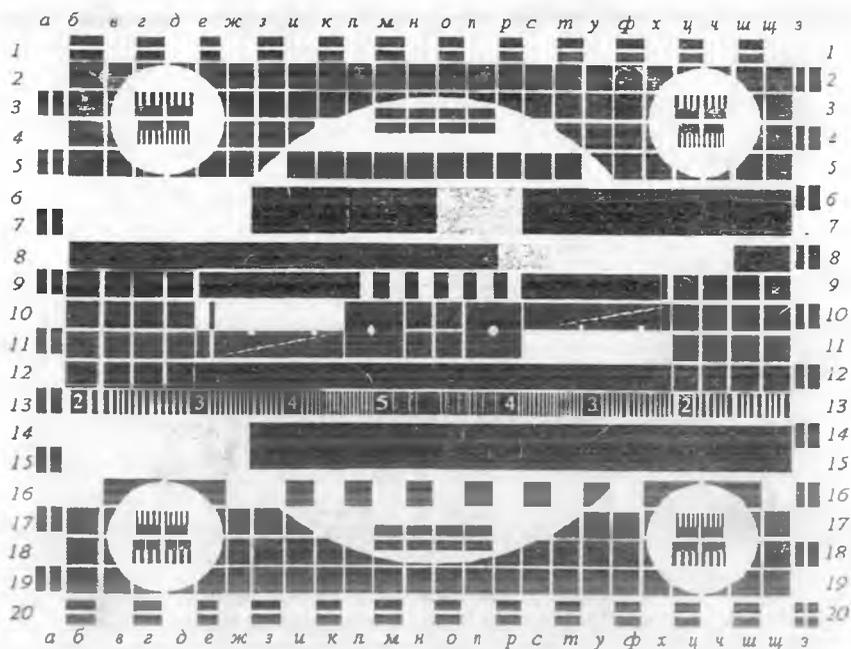
Келтирилган ТСЖ лар оптик (79-расм) ёки электрон (80-расм) кўринишда бўлиши мумкин. Оптик жадвалнинг афзаллиги, натижавий тасвир сифатининг тизим "ёруғликдан ёруғликкача" бўлган бутун трактни баҳолаш имконияти мавжуддир, шунингдек бузилиш қийматини узатувчи ҳамда қабул қилувчи қурилмаларда баҳолаш мумкин.



79-расм . Геометрик (координата) бузилишини улчаш учун оптик ТСЖ.

Афсуски, рангли телевидение учун оптик жадвал яратиш ўта мураккаб, бунга сабаб уларни тез эскириши- спектрал тавсифини вақт билан узгариши ва унинг кўп нусхасида бир хиллигини таъминлаш қийинлиги. Шунинг учун телевизион марказнинг видео кучайтиргич трактида, узатувчи алоқа йўлида ва қабул қилувчи қурилмада бузилишни баҳолаш учун фақат электрон ТСЖ ишлатилади. Универсал электрон синов

жадвал (УЭСЖ) махсус эталон генераторлардан олинган сигналлардан ташкил топган.



80-расм. Универсал электрон синов жадвали (УЭСЖ)нинг эскизи.

Узатувчи қурилмадаги бузилишлар монохром ТСЖ ва махсус услублар билан баҳоланади.

Универсал электрон жадвали оқ-қора ва рангли телевидениенинг асосий кўрсаткичларини ва уларнинг бузилишини объектив ва субъектив назорат қилиш учун мўлжалланган.

Одатда, синов жадвал элементларининг хизмати кўп функцияли. Бир вақтнинг ўзида у ёки бу бузилишни дифференциал баҳолаш синов жадвалининг ҳар хил еки бир хил лекин ҳар хил жойда жойлашган элементлари ёрдамида бажарилади.

Жадвал гардиши қора-оқ-қора штрихдан иборат (80-расмга қаранг), у УЭСЖ нинг периметри бўйича жойлашган. Улар сигналнинг максимал қийматининг (0/100/0)% сатҳларидан ташкил топган. Қора тасмалар орасидаги оқ штрихлар 4 : 3 форматли репер чизигини ташкил қилади.

