

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ  
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ  
РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ**

**МУҲАММАД АЛ-ХОРАЗМИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ  
АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**Р.И. ИСАЕВ, У.Н. КАРИМОВА, Г.С. РАХМОНОВА**

**«МЕТРОЛОГИЯ,  
СТАНДАРТЛАШТИРИШ  
ВА СЕРТИФИКАТЛАШТИРИШ»**

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги  
томонидан дарслик сифатида тавсия этилган

**ТОШКЕНТ – 2017**

**УДК: 621.39:006.9 (075) 004:006.9 (075)**

**ББК 30.10Ця73**

**М45**

**Р.И. ИСАЕВ, У.Н. КАРИМОВА, Г.С. РАХМОНОВА. «Метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш» дарслиги. –Т.: \_\_\_\_\_, 2017, 611 бет.**

**ISBN 978–9943–10–538–6**

Ушбу ўқув дарслик телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасига оид метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш фани бўйича таълим стандартларига мос равишда ва фаннинг истиқболларини эътиборга олиниб тайёрланди.

Метрология бўйича – алоқа техникасида қўлланилиб келинаётган метрология асослари, ўлчаш усуллари, ўлчаш воситалари, ўлчашлар бирлигини таъминлаш тизими, соҳанинг асос метрология хизматининг вазибалари, ўлчаш хатоликлари, ўлчаш ноаниқлигини баҳолаш, ахборот ўлчаш асбоблари ва тизимлари ва интеллектуал ўлчаш тизимлари ёритилган.

Стандартлаштириш бўйича – давлат ва телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида стандартлаштиришнинг норматив – ҳуқуқий асослари ва тизимлари, норматив ҳужжатларнинг даражаси, тури, уларни жорий қилиш, текшириш, қайта кўриб чиқиш, ўзгартириш ва бекор қилиш, техник қўмиталар, асос стандартлаштириш ташкилоти, штрих кодлаш тизими ва унинг норматив – ҳуқуқий асослари ёритилган. Ўзбекистон Республикасининг «Техник жиҳатдан тартибга солиш тўғрисида»ги Қонуни моддаларига тушунтириш келтирилган. Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасини Халқаро ташкилотларига, Европа институтига аъзолик вазибалари ва ҳамкорлик ишлари ёритилган. Шунингдек, Халқаро ва минтақавий стандартларни Ўзбекистон давлат стандартлари сифатида қабул қилиш масалалари ёритилган.

Сертификатлаштириш бўйича – сертификатлаштиришнинг қонунчилик асослари, органлари ва синов маркази, лабораториялари, уларни аккредитациядан ўтказиш, сертификатлаштириш қоидалари ва тартиби, сифат тизимларини сертификатлаштириш тартиби ва ISO 9001 Халқаро стандартининг соҳага жорий этилиши ёритилган.

Дарслик бакалавриатуранинг 5330500 Компьютер инжиниринг (“Компьютер инжиниринги”, “АТ-Сервис”, “Мультимедия технологиялари”), 5330500 “Ахборот хавфсизлиги”, 5330600 Дастурий инжиниринг, 5350100 Телекоммуникация технологиялари (“Телекоммуникациялар”, “Телерадиоёшиттириш”, “Мобил тизимлар”), 5350200 Телевизион технологиялар (“Аудио визуал технологиялар”, “Телестудия тизимлари ва иловалари”), 5350300 Ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида иқтисодиёт ва менежмент, 5350400 Ахборот - коммуникация технологиялари соҳасида КТ, 5350500 Почта алоқаси технологияси, 5350600 Ахборотлаштириш ва кутубхонашунослик, 350000 Алоқа ва ахборотлаштириш, телекоммуникация технологиялари йўналишлари талабалари учун ишлаб чиқилган. Дарслик соҳа инженер техник-ҳодимларига ҳам фойдалидир.

**ISBN 978–9943–10–538–6**

© «\_\_\_\_\_» нашриёти, 2017.

## АСОСИЙ ҚИСҚАРТМАЛАР РЎЙХАТИ

- АМХ – Асос метрология хизмати  
АРТ – Автоматик ростлаш тизими  
АРЎ – Аналог-рақамли ўзгартгич  
АрИ – Аррасимон импулс  
АСТ – Асос стандартлаштириш ташкилотлари  
АЧХ – Амлитуда-частота характеристика  
АЧХЎ – Амплитуда-частота характеристикасини ўлчагич  
ДК – Даража кўрсаткичлар  
ДСТ – Давлат стандартлаштириш тизими  
ДЎ – Даража ўлчагичлар  
ИТХ – Илмий-техник ҳужжат  
КАР – Кучайтиришни автоматик ростлаш  
ККМ – Компенсацияловчи кучланиш манбаси  
ЛК – Логарифмик кучайтиргич  
МХ – Метрология хизмати  
НХ – Норматив ҳужжатлар  
ОЧК – Оралиқ частота кучайтиргичи  
ПЧ – Паст частота  
ПЧГ – Паст частота генератори  
ПЧФ – Паст частоталар фильтри  
ПЧК – Паст частота кучайтиргичи  
РСҚ – Рақамли саноқ қурилмаси  
РЎА – Рақамли ўлчаш асбоби  
САК – Секин аррасимон кучланиш  
СО – Сертификатлаш органлари  
ТАК – Тез аррасимон кучланиш  
ТБИ – Тўғри бурчакли импулс  
ТТК – Турғун тўлқин коэффициентлари  
ТТХКК – Телефония ва телеграфия бўйича Халқаро  
консультатив комитет  
ТЧ – Тонал частота  
ТЧГ – Тонал частота генератори  
ТЧК – Товуш частотаси кучайтиргичи  
ТШ – Техник шартлар  
ТЎ – Термоўзгартгич  
УИ – Учбурчак импулс  
ФДЎ – Фурье дискрет ўзгартириш алгоритми

ФТМТМ – Фан-техника ва маркетинг тадқиқотлари Маркази  
ФТЎ – Фурье тез ўзгартиришлари  
ХҚ – Хотирловчи қурилма  
ЧЎ – Частота ўзгартиришлари  
ШГ – Шовқин генераторлари  
ЭЮК – Электр юритувчи куч  
ЮЧ – Юқори частота  
ЎВ – Ўлчаш воситаси  
ЎзРАТКРВ – Ўзбекистон Республикаси ахборот  
технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш  
вазирлиги  
ЎТК – Ўзгармас ток кучайтиргичи  
ЎТ – Ўтиш тавсифи  
ЎЮЧ – Ўта юқори частоталар  
ҚИ – Қўнғироқсимон импульс  
ҚЭ – Қиздириш элементи  
ҲС – Ҳалқаро стандартлар

---

---

## СЎЗ БОШИ

2017 йилда Ўзбекистон Республикаси Президенти Ш.М.Мирзиёев ташаббуслари билан “2017-2020 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси” қабул қилинди. Ушбу стратегиянинг учинчи устувор йўналишида “Иқтисодий ривожлантириш ва либераллаштиришнинг устувор йўналишлари”да ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва технологик жиҳатдан янгилаш, ишлаб чиқариш, транспорт-коммуникация ва ижтимоий инфратузилмадаги лойиҳаларни амалга оширишга қаратилган актив инвестиция сиёсатини олиб бориш, саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало маҳаллий хом-ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш бўйича жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали янада модернизация қилиш ва диверсификация қилиш кўрсатилган [1].

Инновацион технологияларни кенг жорий этиш – Ўзбекистон учун инқирозни бартараф этиш ва жаҳон бозорида янги марраларга чиқишнинг ишончли йўлидир. Бу ўринда ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва технологик қайта жиҳозлаш, халқаро сифат стандартларига ўтиш бўйича қабул қилинган тармоқ дастурларини амалга оширишни тезлаштириш вазифаси қўйилмоқда. Ўз навбатида, бу мамлакатимизнинг ҳам ташқи, ҳам ички бозорда барқарор мавқега эга бўлишини таъминлаш имконини беради.

Ўзбекистон тараққиётида телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг тутган ўрни ва аҳамияти улкандир. Телекоммуникация воситалари орқали узатиладиган ахборот жамият ривожининг энг муҳим шартларидан бири бўлиб қолди. У ишлаб чиқариш ресурси, инсонлар орасидаги алоқанинг таъминловчи қудратли восита бўлиб ҳисобланади. Шу сабабли халқ хўжалиги ва жамиятнинг ахборот узатиш тезлиги ҳамда сифатига бўлган талаблари тезкорлик билан ўсиб бормоқда.

Бугунги кунда Ўзбекистон Республикасининг ахборот-коммуникация тармоқлари ва воситалари – бу мамлакат иктисодиётида алоҳида муҳим аҳамиятга молик, такомиллашиб бораётган комплексдир.

Ҳаракатлар стратегиясида “Ахборот хавфсизлигини таъминлаш ва ахборотни химоя қилиш тизимини такомиллаштириш, ахборот соҳасидаги таҳдидларга ўз вақтида ва мутаносиб равишда қарши ҳаракатларни ташкил этиш...”, Ўзбекистон теъарағида хавфсизлик, барқарорлик ва ахил ислохотлар ҳақида ҳолис ахборотни етказиш” кўрсатилган [1].

Бу ўринда метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш масалалари муҳим ўрин эгаллайди.

Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг кейинги ривож бoрган сари янги, юқори частоталар диапазонини ўзлаштириш йўлидан бoраяпти. Ўта қисқа тўлқин диапазонидан фойдаланиб, радиоканални ташкил этиш учун, кенг частоталар полосасини талаб этадиган модуляциянинг янги турлари, хусусан, частотавий модуляциялашнинг тарқалишига олиб келди. Модуляция янги турларининг ва тегишли ўлчаш воситаларининг параметрларини ўлчаш зарурияти юзага келди. Бу билан ёнма-ён равишда частотавий зичланишли кўп каналли оптик алоқа тизимлари ривожланди. Бу тизимларнинг ўзига хос хусусиятларига асосан уларни куриш ва ишлатиш жараёнида созлаш учун махсус ўлчаш воситаларигина эмас, балки янги атамашунослик ҳам пайдо бўлди.

Электр кабеллар ва толали оптик кабеллар бўйича ташкил этиладиган ҳозирги замон рақамли узатиш тизимларининг, шунингдек, мобил алоқа тизимининг пайдо бўлиши ўлчаш воситаларини ривожланишида муаммоларни, яъни «метрология таъминоти» муаммосини юзага келтирди. Янги турдаги параметрлар, хусусан, «джиттер» ёки «вандер» каби атамалар кириб келдики, энди буларни она тилимизда шу ҳолда қабул қилиб ишлашга тўғри келди. Уларни ўлчаш учун тегишли асбоблар ҳам яратилди.

Рақамли алоқа тизимлари пайдо бўлиши билан, янги, умуман айтганда физик катталикларга тааллуқли бўлмаган ўлчаш масалалари пайдо бўлди. Жумладан, хатоликлар коэффициенти ўлчагичи маълум вақт оралиғида хато қабул қилинган белгилар сонини қабул қилинган белгилар сонига нисбатини ўлчаш учун

мўлжалланган бўлиб, физик катталиқ эмас (бундай эталон йўқ), бироқ мазкур параметр рақамли узатиш тизими ишлаш сифатини белгилловчи асосий параметрлардан биридир. Шундай ўлчаш воситалари жумласига ахборотни, сигналларни пакетли узатишда аппаратуранинг тўғри ишлашини назорат қилиш учун мўлжалланган кўп сонли «протоколлар таҳлиллагичлари»ни ҳам киритиш мумкин.

Анъанавий ўлчаш воситалари рўйхати ҳам кенгайди, масалан, ўлчов сигналлари генераторлари оиласи псевдотасодифий кетмакетликлар генератори билан, турли таҳлиллагичлар оиласи логик ҳолатлар таҳлиллагичи билан бойиди.

Мазкур дарслик муаллифларнинг Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университетида тўплаган амалий тажрибаларидан келиб чиқиб, ҳозирги замон алоқа техникасининг метрология масалаларини ўрганишни икки босқичга амалга ошириш белгиланган. Биринчи босқичда метрологиянинг ва ўлчаш масалаларининг асослари, иккинчи босқичда эса ҳозирги замон телекоммуникация тизимларига оид махсус ўлчашлар хусусиятлари ўрганилади.

Ўзбекистон Республикасининг «Стандартлаштириш тўғрисида»ги Қонуни қабул қилингандан сўнг, давлатимизда ҳамма иқтисодий секторларда маҳсулотларни ва хизматларни стандартлаштириш ишларига алоҳида эътибор берилди. Шунингдек, Ўзбекистон телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида ҳам стандартлаштириш масалаларига алоҳида эътибор берилиб, соҳанинг «Таянч стандартлаштириш органи» очилди. 1992 йилда Ўзбекистон Республикаси «Халқаро электралоқа иттифоқига» аъзо бўлиб кирди ва бу нуфузли халқаро ташкилот билан ишлаш ваколати Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигига берилди. Ҳозирги кунда ушбу ташкилотнинг кўпгина ишчи комиссияларида, юқори даражадаги ассамблея, конференция ва бир қатор анжуманларда соҳанинг раҳбарлари, етакчи олим ва мутахассислари қатнашиб келмоқда.

Соҳанинг Фан-техника ва маркетинг тадқиқотлари Маркази – «UNICON.UZ» давлат унитар корхонаси Европа телекоммуникация стандартлаштириш институтига аъзо бўлиб кирди ва ушбу

институтда ишлаб чиқарилаётган стандартлардан фойдаланиш, унинг бўлим ва мутахассислари билан ишлаш ҳуқуқини олди.

Ҳозирги кунда норматив ҳужжатлар базаси давлатимизда қабул қилинган мингдан ортиқ ҳужжатларнинг намуналарига ва етарли даражадаги халқаро тавсияномалари ва стандартларига эга.

Ўзбекистон Республикасининг «Маҳсулот ва хизматларни сертификатлаштириш тўғрисида»ги Қонуни қабул қилингандан сўнг, 1995 йилда «Телекоммуникация воситаларини сертификатлаштириш» органи ва 1996 йил «Сертификатлаштириш синов маркази» тузилиб, Ўзбекистон стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш агентлиги («Ўзстандарт агентлиги») томонидан ўрнатилган тартибда аккредитациядан ўтди ва фаолият кўрсатишни бошлади. Мувофиқлик сертификатлари телекоммуникация техник воситаларини инсон соғлиғи ва ҳаёти хавфсизлиги ва телекоммуникация тармоқларининг стандартлари талабларига мослигини тасдиқлайди.

Жаҳон бозори ҳозирги кунда сифат жиҳатидан янги босқични бошидан кечирмоқда. Унинг ўзига хос хусусияти – интеграллашув бўлиб, у ишлаб чиқаришнинг ривожланиши турли даражаларда бўлган мамлакатларнинг бу жараёнда ўз ўрнини топиш имконини беради. Шу муносабат билан Ўзбекистон Республикаси иқтисодиёти хўжалик юритувчи субъектларининг маҳсулотнинг сифат тизимини бошқаришни ISO 9001 Халқаро стандартларга мувофиқ олиб борилаяпти. Бу йўналишда телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида тизим яратилиб, кўп корхоналар сифат тизими сертификатини олди. Бу жараён соҳа корхоналарини жаҳон бозори талабларига сифат тизими жиҳатидан мос равишда иш юритаётганини кўрсатади.

Ушбу дарслик бакалавриатуранинг 5330500 Компьютер инженеринг («Компьютер инженеринги», «АТ-Сервис», «Мультимедия технологиялари»), 5330500 «Ахборот хавфсизлиги», 5330600 Дастурий инженеринг, 5350100 Телекоммуникация технологиялари («Телекоммуникациялар», «Телерадиоэшиттириш», «Мобил тизимлар»), 5350200 Телевизион технологиялар («Аудио визуал технологиялар», «Телестудия тизимлари ва иловалари»), 5350300 Ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида иқтисодиёт ва менежмент, 5350400 Ахборот - коммуникация технологиялари соҳасида КТ, 5350500 Почта алоқаси технологияси, 5350600 Ахборотлаштириш ва кутубхонашунослик, 350000 Алоқа



ва ахборотлаштириш, телекоммуникация технологиялари йўналишлари талабалари учун ишлаб чиқилган. Дарсликдан соҳа мутахассислари ҳам фойдаланишлари мумкин.

Дарслик Р.И.Исаев (Сўз боши, 1, 2, 3, 5, 11, 13 боблар), У.Н.Каримова (4, 6, 7, 8, 9, 10, 12 боблар), Г.С.Рахмонова (4, 6, 7, 8, 9, 10, 12 боблар) ва М.М.Хайдарбекова (4, 6, 7, 8 боблар) томонидан тайёрланди.

Дарсликда Москва алоқа ва информатика университети кафедра мудири т.ф.н., проф. Б.П. Хромойнинг китобларидан (муаллифнинг розилиги билан) фойдаланилди ва унга чуқур миннатдорчилик билдирамиз.

Дарсликни тайёрлашда ва чоп этишда фаол ёрдам берган соҳанинг етук мутахассислари С.Ш.Қутбитдинов, Н.П.Перепада, А.В.Дурельга, телекоммуникация магистрлари Ф.З.Усманов ва Д.Р.Джураевларга чуқур миннатдорчилик билдирамиз.

«Метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш» фани бўйича қайта нашр этилган ушбу дарслик муайян камчиликларга эга бўлиши мумкин. Шу муносабат билан муаллифлар бу ҳақида ўз фикр мулоҳазаларини билдирган ўқувчиларга олдиндан миннатдорчилик билдирадilar.

*Муаллифлар*

---

# I БОБ. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ВА АХБОРОТ-КОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ СОҲАСИДА МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТ

## 1.1 Метрологияда қўлланиладиган асосий атамалар

**Метрология** грекча сўзлар *metro* – ўлчов ва *logos* – таълимот сўзларидан келиб чиққан. Ҳозирги замон тушунчасида – ўлчаш, усул ва воситаларнинг бирлигини ва талаб қилинган аниқликка эришиш йўллари таъминлайдиган фан. Метрологиянинг асосий йўналишларига ўлчашларнинг умумий назарияси, физик каталиклар бирликлари ва уларнинг тизимлари, ўлчаш усуллари ва воситалари; ўлчов аниқлигини баҳолаш усуллари, ўлчовлар бирлигини таъминлаш асослари; эталонлар ва намунавий ўлчов воситалари; эталонлардан ишчи ўлчов воситаларига ўлчаш бирликларини узатиш усуллари киради. Метрология ҳал қиладиган масалаларнинг бир қисми илмий характерга эга. Метрологиянинг фундаментал асосларини ишлаб чиқадиган фан йўналиши **назарий метрология** деб номланади. Баъзи бир ҳолларда фундаментал метрология атамаси ҳам ишлатилади [2,3].

Жамият манфаатлари йўлида ўлчаш бирлигига ва талаб қилинган ўлчаш аниқлигига эришиш йўллари, физик каталиклар бирликлари, эталонлар, ўлчаш воситалари ва усулларини ишлатиш бўйича мажбурий техник ва юридик талабларни белгилайдиган метрология бўлими **қонунлаштирилган метрология** деб номланади.

Қонунлаштирилган метрология қоидалари ва назарий метрологиянинг ишлаб чиққан масалаларини амалий қўллаш бўлими **амалий метрология** деб номланади.

Корхона ва ташкилотларда маҳсулотни талаб қилинган аниқлик билан ўлчаш воситаларини ишлаб чиқиш, ўлчаш воситаларини давлат текширувидан ўтказиш, ўлчов воситаларини идоравий қиёслаш, ўлчашлар ҳолатини тасниф қилиш амалий метрология олдида турган вазифаларга киради.

Ушбу фанни тушуниш учун метрологияга оид асосий атама ва қоидаларни билиш зарур. Айрим атамаларнинг таърифлари ўз

ўрнида берилади, аммо бир қатор атамаларни метрологияни ўрганишнинг биринчи босқичидан бошлаш керак.

**Ўлчаш** – физик катталиқнинг қийматини махсус техник воситалар ёрдамида тажриба йўли билан топиш.

**Ўлчашлар бирлиги** – ўлчаш натижалари қонунлаштирилган катталиқ бирликларида ифодаланган, ўлчов хатоликлари эса берилган эҳтимоллик билан белгиланган чегаралардан чиқмайдиган ўлчашлар хатолиги.

**Ўлчаш хатолиги** – ўлчаш натижасининг ўлчанаётган катталиқнинг асл қийматидан оғиши.

**Ўлчаш аниқлиги** – ўлчаш натижасининг ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қийматига яқинлигини акс эттирувчи ўлчаш сифати.

**Ўлчаш воситаси** – ўлчашларда фойдаланиладиган ва меъёрланган метрологик хоссаларга эга бўлган техник восита. Техник қўлланиши бўйича ўлчаш воситаларига, ўлчаш асбобларига, ўлчаш ўзгартгичларига, ёрдамчи ўлчаш воситаларига, ўлчаш қурилмаларига ва ўлчаш тизимларига бўлинади.

**Ўлчов** – берилган ўлчамдаги катталиқни қайта тиклаш ва/ёки сақлаш учун мўлжалланган ўлчаш воситаси. Ўлчовлар қуйидаги турларга эга:

**бир қийматли ўлчов** – битта бирликдаги физик катталиқни қайта тиклаш учун мўлжалланган ўлчов (масалан, 1 kg ли тарози тоши);

**кўп қийматли ўлчов** – физик катталиқнинг турли хил ўлчамдаги қаторини ифодаловчи ўлчов (масалан миллиметрли линейка жисми узунлигини сантиметр ва миллиметрларда аниқлаши мумкин);

**ўлчовлар тўплами** – битта ёки бир нечта физик катталиқнинг ҳар хил ўлчамдаги ўлчовлар тўплами бўлиб, амалиётда ҳам алоҳида, ҳам биргаликда қўллаш учун мўлжалланган (масалан лаборатория тарози тошлари);

**ўлчовлар магазини** – ўлчовлар тўплами бўлиб, битта қурилмага конструктив жиҳатдан йиғилган ва уларни ҳар хил комбинацияда йиғилиши учун мосламага эга (масалан қаршиликлар магазини).

**Ўлчаш асбоби** – кузатувчининг бевосита иштирок этиши учун қулай шаклдаги ўлчов ахбороти сигналини ҳосил қилиш учун

мўлжалланган ўлчаш воситаси. Ўлчаш асбоблари ҳар хил хусусияти бўйича таснифланади.

Қатор асбоблар санаши қурилмаси бўйича қайд қилинган катталикнинг қийматини аниқлашга имкон беради. Бу асбоблар **кўрсаткичли асбоб** деб номланади. Кўрсатишларни қайд қилиш кўзда тутилган ўлчаш асбоби **қайд қилувчи асбоб** деб номланади.

**Ўлчаш қурилмаси** – кузатувчи томонидан бевосита қабул қилиш учун қулай шаклдаги ўлчаш ахборот сигналларини ҳосил қилишга мўлжалланган ҳамда бир жойда жойлашган ўлчаш воситалари (ўлчовлар, ўлчаш асбоблари, ўлчаш ўзгартгичлари) ва ёрдамчи қурилмаларнинг функционал жиҳатдан бирлаштирилган мажмуи.

**Ўлчаш тизими** – автоматик ишлов бериш, узатиш ва/ёки автоматик бошқариш тизимларида фойдаланиш учун қулай шаклдаги ўлчаш ахбороти сигналларини ҳосил қилиш учун мўлжалланган, назорат қилинувчи объектнинг турли нуқталарида жойлашган ва алоқа каналлари билан ўзаро туташтирилган ўлчаш воситалари (ўлчовлар, ўлчаш асбоблари, ўлчаш ўзгартгичлари) ва ёрдамчи қурилмалар мажмуи.

**Ўлчаш-ҳисоблаш мажмуи** – ЭХМ ва қўшимча қурилмалар, ўлчаш тизими таркибида аниқ ўлчаш масаласини ечиш учун мўлжалланган ўлчаш воситаларнинг биргаликдаги функционал йиғиндиси.

**Ўлчаш ўзгартгичи** – катталикни ўзгартириш, ишлов бериш ва/ёки сақлаш ва чоп этиш учун қулай ўлчов ахбороти шаклидаги сигнални ҳосил қилиш учун мўлжалланган техник восита.

Ўзгартгич характери бўйича қуйидагиларга ажратилади: аналог, аналог-рақамли, рақамли-аналог ўзгартгичлар. Ўлчаш занжиридаги ишлатиладиган жойи бўйича бирламчи ва ораликдаги ўзгартгичларга ажратилади. Бирламчи ўзгартгич – ўлчанадиган катталикка бевосита таъсир этадиган ўлчаш ўзгартгичи, яъни ўлчаш асбоби ўлчаш занжиридаги биринчи ўзгартгич.

**Ёрдамчи ўлчаш воситаси** – ўлчов натижасини талаб қилинган аниқлигини олиш учун асосий ўлчаш воситаси ёки ўлчаш объектига таъсирини кўрсатувчи физик катталик воситаси.

## 1.2 Ўлчашлар таснифи

Ўлчашларни бир нечта турларга ажратиш қабул қилинган.

Ўлчашларни таснифлаш вақт, шароит, ўлчаш натижалари хатолигини белгиловчи ва натижани ифодалаш усулларига боғланиш характериға асосланиб амалға оширилади.

Ўлчаш катталигининг ўлчаш вақтиға боғланиш характери бўйича статик ва динамик ўлчашларға бўлинади.

Ўлчаш катталиги ўзгармас бўлганда статик катталик ва ўлчаш катталиги ўзгарувчан бўлганда динамик катталикка мос келади. Ўлчаш натижасини олиш бўйича ўлчашлар бевосита, билвосита, мажмуий ва биргаликдаги ўлчашларға ажратилади.

**Бевосита ўлчаш** – ўлчанаётган катталикнинг қийматини тажриба маълумотларидан бевосита топишдир. Мисол қилиб, кучланишни вольтметр ёрдамида ўлчашни келтириш мумкин.

**Билвосита ўлчаш** – бевосита ўлчанган катталиклар билан ўлчанаётган катталик орасида бўлган маълум боғланиш асосида катталикнинг қийматини топиш. Изланаётган катталикни бевосита ўлчаш мураккаб ёки мумкин бўлмай қоладиган ҳолларда билвосита ўлчашлардан фойдаланилади. Масалан, тўрткүтблик киритаётган сўниш кириш ва чиқиш кучланишлари бўйича ҳисобланади.

**Мажмуий ўлчашлар** – бир нечта бир хил номли катталикларни бир вақтнинг ўзида амалға ошириладиган ўлчашлар бўлиб, бунда катталикларнинг изланаётган қийматлари шу катталикларнинг турли бирикмаларини бевосита ўлчашда олинладиган тенгламалар тизимини ечиш орқали топилади. Масалан, ҳар хил тарози тошларининг массасини солиштириб, бир тошнинг маълум массасидан бошқаларининг массасини топиш учун ўтказиладиган ўлчашлар.

**Биргаликдаги ўлчаш** – турли номли икки ва ундан ортиқ катталиклар орасидаги функционал боғланишни топиш учун бир вақтда ўтказиладиган ўлчашлар. Мисол учун, резисторнинг  $20^{\circ}\text{C}$  даги қийматини ва температура коэффициентини турли температураларда ўлчаб топишни келтириш мумкин.

Ўлчаш натижаларини сонли ифодалаш бўйича ўлчашлар абсолют ва нисбий ўлчашларға ажратилади. **Абсолют ўлчаш** бир ёки бир неча асосий катталикларни бевосита ўлчаш ва/ёки физикавий доимийликнинг қийматларини қўллаш асосида ўтказиладиган ўлчаш. Мисол учун, ток кучини амперда ўлчаш.

**Нисбий ўлчаш** – катталик билан бирлик ўрнида олинган номдош катталикнинг нисбатини ёки асос қилиб олинган

катталиққа нисбатан номдош катталиқнинг ўзгаришини ўлчаш. Мисол, линияда қайтариш коэффициентини ўлчаш.

Ўлчаш учун турли усуллардан фойдаланилади. Ўлчаш усули деганда ўлчаш қонун-қоидалари ва ўлчаш воситаларидан фойдаланиб, катталиқни унинг бирлиги билан солиштириш усулларини тушунамиз.

**Бевосита баҳолаш усули** – ўлчаш асбобининг санаш қурилмаси ёрдамида ўлчанаётган катталиқнинг қийматини бевосита топишдир.

**Ўлчов билан таққослаш (солиштириш) усули** – ўлчанаётган катталиқни ўлчов орқали яратилган катталиқ билан таққослаш (солиштириш)дир.

Бу усул қуйидаги модификацияларга эга: нолга келтириш усули, ўриндошлиқ усули, тўлдириш усули, дифференциал усул.

**Нолга келтириш усули** – ўлчов билан қиёслаш усули бўлиб, унда катталиқларнинг қиёслаш асбобига натижавий таъсир чегараси нолгача олиб борилади.

**Тўлдириш усули** – ўлчов билан солиштириш усули бўлиб, унда ўлчанаётган катталиқ қиймати олдиндан берилган қийматга тенг солиштириш асбобига уларнинг жаъми таъсир этишини ҳисобга олган ҳолда шу катталиқ ўлчови билан тўлдирилади.

**Дифференциал усул** – ўлчов асбобига ўлчанаётган катталиқ ва маълум катталиқнинг айирмаси таъсир этадиган ўлчов билан таққослаш усули.

### 1.3 Ўлчашларнинг асосий тавсифлари

Ўлчашларни асосий тавсифлари бўлиб, ўлчаш тамойили, ўлчаш усули, хатолик, аниқлик, тўғрилиқ ва ўлчаш ишончилиги ҳисобланади.

**Ўлчаш тамойили** – физик ҳодиса ёки эффект, ўлчашларга асосланган ҳодисалар мажмуи. Масалан, термоэлектрик эффектни ишлатиб қувватни ўлчаш.

**Ўлчаш хатолиги** – ўлчаш натижасининг ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қийматидан оғиши.

**Физик катталиқнинг ҳақиқий қиймати** – идеал равишда сифат ва сон жиҳатидан объект хусусиятини акс эттиради.

Ҳақиқий қиймат номаълум, шу боис метрологияда таъсир этувчи қиймат ишлатилади. Амалий мақсадлар учун етарли даражада ҳақиқий қийматга яқинлашади.

**Ўриндошлик услуби** – ўлчов билан таққосланадиган услуб бўлиб, унда ўлчанаётган катталиқ ўлчов томонидан тикланаётган маълум катталиқ билан алмаштирилади.

**Ўлчаш аниқлиги** – ўлчаш катталигининг ҳақиқий қийматларига ўлчаш натижаларининг яқинлигини акс эттирувчи ишонч даражаси. Ўлчаш хатолиги қанчалик кичик бўлса, ўлчаш аниқлиги шунчалик юқори деб ҳисобланади.

**Ўлчаш тўғрилиги** – мунтазам хатоликнинг нолга яқинлигини акс эттирувчи ўлчаш сифати (яъни бирор катталиқни қайтадан ўлчашда ўзгармас ёки қонуният бўйича ўзгарадиган хатоликлар).

Ўлчаш тўғрилиги ўлчаш тажрибасини олиб боришда ўлчаш воситасининг техник ҳолатига боғлиқ.

**Ўлчаш ишончлилиги** – ўлчаш натижаларига ишонч даражаси. Ўлчаш натижаларининг ҳақиқий қийматдан оғишининг эҳтимолли тавсифлари маълум бўлган ўлчашлар ишончли ўлчашлар тоифасига мансубдир.

**Ўлчашлар ўхшашлиги** – битта ўлчаш воситаси билан, битта ўлчаш усули билан, бир хил шароитда такрор бажарилган, ўлчаш натижаларининг бир-бирига яқинлигини акс эттирувчи ўлчаш сифати.

**Ўлчаш натижаларининг яқинлашуви** – бир хил шароитда бажариладиган ўлчаш натижаларининг бир-бирига яқинлигини акс эттирувчи ўлчаш сифати.

**Ўлчаш натижаларининг қайтарилувчанлиги** – турли шароитларда (турли вақтда, турли жойларда, турли усул ва воситалар билан) бажариладиган ўлчаш натижаларининг бир-бирига яқинлигини акс эттирувчи ўлчаш сифати.

#### **1.4 Физик катталиқлар ва бирликлар**

Техника ва табиатда ҳамда атрофимизда содир бўлаётган ҳодисалар ва объектларнинг ҳолати миқдор жиҳатдан физик катталиқлар билан характерланади.

**Физик катталиқлар** деб, физик ҳодисаларни, материянинг ҳаракат шакллари ва хусусиятларини миқдорий характерловчи катталиқларга айтилади.

Фан ва техниканинг ривожланиши, халқаро миқёсда илмий-техник ва иқтисодий алоқаларнинг ўсиши, ўлчашлар бирликларини бирхиллаштириш зарурлигига олиб келди. Ўлчашларнинг турли соҳаларини қамраб олган ва амалий жиҳатдан қулай физик катталиклар бирликлари умумий тизими талаб қилинади. Ўлчов ва тарозилар халқаро кўмитаси таркибидан умумий Халқаро бирликлар тизимини ишлаб чиқадиган комиссия ажралиб чиқди. Бу комиссия томонидан Халқаро бирликлар тизими лойиҳаси ишлаб чиқилган ҳамда ўлчовлар ва тарозилар XI Бош конференциясида тасдиқланган. Қабул қилинган тизим Халқаро бирликлар тизими деб номланган, қисқача СИ (SI) (яъни, SI – Systeme International французча номланишининг бош ҳарфлари).

Халқаро бирликлар тизими фан ва техниканинг барча соҳалари учун физик катталикларнинг универсал тизими бўлиб, у 1960 йилнинг октябр ойида ўлчов ва тарозилар XI Бош конференциясида қабул қилинган. Бу конференциянинг қарорига биноан Халқаро бирликлар тизимида етти асосий, иккита қўшимча бирлик ҳамда жуда кўп ҳосилавий катталиклар ва уларга мос бирликлар қабул қилинган.

Олимлар номи билан аталадиган бирликларнинг қисқартирилган номларини бош ҳарфлар билан ёзиш қабул қилинган.

Ҳозирда электррадиоўлчовларда кўп ишлатиладиган бирликлар 1.1-жадвалда келтирилган.

СИ тизимида асосий бирликлар сифатида қуйидагилар қабул қилинган: метр – узунлик бирлиги, килограмм – масса бирлиги, кельвин – температура бирлиги, кандела – ёруғлик кучи бирлиги, ампер – ток кучи бирлиги, секунд – вақт бирлиги, моль – модда миқдори. Қолган бирликлар ҳосилавий бирликлар ҳисобланади.

Қонунлаштирилган бирликлар катталигининг натижаси ифодаланиши учун уларнинг катталигини ёки сақланишини ёки жойида тикланиши, ёки сақланиш жойидан ёки тикланиш жойидан қандайдир узатилиши зарур. Шунга боғлиқ ҳолда физик катталиклар бирликларини марказлашган ва марказлашмаган тиклаш амалга оширилади.

Биринчи ҳолда у эталон деб номланган техник воситалар ёрдамида амалга оширилади ва ўлчаш бирлигини узатиш учун намунавий ўлчаш воситалари ишлатилади. Иккинчи ҳолда ҳосилавий физик катталик бирлиги (масалан, майдон) асосий физик



катталиклари бирликлари орқали жойида тикланади. Охиргилари марказлашган ҳолда таърифига мос равишда сақланади ва тикланади.

1.1-жадвал

Катталик		Бирлик		
Номи	Ўлчами	Номи	Белгиланиши	
			халқаро	ўзбекча
Энергия, иш, иссиқлик миқдори	$L^2MT^{-2}$	жоул	J	J
Қувват, энергия оқими	$L^2MT^{-3}$	ватт	W	Vt
Электр миқдори (электр заряди)	Tl	кулон	C	Kl
Электр кучланиш, электр потенциали, электр потенциаллари айирмаси, электр юритувчи куч	$L^2MT^{-3}I^{-1}$	вольт	V	V
Электр сифими	$L^{-2}M^{-1}T^4I^2$	фарад	F	F
Электр қаршилиги	$L^{-2}M^{-3}T^4I^{-2}$	Ом	$\Omega$	Om
Электр ўтказувчанлик	$L^{-2}M^{-1}T^3I^2$	сименс	S	Sm
Индуктивлик, ўзиндукция	$L^2MT^{-2}I^{-2}$	генри	H	Gn
Магнит оқими зичлиги, магнит индукцияси	$MT^{-2}I^{-1}$	тесла	T	Tl
Магнит индукция оқими, магнит оқими	$L^2MT^{-2}I^{-1}$	вебер	Wb	Vb
Частота	$T^{-1}$	герц	Hz	Hz
Электр токи кучи	I	ампер	A	A

Ҳозирги замон метрологиясининг бош вазифаси бўлиб ўзаро боғланган табиий эталонлар тўлиқ тизимини фундаментал физик константалар ва юқорибарқарор квант ҳодисалар асосида яратиш

ҳисобланади. Тарозилар ва ўлчовлар XVII Бош конференциясида бу масалани ечишда муҳим қадам ташланган. 1983 йилда метрнинг янги таърифи қабул қилинган –  $1/2997924558$  с вақт оралиғи ичида ёруғлик вакуумда ўтадиган йўл масофаси узунлигидир. Бундай ёндашишда узунлик бирлиги марказлашмаган ҳолда тикланиши мумкин: фундаментал физик константа – ёруғлик тезлиги ёрдамида ва радиодан узатиладиган эталон частотаси даври орқали аниқланадиган вақт бирлиги – секунд ёрдамида тикланиши мумкин. Ҳозирги вақтда частота ва вақт бирлиги энг кичик хатолик билан қайта тикланади.

### 1.5 Эталонлар ва намунавий ўлчаш воситалари

Ўлчашлар бирлигини таъминлаш учун битта физик катталиқни ҳамма ўлчаш воситалари даражаланган бирликлари айнан бўлиши зарур. Бунинг учун физик катталиқлар белгиланган бирликларини сақловчи ва тикловчи, уларни мос ўлчаш воситаларига узатувчи ўлчаш воситалари ишлатилади. Метрологик занжирнинг энг юқори қисми бўлиб эталонлар ҳисобланади.

Бирлик эталони – бирликни унинг ўлчамини қиёслаш схемаси бўйича қуйи турган ўлчаш воситаларига узатиш мақсадида ифодалаш ва ёки сақлашни таъминловчи махсус спецификация бўйича бажарилган ва белгиланган тартибда эталон сифатида расмий тасдиқланган ўлчашлар воситаси (ёки ўлчаш воситалари мажмуи). Таснифи, вазифаси ва эталонларга умумий талаблар ГОСТ 8.057-80 да белгилаб берилган.

Мамлакатда энг юқори аниқлик билан бирликни тикланишини таъминловчи эталон (шу бирликни бошқа эталонлар билан солиштирганда) бирламчи деб номланади. Бирламчи эталон давлат ўлчашлар тизимининг асосини ташкил этади.

**Давлат бирламчи эталони** – давлат ҳудудида бу бирламчи эталон бўлиб, ваколатли давлат органи томонидан бошланғич сифатида қабул қилган қарори билан аниқланади. Давлат эталонлари тикланади, сақланади ва давлат марказий метрология илмий-тадқиқот институтлари томонидан ишлатилади. Давлат эталони бошқа давлатлар эталонлари билан вақти-вақтида солиштирилиши керак. «Миллий эталон» атамаси эталонни халқаро эталонлар билан ёки бир хил давлатлар эталонлари билан солиштиришни амалга ошириш керак бўлганда ишлатилади.

Давлат эталонига мисол қилиб электр юритувчи куч бирлиги Давлат эталони (ГОСТ 8.027-2001) хизмат қилиши мумкин. Давлат эталонлари Ўзбекистон давлат метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш органи томонидан тасдиқланади.

**Иккиламчи эталон** – шу бирлик бирламчи эталондан бевосита бирлик катталигини оладиган эталон. Иккиламчи эталонлар бирликларини сақлаш воситалари ва катталикларини узатишга бўйсунувчи қисми бўлиб қолади, қиёслаш ишларини ташкил этиш керак бўлган ҳолда уларни яратадилар ва шунингдек, давлат эталонини сақлаш ва эскиришининг олдини олишни таъминлаш учун ишлатилади.

Иккиламчи ёки ишчи эталонни айрим ҳолларда идоровий эталон деб номланади, чунки у вазирликлар (идоралар) учун чиқиш эталони ҳисобланади.

**Солиштириш эталони** – у ёки бу сабабларга кўра бир-бирлари билан бевосита солиштирилмайдиган эталонларни асл нусхаси билан солиштириладиган эталон. Мисол қилиб, Ўзбекистон Республикаси вольт Давлат эталонини нормал элементи Халқаро ўлчов ва тарозилар вольт эталони билан солиштириш учун ишлатилади.

**Ишчи эталон** – ишчи ўлчаш воситаларига бирлик катталигини узатиш учун қўлланилади. Бу энг кенг тарқалган эталон. Физик катталиклар ўлчашлар аниқлигини ошириш мақсадида ишчи эталонлар вазирликлар ва идоралар лабораториялари ва кўпчилик ҳудудий метрология органларида ишлатилади. Ишчи эталонлар зарур бўлганда бўйсунуш тартибида 1, 2 ва ҳоказо разрядларга бўлинади ва тартибини белгилайди. Ўлчашларни ҳар хил турлари учун амалиёт талабларидан келиб чиқиб ишчи эталонларнинг ҳар хил разрядлар сони белгиланади.

**Халқаро эталон** – халқаро келишув орқали халқаро асос сифатида қабул қилинган, у миллий эталон сақловчи ва тикловчи ўлчаш бирликларини мослаш учун хизмат қилади.

**Бошланғич эталони** – энг юқори метрологик хусусиятга эга эталон (лаборатория, ташкилотлар, корхоналарда), улардан бўйсунувчи эталонларга, бор ўлчаш воситаларига бирликлар катталиги узатилади. Давлатда бошланғич эталони бўлиб, бирламчи эталон ишлатилади, республика учун, ҳудуд, вазирлик (идора) ёки корхона учун иккиламчи ёки ишчи эталон ишлатилади.

**Ишчи ўлчаш воситаси** – ўлчаш учун мўлжалланган, бошқа ўлчаш воситаларига ўлчаш бирлигини узатиш билан боғлиқ бўлмаган ўлчаш воситаси.

**Ўлчаш воситаларини қиёслаш** – ўлчаш воситаларининг белгиланган техник талабларга мувофиқлигини аниқлаш ва тасдиқлаш мақсадида давлат метрология хизмати ёки шунга ваколатланган телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг метрология хизматлари томонидан бажариладиган амалларнинг мажмуи. Хатолик ўлчаш воситасини қиёслашда аниқланадиган асосий метрологик тавсиф. У ишчи эталон ва қиёсланган ўлчаш воситасининг кўрсатишларини солиштириш орқали топилади.

Қиёслаш бирламчи, даврий, навбатдан ташқари, инспекцион, комплексли, элементли ва танлаш бўйича ажратилади. Қиёслашни олиб бориш ва ташкил этишнинг асосий талаблари метрология қоидаларида ва тавсияларида кўрсатилган. Қиёслаш уни олиб бориш ҳуқуқига эга бўлган метрология хизматлари томонидан бажарилади. Яроқли деб топилган ўлчаш воситасига қиёслаш гувоҳномаси берилади ва қиёслаш тамғаси қўйилади.

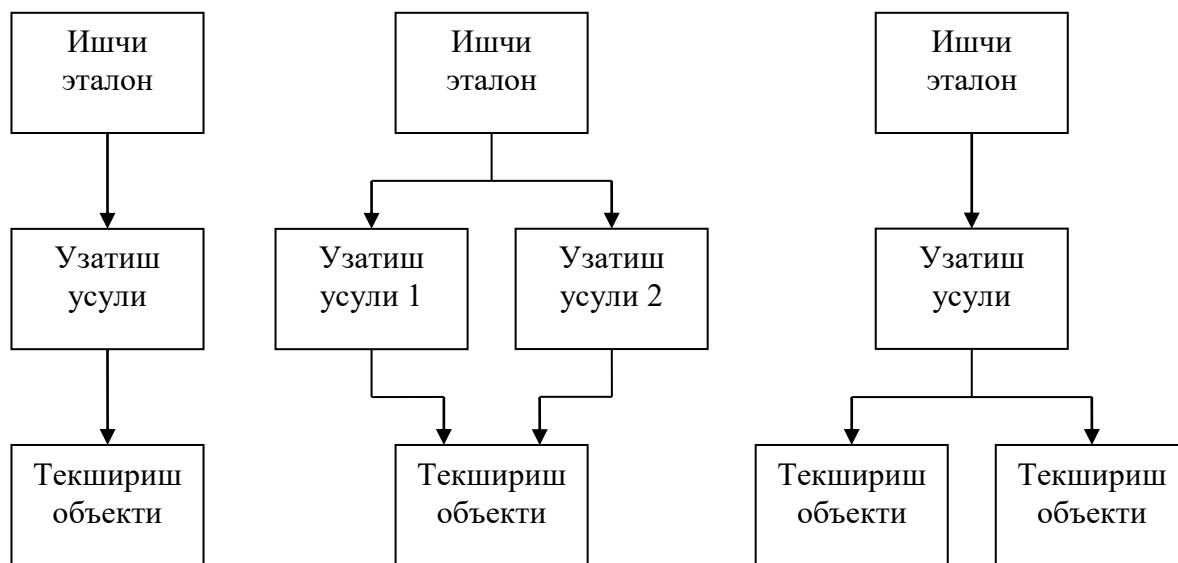
**Даражалаш** – шкалага ишчи эталон кўрсатишларига мос равишда белгиларни қўйиш ёки уни кўрсатиши бўйича катталиқни аниқланган қийматини ишчи ўлчаш воситаси шкаласидаги белгиларга мос кўрсаткичи бўйича аниқланади.

**Ўлчаш воситаларини калибрлаш** – ўлчаш воситаларини ҳақиқий метрологик тавсифларини аниқлашда ушбу ўлчаш воситаси кўрсатган миқдорни эталон орқали олинган мос келувчи миқдор билан ўзаро нисбатини аниқлашдаги операциялар мажмуи. Агар ўлчаш воситалари мажбурий метрологик назорат ва текширувдан ўтмаса, унда улар калибрлашдан ўтади.

Калибрлаш натижалари бўйича ўлчаш воситасини ҳақиқий қиймати аниқланади ёки уни кўрсатишига тузатмалар киритилади. Калибрлаш ўлчаш воситасининг хатолигини ва қатор метрологик тавсифларни баҳолаш имконини беради. Бирликлар катталигини бирламчи эталонлардан ишчи эталонларга узатиш метрологик занжири 1.1-расмда кўрсатилган. Бирлик катталигини узатиш ўлчаш орқали амалга оширилади.

**Қиёслаш схемаси** – бирлик ўлчамини эталондан ёки дастлабки намунавий ўлчаш воситасидан ишчи ўлчаш воситаларига узатиш воситалари, услублари ва аниқлигини кўрсатувчи

белгиланган тартибда тасдиқланган ҳужжат. Қиёслаш схемалари тўғрисидаги асосий маълумот ГОСТ 8.061-80 да келтирилган.



1.1-расм. Бирликларни катталигини бирламчи эталонлардан ишчи эталонларга узатиш метрологик занжири.

Қиёслаш схемалари давлат, тармоқ ва локал схемаларга бўлинади. Давлат қиёслаш схемалари конкрет физик катталиқни мамлакатда бор ўлчаш воситаларига тарқатади. Давлат қиёслаш схемалари давлат стандартлари сифатида тасдиқланади.

## **1.6 Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида метрологик таъминотнинг норматив-ҳуқуқий асоси**

Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида метрологик таъминотни (МТ) шакллантиришнинг қонуний асослари Ўзбекистон Республикасининг «Метрология тўғрисидаги» Қонуни орқали аниқланган.

Ўзбекистон Республикасида ўлчашларнинг бирлигини таъминлаш давлат тизими ўлчашлар аниқлигини баҳолаш ва таъминлаш бўйича ишларни ташкил қилиш ва ўтказиш услубиятини белгилайдиган стандартлар билан ўрнатилган қоидалар, талаблар ва меъёрлар мажмуидир.

Давлат стандартлари ўлчаш воситаларини ишлаб чиқариш ва метрологик таъминот соҳасига тааллуқли тармоқлараро қўллашлар

ва талабларни ўрнатади. Ўлчашлар бирлигини таъминлаш тизимини стандартлаштиришнинг асосий объектлари қуйидагилардан иборат:

- физик катталиклар бирликлари;
- атамалар ва таърифлар;
- ўлчаш воситаларини қиёслаш ва калибрлаш;
- ўлчаш воситалари турларини синаш ва тасдиқлаш;
- физик катталиклар эталонлари;
- ўлчашларни бажариш услубиятлари ва бошқа норматив ҳужжатлар.

Стандартлар телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг метрологик таъминоти доирасида кўрсатиладиган хизматларга қўйиладиган талабларни, шунингдек, қоидалар, меъёрлар (нормалар), талабларни ўрнатади.

Метрология хизматларининг фаолиятини регламентловчи (тартибга солувчи) тармоқ стандартларига қуйидагилар тааллуқлидир:

- лойиҳавий конструкторлик ва технологик ҳужжатларнинг метрологик экспертизаси;
- ўлчашларни бажариш услубиятлари;
- хўжалик юритувчи субъектларнинг метрологик таъминотини такомиллаштириш бўйича ишларнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш усуллари;
- хўжалик юритувчи субъектларда метрологик таъминотнинг ҳолати ва метрология хизматларининг фаолияти устидаги идоравий назорат ва кузатиб бориш;
- ўлчашлар турлари бўйича локал қиёслаш схемалари;
- телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида ўлчаш воситаларини ҳисобга олиш тизими;
- ўлчаш воситаларини метрологик аттестациялаш, қиёслаш ва таъмирлашга доир вақт меъёрлари ва бошқалар.

Тармоқ стандартлари Ўзбекистон Республикаси ва давлатлараро стандартларнинг мажбурий талабларини ўз ичига олади. Бу талабларнинг тармоқ стандартларидаги қиймати (аҳамияти) давлат стандартларида ўрнатилган қийматларидан паст бўлмаслиги лозим.

Давлат ва тармоқ стандартларини халқаро стандартлар билан уйғунлаштириш техник воситалар, хизматлар кўрсатиш жараёнларининг ўзаро алмашинувчанлигини таъминлаш ва ўлчашлар натижаларини ўзаро тан олиш талаблари асосида қурилиши лозим.

Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг ўлчаш воситаларидан фойдаланадиган хўжалик юритувчи субъектлари учун ахборот олишнинг муфассал манбаи техник шартлардир.

Корхоналарнинг стандартлари фақат шу стандарт ишлаб чиқиладиган хўжалик юритувчи субъектда қўлланилади.

Корхоналарнинг маҳсулот, ўлчашлар, хизматга оид стандартлари ва техник шартлари талаблари халқаро стандартлар, давлатлараро ва ўзбекистон давлат стандартлари талабларига зид бўлмаслиги лозим.

## **1.7 Метрология бўйича ишларни ташкил этиш**

**Метрология бўйича ишларни ташкил этиш** – бу буюмлар, деталлар, материаллар ва хомашё тавсифларини, технологик жараёнлар ва жиҳозлар параметрларини талаб қилинадиган аниқликда аниқланишини таъминлайдиган, ишлаб чиқариладиган маҳсулот ва кўрсатиладиган хизматлар сифатининг анча оширилишига имкон берадиган ташкилий-техник тадбирлар мажмуидир.

Метрология бўйича ишларни ташкил этишнинг норматив асоси бўлиб, Давлат ўлчашлар бирлигини таъминлаш тизими (ДЎТ), тармоқ ўлчашлар бирлигини таъминлаш стандартлари, корхоналар стандартлари, метрология бўйича ишларни ташкил этишнинг қуйидаги қоидалари ва низомларини регламентловчи ташкилий-услубий ва ишлаб чиқариш ҳужжатлари хизмат қилади.

1. Буюмлар, боғламалар (узеллар), деталлар ва материалларнинг келиш ва қабул қилиш назоратининг ҳаққонийлигини ва, шунингдек, телекоммуникациялар тизимларининг технологик жараёнлари назоратини таъминлайдиган ўлчашлар параметрларини ва ўлчашлар аниқлиги меъёрларининг оптимал рўйхатини аниқлаш.

Ўлчашлар аниқлигининг меъёрлари, ўлчашлар, таҳлил қилиш, синашлар ва ҳ.к.ларга оид бир қатор стандартларда

регламентланган (тартибга солинган) ва уларга риоя қилиниши ўлчашлар аниқлигини ошириш имконини беради.

2. Технологик жараёнларни зарурий ўлчаш аниқлигини кафолатловчи энг такомиллашган ўлчашларни бажариш услубиятлари билан таъминлаш, бу услубиятларни аттестациялаш ва стандартлаштириш. Ишлаб чиқиладиган ўлчашларни бажариш услубиятлари мажмуига меҳнат хавфсизлиги ва муҳофазасини таъминлайдиган услубиятлар ҳам кириши лозим.

Стандартлаштирилган ёки аттестацияланган ўлчашларни бажариш услубиятидан фойдаланиш талаб қилинадиган аниқликни олиш ва шу билан маҳсулот, хизматлар сифати назоратининг ҳаққонийлигини ёки телекоммуникациялар тизимларининг барқарорлигини таъминлашга имкон беради.

Бир қатор ҳолларда асосланган ўлчашлар аниқлиги меъёрларининг йўқлиги ва шунингдек, «Ўзстандарт» агентлиги органларида синовлардан ёки аттестациядан ўтмаган ўлчаш воситалари намунавий ўлчашларни бажариш услубиятларини тўлиқ стандартлаштиришга имкон бермайди, бу эса жиддий иқтисодий йўқотишлар ва ишлаб чиқариш жараёнларида узилишларга ва шунингдек хизматлар кўрсатиш сифатини пасайишига олиб келиши мумкин.

3. Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳаси корхоналарини зарурий ўлчаш воситалари, шу жумладан, махсус вазифали ўлчаш воситалари билан таъминлаш, ўлчашлар натижаларини ишлаб чиқиш ва ўлчашлар натижалари ҳақида ахборот бериш.

4. Метрология хизмати кўрсатиш ва, энг аввало, ўлчаш воситаларини O`z DSt 8.062:2002 га мувофиқ таъминлаш. Бу стандарт ишлаб чиқаришдан, таъмирлашдан чиқаётган, импорт бўйича етказиб бериладиган, телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳаси корхоналарида фойдаланиладиган ўлчаш воситалари устидан назоратнинг асосий қоидаларини ўрнатади.

5. Норматив ҳужжатларда, масалан, электр ва магнит катталикларни ўлчашларни бажариш талабларини регламентлайдиган ГОСТ 22261-94 га мувофиқ ўлчамларни бажариш шароитлари таъминланади.

6. Ишлаб чиқариш персоналани (ходимларини) ва тегишли хизматлар ходимларини назорат-ўлчаш операцияларини, ўлчаш



воситаларини қиёслаш, таъмирлаш ва юстирлашни бажаришга ўргатиш.

7. Маҳаллий ишлаб чиқаришдан келаётган ва импорт бўйича олиб кирилаётган ўлчаш воситаларини метрологик аттестациялаш бўйича ишларни ташкил қилиш ва ўтказиш.

Корхоналарнинг метрологик таъминоти бўйича ишларни катта сондаги ўлчаш воситаларига эга бўлган ёки, агар корхонада унча катта бўлмаган сондаги ўлчаш воситалари бўлса, ўлчаш воситаларининг ҳолати учун масъул бўлган, аккредитацияланган метрология хизматлари бажаради.

Корхоналарни метрологик таъминот бўйича ишларини ташкил этиш ва танлаш учун зарур бўладиган бошланғич ҳужжатлар таркиби давлат ва тармоқ стандартлари билан белгиланади.

Ишлаб чиқаришнинг метрологик таъминоти даражасини ошириш бўйича услубий раҳбарликни давлат ва тармоқ метрология хизматлари амалга оширади.

Ишлаб чиқариш метрологик таъминотининг даражасини ошириш бўйича таъсирчан чоралардан бири режалаштиришдир. Метрологик таъминот режаси корхона умумий режасининг таркибий қисмидир.

## **1.8 Ўлчаш воситаларини қиёслаш ва калибрлаш**

### **1.8.1 Ўлчаш воситаларини қиёслаш**

**Ўлчаш воситаларини қиёслаш** – давлат метрология хизмати (ёки бошқа расмий ваколатланган орган, ташкилот) томонидан ўлчаш воситаларининг фойдаланишга яроқлилигини тажрибавий аниқладиган метрологик тавсифлар асосида белгилаш ва уларнинг мажбурий талабларга мувофиқлигини тасдиқлашдир.

**Ўлчаш воситаларини қиёслаш** ўлчаш воситалари устидан метрологик назорат ва текширув қоидаларига мувофиқ амалга оширилади.

**Давлат метрология назорати** – давлат метрология хизмати органлари томонидан ўлчаш воситаларини (ишчи эталонлар ҳам қиради) ишлаб чиқариш, уларнинг ҳолати ва қўлланилиши устидан, аттестация қилинган ўлчаш услубиятлари, метрологик қоидалар ва меъёрларга риоя қилиниши устидан амалга ошириладиган фаолиятдир.

**Давлат метрология текшируви** – давлат метрология хизмати томонидан ўлчаш воситалари турини тайёрлаш, ўлчаш воситаларини (ишчи эталонлар ҳам кирди) қиёслаш бўйича, ҳуқуқий ва жисмоний шахсларнинг фаолиятини лицензиялаш, ўлчаш воситаларини тайёрлаш, таъмирлаш, сотиш ва ижарага бериш бўйича амалга ошириладиган фаолиятidir.

Амалдаги қонунчиликка биноан давлат метрологик текшируви ва назоратидан ўтиши лозим бўлган ўлчаш воситалари ишлаб чиқаришдан чиққанида ёки таъмирдан кейин, импорт қилинганда ва ишлатиш жараёнида қиёсланиши керак. Қиёсланиши лозим бўлган ўлчаш воситалари гуруҳлари рўйхатини «Ўзстандарт» агентлиги О`з DSt 8.003:2005 га мувофиқ тасдиқлайди. Қиёслаш синов натижалари бўйича тасдиқланадиган норматив ҳужжатларга мувофиқ ўтказилади.

Қиёслаш натижалари қуйидагича бўлади:

– Ўлчаш воситаларининг қўлланишга яроқлигини тасдиқлаш. Бу ҳолда унга ва (ёки) техник ҳужжатига қиёслаш тамғаси қўйилади ва (ёки) қиёслаш ҳақидаги гувоҳнома берилади. **Қиёслаш тамғаси** – белгиланган шаклдаги белги бўлиб, қиёслаш натижасида яроқли деб топилган ўлчаш воситаларга қўйилади. Тамғалар қўлланилиши О`з DSt 8.008:2000 да белгиланган тартибда амалга оширилади.

– Ўлчаш воситаларини фойдаланиш учун яроқсиз деб тан олиш. Бу ҳолда қиёслаш тамғаси ва (ёки) қиёслаш ҳақидаги гувоҳнома бекор қилинади ҳамда яроқсизлик ҳақидаги гувоҳнома ёзиб берилади.

Тамға шакли ва қиёслаш ҳақидаги гувоҳнома, қиёслаш тамғасини қўйиш тартиби О`з DSt 8.008:2000 ва О`з DSt 8.003:2005 да белгиланган.

Қиёслашнинг бешта тури кўзда тутилган. ўлчаш воситаларини бирламчи (бошланғич), даврий, навбатдан ташқари, инспекцион ва экспертлик қиёслашдир.

**Бирламчи қиёслаш** ўлчаш воситалари ишлаб чиқарилган вақтида ёки таъмирдан сўнг ва, шунингдек, хориждан партиялаб олиб кирилганида ўтказилади. Бундай қиёслашдан, одатда, ўлчаш воситаларнинг ҳар бир нусхаси ўтказилади.

**Даврий қиёслаш** белгиланган вақт оралиқларида (қиёслашлар ўртасидаги оралиқларда) бажарилади. Ишлатилаётган ёки сақлаб қўйилган ўлчаш воситалари бундай қиёслашдан

ўтказилади. Қиёсланиши лозим бўлган ўлчаш воситаларнинг аниқ рўйхатини уларнинг эгалари – юридик ёки жисмоний шахслар тузадилар. Давлат метрология хизмати органлари (ДМХ) метрологик меъёрлар ва қоидаларга риоя қилиниши устидан назорат ўтказётганларида бу рўйхатларнинг тўғри тузилганлигини текширадилар. Ўлчаш воситаларининг ҳар бир нусхаси даврий қиёслашдан ўтиши лозим. Узоқ вақт сақланишга қўйилган ўлчаш воситалар бундан мустасно бўлиши мумкин. Бундай қиёслаш натижалари қиёслашлар ўртасидаги оралиқ давомида ҳақиқийдир. Биринчи оралиқ ўлчаш воситалари турини тасдиқлашда белгиланади. Кейинги қиёслаш оралиқлар эса МИ 2187-91 асосида аниқланади.

Ўлчаш воситаларини текширувчи ёки ўлчаш воситаларини эксплуатация қилувчи ташкилот тақдимотига асосланиб, «Ўзстандарт» агентлиги қарори билан ўлчаш воситалари метрологик тавсифларининг барқарорлиги, статистик маълумотларга асосланиб, қиёслаш оралиғи ўзгартирилиши (узайтирилиши ёки қисқартирилиши) мумкин.

**Ўлчаш воситасини навбатдан ташқари қиёслаш** унинг даврий қиёслаш муддати тугаганидан олдин ушбу ҳолларда ўтказилади:

– қиёслаш тамғаси бузилганида ёки қиёслаш ҳақидаги гувоҳнома йўқолганда;

– ўлчаш воситаларини узоқ сақлашдан кейин (битта қиёслашлар ўртасидаги оралиқдан ортиқ) ишлатишга йўл қўйилганида;

– ўлчаш воситаларига маълум ёки тахмин этилган зарблар таъсир этганида ёки у қониқарсиз ишлаганида қайта созлаш ўтказишда;

– қиёслашлар ўртасидаги оралиқнинг ярмига тенг муддат ўтганидан кейин сотилмаган ўлчаш воситаларини истеъмолчига жўнатишда;

– қиёслаш ўртасидаги оралиқнинг ярмига тенг муддат ўтганидан сўнг ўлчаш воситаларини бутловчи қисмлар сифатида қўлланилганда.

**Инспекцион қиёслаш** метрология хизмати органлари томонидан, ўлчаш воситаларининг ҳолати ва қўлланилиши устидан давлат назорати ёки идоравий текширувни амалга ошириш чоғида ўтказилади. Уни қиёслаш услубиятида кўзда тутилган тўла

ҳажмдан камроқ даражада ўтказишга йўл қўйилади. Инспекцион қиёслаш натижалари далолатномада акс эттирилади.

**Эксперт қиёслаш** норматив ҳужжатлар бўйича, ўлчаш воситаларининг яроқлиги (ишга шайлиги ва уларнинг фойдаланишга яроқлилиги) юзасидан низоли саволлар юзага келганида ўтказилади. Уни давлат метрология хизмати органлари манфаатдор шахсларнинг ёзма талабларига мувофиқ ўтказадилар.

### **1.8.2 Ўлчаш воситаларини қиёслаш даврийлиги**

Ўлчаш воситаларини даврий қиёслашни регламентловчи асосий ҳужжат: O`z DSt 8.003:2005. Бу ҳужжат қуйидаги асосий қоидаларга таянади:

– мамлакатда ўлчашлар бирлигини таъминлашнинг энг муҳим воситаси ўлчаш воситаларини қиёслашдир;

– қиёслаш билан ишлаб чиқарилган ва таъмирланган, хориждан сотиб олинган, ишлатилаётган ва сақлашга қўйилган барча ўлчаш воситалари қамраб олиниши керак;

– қиёслашда метрологик ва техник талабларга мувофиқлиги тасдиқланган ўлчаш воситаларгина қўлланиш учун яроқли деб тан олиниши мумкин;

– ишлатилаётган ўлчаш воситаларини қиёслаш даврийлиги ишлатиш шароитларига боғлиқ ва носоз асбобларнинг ўз вақтида аниқланишини таъминлаши лозим;

– қиёслаш махсус тайёрланган шахслар томонидан қиёслаш бўйича илмий-техник ҳужжатларга мувофиқ бажарилади.

Ишлатилаётган ёки сақлашга қўйилган ўлчаш воситалар маълум қиёслашлар ўртасидаги ораликдан кейин даврий қиёслашдан ўтказилиши лозим.

Қиёсланиши лозим бўлган ўлчаш воситаларининг аниқ рўйхатларини юридик ва жисмоний шахслар – ўлчаш воситаларининг эгалари тузадилар. Қиёсланиши лозим бўлган ўлчаш воситалари рўйхатлари Давлат метрология хизмати органларига юборилади. Давлат метрология хизмати органлари метрологик қоидалар ва меъёрларга риоя қилиниши устидан давлат назоратини амалга ошириш чоғида қиёсланиши лозим бўлган ўлчаш воситалари рўйхатларининг тўғри тузилганлигини текширадилар.

Ўлчаш воситаларининг ҳар бир нусхаси даврий қиёслашдан ўтиши лозим. Узоқ муддат сақлашга қўйилган ўлчаш воситалар даврий қиёслашдан ўтмаслиги мумкин.

Бир неча катталикларни ўлчаш (қайта тиклаш) учун мўлжалланган ёки бир неча ўлчаш диапазонларига эга бўлган, бироқ камроқ сондаги катталикларни ўлчаш (қайта тиклаш) ёки камроқ сондаги диапазонларда ўлчаш учун фойдаланиладиган ўлчаш воситаларни даврий қиёслашни бош метролог ёки юридик шахс раҳбарининг қарори асосида фақат қўлланилаётган сондаги катталиклар ва ишлатилаётган диапазонлар учун ўлчаш воситаларининг яроқлилигини аниқлаб берадиган қиёслаш бўйича норматив ҳужжатлар талаблари бўйича рухсат этилади. Бунга мос ёзув ишлатиш ҳужжатларида акс эттирилиши лозим.

Даврий қиёслаш натижалари қиёслашлар ўртасидаги ораликда амал қилади [4,5].

Биринчи қиёслашлар ўртасидаги оралик асбоб турини тасдиқлашда белгиланади. Давлат метрология хизмати органлари ва юридик шахслар даврий қиёслашлар натижаларини, қиёслашлар ўртасидаги ораликларни уларни қўлланиш хусусиятларини ҳисобга олиб, уларни тузатиш (ўзгартириш киритиш) бўйича тавсияларни ишлаб чиқишлари лозим. Қиёслашлар орасидаги ораликларни аниқлаштириш Давлат метрология хизмати томонидан юридик шахсининг метрологик хизмати билан келишилган ҳолда ўтказилади. Томонлар келиша олмаган ҳолда қиёслашлар ўртасидаги ораликларни ўзгартириш ҳақида хулоса чиқаришга имкон берадиган тадқиқотлар натижалари Давлат метрология марказларига берилади ва улар тегишли хулоса чиқарадилар.

Даврий қиёслаш фойдаланувчи, Метрология хизматлари кўрсатиш маркази ёки қиёслаш ҳуқуқи бўйича аккредитланган юридик шахс ҳудудида ўтказилиши мумкин. Қиёслаш жойини ўлчаш воситаларининг фойдаланувчиси иқтисодий омиллар ҳамда қиёсланадиган ўлчаш воситаларини ташиб келтириш имкониятларидан келиб чиқиб танлайди. Ўлчаш воситаларни ишлаб чиқарувчи ёки таъмирдан чиқарувчи, шунингдек, ўлчаш воситаларини ишлатувчи юридик ёки жисмоний шахслар, ўлчаш воситаларини тайёрлаш, таъмирлаш ёки ишлатиш жойларида, қиёслаш учун махсус қиёслаш қурилмалари, стационар эталонлар талаб қилинадиган ҳолларда тегишли қурилмалар ва эталонларга

эга бўлишлари ва уларни Давлат метрология хизмати органлари ихтиёрига беришлари лозим.

Ўлчаш воситаларини тайёрлаш, таъмирлаш ёки ишлатиш жойларида Давлат метрология хизмати органлари томонидан қиёслашларни амалга ошириш вақтида юридик ва жисмоний шахслар қуйидагиларга амал қилишлари керак:

– Давлат метрология хизматига тегишли бўлган эталонларни ва ёрдамчи воситаларни зарур бўлган ҳолларда қиёслаш жойига олиб келиш ва олиб кетишни таъминлашлари;

– қиёслашни бажариш учун зарур бўладиган хоналар ва ёрдамчи ходимларни ажратишлари;

– зарур ҳолларда Давлат метрология хизматига тегишли эталонларни уларнинг тамғаси остида сақлаб беришни таъминлашлари;

– кўчма қиёслаш лабораторияси томонидан хизмат кўрсатилаётган ҳолда туриш жойини беришлари ҳамда электр, газ ва сув таъминоти тармоқларига уланишини, шунингдек, унинг сақланишини таъминлашлари.

Ўлчаш воситалари Давлат метрология хизмати органлари талабига мувофиқ қиёслаш учун очилган ҳолатда, техник тавсифи, ишлатиш услубияти, паспорти ёки сўнгги қиёслаш ҳақидаги гувоҳномаси, зарурий бутловчи қурилмалар билан бирга тақдим қилиниши лозим.

Ўлчаш воситаларини қиёслаш графикларини тузиш тартиби юқорида санаб ўтилган норматив ҳужжатларга мувофиқ равишда белгиланади, корхона томонидан уларнинг ишлатиш шароитлари ва интенсивлигига боғлиқ равишда доимий шайлигини ҳисобга олиб тузилади.

Физик катталиқ ўлчамининг ўзгариш фактини бу ўзгаришни миқдорий баҳоламасдан аниқлаш учун қўлланиладиган ўлчаш воситалари индикаторлар гуруҳига киритилиши мумкин ва қиёсланмайди. Фақат индикатор сифатида қўлланиладиган ўлчаш воситаларининг олд томонига «И» (индикатор) белгиси қўйилади. Ўлчаш воситаларини индикаторлар гуруҳига метрология хизматига эга бўлган корхона (ташкilot)лар ўтказишлари мумкин, бунда унинг низоми вазирлик (идора) метрология хизмати низоми асосида ишлаб чиқилган бўлиб, «Ўзстандарт» агентлиги билан келишилган бўлиши керак. Ўлчаш воситаларини индикаторлар мақомига ўтказиш масъулияти метрология хизмати раҳбари

зиммасига юкланади. Индикаторлар мақомига ўтказилган ўлчаш воситалари махсус рўйхатга киритилади ва унда ўлчаш воситаларининг тури, завод ва ашё номери (тартиб рақами), ишлатиш бўйича вазифалари тавсифи кўрсатилади. Индикаторлар сифатида қўлланиладиган ўлчаш воситалари рўйхати нусхасини «Ўзстандарт»нинг ҳудудий органига топширилади. Агар метрологик назорат ўтказиш вақтида ўлчаш воситалари индикаторлар мақомига нотўғри ўтказилган ёки уларнинг вазифаси рўйхатда кўрсатилганига мос келмаса, у ҳолда ўлчаш воситалари – индикаторлар рўйхати бекор қилинади, метрология хизмати ўлчаш воситаларини индикаторларга ўтказиш ҳуқуқидан ажралади, ўлчаш воситалари эса қиёслашдан ўтказилади.

Ўқув мақсадларида (намойиш этиш) қўлланиладиган ўлчаш воситалари даврий қиёслашдан ўтказилмайди. Унга «Ў» (ўқув) белгиси қўйилади. Бошқа мақсадлар учун улар қўлланилиши мумкин эмас. Уларнинг созлиги тегишли қоидалар билан назорат қилинади ва ўқув жараёни талабларига мос бўлиши керак.

Ишлатилаётган ва сақлашга қўйилган ўлчаш воситаларини қиёслашни маълум вақт оралиқларидан кейин – қиёслашлар ўртасидаги оралиқларда бажарилади. Қиёслашлар ўртасидаги оралиқларни белгилашда иккита ўзаро зид талабни ҳисобга олишга тўғри келади. Бир томондан, равшанки, қиёслаш қанча тез-тез ўтказилса, ўлчаш воситаларининг метрологик ишончилиги шунча юқори бўлади ва, демак, қиёслашлар ўртасидаги оралиқларни қисқартириш лозим. Бироқ ўлчаш воситаларини қиёслаш қиёслашнинг ўзига ҳам, ишлаб чиқариш соҳасидан ўлчаш воситаларини жалб қилиниши ва алмаштирувчи ўлчаш воситалари фондини яратиш зарурлиги натижасида ҳам анча катта иқтисодий харажатларни талаб қилади. Буни ҳисобга олинса, қиёслашлар ўртасидаги оралиқларни максимал ошириш лозим. Шунинг учун қиёслашлар ўртасидаги оралиқни танлаш муҳим техник-иқтисодий аҳамиятга эга.

Оптималь қиёслашлар ўртасидаги оралиқларни танлаш масаласи етарлича мураккаб бўлиб, ҳали тугал ҳал қилинмаган. Бу оралиқнинг танланишига таъсир кўрсатадиган омилларнинг хилма-хиллиги билан боғлиқдир. Ўлчаш воситаларининг хатолиги ишлатилиш жараёнида ўзгармас бўлиб қолмайди ва айрим ҳолларда уларнинг қийматлари мазкур ўлчаш воситалари учун рухсат этиладиган аниқлик синфидан ошиб кетиши мумкин. Шу

муносабат билан баъзи мамлакатларнинг (АҚШ, Канада) миллий метрология хизмати лабораторияларида қиёслаш натижаларининг амал қилиш муддати кўрсатилмайди ва бу билан қиёслашда аниқланган хатоликлар (тузатмалар) қийматлари фақат қиёслаш вақтида тўғрилиги ва вақт ўтиши билан ўзгариши мумкинлиги таъкидланади.

Хатолик рухсат этиладиган чегаралардан қачон ортиб кетишини истеъмолчининг ўзи ҳал этиши лозим. Бунинг учун, равшанки, хатоликнинг ўзгариш жараёни моделига эга бўлиш лозим.

Амалиётда қиёслашлар ўртасидаги ораликларни аниқлашнинг бир неча усулларидан фойдаланилади. Буларнинг ҳаммаси қуйидагига асосланади: ўлчаш воситалари жорий хатоликлари ўзгаришининг математик кутилиши ва дисперсияси вақт ичида ўзгарадиган тасодифий ностационар жараён дир. Бу жараённинг параметрлари ўлчаш воситасининг фақат турига эмас, балки ишлатиш шароитларига, ишлатилиш интенсивлигига ҳам боғлиқ дир. Қиёслаш оралиғининг қиймати рухсат этиладиган ишламай қолиш эҳтимоллигига (метрологик яроқлилик коэффициентига) ҳам боғлиқ дир. Бу тўртта асосий омилни қиёслашлар ўртасидаги ҳисоблашда асос қилиб олиниши мумкин.

Баъзи ўлчаш воситалари учун бу омиллар бир хил дир. Масалан, барча ишчи эталонлар лаборатория шароитларида, температура ва намлик доимий бўлганида, силкинишлар, вибрациялар, тажовузкор муҳит бўлганида ишлатилади. Бу ўлчаш воситаларини ишлатиш интенсивлиги тахминан бир хил ва фақат ўлчаш воситаларининг турига боғлиқ. Ишламай қолишнинг рухсат этиладиган эҳтимоллиги ишончлилик эҳтимоллигининг функцияси бўлиб, қиёслаш схемаси билан аниқланади. Шу сабабли ишчи эталонлар учун қиёслашлар ўртасидаги ораликлар, бу воситалар давлат метрология органларида ёки идоралар метрология хизматларидан фойдаланишидан қатъий назар, мамлакат доирасида бир хил қилиб белгиланиши мумкин. Масалан, электр катталикларининг ишчи эталонлари учун ушбу қиёслаш даврийлиги белгиланган:

- ўлчаш трансформаторлари – 5 йилда 1 марта;
- сиғим, ўзгарувчан ток индуктивлиги ва сиғими ўлчовлари – 2 йилда 1 марта;



– электр катталикларининг бошқа ишчи эталонлари – бир йилда 1 марта.

Қиёслашлар ўртасидаги ораликнинг белгилаш учун бошланғич асослар, юқорида кўрсатиб ўтилганидек, асбоб тури, ишлатилиш шароити, рухсат этиладиган метрологик яроқлилик коэффицентидир. Бу коэффицент қиёслашда яроқли деб тан олинган ўлчаш воситалари сонининг қиёсланган ўлчаш воситалари жами сонига нисбатидир. Барча ўлчаш воситалари кўрсатилган параметрларининг умумийлиги билан тавсифланадиган гуруҳларга бўлинади. Рухсат этиладиган метрологик яроқлилик коэффицентини  $K_{рухс}$  ни идоравий метрология хизмати аниқлайди.

$K_{рухс}$  коэффицентининг қиймати 0,90 дан 0,98 гача олинади, ўта масъул ўлчашлар учун эса 0,99 ёки 0,995 қилиб олинади.  $K_{рухс}$  нинг қабул қилинган қиймати мазкур ўлчаш воситаси учун техник шартларда берилган бузилмасдан ишлаш эҳтимоллигидан кичик бўлмаслиги лозим.

Қўлланиш шароитлари бўйича гуруҳланган бир турли ўлчаш асбоблари тўплами учун ўлчашлар ўртасидаги ораликни биринчи марта, тахминан, олдинги ишлатиш тажрибасига асосланиб белгиланади. Оралик қийматини 0,25; 0,5; 0,75; 1; 2; 3; 4; 6; 9; 12*n* қаторидан танланади, бу ерда *n* – бутун мусбат сон. Кейинчалик, қиёслашлар ўртасидаги оралик даврий қиёслашлар натижалари бўйича тартибга солинади.

### **1.8.3 Қиёслаш лаборатория хоналарига қўйиладиган талаблар**

Қиёслаш лабораториялари алоҳида биноларда ёки умумий биноларнинг ажратилган хоналарида жойлаштирилиши лозим. Тебранишлар ва силкинишлар, электр ва радиохалақитлар, шовқинлар бўлмаслиги мажбурий шартлардир. Шу сабабли лаборатория биноларини ишлаётган бинолардан, транспорт йўлларида узоклаштириш лозим. Шу мақсадда қиёслаш лабораториялари хоналарини биринчи қаватда жойлаштириш мақбулдир.

Ишлаб чиқариш бинолари юзасининг ҳисоби санитария меъёрларига мувофиқ равишда бир ишчига 10–12 м<sup>2</sup> ҳисобидан амалга оширилади. Битта ходим бир вақтда 2–3 қурилмага хизмат

кўрсатадиган ҳолларда юзани битта қурилмага 4,5–6 м<sup>2</sup> ҳисобидан аниқланади. Хоналарнинг баландлиги 3 м дан кам бўлмаслиги лозим.

Лаборатория хоналари ёруғ бўлиши лозим, бироқ қуёш нурларининг тўғридан-тўғри тушишига йўл қўймаслик керак. Шу сабабли хоналарнинг деразалари шимол томонда бўладиган қилиб танлаш мақсадга мувофиқдир. Сунъий ёритиш сочилган бўлиши лозим. Ёритилганлик иш ўрни сатҳида чўғланма лампаларда 150 лк дан, люминесцентли лампаларда эса 300 лк дан кам бўлмаслиги керак. Оптик санок қурилмалари билан ишлашда қоронгулаштирувчи қурилмалар қўлланиши кўзда тутилиши лозим. Хоналарнинг деворларини ёрқин тусли мойли бўёқлар билан бўялади. Деворларнинг қолган қисмини ва шифтни оқ бўёққа бўялади.

Лабораторияда температура режимига алоҳида талаблар қўйилади. Барча ўлчаш воситалари меъёрий температурада, одатда, 20°С да қиёсланиши лозим. Ҳавонинг нисбий намлиги 50–80% чегараларда бўлиши лозим.

Температурани, намликни, ҳавонинг тозалигини ушлаб туришнинг энг самарали усули кондиционерлардан фойдаланишдир.

Электррадиоўлчаш асбобларини қиёслашдаги ўзига хос талаб – магнит ва электр майдонлар титрашининг бўлмаслигидан иборат. Шу мақсадда лабораторияда барча асбобларнинг ерга яхши уланиши кўзда тутилиши лозим. Кучли электромагнит майдонлар мавжуд бўлганида биноларни экранлаштиришни қўллаш лозим. Осон электрланадиган синтетик тўшамаларни ишлатмаган мақбулдир. Бундай қопламалар қўлланилган тақдирда статик зарядларни чиқариб олиш (бартараф этиш) учун қурилмалар кўзда тутилиши лозим. Хоналардаги электр ўтказиш симлари ички бўлиши керак. Иш ўринларига 6, 12, 127, 220 V ли кучланишлар келтирилган бўлиши керак.

Хоналарни танлаш ва жиҳозларни ўрнатишда хавфсизлик техникаси қоидалари ва ёнғин хавфсизлиги қоидаларига риоя қилиниши лозим, ўтишлар кенглиги 1,5 метрдан кам эмас; стационар қурилмалар атрофидаги бўш жой 1 м дан кам эмас; қурилмалардан ва асбоблар ўрнатилган столлардан деворлар, дераза ва иситиш тизимларигача бўлган масофа 0,2 м дан кам эмас;

иш столлари орасидаги масофа бир иш ўринли столда 0,8 m дан кам эмас, икки иш ўринли столда 1,5 m дан кам эмас.

#### **1.8.4 Қиёслаш ишлари давомийлигини меъёрлаш**

Қиёсловчиларнинг меҳнاتини режалаштириш ва ҳисобга олишда вақт меъёрини илмий асосда танлаш катта аҳамиятга эга. Ўлчаш воситаларини қиёслашга ажратиладиган ўртача вақтни ҳисоблаш услубияти МИ185-79 да берилган.

Вақт меъёрларини ишлаб чиқиладиганда, ўлчаш воситаларини қиёслаш турли усуллар билан, турли қиёслаш воситаларини қўллаш билан ўтказилиши мумкинлиги ҳисобга олиниши лозим. Қиёслаш давомийлиги қиёслаш турига боғлиқ. Бу ҳолда битта ўлчаш воситасининг ўзига бир неча вақт меъёрлари ўрнатилиши мумкин. Давлат метрология хизматлари органлари учун қиёслаш ишларига белгиланадиган вақт меъёрларини аниқлаш услубияти МИ2322-99ГСИ «Услубий кўрсатмалар. Метрологик ишлар давомийлигини меъёрлаш»да норматив ҳужжатда баён қилинган.

Қиёслаш ишига вақт меъёри унинг меъёрий шароитлардаги давомийлигини (бунга мазкур қиёслашни тайёрлашга кетадиган вақт сарфи ҳам қиради) ва, шунингдек, унинг натижаларини ишлаб чиқиш ва тахт қилишни ўз ичига олади, бироқ ушбу натижаларни кейин умумлаштириш, ўлчаш воситаларини қиёсловчиларнинг иш ўринларига олиб келиш ёки қиёсловчиларнинг қиёслаш ўтказиладиган жойларга бориш даврларини ҳисобга олмайди.

#### **1.8.5 Қиёслаш ишларини олиб бориш кетма-кетлиги**

Турли гуруҳлар ва турларга оид ўлчаш воситаларини қиёслашни ўтказиш ўзига хос хусусиятларга эга. Бироқ қиёслашни ўтказишнинг услубий асослари барча ўлчаш воситалари учун, асосан, умумийдир.

Ўлчаш воситаларини қиёслашни ўтказишда қиёсловчи ишчи ва намуна ўлчаш воситаларини қиёслашга оид давлат, тармоқ стандартлари, корхона стандартлари ва бошқа ИТХ га амал қилади.

Қиёслаш жараёни айрим босқичлардан иборат бўлади. «**Қиёслаш операцияси**» босқичида қиёсловчи операцияларни ўтказиш кетма-кетлигини текширилади. Бунда шунини ҳисобга олиш зарур: айрим операцияларни ўтказишда салбий натижалар олинган

ҳолда қиёслаш тўхтатилиши лозим. Қиёслаш бўйича операцияларни тахт қилишда қиёсловчи қуйидагини назарда тутиши лозим: қиёсланаётган ўлчаш воситаларининг айрим метрологик параметрларини аниқлайдиган операцияларнинг номларида «қиёслаш» атамаси ўрнига «аниқлаш» сўзини қўллаш, параметрларни аниқлашга оид бўлмаган ҳолларда эса «текшириш» сўзини қўллаш лозим (ўлчаш воситалари элементларининг ўзаро таъсири ва ҳ.к.). Қиёслашга тайёрланиш жараёнида қиёсловчи намуна ва ёрдамчи қиёслаш воситалари рўйхатини текширади. Ёрдамчи қиёслаш воситалари жумласига ёрдамчи ўлчаш воситалари, ёрдамчи қурилмалар ва қиёслаш мосламалари киради.

Намуна ва ёрдамчи ўлчаш воситалари учун рўйхатда уларнинг меъёрий-техник тавсифлари, яъни мазкур ўлчаш воситаларига оид стандартлар номерлари (тартиб рақамлари), турларининг стандартларда белгиланган ёки Давлат реестрида қабул қилинган белгилари, намуна ўлчаш воситалари учун эса умумдавлат қиёслаш схемаларида қабул қилинган разрядлари кўрсатилган.

Ёрдамчи қурилмалар ва қиёслаш мосламалари учун рўйхатда уларнинг техник тавсифлари, уларга оид ИТХ да қабул қилинган белгилашлари ёки стандартлар номерлари кўрсатилади. Қиёсланаётган ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикаларини талаб қилинаётган аниқлик билан топиш учун рўйхатга битта опреациянинг ўзи учун бир-бирини такрорлайдиган қиёслаш воситалари киритилиши мумкин.

Қиёслаш шартлари билан танишишда қиёсловчи қиёсланаётган ўлчаш воситаларининг метрологик параметрларига таъсир этувчи физик катталикларни, уларнинг номинал қийматларини ва оғишларни қиёслашда рухсат этиладиган чегараларини кўрсатиб, текширади. Таъсир этувчи катталикларга температура, намлик, атрофдаги ҳаво босими, қиёслаш ўтаётган муҳитнинг босими, температураси ва физикавий-кимёвий хоссалари: таъминот токининг частотаси ва кучланиши; титраш ва силкиниш; магнит ва электр майдонлари; гармоникаларнинг борлиги киради.

**«Қиёслашга тайёргарлик»** босқичида қиёсловчи тайёргарлик ишлари рўйхати ва уларни бажариш усуллари билан танишади. Бундай ишлар жумласига қиёсланадиган ўлчаш воситаларини ўрнатиш ва тайёрлаш; қиёсланаётган ўлчаш воситаларини таъсир этувчи катталиклар таъсири остида очик ушлаб туриш, ўлчовларни

ювиш; мойлаш қобиғини тозалаш; асбобларни ток остида иситиш (қиздириш); экранлаш, герметикликни, уланиш контактларини (бирикмаларини), ёритилганликни текшириш; туташтириб улаш қурилмаларини улаш; ерга улаш; хавфсизлик техникаси бўйича тадбирлар ўтказиш ва бошқалар киради.

Ташқи қаровдан ўтказишда ўлчаш воситаларининг бутлиги, шкалаларда аниқлик синфлари ва физик катталиклар бирликларининг белгилари, санок қурилмалари бўлимларининг қиймати текширилиб, ўлчаш воситаларининг қопламалари ва элементларидаги нуқсонлар аниқланади, улар мавжуд бўлган тақдирда бу воситаларни қўллашга рухсат этиш мумкин эмас.

Қиёсловчи ҳар бир операция учун метрологик параметрларга оид стандартларда белгиланган рухсат этиладиган оғишлар чегараларини билиши зарур. Ишлатилганидан кейин қиёслашга келадиган ўлчаш воситалари учун назорат органлари рухсати билан метрологик параметрларнинг ишлаб чиқаришдан келган ўлчаш воситаларига оид ИТХ да кўзда тутилганидан фарқли оғиш меъёрлари белгилашга рухсат этилади. Қиёслаш ўтказиш чоғида қиёсловчи бу хусусиятга, чунончи ўлчаш воситаси қиёслашга ишлатишдан ёки ишлаб чиқаришдан келган-келмаганлигига ва тегишли ИТХ га бирор-бир ўзгартириш киритдими-йўқлигига алоҳида эътибор бериши керак.

**«Ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш»** босқичи, одатда, қийинчилик туғдирмайди, чунки бутун операция мос ИТХ билан қатъий регламентланган.

**«Қиёслаш натижаларини расмийлаштириш»** босқичида қиёсловчи ўлчаш воситаларини ишчи ёки намуна воситалар сифатида қўлланилишини ҳисобга олиб белгиланган талабларни яхши билиши керак.

Ижобий қиёслаш натижаларини қиёсловчи бундай йўл билан таъминлайди:

– ўлчаш воситаларини уларнинг конструктив хусусиятлари, тамға қўйиш усуллари ва жойига боғлиқ равишда тамғалаш;

– «Ўзстандарт» белгилаган шаклда давлат қиёслаши ҳақида гувоҳнома бериш;

– идоравий қиёслаш ҳақида гувоҳнома бериш;

– асбобсозлик ёки асбоб таъмирлаш корхонасининг аттестатида (паспортида) давлат қиёслаш натижаларини ёзиш ва қиёслаш тамғасини босиш билан тасдиқлаш;

– давлат қиёслаш натижаларини ишлатиш паспортида (ёки унинг ўрнини босадиган ҳужжатда) ёзиш ва қиёслаш тамғаси билан тасдиқлаш;

– намуна ўлчаш воситасини қиёслаш ҳақида гувоҳномани олд томонида ёки ишлаб чиқариш аттестатида «намунавий» муҳрини ёки ёзувини қўйиш.

Қиёслаш жараёнида, одатда, далолатнома юритилади ва унда қуйидагилар акс эттирилади:

– қиёсланаётган ўлчаш воситасининг номинал характеристикалари ва параметрлари ҳамда формал белгилари, жумладан, ўлчаш воситасининг номи, ишлаб чиқарган завод, завод белгиси, тартиб рақами, ўлчаш диапазонлари ва ҳ.к.;

– қиёслаш шароитлари, шу жумладан, бино ва муҳит температураси (зарур ҳолларда ҳаво босими ва унинг нисбий намлиги), шунингдек, бошқа ўзига хос шароитлар;

– қиёслашда қўлланилаётган намуна ўлчовлар ва асбоблар (уларнинг тартиб рақамлари кўрсатилади), шунингдек, қурилмалар ва ёрдамчи аппаратура номлари;

– ўлчаш жараёнида амалга оширилган ҳар бир операциянинг натижалари.