Жадвал асоси тўр шаклдаги майдондан иборат бўлиб, йигирма (1...20) горизонтал ва 26 та вертикал (а...э) кулранг чизиклар ва улар орасида жойлаштирилган оқ ажратувчи чизиклардан иборат.

Вертикал чизикларни давомийлиги 0,16...0,17 мкс. бўлган синус-квадрат импульслар ташкил қилади: горизонтал чизикларни қалинлиги эса икки сатрга тенг: қора ва кулранг чизик сигнал қалинлиги (75/137,5)% ни ташкил қилади.

Қабул қилувчидаги кинескоп пардасида ТВ тасвирнинг асосий кўрсаткичлари қийматини УЭСЖ ёрдамида баҳолаш услубини кўриб чиқамиз.

Одатда бундай баҳолашдан аввал бир неча тайёрлов операцияси бажарилади, у навбатма-навбат яқинлашиш услубидан (бир неча бор такрорлашдан) иборат. Буни бажаришнинг тахминий тартиби қуйидагича:

Жадвалнинг ишчи қисмида **ўлчамини (форматини) ўрнатиш ва марказлаштириш**. Бу операция репер чизиклари ва тўр майдон марказидаги бут шакли ёрдамида "вертикал ўлчам", "горизонтал ўлчам" ва оқ-қора кинескоп найига ўрнатилган марказлаштирувчи махсус магнитни созлаш орқали бажарилади. 4/3 форматда эса, репернинг оқ чизиклари кинескоп пардаси гардиши билан бириктирилади. 5/4 форматда бўлса (конструкция томондан қулай бўлгани

сабабли кўп кинескопларда ишлатилади) горизонтал бўйича гарда гардишининг қора қирраси жадвалнинг сирти билан, вертикал бўйича эса ички қора қирраси билан бириктирилади.

Формат тўғри тикланганлиги тўр майдон квадратлари ва марказий доира ёрдамида баҳоланади. Бузилиш юзага келганда, квадрат тўғри бурчакка, доира эса эллипсга айланади (сатр ва кадр бўйича ёйувчи чизиқли кам бузилса). Тасвири марказлаштириш шундай бўлиши керакки, тўр майдон марказий кесишма чизиқлари парда марказига тўғри келсин.

Ёйиш ночизиқлиги туфайли юзага келган **геометрик (координат) бузилишини созлаш**. Бундай бузилишни созлаш, "вертикал бўйича чизиқлиги" ва "горизонтал бўйича чизиқлилиқ" мурувватини бураш орқали бажарилади. Созлаш натижасини инструментал баҳолаш - тўр майдон квадратларини ўлчаш, кўз билан аниқлаш-жадвал марказидаги ва бурчаклардаги доирани кузатиш орқали бажарилади.

**Рангли кинескоп нурларини статик ва динамик учраштириш**. Текшириш вертикал ва горизонтал ўқ чизиқларини марказда бир-бири билан кесишган жойда ва растр четидаги ўқ чизиғида, шунингдек жадвал бурчакларидаги доира ичида жойлашган оқ чизиқлар кесишган жойда бажарилади. Кинескоп нурларини учрашиши бузилганда уларни учраштириш учун қатор операциялар бажарилиши лозим.

**Ним ранг (градация) бузилишларини минималлаштириш**. Тасвир кўзга энг яхши ташланиши учун бу операция равшанлик сатхлари шкаласида (8б...8п) ёрдамида (80-расмга

қаранг) тасвир равшанлиги ва контрасти (ТВ сигнали максимал қиймати)нинг оптимал қийматларини танлаш орқали бажарилади. Бу параметрларни ўрнатиш услуби қуйидагича. Аввал "контраст" ва "равшанлик" мурувватлари орқали контрастнинг минимал қиймати, сўнг тасвирнинг равшанлик қиймати шундай ўрнатилиши лозимки, синов жадвалини 8е элементи (сигнал сатҳи, "қора" сатҳдан 3% га қорарок) 8б ва 8г қора (0%) элементлардан фарқи кўзга ташлансин.