Кейин бу натижаларни таҳлил қилинади ва математик ишлов берилади, масалан, хатоликлар, кўрсатишлар вариацияси, ўртача қийматлар, тузатмалар, тузатиш кўпайтмалари ҳисобланади ва ҳ.к.

Қиёслаш натижалари салбий бўлганида ва зарур бўлганда таҳлил қилишдан сўнг қиёсловчи ўлчаш воситасининг яроқли ёки яроқсизлиги ҳақида хулоса чиқаради ва тамғаларни ўчириш бўйича операцияларни бажаради ҳамда ҳужжатларда қиёсланган ўлчаш воситаларининг яроқсизлиги ҳақида қиёслаш натижаларини ва уларни ишлаб чиқариш ва қўллашни таъқиқлаш ҳақидаги натижаларни расмийлаштириш бўйича тегишли ёзувларни киритади.

Қиёслаш далолатномаси юридик қийматга эга ҳужжат бўлиб, шу сабабли уни юритишга тегишли эътибор қаратилиши зарур. Масалан, уларни айрим қоғоз варақларига ёзиб, кейин кўчириб ёзиш ёки шубҳали туюладиган натижаларни ташлаб юбориш мумкин эмас, бунда далолатнома бирламчи ҳужжат сифатидаги аҳамиятини йўқотади (кўчириб ёзишда хатоликлар бўлиши мумкин).

Қиёслаш тугатилганидан сўнг унинг натижалари ўлчаш воситаларининг паспортларига, аттестатларга, гувоҳномаларга ва бошқа ҳужжатларга киритилади (далолатномаларга, кузатиш натижаларига ишлов бериш бўйича ҳисоб-китобларга киритилади, уларга жадваллар, графиклар ва бошқа ҳисоблаш маълумотлари илова қилиниши мумкин).

### **1.8.6 Ўлчаш воситаларини калибрлаш**

Давлат метрология назорати ва текшируви мажбурий бўлмаган фаолият соҳасида ўлчаш воситасининг метрологик созлигини таъминлаш учун *калибрлаш* қўлланилади.

*Калибрлаш (калибрлаш ишлари)* – давлат метрологик назорати ва текширувидан ўтиши лозим бўлмаган ўлчаш воситасининг метрологик тавсифларининг ҳақиқий қийматларини аниқлаш ва тасдиқлаш ҳамда (ёки) ишга яроқлилигини тасдиқлаш мақсадида бажариладиган операциялар мажмуасидир.

Калибрлаш ишларини ўтказиш учун калибрлаш тизими яратилган бўлиб, улар давлат метрологик назорати ва текширувидан ўтиши лозим бўлмаган соҳаларда ўлчашлар бирлигини таъминлашга йўналтирилган субъектлар фаолияти ва калибрлаш ишлари мажмуасидир. Калибрлаш тизими калибрлаш ишларини ташкил этиш ва ўтказишга қўйиладиган талабларни белгилаб беради. Калибрлаш тизими фаолияти O`z DSt 8.018:97 билан тартибга солинади [74].

Ўлчаш воситаларининг калибрлаш тизимининг асосий йўналишлари:

– юридик шахслар метрология хизматларининг калибрлаш ишларини ўтказиш ҳуқуқини аккредитлашни амалга оширувчи органларни қайд қилиш;

– юридик шахслар метрология хизматларининг калибрлаш ишларини ўтказиш бўйича ҳуқуқини аккредитлаш;

– ўлчаш воситаларини калибрлаш;

– Ўзбекистон Республикаси калибрлаш Тизимининг асосий тамойиллари ва қоидаларини белгилаш, ташкилий услубий ва ахборот фаолиятини таъминлаш;

– аккредитланган метрология хизматларининг калибрлаш ишларини ўтказиш тартибларига риоя қилишлари устидан инспекцион назорат ўрнатиш.

Калибрлаш ишларини ўтказишга доир талаблар РД Ўз 51-071-98 да келтирилган [76].

Калибрлаш ишларини бажарадиган ташкилот қуйидагиларга эга бўлиши лозим:

– қиёсланган ва идентификацияланган (бир хиллаштирилган) калибрлаш воситалари – калибрлашда белгиланган қоидаларга мувофиқ равишда қўлланиладиган эталонлар, қурилмалар ва бошқа ўлчаш воситалари;

– калибрлаш ишларининг ташкил этилишини ва ўтказилишини регламентловчи (тартибга солувчи) ҳужжатлар. Булар жумласига аккредитлаш соҳасига оид ҳужжат, ўлчашлар ва калибрлаш воситаларига оид ҳужжатлар, калибрлаш, калибрлаш тартиби ва унинг маълумотларидан фойдаланишга доир давлат норматив ҳужжатлари киради;

– касбий тайёргарликка эга бўлган ва малакали ходимлар;

– меъёрий талабларни қаноатлантирадиган бинолар.

Калибрлаш натижалари ўлчаш воситасига ёзиладиган калибрлаш нишони билан ёки калибрлаш ҳақидаги гувоҳнома билан, шунингдек, ишлатиш ҳужжатларига ёзиш билан тасдиқланади.

### **1.8.7 Ўлчаш воситаларининг метрологик аттестацияси**

Қиёслаш ва калибрлаш ишларини ўтказиш ҳуқуқини олиш учун синов жиҳозини метрологик аттестациялаш зарур. *Метрологик аттестация* – бу ўлчаш (синаш) воситасини унинг метрологик вазифаси ва метрологик тавсифларини кўрсатиш билан унинг метрологик хоссаларини синчиклаб тадқиқ қилиш асосида қўллаш учун қонунлаштирилган деб тан олишдир. Метрологик аттестация O`z DSt 8.011:2004 асосида ўтказилади [66].

Ўлчаш воситасини аттестациялашнинг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат:

– метрологик тавсифларни аниқлаш ва уларни норматив ҳужжатларга мувофиқлигини ўрнатиш;

– қиёслашда текширилиши лозим бўлган метрологик тавсифларини рўйхатини белгилаш.

Метрологик аттестация давлат ёки идоравий метрология хизматлари томонидан махсус ишлаб чиқилган ва тасдиқланган дастур бўйича ўтказилади. Натижалар маълум шаклдаги



далолатнома кўринишда расмийлаштирилади. Натижалар ижобий бўлганида белгиланган шаклдаги гувоҳнома берилади. Ўлчаш ва синаш орасида фарқ мавжуд бўлиб, у шундан иборатки, синаш хатолиги ўлчаш хатолигидан ва синаш режимларини қайта тиклаш хатоликларидан иборат. Ўлчашни синашнинг хусусий ҳоли деб ҳисоблаш мумкин.

Шунга мувофиқ равишда, ўлчаш воситаларини ва синаш қурилмасини аттестациялашда фарқ мавжуд. Унинг асосий қоидалари РСТ Уз 8.107-95 да келтирилган.

Синов жиҳозини аттестациялашдан асосий мақсад – мазкур жиҳознинг рухсат этиладиган оғишлар чегараларида синаш шароитларини қайта тиклаш имкониятини тасдиқлаш ва унинг вазифасига мос равишда фойдаланишга яроқлилигини аниқлашдан иборат.

Аттестация, қиёслашдаги каби бирламчи, даврий ва такрорий бўлади.

**Бирламчи аттестация** синов қурилмасининг ишлатиш ҳужжатларини экспертизадан ўтказиш, техник тавсифларини тажрибавий аниқлаш ва унинг фойдаланиш учун яроқлилигини тасдиқлашдан иборат. Аниқланиши лозим бўлган техник ва метрологик тавсифларни ҳужжатларда меъёрланган ва белгиланган тавсифлар ичидан танлаб олинади. Улар жиҳознинг белгиланган вақт давомида синаш шароитларини қайта тиклаш имкониятини аниқлаши лозим.

Бирламчи аттестация жараёнида қуйидагилар аниқланади:

– синаш объекти ишлашининг аниқ турдаги маҳсулотни синаш услубиятига доир ҳужжатларда аниқланган режимлари таъсир этувчи омилларини қайта тиклаш имконияти;

– синаш шароитлари параметрларининг меъёрланган қийматлардан оғишлари;

– ходимлар хавфсизлигининг таъминланиши ва атроф-муҳитга зарарли таъсирнинг йўқлиги;

– жиҳознинг аттестациялашда қиёсланиши лозим бўлган параметрлари рўйхати ва, шунингдек, уни қўллаш усуллари, воситалари ва даврийлиги.

Даврий аттестацияни синаш қурилмасини ишлатиш жараёнида, унинг тавсифларининг синов услубиятига оид норматив ҳужжатлар талабларига ва ишлатиш ҳужжатлари талабларига мослигини тасдиқлаш учун зарурий ҳажмда ўтказилади.

Аттестация натижалари далолатнома билан расмийлаштирилади. Натижалар ижобий бўлганида жиҳозга маълум шаклдаги аттестат берилади ва ишлатиш ҳужжатларида ёзилади.

### 1.8.8 Ишчи эталонлар ва қиёслаш усулини танлаш

Барча ўлчаш усуллари икки гуруҳга бўлиш мумкин: бевосита баҳолаш усули ва ўлчов билан қиёслаш усули. Бевосита баҳолаш усули ўлчанаётган катталиқни тўғри таъсирли ўлчаш асбобининг санок қурилмаси бўйича баҳолаш имконини беришини эслатиб ўтамиз. Қиёслаш ўлчаш жараёни бўлганлиги сабабли, бу усулни қўйилган масалани ҳал этиш учун қўллаш мумкин.

Ўлчов билан солиштириш усули ўлчанаётган физик катталиқни қайта тикланадиган ўлчов катталиғи билан солиштириш тамойилидан фойдаланишни назарда тутди. Мазкур усул турли кўринишларга эга: нолинчи, дифференциаллаш, тўлдириш, устма-уст тушиш усуллари.

*Қиёслаш усуллари*нинг биринчи гуруҳи қиёсланаётган ўлчаш воситаси кўрсатишларини ўша турдаги намуна ўлчаш воситасининг кўрсатишлари билан бевосита солиштиришга асосланган.

Мазкур усул билан қиёслашда талаб қилинаётган  $X$  қиймат ўрнатилади, кейин эса қиёсланаётган асбоб кўрсатишлари  $X_k$  намуна асбоб кўрсатишлари  $X_n$  билан солиштирилади ва  $\Delta = X_i - X_n$  айирма аниқланади.  $\Delta$  айирма қиёсланаётган асбобнинг абсолют хатолиғига тенг бўлиб, келтирилган хатоликни топиш учун уни меъёрланган қиймат  $X_N$  га келтирилади:

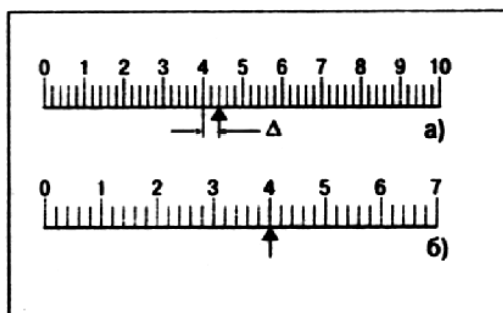
$$\gamma = \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100\%$$

Бу усул икки усул билан амалга оширилиши мумкин:

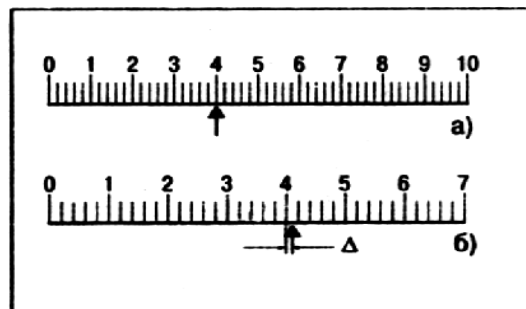
а) устма-уст туширишни қайд этиш. Бунда қиёсланаётган асбобнинг кўрсатиши кириш сигналини ўзгартириш орқали шкаланинг қиёсланаётган белгиси билан устма-уст туширилади, хатоликни эса қиёсланаётган асбоб кўрсатиши (1.2-а расм) ва намуна асбобнинг кўрсатиши бўйича (1.2-б расм) аниқланадиган ҳақиқий қиймат орасидаги айирма сифатида топилади;

б) хатоликни қиёсланаётган асбобнинг шкаласи бўйича саноғини олиш билан. Бунда шкаланинг қиёсланаётган белгиси учун физик катталиқ ўлчамининг номинал қийматини намуна асбоб

бўйича (1.3-а расм) ўрнатилади, хатоликни эса қиёсланаётган асбоб белгиси ва унинг кўрсаткичи орасидаги масофа бўйича аниқланади (1.3-б расм).



1.2-расм.



1.3-расм.

Қиёслаш усуллариининг иккинчи гуруҳи қиёсланаётган асбоб кўрсатиши  $X_K$  ни намуна ўлчов кўрсатишлари  $X_{н.ў}$  билан солиштиришдан иборат. Бу ҳолда қиёсланаётган асбобнинг абсолют хатолиги  $\Delta = X_i - X_{н.ў}$ .

Мазкур усуллар фақат қиёсланаётган ва намуна (ишчи эталон) ўлчаш асбоблари кўрсатишлари саноғини бевосита олиш ёрдамидагина эмас, балки компаратор ёрдамида ҳам амалга оширилиши мумкин. Компаратор – бир жинсли катталиклар ўлчовларини солиштириш учун мўлжалланган воситадир. Кенг тарқалган компараторларга ричагли тарози мисол бўлиши мумкин.

Қаршилиқ, сиғим, индуктивлик ўлчовларини солиштиришда компараторлар сифатида ўзгармас ёки ўзгарувчан ток кўприқларидан, қаршилиқ ва электр юритувчи куч ўлчовларини солиштиришда эса потенциометрлардан фойдаланилади.

Ўлчовларни компараторлар ёрдамида солиштириш, қарама-қарши қўйиш ёки ўрнини босиш усуллари ёрдамида амалга оширилади. Бу қиёслаш усуллари учун умумий бўлган нарса, солиштирилаётган катталиклар ўлчамлари айирмаси мавжудлиги ҳақидаги сигналнинг ишлаб чиқарилишидан иборатдир. Агар бу сигнал намуна ўлчовни танлаш йўли билан ёки унинг ўлчамини мажбурий ўзгартириш йўли билан нолга келтириладиган бўлса, у ҳолда бу усул нолинчи усул деб аталади. Агарда компаратор ёрдамида физик катталиклар ўлчамларининг айирмаси баҳоланадиган бўлса, у дифференциал усул деб аталади. Дифференциал усул физик катталиклар айирмаси камайганида нолинчи усулга айланади.

Компараторга иккита физик катталиқ кетма-кет таъсир қилганида ўрнини босиш усули амалга ошади.

Ўрнини босиш усули юқори аниқликда қиёслаш имконини беради, бироқ унинг нолинчи вариантини амалга ошириш физик катталиқнинг исталган қийматини аниқликни жиддий камайтирмасдан қайта тиклашга имкон берадиган ўлчаш воситасини таққослашнинг ишончли натижаларини ҳатто айирмани ўлчаш учун нисбатан қўпол воситалар қўлланилганда ҳам олиш имконини берувчи дифференциалли усулга ҳам хосдир. Шу билан бирга бу усулни амалга ошириш номинал қиймати таққосланаётган ўлчовнинг номинал қийматига яқин бўлган юқори аниқликдаги намуна ўлчовни талаб этади.

Бевосита ўлчаш усулларини амалда қўлланиш намуна ўлчов воситалари сифатида фойдаланиладиган ўлчовларга бир қатор ўзига хос талаблар қўяди. Улардан энг ажралиб турадиганлари қуйидагилардир: ўлчов орқали физик катталиқни қайта тиклаш имконияти (шу катталиқ бирликларида қиёсланаётган ўлчаш воситаси даражаланган); ўлчов билан қайта тикланаётган физик катталиқларга диапазоннинг қиёсланаётган ўлчаш воситаси бутун диапазонини қоплаш учун етарли бўлиши; ўлчов аниқлигининг, бир қатор ҳолларда эса унинг турининг ва ўлчамининг ўзгариш равонлигининг мазкур турдаги усуллар ва ўлчаш воситаларини қиёслашга оид ИТХ да айтилган талабларга мослиги.

Бевосита солиштириш усулидаги каби, қиёсланаётган ўлчаш воситасининг асосий хатолигини аниқлаш икки усулда ўтказилади:

– ўлчов ўлчамини қиёсланаётган ўлчов воситаси кўрсаткичи қиёсланаётган белги билан устма-уст тушгунига қадар ўзгартириш, яъни бевосита баҳолаш усули билан ёки схема мувозанатга эришгунига қадар, яъни солиштириш асбобларини қиёслаб ва кейин абсолют хатолик  $\Delta$  ни ўлчаш воситаси кўрсатиши  $X_k$  ва ўлчовнинг ҳақиқий қиймати  $X_n$  орасидаги айирма сифатида аниқлаш билан;

– ўлчовнинг мазкур қиёсланаётган ўлчаш воситаси учун номинал қийматга тенг бўлган  $X_n$  ўлчамга олдиндан ўрнатиб ва кейин унинг санок қурилмаси бўйича  $X_k$  ни олиш ва хатолик  $\Delta$  ни  $X_k - X_n$  айирма сифатида топиш билан.

Бир қатор афзалликларга эга бўлган биринчи усулни қайта тикланаётган физик катталиқни равон ўзгартириш имконини берадиган ўлчов магазини мавжуд бўлганидагина амалга ошириш

мумкин бўлади. Бир қатор ҳолларда ўлчов ўлчамини қиёсланаётган ўлчаш воситаси билан бевосита ўлчаш мумкин бўлмайди. Бу ҳолда қиёсланаётган ўлчаш воситаси билан бирор оралиқ катталиқни ўлчанади ва уни ўз навбатида намуна ўлчов қиймати билан бевосита таққосланади. Масалан, вольтметрларни уларнинг кўрсатишларини ЭЮК ўлчови билан ўзгармас ток потенциометри ёрдамида бевосита солиштириш йўли орқали қиёслаш.

Қиёслаш ишида ўлчов ёки ўлчанаётган катталик билан қайта тикланадиган катталиқни ўлчашда *билвосита ўлчашлар усули* кенг қўлланилади. Бу усулни амалга оширишда ўлчовнинг ҳақиқий қиймати ва бу асбоб билан ўлчанадиган қиймати ҳақида изланаётган катталик билан маълум боғланишда бўлган бир неча катталиқларни бевосита ўлчашлар асосида қарор қабул қилинади. Бу усул катталиқларнинг ўлчов билан қайта тикланадиган ёки қиёсланаётган ўлчаш воситалари билан ўлчанадиган ҳақиқий қийматларини бевосита ўлчаш билан аниқлаш мумкин бўлмаган ёки билвосита ўлчашлар бевосита ўлчашларга нисбатан соддароқ ва аниқроқ бўлганда қўлланилади. Бевосита ўлчашлар асосида ва уларнинг маҳсулотлари бўйича ҳисоблаш бажарилади. Изланаётган катталик ва бевосита ўлчашлар орасидаги маълум боғлиқликка асосланган ҳисоблаш йўли билан катталиқнинг қиймати аниқланади, яъни билвосита ўлчаш натижаси топилади. Қиёслашни қиёсланаётган асбоблар билан ўлчанадиган ёки қиёсланаётган ўлчов билан қайта тикланаётган катталиқларни билвосита ўлчашлар усули билан бажаришда, шу нарсага ҳисобга олиш керакки, билвосита ўлчаш натижасида доимо бевосита ўлчашлар хатолигининг ташкил этувчилари бўлади.

Боғлиқмас (автоном) қиёслаш, яъни намуна ўлчаш воситаларини қўлламадан қиёслаш ўта аниқ ўлчаш воситаларини яратишда юза келади, чунки улар яна ҳам аниқроқ ўлчаш воситалари мавжудмаслиги сабабли, юқоридаги усуллардан ҳеч бири билан қиёсланиши мумкин бўлмайди.

Қиёслаш усуллари тўпламли ёки элементлар бўйича қиёслаш йўли билан амалга оширилади.

Тўпламли текширишда ўлчаш воситаси унинг таркибий қисмларининг тўла тўпламида (бутлигида) улар орасидаги ўзаро боғланишни бузмасдан қиёсланади. Бунда аниқланадиган хатоликларни қиёсланаётган ўлчаш воситаларига хос бўлмаган хатоликлар сифатида қаралади.

Намуна ўлчаш воситалари йўқлиги, улар талабларининг ўлчашлар аниқлиги ва чегараларига мос эмаслиги сабабли тўпلامли қиёслашни амалга ошириш имконсиз бўлган ҳолда элементлар бўйича қиёслашдан фойдаланилади.

*Ўлчаш воситаларини элементлар бўйича қиёслаш* – бу унинг хатолигини айрим қисмларнинг хатоликлари бўйича аниқланадиган қиёслашдир. Кейин олинган маълумотлар бўйича қиёсланаётган ўлчаш воситаларига хос бўлган хатоликлар ҳисоблаш йўли билан олинади. Бунда ўлчаш воситалари айрим қисмларининг ўзаро таъсирлашув қонуниятлари аниқ маълум, унинг кўрсатишлари ташқи таъсирларнинг имкониятлари бартараф этилади ёки аниқ ҳисобини олишга имкон беради деб тахмин қилинади. Элементлар бўйича қиёслашнинг соҳаси жуда кенг ва бир қатор ҳолларда у ягона мумкин бўлган усул ҳисобланади.

Элементлар бўйича қиёслашнинг жиддий камчилиги унинг сермеҳнатлиги ва тўпلامли қиёслашга караганда амалга оширилиши мураккаброқлигидир.

### **1.8.9 Қиёслаш ишларини қисқартириш**

ИТХ билан белгиланган қиёслаш ишлари ҳажми, одатда, анча каттадир, катта меҳнат сарфини ва ўлчаш воситаларини ишлатишдан узоқ вақтга олинишини талаб қилади, бу эса қурилмаларнинг фойдаланишга тайёрлигини ва, демак, уларнинг самарадорлигини пасайтиради.

Телекоммуникация тизимлари учун, одатда, тор идоравий вазифали ўлчаш воситалари махсус яратилади. Ўлчаш воситалари тегишли узатиш тизимлари учун, одатда, тўплам қилиб етказиб берилади. Бу кўп мақсадли ўлчаш воситалари тўпламлари вазифаси, даражалари диапазонлари ва частоталари бўйича ўзлари ишлатиладиган тизимлар билан мувофиқлаштирилган бўлади. Бироқ аниқ иш ўринларида ёки бир цех доирасида улар анча чекланган ҳолда ишлатилади. Фойдаланиш жараёнида ўлчаш воситалари ишлатиш учун мўлжалланган барча чегараларда, барча диапазонларда, барча режимларда ва барча ўлчаш турларида фойдаланилмаслиги мумкин.

Ўлчаш воситаларини қисқартирилган дастур бўйича қиёслашни жорий этишдан олинадиган ижобий самара қуйидагиларда ўз аксини топади:

– қиёслаш ишларига меҳнат сарфи ва ўлчаш воситаларини уларни вазифасига кўра ишлатиш соҳасидан олиб қўйилиш вақти камаяди;

– ўлчаш воситаларини амалда деярли фойдаланилмайдиган диапазонлар ва ўлчаш чегаралари, шунингдек, метрологик тавсифлари бўйича нуқсонли деб топиш ҳоллари истисно қилинади;

– ўлчаш воситаларини чегараланган диапазонларда, айрим ўлчаш чегараларида ўлчаш воситаларининг ишида иштирок этмайдиган ва метрологик тавсифларга таъсир этмайдиган бутловчи элементлари ва айрим блокларининг носозлиги туфайли нуқсонли деб топиш ҳолларининг камайиши ҳисобига ишончлилик тавсифлари ортади;

– қиёслаш оралиқларини ошириш имконияти пайдо бўлади;

– тиклаш вақти ва тиклаш учун талаб қилинадиган ЗАА (захира қисмлар, асбоблар, ашё ва материаллар) рўйхати қисқаради;

– ўлчаш воситаларини техник қурилмалардан ажратиб олмасдан қиёслаш ва қиёслаш ишларини автоматлаштириш имконияти таъминланади;

– ўлчаш воситаларини қисқартирилган дастур бўйича қиёслашнинг камчилиги мазкур ўлчаш воситаларини қиёслаш истисно этилган диапазонларда, ўлчаш чегараларида ўша метрологик тавсифлар билан фойдаланиш мумкин эмаслигидан иборат. Ўлчаш воситаларини қисқартирилган дастур бўйича қиёслаш ўлчашлар бирлигини ва талаб қилинадиган аниқлигини бузмаслиги лозим.

Бу шартларга риоя қилиниши ўлчаш воситаларини қисқартирилган қиёслаш дастурини аниқлаш усулига асос бўлади.

Қисқартирилган қиёслаш дастурларини ишлаб чиқиш усулларининг ўзига хос хусусиятларига асосланиб, ўлчаш воситаларини кенг диапазонли, кўп чегарали ва кўп мақсадли (аралаш) гуруҳларга ажратиш мақсадга мувофиқдир.

Қисқартирилган дастур бўйича қиёсланиши лозим бўлган кенг диапазонли ўлчаш воситалари рўйхатини аниқлаб, улардан ҳар бирининг қиёсланадиган ва текширув учун фойдаланиладиган қиёсланадиганлар белгисини аниқлаш усули хусусиятини тавсифлайдиган қуйидаги гуруҳларнинг қайси бирига оидлигини аниқлаш лозим:

а) параметрнинг ўлчанган қиймати  $x$  юқори чегараси ( $\Delta_{ю}$ ) ва пастки чегараси ( $\Delta_{п}$ ) берилган номинал қиймат  $X_N$  га мос келади, яъни параметрнинг  $x$  қиймати  $X_N - \Delta_{п} \leq x \leq X_N + \Delta_{ю}$  чегараларда бўлиши керак;

б) параметрнинг қиймати  $X$  берилган  $+\Delta$  допускли белгиланган  $A$  қийматдан ошмаслиги, яъни  $x \geq A + \Delta$  бўлиши лозим;

в) параметрларнинг қиймати  $x$  берилган  $-\Delta$  допускли  $A$  қийматдан кам бўлмаслиги, яъни  $x \geq A - \Delta$  бўлиши лозим;

г) параметрнинг қиймати шкаланинг ишчи қисми  $A_1 - \Delta \leq x \leq A_2 + \Delta$  да ( $A_1 \dots A_2$ ) диапазон билан чегараланган. Бу гуруҳ учун  $\Delta$  сифатида параметрни ўлчашнинг чегаравий нуқталари  $A_1$  ва  $A_2$  даги рухсат этиладиган оғишлар қабул қилинади.

Ўлчаш воситаларининг қиёсланадиган белгиларини қисқартирилган дастур бўйича аниқлаш фойдаланиладиган ўлчаш диапазонининг пастки чегараси ( $A_{п}$ ) ва юқори чегараси ( $A_{ю}$ )ни белгилашдан бошланади.

Кўп чегарали ўлчаш воситаларини қиёслаш усули ва воситаларига оид норматив-техник ҳужжатда асосий ўлчаш чегарасини барча қиёсланадиган белгиларда, қолган чегараларни танлашда эса иккита белгида қиёслаш кўзда тутилади.

Шундай қилиб, бу усул қиёсланадиган чегаралар таркибидан ўлчаш воситаларини ишлатишда фойдаланилмайдиган чегараларни истисно этишни кўзда тутаяди.

Ўлчашларнинг янги асосий чегарасини аниқлаш учун ҳар бир қўлланилаётган чегарада фойдаланилаётган қийматлар соҳаси билан нисбий қоплаш топилади:

$$\gamma_i = \frac{x_{i2} - x_{i1}}{x_{\text{меъёри}}}, \quad (1.1)$$

бу ерда  $x_{i1}$  ва  $x_{i2}$  – қаралаётган  $i$ -ўлчаш чегарасининг юқори ва қуйи чегалари;  $x_{\text{меъёри}}$  – шу  $i$ -чегарадаги меъёрловчи қиймат.

Сўнгра максимал қиймат  $\gamma_{i \max}$  ни аниқланади. Қоплаш коэффициентининг максимал қиймати сифатида қаралаётган ўлчашлар чегараларининг бирида энг катта бўлиш коэффициенти танланади. Шундан сўнг асосий шкала сифатида қабул қилинган шкаладаги қиёсланиши лозим бўлган барча белгилар жойлашган соҳанинг чегаралари аниқланади. Бунинг учун фойдаланилаётган соҳани, барча сонли белгиларни, шу қаторда ўлчамларда



фойдаланиладиган асосий чегараларда бўлмаган сонли белгиларни ҳам қоплайдиган қилиб кенгайтириш амалга оширилади:

$$x'_{\Pi i} = x_{\text{меъёра}} \cdot \frac{x_{\Pi i}}{x_{\text{меъёри}}}, \quad (1.2)$$

$$x'_{\text{ю}i} = x_{\text{меъёра}} \cdot \frac{x_{\text{ю}i}}{x_{\text{меъёри}}}, \quad (1.3)$$

бу ерда  $x_{\text{меъёра}}$  – асосий чегараларда меъёрловчи қиймат,  $x_{\Pi i}$  ва  $x_{\text{ю}i}$  – мос равишда  $i$  – кичик диапазоннинг пастки ва юқори чегаралари.

Энди қиёслаш ҳажмини қисқартириш қиёсланадиган белгиларни шундай танлаш йўли билан амалга оширилиши мумкинки, бунда, бир томондан, уларнинг сони минимал бўлсин, бошқа томондан эса бу белгиларда қиёслаш натижалари бўйича ўлчаш воситаларини чегараланган соҳада талаб қилинаётган ишончлилик билан яроқли ёки нуқсонли деб тан олиш мумкин бўлсин.

Ёндош белгилардаги хатоликлар фарқининг мезони сифатида арзимас хатоликлар мезони ( $1/3$  мезон) олинади. Шунингдек, хатоликнинг учта қўшни белгидаги кўрсатишларга боғлиқлигининг, бу боғлиқлик унча катта эмас деб тахмин қилиниб, чизиқли аппроксимациялашдан ҳам фойдаланилади.

Юқори ва қуйи чегаравий белгилар  $x_1$ ,  $x_2$  га эга фойдаланилаётган қийматлар диапазонининг ичида энг яқин ётган белгиларни каби ва бу диапазондан ташқарида энг яқин ётган белгиларни каби белгилаймиз. У ҳолда  $x_1$ ,  $x_2$  нуқталарни қиёсланадиган нуқталар қаторига киритишнинг мақсадга мувофиқлик мезонини ушбу тенгсизликлар кўринишидаги пропорция орқали таърифлаш мумкин:

$$(x'_1 - x_1) > \frac{(x_1' - x_1'')}{3}, \quad (1.4)$$

$$(x'_2 - x_2) > \frac{(x_2'' - x_2')}{3}. \quad (1.5)$$

### 1.8.10 Қиёслаш ишлари учун аниқлик мезони бўйича ишчи эталонларни танлаш

Қиёслаш ишларини ўтказишда зарурий қиёслаш аниқлигини таъминловчи ишчи эталонларни танлаш энг катта қийинчилик туғдиради. Одатда, асбобнинг завод тавсифида қиёслаш схемаси

келтирилади ва қиёслашни ўтказиш учун тавсия этиладиган ўлчаш воситалар рўйхати берилади. Кўпинча, тавсия қилинган ўлчаш воситалар мавжуд бўлмади ва эквивалент (тенг кучли) алмаштириш масаласи юзага келади.

Ўлчаш воситаларни қиёслашда унинг хатолиги белгиланган нормалардан четга чиқиш-чиқмаслиги аниқланади, яъни аслида қиёслаш тартиби ўлчаш воситалар параметрларини рухсат этилиши текширувидир. Шу сабабли ишчи эталонларни танлаш масаласини ҳал этиш учун одатда рухсат этиш текширувида қўлланиладиган математик аппаратдан фойдаланиш мумкин. Бу ҳолда бошланғич маълумотлар қуйидагилардан иборат бўлади:

– текширилаётган параметрларнинг таркиби, номинал қийматлари ва қийматлар диапазони  $x_1, \dots, x_n$  ва, шунингдек, частотавий диапазонлари;

– ҳар бир текширилаётган параметрлар учун хато ва сезиларсиз бузилишлар эҳтимолликларининг рухсат этиладиган  $\alpha_{\delta_1 \text{рухс}}$  ва  $\beta_{\delta_1 \text{рухс}}$  қийматлари;

– текширилаётган параметрларнинг қийматлари учун рухсат этиш майдони чегаралари.

Қурилманинг параметрини текшириш учун ўлчаш воситаларини танлашда ўлчашларнинг рухсат этиладиган хатоликлари чегараси  $\Delta_{\text{рухс}}$  ни хато ва пайқалмаган бузилишлар шартли эҳтимолликларининг берилган қийматларига асосланиб топилади. Текширилаётган параметрнинг ва ўлчашлар хатоликларининг қийматлари Гаусс тақсимоти қонунлари бўйича тақсимланганда, текширув ва техник (бузилиш) рухсат этишлар  $\alpha_{\delta_1 \text{рухс}}$  ва  $\beta_{\delta_1 \text{рухс}}$  лар тенг бўлганда ушбу муносабатларни ҳисобланади:

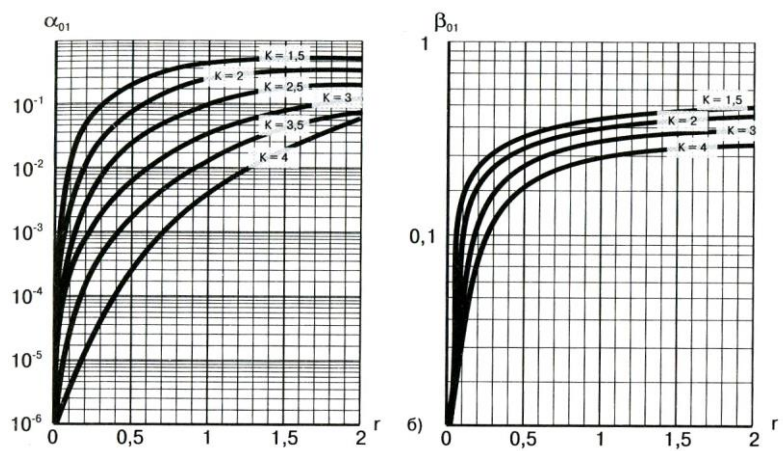
$$r = \sigma_y / \sigma_x, \quad (1.6)$$

$$K_{1(2)} = \Delta_{H1(2)} / \sigma_x, \quad (1.7)$$

бу ерда  $\sigma_x$  – текширилаётган параметрнинг ўртача квадратик оғиши;  $\sigma_y$  – шу параметрни ўлчашлар хатолигининг ўртача квадратик оғиши;  $\Delta_{H1(2)}$  – текширилаётган параметрнинг унинг номинал қийматидан рухсат этиш майдонининг чап (ўнг) чегарасигача бўлган рухсат этиш майдони энининг ярми.

$\alpha_{\delta_1}$  ва  $\beta_{\delta_1}$  нинг  $r$  ва  $K$  ларнинг турли қийматлари учун қийматлари 1.4-расмдаги номограммада келтирилган. Намойиш

этиш мақсадида аниқлик синфи 2,0 ва юқори ўлчаш чегараси 150 бўлган вольтметрни қиёслаш учун ишчи эталонни танлашни кўриб чиқамиз;



1.4-расм.  $r$  ва  $K$  ларнинг турли қийматлари учун номограмма

а) кўрсатишларнинг рухсат этиладиган оғишини  $\gamma = \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100$  муносабатдан аниқлаймиз. Бундан

$$\Delta = \frac{\gamma X_N}{100} = \frac{2 \cdot 150}{100} = \pm 3V;$$

б) текширилаётган параметрнинг қийматлари ўртача квадратик оғиши  $\sigma_x = 2,1$  V бўлган Гаусс қонуни бўйича тақсимланган;

в) хато бузилиш шартли эҳтимолликларининг рухсат этиладиган қийматлари

$$\alpha_{01\text{рухс}} = 0,02 \text{ ва } \beta_{01\text{рухс}} = 0,01;$$

г) (1.7) формуладан аниқлаймиз:

$$K_{1(2)} = \pm \frac{3}{2,1} = 1,42;$$

д) 1.4-а расмдаги номограмма бўйича  $r = 0,2$  қийматни танлаймиз, унинг учун  $\alpha_{01} \leq \alpha_{01\text{рухс}}$ ;

е) 1.4-б расмдаги номограмма бўйича  $r = 0,17$  қийматни танлаймиз, унинг учун  $\beta_{01} \leq \beta_{01\text{рухс}}$ ;

ж) ҳосил қилинган қийматлардан энг кичиги  $r = 0,17$  дан хатоликнинг ўртача квадратик қийматини аниқлаш учун фойдаланамиз:

$$\sigma_{\text{рухс}} = \sigma_q \cdot r = 0,1 \cdot 0,17 = 0,36;$$

з) параметрни ўлчашлар хатолигининг талаб қилинаётган рухсат этиладиган қийматининг юқори чегараси  $p=0,997$  ишончлилик эҳтимоллиги учун

$$\Delta_{ТАЛ} = 3\sigma_{рухс} = 3 \cdot 0,36 = 1,1;$$

и) ишчи эталоннинг талаб қилинадиган аниқлик синфи:

$$K_{ТАЛ} = \frac{100 \cdot \Delta_{ТАЛ}}{X_N} = \frac{100 \cdot 1,1}{150} = 0,73;$$

к) энг яқин, аммо «юқорироқ» аниқлик синфини танлаймиз:  $K_{НАМ} = 0,65;$

л) намуна ўлчаш воситаларнинг танланган аниқлик синфи учун абсолют хатолик:

$$\Delta_{НАМ} = \frac{K_{НАМ} \cdot X_N}{100} = \frac{0,65 \cdot 150}{100} = \pm 0,975V;$$

м) ишчи эталоннинг хатолик чегараси қиёсланаётган ўлчаш воситаларнинг а) бандда аниқланган ва  $\pm 3 V$  ни ташкил этган рухсат этиладиган оғишидан анча паст. Нисбат

$$\Delta / \Delta_{НАМ} = 3 / 0,975 = 4.$$

Бу ўтказилган ҳисоб-китобдан келиб чиқадиган асосий хулоса шундан иборатки, ишчи эталон қиёсланаётган эталондан 4 марта кичик хатоликка эга бўлиши керак. Метрология амалиётида қиёсланаётган ўлчаш воситаларнинг аниқлик синфига боғлиқ равишда, ишчи эталоннинг хатолиги қиёсланаётган ўлчаш воситаларнинг хатолигидан 3...5 марта паст бўлиши керак деб ҳисоблаш қабул қилинган. Юқори аниқликдаги ўлчаш воситалар учун 3 қиймат, камроқ аниқликдагилари учун эса 5 гача бўлган қийматлар рухсат этилади. Бу юқори аниқликдаги ўлчаш воситалар учун ишчи эталонларни танлаш қийинроқ бўлиши билан тушунтирилади.

### 1.8.11 Ўлчаш воситаларини қиёслаш услубияти

Қиёслаш усуллари ва воситаларини аниқлаб берадиган стандартлар ва норматив-техник ҳужжатлар асбобларни қиёслашда риоя қилиниши зарур бўлган умумий қоидаларни ўз ичига олади.

Маълум турдаги ўлчаш воситаларини қиёслаш услубиятини тузишда Давлат қиёслаш схемаларини ўрганиб чиқиш зарур.

Энг содда масала бевосита таъсирли асбобларни, яъни ўлчаш ахбороти сигналини тескари алоқани қўлламасдан бир ёки бир неча

марта ўзгартириладиган асбобларни қиёслаш услубиятини ишлаб чиқишдир. Бу турдаги асбоблар электр ўлчаш асбобларининг асосий қисмини ташкил этади. Бу гуруҳга амперметрлар, вольтметрлар, омметрлар, ваттметрлар ва, шунингдек, комбинацияланган асбоблар киради.

Бевосита таъсирли асбоблар учун қиёслашда ушбу операциялар умумийдир:

- асбобни ташқи қаровдан ўтказиш;
- синаб кўриш;
- қияликнинг (оғишнинг) асбоб кўрсатишига таъсирини аниқлаш;
- изоляциянинг электр мустаҳкамлигини текшириш ва изоляциянинг қаршилигини аниқлаш;
- кўрсатишларнинг асосий хатолигини ва вариацияларини аниқлаш; кўрсаткичнинг шкаланинг нол белгисига қайтмаслик катталигини аниқлаш;
- асбоб қўзғалувчан қисмининг тинчланиш вақтини аниқлаш;
- туташув қурилмасининг ишлаш хатолигини аниқлаш.

Мажбурий операциялар минимумининг аниқ рўйхати асбобнинг вазифаси ва қиёслаш турига боғлиқ равишда белгиланади.

*Ташқи қаровнинг вазифаси* ўлчашларда хатоларга олиб келиши, асбобнинг тез бузилишига сабаб бўлиши мумкин бўлган нуқсонларни аниқлашдан иборат.

**Электр мустаҳкамликни текшириш ва изоляция қаршилигини аниқлаш.** ўлчаш воситалари электр ўтказувчи қисмлари изоляциясининг электр мустаҳкамлигини ишлаб чиқаришдан ва таъмирлашдан кейин албатта синовдан ўтказилади. Ўлчаш воситасининг барча изоляцияланган электр занжирлари ва корпуси орасидаги изоляция 1 мин давомида 50 Hz частотали ўзгарувчан синусоидал кучланиш таъсирига чидаши керак. Бу кучланишнинг қиймати атрофдаги ҳавонинг меъерий температураси ва намлигида ўлчаш воситасининг номинал қийматига боғлиқ равишда меъёрланади. Айрим ҳолларда изоляцияни синаш ўзгармас токда ва юқори намликда ўтказилиши мумкин.

Изоляцияни синаш учун кучланишни нолдан синов кучланишнинг энг катта қийматигача равон ўзгартириш имконини берадиган махсус қурилмалардан фойдаланилади. Қурилманинг

асосини ростланувчи автотрансформатор ва кучайтирувчи трансформатор ташкил қилади. Қурилма чиқиш кучланишини 0 дан 2000 V гача равон ўзгартириш имконини беради. Чиқиш кучланишини текшириш трансформаторнинг иккиламчи занжирига уланган вольтметр ёрдамида ўтказилади. Қурилмада, одатда, чиқиш кучланиши ошганида, яъни синалаётган асбоб изоляциясининг қаршилиги паст бўлганида кучланишни автоматик узиш кўзда тутилади.

## 1.9 Ўлчашлар бирлигини таъминлаш тизими

Ўлчашлар инсон фаолиятининг энг муҳим элементи бўлиб, бутун тараққиёт давомида унга ҳамроҳ бўлиб келмоқда.

Ҳозирги вақтда мамлакат халқ жўжалигида ўтказилаётган ўлчашлар табиат ҳодисалари, моддий ва энергетик ресурслар, хом ашё, ярим тайёр маҳсулотлар, маҳсулот, атроф-муҳит объектларининг ҳолати, транспорт, телекоммуникация воситаларининг иш сифати, инсонлар хавфсизлиги ва соғлиғини сақлаш ҳақидаги миқдорий ахборот ва жамиятнинг моддий, илмий, техник салоҳияти, ижтимоий ишлаб чиқаришнинг эришилган даражаси, жамият аъзолари эҳтиёжларининг қаноатлантирилишини акс эттирувчи бошқа ахборотни олиш учун фойдаланиладиган асосий жараёнدير.

Барча бошқарув тузилмаларининг (структураларининг) энг содда технологик жараёнларни бошқаришдан тортиб, то давлат ва халқ хўжалигини бошқарув органларининг фаолияти ўлчашлар йўли билан олинган маълумотларга асосланади. Бошқарувнинг барча даражаларида ўлчаш ахбороти асосида қабул қилинадиган қарорларнинг тўғрилиги ҳар бир ўлчаш натижасининг тўғрилиги ва турли ўлчаш воситалари билан турли вақт ва турли шароитларда бажарилган ўлчашлар натижаларининг таққосланувчанлиги, яъни мамлакатда *ўлчашлар бирлиги*га риоя қилинишига боғлиқ.

Ҳозирги замон метрологик фаолиятнинг асосий тушунчаларидан бири бўлган *ўлчашлар бирлиги* дейилганда шундай ўлчашлар ҳолатига айтиладики, бунда уларнинг натижалари катталикларнинг қонунлаштирилган бирликларида ифодаланган бўлади ва ўлчашлар хатоликлари белгиланган чегараларда берилган эҳтимоллик билан ётади.

Ўлчашлар бирлиликка эришиш маҳсулот, хизматлар, технологияларнинг сифатини ва рақобатбардошлилигини таъминлаш бўйича барча ишлар, энергосамарадорлик ва энерготехнологиялик ва бошқа кўплаб масалаларни ҳал этиш учун асос бўлади.

### **1.9.1 Ўлчашлар бирлиликни таъминлаш тизимининг асосий элементлари**

Ўлчашлар бирлиликни таъминлаш ҳар бир мамлакат учун энг муҳим давлат вазифасидир. Ўлчашлар бирлиликка мамлакатнинг барча хўжалик субъектлари, уларнинг идоравий тобелиги ва мулкчилик шаклидан қатъий назар риоя қилиши лозим.

Ўзбекистонда ўлчашлар бирлиликка ўлчашлар бирлиликни таъминлаш тизими (ЎБТТ)нинг амал қилиши билан эришилади ва унинг асосий қоидалари Ўзбекистон Давлат стандарти O`z DSt 8.001:2010 билан ўрнатилган [75].

Бу тизимнинг мақсади, ҳалқ хўжалиги комплексининг барча фаолият соҳаларида мамлакатда ўлчашлар бирлиги ва талаб қилинадиган аниқликка эришишни таъминловчи шароитлар яратиш ва пировард натижада, бозор муносабатларининг ривожланиш шароитларида оқилона ташкил этилган ўлчашлар ва маҳсулотнинг барча шаклланиш босқичларида метрологик кузатув асосида маҳсулот сифати ва рақобатбардошлилигини таъминлашга кўмаклашишдан иборат.

Ўлчашлар бирлиликни таъминлаш бўйича ишларнинг илмий асоси метрология – ўлчашлар ҳақидаги фандир. Ҳозирги замон метрология фани ўз ичига учта асосий бўлимни олади:

– назарий метрология – метрологиянинг фундаментал асосларини яратишдан иборат бўлими;

– қонунлаштирувчи метрология – миллий метрология амалга оширадиган фаолиятга мансуб бўлиб бўлиб, бирликлар, ўлчаш усуллари, ўлчаш воситалари ва ўлчаш лабораторияларига оид давлат талабларини ўз ичига олади;

– амалий метрология – назарий метрологиянинг ишланмалари ва қонунлаштирувчи метрологиянинг қоидаларини амалда қўллаш масалаларидан иборат бўлган бўлими.

ЎБТТ нинг техник асослари қуйидагилардан иборат:

- катталиқлар бирликларини қайта ишлаб чиқиш ва сақлаш учун мўлжалланган миллий эталонлар комплекси;
- ўлчаш воситалари ва ўлчашларни бажариш услубиётларини қўллашнинг қонунийлигини ўрнатиш тизими;
- бирликлар ўлчамларини у билан мос бўлган барча ўлчаш воситаларига узатиш тизими.

ЎБТТ нинг ташкилий асоси Ўзбекистон метрология хизмати бўлиб, у давлат метрология хизмати ва юридик шахсларнинг метрология хизматларидан ташкил топган. Метрология хизматининг раҳбарий ва мувофиқлаштирувчи Маркази Миллий метрология органи – Ўзбекистон стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш агентлиги.

“Ўзстандарт” раҳбарлик қиладиган Давлат метрология хизмати ичига Давлат эталонлар маркази, ҳудудий стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаш марказлари, Стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш илмий-тадқиқот институти ҳамда бош метрология хизмати, стандарт намуналари марказларини ўз ичига олади.

Юридик шахсларнинг метрология хизматлари зарурат бўлганда давлат бошқарув органлари, бирлашмалар ва корхоналар томонидан бош ва таянч метрология хизматлари ва корхоналар хизматлари кўринишида тузилади.

Барча даражалардаги метрология хизматлари ўз ишларини давлат метрология хизматларининг ҳудудий органлари билан келишилган ҳолда ўз низомларига мувофиқ ташкил этадилар.

Юридик шахснинг хизмати ҳақидаги бир турли низомга қўйиладиган талаблар ЎзРД 54-011 да белгиланган.

### **1.9.2 Ўлчашлар бирлигини таъминлашнинг норматив-ҳуқуқий асоси**

Ҳозирги замон метрологиясида, бошқа табиий фанлардан фарқли, кўп сонли асосий қоидалар ўзаро келишув бўйича ўрнатилган. Бундай қоидалар жумласига катталиқлар бирликларига қўйиладиган талаблар, ўлчаш воситалари ва тартибларига қўйиладиган талаблар, ўлчаш воситалари тавсифларининг йўл қўйиладиган қийматларини ўрнатиш қоидалари ва нормалари, ўлчаш натижаларини қайта ишлаб чиқиш қоидалари ва бошқа бир қатор талаблар киради. Бундай қоидаларнинг биров бузилиши ҳам



мамлакатда хўжалик фаолиятининг буткул бузилишига олиб келиши мумкин. Шу муносабат билан асосий метрология меъёрлар ва қоидалар мамлакат олий қонун чиқарувчи ҳокимиятининг актлари орқали мажбурий тасдиқланиши лозим.

Ўлчашлар бирлигини таъминлаш соҳасида ишларнинг қонуний асослари – Ўзбекистон Республикасининг «Метрология тўғрисидаги» Қонунидир.

Қонуннинг асосий йўналиши белгиланган ҳуқуқий тартибни, давлат ва айрим шахсларнинг ҳуқуқ ва манфаатларини, ҳаққоний ўлчаш натижаларининг салбий оқибатларидан ҳимоя қилиш, ҳамда давлат бошқарув органлари ва хўжалик юритувчи субъектларнинг метрологик бошқарув органлари ва хўжалик юритувчи субъектларнинг метрологик фаолият бўйича муносабатларини тартибга солишдан иборат.

ЎБТТ нинг норматив-ҳуқуқий асоси *Ўзбекистон давлат ўлчашлар бирлигини таъминлаш тизими (ЎзДАТ)* бўлиб, давлат томонидан тартибга солинадиган, соҳада Ўзстандарт томонидан тасдиқланадиган ва мамлакат ҳудудида амалга киритиладиган, ўлчашлар бирлигини таъминлаш бўйича талаблар, меъёрлар ва ишларни ўтказиш тартибини аниқлайдиган, ўзаро боғланган ва ўзаро тақозо этиладиган халқаро, давлатлараро ва миллий норматив ва услубий ҳужжатлар.

Юқорида кўрсатиб ўтилган Ўзбекистон қонунлари ўлчашлар бирлигини таъминлаш соҳасида давлат стратегиясини белгилаб беради ва бу соҳадаги асос бўлувчи қонунчилик актларидир. ЎзДАТ ҳужжатлари, қонунчилик актларининг асосий қоидаларини ривожлантиради. Бундан ташқари, бу ҳужжатлар метрология соҳасида умумқабул қилинган халқаро ва ҳудудий (давлатлараро) қоидалар ва меъёрларга мос келади, бу эса давлатнинг жаҳон ҳамжамиятига саноат ва иқтисодий интеграциялашуви ва савдодаги техник тўсиқларни бартараф этишга ёрдам беради.

### **1.9.3 Метрологик текширув ва назорат**

Ўлчашлар бирлигига эришиш механизми давлат метрология хизмати органлари ва юридик шахслар метрология хизматлари томонидан амалга ошириладиган метрологик текширув ва назоратдан иборат.

Давлат метрологик текширув ва назоратининг асосий қоидалари Ўзбекистон Республикасининг «Метрология тўғрисидаги» Қонуни ва O`z DSt 8.002:2009 стандарти билан регламентланган [61]. Шу ҳужжатларнинг ўзида давлат метрология текшируви ва назоратининг объектлари, турлари ва шакллари белгиланган.

Ўлчаш жараёнининг қуйидаги барча элементлари давлат метрологик текширув ва назоратининг объектлари бўлади:

- катталиклар бирликлари;
- ўлчашларни бажариш услубиётлари;
- ўлчаш воситалари – бунга эталонлар, моддалар ва материаллар таркиби ва хоссаларининг стандарт намуналари, ахборот ўлчаш тизимлари ҳам киради;
- метрологик фаолиятни амалга оширувчи ходим.

*Давлат метрологик назорати* – ваколатланган давлат метрологик органларининг, ўрнатилган метрологик қоидалар ва нормаларга риоя қилинишини текшириш бўйича фаолиятидир.

Давлат метрологик текшируви атамаси орқали ваколатланган органлар ва шахсларнинг ўлчаш жараёнини бошқариш мақсадида ўлчаш жараёни элементларининг норматив ҳужжатларга мувофиқлигини баҳолаш бўйича фаолиятидир.

Давлат метрологик текширувининг асосий турлари – синовлар, ўлчаш воситаси турини метрологик аттестациялаш (шаҳодатлаш) ва тасдиқлаш, ўлчаш воситаларини қиёслаш, ўлчашларни бажариш услубиётларини метрологик аттестациялаш, метрологик ишларнинг айрим турларини ўтказиш ҳуқуқи бўйича аккредитлаш, ўлчаш воситаларини тайёрлаш, таъминлаш, ижарага бериш бўйича фаолиятни текшириш ва рўйхатга олиш, ҳужжатларни метрологик экспертиза қилиш, ходимларни аттестациялашдан иборат.

Ўзбекистонда 1992 йилгача амал қилиб келган қоидалардан фарқли, Ўзбекистон Республикасининг «Метрология тўғрисида»ги Қонуни, метрология талаблари мажбурий кучга эга бўлган соҳа давлат метрологик текширув ва назорати доирасини аниқ белгилаб беради. Бу доира ишлаб чиқариш соҳасига тегишли бўлмаган соҳалар томон кенгайтирилган ва ўз ичига соғлиқни сақлаш, савдо, моддий ресурслар ҳисоботи, меҳнат, маҳсулот, транспорт хавфсизлиги, атроф-муҳитни муҳофаза қилишни ўз ичига олади.

Шундай қилиб, ўлчаш жараёнлари ва уларнинг элементларига қўйиладиган мажбурий давлат талаблари, ўлчаш жараёнининг ёки унинг элементларининг тури ва тавсифига қараб эмас, балки бу жараёнларнинг вазифаларига боғлиқ равишда ўрнатилади.

Давлат метрологик текширув ва назорати соҳасидан ташқарида ўтказиладиган ўлчаш жараёнларига, масалан, маҳсулотни тайёрлашда қўйиладиган талабларни, ўлчаш жараёни фойдаланувчиси белгилайди ва бу талабларга риоя қилинишини текшириш корхона (ташкилот) амалга оширадиган метрологик текширув ва назорат объекти бўлади. Бу ҳолатда ЎзХЎТ ҳужжатлари талаблари тавсия тартибида ишлатилади.

Ўзбекистон Республикаси иқтисодиётининг ҳозирги замон ривожланиш босқичида давлат метрологик текширув ва назоратининг амал қилиш доираси ривожланган мамлакатлардагидан анчагина кенг ва хорижлик ҳамкорлар билан иқтисодий муносабатларни шакллантиришда буни албатта ҳисобга олиш лозим. «Метрология тўғрисида»ги Қонунда белгиланган бу жиҳатлар тадбиркорларнинг ташаббусини ривожлантириш ва мамлакатда бозор муносабатларини шаклланишига ёрдам беради.

Халқаро метрологик амалиётга асосан, давлат томонидан тартибга солинадиган доирадан ташқарида бажарилган ўлчашларга қўйиладиган талабларни шакллантиришда ўрнатилган метрологик қоидалар ва меъёрларга аниқ риоя қилиш тавсия этилади, чунки фақат уларгина бозор шароитларида маҳсулотнинг талаб қилинаётган сифатига ва рақобатбардошлигига эришишга ёрдам беради.

#### **1.9.4 Метрология соҳасидаги атамашунослик**

Метрологик терминлар, атамалар ва қоидаларнинг халқаро ва тармоқлараро аҳамиятини ҳисобга олинса, метрология атамашунослигининг бирлиги ва қабул қилинган тушунчаларга аниқ риоя қилиниши мамлакат ичидаги ҳамкорлар билан ҳам, унинг ташқарисидаги ҳамкорлар билан ҳам муносабатларни шакллантиришда ўзаро тушуниш ва ҳамкорликда ишлашда муҳим омил бўлади.

Ўзбекистонда метрологик атамалар ва уларнинг таърифлари Давлат стандарти O`z DSt 8.010:2002 ва халқаро тавсиявий ҳужжат РМГ29 да берилган [78].

Ўзбекистон Республикаси ҳудудида қўлланиладиган ҳар қандай норматив ва техник ҳужжатларда фойдаланиладиган метрологик атамалар расман тасдиқланган атамаларга мувофиқ бўлиши лозим.

### **1.10 Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг асос метрология хизмати**

Ўзбекистон Республикаси телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳаси ҳозирги вақтда жадал ривожланмоқда. Илғор ахборот-коммуникация технологиялари жорий қилинмоқда. Ўн минглаб халқаро ва шаҳарлараро алоқа каналлари ишга туширилди, минглаб километрли оптик толали ва радиореле алоқа линиялари ишга туширилди. Республикаимизнинг шаҳар ва туманларида шаҳар ва қишлоқ АТС ларининг юзминглаб янги рақамлари ишга туширилди.

Мингдан зиёд интернет-кафелар очилди ва ишлаб турибди, Интернетдан фойдаланувчилар сони ошиб бораяпти, мобил алоқадан фойдаланувчилар сони 20 миллиондан ошди. Кўрсатилаётган алоқа ва ахборотлаштириш хизматлари ҳажмлари, сифати ва рўйхати сезиларли даражада ўсиб бормоқда.

Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида энг янги ахборот ва телекоммуникация технологияларининг жорий этилиши билан ўлчашлар аниқлигига қўйиладиган талаблар кескин ошиб бормоқда. Соҳада ўлчашларнинг аниқлиги ва бирлигини таъминлаш бўйича аҳамияти ўсиб бормоқда.

«Метрология тўғрисидаги» Қонуннинг 14-моддаси талабларини амалга ошириш мақсадида Ўзбекистон Республикаси Алоқа вазирлигининг (ҳозирги ЎзРАТваКР вазирлиги) 1997 йил 11 июлдаги 225-сонли буйруғи билан Асос метрология хизмати (АМХ) тузилди ва «Ўзстандарт» агентлиги билан келишилган ҳолда Асос метрология хизмати ҳақидаги Низом амалга киритилди.

1998 йилда тармоқ ўлчашлар бирлигини таъминлаш тизимини ривожлантириш Концепцияси ишлаб чиқилди, унда телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари

соҳасининг хўжалик юритувчи субъектлари ва «Ўзстандарт» агентлиги орасида метрологик фаолият соҳасидаги ўзаро муносабатларнинг асосий тамойиллари белгилаб берилди. Тармоқда рўй берган ўзгаришлар ҳамда телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг кўрсатаётган хизматлари сифатига қўйиладиган талабларнинг ўсиши тармоқ концепциясининг қайта кўриб чиқиш заруратига олиб келди ва бу иш 2003 йили амалга оширилди.

Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида метрологик таъминот бўйича асосий вазифалар қуйидагилардан иборат:

- телекоммуникация ва ахборот - коммуникация технологиялари соҳасининг хўжалик юритувчи субъектларида ўлчашларнинг бирлигини ва талаб этиладиган аниқлигини таъминлаш учун ташкилий тузилмани такомиллаштириш;

- метрология бўйича ахборотни узатиш ва қабул қилиш сифатини таъминлайдиган нормалар, қоидалар ва талабларни аниқлаш, норматив ҳужжатлар жамғарамасини шакллантириш;

- ўлчаш воситаларни қиёслаш (калибрлаш), таъмирлаш ва ҳисоботини ташкил этиш ва ўтказиш;

- метрологик назоратни такомиллаштириш;

- мутахассисларнинг метрологик тайёрлигини ташкил этиш;

- метрологик шаҳодатлаш (аттестация) ва бошқалар.

Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳаси метрологик таъминотнинг ташкилий асосини қуйидагилар ташкил этади:

- Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлиги (ЎзРАТваКР вазирлиги);

- Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида стандартлаштириш бўйича техник қўмита (ТҚ);

- Асос метрология хизмати (АМХ);

- Алоқа, ахборотлаштириш ва телекоммуникация технологиялари соҳасида назорат бўйича давлат инспекцияси;

- Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг метрология хизматлари;

- Хўжалик юритувчи субъектларнинг метрологик таъминоти учун масъул шахслар.

АМХ ҳамда телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг метрология хизматлари «Ўзстандарт» агентлиги ва «Ўзстандарт» агентлигининг стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаш илмий-тадқиқот институти (СМС ИТИ) билан функционал ўзаро алоқани амалга оширадilar.

АМХ телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг хўжалик юритувчи субъектларини метрологик таъминоти вазифаларини амалга ошириш ишларига илмий-техник ва ташкилий-услубий раҳбарликни амалга оширади, ўлчашларнинг бирлиги ва талаб қилинадиган аниқлигини таъминлаш бўйича норматив ҳужжатларни ишлаб чиқади. Хўжалик юритувчи субъектлар томонидан қўлланилаётган ўлчаш воситалари ҳолатининг тизимли таҳлилинини амалга оширади ва метрологик таъминотни такомиллаштириш бўйича дастурлар ва режаларни ишлаб чиқади ва, шунингдек, хўжалик юритувчи субъектларнинг метрологик таъминоти ҳолати ва даражасини тавсифловчи материални тайёрлайди.

АМХ тармоқ ўлчаш воситалари реестрини юритади, ҳозирги замон ўлчаш воситаларининг 300 дан ортиқ тури киритилган «Соҳада қўлланиш учун тавсия этиладиган ўлчаш воситалари каталоги»ни доимий равишда янгилаб боради, «Тармоқ ҳисобот базаси», «ўлчаш воситаларининг автоматлаштирилган ҳисоботи»ни юритади.

АМХ хорижда ишлаб чиқарилган ўлчаш воситаларига доир метрологик тавсифларнинг тажрибавий тадқиқотини ўтказди, мазкур тадқиқотлар асосида метрологик шаҳодатлаш дастурлари ва услубиятларини ишлаб чиқади, «Ўзстандарт» агентлиги билан биргаликда уларни шаҳодатлашда иштирок этади.

Хўжалик юритувчи субъектларнинг метрологик таъминот бўйича фаолияти йиллик иш режаси асосида амалга оширилади. Хўжалик юритувчи субъектлар ишлар режасининг бажарилиши бўйича АМХ га ҳар чоракда ҳисобот берадилар, у эса хўжалик юритувчи субъектлар томонидан қўлланилаётган ўлчаш воситалар ҳолатининг тизимли таҳлилинини ўтказди, метрологик таъминотни такомиллаштириш бўйича дастурлар ва режаларни ишлаб чиқади ва, шунингдек, хўжалик юритувчи субъектларнинг метрологик таъминоти ҳолати ва даражасини тавсифловчи материалларни тайёрлайди.

Алоқа техникасида ўлчашлар билан шуғулланадиган мутахассисларни ўқитиш мақсадида АМХ телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг хўжалик юритувчи субъектлари учун техник машғулотлар ўтказди.

Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида метрологик назоратни доимий такомиллаштириш бўйича ишлар ўтказилади. АМХ мутахассислари алоқа, ахборотлаштириш ва телекоммуникация технологиялари соҳасида назорат бўйича давлат инспекцияси билан биргаликда соҳанинг корхоналарида метрологик таъминотнинг аҳволини доимий текшириб турадилар.

Соҳа хўжалик юритувчи субъектларининг метрологик ва эксплуатация хизматларини тезкор ахборот билан таъминлаш мақсадида АМХ ахборот излаш тизими, «Metrolog» маълумотлар базасини ишлаб чиқди ва ишга туширди. «Metrolog» ахборот излаш тизимининг маълумотлар базаси қуйидагиларни ўз ичига олади:

- метрология бўйича норматив ҳужжатлар;
- телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида қўлланиладиган ўлчаш воситалар каталоги;
- метрологик шаҳодатлаш услубиятлари;
- метрология таъминот тузилмаси;
- норматив-ҳуқуқий актлар.

Ўлчашлар бирлигини таъминлаш давлат ва тармоқ тизимларини шакллантириш қуйидаги вазифаларни ўз ичига олади:

- телекоммуникация ва ахборот - коммуникация технологиялари соҳасида параметрлар ва хизматларни ўлчашлар бирлигини ва талаб қилинадиган аниқликларини таъминлаш ишларини бажаришнинг талаб қилинадиган даражасини шакллантириш бўйича ишларни такомиллаштириш;

- телекоммуникация ва ахборот - коммуникация технологиялари соҳаси метрологик таъминотининг норматив базасини (асосини) метрология соҳасидаги халқаро нормалар, қоидалар ва талаблар билан уйғунлаштириш;

- телекоммуникация ва ахборот - коммуникация технологиялари соҳасида метрологик назорат ва текширувни такомиллаштириш;

- телекоммуникация ва ахборот - коммуникация технологиялари соҳасида ўлчашлар бирлигини таъминлаш

бўйича илмий тадқиқотлар ўтказиш, метрология бўйича дастурлар, услубиятлар ва бошқа ҳужжатларни ишлаб чиқиш;

– соҳанинг метрологик таъминоти бўйича мавжуд тажрибани ўрганиш ва таҳлил қилиш, уни янада такомиллаштириш ва ривожлантириш бўйича таклифларни ишлаб чиқиш;

– уланишлар узунлигини ўлчаш воситаларининг (УУЎВ) метрологик таъминоти бўйича ишларни давом эттириш;

– ахборот излаш тизими «Metrolog»нинг маълумотлар базасини такомиллаштириш ва ахборот билан тўлдириш бўйича ишларни давом эттириш;

– телекоммуникация ва ахборот - коммуникация технологиялари соҳасига замонавий ўлчаш воситаларни, ахборот-ўлчаш тизимларини ва ўлчаш усулларини жорий қилиш, шу жумладан, мос дастурий таъминотли виртуал ўлчаш воситаларини жорий этиш, бу эса ўлчашлар натижаларини узоқликдаги маълумотлар базаларидан фойдаланиб узатиш, қайд этиш ва ишлов беришга имкон беради;

– телекоммуникация ва ахборот - коммуникация технологиялари соҳасининг ўлчашлар билан шуғулланадиган метрология хизматлари, ўлчаш лабораториялари ва мутахассислари амалиётига «ўлчашларнинг ноаниқлиги» тушунчасини киритиш;

– АМХ қошидаги мавжуд Сервис марказининг республикага кўп сондаги ўлчаш воситаларни етказиб бераётган бошқа компаниялар ва фирмалар билан олиб бораётган фаолият соҳасини кенгайтириш;

– маънавий эскирган ўлчаш воситалар паркини босқичма-босқич алмаштириш;

– метрология хизматларини замонавий намунавий ўлчаш воситалар билан, шу жумладан, оптик диапазонни ўлчаш воситаларни қиёслаш учун намунавий ўлчаш воситалар билан жиҳозлаш;

– ўлчашлар бирлигини таъминлаш соҳасидаги халқаро тажрибанинг тамойиллари ва усулларини таҳлил қилиш ва фойдаланиш, уни телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасига жорий этиш;

– телекоммуникация ва ахборот - коммуникация технологиялари соҳаси мутахассисларини метрология соҳаси бўйича ўқитиш дастурларини такомиллаштириш.



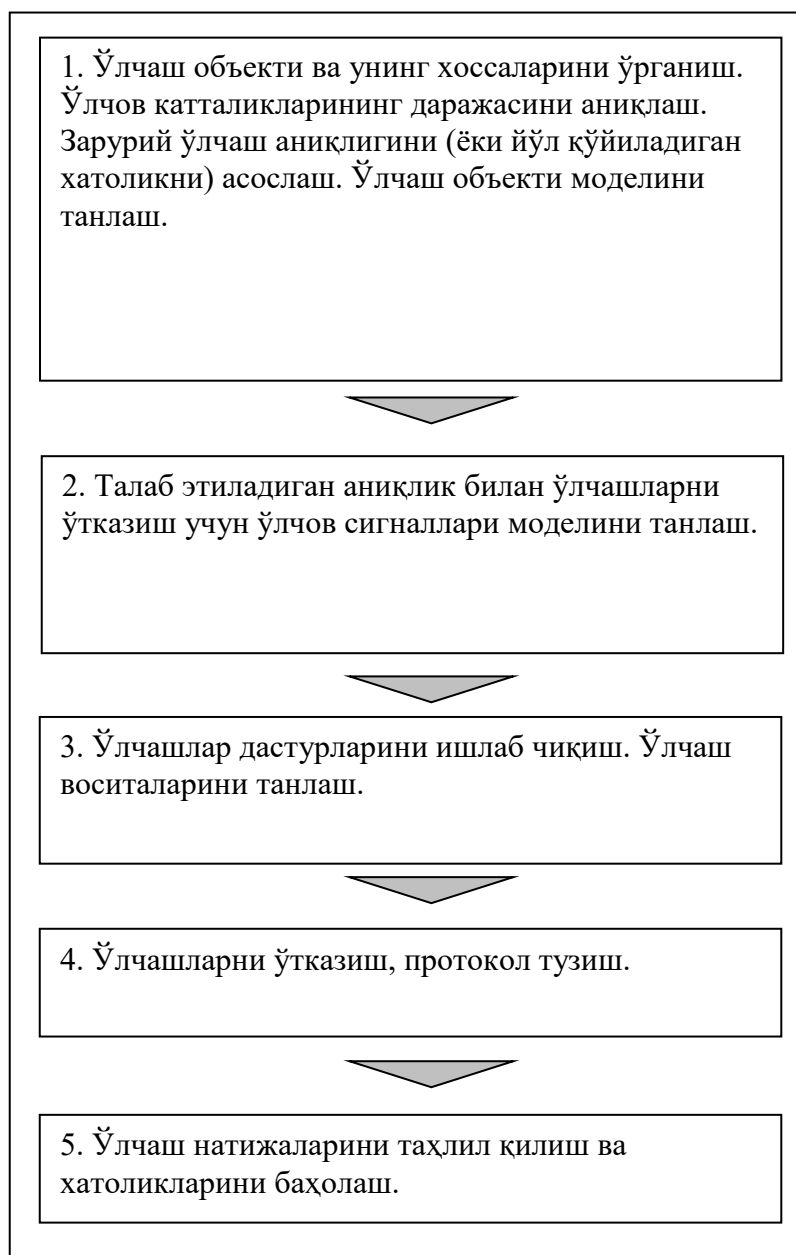
## 1.11 Ўлчаш тажрибасини режалаштириш. Объект ва ўлчаш сигналлари моделлари

Ўлчаш сигналлари ва объектлар моделлари ҳар қандай ўлчаш тартиби ўлчаш объектининг хусусиятини тажрибавий текшириш мақсадида амалга оширилади. Тўғри қўйилган тажриба олдиндан режалаштирилган бўлиши керак. 1.5-расмда тажрибани ўтказиш ва режалаштириш босқичлари кетма-кетлиги келтирилган. Объектни ўрганишни ўлчашни ўтказишдан олдин бошлаш зарур. Албатта, гап жуда мураккаб объектлар тўғрисида кетяпти. Бир хил ҳолларда содда ўлчаш масалалари ўз ечимига эга эмас. Масалан, шундай бўлиши мумкинки, сотиб олишда, агар гап бутун рақам тўғрисида бўлса, 1 kg болтларни аниқ ўлчаш мумкин бўлмай қолади. Айрим маҳсулотнинг массаси қанчалик катта бўлса, керакли масса катталигидан оғишлар шунчалик кўп бўлади. Берилган ҳолатда ўлчаш объекти дискрет структурага эга ва масала ечилиш хатолиги  $\pm m$  айрим маҳсулот катталигига яқинлашади. Агар бундай хатоликка йўл қўйилса, унда юқори аниқликка эга тарозиларни ишлатиш маъносиз бўлар эди. Бошқа ечим ҳам бўлиши мумкин: 1 kg аниқ массани ўлчашдан воз кечиш керак, тарозида бирмунча кўп ёки бирмунча кам тортиш керак ҳамда маҳсулотнинг нархини аниқлаганда бу фарқни ҳисобга олиш керак. Бу ерда мутлоқ аниқ ечиш йўли бўлиши мумкин эмас, чунки пул бирлиги 1 тийиннинг дискретлиги мавжуд. Сўзсиз, иккинчи ечим рационал ва шунинг учун амалиётда шундай қилинади.

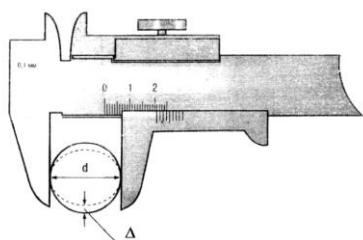
Мураккаб объектлар ҳолатида телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида кўп учрайдиган, оптимал ечимни танлаш аниқ эмас ва реал объект унинг модели билан алмаштирилади. Афсуски, ўлчашлар билан иш юритувчи кўп мутахассислар шуни эсдан чиқариб қўядиларки, ўлчаш услубиятини ишлаб чиқиб, улар ҳақиқатда объект модели билан иш олиб борадилар, лекин у абсолют аниқ бўлмайди ва унинг ҳамма хусусиятлари акс этмайди.

Моделлаштиришда идеаллаштириш ва абстрактланган тартибларни ишлатадилар. Моделлаштиришнинг бу хусусияти гап мураккаб тизимлар ва ҳар хил моҳиятли кўп сонли ўзаро боғлиқ ҳар хил табиатли факторлар бўлганда қўлланилади. Бундай тизимларга сўзсиз телекоммуникация тизимлари тааллуқли. Бундай тизимларни ишлаб чиқишда Максвелл тенгламаларини ишлатиб ва

маълум чегаравий шартларда, узлуксиз вақт детерминлашган функцияни ва Фурье, Лаплас, Котельников ўзгартиришлари, реал жараёнлар моделлари билан иш олиб борилади.



1.5-расм.



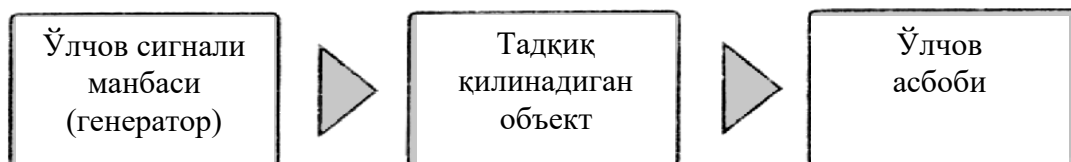
1.6-расм.

Моделни тўғри танлаш, реал объект хусусияти тўғрисида гипотеза асоси реал объект хусусияти, уни объектга адекватлиги даражасини натижалар асосланганлиги, текшириш объекти ҳолатини баҳолаш ва олдиндан айтиб бериш ишончлилиги, ўлчашдаги моделни

ишлатиладиган қийматини, ҳатто метрологияни ўрганиш бошланғич даражасида содда мисолда баҳолаш мумкин. Тасаввур этамиз, айтайлик токарлик станогида тайёрланадиган баъзи деталлар катталикларини ўлчаш лозим. Биринчи тасаввурда детал модели бўлиб доиравий цилиндр хизмат қилади. Талаб қилинган ҳужжатдаги аниқлик билан ( $\pm 10$  mm тартибда) диаметрини ўлчаш талаб қилинади. Агар  $\pm 1$  mm хатолиги билан диаметрни топиш талаб қилинган бўлса, унда «доира» модели, шубҳасиз, объектга адекват, физик маънога эга ва 1.6-расмда кўрсатилгандек натижа оддий штангенциркуль орқали битта ўлчашда олиниши мумкин. Бундай шароитда ўлчаш натижалари, ҳар хил йўналишда олиб борилган эҳтимоллар ҳаммаси мос келади. Бошқача йўл тутилганда, йўл қўйилган оғиш  $\pm 1$  мкм дан ортмайди.

1.6-расмдан кўриниб турибдики, объект ҳақиқий шакли пунктир чизиғи билан акс эттирилган, эллипс шаклида ва модел диаметри  $d$ , оғиши  $\Delta$  орқали белгиланган, йўл қўйилган оғиш  $1$  мкм дан ортади. Қўйилган масаланинг ечими йўқ, чунки детални айлантирганда ҳар гал янги натижа олинади. ўлчашлар натижаларини бир хил бўлмаганлиги моделни (доирани) адекват бўлмаганлигини ажратиб беради, физик диаметри йўқлиги, чунки диаметр фақат доирага хос ва фақат битта катталикка эга бўлиши мумкинлигидадир. Ўлчаш усулини ҳеч қандай мукаммаллаштиришсиз диаметрни топиш мумкин эмас, чунки у табиатан мавжуд эмас.

Алоқа техникасида ўлчашларни олиб борганда электрик сигналлар кенг ишлатилади. 1.7-расмда ўлчаш сигналларини қўллаш асосий ғояси намойиш қилинди. 1.7-расмда кўрингандек текшириш объектига генератордан қабул қилинадиган ўлчаш сигнали таъсир этади.



1.7-расм.

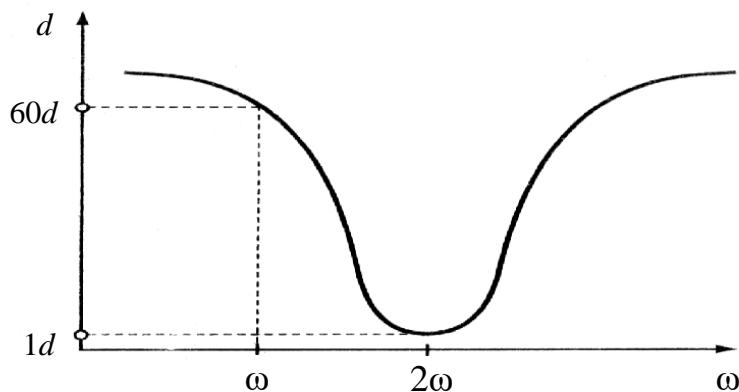
Генератор турини танлаш ва мос равишда ўлчаш сигнали ўрганилиши зарур бўлган объект хусусиятлари билан белгиланади. Масалан, объект сифатида аналог сигналларнинг кучайтиргичи

қабул қилинса, унда эҳтимолга яқин генератор сифатида мос частота диапазоли ва талаб қилинган амплитудаси билан гармоник сигналлар генераторини қўллаш мумкин. Сигнални танлаб, биз унинг ҳақиқий моделини танлаймиз, чунки гармоник сигнални мутлоқ аниқ ишлаб чиқарувчи генераторни тузиш мумкин эмас.

Реал сигналнинг оғишлари белгиланган ўлчаш йўли билан аниқланади. Охирги боғланувчи бўлиб ўлчаш воситаси – ўлчаш сигналига текшириляётган объектга жавобни таҳлилчиси ҳисобланади. Унинг танловчи чиқиш сигнали текшириляётган объект тўғрисида қидириляётган маълумотни ўз ичига қамраб олган  $u$  параметри билан белгиланади. Эҳтимол, тажриба жараёнида ўлчаш воситалари ўзгаради ёки текшириляётган объект чиқишига бирданига бир нечта воситалар уланади (масалан, вольтметр, ночизикли бузилишлар ўлчагичи, осциллограф ва бошқ.).

Олиб борилган иш натижаси текшириляётган объект хусусиятлари тўғрисидаги маълумотлар, яъни аниқлик, ишонччилик бўлиб, ўлчаш сигнали қабул қилинган моделга мос келиши ёки келмаслиги каби муҳим даражага боғланади. Реал сигналнинг кичик оғишлари қабул қилинган моделдан ўлчаш натижасига қандай қилиб таъсир этишини қуйидаги содда мисолдан кўриш мумкин.

Тахмин қиламиз, 1.7-расмга мос равишда филтърнинг частота тавсифини, яъни филтър сўнишининг частотага боғлиқлигини ўлчаш олиб борилади. Шундай қилиб, филтър тадқиқот объекти бўлиб қолади. Бу ҳолатда сигнал манбаси сифатида частота бўйича қайта созланадиган гармоник сигнал генератори ва ўлчаш воситаси сифатида оддий вольтметр ишлатилади. Филтър сўниш тавсифи 1.8-расмда кўрсатилган кўринишга эга.



1.8-расм.

$\omega$  частота бўйича сўнишни ўлчаш учун текширилаётган объект киришига  $U_{\text{кир}}$  сигнални ўрнатиш ва чиқишдаги сигнал  $U_{\text{чик}}$  ни ўлчаш зарур бўлади. Фильтр томонидан киритилаётган сўниш қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$a = 20 \lg U_{\text{кир}} / U_{\text{чик}}.$$

Тахмин қиламиз, кириш сигнали қуйидаги ифодадан аниқланади:  $U_{\text{кир}} = 100 \sin \omega_1 t$ . Фараз қилайлик, сигнал амплитудаси 100 mV ни ташкил этади.  $\omega_1$  частотада сўниш 60 dB ни ташкил этади (яъни сигнал 1000 марта сўнади), ўлчаш воситаси 0,1 mV кучланишни кўрсатиши керак. Тахмин қиламиз, генератор томонидан чиқариладиган ўлчаш сигнали ҳақиқатда тоза гармоник эмас ва иккинчи гармоникани ўз ичига олган, яъни

$$U_{\text{кир}} = U_{\text{кир1}} + U_{\text{кир2}} = 100 \sin \omega_1 t + 2 \sin 2\omega_1 t.$$

Охирги ифодадан кўриниб турибдики, иккинчи гармоника амплитудаси 2 mV ни ташкил этади ва демак, биринчи назар ташлаганда ўлчаш натижасига таъсир этиши мумкин эмас, чунки асосий сигнал катталигидан 2% ни ташкил этади. Ҳақиқатда эса нима бўлишини текширамиз. Биринчи гармоника катталиги биринчи ҳолатидан 1000 марта камаяди ва 0,1 mV ни ташкил этади. Иккинчи гармоника амплитудаси анча кам ўзгаради. 1.8-расмдан кўриниб турибдики,  $2\omega_1$  частотага сўниш эгри чизиғи минимуми мос келади. У учун сўниш 1 dB (яъни у 1,12 марта сўнади) ва амплитудаси  $2/1,12 = 1,78$  mV га тенг. Шундай қилиб, чиқиш қурилмасининг иккинчи гармоникаси  $1,78/0,1 = 17,8$  марта асосийсидан кўплиги маълум бўлади. Агар асосий гармоникани инобатга олмасак, унда маълум бўладики, асбоб кўрсатган кучланиши 1,78 mV, сўниш эса

$$a = 20 \lg 100/1,78 = 35 \text{ dB}.$$

Маълум бўладики, ўтказилган тажрибани қониқарли деб бўлмайди. Олинган натижа 60 dB га тенг тўғри қийматидан анча йироқ. Реал сигналнинг унинг моделидан кам йироқлигини эътиборга олиш керак. Иккинчи гармоника амплитудаси асосий гармоникадан атиги 2% ни ташкил этади. ўлчашнинг катта хатолиги тадқиқот қилинадиган объект хусусияти билан сўзсиз боғланган. Шундай бўлдики, сўниш эгри чизиғи минимуми иккинчи гармоника частотасига аниқ тўғри келди.

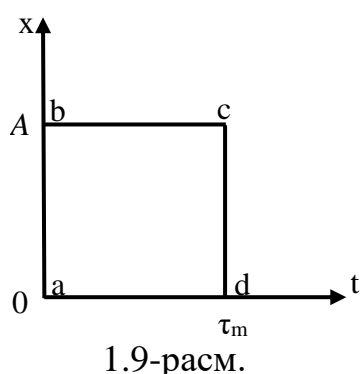
Бошқа объектни тадқиқот қилинганда бундай хатолик бўлиши ҳам мумкин эмас. Аммо келтирилган мисол кўрсатадики, тадқиқот

объектини пухта ўрганиш ва ўлчаш воситасини тўғри танлаш зарур. Бу нафақат генератор ва вольтметрга тааллуқли. Агар генераторни ўзгартирмасдан, тадқиқот объекти чиқишидаги кучланишни ўлчайдиган восита сифатида танловчи (селектор) вольтметрни танлаб, ўлчашларни олиб боришда уни биринчи гармоника частотасига созланса, ўлчаш хатолигини анча камайтириш мумкин.

## Ўлчаш сигналлари моделлари

### 1. Тўғри бурчакли импульс

График усулда аниқлаш



Аналитик усулда аниқлаш

$$x(t) = \begin{cases} 0; & t < 0, \\ A_0, & 0 \leq t \leq \tau_0, \\ 0; & t > \tau_0. \end{cases}$$

$\tau_T$  – тўғри бурчакли импульс (ТБИ)

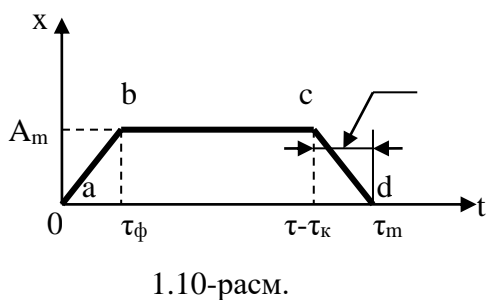
давомийлиги;

$A_T$  – тўғри бурчакли импульснинг пик қиймати;

$ab$  бўлаги ТБИ фронти;  $bc$  – ТБИ чўққиси;  $cd$  – ТБИ кесими.

### 2. Трапециясимон импульс

График усулда аниқлаш



Аналитик усулда аниқлаш

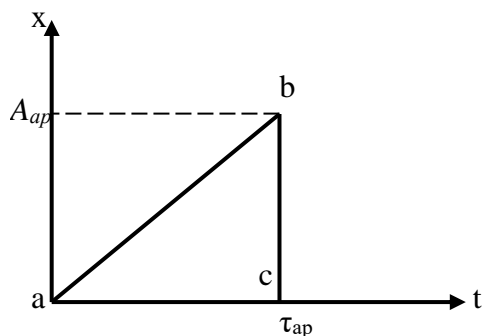
$$X(t) = \begin{cases} A_T \frac{1}{t_\phi}; & 0 \leq t \leq \tau_\phi; \\ A_T; & \tau_\phi \leq t \leq \tau_\phi - \tau_\kappa; \\ A_T \left( 1 - \frac{t - \tau_T + \tau_\kappa}{\tau_\kappa} \right); & \tau_T - \tau_\kappa \leq t \leq \tau_T; \\ 0; & t \geq \tau_T. \end{cases}$$

$A_m$  – трапециясимон импульс (ТИ) нинг пик қиймати;

$\tau_T$  – давомийлиги;  $\tau_\phi$  – ТИ фронт давомийлиги;  $\tau_K$  – ТИ кесими давомийлиги.

### 3. Аррасимон импульс

График усулда аниқлаш

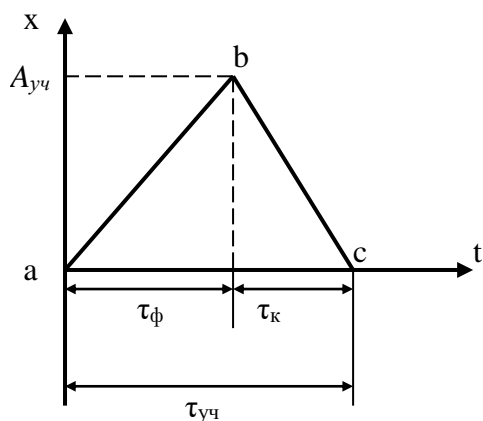


1.11-расм.

Аналитик усулда аниқлаш

$$X(t) = \begin{cases} 0; & t < 0; \\ \frac{A_{ap}t}{t_{ap}}; & 0 \leq t \leq \tau_{ap}; \\ 0; & t \geq \tau_{ap}. \end{cases}$$

$A_{ap}$  – аррасимон импульс (АрИ) нинг пик қиймати;  
 $\tau_{ap}$  – АрИ давомийлиги;  $ab$  бўлак АрИ нинг тўғри йўли,  $bc$  – тескари йўли.



1.12-расм.

### 4. Учбурчак импульс

График усулда аниқлаш

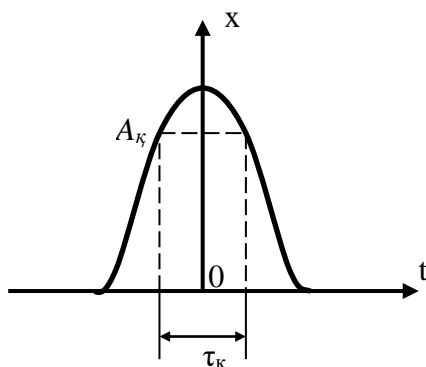
Аналитик усулда аниқлаш

$$X(t) = \begin{cases} 0; & t < 0; \\ \frac{A_{uch}t}{t}; & 0 \leq t \leq \tau_\phi; \\ A_{uch} \left( 1 - \frac{t - \tau_\phi}{\tau_K} \right); & \tau_\phi \leq t \leq \tau_{uch}; \\ 0; & t > \tau_{uch}. \end{cases}$$

$ab$  бўлак – учбурчак импульс (УИ) фронти;  
 $bc$  – УИ кесими деб номланади.

## 5. Қўнғироқсимон импульс

График усулда аниқлаш



1.13-расм.

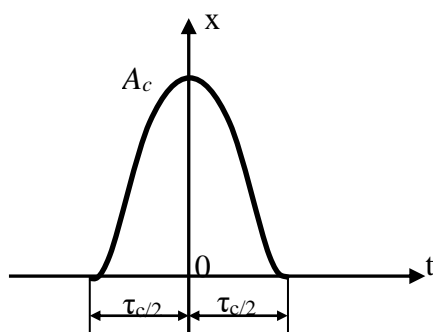
Аналитик усулда аниқлаш

$$X(t) = A_k e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t}{\tau_k}\right)^2}$$

$A_k$  – қўнғироқсимон импульс (ҚИ) пик қиймати;  
 $2\tau_k$  – қўнғироқсимон импульс эгилиш нуқталари орасидаги вақт оралиғи ( $0,606A_k$  даражаси бўйича аниқланади).