Шундан сўнг, шу 8б, г, е элементларни бир-биридан ажратиб бўлмайдиган ҳолатга келгунга қадар равшанликни камайтириш лозим. Контраст эса шундай ўрнатилиши керакки, равшанлик градацияси (поғонаси ) энг кўп тиклансин (одатда 8...10). Синов элементларининг қора ва оқ шкаласи минимал ва максимал равшанлик таянч сатҳлари бўлиб, тасвир контрастини аниқлашга хизмат қилади

Бу операцияларни бажаргандан сўнг бошқа сифат кўрсаткичларни баҳолашга ўтиш мумкин. Энг муҳим кўрсаткичларини баҳолашга ўтамиз.

**Аниқлиги, горизонтал бўйича** (майда оқ-қора деталларнинг тикланиш сифати) 13 б ... 13д ўлчов штрихлари ёрдамида ва шу каби, жадвал бурчакларидаги доира ичида жойлашган, олдингига ўхшаш ўлчов штрихлари орқали гуруҳий аниқлик баҳоланади. Жадвал марказий қисмида штрихлар етти частотали 2,8:3.8:4.8 ва 5,8 МГц синусоидал тебранишдан иборат пакетлардан ташкил топган ва улар 200, 300, 400 ва 500 ТВ чизиқли аниқликни ифодалайди (улар шартли 2, 3, 4 ва 5 рақамлари билан белгиланган ), бурчакларда эса частоталари 3,8 ва 4,8 МГц тебранишлар ифодаланган (улар 300 ва 400 ТВ чизиқка

тўғри келади). Оқ-қора штрихларнинг ажралган ҳолда кўриниш чегараси аниқликнинг ҳисобини беради.

**Кескинликнинг вертикал чегараси** тасвир деталларида тикланиши штрих тасвир сигналининг 10 дан 90% гача ўсишида ўтган вақт билан аниқланади. У сигнал сатрини ажратувчи осциллограф ёрдамида 16л...16т квадратдаги оқ-қора штрихдан олинган сигнални ажратиб ўлчаш орқали аниқланади.

**Ранг аниқлиги** (горизонтал йўналиш бўйича рангли деталларнинг шаклланиши) гунафша ва яшил, сариқ ва кўк, шунингдек қизил ва ҳаворанг 9е...9х штрихларнинг тикланиши билан баҳоланади.

Рангли штрихларни бузилиши ва уларнинг бир хил (сидирға) бўлмаслиги кўпроқ ТВ қабул қилувчисининг равшанлик сигнали спектридан ранг сигнални ажратиб берувчи контурнинг нотўғри соzланганлигини билдиради. Штрихлар сигнал частотаси 0,5 МГц.

**Тасвирнинг аниқлиги вертикал бўйича** бевосита сатр ташлаб ёйиш сифати синов жадвалининг 10с. . . 10х ва 11в. . . 11к катакларида жойлашган қия оқ чизикларнинг тикланиши орқали баҳоланади. Сатр ташлаб ёйиш бузилган тақдирда бу чизик синиб, зинапоя кўринишида бўлади.

**Ўрта ўлчамли тасвир деталларининг тикланиш сифати,** яъни улар ортидан **чўзилувчи давомийлик** мавжудлиги 10е...10х оқ-кулранг-қора ва 11е...11к қора-кулранг-оқ синов элементлари ҳамда 16 б...16 ш да жойлашган қора-оқ квадрат ёрдамида баҳоланади.