## 6. Косинус квадратли импульс

График усулда аниқлаш



1.14-расм.

Аналитик усулда аниқлаш

$$X(t) = \begin{cases} A_c \cos^2 \frac{\pi}{\tau_c} t; & \frac{\tau_c}{2} \leq t \leq \frac{\tau_c}{2}; \\ 0; & |t| > \frac{\tau_c}{2} \end{cases}$$

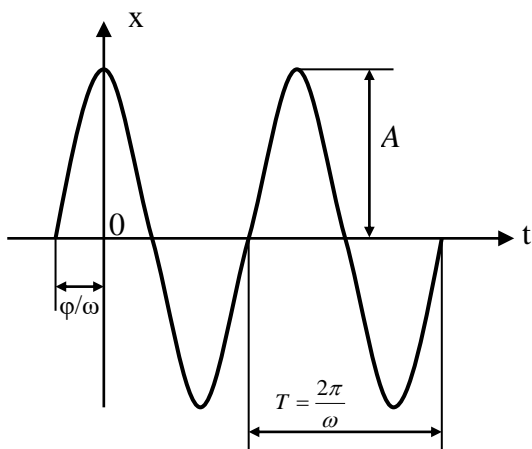
$A_c$  – косинус квадратли импульснинг пик қиймати;  
 $\tau_c$  – косинус квадратли импульснинг давомийлиги ( $\tau_c$  параметрнинг қиймати  $A_c$  даражаси бўйича аниқланади).



## 7. Гармоник сигнал

График усулда аниқлаш

Аналитик усулда аниқлаш



$$X(t) = A \sin(\omega t + \varphi);$$

$$-\infty < t < \infty$$

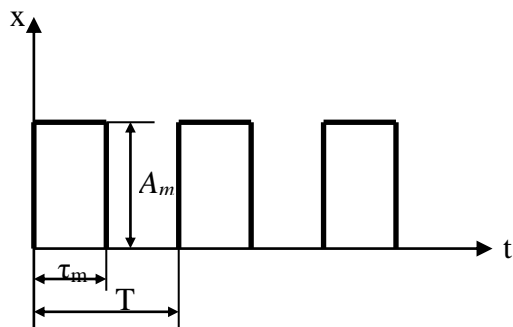
1.15-расм.

$A$  – гармоник сигнал амплитудаси;  
 $\omega$  – доиравий частота;  
 $\varphi$  – бошланғич фаза.

## 8. Тўғри бурчакли импульсларнинг даврий кетма-кетлиги

График усулда аниқлаш

Аналитик усулда аниқлаш



$$X(t) = \begin{cases} A_T, kT \leq t \leq kT + \tau_T \\ 0, kT + \tau_T < t < kT \end{cases}$$

1.16-расм.

$T/\tau_T$  нисбати ўтказишга мойиллик деб номланади ва уни тескари катталиги тўлдирувчи коэффициенти деб,  $T/\tau_T = 2$  импульсларнинг даврий катталиги меандр деб аталади.

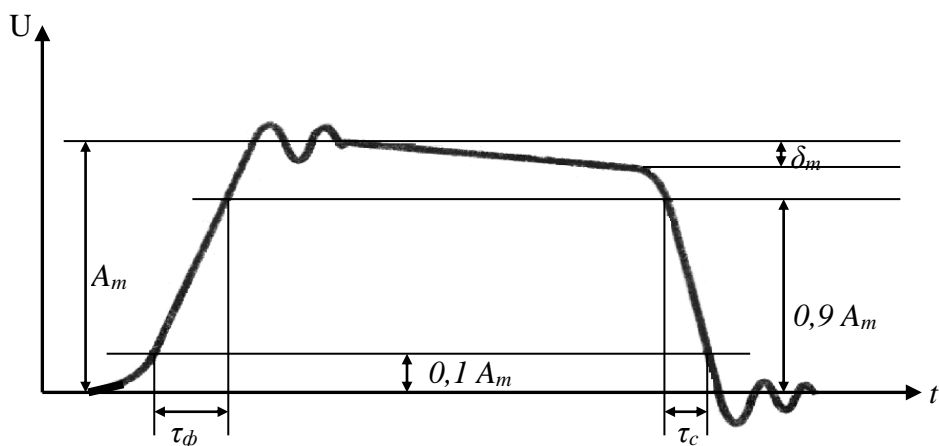
## 9. Реал ўлчаш сигналлари ва уларнинг моделдан фарқи

Ўлчашларни режалаштириш ва ўтказишда реал сигналнинг олдин кўриб чиқилган сигналдан фарқини ҳисобга олиш керак. Шакллантириш жараёнида ва сигнални ҳар хил ўзгартириш жараёнларида унинг шаклини бузилиши бўлиб ўтади. Қоида бўйича ҳар қандай вақт ҳам идеал сигналларни қабул қилинган модел мослигида шакллантириш мумкин эмас. Шундай қилиб, вақт бўйича доимийлиги нолга тенг бўлган импульсни шакллантириш мумкин эмас. Реал аппаратурада паразит сифимлар бор, уларда кучланишнинг ғоят тез сакраши мумкин эмас. Кучланишни вақтга идеал бир текис боғланишини шакллантириш принципиал мумкин эмас. Одатда бундай кучланиш конденсаторнинг заряди ва разряди орқали шакллантирилади, аммо реал занжирлар қаршилиги бор. Шунинг учун конденсаторнинг заряди ва разряди бир текис эмас, балки экспоненциал қонун бўйича амалга оширилади. Нотекисликни коррекция қилиш мумкин, аммо қолдиқли нотекислик ҳар вақт мавжуд.

Сигналларни кучайтиришда чизиқли, фазали ва нотекисли бузилишлар пайдо бўлади. Сигналлар бу бузилишлар таъсирига ҳар хил жавоб берадилар. Шунини мисол қилиш мумкинки, частота бузилишлари (частота тавсифининг тушиши ва кўтарилиши) импульс шаклини кераклигича ўзгатириши мумкин, аммо бунда гармоник сигналнинг шакли ўзгармас бўлиб қолади. Шу вақт ичида ночизиқли бузилишлар (масалан, сигналнинг чекланиши) тўғри бурчакли импульслар шаклига таъсир этмайди, аммо гармоник сигналда дарҳол пайдо бўлади. Ўлчаш сигналларининг бузилишларга учраши асло камчилиги эмас. Аксинча, ўлчашларни олиб борганда ўлчаш сигнали шаклининг ўзгариши бўйича текширилаётган объект тавсифи тўғрисида фикр қилинади, аммо ўлчаш объекти киришигача сигнал имконият борича идеал сигналга яқинлашиши керак, яъни моделга мос бўлиши керак. Тадқиқот объектига тушишдан олдин сигнал бузилиши нимага олиб келиши 1.8-расмда кўриб чиқилган. Тўғри бурчакли импульс шаклини осциллограф экранида одатдагидек ишлаб чиқарилишини кўриб чиқамиз.

1.17-расмда  $\tau_{\phi}$  – импульс фронти давомийлиги, у сигналнинг  $0,1A_T$  даражадан  $0,9A_T$  даражагача ўсиш вақти сифатида баҳоланади;  $\delta_T$  – тўғрибурчакли импульс чўққисининг нотекислиги.

1.17-расмдан кўришиб турибдики, импульс осциллограммаси фронт импульсидан кейин ҳам, уни сўнишидан кейин ҳам чайқалишга эга. Шундай қилиб, санаб ўтилган импульс шакли бузилишлари ҳар хил сабабларга кўра ҳосил бўлади, уларни электр занжирларда ўтадиган конкрет ҳодисаларга боғлаб кўриб чиқиш мақсадга мувофиқдир.



1.17-расм.

### Назорат саволлари

1. Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг метрологик таъминотини шакллантирилишининг асослари нимадан иборат?
2. Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида метрологик таъминот бўйича стандартларнинг қандай даражалари ўрнатилган?
3. Давлат стандартлари томонидан қандай талаблар белгиланади?
4. Тармоқ стандартлари томонидан қандай талаблар белгиланади?
5. Корхона стандартлари қаерда қўлланилади?
6. «Метрология бўйича ишларни ташкил этиш» атамаси нимани билдиради?
7. Метрологик таъминот бўйича ишлар мажмуасига қандай иш турлари киради?
8. Ўлчаш воситаларини ташкил этиш ва қиёслаш бўйича умумий қоидаларни қайси норматив ҳужжат белгилайди?
9. Ўлчаш воситаларини қиёслаш натижаси нимадан иборат бўлади?

10. Қиёслаш ҳақидаги тамға ва гувоҳноманинг шакллари қандай давлат норматив ҳужжатларида белгиланган?

11. Нечта қиёслаш тури кўзда тутилган? Қиёслаш турларини айтиб беринг.

12. Дастлабки қиёслаш, даврий қиёслаш, навбатдан ташқари қиёслаш, инспекцион қиёслаш ва эксперт қиёслаш қайси ҳолларда ўтказилади?

13. Ўзбекистон Республикасида ўлчашлар бирлигини таъминлашнинг энг муҳим воситаси нимадан иборат?

14. Қандай ўлчаш воситалари қиёслаш билан қамраб олиниши лозим?

15. Қандай ўлчаш воситалари қўлланишга яроқли бўлади?

16. Қиёслаш даврийлиги нимага боғлиқ?

17. Даврий қиёслашнинг қайси муддати ҳақиқийдир?

18. Ўлчаш воситаларини қиёслашни эксплуатация жойида амалга оширилганда жисмоний ва юридик шахслар қандай шароитлар яратиб беришлари керак?

19. Қиёслашлар ўртасидаги оралик нима?

20. Қиёслашлар орасидаги ораликни ҳисоблашга асос қилиб олинган 4 та асосий омилни айтиб беринг.

21. «Метрологик яроқлилик коэффиценти» нима?

22. Қиёслаш лабораториялари хоналари учун қандай талаблар қўйилади?

23. Қиёслашнинг ўтказишда қиёсловчи қайси ҳужжатларга амал қилади?

24. Қиёслаш жараёни қайси босқичлардан ташкил топади?

25. Қиёсловчи «қиёслаш операцияси» босқичида қайси операцияларни ўтказади?

26. Қиёсловчи «Қиёслашга тайёргарлик» босқичида қайси операцияларни бажаради?

27. Қиёсловчи «Қиёслаш шароитлари» босқичида қайси операцияларни бажаради?

28. Қиёсловчи «Қиёслашни ўтказиш» босқичида қайси операцияларни бажаради?

29. «Ташқи кўрик» босқичида қиёсловчи қайси операцияларни бажаради?

30. Қиёсловчи «Синаш» босқичида қайси операцияларни ўтказади?

31. Метрологик параметрларни аниқлашда қиёсловчи нимадан фойдаланади?

32. Қиёслашнинг ҳар бир операциясини бажаришда қиёсловчи нимани билиши керак?

33. «Қиёслаш натижаларини расмийлаштириш»да қиёсловчи қайси операцияларни бажаради?

34. Қиёслаш далолатномасида нималар акс эттирилади?

35. Ижобий қиёслаш натижаси қандай расмийлаштирилади?

36. Салбий қиёслаш натижаси қандай расмийлаштирилади?

37. Ўлчаш воситаларини калибрлаш нима?

38. Ўлчаш воситаларини калибрлаш қайси ҳолларда ўтказилади?

39. Ўзбекистон Республикасида ўлчаш воситаларини калибрлаш тизимини ташкил этиш, тузилмаси ва функциялари бўйича асосий қоидалар қайси давлат ҳужжатида белгиланган?

40. Калибрлаш ишларини бажаришга доир талаблар қайси давлат ҳужжатида белгиланган?

41. Ўлчаш (синаш) воситаларининг метрологик шаҳодатлаш нима?

42. Ўзбекистон Республикасида ўлчаш воситаларини метрологик шаҳодатлаш қайси ҳужжат асосида ўтказилади?

43. Ўлчаш усулларини қандай гуруҳларга ажратиш мумкин?

44. Ўлчашларнинг «Бевосита баҳолаш» усули нимани аниқлаш имконини беради?

45. «Ўлчов билан таққослаш» усули нимани баҳолаш имконини беради?

46. «Бевосита баҳолаш» ва «ўлчов билан таққослаш» усулларининг фарқи нимадан иборат?

47. «Бевосита баҳолаш» усулига нима асос қилиб олинган?

48. «Ўлчов билан таққослаш» усулига нима асос қилиб олинган?

49. «Бевосита баҳолаш» усули қайси усуллар билан амалга оширилиши мумкин?

50. «Ўлчов билан таққослаш» усули қайси усуллар билан амалга оширилиши мумкин?

51. «Билвосита ўлчашлар» усулини қайси ҳолларда қўлланилади?

52. «Боғлиқлик қиёслаш» нима?

53. «Элементлар бўйича қиёслаш» нима?

54. Ўлчаш воситаларини қисқартирилган дастур бўйича қиёслаш қайси ҳолларда ўтказилади?

55. Ўлчаш воситаларини қисқартирилган дастур бўйича қиёслашнинг камчиликларини айтиб беринг.

56. Ўлчаш воситаларини қисқартирилган дастур бўйича қиёслаш афзалликларини айтиб беринг.

57. Ўлчаш воситаларини қисқартирилган дастур бўйича қиёслаш усулининг асосида нима ётади?

58. Намунавий ўлчаш воситалари (ишчи эталонлар)ни танлаш бўйича масалани ҳал этиш учун бошланғич маълумотларни айтиб беринг.

59. Ўлчашларнинг рухсат этиладиган хатоликлари чегарасини қайси қийматлардан аниқланади?

60. Ишчи ўлчаш воситаларини қиёслаш ўтказишда намунавий ўлчаш воситаси (ишчи эталон) қандай хатоликка эга бўлиши керак?

61. Қиёслаш усуллари ва воситаларини қайси ҳужжатлар белгилаб беради?

62. Бевосита таъсирга эга асбоблар (амперметрлар, вольтметрлар, омметрлар, ваттметрлар ва комбинацияланган асбоблар) учун қайси қиёслаш операциялари умумийдир?

63. Бевосита таъсирга эга асбоблар нуқсонларига нималар киради?

64. Бевосита таъсирга эга асбобларни синашда қандай мақсадлар қўйилади?

65. Бевосита таъсирга эга асбоблар оғмалигининг таъсирини аниқлашда қандай операциялар ўтказилади?

66. Бевосита таъсирга эга асбобларнинг электр мустаҳкамлигини текшириш ва изоляция қаршилигини аниқлашда қайси амаллар ўтказилади?

67. Асос метрология хизмати қандай мақсадда тузилган?

68. Асос метрология хизматининг асосий вазифаларини айтиб беринг.

69. Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳаси метрология таъминотининг ташкилий асосига нималар киради?

70. Ўлчашлар бирлигини таъминлаш тизими нима учун керак?

71. Ўлчашлар тизимининг бирлигини таъминлаш тизимининг асосий элементларига нималар киради?

72. Ўлчашлар бирлигини таъминлашнинг норматив-хуқуқий асосига қандай ҳужжатлар киради?

73. Объект ва ўлчаш сигналлари моделларини тушунтириб беринг.

74. Ўлчаш сигналлари моделлари – тўғри бурчакли импульс, трапециясимон импульс ва аррасимон импульс.

75. Ўлчаш сигналлари моделлари – учбурчак импульс, кўнғироқсимон импульс ва косинус квадратли импульс.

76. Ўлчаш сигналлари моделлари – гармоник сигнал, тўғри бурчакли импульсларнинг даврий кетма-кетлиги.

---

---

## **II БОБ. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ВА АХБОРОТ-КОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ СОҲАСИДА СТАНДАРТЛАШТИРИШ**

### **2.1 Соҳада стандартлаштиришнинг тузилиши ва ривожланишининг норматив-ҳуқуқий асоси**

Халқаро телекоммуникация иттифоқи умумий ҳолда “Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари” бўйича иш юритиши ва бу йўналишда тўлиқ равишда соҳамизни иш юритишини эътиборга олиб, ҳамда соҳанинг Давлат органи номи ўзгаришини ҳам эътиборга олиб, “Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари” соҳаси деб қабул қиламиз.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 1992 йил 2 мартда «Ўзбекистон Республикасида стандартлаштириш бўйича ишларни ташкил этиш тўғрисидаги» 93-сонли қарорини қабул қилди.

Ўзбекистон мустақилликка эришиши билан ўз тажрибасига, ҳам бошқа мамлакатлар тажрибасига асосланган стандартлаштиришни бошқарувнинг ўз моделини яратиш зарурати юзага келди. Бунинг учун, биринчи навбатда, ташкилий масалалар ҳал этилди, кейин эса стандартлаштиришнинг қонунчилик асоси шакллантирилди.

Қарорда стандартлаштириш бўйича ишларни ташкил этиш Ўзбекистон Республикасида миллий стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш тизимини яратиш зарурлигига асосланиб ва шунингдек, мустақил давлатлар ҳамдўстлиги давлатлари орасида хўжалик, савдо, илмий-техник ва бошқа муносабатларни сақлаб қолиш, дунё мамлакатлари билан савдо-иқтисодий ва илмий-техник тўсиқларни бартараф этиш мақсадларида ўтказилади.

Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлиси томонидан 1993 йил 28 декабрда «Стандартлаштириш тўғрисида»ги қонун қабул қилинди, у 1994 йил 28 февралда матбуотда чоп этилди ва шу кундан бошлаб кучга кирди.



Қонунда стандартлаштиришнинг асосий мақсадлари белгиланган.

Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида стандартлаштириш бўйича ишларни ташкил этиш ва такомиллаштириш учун 1997 йилда Ўзбекистон Республикаси Алоқа Вазирлигининг 15.04.97 даги 145-сонли буйруғи билан телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида стандартлаштириш бўйича Асос ташкилот тузилди.

Стандартлаштириш бўйича Асос органини тузишдан мақсад телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳаси корхоналарида стандартлаштириш бўйича илмий-техник ва ташкилий-услубий ишларни амалга ошириш ва бу ишлар бўйича талабларнинг бирлигини таъминлашдан иборат бўлди.

Стандартлаштириш бўйича Асос органнинг функциялари (вазифалари) Ўзбекистон Республикаси алоқа вазирлиги – ҳозирги Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг Фан-техника ва маркетинг тадқиқотлари Маркази – «UNICON.UZ» ДУК зиммасига юкланди.

Бу орган «Ўзстандарт» агентлигида 1997 йил 16 июлда 11-сон билан рўйхатга олинган. «Стандартлаштириш тўғрисида»ги қонунда белгилаб қўйилганки, республикамизда стандартлаштириш бўйича ишларни ўтказишнинг умумий ташкилий-техник қоидаларини регламентлайдиган Ўзбекистон Республикасининг Давлат стандартлаштириш тизими (ДСТ) амал қилади, бу қоидалар эса «Ўзстандарт» томонидан ўрнатилади.

Стандартлаштириш бўйича ишларни ташкил этиш, мувофиқлаштиришни таъминлашни ўз ваколатлари доирасида Давархитектурақурилиш, Табиатни муҳофаза қилиш давлат қўмитаси, Соғлиқни сақлаш вазирлиги амалга оширади.

Республикада қўлланиладиган норматив ҳужжатлар рўйхати:

- халқаро (давлатлараро, ҳудудий), хорижий стандартлар O`z DSt 1.7:1998 бўйича;
- Ўзбекистон давлат стандартлари;
- Ташкилот стандартлари.

Маҳсулотни норматив ҳужжатларсиз ишлаб чиқариш ва сотиш таъқиқланди. Норматив ҳужжатларнинг маҳсулотнинг аҳоли ҳаёти, соғлиғи, мулки учун хавфсизлигини таъминлайдиган, маҳсулотнинг уйғунлиги ва ўзаро алмашинувчанлиги, уларнинг

назорат қилиш усуллариининг бирлилиги, марказлашнинг бирли-лигини таъминлаш талаблари риоя қилиш мажбурийдир.

Стандартлар устидан давлат нazorат органлари, объектлари ва субъектлари, давлат инспекторларининг стандартлар устидан нazorат бўйича ҳуқуқлари ва жавобгарлиги белгиланган.

Ўзбекистонда телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида стандартлаштириш бўйича ишлар асосан Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг тасарруфидаги, қуйидаги ташкилотлар томонидан амалга оширилади:

**Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида стандартлаштириш бўйича техник кўмита.** У халқаро стандартлар билан уйғунлаштирилган норматив ҳужжатларни ишлаб чиқиш, амалдаги стандартларга ўзгаришлар киритиш ёки уларни бекор қилиш; халқаро ва ҳудудий стандартларни қўллаш ва шунингдек, кўрсатилаётган хизматлар сифатини яхшилаш ва истеъмолчиларнинг ҳуқуқларини ҳимоя қилиш мақсадида хориж мамлакатлари ва фирмаларининг стандартларини қўллаш бўйича тавсияларни тайёрлаш учун ташкил қилинган.

**Фан-техника ва маркетинг тадқиқотлари Маркази – «UNICON.UZ» ДУК** асосий вазифалари қуйидагилардан иборат:

– ахборот тизимлари, технологиялари ва хизматларини яратиш, ривожлантириш ва такомиллаштириш бўйича муаммоли илмий-техник ва маркетинг тадқиқотлари ва мониторинг ўтказиш;

– ахборот тизимлари бўйича илмий-техник тараққиётнинг илғор технологиялари ва ютуқларини яратиш, жорий қилиш ва фойдаланиш бўйича ягона шартлар ва норматив, техник ва технологик талаблар, қоидалар ва нормативларни ишлаб чиқиш;

– ахборот тармоқлари ва хўжалик юритувчи субъектларнинг ўзаро муносабатларини ривожлантириш ва техник сиёсат масалаларида фаолиятни тартибга солувчи норматив актларни тайёрлаш.

**Фан-техника ва маркетинг тадқиқотлари Маркази – «UNICON.UZ» ДУК** қошидаги стандартлаштириш бўйича Асос орган. У телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида стандартлаштириш бўйича ўтказиладиган ишларни, техник алоқа воситаларини ишлаб чиқиш ва

эксплуатация қилишда техник талабларнинг бирлигини таъминлаш, соҳада стандартлаштириш бўйича стандартлар ва бошқа норматив ҳужжатларни ишлаб чиқиш, экспертиза қилиш ва мувофиқлаштириш, уларни ўз вақтида жорий қилиш ва қайта кўриб чиқиш бўйича ишларни мувофиқлаштиради, техник алоқа воситаларини стандартлаштиришнинг асосий йўналишларини аниқлаш, стандартларда ва бошқа норматив ҳужжатларда белгиланадиган кўрсаткичлар ва нормаларнинг ҳозирги замон илмий-техник даража ва Ўзбекистон Республикасининг амалдаги қонунчилигига мувофиқлигини таъминлаш бўйича ишларда иштирок этади.

### **Компьютер ва ахборот технологияларини ривожлантириш Маркази - UZINFOCOM.**

Унинг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат:

– телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг буюртмаси бўйича дастурлар ва норматив-ҳуқуқий актлар лойиҳаларини ишлаб чиқиш;

– реал иқтисодиёт тармоқлари, бошқарув соҳаси, бизнес, соғлиқни сақлаш, фан ва таълим, шунингдек, электрон тижорат дастурларини амалга ошириш учун амалий ва мослаштирилган дастурий воситалар, маълумотлар ишлаб чиқишга доир тендерларда иштирок этиш;

– бошқарув органлари, бюджет ташкилотлари ва хусусий бизнесга компьютерлаштириш ва ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш масалалари бўйича кенг доирада ахборот, сервис ва консалтинг хизматларини кўрсатиш;

– жаҳон ва ватанимиз телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасидаги ҳозирги замон халқаро стандартлари тўғрисида ҳар чоракда маърузалар ва ҳисоботлар тайёрлаш.

## **2.2 Ўзбекистон Республикасининг «Техник жиҳатдан тартибга солиш тўғрисида»ги Қонуни шарҳлари**

Ўзбекистон Республикасининг «Техник жиҳатдан тартибга солиш тўғрисида»ги Қонуни 2009 йил 23 апрелда қабул қилинган. Қонун 4 бобдан ва 28 моддадан иборат.

Қонунинг 1-бобида умумий қоидалар келтирилган.

1-моддада Қонунинг мақсади – маҳсулотлар, ишлар, хизматлар хавфсизлигига доир мажбурий талабларни белгилаш, қўллаш ва бажариш соҳасидаги муносабатларни тартибга солишдан иборатлиги кўрсатилган.

Техник жиҳатдан тартибга солиш тўғрисидаги қонун ҳужжатлари ушбу Қонун ва бошқа қонун ҳужжатларидан иборатлиги ва агар Ўзбекистон Республикасининг халқаро шартномасида Ўзбекистон Республикасининг техник жиҳатдан тартибга солиш тўғрисидаги қонун ҳужжатларида назарда тутилганидан бошқача қоидалар белгиланган бўлса, халқаро шартнома қоидалари қўлланилиши 2 – моддада кўрсатилган.

Ушбу Қонуннинг 3 – моддасида қуйидаги асосий тушунчалар қўлланилиши кўрсатилган:

**техник жиҳатдан тартибга солиш** — маҳсулотлар, ишлар ва хизматлар хавфсизлигига доир мажбурий талабларни белгилаш, қўллаш ва бажариш;

**маҳсулотлар, ишлар ва хизматлар хавфсизлиги** – маҳсулотнинг, уни лойиҳалаш, ишлаб чиқариш, ишлатиш (ундан фойдаланиш), монтаж қилиш, созлаш, сақлаш, ташиш, реализация қилиш ва утилизация қилиш жараёнларининг, бажариладиган ишлар, кўрсатиладиган хизматларнинг ҳолати бўлиб, бунда инсоннинг ҳаётига, соғлиғига, атроф муҳитга, юридик, жисмоний шахсларнинг ва давлатнинг мол-мулкига зарар етказилиши эҳтимоли билан боғлиқ йўл қўйилмайдиган хавф мавжуд бўлмайди;

**техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги норматив ҳужжатлар** - техник регламентлар, стандартлаштиришга доир норматив ҳужжатлар, санитария, ветеринария, ветеринария-санитария, фитосанитария қоидалари ва нормалари, шаҳарсозлик нормалари ҳамда қоидалари, экологик нормалар ва қоидалар ҳамда техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги бошқа ҳужжатлар;

**техник регламент** - техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги, маҳсулотлар ва хизматлар хавфсизлигига доир мажбурий талабларни белгиловчи норматив ҳужжат;

**умумий техник регламент** - техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги, бир турдаги маҳсулотлар ва хизматлар гуруҳи хавфсизлигига доир мажбурий талабларни белгиловчи норматив ҳужжат;

**махсус техник регламент** — техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги, умумий техник регламентда назарда тутилмаган маҳсулотлар ва хизматлар айрим турининг хавфсизлигига доир мажбурий талабларни белгиловчи норматив ҳужжат;

**савдодаги техник тўсиқлар** - маҳсулотлар ва хизматлар хавфсизлигига доир мажбурий талабларнинг техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги норматив ҳужжатларда мавжуд бўлган тафовутлари ёки ўзгаришлари оқибатида савдода юзага келадиган тўсиқлар.

Қонуннинг 4 – моддасида асосий вазифалар – инсон ҳаёти ва соғлиғи, юридик, жисмоний шахсларнинг ва давлатнинг мол-мулки хавфсизлигини таъминлаш, атроф-муҳит муҳофаза қилиниши, шунингдек, табиий ресурслардан оқилона фойдаланишни таъминлаш; савдодаги техник тўсиқларни бартараф этиш, маҳсулот, ишлар ва хизматлар хавфсизлиги хусусида истеъмолчиларни чалғитувчи ҳаракатларни олдини олиш аниқлаб берилган.

Юқорида келтирилган асосий вазифалардан кўриниб турибдики, хавфсизликдан бошлаб, муҳофаза қилиш, ресурслардан оқилона фойдаланиш, савдодаги техник тўсиқларни бартараф этиш (давлатимизни дунё бозорига тенг ҳуқуқли бўлиб киришида асосий талаблардан бири) ва истеъмолчиларни ҳуқуқларини олдиндан ҳимоя қилишга қаратилган.

Техник жиҳатдан тартибга солишнинг асосий тамойиллари – техник регламентларни қўллашни мажбурийлиги, уларни қўллашнинг жисмоний ва юридик шахсларга бир хил бўлишлиги ва тартибга солишда миллий ва халқаро норматив ҳужжатларга мувофиқ бўлишлиги ҳамда уларни ишлаб чиқиш, қабул қилиш ва эълон қилиш тартиби тўғрисидаги ахборот очик бўлиб, жамият улардан тўлиқ фойдалана олишлари Қонун асосида белгилаб берилган.

6 – моддада давлат тизими - Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси, ваколатли давлат органлари аниқлаб берилган.

2 – боб Давлат органларининг ва бошқа органлар ҳамда ташкилотларнинг ваколатларига бағишланган.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг ваколатларига қўйидагилар киради: давлат тизимига кирувчи органлар фаолиятининг асосий йўналишларини белгилаш, уларнинг фаолият кўрсатишини таъминлаш, техник регламентларни ишлаб чиқиш дастурларини тасдиқлаш, умумий техник регламентларни

тасдиқлаш, уларга ўзгартириш ва қўшимчалар киритиш, регламентларни бекор қилиш ва қонун ҳужжатларига мувофиқ бошқа ваколатларни ҳам амалга ошириши мумкин.

Қонуннинг 10 – моддасига асосан Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлиги давлат бошқарув органи сифатида ўз ваколатлари доирасида – техник регламентларни ишлаб чиқиш дастурлари лойиҳалари юзасидан “Ўзстандарт” агентлигига таклифлар киритади; умумий ва махсус техник регламентларни ишлаб чиқишни амалга оширади ва ўрнатилган тартибда тасдиқлашга киритади; умумий ва махсус техник регламентларга ўзгартириш ва қўшимчалар, шунингдек мазкур регламентларни бекор қилиш бўйича таклифлар тайёрлайди ва ўрнатилган тартибда тасдиқлаш учун киритади; эксперт кенгашларини тузади ва норматив ҳужжатлар фондиди шакллантиришда иштирок этади, умумий ва махсус техник регламентларга риоя этилиши устидан қонун ҳужжатларида белгиланган тартибда назоратни амалга оширади ва қонун ҳужжатларига мувофиқ бошқа ваколатларни амалга оширади. Ўз ваколатлари доирасида махсус техник регламентларни тасдиқлайди, уларга ўзгартириш ва қўшимчалар киритади, шунингдек мазкур регламентларни бекор қилади.

Қонуннинг 11 ва 12 – моддаларида эксперт комиссиялари ва эксперт кенгашларни давлат ва хўжалик органлари ҳузурида тузилиши ва уларнинг фаолияти Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси томонидан белгиланган тартибда амалга оширилиши кўрсатилган.

Норматив ҳужжатлар фонди Ўзбекистон стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш агентлиги томонидан ҳамда ўз ваколоти доирасида давлат органлари томонидан шакллантирилади ва давлат фондиди шакллантириш ва юритиш тартиби Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси томонидан белгиланади.

Амалдаги, ишлаб чиқиладиган ва қабул қилинган техник регламентлар тўғрисидаги ахборотдан юридик ва жисмоний шахслар эркин фойдалана оладиган бўлиши керак. Давлат сирларини ва қонун билан қўриқланадиган бошқа сирни ташкил этувчи маълумотлар тарқатилмаслиги керак.

Ўзбекистон стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш агентлиги юридик ва жисмоний шахсларнинг сўровларига кўра техник регламентлар тўғрисидаги маълумот-

ларни, маҳсулотлар, ишлар ва хизматларнинг норматив ҳужжатлар талабларига мувофиқлигини баҳолаш тартиби тўғрисидаги маълумотларни, Ўзбекистон Республикасининг халқаро ташкилотларга аъзолиги ва халқаро шартномалардаги иштироки тўғрисидаги маълумотларни, ишлаб чиқиладиган, қабул қилинган техник регламентларни ва бошқа норматив ҳужжатларни эълон қилишнинг расмий манбалари тўғрисидаги маълумотларни тақдим этади.

Қонуннинг 3 – боби техник регламентларга бағишланган бўлиб, улар умумий ва махсус техник регламентларга бўлинади.

Техник регламентларда маҳсулотлар, ишлар ва хизматлар хавфсизлигини таъминлашга доир талаблар қуйидагилар бўйича белгиланиши мумкин:

Хавфсизлик – йўл қўйиб бўлмайдиган хавф, зарар келтириши мумкин бўлган йўқотишлар билан боғланган бўлса, ҳамда юридик ва жисмоний шахсларга, жамиятга, давлатга ташқи ва ички хавфлардан ҳимояланганлик даражаси.

Биологик хавфсизлик – касал тарқатиш йўли билан атроф-муҳитни органик ифлослантириш хавфсизлиги.

Нурланиш хавфсизлиги – электромагнит тўлқинларини нурланиши билан боғлиқ бўлган хавфсизлик (бу асосан ўта юқори частоталардаги радиотўлқинлар), нур тўлқинлари, рентген нурлари, товуш тўлқинлари.

Портлаш хавфсизлиги – эксплуатация жараёнида қасддан қилинмаган портлаш хавфсизлиги, маҳсулотларни ташиш ва сақлаш.

Механик хавфсизлик – механик бузилишларга боғлиқ хавфсизлик, яъни буюмларни жойини ўзгартиришда бўладиган бузилишлар ва уларни ушбу вазиятда ўзаро таъсири.

Ядровий ва радиактив хавфсизлик – кириб ўтувчи радиация – гамма – нурлар ва нейтронлар оқимлари.

Кимёвий хавфсизлик – кимёвий таъсирлар натижасида ишлаб чиқариш корхоналари ходимларига ва истеъмолчиларга шикаст етказиш мумкин бўлган хавфсизлик.

Ишлаб чиқариш хавфсизлиги – ишлаб чиқариш соҳасидаги хавфли ва зарар қилувчи факторларни ишлаб чиқариш корхоналари ходимларига таъсир қилиш хавфсизлиги – физик, кимёвий, биологик, психофизиологик, иш жараёнини оғирлиги ва қизғинлиги

(зўрлиги), қурилмаларнинг (воситаларнинг) гигиеник хислатлари, травматизм ва х.к.

Хавфли ишлаб чиқаришда қўлланиладиган маҳсулотлар техник ҳужжатларини ўрнатилган тартибда келишувдан ўтказиш, сертификатлаштириш ва уларни ишлатиш учун тегишли назорат органлардан рухсатнома олиш зарур. Бу органларнинг талаблари бажарилиши шарт.

Электрик хавфсизлик – ишлаб чиқариш корхоналари ходимлари ва истеъмолчиларига электр токини, электр майдонини, электр ёйи, статик электрларнинг шикаст етказиши мумкин бўлган хавфсизлик.

Электромагнит мосланувчанлик – ҳар хил тоифадаги радиоэлектрон воситаларни бир-бирига ҳалақит қилмасдан бир вақтда ишлаш хавфсизлиги.

Техник регламентларнинг мазмуни қуйидагиларни ўз ичига олиши керак: маҳсулотлар, ишлар ва хизматлар хавфсизлиги тавсифлари; хавфсизлик талаблари белгиланаётган маҳсулотлар, ишлар ва хизматларнинг тўлиқ рўйхати; атамаларга, ўров-идишга, тамғаларга ёки ёрлиқларга ҳамда уларни акс эттириш қоидаларига ва маҳсулотларни идентификация қилишга доир талаблар; маҳсулотлар намуналарини олиш ва уларни синовдан ўтказиш қоидалари; давлат назоратини амалга ошириш тартиби; маҳсулотлар, ишлар ва хизматларнинг техник жихатдан тартибга солиш соҳасидаги норматив ҳужжатлар талабларига мувофиқлигини баҳолаш учун зарур бўлган синовлар, ўлчовлар қоидалари ва ускуналари.

Техник регламентларда маҳсулотнинг конструкциясига ва бажарилишига доир талаблар бўлмаслиги лозим, инсоннинг ҳаёти ва соғлигига зарар етказилиши хавфи даражаси ҳисобга олинган ҳолда маҳсулотнинг конструкциясига ва бажарилишига доир талаблар йўқлиги сабабли маҳсулот хавфсизлиги таъминланмаслиги ҳоллари бундан мустасно.

Маҳсулотлар, ишлар ва хизматлардан узоқ муддат фойдаланилиши оқибатида ва (ёки) йўл қўйиладиган хавф даражасини аниқлаш имкониятини бермайдиган бошқа омиллар таъсири сабабли инсоннинг ҳаёти ва соғлигига, юридик, жисмоний шахсларнинг ва давлатнинг мол-мулкига зарар етказадиган маҳсулотлар, ишлар ва хизматларга доир талаблар техник регламентларда бўлмаслиги керак. Бунда техник регламентларда



эҳтимол тутилган зарар тўғрисида ҳамда инсоннинг ҳаёти ва соғлигига, атроф муҳитга зарар етказилиши хавфи қайси омилларга боғлиқ бўлса, шу омиллар ҳақида истеъмолчиларни хабардор қилишга доир талаблар бўлиши мумкин.

Техник регламентларда маҳсулотлар, ишлар ва хизматлар хавфсизлигига доир қуйидаги махсус талаблар бўлиши мумкин:

қонун ҳужжатларида белгиланган айрим тоифадаги фуқароларнинг ҳаёти ва соғлиги муҳофаза қилинишини таъминлайдиган махсус талаблар;

техноген хусусиятли фавқулодда вазиятлар юзага келган тақдирда инсоннинг ҳаёти ва соғлигига, атроф муҳитга, юридик, жисмоний шахсларнинг ва давлатнинг мол-мулкига таҳдид солувчи трансчегаравий хавфли ишлаб чиқариш объектларига оид махсус талаблар.

Давлат сирларидан ва қонун билан қўриқланадиган бошқа сирдан иборат бўлган маълумотларни ўз ичига олган техник регламентлар қонун ҳужжатларида белгиланган тартибда ишлаб чиқилади ва қабул қилинади.

Техник регламентларни ишлаб чиқиш дастурларини шакллантириш.

Техник регламентларни ишлаб чиқиш дастурларини шакллантириш техник жihatдан тартибга солиш соҳасидаги бошқа ваколатли давлат органларининг ҳамда давлат ва хўжалик бошқаруви органларининг ўз ваколатлари доирасидаги тақлифлари инобатга олинган ҳолда Ўзбекистон стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш агентлиги томонидан амалга оширилади.

Техник регламентларни ишлаб чиқиш дастурлари Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси томонидан тасдиқланади ва белгиланган тартибда эълон қилинади.

Техник регламентлар дастурларга мувофиқ ишлаб чиқилади ва ишлаб чиқувчилар белгиланган тартибда:

техник регламентлар ишлаб чиқилиши ҳақидаги хабарларни эълон қилади, маҳсулотлар, ишлар ва ишлаб чиқилган техник регламентлардан фойдаланиш эркинлигини таъминлайди ва уларни расмий эълон қилинган кундан эътиборан икки ой ичида муҳокама қилинишини таъминлайди.

Техник регламентларни қабул қилиш тартиби қуйидагилардан иборат:

Давлат ва хўжалик бошқаруви органлари томонидан ишлаб чиқилган умумий техник регламентлар экспертизадан ўтказиш учун техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги ваколатли давлат органларига улар фаолиятининг йўналиши бўйича топширилади.

Ўзбекистон стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш агентлиги техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги тегишли эксперт комиссиясининг хулосаси олинганидан кейин умумий техник регламентларни тасдиқлаш учун Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасига белгиланган тартибда юборади.

Давлат ва хўжалик бошқаруви органлари томонидан ишлаб чиқилган махсус техник регламентлар экспертизадан ўтказиш учун техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги ваколатли давлат органларига улар фаолиятининг йўналиши бўйича топширилади.

Техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги ваколатли давлат органлари, давлат бошқаруви органлари ўз фаолиятининг йўналишлари бўйича техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги тегишли эксперт комиссиясининг хулосаси асосида махсус техник регламентларни тасдиқлайди.

Тасдиқланган умумий ва махсус техник регламентлар расмий эълон қилинган пайтдан эътиборан камида олти ой ўтгач амалга киритилади.

Умумий ва махсус техник регламентларни эълон қилиш қонун ҳужжатларида белгиланган тартибда амалга оширилади.

Техник регламентларни ишлаб чиқишда маҳсулотлар, ишлар ва хизматларнинг хавфсизлик мезонларини белгиловчи техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги миллий ва халқаро норматив ҳужжатлардан фойдаланилади.

Техник регламентларда далилий база сифатида техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги норматив ҳужжатларнинг матнлари тўлиқ ёки қисман келтирилади.

Техник регламентларга риоя этиш барча юридик ва жисмоний шахслар учун мажбурийдир.

Техник регламентлар амалга киритилгач, стандартлаштириш бўйича уларда кўрсатилган маҳсулотлар, ишлар ва хизматларга доир илгари қабул қилинган тегишли норматив ҳужжатлар мажбурийлик хусусиятини йўқотади ҳамда белгиланган тартибда қўлланилишда ихтиёрийлик касб этади.

Техник регламентларга риоя этилиши устидан давлат назорати техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги ваколатли давлат органларининг ва давлат бошқаруви органларининг мансабдор шахслари томонидан қонун ҳужжатларида белгиланган тартибда амалга оширилади.

Қонуннинг 4-боби яқунловчи қоидаларни ўз ичига олади.

Техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги ишларни молиялаштириш республика бюджети ва юридик шахсларнинг маблағлари ҳисобидан амалга оширилади.

Республика бюджети маблағлари ҳисобидан қуйидагилар молиялаштирилади:

умумий техник регламентларни ишлаб чиқиш;

умумий ва махсус техник регламентларни экспертизадан ўтказиш;

техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги норматив ҳужжатлар давлат фондини юритиш;

техник регламентларга риоя этилиши устидан давлат назоратини амалга ошириш;

Ўзбекистон Республикасининг техник жиҳатдан тартибга солиш бўйича халқаро ташкилотлардаги аъзолиги билан боғлиқ харажатлар.

Техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги низолар қонун ҳужжатларида белгиланган тартибда ҳал этилади.

Техник жиҳатдан тартибга солиш тўғрисидаги қонун ҳужжатларини бузганликда айбдор шахслар маъмурий ва жиноий-процессуал қонун ҳужжатлари бўйича жавобгар бўладилар.

Қонун ҳужжатларини ушбу Қонунга мувофиқлаштириш Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ва давлат бошқаруви органлари томонидан амалга оширилади.

Ушбу Қонун расмий эълон қилинган кундан, яъни 2009 йил апрель ойидан кучга кирди.

### **2.3 Давлат стандартлаштириш тизимлари**

*Стандартлаштириш* – бу маълум соҳада тартиблаштиришга йўналтирилган фаолиятдир, шунинг учун стандартлаштириш олий даражада тартибланган бўлиши лозим. Бунга стандартлаштириш бўйича ишларни тизимлилаштириш, яъни стандартлаштириш соҳасидаги фаолиятнинг барча босқичларида: норматив ҳужжатни

режалаштириш, ишлаб чиқиш, жорий қилиш, риоя қилиш қоидаларини ўрнатиш билан эришилади.

Бошқача айтганда, O`z DSt норматив ҳужжатларни режалаштириш, ишлаб чиқиш, мувофиқлаштириш, тасдиқлаш, давлат рўйхатига олиш тартибини; уларни қиёслаш, бекор қилиш, ўзгаришлар киритиш тартибини; маҳсулот ишлаб чиқариш, хизматлар кўрсатиш, ташиш, сақлаш, сотиш, таъмирлаш, ишлатиш (истеъмол қилиш), утилизация қилиш тартибини; норматив ҳужжатлар экспертизаси ва илмий-техник даражасини баҳолаш усулларини; халқаро, давлатлараро, ҳудудий, хорижий ва ҳ.к. стандартларни қўллаш усулларини белгилайди.

O`z DSt асосий норматив ҳужжатлар мажмуасидан иборат бўлиб, улар ташкилий-услубий ва умумтехник стандартларга бўлинади:

Ташкилий-услубий стандартлар қуйидагиларни ўрнатади:

– маълум соҳадаги ишлар бўйича мақсадлар, масалалар, умумий ташкилий-техник қоидалар;

– норматив ҳужжатлар, техник (конструкторлик, технологик, лойиҳавий, дастурий) ҳужжатларни ишлаб чиқиш, тасдиқлаш ва жорий қилиш тартиби.

Умумтехник стандартлар қуйидагиларни ўрнатади:

– ҳалқ хўжалигининг барча соҳаларидаги илмий-техник атамалар ва уларнинг таърифлари;

– турли стандартлаштириш объектлари учун шартли белгилар (номлар, кодлар, символлар ва ҳ.к.);

– ҳар хил турдаги ҳужжатлар (норматив, конструкторлик, лойиҳавий, технологик, дастурий ва бошқалар)нинг тузилиши, баён этилиши, тахт қилиниши ва мазмунига оид талаблар;

– ишлаб чиқаришни техник, шу жумладан, метрологик таъминоти учун зарурий умумтехник катталиқлар, талаблар ва нормалар. Хусусан бу стандартлар қуйидагиларни белгилайди: ўлчашларнинг аниқлик нормалари, афзал (мақбул) сонлар, электр токининг номинал частоталари ва кучланишлар, допусklar ва ўтиришлар; зарарли моддаларнинг чегаравий йўл қўйиладиган концентрацияси; шовқин, вибрация, радиацион нурланиш, радио-халақитлар даражасининг чегаравий йўл қўйиладиган қийматлари; техник эстетика ва эргономика талаблари ва бошқа ягона техник талаблар ва нормалар.

Сўнгра барча даражалардаги стандартлаштириш объектлари рўйхати келтирилган:

Давлатлараро стандартлаштириш объектлари ГОСТ 1.0-2015 бўйича аниқланади [14].

Давлат стандартлаштириш объектлари қуйидаги ташкилий-услубий ва умумтехник нормалар ва талаблардан иборат:

- маҳсулотга қўйиладиган асосий талаблар;
- тармоқлараро вазифали маҳсулот;
- давлат аҳамиятидаги хўжалик объектлари элементлари, шу жумладан, банк тизими, транспорт, алоқа, энергия тизими, мудофаа ва ҳ.к.;

- давлат ижтимоий-иқтисодий ва илмий-техник дастурлари объектлари (элементлари).

Ташкилот стандартлаштириш объектлари қуйидагилар бўлиши мумкин:

- чет эл истеъмолчиларига сотиладиган маҳсулот; ишлаб чиқаришни ташкил этиш бўйича нормалар ва қоидалар; сифатни бошқариш;

- фақат мазкур корхонада тайёрланадиган ва қўлланиладиган деталлар ва йиғма бирликлар;

- технологик жиҳозлаш ва инструмент (асбоблар).

Норматив ҳужжатларнинг қуйидаги белгиланишлари ўрнатилган:

а) давлат даражасидаги:

- Ўзбекистон давлат стандарти – O`z DSt;

б) ташкилот даражасидаги:

- ташкилот стандарти.

Шундай қилиб, барча даражалардаги норматив ҳужжатларнинг белгиланиши ҳужжат матнининг тилидан қатъи назар давлат тилида лотин графикаси асосидаги ўзбек алифбосида амалга оширилади. Аббревиатура қуйидагини англатади:

O`z – Ўзбекистон;

D – Давлат;

T – Таснифлагич, ташкилот;

St – Стандарт.

Давлатлараро стандартнинг белгиланиши рус тилида (ГОСТ) сақлаб қолинади.

Озиқ-овқат ҳалқ истеъмол товарларини тайёрлаш ва сотиш учун намуналарнинг (эталонларнинг) техник тавсифларини ишлаб

чиқишга рухсат этилади. Техник тавсифлар мазкур бир жинсли маҳсулот гуруҳига оид умумий талабларни белгиловчи норматив ҳужжатлар асосида ишлаб чиқилиши сабабли, улар давлат рўйхатидан ўтказилмайди.

Сотилаётган маҳсулотга оид барча даражадаги норматив ҳужжатлар «Ўзстандарт» органларида рўйхатдан ўтказилиши лозим. Давлат рўйхатидан ўтмаган норматив ҳужжатлар ҳақиқий эмас. Норматив ҳужжатлар ва уларга киритилган ўзгаришларни нашр этиш ва қайта нашр этишни уларни тасдиқлаган (қабул қилган) ташкилотлар амалга оширади. Ўзбекистон ҳудудида стандартлаштириш бўйича халқаро, давлатлараро ва ҳудудий ташкилотларнинг норматив ҳужжатларини нашр этиш ва қайта нашр этиш мутлақ норматив ҳужжатлар билан таъминлаш тартиби O`z DSt 1.4:1998 га мувофиқ амалга оширилади [37].

Хўжалик юритувчи субъектларда стандартлар устидан давлат назорати қонунчиликда белгиланган тартибда амалга оширилади.

Давлат стандартлаштириш тизимининг ривож сифатида тармоқ стандартлаштириш тизими яратилган бўлиб, унинг доирасида 10 дан ортиқ норматив ҳужжат ишлаб чиқилган ва амалга киритилган. Булар жумласига стандартлаштириш бўйича корхоналар фаолиятини тартибга солувчи «Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштириш тизимини ривожлантириш концепцияси», тармоқ стандартлари: «Алоқа ва ахборотлаштириш тизимини стандартлаштириш тизимининг асосий қоидалари», «Норматив ҳужжатни жорий этиш тартиби», бошқа норматив ҳужжатлар киради.

## **2.4 Норматив ҳужжатнинг даражаси ва турини таърифлаш**

Норматив ҳужжатнинг даражаси ва турини таърифлашда қуйидаги асосий атамалар ва таърифлар қўлланилади:

– норматив ҳужжатнинг даражаси – маълум стандарт даражасидаги фаолият натижалари бўйича қабул қилинган норматив ҳужжат;

– норматив ҳужжатнинг тури – норматив ҳужжатни унинг вазифасига боғлиқ равишда мазмунини аниқловчи характеристикаси (тавсифи);

– норматив ҳужжатнинг амал қилиш соҳаси – шу норматив ҳужжат амал қилиши мўлжалланган ташкилотлар, корхоналар, иқтисодиёт тармоқлари мажмуи.

Ўзбекистон Республикаси Қонуни ва норматив-ҳуқуқий актларга мувофиқ равишда қуйидаги стандартлаштириш даражалари амал қилади: халқаро, ҳудудий, давлат, тармоқ, маъмурий-ҳудудий, хўжалик юритувчи субъектлар.

Ишлаб чиқарувчи ишлаб чиқилиши режалаштирилган норматив ҳужжатнинг амал қилиши мумкин бўладиган доирасини стандартлаштириш бўйича техник қўмита ёки асос ташкилот билан келишган ҳолда аниқлаши ва киритиши лозим.

Бир жинсли маҳсулот (хизмат) гуруҳларига қўйиладиган айрим талабларни стандартлаштириш мақсадга мувофиқ бўлганида норматив ҳужжатлар ўзининг вазифасига кўра қуйидагиларни белгилайдиган турлар бўйича ишлаб чиқилиши мумкин: тасниф; асосий параметрлар ва (ёки) ўлчамлар; хавфсизлик талаблари; атроф-муҳитни муҳофаза қилиш талаблари; турлар; сортамент; маркалар; конструкциялар; назорат (синов, ўлчаш, таҳлил қилиш) усуллари; қабул қилиш қоидалари; маркалаш, штрихли кодлаш билан бирга; таҳлаш, ташиш, сақлаш, эксплуатация, таъмирлаш, утиллаштириш қоидалари.

Маҳсулотга оид норматив ҳужжатнинг даражасини ва турини тўғри танланганлиги юзасидан назорат «Ўзстандарт», давлат бошқарув органлари, корхоналар бирлашмалари, стандартлаштириш бўйича техник қўмиталар томонидан давлат ва тармоқ стандартлаштириш режаларини ишлаб чиқишда, ЕвроОсиё Иттифоқининг стандартлаштириш бўйича Давлатлараро кенгаши стандартлаштириш дастурларига таклифлар киритишда ва мувофиқлаштиришда, халқаро стандартлаштириш бўйича ишлар дастурларига таклифлар тайёрлашда амалга оширилади.

## **2.5 Норматив ҳужжатларни жорий қилиш**

Ўзбекистон давлат стандарти O`z DSt 1.14:1999 да стандартларни ва бошқа норматив ҳужжатларни жорий қилишда амал қилиниши лозим бўлган бир қатор таърифлар келтирилган [43]:

*норматив ҳужжатни жорий қилиши* – норматив ҳужжатга риоя қилинишини таъминлайдиган ташкилий-техник тадбирлар;

*норматив ҳужжатга риоя қилиш* – норматив ҳужжат томонидан унинг татбиқ этилиши соҳасига мувофиқ равишда белгиланган талабларни бажариш;

*норматив ҳужжатни амалга киритиш санаси* – норматив ҳужжат юридик кучга эга бўладиган ва унга риоя қилиш мажбурлиги юзага келадиган сана.

Норматив ҳужжатнинг жорий қилиниши уни амалга киритиш санасига келиб тугалланиши лозимлиги белгилаб қўйилган.

Агар норматив ҳужжатда белгиланган талабларга риоя қилинаётган бўлса, у жорий эталон деб ҳисобланади.

Амалга киритиш санасидан сўнг, агар маҳсулот унинг талабларига мос келмаса, норматив ҳужжатга риоя қилинмаяпти деб ҳисоблаш лозим. Норматив ҳужжатга риоя қилинмаслиги белгиланган ҳуқуқий чоралар ва жарима санкцияларининг қўлланилишига олиб келади.

О`з DSt 1.14:1999 га мувофиқ, норматив ҳужжатни жорий қилиш тўғрисида буйруқ чиқарилади ва иккита ташкилий-техник тадбирлар режаси ишлаб чиқилади [43]:

а) асосий тадбирлар режаси, улар ишлаб чиқувчи ташкилот ва мазкур норматив ҳужжатни жорий этилаётган корхоналар томонидан ишлаб чиқилади;

б) аниқ тадбирлар режаси, у корхоналар томонидан ўзларининг шароитлари ва имкониятларини ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилади.

Бу режаларда қуйидагилар (заруратга қараб) кўзда тутилади:

– жорий этилаётган норматив ҳужжатнинг мазмуни билан боғлиқ бўлган эски ҳужжатларни қайта кўриб чиқиш, ўзгаришлар киритиш ёки бекор қилиш ва янги ҳужжатларни ишлаб чиқиш;

– ишлаб чиқаришни моддий-техник таъминлаш ва ташкилий тайёрлаш;

– технологик жараёнлар, иш режимларини такомиллаштириш (ёки янгиларини ишлаб чиқиш), робот техникаси тизимларини ва автоматлаштириш тизимларини жорий этиш;

– маҳсулотнинг тажрибавий намуналарини (тажрибавий партияларини) тайёрлаш, синовлар ўтказиш ва ишлаб чиқаришга янги (модернизация қилинган) маҳсулотни қўйиш;

– реконструкция қилиш, янги ишлаб чиқариш қувватларини қуриш, махсус ишлаб чиқаришларни ташкил этиш;



– корхона персоналини тайёрлаш, малакасини ошириш ва ўқитиш;

– норматив ҳужжатни жорий этиш учун зарурий бошқа тадбирлар.

**Халқаро ҳудудий, давлатлараро, хориж норматив ҳужжатларини қўллаш.**

Давлатимиз норматив ҳужжатларини халқаро, ҳудудий, бошқа давлатларнинг миллий норматив ҳужжатлари (бундан кейин ХС – халқаро стандартлар) билан уйғунлаштиришнинг энг самарали усули уларни миллий стандартлар сифатида қўллашдир. ХС ларни қўллаш жаҳон бозорига чиқиш, ҳар бир хўжалик юритувчи субъектларнинг ва демак, умуман мамлакатнинг экспорт имкониятини оширишнинг энг муҳим йўлларида биридир.

Бироқ ХС ни шундайлигича олиб, уни миллий норматив ҳужжат сифатида қўллаш бошлаш мумкин эмас. Бундан олдин бир қатор шартлар ва тегишли тартиблар (тартиботлар) мавжуд.

Бу соҳадаги баъзи таърифларни кўриб чиқамиз:

– ХС ни бевосита қўллаш – ХС ни мазкур ХС нинг истаган бошқа норматив ҳужжатда қабул қилинганига боғлиқ бўлмаган ҳолда қўллашдир;

– ХС ни билвосита қўллаш – ХС ни бу стандарт қабул қилинган бошқа норматив ҳужжат воситасида қўллашдир;

– ХС ни (миллий норматив ҳужжатда) қабул қилиш – тегишли ХС га асосланган ёки ХС худди миллий норматив ҳужжат эга бўлган мақомга эгалигини ХС дан ҳар қандай оғишларни (четланишларни) кўрсатиш билан тасдиқлашдир.

ХС ни қўллаш ва қабул қилишнинг умумий қоидаларига қуйидагилар киради:

ХС лар «Ўзстандарт» (Давархитектурақурилиш, Давтабиат-қўм, Соғлиқни сақлаш вазирлиги)нинг стандартлаштириш бўйича халқаро ва ҳудудий ташкилотларга аъзолиги ва шунингдек, ҳамкорлик ва маҳсулотни экспорт учун ишлаб чиқариш ва етказиб бериш тўғрисидаги битимлар асосида қўлланилади.

ХС ларни Ўзбекистонда, агар уларнинг талаблари иқтисодиёт талабларини қаноатлантириш ва қонунчиликка зид бўлмаса қабул қилинади (амалга киритилади). Шунингдек, вазирликлар, идоралар, хўжалик юритувчи субъектлар ХС лардан илмий-тадқиқот ва тажрибавий ишларда фойдаланишлари мумкин.

Халқаро (худудий) стандартлар халқаро стандартлаштириш амалиётида кенг қўлланилади. Бундай стандартларда жаҳон илмий-техник ва кўплаб мамлакатлар учун хос бўлган умумий эҳтиёжларни қаноатлантиришга йўналтирилган ишлаб чиқариш тажрибаси мужассамлашади. Шунга асосан, халқаро стандартлар савдодаги техник тўсиқларни энг кўп даражада бартараф этилишини таъминлайди, бу Бутунжаҳон савдо ташкилотининг савдодаги техник тўсиқлар бўйича Битими билан тан олинган.

Халқаро стандартларни миллий стандартлар сифатида қўлланиши стандартлаштиришнинг афзалликларидан тўлиқ фойдаланиш имконини беради, бу эса Ўзбекистоннинг экспорт имкониятларини оширишнинг муҳим шартидир.

Шу билан бирга халқаро стандартларни кенг қўламда қўллаш бир қатор сабабларга кўра жуда қийин масаладир. Бундай сабаблар иқлимий, географик ёки технологик муаммолар муносабати билан миллий хавфсизлик, аҳолининг ҳаёти, соғлиғи ва мулки учун хавфсизлик талаблари бўлиши мумкин. Аммо ҳатто шу сабаблар бўйича ҳам стандарт талабларининг халқаро стандарт талабларидан оғишлари сонини ҳар қандай қилиб бўлса ҳам камайтиришга интилиш лозим.

Миллий стандартнинг халқаро стандарт талабларига мувофиқлик даражасини аниқлаш учун оғишларни асослаш, ва балки келгусида фарқларни йўқотиш мақсадида идентификациялашни ўтказиш лозим.

Идентификациялаш натижасида уч турдаги стандартларни аниқланади:

1. Идентик – мазмуни бўйича идентик, бироқ таҳририй ўзгаришлар бор: нукта вергулга алмаштирилган; ҳарфий хатolikлар тузатилган, миллий стандартларга мослаш мақсадида номи ўзгарган.

2. Модификацияланган, яъни ўзгаришлар бор: кучсизроқ талаблар, кучлироқ талаблар, техник оғишлар. Бунда оғишлар ва уларнинг асосланиши кўрсатилади.

3. Ноэквивалентлик – аниқ идентиклик йўқ бўлган ҳолда, техник мазмуни ва тузилиш бўйича мос келмайди ёки унга халқаро стандарт талабларининг озчилик қисми кирган. Бу ҳолда халқаро стандарт қабул қилинмаган ҳисобланади.

Халқаро стандартни миллий стандарт сифатида қабул қилишнинг бир неча усули белгиланган:

1) маъқуллаш усули; 2) муқова усули (матн идентик); 3) қайта нашр этиш (ўзгаришлар билан).

Халқаро стандарт асосида қабул қилинган миллий стандартни белгилашнинг бир қатор усуллари мавжуд. Маъқуллаш усули билан қабул қилинган давлат стандарти O`z DSt ISO/IEC 21 да белгилаш тартиби келтирилган.

Давлатлараро стандартлар (ГОСТ) Ўзбекистоннинг миллий мулки ҳисобланади ва ҳеч қандай қайта расмийлаштирилмасдан «Ўзстандарт», Давархитектурақурилиш, Табиатни муҳофаза қилиш давлат қўмитаси, Соғлиқни сақлаш вазирлиги қарори (буйруғи) билан амалга киритилади.

Хориж фирмалари (корхоналари)нинг норматив ҳужжатлари бўйича мустақил етказиб бериш (сотиш) учун мўлжалланган маҳсулотни (хизматларни) ишлаб чиқаришни мўлжалланаётган хўжалик юритувчи субъектлар стандартлаштириш объектига боғлиқ равишда миллий норматив ҳужжат (давлат стандарти, тармоқ стандарти, техник шартлар, маъмурий-ҳудудий стандарт, корхона стандартини) ишлаб чиқадилар. Бу стандартлар «Ўзстандарт» органларида тасдиқланиши ва давлат рўйхатига киритилиши лозим.

Хориж фирмасининг норматив ҳужжатлари асосида маҳсулот ишлаб чиқариш учун корхонада фойдаланиладиган деталлар ва йиғиш бирликлари, технологик жиҳозлар ва асбоблар, технологик нормалар ва талаблар, технологик жараёнларга оид корхона стандартлари ишлаб чиқилади.

Фақат экспорт қилиш учун мўлжалланган маҳсулотни бошқа давлатларнинг норматив ҳужжатлари асосида, агар бу маҳсулотни етказиб бериш шартномасида (контрактда) айтилган бўлса, тайёрлашга рухсат этилади. Бу ҳолда хориж фирмаларининг норматив ҳужжатларини қайта расмийлаштирамасликка рухсат этилади (бевосита қўллаш). Бунда Ўзбекистон Республикаси норматив ҳужжатларининг мажбурий талаблари тайёрлаш, сақлаш ва ташиш жараёнида унинг ҳудудида бажарилиши лозим. Хориж норматив ҳужжатлари бўйича маҳсулот тайёрлаётган корхоналар бу ҳужжатларни давлат ва рус тилларига таржима қилинганидан сўнг «Ўзстандарт»да ва унинг ҳудудий органларида рўйхатдан ўтказишлари лозим.

Халқаро ва хориж стандартлаштириш амалиёти ХС ни миллий норматив ҳужжат сифатида қўлланилиши маҳсулот ва хизматлар

норматив сифатини таъминлашнинг энг оддий ва шу билан бирга самарали усули эканлигини кўрсатади. Бу билан жаҳон бозорига чиқишга эришилади, бу эса хўжалик юритувчи субъектларнинг ва шунингдек, умуман мамлакатнинг экспорт салоҳиятини оширади.

ХС ни шундай олиб қўллашга йўл қўйилмайди – бунинг учун маълум тартибот белгиланган. Бунинг бош шарти – мамлакат стандартлаштириш бўйича органи орқали халқаро ва ҳудудий ташкилотларга аъзолиги, хорижий мамлакатлар билан тегишли битимларнинг мавжудлигидир.

ХС ни «Ўзстандарт»нинг давлат норматив ҳужжатлар ахборот жамғармасидан буюртма қилиб олиш мумкин – у ерда норматив ҳужжатларнинг катта манбаси сақланади.

Давлатлараро стандарт (ГОСТ) ҳеч қандай расмийлаштиришни талаб этмайди – «Ўзстандарт»нинг (Давархитектурақурилиш, Давтабиат кўмитаси, Соғлиқни сақлаш вазирлиги) қўллаш ҳақидаги буйруғи кифоядир, чунки ГОСТ, давлатлараро мақомига эга бўлишига қарамасдан, Ўзбекистоннинг миллий бойлиги (интеллектуал мулки)дир, бу «Стандартлаштириш тўғрисидаги» қонунда кўзда тутилган.

## **2.6 Норматив ҳужжатларни текшириш, қайта кўриб чиқиш, ўзгартириш ва бекор қилиш**

О`z DSt нинг асосий қоидаларида қайта кўриб чиқиш муддати, агар ҳужжатда бошқа муддат кўзда тутилмаган бўлса, одатда, беш йил қилиб белгиланган. Кўрсатилган беш йиллик амал қилиш муддати билан норматив ҳужжатни қайта кўриб чиқиш, ўзгартириш, амал қилиш муддатини узайтириш, чеклаш ёки чеклаш муддатини олиб ташлаш бўйича асосли таклифлар тайёрлаш мақсадида текшириш зарурати юзага келади.

Ташкилотнинг текширувини норматив ҳужжатларни ишлаб чиқувчилар, стандартлаштириш бўйича техник кўмиталар ва асос ташкилотлар, зарурат бўлганда буюртмачи-ташкилот (асосий истеъмолчи), бошқа манфаатдор ташкилотлар иштирокида ўтказадилар. Текширувини ҳайъат (комиссия) амалга оширади.

Текширувнинг мақсади илмий-техник экспертизани ўтказишдан иборат.

Қайта кўриб чиқишда амалдаги норматив ҳужжатнинг ўрнига янги таҳрирдаги норматив ҳужжат ишлаб чиқилади. Ҳужжатнинг

белгиланиши сақлаб қолинади, фақат тасдиқлаш йилининг сўнгги тўртта рақами ўзгартирилади.

Норматив ҳужжатни ўзгартириш - унинг мазмунини қисман ўзгартириш, айрим қоидалар, талаблар, нормаларни чиқариб ташлаш ёки тўлдириш, шунингдек, амал қилиш муддатини узайтириш, чеклаш ёки олиб ташлашдан иборат. Ўзгаришларни ишлаб чиқиш, мувофиқлаштириш, тасдиқлаш ва давлат рўйхатига олиш янги ишлаб чиқиладиган норматив ҳужжатлар учун ўрна-тилган тартибда ўтказилади. Норматив ҳужжатга киритилаётган ҳар бир ўзгаришга тартиб рақами берилади. Илгари тасдиқланган ўзгаришларнинг мазмуни кейинги ўзгаришларга киритилмайди – ҳар бир ўзгариш айрим амал қилади, норматив ҳужжатнинг график бўлимини, кичик бўлими, банди, кичик банди, абзаци, жадвали, график материали, иловалари (элементларини) такрорий ўзгартирилганда уларни кейинги ўзгартиришда бундай жойлаштирилади: янги тўла таҳририни дастлабки таҳрири ва олдинги ўзгартириш ўрнига қўйилади. Бу ҳолда охириги ўзгариш амал қилади.

Норматив ҳужжат матнини янги элементлар билан тўлдирилганда ёки уларни чиқарилганда, элементларнинг рақамланиши ўзгартирилмайди. Янги бўлимлар иловалар олдидан, янги кичик бўлимлар, бандлар, кичик бандлар тегишли элементларнинг охирида рақамларнинг ўсиб бориш тартибида жойлаштирилади.

Норматив ҳужжатларни бекор қилишни, уларни тасдиқлаган органлар қарор (буйруқ) билан амалга оширадилар. Бекор қилиш ҳақидаги қарор белгиланган бекор қилиш санасидан олти ойдан кам бўлмаган муддатда: давлатлараро стандартлар бўйича ЕвроОсиё иттифоқининг стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаш бўйича техник қўмитасига, бошқа норматив ҳужжатлар бўйича «Ўзстандарт»га тақдим қилинади.

Стандартлаштириш бўйича техник қўмита ва асос ташкилотлар норматив ҳужжатларнинг қўлланишлигини қатъий ҳисоботини олиб боришлари зарур. Амал қилиш муддати тугаётган норматив ҳужжатларни олдиндан аниқлаш ва белгиланган муддат тугашидан олдин, норматив ҳужжатни текширишни ташкил этиш ва ўтказиш керак. Бунда норматив ҳужжатнинг амал қилиш муддати тугагунигача бўлган вақт қайта кўриб чиқиш ёки ўзгаришлар киритиш учун етарли бўлиши лозим.

Акс ҳолда, норматив ҳужжатнинг амал қилиш муддати тугаганидан кейинги кундан маҳсулотни ишлаб чиқариш, сотиш

(етказиб бериш) ноқонуний ҳисобланади ва оқибатда, ҳуқуқий ва иқтисодий санкцияларга олиб келади.

## 2.7 Стандартлаштириш бўйича техник қўмиталар

Халқаро ташкилотларнинг ишчи органлари томонидан норматив ҳужжатларни яратиш бўйича фаолият амалиётда кенг қўлланилади. Масалан, ИСО ўз вазифаларини 200 дан ортиқ техник қўмиталар (ТҚ), 2000 дан ортиқ кичик қўмиталар ва ишчи гуруҳлар орқали амалга оширади. Халқаро Электротехник Комиссия (ХЭК) томонидан 100 тача атрофида ТҚ лар, 1000 та атрофида кичик қўмиталар ва ишчи гуруҳлар тузилган. Ҳар бир техник қўмита ишини ИСО ёки ХЭК нинг аъзоси – мазкур маҳсулот турини ишлаб чиқариш ёки фаолият бўйича етакчи бўлган мамлакат қўмитанинг котибиятини бошқариб боради. Халқаро ташкилотларнинг техник қўмиталари (ТҚ) томонидан 600–800 номдаги стандартлар ва қўлланмалар чоп этилди.

ЕвроОсиё Иттифоқининг стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш бўйича Давлатлараро Кенгашининг қарори билан ТҚлар, шу жумладан, Ўзбекистонда жойлашган пахта ва ипак бўйича ТҚлар ҳам давлатлараро техник қўмиталарга (ДТҚ) айлантирилди. Ҳозир республикамизда 29 та ТҚ бўлиб, улар орасида телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари бўйича қўмита ҳам бор.

ТҚ лар манфаатдор ташкилотлар вакиллари таркибида тузилган кўнгилли тузилмалар бўлиб, «Ўзстандарт» ҳамда давлат бошқарув ва тартибга солиш органининг қўшма буйруғи асосида, тармоқнинг маҳсулот турлари бўйича ихтисослашган, мазкур соҳада юқори илмий-техник салоҳиятга эга бўлган илмий-тадқиқот ва бошқа ташкилотлари негизида ташкил этилади.

Ўзбекистон Республикаси телекоммуникация ва коммуникация технологияларини ривожлантириш вазирлиги Халқаро электралоқа иттифоқ (ХЭИ) да, Умумжаҳон почта иттифоқи (УПИ) да ҳамда телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасидаги бошқа халқаро ташкилотларда Ўзбекистон Республикасининг ваколатли вакили ҳисобланади.

Вазирликнинг ХЭИ, УПИ, ICANN ва бошқа халқаро ташкилотларда иштироки:

– Ўзбекистон Республикасининг халқаро стандартлаштиришда иштирокини кенгайтиришга, телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасидаги халқаро ва ҳудудий стандартлар, хорижий мамлакатларнинг миллий стандартларидан фойдаланишга;

– Ўзбекистон Республикасининг халқаро ташкилотларда манфаатларини ҳимоя қилишга;

– Ўзбекистон Республикаси норматив ҳужжатлари, стандартларини халқаро (ҳудудий) норматив ҳужжатлар билан уйғунлаштиришга;

– Халқаро, ҳудудий стандартлар ва улар билан уйғунлаштирилган норматив ҳужжатларни қўллаш асосида маҳсулотлар ва хизматларни ишлаб чиқаришнинг замонавий технологияларини жорий этиш ва унинг мувофиқлигини баҳолашга;

– Халқаро миқёсда иш тажрибасига эга бўлиш, соҳа мутахассисларининг проффесионал даражасини оширишга;

Ҳозирги кунда Ўзбекистон Республикаси Алоқа маъмуриятининг вакиллари халқаро ташкилотларнинг комиссиялари, қўмиталари, ишчи гуруҳлари ва бошқа ишчи органлари ишида бевосита иштирок этмоқдалар.

Ўзбекистон Республикаси Алоқа маъмуриятининг стандартлаштириш бўйича халқаро ташкилотлар фаолиятида самарали иштирок этиши ҳамда алоқа ва ахборотлаштириш тизимида асосий вазифалари белгиланган ҳолда ва қуйидаги таркибда масъул қўмиталар тузилди:

– «UNICON.UZ» ДУК қошидаги Вазирликнинг Атамашунослик ва луғатлар хизмати ишчи органи ҳисобланувчи Телекоммуникацияларни стандартлаштириш бўйича қўмита;

– «UNICON.UZ» ДУК қошидаги Вазирликнинг Стандартлаштириш таянч ташкилоти ишчи органи ҳисобланувчи Телекоммуникацияларни ривожлантириш бўйича қўмита;

– «UNICON.UZ» ДУК қошидаги Электромагнит мослашувни таҳлил қилиш хизмати ишчи органи ҳисобланувчи Радиоалоқа бўйича қўмита;

– «Ўзбекистон почтаси» ОАЖ ишчи органи ҳисобланувчи Почта алоқаси бўйича қўмита;

– «UZINFOCOM» Маркази ДУК ишчи органи ҳисобланувчи Домен номларини ривожлантириш бўйича қўмита.

Ҳар бир қўмитани алоҳида – алоҳида кўриб чиқамиз.

Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2009 йил 27 апрелдаги 123-сон буйруғига асосан қуйидаги қўмиталар иш фаолиятини бошлади:

## **1. Телекоммуникацияларни стандартлаштириш бўйича қўмита**

Қўмитанинг асосий вазифаларидан бири этиб қуйидагилар киритилган:

– телекоммуникацияларни стандартлаштириш бўйича Бутунжаҳон ассемблея (ТСБА) ларига хиссаларини тайёрлашни ташкил этиш;

– ТСБА га хорижий мамлакатлар, халқаро ва ҳудудий ташкилотларнинг хиссаларини ўрганиш ва кўриб чиқиш;

– ISO ва ETSI материаллари, ҳужжатларини ўрганиш;

– ITU-T тавсияларини лойиҳалари бўйича таклифларни тайёрлаш;

– ITU-T фаолиятида иштирок этганда Ўзбекистон Республикаси манфаатларини ҳимоя қилишни ҳисобга олган ҳолда, МДХ ва бошқа мамлакатларнинг миллий алоқа маъмуриятлари билан ҳамкорликда мувофиқлаштирилган позицияларни ишлаб чиқиш бўйича таклифларни тайёрлаш;

– ТСБА га хиссани тайёрлаш бўйича илмий-тадқиқот ишларининг натижаларини кўриб чиқиш;

– ITU-T конференциялари, форумлари ва бошқа тадбирларига Ўзбекистон Республикасининг хиссалари бўйича таклифларни тайёрлаш;

– ITU-T, ISO, ETSI тавсиялари ва стандартларини ҳисобга олган ҳолда миллий стандартларни ишлаб чиқиш бўйича таклифларни тайёрлаш;

– ITU-T томонидан ўтказиладиган тадбирларда, ITU-T тадқиқот комиссиялари, маърузачилари гуруҳи, ишчи гуруҳлари ишида иштирок этиш;

– норматив ҳужжатлар ишлаб чиқиш, уларни қайта кўриб чиқиш, ўзгартириш ва қўшимчалар киритиш юзасидан давлат ва тармоқ стандартлари бўйича дастурлар (режалар) лойиҳаларига таклифлар ишлаб чиқиш;

– норматив ҳужжатлар, уларга киритилаётган ўзгартириш ва қўшимчалар лойиҳаларини экспертиза қилиш ва улар бўйича қарорлар тайёрлаш.



## **2. Телекоммуникацияларни ривожлантириш бўйича кўмита**

Кўмитанинг асосий вазифалари қилиб, қуйидагилар киритилган:

– телекоммуникацияларни ривожлантириш бўйича Бутунжаҳон конференция (ТРБК) ларга хиссаларни ташкил қилиш ва тайёрлаш;

– ТРБК га хорижий мамлакатлар, халқаро ва ҳудудий ташкилотларнинг хиссаларини ўрганиш ва кўриб чиқиш;

– ITU-D фаолиятида иштирок этганда Ўзбекистон Республикаси манфаатларини ҳимоя қилишни ҳисобга олган ҳолда МДҲ ва бошқа мамлакатларнинг миллий Алоқа маъмуриятлари билан ҳамкорликда мувофиқлаштирилган позицияларни ишлаб чиқиш бўйича таклифларни тайёрлаш;

– ТРБК га ҳиссани тайёрлаш бўйича илмий-тадқиқот ишларининг натижаларини кўриб чиқиш;

– ITU-D конференциялари, форумлари ва бошқа тадбирларига Ўзбекистон Республикаси хиссалари бўйича таклифларни тайёрлаш;

– ITU тавсияларини ҳисобга олган ҳолда миллий стандартларни ишлаб чиқиш бўйича таклифларни тайёрлаш;

– ITU-D томонидан ўтказиладиган тадбирларда, ITU-D тадқиқот комиссиялари, маърузачилар гуруҳи, ишчи гуруҳлари ишида иштирок этиш;

– норматив ҳужжатлар ишлаб чиқиш, уларни қайта кўриб чиқиш, ўзгартириш ва қўшимчалар киритиш юзасидан давлат ва тармоқ стандартлари бўйича дастурлар (режалар) лойиҳаларига таклиф ишлаб чиқиш;

– норматив ҳужжатлар, уларга киритилаётган ўзгартириш ва қўшимчалар лойиҳаларини экспертиза қилиш ва улар бўйича қарорлар тайёрлаш.

## **3. Радиоалоқа бўйича кўмита**

Кўмитанинг асосий вазифалари қилиб, қуйидагилар киритилган:

– радиоалоқа бўйича Бутунжаҳон конференцияларга (РБК) хиссаларни ташкил қилиш ва тайёрлаш;

– РБК га хорижий мамлакатлар, халқаро ва ҳудудий ташкилотларнинг хиссаларини ўрганиш ва кўриб чиқиш;

– ITU-R тавсияларининг лойиҳалари бўйича таклифларни тайёрлаш;

– ITU-R фаолиятида иштирок этганда Ўзбекистон Республикаси манфаатларини ҳимоя қилишни ҳисобга олган ҳолда МДХ ва бошқа мамлакатларнинг миллий Алоқа маъмуриятлари билан ҳамкорликда мувофиқлаштирилган позицияларини ишлаб чиқиш бўйича таклифларни тайёрлаш;

– РБК га ҳиссани тайёрлаш бўйича илмий-тадқиқот ишларининг натижаларини кўриб чиқиш;

– ITU-R конференциялари, форумлари ва бошқа тадбирларига Ўзбекистон Республикаси хиссалари бўйича таклифларни тайёрлаш;

– ITU-R тавсияларини ҳисобга олган ҳолда миллий стандартларни ишлаб чиқиш бўйича таклифларни тайёрлаш;

– ITU-R томонидан ўтказиладиган тадбирларда, ITU-R тадқиқот комиссиялари, маърузачилар гуруҳи, ишчи гуруҳлари ишида иштирок этиш;

– норматив ҳужжатлар ишлаб чиқиш, уларни қайта кўриб чиқиш, ўзгартириш ва қўшимчалар киритиш юзасидан давлат ва тармоқ стандартлари бўйича дастурлар (режалар) лойиҳаларига таклиф ишлаб чиқиш;

– норматив ҳужжатлар, уларга киритилаётган ўзгартириш ва қўшимчалар лойиҳаларини экспертиза қилиш ва улар бўйича қарорлар тайёрлаш.

#### **4. Почта алоқаси бўйича қўмита**

Қўмитанинг асосий вазифаларига қуйидагилар киради:

– УПИ Конгрессларига хиссаларини ташкил этиш ва тайёрлаш;

– УПИ Конгрессларига хорижий мамлакатлар, халқаро ва ҳудудий ташкилотларнинг хиссаларини ўрганиш ва кўриб чиқиш;

– УПИ Конгресслари, конференциялари ва бошқа тадбирларига Ўзбекистон Республикаси хиссалари бўйича таклифларни тайёрлаш;

– УПИ томонидан ўтказиладиган тадбирларда, УПИ ишчи органлари ишида иштирок этиш;

– Ўзбекистон Республикасида почта алоқасини ривожлантиришга доир лойиҳалар бўйича таклифларни тайёрлаш;

– УПИ фаолиятида иштирок этишда Ўзбекистон Республикаси манфаатларини ҳимоя қилишни ҳисобга олган ҳолда, МДХ

ва бошқа мамлакатларнинг миллий Алоқа маъмуриятлари билан ҳамкорликда мувофиқлаштирилган позицияларини ишлаб чиқиш бўйича таклифларни тайёрлаш;

- УПИ Конгрессларига ҳиссани тайёрлаш бўйича илмий-тадқиқот ишларининг натижаларини кўриб чиқиш;

- УПИ Конгрессларининг якуний ҳужжатларини ҳисобга олган ҳолда, почта алоқаси бўйича миллий стандартлар ва бошқа норматив ҳужжатларни ишлаб чиқиш бўйича таклифлар тайёрлаш;

- норматив ҳужжатлар ишлаб чиқиш, уларни қайта кўриб чиқиш, ўзгартириш ва қўшимчалар киритиш юзасидан давлат ва тармоқ стандартлари бўйича дастурлар (режалар) лойиҳаларига таклиф ишлаб чиқиш;

- норматив ҳужжатлар, уларга киритилаётган ўзгартириш ва қўшимчалар лойиҳаларини экспертиза қилиш ва улар бўйича қарорлар тайёрлаш.

#### **5. Домен номларни ривожлантириш бўйича қўмита**

Қўмитанинг асосий вазифаларига қуйидагилар киради:

- ICANN йирик тадбирларига ҳиссаларни ташкил қилиш ва тайёрлаш;

- ICANN тадбирларига хорижий мамлакатлар, халқаро ва ҳудудий ташкилотларнинг ҳиссаларини ўрганиш ва кўриб чиқиш;

- ICANN Конгресслари, конференциялари ва бошқа тадбирларига Ўзбекистон Республикаси ҳиссалари бўйича таклифларни тайёрлаш;

- ICANN томонидан томонидан ўтказиладиган тадбирларда, ICANN ишчи органлари ишида иштирок этиш;

- Ўзбекистон Республикасида домен номларни ривожлантириш бўйича лойиҳалар юзасидан таклифларни тайёрлаш;

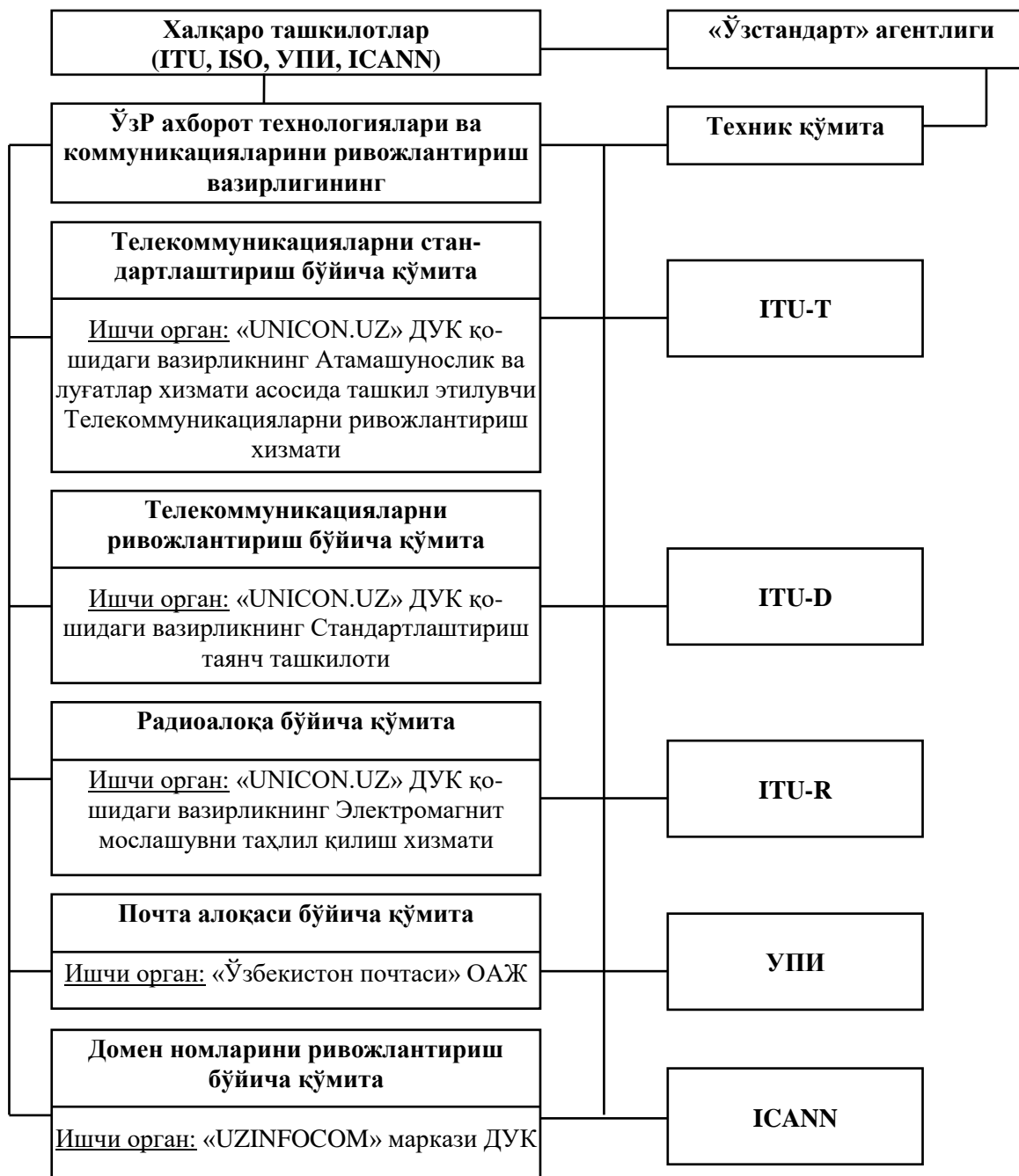
- ICANN фаолиятида иштирок этишда Ўзбекистон Республикаси манфаатларини ҳимоя қилишни ҳисобга олган ҳолда, МДХ ва бошқа мамлакатларнинг миллий Алоқа маъмуриятлари билан ҳамкорликда мувофиқлаштирилган позицияларини ишлаб чиқиш бўйича таклифларни тайёрлаш;

- ICANN йирик тадбирларига ҳиссани тайёрлаш бўйича илмий-тадқиқот ишларининг натижаларини кўриб чиқиш;

- ICANN ҳужжатларини ҳисобга олган ҳолда, домен номларини ривожлантириш бўйича миллий стандартлар ва бошқа норматив ҳужжатларни ишлаб чиқиш бўйича таклифларни тайёрлаш;

– норматив ҳужжатлар ишлаб чиқиш, уларни қайта кўриб чиқиш, ўзгартириш ва қўшимчалар киритиш юзасидан давлат ва тармоқ стандартлари бўйича дастурлар (режалар) лойиҳаларига таклиф ишлаб чиқиш;

– норматив ҳужжатлар, уларга киритилаётган ўзгартириш ва қўшимчалар лойиҳаларини экспертиза қилиш ва улар бўйича қарорлар тайёрлаш.



2.1-расм. Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида стандартлаштириш бўйича техник қўмитанинг тузилиш схемаси.

2.1-расмда Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг стандартлаштириш бўйича техник қўмитасининг тузилиш схемаси келтирилган.

## **2.8 Асос стандартлаштириш ташкилотлари**

О`z DSt белгилайдиган асосий вазифаларга мувофиқ давлат бошқарув органлари, корхоналар бирлашмалари томонидан маҳсулот турлари бўйича етакчи корхоналар ва ташкилотлар орасидан тайинланади ва ўзларига бириктирилган маҳсулот гуруҳлари (ёки бошқа стандартлаштириш объектлари) бўйича стандартлаштириш ва сертификатлаш ишларига илмий-техник ва ташкилий-услубий раҳбарликни амалга ошириш, бу ишлар бўйича техник бирлиликни таъминлаш учун тузилади.

Асос стандартлаштириш ташкилотлари (АСТ) «Ўзстандарт»да рўйхатидан ўтказилиши лозим.

АСТ га бириктирилган маҳсулот, хизматлар ёки бошқа объектларни стандартлаштириш бўйича ишларга илмий-техникавий раҳбарлик қилиш учун ва шунингдек, стандартлаштириш бўйича ишларни бевосита олиб бориш учун илмий-техник, конструкторлик-технологик стандартлаштириш бўлимлари, стандартлаштириш бюроси ташкил этилиши мумкин.

Стандартлаштириш бўйича иш асосий иш турига тааллуқли бўлиб, АСТ нинг бўлинмалари томонидан ташкилотнинг мавзу режасининг таркибий қисми бўлган стандартлаштириш бўйича ишлар режасига мувофиқ ўтказилади.

АСТ ни молиялаштириш иқтисодиёт тармоқларининг бошқарув органлари томонидан ёки бириктирилган маҳсулот турлари бўйича хўжалик шартномаси асосида амалга оширилади.