**Оқ рангнинг мувозанати** рангли кинескопнинг уч нур тоқлари нисбати орқали аниқланади. Мувозанат тўғри бўлса

8 б ... 8ш катокда келтирилган турли равшанлик поғоналари орқали амалга оширилади. Бунда равшанлик поғоналари шкаласи (градация ўлчами) ок-қора тусда тикланиши керак, яъни бўялмаслиги лозим. Бундан ташқари, ок рангни мувозанати равшанлиги ва тўйинганлиги икки турли 6-76...6-7ш ва 14-15б ... 14-15ш катокларда жойлашган ранг шкаласидаги бир номли ранглар бир хил тикланиши орқали аниқланади. Ок ранг мувозанати кинескоп электродларидаги кучланишни созлаш орқали амалга оширилади.

**Ранг сидирғалилиги** тасвирнинг ишчи юзасидаги катта ўлчамли ок, кулранг ва қора йирик деталлар орқали назорат қилинади. Бу майдон равшанлиги ва ранги сидирға бўлмаганда кам тўйинган кенг доғ кузатилади.

**Рангнинг тўғри тикланиши** икки ранглар шкаласи орқали кўз ёрдамида текширилади: 6-7 б...6-7 ш кам тўйинган-“ок”ранг сатҳ 75%, қора ранг сатҳи 37,5%, ранглар тасмаси сигнал экстримал сатҳи (75/37,5)% (яъни ҳамма сигналларни сатҳи 75/37,5/75/37,5 ниташкил қилади ): 14-15б... 14-15 ш юқори тўйинган шкала 75/0/75/0 сатҳли сигнал орқали шаклланади. Синов жадвалида рангларнинг тартиби ок, сарқ, хаворанг, яшил , гунафша, қизил, кўк, кулранг (қора). Иккала шкала тартиби ва рангининг туси ушбу келтирилган рангларга тўғри келиши керак .

**Тасвирнинг “акс-садо” -куп контурли, гардиш кўринишида ва бошқа турда бузилиши** амплитуда-частот тавсифи (АЧТ) юқори частота қисмининг нотўғри созланиши, тўғри ва аксланган радиотелевизион сигналларни кабул қилиниши, алоқа йўли мослаштирилмаганлиги, вақт бўйича равшанлик ва ранг сигнали фарқ қилиши орқали юзага келади. Улар якка қора ва ок штрихлар (масалан, 10 в ва

11 ), тўр майдоннинг вертикал чизиқлари , рангли синов элементлари ва бошқалар орқали баҳоланади.

УЭСЖ дан ташқари, унинг ранг шкаласи элементларига ўхшаш саккиз вертикал тасмалар синов жадвали қўлланилади. Бундай синов жадвали махсус рангли тасмалар генератори (РТГ) орқали шакллантирилади. Уни амалда трактнинг хоҳлаган нуқтасига киригиш ва назорат қилиши мумкин.

Тасвирнинг якуний ва унинг одатдаги сифатидан фарқини баҳолаш интеграл сифат мезони орқали амалга оширилади, унинг қиймати бирламчи кўп сонли сифат кўрсаткичлардан ташкил топади.

Бундай мезоннинг муҳимлиги шундаки, фақат унинг асосида бутун ТВ тизими кўрсаткичлар мезони ва алоҳида қисмлари сифатининг бирламчи кўрсаткичлари қийматини "алмашиш" ҳисобига илмий асослаш мумкин бўлади (масалан сигналнинг тўсиққа нисбатини кўтариб аниқликни ошириш ва бошқалар).

Интеграл мезон қўлланилиши трактнинг алоҳида қисмларида, айнан ТВ қабул қилувчисида бузилишларни мословчи автоматик созлашни амалга оширишга имконини беради.

Бугунгача интеграл баҳолаш мезон юзага келган йўқ, сабаб субъектив ва умумлаштрилган ТВ тасвир сифатини баҳолашни формаллаштириш амалга имконияти йўқ. Компьютердан фойдаланиш орқали айрим кўрсаткичлар орасидаги алоқани формаллаштириш ва ТВ тасвирининг сифат мезонини аниқловчи алгоритм ишлаб чиқиш тасвир сифатини кўтариш масаласини ҳал қилади, деб ўйлаймиз.