АСТ нинг асосий функциялари ва вазифалари қуйидагилардан иборат:

– АСТ га бириктирилган корхоналар ва ташкилотлар томонидан ўтказиладиган стандартлаштириш бўйича ишларни мувофиқлаштириш ва шунингдек, бириктирилган маҳсулот гуруҳи бўйича техник бирлиликни таъминлаш;

– бириктирилган маҳсулот гуруҳи бўйича стандартлаштиришни ривожлантиришнинг мажмуавий ва илгарилловчи

стандартлаштиришни таъминловчи асосий йўналишларини ишлаб чиқиш;

– бириктирилган маҳсулот гуруҳига мувофиқ стандартлар лойиҳаларини ва стандартлаштириш бўйича бошқа норматив ҳужжатларни ишлаб чиқиш, экспертиза қилиш ва мувофиқлаштириш;

– стандартларда ва бошқа норматив ҳужжатларда бириктирилган маҳсулот гуруҳига мувофиқ ўрнатилган кўрсаткичлар ва нормаларнинг ҳозирги замон фан-техникаси даражаси, хавфсизлик, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва Ўзбекистон Республикасида амал қилаётган қонунчилик талабларига мувофиқлигини таъминлаш;

– стандартлаштириш назарияси ва амалиёти соҳасида илмий-услубий ишларни ва шунингдек, АСТ га бириктирилган маҳсулотнинг янги намуналарида стандартлаштиришнинг оптимал даражасини ўрнатиш ва таъминлаш бўйича ишларни ўтказиш;

– маҳсулотга оид норматив ҳужжатларни унда келтирилган кўрсаткичлар ва нормаларнинг амалдаги стандартларнинг мажбурий талабларига мувофиқлигини ўрнатиш мақсадида тизимли текширувлар ўтказиш;

– корхона ва ташкилотларга стандартлаштириш ва сертификатлаш бўйича режалар ва тадбирларни ишлаб чиқишда услубий ёрдам бериш.

АСТ «Ўзстандарт»га ва иқтисодиёт тармоқларини бошқарув органларининг стандартлаштириш бўйича бўлинмаларига стандартлаштиришнинг жуда муҳим масалалари бўйича мурожаат қилиш ҳуқуқига эга. АСТ корхоналар ва ташкилотлардан ўзининг вазифаларини бажариш учун стандартлаштириш бўйича зарурий материал ва бошқа маълумотларни талаб қилиб олиши ва юқори ташкилотларга стандартлаштириш бўйича норматив ҳужжатларни илмий-техник экспертизаси натижалари бўйича таклифлар киритиши мумкин.

АСТ белгиланган тартибда стандартлаштириш бўйича норматив ҳужжатлар жамғармасини бутлайди, бириктирилган корхоналар ва ташкилотларнинг стандартлаштириш масалалари бўйича иши ва шунингдек, бириктирилган маҳсулот гуруҳи бўйича норматив ҳужжатлар тамойилларига риоя қилиниши устидан назоратни амалга оширади.

АСТ қўйилган вазифаларнинг бажарилиши ва белгиланган функцияларнинг амалга оширилиши учун жавобгардир.

Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида стандартлаштириш бўйича ишларни ташкил этиш ва янада ривожлантириш учун 1997 йили Ўзбекистон Республикаси Алоқа вазирлигининг 15.04.97 145-сонли буйруғи билан телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасини стандартлаштириш бўйича таянч орган тузилди.

Стандартлаштириш бўйича таянч органни тузишдан мақсад соҳа корхоналарида стандартлаштириш ишлари бўйича илмий-техник ва ташкилий-услубий ишларга раҳбарликни амалга ошириш ва бу ишлар бўйича талабларнинг бирлигини таъминлашдан иборат.

Стандартлаштириш ишлари бўйича таянч орган функциялари Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг Фан-техника ва маркетинг тадқиқотлари Маркази – “UNICON.UZ” ДУК зиммасига юкланди.

## **2.9 Корхона ва ташкилотлардаги стандартлаштириш хизматлари**

Стандартлаштириш хизматлари хўжалик юритувчи субъектлар (бўлимлар, бюро, гуруҳлар)дан иборат бўлади. Муҳандис-техник хизматчилар сони махсус бўлинмани ташкил этишга имкон бермайдиган ўрта ва кичик корхоналарда стандартлаштириш бўйича ишлар масъулияти муҳандис-техник ходимлардан бирининг зиммасига юклатилади.

Стандартлаштириш хизматларининг асосий вазифалари қилиб қуйидагилар белгиланган:

– истиқболли ва йиллик стандартлаштириш режалари (дастурлари)га доир таклифларни, зарурат бўлганда бошқа бўлинмалар билан ҳамкорликда, ишлаб чиқиш;

– мақсадли илмий-техник дастурларга маҳсулотнинг техник даражаси ва сифати кўрсаткичларини оширишни башоратлаш ва маҳсулотга истиқболли талабларни белгилайдиган норматив ҳужжатни ишлаб чиқиш бўйича таклифлар тайёрлашда иштирок этиш;

– бошқа бўлинмалар билан ҳамкорликда яратилаётган ва ишлаб чиқарилаётган маҳсулотга оид норматив ҳужжатлар ва шунингдек, сифатни таъминлаш тизимларининг норматив ҳужжатларини ишлаб чиқиш;

– норматив ҳужжатлар лойиҳалари бўйича тақризларни тайёрлаш;

– корхона ва унинг бўлинмалари томонидан ишлаб чиқилган норматив ҳужжатларнинг ҳисобини юритиш ва рўйхатга олиш;

– бўлинмаларни зарурий норматив ҳужжатлар билан ҳамда норматив ҳужжатларнинг мавжудлиги, улардаги ўзгаришлар ёки бекор қилинишлар ҳақида ахборот билан таъминлаш;

– норматив ҳужжат жамғармасини, қўлланиладиган норматив ҳужжатларнинг абонентлик ҳисобини юритиш, уларга ўзгариш-ларни киритиш, бекор қилинганларини олиб қўйиш;

– корхонада қўлланиладиган норматив ҳужжатларнинг халқаро, давлатлараро ҳудудий стандартлар ва етакчи хорижий мамлакатлар (фирмалар) стандартлари талабларига мослигининг илмий-техник экспертизасини ташкил этиш;

– корхонада иқтисодий хизмати билан биргаликда стандартлаштиришнинг техник-иқтисодий самарадорлигини аниқлаш;

– бошқа бўлинмалар билан ҳамкорликда норматив ҳужжатларни жорий этиш ва уларга ўзгаришлар киритиш бўйича тадбирлар режалари лойиҳаларини ишлаб чиқиш, корхона режаларининг бажарилиши устидан назорат қилиш;

– «Ўзстандарт» органлари томонидан норматив ҳужжатларга риоя қилиниши устидан ўтказиладиган текширувларда иштирок этиш;

– маҳсулотни ишлаб чиқаришга қўйишда уни синаш, сертификатлаш ва қабул қилиш бўйича ишларда иштирок этиш;

– халқаро, давлатлараро, ҳудудий стандартлаштириш соҳасидаги икки томонлама ҳамкорлик ва шунингдек, халқаро стандартлар ва хорижий мамлакатлар (фирмалар)нинг миллий стандартларини қўллаш бўйича ишларни бажариш.

Стандартлаштириш хизматидаги ҳуқуқлар берилиши мумкин:

– стандартлаштириш бўйича ишлар режалари, стандартлаштириш бўйича норматив ҳужжатлар лойиҳаларини ишлаб чиқиш, лойиҳалар бўйича тақризлар тузиш, маслаҳатлар ўтказиш учун бошқа бўлинмаларни, белгиланган тартибда жалб этиш;



– стандартлаштириш бўйича бўлинмалар орасида юзага келадиган мунозарали масалаларни ҳал этиш.

## **2.10 Техник-иқтисодий ва ижтимоий ахборотнинг ягона таснифлаш ва кодлаш тизими**

Вазирликлар, идоралар, ташкилотларнинг ҳисобот, ҳисобга олиш ҳужжатларини ишлаб чиқиш, тўлдириш билан боғлиқ ишларни бажарадиган ходимлари, товар ишлаб чиқарувчилар, ОКП, СООГУ, ОКОНХ, СОАТО, ОКП ва ҳ.к. кодларни талаб қиладиган графаларни тўлдиришга тўғри келишини билишади.

*Техник-иқтисодий ва ижтимоий ахборот таснифлагичи* – таснифий гуруҳлар номлари ва уларнинг кодли белгиларининг тизимлаштирилган рўйхатидан иборат стандартлаштириш бўйича норматив ҳужжатдир.

*Кодлаш* – таснифий гуруҳга ва таснифлаш объектига кодни ҳосил қилиш ва беришдир.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 1994 йил 24 августдаги «Ўзбекистон Республикасининг халқаро амалиётда қабул қилинган учёт ва статистика тизимига ўтиш тўғрисида»ги 433-сонли қарорига мувофиқ бу лойиҳани амалга ошириш Давлат дастури тасдиқланган эди.

Дастурда шу нарса кўрсатилганки, Ўзбекистон Республикасининг давлат статистикаси ва бошқа бошқарув соҳаларида техник-иқтисодий ва ижтимоий ахборотни таснифлаш ва кодлашнинг ягона тизимини (ТИИА ТКЯТ) қўллаш ва ривожлантириш янги таснифлагичларни ишлаб чиқиш, мавжуд таснифлагичларни жорий қилиш ва киритиш, шу билан бирга таснифлаш ва кодлаш соҳасида халқаро стандартларни ватанимиз шароитларига мослаш ва уйғунлаштиришни таклиф этади.

Ўзбекистон Республикасининг ТИИА ТКЯТ бунда ТИИА нинг таснифлагичлари, уларни киритиш тизими, таснифлаш ва кодлаш соҳаси бўйича норматив ҳужжатлар ва шунингдек, таснифлаш ва кодлаш бўйича ишни амалга оширувчи ташкилотлар мажмуасидан иборатдир.

Ўзбекистон Республикаси ТИИА ТКЯТ нинг асосий мақсадлари қуйидагилардан иборат:

– халқ хўжалигини ҳисоблаш техникаси воситаларини қўллаш асосида бошқариш жараёнларининг ахборотли таъминотини стандартлаштириш;

– халқ хўжалигини ҳисоблаш техникаси воситаларини қўллаш асосида бошқарув жараёнларининг ахборотларни мослигини таъминлаш;

– халқаро даражада электрон ахборот алмашинувини таъминлаш.

Ўзбекистон Республикаси ТИИА ТЯҚТ нинг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат:

– халқ хўжалигини бошқарув тизимида техник-иқтисодий ва ижтимоий ахборотни таснифлаш ва кодлаш;

– таснифлагичларни ишлаб чиқиш ва олиб бориш соҳасида услубий бирлиликни таъминлаш;

– ўзаро мувофиқлаштирилган таснифлагичлар мажмуини яратиш;

– ахборотга ишлов бериш жараёнларини автоматлаштириш учун шароитларни таъминлаш;

– халқ хўжалигини автоматлаштирилган биргаликда ишловчи бошқарув тизимларининг ахборотларни мувофиқлигини таъминлаш;

– таснифлаш ва кодлаш тизимининг халқаро таснифлаш тизимлари билан уйғунлаштириш.

1995 йилдан 2001 йилгача бўлган даврда ҳисоб, статистика амалиётида бозор иқтисодиёти шароитларида қўллаш учун мўлжалланган. Ўзбекистон Республикасининг қуйидаги умум-давлат таснифлагичларини яратиш бўйича ишлар олиб борилди:

КТУТ (ОКПО) – республика корхоналари ва ташкилотларининг умумдавлат таснифлагичи, унга ташкилий-ҳуқуқий ва мулк шаклларининг қўшимча таснифий кодлари киритилган.

МҲБУТ (СОАТО) – маъмурий-ҳудудий бўлимнинг умум-давлат таснифлагичи, у Давлат корхоналари регистрининг қисмидир.

БОТ (КОУ) – бошқарув органларининг умумдавлат таснифлагичи – вазирликлар, идоралар, бирлашмалар, корхоналар таснифлагичи. Давлат органлари функцияларининг халқаро таснифлагичи (КФТО) асосида ишлаб чиқилган.

ИФУТ (ОКВЭД) – иқтисодий фаолият турларининг умумий таснифлагичи. Асос таснифлагич бўлиб Европа стандарти NACE хизмат қилган.

МУТ (ОКП) – маҳсулот ва хизматларнинг умумдавлат таснифлагичи. Европа ҳамжамиятидаги маҳсулотни фаолият турлари бўйича статистик таснифлагичи NACE/CPA/PRODKOM асосида ишлаб чиқарилган.

МАСК (НСКЗ) – МСКЗ-88 (ISO-88) асосида ишлаб чиқилган ва тасдиқланган маҳсулотларнинг миллий стандарт таснифлагичи бўлиб, маҳсулотларнинг касблар ва мансабларнинг барча йирик-лаштирилган, таркибли ва таянч гуруҳлари бўйича тавсифидан иборат.

МШК (КФС) – бозор муносабатлари ва эркин тadbир-корликнинг ривожланиш даврида мулкнинг тури ва хўжалик юритиш субъектларни тавсифловчи асосий мезонлардан бирidir. Шунга асосан ва Ўзбекистон Республикаси Фуқаролик кодексининг мулк тўғрисидаги ва корхоналар тўғрисидаги қондасига таянилган ҳолда мулк шакллари таснифлагичи ишлаб чиқилди.

ТҲШТ (КОПФ) – ташкилий-ҳуқуқий хўжалик юритувчи субъектлар таснифлагичи, у Ўзбекистон Республикаси Фуқаролик кодексига мувофиқ яратилган бўлиб, унда ташкилий-ҳуқуқий шаклларнинг икки тури таърифланган: тижорат ва нотижорат ташкилотлари;

МТФ (КТФ) – маҳсулотлар сони бўйича корхоналар турлари таснифлагичи, унда корхоналарнинг тўрт тури белгиланган: микрофирмалар; кичик корхоналар, ўрта корхоналар, йирик корхоналар.

ИСТ (КСЭ) – иқтисодиёт секторлари таснифлагичи – унда иқтисодиётнинг қуйидаги секторлари гуруҳлари таърифланган; умуман иқтисодиёт; молиявий, номолиявий корпорациялар; давлат бошқарув органлари; уй хўжалигига хизмат кўрсатувчи нотижорат ташкилотлари; ва бошқалар. Таснифлагич Ўзбекистон Республикасининг Фуқаролик кодекси асосида ишлаб чиқилган;

СТ (КС) – стандартлар таснифлагичи, каталоглар, кўрсаткичлар, норматив ҳужжатларнинг мавзули рўйхатини тузиш учун мўлжалланган. Таснифлагич норматив ҳужжатларни индекслаш учун фойдаланиладиган таснифий гуруҳларнинг кодлари ва номларини белгилайди;

ЖМТ (КСМ) – жаҳон мамлакатлари таснифлагичи, у халқаро стандарт ISO 3166 асосида яратилган;

ВТ (КВ) – валюталар таснифлагичи, у халқаро стандарт ISO 4217 асосида яратилган;

ЎБТТ (СОЕЙ) – ўлчов бирликларининг белгилари тизимлари таснифлагичи; у ўлчов бирликларининг халқаро таснифлагичи ЕЭК ООН, ISO31–0:1992 стандартлари асосида яратилган.

Таснифлагичларни яратиш бўйича ишларнинг муҳим йўналиши техник иқтисодий ва ижтимоий ахборот миллий таснифлагичларининг уларнинг халқаро аналоглари билан уйғунлаштирилган ўзаро боғлиқ тизимларини ишлаб чиқишдан иборат. Ўзбекистонда миллий таснифлагичларни қайта кўриб чиқиш ва жорий этиш миллий стандартлар халқаро тизимларининг асосий тамойилларини ўзлаштириш ва фойдаланиш бўйича ишлар билан боғлиқликда олиб борилмоқда.

Таснифлаш ва кодлаш бўйича асосий стандартлар сифатида тайёрланган умумдавлат таснифлагичларини «Ўзстандарт»нинг ахборот жамғармасидан олиш мумкин. Тармоқ таснифлагичларни эса мос равишда таснифлагичларни ишлаб чиқувчиларнинг тармоқ жамғармаларидан олиш мумкин.

## **2.11 Штрихли кодлашни жорий этишнинг ҳуқуқий асослари**

1999 йили Ўзбекистон ҳукуматининг Ўзбекистон Республикасида штрихли кодлашни киритиш тўғрисидаги иккита қарори қабул қилинди. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 1999 йил 21 апрелдаги «Ўзбекистон Республикасида ишлаб чиқариладиган маҳсулотни (товарларни) сертификатлашга тайёргарлик ва кодлашни киритиш бўйича чоралар тўғрисидаги» 188-сонли қарорида маҳсулотни (товарни) сертификатлашга тайёрлаш ва штрихли кодлашни киритиш бўйича мажмуавий тадбирлар режаси тасдиқланган эди.

Тадбирлар режасида қуйидагилар кўзда тутилган:

– экспорт учун ишлаб чиқариладиган товарларни штрихли кодлашни жорий этиш бўйича ишларни тугаллаш;

– Ўзбекистон Республикаси ҳудудида штрихли кодлаш тизимининг ишлашини таъминлаш учун зарурий норматив ҳужжатлар ва услубий материаллар тўпламини ишлаб чиқиш;

– «Ўзстандарт»нинг Ўзбекистон тадқиқотлар ва малака ошириш институти (ЎзТМОИ) қошида штрихли кодларнинг оригинал-макетларини тайёрлаш бўйича Марказ очиб, уни зарурий жиҳозлар билан таъминлаш;

– Вазирлар Маҳкамасига «Ўзбекистон Республикасида ишлаб чиқариладиган маҳсулотни (товарларни) мажбурий кодлашни киритиш тўғрисидаги» белгиланган тартибда мувофиқлаштирилган қарор лойиҳасини тайёрлаш ва киритиш.

Ўзстандарт буйруғига мувофиқ ЎзТМОИ қошида Штрихли кодлаш Маркази тузилди ва унинг низоми тасдиқланди. Бу марказ 1999 йилнинг апрелидан бошлаб иш бошлади ва штрихли кодлаш учун зарурий норматив ҳужжатлар белгиланган муддатларда ишлаб чиқилди.

«Ўзстандарт» зиммасига қуйидаги функциялар юкланди:

– Ўзбекистон Республикасида ишлаб чиқариладиган товарларни штрихли кодлаш тизимини жорий этиш бўйича ягона сиёсатни амалга ошириш;

– Ўзбекистон Республикасида ишлаб чиқариладиган товарлар штрихли кодларининг Давлат реестрини киритиш;

– штрихли кодлаш тизимини қўллашни Ўзбекистон Республикаси қонунчилигига мувофиқ тартибга солувчи норматив ҳужжатлар ва услубий материалларни ишлаб чиқиш;

– хўжалик юритувчи субъектларни штрихли кодларнинг турли ташувчилардаги оригинал-макетлари билан таъминлаш.

## **2.12 Штрихли кодлашни жорий этишнинг норматив асоси**

Штрихли кодлашнинг амал қилиш учун норматив ҳужжатлар тўплами ишлаб чиқилди.

1. O`z DSt 6.17.01:1999 да маҳсулотни штрихли кодлаш тизимининг асосий қоидалари, атамалар ва таърифлар, кодлаш объектлари, кодлаш объектларини EAN штрихли симболи кўринишида тасвирлашнинг умумий тамойиллари ва ўрнатилган стандартнинг 4-бўлимида қуйидагилар қайд этилган [46]:

– Ўзбекистон Республикасининг штрихли кодлаш тизими халқаро товарни рақамлаш тизими EAN доирасида ишлаб чиқилган ва амал қилади, миллий ва халқаро кодлаш тизимларининг мувофиқлигини ва ахборот алмашинув учун ягона тилни таъминлайди;

– штрихли кодлаш объектлари ахборотли символлар (рақамлар, ҳарфлар, махсус белгилар бўлиб, штрихлар ва пробеллар (бўш оралиқлар) кўринишида ёзилади;

– Автоматик идентификациялаш маркази – Предметли рақамлаш Ассоциацияси «EAN Узбекистан» умумий услубий раҳбарликни, «Ўзстандарт» ЎзТМОИ нинг Штрихли кодлаш маркази Ўзбекистон Республикасида штрихли кодлаш бўйича ишларни мувофиқлаштиришни амалга оширади.

Штрихли кодларнинг турлари ва улардан фойдаланиш соҳаси, штрихли кодлар символларини ёзишнинг умумий қоидалари тасвирланган, иловада эса EAN International тизимидаги мамлакатларнинг префикслари рўйхати берилган.

2. O`z DSt 6.17.03:1999 қуйидаги тартибни белгилаб берган [48]:

– халқаро кодлаш тизими EAN дан фойдаланиладиган ва ўз кодларини EAN штрихли код символлари билан маркалайдиган корхоналарни рўйхатга олиш;

– корхоналарга EAN кодларини тақдим этиш;

– товар маҳсулотининг ҳар бир тури учун EAN коддини шакллантириш;

– оригинал-макетларни тайёрлаш ва штрихли кодларнинг сифатини текшириш;

– EAN кодларини қайта кўриб чиқиш ва бекор қилиш.

Стандарт талаблари Ўзбекистон Республикаси хўжалик юритувчи субъектларининг муассасалари, ташкилотлари учун мажбурийдир.

Стандарт товарлар ва хизматларни автоматик идентификациялаш Маркази «EAN Uzbekistan»нинг ва «Ўзстандарт» ЎзТМОИ нинг штрихли кодлаш Марказининг функциялари ва уларнинг ўзаро ишлаш шакллари аниқ белгилаб берилган.

Ўздавстандарт ЎзТМОИ нинг штрихли кодлаш Маркази қуйидагиларни амалга оширади:

– штрихли кодларнинг оригинал-макетларини турли текширувларда ҳамда ўзи елимланадиган фирмавий этикеткалар ва ёрлиқларни тайёрлаш;

– штрихли кодларни оригинал-макетларда ва тахламларда (упаковкаларда) верификациялаш;

– этикетка, тахлам ва товардаги штрихли код сифатини текшириш;

– Ўзбекистон Республикасида ишлаб чиқариладиган маҳсулотнинг штрихли кодлари Давлат реестрини юритиш.

Қуйидагилар белгилаб қўйилган:

– хўжалик юритувчи субъектларга штрихли кодлар оригинал-макетларини тайёрлашга Ўзстандарт ЎзТМОИнинг Штрихли кодлаш Маркази билан келишилганидан сўнг рухсат этилади;

– штрихли кодлардан Давлат реестрининг рўйхатга олиш рақамисиз фойдаланиш таъқиқланади, рўйхатга олиш рақами эса штрихли код рақамли тасвирининг юқори қисмига қўйилади.

Ўзстандарт ЎзТМОИ штрихли кодлаш Марказининг О`з DSt 6.17.01:1999, О`з DSt 6.17.03:1999 ва О`з DSt 6.17.05:1999 қоидалари ва талабларининг бузилиши тўғрисидаги хулосаси асосида Товарлар ва хизматларни автоматик идентификациялаш маркази EAN Uzbekistan камчиликларни бартараф этиш муддатини белгилайди. Уларни белгиланган муддатда бартараф этилмаган ҳолда EAN Uzbekistan берилган EAN кодларини бекор қилади ва корхонага тегишли хабарномани юборади.

О`з DSt 6.17.01:1999, О`з DSt 6.17.03:1999, О`з DSt 6.17.05:1999 нинг EAN кодларини тайёрлаш ва фойдаланишга доир талабларини бажармаслик, EAN нинг штрих кодли символларидан рухсат этилмаган ҳолатларда фойдаланиш Ўзбекистон Республикасининг амалдаги қонунчилигига мувофиқ таъқиб қилинади.

3. О`з DSt 6.17.05:1999 давлат стандарти идиш, тахлам ва истеъмол товарларида EAN нинг штрих-кодли символлари ва визуал-ўқиладиган белгиларини жойлаштириш бўйича қоидалар ва тавсияларга доир умумий талабларни белгилаб берган. Стандартда атамаларнинг таърифлари штрих-кодли символларни истеъмол товарлари ва ташув (транспорт) тахламларида жойлаштиришга мисоллар берилган.

О`з DSt 6.17.05:1999 стандартида EAN штрихли символларини истеъмол товарлари ва ташув упаковкаларида жойлаштиришга доир талаблар, шу жумладан қуйидаги умумий талаблар берилган [49].

1. Штрих-кодли символни идентификация объектининг бевосита сиртига ҳам, оралиқ ташувчида ҳам қўйишни О`з DSt 6.17.03:1999 да баён қилинган шартларга риоя қилинганда истаган матбаа усули билан бажариш мумкин.

2. Штрих-кодли символ идентификация объектининг бу символ учун етарли юзага эга бўлган сиртига қўйилади.

Штрих-кодли символни ташув тахламининг таглиги (асоси) сифатида аниқланадиган сиртга жойлаштириш таъқиқланади.

3. Штрих-кодли символ идентификация объектининг сиртида фақат икки ҳолатда жойлаштирилиши мумкин:

– штрих-кодли символнинг штрих чизиқлари идентификация объектининг асосига перпендикуляр жойлаштирилган;

– штрих-кодли символнинг штрих чизиқлари идентификация объектининг асосига параллел жойлаштирилган.

4. Агар EAN штрих-кодли симболи истеъмол бирлигининг букилган сиртига чоп этиладиган бўлса, у ҳолда уни жойлаштиришда штрихларнинг фазовий ориентацияси сиртнинг эгрилик бурчагига боғлиқ бўлади.

5. Штрихли символларни етказиб бериш бирлигининг етказиб бериш birlikлари тахланадиган сиртлари бўлмайдиган ва уларни автоматик идентификация тизимининг ўқиш қурилмаси сканерлаётганда очик бўладиган, иложи борича бир неча сиртига жойлаштириш зарур.

6. Етказиб бериш birlikи ёки тахламнинг битта сиртига (томонига) иккита штрих-кодли символ қўйиш тавсия этилади, улардан бири сиртнинг горизонтал томонига, иккинчиси эса вертикал томонига жойлаштирилади.

7. Агар идиш ёки тахламнинг томонида фақат битта штрих-кодли символ жойлашган бўлса, у ҳолда у етказиб бериш birlikлари тахланадиган сиртнинг горизонтал томонига параллел бўлиши лозим.

9. Штрих-кодли символ қавариқ сиртга уни текис сиртга жойлаштириш мумкин бўлмаган ҳолда ёки текис сирт етказиб бериш birlikларини тахлашда штрих-кодни ўқиш мумкин бўлмайдиган ҳолда жойлаштирилади.

**Штрихли кодлаш.** *Штрих-код* – бу турли кенгликдаги параллел штрихлар тўпламидан иборат белгиларни ифодаловчи код бўлиб, улар сканерлаш нури ёрдамида кўндаланг оптик кўринишда ўқилади. Штрихли код – ахборотни компьютерга тез ва аниқ киритиш учун бу сонлар, ҳарфлар, белгиларни турли кенгликдаги штрихлар ва пробеллар кетма-кетлиги билан кодлаш йўлидир.

Штрихли кодлаш – бу маълумотларни автоматик идентификациялаш ва тўплаш технологияси бўлиб, у ахборотни маълум



қоидалар бўйича белгиланган шакл, ўлчам, рангдаги, уларни кейин оптик ўқиш учун қайтарилиш хусусияти ва жойлашиши ҳамда ҳисоблаш машинасига (компьютерга) автоматик киритиш учун қулай шаклга айлантирадиган формаллаштирилган элементлар комбинациялари кўринишида чоп этишга асосланган.

2.2-расмда EAN-13 истеъмол товари штрихли кодининг символикаси мисол тарзида келтирилган.

Маълумотларни символларда ифодалаш учун маълум кенгликдаги штрихлар ва пробеллардан фойдаланилади. Сонли тартиб рақамининг исталган қисми ёки ахборотнинг исталган тури штрихли код кўринишида кодланиши ва чоп этилиши мумкин (масалан, буюртманинг тартиб рақами ёки товар партиясининг тартиб рақами).

Штрихли кодни сканерлаш коднинг тагига чоп этилган тартиб рақамини компьютерга киритиш билан тенгдир, бу эса жуда муҳим. Маълумотлар ҳар қандай, клавиатурадан ёки штрихли кодни ўқиш билан киритилмасин, барибир уларнинг кўрсатишлари ўзгаришсиз қолади.



2.2-расм. EAN-13 кодининг структураси.

Штрихли код символидаги ахборотни ўқиш учун сканерловчи қурилманинг (сканернинг) нуруни штрихли кодга йўналтирилади. Декодер ёрдамида штрихли кодда кодланган маълумотлар олинади. Штрихлар ва пробеллар кўринишида кодланган рақамли ахборот штрихли коднинг пастига чоп этилади.

## **Штрихли кодлардан фойдаланиш**

Штрихли коддан, амалда, маълумотлар компьютерга қўлда киритиладиган ҳамма ерда фойдаланилиши мумкин.

Ишлаб чиқарувчилар, дистрибьюторлар, чакана сотувчилар, молиявий хизматлар, маиший хизмат корхоналари, телефон компаниялари, ҳукумат агентликлари, соғлиқни сақлаш корхоналари, транспорт компаниялари ва бошқа кўплаб тармоқлар ахборотни қўлда киритиш ўрнига штрихли коддан фойдаланадилар.

*Штрихли кодлардан фойдаланишнинг афзалликлари.*

Маълумотларни автоматик тўплаш учун штрихли кодлардан фойдаланишнинг афзалликлари жуда оддий: тезлик, аниқлик ва штрихли кодларни ўқишда ахборотни киритиш тезлиги 100 марта тезроқ.

Штрихли коддан фойдаланишнинг яна бир неча афзалликлари:

- захираларнинг аниқ назорати;
- материаллар келишининг тутилиб қолиши натижасида юзага келадиган ишлаб чиқаришнинг бекор туриш вақти қисқариши;
- ишлаб чиқаришнинг ҳолати ҳақидаги ахборотга тез эга бўлиш ва статистиканинг яхшиланиши;
- маълумотларга ишлов беришда аниқлик ва доимий муаммоларни идентификациялаш;
- омборга жойланган ва юклаб жўнатилган товарларнинг аниқ ҳисоби (учёти);
- ишлаб чиқаришда буюртма жараёнининг тезлашуви ҳисобига захираларни тўлдириш вақти қисқаради;
- бошқарув вақтининг қисқариши ҳужжат айлануви ўртача даражасининг пасайишига олиб келади.

Экспорт қилишга тайёрлашда штрихли кодга эга бўлмаган товарлар қабул қилинмайди.

Маҳсулотнинг штрихли коди – бу товар ишлаб чиқарувчининг ташриф қоғозидир.

*Штрихли кодлар таркибининг элементлари*

Барча штрихли кодлар ўхшаш элементларга эга бўлиб, улардан символ тузилади. Булар штрихлар ва пробеллар, одам ўқийдиган белгилар (символ остидаги белгилар), ёруғ зоналар (символ атрофидаги қандайдир белгилардан холи зоналар).

*Штрихлар ва пробеллар*

Штрихлар ва пробеллар маълумотларни кодлаш андозасини (шаблонини) аниқлайди. Ҳар бир символика бу андозаларни: сиқиш зарурати, чоп этишнинг осонлиги, декодлашнинг (кодни очишнинг) тезлиги ва осонлиги ва ҳ.к. ларга боғлиқ равишда яратишнинг турли стратегиясини ифодалайди.

#### *Одам ўқийдиган белгилар*

Одам ўқийдиган белгилар – штрихлар ва пробеллар билан кодланган маълумотларни одам ўқиши учун матн сифатида тасвирлашдир.

#### *Ёруғ зоналар*

Ёруғ зона – штрихлар ва пробеллардан олдинги ва кейинги тоза (қандайдир белгилардан холи) майдон. Ёруғ зонанинг бўлиши штрихли кодни ўқишнинг энг муҳим шартидир. Сканер штрихлар ва пробелларни фарқлай бошлашдан олдин ёруғ зона учун қийматни аниқлаб олиши лозим. Штрихли код ёруғ зонасиз ўқиши мумкин бўлмайди. Ёруғ зона аслида кодни ўраб турган бўлса-да, ундан пастдаги ва юқоридаги тоза майдон кўпчилик символикаларнинг ўқиши учун унчалик муҳим эмас (2.2-расм).

#### *Назорат рақами*

Назорат рақамли маълумотлар тўғри ўқиладиганлигини текшириш учун фойдаланилади. Турли символикалар ягона назорат рақамини ҳисоблаш учун турли формулалардан фойдаланиш имконини беради. Бу назорат рақами, одатда, кодланган рақамнинг охирига қўшилади. Компьютер коднинг тўғри ўқилганлигини ўзи ҳисоблаб ва ҳисобланган назорат рақамларини солиштириш билан текширади (2.2-расмга қ.).

#### *Штрихли кодларнинг турлари*

Штрихли кодлардан фойдаланиш борган сари кенгаётганлиги сабабли уларнинг турли турлари пайдо бўлмоқда ва жорий қилинмоқда.

Штрихли кодларнинг турли турлари символикалар деб аталади. Энг кўп фойдаланиладиган штрихли кодлар:

- EAN-13, EAN-8;
- Код128;
- Код39;
- «5 та навбатлашувчидан 2 та» (ITF-14).

Бу турли символикалар белгилар тўпламлари (фақат сонли ёки алифболи-рақамли), матбаа зичлиги (узунлик бирлигида улар қанчалик кўп белгиларни кодлашлари мумкинлиги); паст ажратиш

қобилиятли принтер томонидан қанчалик осонлик билан чоп этилиши ва бошқа баъзи аломатлари билан фарқ қилади.

Ҳозирги замон штрихли код сканерлари (декодерлар) бу барча символикаларни автоматик ўқийдилар ва фарқлай оладилар, кўпчилик дастурий маҳсулотлар эса бу ва бошқа кўплаб символикаларни чоп этишлари мумкин.

*Энг кўп фойдаланиладиган штрихли кодлар*

EAN-13, EAN-8 коди энг оммавий бўлиб, уни амалда чакана савдога келадиган барча товарларда кўриш мумкин. Сўнгра маълум даражада кенг тарқалган код «5 та навбатланувчидан 2 таси» ва код 128 ни айтиш мумкин.

*Код EAN-13, EAN-8 нима?*

Код EAN-13, EAN-8 чакана савдога келадиган товарлар учун стандарт штрихли коддир. Код фақат 13 ёки 8 хонали сонли тўпламни кодлаши мумкин. Бу атамадаги EAN ушбу сўзлар бирикмаси European Article Number нинг аббревиатурасидир. EAN кодлари Ўзбекистон стандартларига киритилган эди. EAN кодлари халқаро стандартларга асосланганлиги сабабли улар Европа, Осиё, Марказий ва Жанубий Америка мамлакатларида ва Океания мамлакатларида фойдаланиладиган EAN кодлари билан ўзаро алмашинувчандир.

Коднинг структураси ҳар бир мамлакатда ўзиники бўлиши мумкин. Масалан, Ўзбекистонда коднинг биринчи учта рақами – миллий ташкилотнинг префикси, навбатдаги олтита рақам – корхонанинг ёки мазкур маҳсулот эгасининг тартиб рақами, навбатдаги учта рақам – товарнинг идентификациялаш блоки, сўнгги рақам – назорат рақамидир.

*Қайси товарлар EAN нинг алоҳида тартиб рақамини талаб қилади?*

Ҳар бир товар турига EAN нинг алоҳида ва энг аввало унинг ажралиб турадиган хусусиятларини таъкидлаш зарур бўлганда, ноёб (уникал) тартиб рақами берилади.

Алоҳида ноёб рақами энг аввало қуйидаги ҳолларда зарур:

– истеъмол товарининг ҳар бир варианты учун товарнинг тури, унинг ўлчами, безатилиши, ранги ва ҳ.к. ларга боғлиқ равишда;

– товарнинг ўлчами бўйича фарқланадиган ҳар бир тахламаси учун;

– товарнинг ўз ичига ҳар хил турдаги ёки бир турдаги, ўз навбатида, ўз тартиб рақамига эга бўлган бир неча товарларни олган ҳар бир тахлам учун;

– товар модификациялари учун, илгари келган товарларни бошқа истеъмол хоссаларига эга бўлган янги келганларидан фарқлаш зарур бўлганда.

Товар нархи ўзгарганида, бу ўзгариш унинг фақат истеъмол хоссаларининг ўзгариши туфайли юзага келмаган ҳолдагина унга янги тартиб рақами берилмайди.

### *Штрихлар баландлигини камайтириш*

Амалда штрихлар полосасини (тасмасини) ҳосил қиладиган тор кодли тахлам (упаковка) яратиш рассом-дизайнерларнинг орзусидир. Натижада бозорга келаётган кўп сонли товарлар ўзининг стандарт ўлчами билан ҳеч бир умумийликка эга бўлмаган штрихли кодга эга бўлади. EAN нинг халқаро спецификацияларида бундай дейилган: «штрихли коднинг баландлигини қисқартириш фақат тахламнинг ўлчамлари стандарт кодни чоп этиш (босиш) имконини бермайдиган ҳолдагина қаралиши мумкин».

Қуйидагини доимо назарда ва ёдда тутиш лозим: EAN штрихли симболи дўконнинг ҳисоб-китоб бўлимида исталган йўналишда ўқилиши мумкин бўладиган қилиб махсус ишлаб чиқилган. Бу символ сканер томонидан биринчи мартадаёқ ўқилиши лозимлигини билдиради. Код баландлиги бўйича кичрайтирилганда у кўп йўналишда ўқилиш хоссасини йўқотади. Бу эса, ўз навбатида, ғазначи (кассир) товарни лазерли сканер устидан бир неча марта ўтказишига олиб келади. Айни шу сабабга кўра ҳам савдо фирмалари кичрайтирилган кодли товарни харид қилмасликка интилишади. Бу нарса сканерлаш жараёнига ва умуман, штрихли кодлашга ишончсизлик туғдиришидан ташқари, касса олдида шу ҳолатга дуч келган харидорларнинг ҳар бири ўзи сотиб олаётган товарга назоратчи-кассир бир неча марта ҳақ ёзипти деб ҳисоблайди. Бу эса ҳаммага ҳам ёқавермайди.

Ҳозирги вақтда кўпчилик дўкон эгалари бундай товарларни етказиб берувчиларга қайтариб юборишади ва келгусида уларни харид қилишдан бош тортишади.

### *Ёруғ майдонлар*

Ҳозирги вақтда дўконларда харидорлар билан ҳисоб-китоб қилиш жойларида штрихли кодларни сканерлаш билан боғлиқ

муаммоларнинг 90% часи штрихли коднинг иккала томони бўйича ёзув майдонларининг кичрайтирилиши сабабли юзага келмоқда.

Ўзининг номинал ўлчами бўйича чоп этилган EAN-13 штрихли коди ундан чап томонда 3,63 mm ли майдон, ўнг томонда эса 2,31 mm ли майдон қолдирилишини талаб этади. EAN-8 штрихли коди ўнг ва чапки ёруғ майдонлари 2,31 mm дан кичик бўлмаслигини назарда тутди.

*Штрихли кодни қаердан олиш мумкин?*

Товар ишлаб чиқарувчи штрихли коднинг оригинал-макетини «Ўзстандарт»нинг Штрихли кодлаш Марказидан олиш мумкин, шу ернинг ўзида бу штрихли код Давлат штрихли код реестрига киритилади. О`з DSt 6.17.03:1999 га мувофиқ Давлат реестрининг рўйхатга олиш рақами штрихли код устига қўйилади.

## Назорат саволлари

1. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 1992 йил 2 мартдаги 93-сонли Қарорининг мазмунини айтиб беринг.

2. Сиз стандартлаштиришнинг қайси асосий мақсадларини биласиз?

3. Стандартлаштиришнинг асосий мақсадлари қандай амалга оширилади?

4. Маҳсулотни норматив ҳужжатсиз ва (ёки) норматив ҳужжатларнинг талабларини бузган ҳолда ишлаб чиқарилганда кўриладиган чораларни айтиб беринг.

5. Маҳсулотни норматив ҳужжатсиз ишлаб чиқариш ва сотиш нима учун таъқиқланган?

6. Норматив ҳужжатларнинг қайси талаблари риоя қилиниш учун мажбурий ҳисобланади?

7. Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида стандартлаштириш иши қандай ташкил этилган?

8. O`z DSt қандай асосий вазифаларни ҳал этади?

9. O`z DSt асосий қоидаларининг аҳамияти нималардан иборат?

10. Стандартлаштириш бўйича техник кўмиталар ва стандартлаштириш бўйича асос ташкилотларнинг роли ва аҳамияти.

11. Корхоналарда стандартлаштириш хизматларининг зарурлиги нималардан иборат?

12. O`z DSt да стандартлаштиришнинг қандай даражалари амал қилади?

13. Барча даражаларда стандартлаштириш объектлари.

14. Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасини стандартлаштириш тизимининг вазифаси нималардан иборат?

15. Норматив ҳужжатнинг даражаси ва турини таърифлашда асосий тушунчалар.

16. Норматив ҳужжатларнинг қандай турлари ишлаб чиқилади?

17. Норматив ҳужжатлар даражасининг ва турининг танловини амалга оширадиган ҳамда танловнинг асослилигини назорат қилувчи ташкилотлар.

18. ХС қандай мақсадларда қўлланилади?
19. ХС ни қўллаш тартиботи соҳасида сиз қайси таърифларни эслаб қолдингиз?
20. ХС ни миллий стандарт сифатида қўллашнинг умумий қоидалари нималардан иборат?
21. ХС қўлланилган норматив ҳужжатларни белгилаш тартиби қандай?
22. Давлатлараро стандартларни (ГОСТ) қўллашда қандай тартиб ўрнатилган?
23. Корхона ишлаб чиқарадиган маҳсулотга хориж стандартларини қўллаш қоидаларини айтиб беринг.
24. Маҳсулотни фақат экспортга етказиб беришда хориж стандартларини расмийлаштириш тартиби.
25. Стандартлаштириш бўйича ТҚ, КҚ нинг вазифаси.
26. ТҚ, КҚ ни шакллантириш тартиби.
27. ТҚ, КҚ нинг асосий вазифалари.
28. СТО ни тузиш мақсади.
29. СТО ни молиялаштириш манбалари.
30. СТО нинг асосий функциялари ва вазифалари.
31. СТО нинг мажбуриятлари.
32. Стандартлаштириш хизматининг асосий вазифалари.
33. Стандартлаштириш хизматининг асосий ҳуқуқлари.
34. Стандартлаштириш хизматининг норматив ҳужжатлар билан ишлаши.
35. Таснифлагич нима ва у қаерда ишлатилади?
36. Таснифлагичларнинг қандай тоифалари мавжуд?
37. Таснифлаш, кодлашнинг моҳияти нималардан иборат?
38. Техник-иқтисодий ва ижтимоий ахборотни ягона таснифлаш ва кодлаш тизими нималардан иборат?



---

### III БОБ. МАҲСУЛОТ ВА ХИЗМАТЛАРНИ СЕРТИФИКАТЛАШТИРИШ АСОСЛАРИ

Сертификатлаштириш лотин тилидан таржима қилинганда «тўғри ишланган» маъносини англатади. Маҳсулот «тўғри ишланган» лигига ишонч ҳосил қилиш учун у қандай талабларга жавоб бериши ва бу мувофиқликнинг ҳақиқий исботларини қандай қилиб олиш мумкинлигини билиш лозим. «Сертификатлаштириш» атамасининг таърифи O`z DSt 5.5:1999, «Миллий сертификатлаштириш тизими, асосий атамалар ва таърифлар»да бундай берилган: «учинчи томон маҳсулот, жараён ёки хизмат берилган талабларга мувофиқлигини ёзма равишда тасдиқлайдиган процедурадир». Бундай тасдиқлашнинг тан олинган усули бўлиб мувофиқлик сертификати хизмат қилади. Умумий ҳолда «мувофиқлик» атамаси «маҳсулотга (жараёнга, хизматга) оид берилган талабларга риоя қилиниши» сифатида таърифланган.

Мувофиқликни сертификатлаш орқали тасдиқлаш маълум тартиб қоидалари бўйича учинчи томоннинг мажбурий иштирок этишини назарда тутаяди. Учинчи томон, бу етказиб берувчига (биринчи томон) ҳам, истеъмолчига (иккинчи томон) ҳам боғлиқ бўлмаган шахс ёки органдир.

Сертификатлаштириш маҳсулот (жараён, хизмат)нинг берилган талабларга мувофиқлиги исботининг энг ҳаққоний усули ҳисобланади. Ҳозирги вақтда «маҳсулот» атамаси қуйидагича таърифланади: «фаолият ва жараёнлар натижаси». Бунда маҳсулотнинг асосий тўртта тури таърифланган: жиҳоз, ишлов бериладиган материаллар, хизматлар ва дастурий таъминот.

Аниқ бир маҳсулотни ишлаб чиқаришнинг барқарорлиги, етказиб берувчининг ишончлилиги шу етказиб берувчининг корхонасида амал қиладиган сифат тизимини сертификатлаштириш йўли билан тасдиқланади. Маҳсулотни ва сифат тизимини бир вақтда сертификатлаштириш корхонанинг юқори рақобатбардошлигининг асосий мезони ва халқаро бозорга чиқишнинг зарурий шартидир.

Мувофиқликнинг исботи ўзининг тартиби ва бошқарув қоидаларини ўз ичига оладиган у ёки бу тизим бўйича ўтказилади.

Сертификатлаштириш тизимини умумий ҳолда қуйидагилар ташкил этади: тизимни бошқарадиган ва унинг фаолияти устидан назорат ўтказадиган марказий орган; тизимнинг иштирокчилари ва аъзолари (сертификатлаштириш бўйича органлар, синов лабораториялари, назорат органлари); норматив ҳужжатлар, шуларга мувофиқлиги бўйича сертификатлаштириш ўтказилади; инспекцион назорат тартиби. Сертификатлаштириш тизимлари миллий, ҳудудий ва халқаро даражаларда амал қилиши мумкин. Агар сертификатлаштириш тизими маълум турдаги маҳсулот (жараён, хизмат)нинг мувофиқлигини исботлаш билан шуғулланадиган бўлса – бу бир жинсли маҳсулотни сертификатлаштириш тизими бўлиб, у ўз амалиётида айти шу маҳсулотга тааллуқли бўлган стандартлар, қоидалар ва тартибни қўллайди.