## МУНДАРИЖА

Суэ боши .....	3
КИРИШ .....	5
1. ТЕЛЕВИДЕНИЕ ТИЗИМИ ТУЗИЛИШИ АСОСИ	
1.1 Электрон тасвир .....	22
1.2. Оптик тасвирни электр сигналига айлантириш...	32
1.3. Телевидение тизимнинг умумлаштирилган схемаси .. .....	34
2. ЁРУГЛИК МАНБАИ, ОБЪЕКТ ВА ОПТИК ТИЗИМ	
2.1. Фотометрия .....	41
2.2. Ёругликнинг қайтиш қонуни .....	43
2.3. Геометрик оптика .....	45
2.4. Колорометрия .....	53
3. ИНСОННИНГ КЎЗ ОРҚАЛИ ҚЎРИШ МЕХАНИЗМИ	
3.1. Кўзнинг тузилиши .....	69
3.2. Қўриш механизми .....	70
3.3. Ранг ва ҳажми тиклаш .....	79
4. ВИДЕОСИГНАЛ ШАКЛИ ВА СПЕКТРИ	
4.1. Сатрма-сатр (прогрессив) ёйиш принципи .....	84
4.2. Видеосигнал шакли .....	89
4.3. Видеосигнал спектри ва унинг айрим хусусият лари.....	95
4.4. Сатр ташлаб ёйиш.....	103

5. РАНГЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ТИЗИМИ ТУЗИЛИШИНING УМУМИЙ АСОСИ.....	108
6. РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ТИЗИМИ ТУЗИЛИШИНING УМУМИЙ АСОСИ	
6.1. Умумий тушинчалар .....	112
6.2. Рақамли телевидение трактининг умумлаштирилган тузилиш схемаси.....	123
6.3. Телевизион сигнални дискретлаш .....	125
6.4. Телевизион сигнални квантлаш .....	133
6.5. Телевизион сигнални кодлаш .....	136
6.6. Телевизион сигнални филтрлаш.....	152
6.7. Рақамли сигнални вақт бўйича айлантириш ....	155
6.8. Мураккб видеосигнални рақамли кўринишига кўрсатиш .....	157
6.9. Композит сигнални рақамли кўринишда кўрсатиш .....	164
7. ТЕЛЕВИЗИОН ТАСВИРНИING БУЗИЛИШИ	
7.1. Телевизион тасвир сифати.....	167
7.2. Геометрик (координата ) бузилиш.....	168
7.3. Нимрангларни (градация ) бузилиши.....	171
7.4. Аниқлик ва кескинликнинг пасайиши (тасвир деталлари равшанлигининг бузилиши) .....	175
7.5. Урта ва катта деталлар равшанлигини бузилиши .....	181
7.6. Рангни бузилиши.....	184

7.7. Тасвир сифатида халақит берувчиларнинг таъсири.....	186
7.8. Тасвир сифатини синов жадвали орқали баҳолаш.....	192

Юсуф

**Шокир Зоидович Таджибаев**  
**ТЕЛЕВИДЕНИЕ ФИЗИК АСОСЛАРИ**  
**ДАРЛИК**

**«Радиоалоқа, радиоэшиттириш ва телевидение  
мутахассислиги бўйича»**

**Маъсул муҳаррир: Бўстонов Х.Х.**  
**Муҳаррир: Парпиева Қ.**  
**Мусаҳҳих: Нурмухамедов Т.**

**Буюртма—318; Адади 50 нусха;**  
**Бичими 60x84  $\frac{1}{8}$ ; Хажми 12,7 б.т.**  
**Тошкент Ахборот Технологиялари Университети**  
**«АЛОҚАChI» нашриёт—матбаа маркази**  
**Тошкент, Амир Темур кўчаси, 108.**



106 157

11