Ҳар қандай сертификатлаштириш тизими мувофиқликни баҳолаш учун қўлланиладиган норматив ҳужжатлардан (НХ) фойдаланади. НХ га мувофиқлик ҳақидаги ахборот ишлаб чиқарувчининг ўзига, истеъмолчиларга, назорат қилувчи органларга, ҳукумат ташкилотларига маҳсулотнинг бозордаги ҳаракатининг турли ҳолатларида зарурдир.

Сертификатлаштириш тизимларида учинчи томон мувофиқликни исботлашнинг икки усули қўлланади: мувофиқлик сертификати ва мувофиқлик нишони (белгиси), айти шулар сертификатлаштирилган товар ҳақида барча манфаатдор томонларга ахборот бериш учун хизмат қилади.

**Мувофиқлик сертификати** – бу сертификатлаштириш тизими қоидалари бўйича берилган ва лозим тарзда идентификацияланган маҳсулот (жараён, хизмат) аниқ стандартга ёки бошқа норматив ҳужжатга мослиги ҳақида зарурий ишонч таъминланишини тасдиқловчи ҳужжатдир. Сертификат стандартнинг барча талабларига ва шунингдек, унинг айрим бўлимларига ёки маҳсулотнинг аниқ тавсифларига тааллуқли бўлиши мумкин, бу ҳужжатнинг ўзида аниқ қайд этилади. Сертификатда ифодаланган ахборот уни сертификатни беришда асос қилиб олинган синовлар натижалари билан таққослаш имкониятини таъминлаши лозим.

Сертификатлаштириш халқаро савдони ривожлантиришга кўмак бериши лозим. Бироқ сертификатлаштириш тизими техник тўсиқ бўлиши ҳам мумкин. Савдодаги техник тўсиқларни бартараф этишда сертификатлаштириш бўйича ишлар натижаларини ўзаро

тан олиш ҳақидаги битимлар ёрдам беради, улар бошқа томон фаолияти натижаларини тан олувчи мамлакатлар сонига боғлиқ равишда бир томонлама, икки томонлама, кўп томонлама бўлади.

Моҳияти бўйича, бу сертификатлаштириш натижаларини ўзаро тан олишдир. Тан олиш бўйича битимлар миллий, ҳудудий ва халқаро даражаларда тузилади.

*Бир томонлама битим* бир томоннинг бошқа томон ишининг натижаларини қабул этишидан иборатдир.

*Икки томонлама битим* – бу ўзаро тан олиш бўйича битим бўлиб, у ўз ичига ҳар бир томоннинг иккинчи томон ишини тан олишини ўз ичига олади.

*Кўп томонлама битим* – бу иккитадан ортиқ томонларнинг иш натижаларини ўзаро тан олишдир.

Бу каби битим жумласига МДХ мамлакатларининг 1993 йили стандартлаштириш, метрология, сертификатлаштириш ва акредитлаш бўйича ЕвроОсиё давлатлараро кенгаши доирасида қабул қилинган битим тааллуқлидир.

Сертификатлаштиришнинг бош ташкилий ва услубий тамойиллари қуйидагилардан иборат:

– сертификатлаштириш объекти ҳақидаги ахборотнинг ҳаққонийлигини таъминлаш;

– холислик (объективлик) ҳамда тайёрловчи ва истеъмолчига боғлиқмаслик;

– хорижлик буюртмачиларга нисбатан камситишни истисно этиш;

– буюртмачининг сертификатлаштириш бўйича органни ва синов лабораториясини танлаш ҳуқуқи;

– сертификатлаштириш иштирокчилари ва экспертларнинг жавобгарлиги;

– сертификатлаштириш натижалари ҳақидаги ёки сертификатнинг, мувофиқликнинг (мувофиқлик нишонининг) муддати тугаганлиги (бекор қилинганлиги) ҳақидаги ахборотнинг очиқлиги;

– синовларнинг сертификатлаштириш объектининг, уни ишлаб чиқариш ва истеъмолчининг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда усулларнинг хилма-хиллиги ва профессионаллиги (касбийлиги);

- сертификатлаштириш бўйича фаолиятда ХСО/ХЭҚда ва бошқа халқаро ҳужжатларнинг тавсиялари ва қоидаларидан фойдаланиш;
- хориж сертификатлаштириш органлари ва синов лабораториялари, сертификатлари ва мувофиқлик нишонларининг аккредитациясини Ўзбекистон иштирок этаётган турли битимлар асосида тан олиш;
- тижорат сирини ташкил этувчи ахборотнинг махфийлигига риоя қилиш;
- зарур бўладиган ҳолатларда истеъмолчилар жамиятларини сертификатлаш бўйича жалб этиш.

### **3.1 Сертификатлаштиришнинг қонунчилик асослари**

Сертификатлаштириш асослари Ўзбекистон Республикасининг Қонуни «Маҳсулотлар ва хизматларни сертификатлаштириш»да келтирилган. Қонунда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси қошидаги Ўзбекистон стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш агентлиги («Ўзстандарт» агентлиги) сертификатлаштириш бўйича миллий орган ва сертификатлаштириш тизими иштирокчиларини аккредитлаш бўйича орган деб белгиланган.

Қонунга мувофиқ, сертификатлаштириш Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси томонидан тасдиқланадиган Мажбурий сертификатланиши лозим бўлган маҳсулотлар ва хизматлар рўйхати бўйича ва шунингдек, бошқа қонунчилик актларида кўзда тутилган ҳолларда амалга оширилади. Мажбурий сертификатлаштиришни ўтказиш бўйича ишларни ташкил этиш «Ўзстандарт» агентлиги зиммасига юкланган. Сертификатлаштиришни биржинсли маҳсулотларни мажбурий аккредитлаш билан сертификатлаштириш бўйича органлар амалга оширади.

Мажбурий сертификатлаштириш субъектлари «Ўзстандарт» агентлиги, сертификатлаштириш бўйича органлар, синов лабораториялари (марказлари), назорат органлари, маҳсулотни тайёрловчилар (сотувчилар)дан иборат бўлади.

Сертификатлаштириш бўйича органларга бир жинсли маҳсулотни сертификатлаштириш тизимини яратиш, сертификатлаштириш схемаларини танлашни амалга ошириш ва

буюртмачиларга сертификатлаштирилган маҳсулотга мувофиқлик нишонини қўллаш ҳуқуқини бериш ваколати берилган.

Қонун импорт ва экспорт қилинадиган маҳсулотни сертификатлаштириш шартларини белгилаб берган. Мажбурий сертификатлаштирилиши лозим бўлган маҳсулотга унинг белгилаб қўйилган талабларга мувофиқлигини тасдиқловчи сертификат ва мувофиқлик нишони илова қилиниши лозим. Мувофиқлик сертификати йўқ бўлган ҳолда божхона назорат органлари ўтказилаётган маҳсулотни сертификатлаштиришни Миллий сертификатлаштириш тизими қоидалари бўйича ўтказиш масаласи ҳал этилгунига қадар тўхтатиб турадилар.

Қонун, шунингдек, юридик ва жисмоний шахсларнинг ташаббуси бўйича ихтиёрий сертификатлаштиришни ҳам кўзда тутуди, унга кўра исталган маҳсулот ўзининг норматив ҳужжатлар талабларига мувофиқлигини тасдиқлаш учун сертификатлаштирилиши мумкин.

Қонун тайёрловчиларнинг (тадбикорларнинг, сотувчиларнинг, ижрочиларнинг) мажбурий сертификатлаштириш қоидаларининг бузилганлиги учун жавобгарлигини ва шунингдек, сертификатлаштириш бўйича органларнинг асосланмаган сертификат бериши ва буюртмачининг тижорат сирини ошкор қилганлиги учун жавобгарлигини кўзда тутуди. Мажбурий сертификатлаштирилиши лозим бўлган маҳсулотни сотганлик учун сотилган маҳсулотнинг қиймати миқдорида жарима солинади. Жарима «Ўзстандарт» агентлигининг давлат инспектори томонидан ундирилади. Жариманинг ундирилиши сертификатлаштиришни ўтказишдан озод этмайди.

Республика Олий Мажлиси томонидан 1996 йил 26 апрелда қабул қилинган «Истеъмолчиларнинг ҳуқуқларини ҳимоя қилиш тўғрисида»ги Қонун сертификатлаштиришнинг қўшимча ҳуқуқий асосини берди. Хусусан, қонунда мажбурий сертификатлаштирилиши лозим бўлган товарни сотишда истеъмолчига унинг сертификатлаштирилганлиги ҳақидаги ахборот тақдим этилиши лозимлиги айтиб ўтилган. Узоқ муддатли товарлар ва хизматларга тайёрловчи кафолат муддатини белгилаши лозим.

Қонун истеъмолчининг – товар, иш ёки хизматни шахсан истеъмол қилиш ёки шахсий хўжаликда фойда олиш билан боғлиқ бўлмаган фойдаланиш мақсадларида сотиб олаётган, буюртма бераётган ёки сотиб олиш ёки буюртма беришни мўлжаллаётган

фуқаронинг (жисмоний шахснинг) манфаатларини ҳимоя қилишга қаралган.

Истеъмолчи ҳуқуқларининг бузилиши учун жавобгарлик бу қонунга мувофиқ товарни сотиш учун ишлаб чиқарадиган тайёрловчи, ишни бажарувчи ёки хизмат кўрсатувчи ижрочи, истеъмолчига товарни сотаётган сотувчи зиммасига юклатилган.

Истеъмолчи бунда қуйидаги ҳуқуқларга эга:

– товар (иш, хизмат) ва шунингдек, тайёрловчи (ижрочи, сотувчи) ҳақида ҳаққоний ва тўлиқ ахборот олиш;

– товарни (ишни, хизматни) эркин ва керакли сифатини танлаш;

– товарнинг (ишнинг, хизматнинг) хавфсизлиги;

– ҳаёт, соғлиқ ва мулк учун хавfli камчиликларга эга бўлган товар (иш, хизмат)нинг камчиликлари ва шунингдек, тайёрловчининг (ижрочининг, сотувчининг) ноқонуний амали (амал қилмаслиги) билан етказилган моддий, маънавий зарарни тўла ҳажмда тўлдириш;

– бузилган ҳуқуқларини ва қонун билан муҳофаза қилинадиган манфаатларини ҳимоя қилиш учун суд ва ваколатли давлат муассасаларига мурожаат қилиш;

– истеъмолчиларнинг ижтимоий бирлашмаларини тузиш.

Қонун истеъмолчига тайёрловчи (ижрочи, сотувчи) ҳақида ҳам (5-модда), товар ҳақида ҳам (6-модда) тўлиқ ахборот берилишини белгилаб қўйган. Мажбурий сертификатлаштирилиши лозим бўлган товарни нисбатан истеъмолчига сертификатлаштирилганлиги ҳақида ахборот берилиши лозим.

Товар (иш, хизмат) ҳақидаги зарурий ахборотнинг йўқлиги бундай товар (иш, хизмат)ни тегишли давлат органининг буйруғига мувофиқ у кўрсатилгунига қадар сотилишини тўхтатиб қўйилишига олиб келади.

Узоқ муддатли фойдаланиладиган товарлар ва хизматларнинг барча турларига тайёрловчи (ижрочи) кафолат муддатини белгилаши лозим.

Тайёрловчи (ижрочи) товарнинг (ишнинг, хизматнинг) белгиланган хизмат муддати ёки яроқлилик муддати давомида унинг хавфсизлигини таъминлаши ёки у белгиланмаган бўлса, товарни (ишни) истеъмолчига сотилган кунидан бошлаб ўн йил давомида таъминлашга мажбурдир.

Истеъмолчиларнинг ҳаёти, соғлиғи ва мулки ҳамда атроф-муҳит учун хавфли бўлган товарни (ишни, хизматни) ишлаб чиқарганлик учун қонунчиликка асосан қуйидагилар жавобгардирлар:

- тайёрловчи (ижрочи);
- норматив ҳужжатларни тасдиқлаган орган;
- мувофиқлик сертификатини берган ташкилот;
- хавфли товарни (ишни, хизматни) ишлаб чиқариш ёки сотувга рухсат этган соғлиқни сақлаш, табиатни қўриқлаш, ветеринария хизмати органлари ёки бошқа органлар.

Давлат истеъмолчиларга товарни (ишни, хизматни) сотиб олиш ва ундан фойдаланишда уларнинг ҳуқуқларининг ва қонун билан муҳофаза қилинадиган манфаатларини ҳимоя қилишни кафолатлайди.

Истеъмолчилар ҳуқуқларининг давлат ҳимоясини давлат ҳокимияти ва бошқарув органлари, судлар таъминлайди.

Товарлар (ишлар, хизматлар)нинг хавфсизлиги ва сифатини таъминлаш мақсадларида «Ўзстандарт» агентлиги, Давлат архитектура-қурилиш, Табиатни муҳофаза қилиш давлат қўмитаси, Соғлиқни сақлаш вазирлиги ва давлат бошқарувининг бошқа органлари ўз ваколатлари чегараларида товарлар (ишлар, хизматлар)нинг хавфсизлиги, сифати устидан назоратни амалга оширадилар.

Тайёрловчи (ижрочи, сотувчи) истеъмолчиларнинг ҳуқуқларини ҳимоя қилиш ҳақидаги қонунни бузган ҳолларида жавобгардир.

Қонуннинг 26-моддасининг биринчи қисмида санаб ўтилган «Ўзстандарт» агентлиги ва давлат бошқарувининг бошқа органлари қуйидаги ҳолларда жарима солиш ҳуқуқига эгадирлар:

- товарларни (ишларни, хизматларни) мажбурий сертификатлаштириш қоидаларини тайёрловчи (ижрочи) томонидан бузилиши;

- уларнинг буйруқларини тайёрловчи (сотувчи) ижро қилишдан бўйин товлаганида, ўз вақтида ва лозим даражада ижро этмаганда;

- норматив ҳужжатлар талабларига жавоб бермайдиган товарлар (ишлар, хизматлар) билан истеъмолчиларга зарар етказганида.

Ўзбекистон Республикаси қонунчилигида юридик ва жисмоний шахсларнинг маҳсулот ишлаб чиқарилиши ва хизмат кўрсатилишида норматив ҳужжатлар талабларини сертификатлаштириш қоидаларини бузганликлари учун жавобгарлиги кўзда тутилган.

Қонунчиликда хўжалик юритувчи субъектларнинг қуйидаги жавобгарлик чоралари кўзда тутилган:

- жарима санкциялари;
- ҳуқуқий чоралар;
- оғир оқибатларга олиб келган бузилишларга йўл қўйган амалдор шахсларнинг жиноий жавобгарлиги;
- фуқаролик жавобгарлиги.

Хўжалик юритувчи субъектларга жарима санкциялари мажбурий талаблар бўйича норматив ҳужжатларга мос келмайдиган товарни сотганлик, мажбурий сертификатлаштирилиши лозим бўлган маҳсулотни мувофиқлик сертификатсиз сотганлик, маҳсулотни таъқиқлашга қарамасдан сотганлик учун қўлланилади.

Сертификатлаштириш соҳасидаги қонунчиликнинг бузилиши учун жавобгарликнинг норматив-ҳуқуқий асоси Ўзбекистон Республикасининг қонунлари, қонуности актлари ва норматив ҳужжатларни ўз ичига олади. Булар жумласига қуйидагилар тааллуқлидир: «Стандартлаштириш тўғрисида»ги, «Метрология тўғрисида»ги, «Маҳсулотларни ва хизматларни сертификатлаштириш тўғрисида»ги, «Истеъмолчиларнинг ҳуқуқларини ҳимоя қилиш тўғрисида»ги, «Озиқ-овқат маҳсулотининг сифати ва хавфсизлиги тўғрисида»ги қонунлар, Ўзбекистон Республикасининг 1992 йил 2 мартдаги «Ўзбекистон Республикасида стандартлаштириш бўйича ишларни ташкил этиш тўғрисида»ги 92-сонли қарори, 1994 йил 12 августдаги «Мажбурий сертификатлаштирилиши лозим бўлган маҳсулотлар рўйхатини, сертификатлаштиришни ўтказиш, хавфсизлиги тасдиқланиши лозим бўлган товарларни олиб кириш, Ўзбекистон Республикаси ҳудудига ва унинг ҳудудидан олиб кетиш тартибини тасдиқлаш тўғрисида»ги 409-сонли Қарори, 1994 йил 12 августдаги «Ўзбекистон Республикаси Ҳукуматининг баъзи қарорларига ўзгаришлар ва қўшимчалар киритиш ҳақида»ги 410-сонли Қарори, 2004 йил 6 июлдаги «Маҳсулотни сертификатлаштириш тартибини соддалаштириш бўйича қўшимча чоралар ҳақида»ги 318-сонли Қарори.



Қонунлар ва қонуности актлари талабларининг ижро этилиши учун мажбурий бўлган норматив ҳужжатлар ишлаб чиқилган бўлиб, ҳуқуқни бузган субъектларни жавобгарликка тортиш тартибининг кўзда тулади.

Сертификатлаштириш қоидаларини бузганлик учун жавобгарликка «Ўзстандарт» агентлиги томонидан сертификатлаштириш ишларини ўтказиш ҳуқуқи бўйича аккредитланган сертификатлаштириш бўйича органлар, синов ва шунингдек, тайёрловчилар (тадбиркорлар) жавобгардирлар. Сертификатлаштириш бўйича орган томонидан сертификатлаштириш қоидаларининг бузилиши уларнинг аккредитланганлиги ҳақидаги гувоҳноманинг тўхтатиб қўйилиши ёки бекор қилиниши туридаги жазога олиб келади.

Тайёрловчилар (тадбиркорлар) қуйидагилар учун жавобгардирлар:

- мувофиқлик сертификатсиз ва шунингдек, мувофиқлик нишони билан ноҳуқуқий нишонланган маҳсулотни сотиш;

- мувофиқлик сертификатига эга бўлмаган маҳсулотни реклама қилиш;

- назорат органининг буйруғи бўйича тўхтатиб қўйилган ёки таъқиқланган маҳсулотни сотиш.

Сертификатлаштириш қоидаларининг бузилиши сертификатнинг ва мувофиқлик нишонининг амал қилинишини тўхтатиб қўйилиши ва бекор қилинишини кўзда тулади.

### **3.2 Сертификатлаштириш схемалари**

Сертификалаштириш жараёнида 9 та схема қўлланилиши мумкин.

Ушбу схемаларни бирма-бир кўриб чиқамиз:

1 – схема телекоммуникация техник тизимини (ТТТ) бир турдаги намунаси, у аниқ норматив ҳужжатга эга бўлмаган ҳолда қўлланилади.

ТТТ бир турдаги намунаси лаборатория шароитида биринчи навбатда хавфсизлик талаблари бўйича синовдан ўтказилади. Ишлаб чиқариш шароитлари ёки сифат менежментини баҳолаш ўтказилмайди. Мувофиқлик сертификати муддати кўрсатилмай берилади. Инспекция назорати ўтказилмайди. Мувофиқлик белгиси қўйилмайди.

Ушбу сертификатлаш схемаси охирги (терминал) ускуналарга, чекланган миқдорда ва индивидуал буюртмаларни сертификатлаштириш учун ишлатилади.

2 – схема ТТТ ларини бир турдаги намуналарини сертификатлаштиришда, сотувдаги ТТТ намуналарини лаборатория шароитида бажариши шарт бўлган талабларга асосан синовдан ўтказиб, сертификатлаштирилади. Ишлаб чиқариш шароитлари ёки сифат менежментини баҳолаш ўтказилмайди. Мувофиқлик сертификати муддати кўрсатилмай берилади. Инспекцион назорати синов ўтказиш йўли билан амалга оширилади. Мувофиқлик белгиси қўйилмайди.

Ушбу сертификатлаш схемаси охирги (терминал) қурилмаларни сертификатлаштиришда ишлатилиши мумкин.

3 – схема ТТТ ларни бир турдаги намуналарини сертификатлаштиришда қўлланилади ва ишлаб чиқариш корхонасининг синов бўлинмасида ва объект(лар)да линия синови ёки лаборатория шароитида ТТТ намуналарини ишлаб чиқарувчидан олиб, бажарилиши шарт бўлган талабларга асосан ўтказилади. Ишлаб чиқариш жараёни текширилади. Мувофиқлик сертификати 3 йилга берилади. Инспекция назорати ўтказилади.

Сертификатлаштирилган ТТТ нинг бир хил турларига O`z DSt 1.19 ва O`z DSt 5.8 стандартларига асосан белги қўйиш кўзда тутилган.

Ушбу сертификатлаш схемаси телекоммуникация тармоғ воситаларини ва кабел махсулотларини сертификатлаштиришда қўлланиши мумкин.

4 – схема ТТТ ларнинг бир турдаги намунасини сертификатлашда қўлланади ва ишлаб чиқариш корхонасини синов бўлинмасида ва объект(лар)да линия синови ёки лаборатория шароитида ТТТ намунасини сотувдан ёки ишлаб чиқарувчидан олиб, бажарилиши шарт бўлган талабларга асосан ўтказилади. Ишлаб чиқариш жараёни текширилади. Инспекция назорати ўтказилади. ТТТ нинг бир хил турдаги O`z DSt 1.19 ва O`z DSt 5.8 стандартларига асосан белги қўйиш кўзда тутилган. Мувофиқлик сертификати 3 йилга берилади.

Ушбу сертификатлаштириш схемаси серияли чиқариладиган ва чекланмаган миқдорда олиб кириладиган охирги (терминал) воситаларни сертификатлаштиришда қўлланиши мумкин.

5 – схема ТТТ ларнинг бир турли намунасини сертификатлаштиришда қўлланади ва ишлаб чиқариш корхонасини синов

бўлинмасида ва объект(лар)да линия синов ёки лаборатория шароитида бажарилиши шарт бўлган талабларга асосан ўтказилади. Ишлаб чиқариш жараёни ёки сифат менежменти тизимини баҳолаш ўтказилади. Мувофиқлик сертификати 3 йилга берилади. Инспекция назорати ўтказилади. ТТТ нинг сертификатлаштирилган турларига O`z DSt 1.19 ва O`z DSt 5.8 стандартларига асосан белги қўйиш кўзда тутилган.

6 – схема сифат менежменти тизимини сертификатлаштиришда қўлланади ва уни баҳолаш ва келгусида инспекцион назоратни ўтказишни кўзда тутди.

7 – схема ТТТ ларининг бир экземпляри ёки партиясини сертификатлаштиришда қўлланилади ва зарур талабларга мос ҳолда сертификатлаштириш органи (СО) томонидан тасдиқланган дастурга мос равишда сертификатлаштириш синовларини ўтказишни кўзда тутди. Ишлаб чиқариш жараёнини ёки сифат менежменти тизимини баҳолаш ўтказилмайди. Мувофиқлик сертификати муддати кўрсатилмай берилади. Инспекция назорат ўтказилмайди. Мувофиқлик белгиси талабнома берувчининг ихтиёрига қараб берилади.

8 – кўп функцияли мураккаб ТТТ нинг партиясини сертификатлаштиришда қўлланилади. ТТТ нинг ҳар бир нусхаси СО томонидан тасдиқланган сертификатлаштириш дастурига мувофиқ синовларга тортилади. Ишлаб чиқариш жараёни ёки сифат менежмент тизимини баҳолаш кўзда тутилмаган. Мувофиқлик сертификати муддати кўрсатилмасдан берилади. Инспекция назорати ўтказилмайди. Мувофиқлик белгиси талабнома берув-чининг ихтиёрига қараб берилади.

9 – ТТТ ни сертификатлаштиришда қўлланилади ва ТТТ нинг хавфсизлигига мувофиқлигини декларациялашни кўзда тутди. Мувофиқлик белгиси талабнома берувчининг ихтиёрига қараб берилади.

Қуйидаги жадвалда «Телекоммуникация» сертификатлаштириш тизимининг схемалари келтирилган.

**«Телекоммуникация» сертификатлаштириш  
тизимларининг схемалари**

<b>Сертификация схемаси номери</b>	<b>ТТТ ларини синовдан ўтказиш ва бошқа мувофиқ- ликни исботлайди- ган (тасдиқлайди- ган) усуллари</b>	<b>Ишлаб чиқариш шароитлари ёки сифат менеджмен- тини баҳолашни ўтказиш</b>	<b>Инспекция назорати</b>
Схема №1	Лаборатория(вий) ёки линия синовлари туридаги синовлар	—	—
Схема №2	Лаборатория синовлари туридаги синовлар	—	Савдо соҳасида олинган (истеъмомчидан) ТТТ нинг намуна- сини синовдан ўтказиш
Схема №3	Лаборатория(вий) ёки линия синовлари, заводдаги синовлар туридаги синовлар	Ишлаб чиқариш жараёнини текшириш	Ишлаб чиқарув- чидан олинган ТТТ нинг намуна- ларини синовдан ўтказиш. Ишлаб чиқариш жараёни- ни текшириш
Схема №4	Лаборатория(вий) ёки линия синовлари, заводдаги синовлар туридаги синовлар	Ишлаб чиқариш жараёнини текшириш	Савдо соҳасидан қандай олинган бўлса (истеъмом- чидан), шундай ишлаб чиқарув- чидан олинган ТТТ нинг намуна- ларини синовдан ўтказиш
Схема №5	Лаборатория(вий) ёки линия синовлари, заводдаги синовлар туридаги синовлар	Ишлаб чиқариш жараёнини ёки сифат менеджменти тизимини баҳолашни ўтказиш	
Схема №6	—	Сифат менеджменти тизимини баҳолаш	Сифат менеджменти тизимини баҳолаш

Схема №7	Лаборатория(вий) ёки линия синовлари (партиясини синовдан ўтказиш)	–	–
Схема №8	Линия синовларини ҳар бир намунасини синовдан ўтказиш	–	–
Схема №9	Мувофиқлик декларациясини кўриб чиқиш	–	–

### **3.3 Сертификатлаштириш бўйича органлар ва синов лабораторияларининг фаолиятини аккредитлаш**

Сертификатлаштириш синовларини ўтказадиган барча сертификатлаштириш бўйича органлар ва лабораториялар мажбурий аккредитланиши лозим.

Аккредитлаш – унинг воситасида обрўли муассаса, шахс ёки органнинг аниқ ишларини бажаришга ҳуқуқли эканлигини расман тан оладиган тартибдир.

Аккредитлаш – халқаро амалиётда одам фаолиятининг турли соҳалар: иқтисодий, ҳуқуқий, техник ва ҳ.к. соҳаларда мувофиқликни баҳолаш ва тасдиқлашни, шунингдек, сертификатлаштиришни амалга оширувчи лабораториялар ва органларнинг компетентлигини баҳолаш ва тан олиш усулидир. У бу ташкилотларнинг фаолиятига истёъмолчи томонидан ҳам, жамият томонидан ҳам ишончнинг таъминланишига қаратилган.

Халқаро амалиётда аккредитлаш бўйича фаолият, одатда, миллий аккредитлаш тизимлари доирасида дунёда тан олинган қоидалар бўйича амалга оширилади.

Аккредитлаш бўйича ишларни ўтказиш амалдаги қонунчиликка мувофиқ «Ўзстандарт» агентлиги Марказий аппаратининг Аккредитлаш ва инспекцион назорат бўйича Бошқармаси зиммасига юкланган.

### **3.4 Сертификатлаштиришни ўтказиш қоидалари ва тартиби**

Сертификатлаштиришни ўтказиш учун умумий қоидалар – Адлия вазирлиги томонидан 18.03.2005 йилда рўйхатга олинган

«Маҳсулотни сертификатлаштиришнинг қоидалари»да белгиланган. Бу қоидалар ватанимиз ва хорижнинг сертификатлаштириладиган барча объектларига жорий этилади.

Бу қоидалар Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2004 йил 6 июлдаги «Маҳсулотни сертификатлаштириш тартибини соддалаштириш бўйича қўшимча чоралар тўғрисида»ги 318-сонли Қарорининг 6-моддасига мувофиқ ишлаб чиқилган ва Миллий сертификатлаштириш тизимида (ЎзМСТ) ишлаб чиқариладиган ва олиб кирилаётган маҳсулотни сертификатлаштиришга тайёрлаш ва ўтказишга оид умумий талабларни белгилайди.

Мажбурий сертификатлаштирилиши лозим бўлган бир жинсли маҳсулотни сертификатлаштириш хусусиятлари «Ўзстандарт» агентлигининг норматив-ҳуқуқий актлари билан тартибга солинади.

Мазкур қоидаларга биноан маҳсулотни, жумладан, дастурий ва бошқа илмий-техник маҳсулотни ҳам сертификатлаштириш амалга оширилади.

Сертификатлаштиришни ташкил этиш ва ўтказиш белгиланган тартибда аккредитланган бир жинсли маҳсулотни сертификатлаштириш органлари (СО) томонидан амалга оширилади.

Сертификатлаштиришда маҳсулотнинг сертификатлаштириладиган маҳсулотга оид норматив ҳужжатларда (НХ) ўрнатилган талабларга мувофиқлигини амалга оширилади, бунда НХ ларда сертификатлаштиришда текширилиши лозим бўлган тавсифларни (кўрсаткичлар назорат ва синовлар рўйхатини) ўз ичига олади.

НХ да сертификатлаштириш синовлари ёки давлатлараро стандартни қўллаш ҳақидаги бўлим йўқ бўлган тақдирда НХ да ёки халқаро стандартларда кўрсатилган барча тавсифлар мажмуасидан СО, биринчи навбатда, хавфсизлик бўйича талабларни тавсифловчи кўрсаткичларни танлаб олади.

Сертификатлаштирилаётган маҳсулотни ишлаб чиқариш ҳолатини ўрганиш бир жинсли маҳсулотни сертификатлаштиришни ўтказиш тартиби билан ўрнатилади. Ишлаб чиқаришни ўрганишдан мақсад корхона тавсифлари сертификатлаштиришда олинган кўрсаткичларга сертификатнинг бутун амал қилиш муддати давомида мувофиқ бўладиган маҳсулотни барқарор ишлаб

чиқаришни тасдиқлашдан иборатдир. Текшириш давомида маҳсулотни ишлаб чиқаришнинг энг муҳим параметрлари ва шароитлари ва шунингдек, сифат тизими элементларининг бажарилиши таҳлил этилади.

Сертификатлаштирилаётган маҳсулотга оид конструкторлик, технологик, норматив ҳужжатлар талаблари, уни идентификациялаш ва синаш усуллари, сифатни назорат қилиш усуллари ва уларнинг ташкил этилиши, технологик жиҳозланганлик, метрологик таъминотга риоя қилиниши текширилади.

Ўрганиш натижалари бўйича далолатнома тузилиб, у сертификат бериш ҳақидаги қарорни қабул қилишда ҳисобга олинади.

Ишлаб чиқаришни синаш ва ўрганиш протоколи ҳақидаги маълумотлар маҳсулотга берилган сертификатда келтирилади.

СО ишлаб чиқариш ҳолатини синаш, ўрганиш баённомалари (протоколлари) ва буюртма берган ҳужжатларни кўриб чиққанидан сўнг мувофиқлик сертификатини тақдим этади ёки уни тақдим этишни рад этади.

Сертификат давлат ёки рус тилида тайёрланади.

Тайёрланган мувофиқлик сертификати ЎзМСТ да Давлат реестрида қайд (регистрация) этилади. Сертификат фақат регистрация рақами мавжуд бўлганида ҳақиқийдир. Мувофиқлик сертификати шакли МСТ томонидан белгиланади.

Мувофиқлик сертификати буюртмачига икки иш куни давомида, СО томонидан ишлаб чиқаришни ўрганиш ўтказилганида эса СО синов натижаларини олган вақтидан бошлаб икки иш куни давомида берилади.

Мувофиқлик сертификати ташқаридан олиб кириладиган маҳсулотга маҳсулотнинг яроқлилик муддатига, серияли ишлаб чиқариладиган маҳсулот учун 3 йиллик муддатга берилади.

Сертификатлаштирилган маҳсулотнинг бир қисмини ишлаб чиқарувчи томонидан сотиш мувофиқлик сертификати эгасининг, ёки сертификатни берган органнинг, ёки нотариал органнинг имзоси ва муҳри билан тасдиқланган нусхаси билан амалга оширилиши мумкин.

Мувофиқлик сертификатининг амал қилиш давридан кейин ишлаб чиқарилган маҳсулот сертификатлаштирилган деб ҳисобланмайди ва такроран сертификатлаштирилиши лозим. Маҳсулотнинг сертификатлаштирилганлигининг тасдиғи бўлиб

эксплуатация (ишлатиш) ва илова ҳужжатларидаги мувофиқлик нишони ва тайёрлаш санаси хизмат қилади.

Берилган мувофиқлик сертификати асосида белгиланган сертификатлаштириш схемаси бўйича буюртмачига мувофиқлик мезонини қўллаш ва мувофиқлик нишонидан фойдаланиш ҳуқуқини бериш тўғрисида битим тузилади. Мазкур битимда сертификатлаштирилган маҳсулотни мувофиқлик нишони билан маркалаш усуллари ва инспекцион назорат шартлари айtilган бўлиши керак.

Мувофиқлик нишони билан сериялаб ишлаб чиқариладиган маҳсулот маркаланади (нишонланади). Мувофиқлик нишонини корхона-тайёрловчи сотилаётган барча маҳсулотнинг норматив ҳужжатлар талабларига ва синалган намунага мувофиқлигини таъминлагани ҳолда ўз жавобгарлигини зиммасига олиб, амалга оширади.

Якка буюм ёки маҳсулот партиясига сертификат беришда мувофиқлик нишони билан маркалаш амалга оширилмайди.

Мувофиқлик нишонини сертификатлаштирилган маҳсулот ҳар бир бирлигининг олинмайдиган қисмига, тахламга (кадок, ўрама) эса бу маҳсулотнинг ҳар бир упоковкаланган бирлигига тайёрловчининг товар белгиси ёнига қўйилади.

Мувофиқлик нишонини бевосита маҳсулотга (масалан, газсимон, суюқ ва сочилувчан материаллар ва моддалар) қўйиш имкони бўлмаган ҳолларда уни идишга ёки тахламга қўйилади. Зарурат бўлганда ёрлиқлар, ленталар каби махсус техник воситалардан фойдаланилади.

Сертификатлаштирилган маҳсулотни ва хизматларни тақдим этувчилар ва етказиб берувчилар мувофиқлик нишони билан бирга унинг кодини қўйишлари керак.



3.1-расм. Ўзбекистон Республикаси миллий мувофиқлик нишони.

Мувофиқлик нишонининг коди сертификатлаштириш органини ва сертификатлаштирилган маҳсулот ёки хизматга хос бўлган бир жинсли маҳсулотнинг гуруҳини аниқловчи белги сифатида қўйилади.



### 3.5 Сертификатлаштириш синов лабораториялари ва марказлари

Сертификатлаштириш синовлари тизимида мазкур маҳсулотни сертификатлаштиришда фойдаланиладиган норматив ҳужжатларда кўзда тутилган синовларни ўтказиш ҳуқуқи бўйича аккредитланган синов лабораторияларида (марказларида) ўтказилади. Синовлардан мақсад маҳсулот сифат кўрсаткичларининг ҳақиқий қийматлари ҳақида объектив ва ҳаққоний ахборот олиш ва уларнинг мазкур маҳсулотга оид норматив ҳужжатларга мувофиқлигини баҳолашдан иборатдир.

Сертификатлаштириш учун синов таркиби ва тайёрланиш технологияси истеъмолчига (буюртмачига) етказиб бериладиган маҳсулотга идентик (бир хил) бўлган маҳсулот партиядан (ёки сериясидан) танлаб олинган намуналар устида ўтказилади.

Буюртмачи СО га маҳсулотни ишлаб чиқиш ва ишлаб чиқаришга жорий этишда ўтказилган синовлар баённомаларини ёки Ўзбекистон Республикаси аккредитлаш тизимида аккредитланган ёки тан олинган ватанимиз ёки хорижий синов лабораториялари томонидан бажарилган синовлар ҳақидаги ҳужжатларни тақдим этиши мумкин.

Буюртмачининг ёки унинг вакилининг илтимоси бўйича аккредитланган синов лабораториясида (АСЛ) синовлар шароитлари билан танишиш имконияти берилиши лозим. Буюртмачи бу маҳсулотнинг синовларида ҳозир бўлиш ҳуқуқига эгадир. Бунда АСЛда махфийликнинг таъминланиши бўйича чоралар кўрилиши лозим.

Намуналарни синаш натижалари сифати ва ҳаққонийлик, шунингдек, синовлар баённомаларининг сақланиш учун жавобгарлик АСЛ зиммасидадир. Синовлар баённомалари ваколатли мутахассислар-синовчилар (эксперт-аудиторлар) томонидан имзоланади ва АСЛ раҳбари томонидан тасдиқланади.

Синовлар баённомалари буюртмачига ва СО га тақдим этилади. Агар маҳсулотнинг синовлари турли АСЛ ларда ўтказилган бўлса, у ҳолда маҳсулотнинг белгиланган талабларга мувофиқлигининг ижобий баҳоси деб, синов натижалари ижобий бўлган барча зарурий баённомаларнинг мавжудлиги ҳисобланади.

Синов натижалари салбий бўлганида ва шунингдек, ҳужжатлар тўплами тўлиқ бўлмаганида СО буюртмачига

қонунчиликнинг аниқ нормаларини кўрсатиб, мувофиқлик сертификатини беришни рад этилиши ҳақида хулоса беради.

### **3.6 Сифат тизимларини сертификатлаштиришни ўтказиш тартиби**

Сифатни бошқариш тизимларини сертификатлаштириш Миллий аккредитлаш тизимида белгиланган тартибда аккредитланган сертификатлаштириш бўйича органлар томонидан ўтказилади.

Сифат тизимларини сертификатлаштириш ишларини ташкил этиш (сертификатлаштириш олдида қилинадиган босқич) ва сертификатлаштиришнинг уч босқичини ўз ичига олади:

1-босқич – сифат тизимини дастлабки баҳолаш;

2-босқич – ташкилотнинг сифат тизимини текшириш ва баҳолаш;

3-босқич – сертификатлаштирилган сифат тизимини инспекцион назорат қилиш.

Ишларни ташкил этиш (сертификатлаштириш олдида қилинадиган босқич) қуйидагиларни ўз ичига олади:

– сифат тизимини сертификатлаштириш бўйича буюртма бериш;

– буюртмани сертификатлаштириш органида қайд қилиш, у бўйича қарор қабул қилиш, буюртмачини буюртма бўйича қабул қилинган қарор ҳақида хабардор қилиш;

– буюртмачига сифат тизимини дастлабки баҳолаш учун сифат соҳасидаги сиёсатни, сифат бўйича қўлланмани, ташкил этилишининг структуравий схемасини, сифат тизими ҳужжатлари рўйхатини ва бошқа ҳужжатларни ўз ичига оладиган бошланғич маълумотлар рўйхатини жўнатиш;

– ҳайъатни шакллантириш, раисини тайинлаш ва экспертларни тасдиқлаш.

1-босқич. Сифат тизимини дастлабки баҳолаш. Сифат тизимини дастлабки баҳолаш текширилаётган ташкилотнинг сифат тизимини сертификатлаштиришга тайёрлигини аниқлаш мақсадида амалга оширилади ва қуйидагиларни ўз ичига олади:

– буюртмачининг сифат тизими ҳужжатларини экспертиза қилиш;

- сифат тизими сертификатлаштирилаётган хизматнинг сифати ҳақидаги маълумотларни тўплаш ва таҳлил қилиш;
- дастлабки баҳолаш натижалари бўйича ёзма хулосани тайёрлаш.

Салбий қарор қабул қилинганида буюртмачига хулоса юборилади, унда камчиликлар кўрсатилиб, буюртмачи уларни бартараф этганидан сўнг сифат тизимини баҳолаш учун зарурий материалларни қайтадан юбориши мумкин.

2-босқич. Ташкилотдаги сифат тизимини текшириш ва баҳолаш. Сифат тизимини текшириш ва баҳолашга тайёрланишда қуйидаги ишлар бажарилади:

- текширув дастурини тузиш;
- ҳайъат аъзолари орасида вазифаларни тақсимлаш;
- ишчи ҳужжатларни тайёрлаш (назорат саволлари рўйхати, шакллар ва бошқ.);
- текширув дастурини текширилаётган ташкилот билан мувофиқлаштириш.

Текширув дастури ўз ичига қуйидагиларни олиши лозим:

- ташкилот номи ва текширувни ўтказиш жойи;
- текширув мақсади ва соҳаси;
- сифат тизими текширилишида амал қилинадиган норматив ва регламентловчи ҳужжатлар рўйхати;
- текшириладиган бўлинмалар;
- тасдиқлаш санаси ва бошқа маълумотлар.

Сифат тизимини текшириш дастурлари ва услубиятлари сертификатлаштириш органи томонидан тасдиқланади.

Текширувни ўтказиш қуйидаги тартибларни ўз ичига олади:

- дастлабки кенгаш;
- текшириладиган ташкилотни ўрганиш;
- текширув санаси;
- сифат тизимининг норматив ҳужжатларга мувофиқлигини баҳолаш;
- далолатнома тузиш;
- якуний кенгаш.

Сифат тизимига мувофиқлик сертификати бериш ёки рад этиш ҳақидаги қарорни сертификатлаштириш бўйича орган раҳбарияти – ҳайъат раиси ва экспертлар – ҳайъат аъзолари имзолаган далолатнома асосида қабул қилади ва уни реестрда қайд этади.

Сифат тизими мувофиқлик сертификатининг амал қилиш муддати – уч йил.

Сертификатни бериш рад этилган ҳолда буюртмачи бир ойлик муддат апелляция ҳайъатига ҳайъат хулосасига рози эмаслик ҳақида ариза жўнатиши мумкин.

3-босқич. Сертификатлаштирилган сифат тизимларининг инспекцион назорати. Сертификатлаштирилган сифат тизимларини сертификат берган орган йилига камида бир марта сифат тизимининг сертификатлаштиришда тасдиқланган талабларга мувофиқлигини аниқлаш учун даврий ва режадан ташқари текширишлар шаклида ўтказилади.

Режадан ташқари текширишлар учун асос бўлиб назорат қилувчи органлар томонидан келган ахборот алоқа хизматининг ёки алоқа воситаларининг белгиланган тартибларга мувофиқ эмаслигидан бевосита ёки билвосита гувоҳлик берганида, ташкилот структураси жиддий ўзгарганида, шунингдек, конструктив, технологик ёки бошқа ўзгаришлар содир бўлганида ўтказилади.

Инспекцион назорат ҳайъат томонидан сертификатлаштириш бўйича орган тасдиқлаган инспекцион назоратни ўтказиш дастури ва услубиятига мувофиқ ўтказилади.

Инспекцион назорат натижалари далолатнома билан тахт қилиниб, унда олдин берилган сертификатнинг амал қилишини сақлаб қолиш имконияти ҳақида хулоса қилинади ва бунда сертификатга иловада инспекцион назоратни ўтказган экспертнинг имзоси қўйилади.

Алоқа хизматлари ўрнатилган талабларга мувофиқ бўлмаганда, сертификат эгаси инспекцион назоратни ўтказилишини рад этганида сертификатлаштириш бўйича орган сертификатнинг амал қилинишини тўхтатиб қўйиши ёки бекор қилиши мумкин.

Сертификатнинг амал қилишини тўхтатиб туриш ҳақидаги қарор сертификатлаштириш бўйича орган билан келишилган тўғриловчи (коррекцияловчи) ишлар (амаллар) йўли билан аниқланган номувофиқликлар сабабларини бартараф этиш мумкин бўлган ҳолда қабул қилинади.

Тўғриловчи амалларни ўтказишда сертификатлаштириш бўйича орган:

- сертификатнинг амал қилинишини тўхтатиб қўяди;
- давлат назорат органларида бу ҳақда ахборот беради;

– тўғриловчи амалларнинг бажарилиш муддатини белгилайди;

– тўғриловчи амалларнинг бажарилишини текширади.

Тўғриловчи амаллар ўтказилганидан кейин ва уларни баҳолаш (текшириш, назорат қилиш) ижобий натижалар берганида сертификатлаштириш бўйича орган сертификатнинг амал қилинишини тиклаш ҳақида қарор қабул қилади ва бу ҳақда сертификатлаштиришнинг манфаатдор иштирокчиларини хабардор қилади.

Тўғриловчи амаллар бажарилмаган ёки улар самарали бўлмаган ҳолда сертификатлаштириш бўйича орган сертификатнинг амал қилишини бекор қилади ва бу ҳақда сертификатлаштиришнинг манфаатдор томонларини хабардор қилади.

Мувофиқлик сертификатининг амал қилишини тўхтатиб қўйиш ёки бекор қилиш, шунингдек, ташкилот-сертификат эгаси:

– сертификатлаштириш бўйича органни асосий фаолияти, ташкилий структураси ёки ташкилотнинг жойлашган манзилига оид жиддий ўзгаришлар ҳақида хабардор қилмаганда;

– алоқа хизматларини сертификатлаштириш бўйича ишларни ўтказиш ҳақидаги шартномада баён қилинган шартларни бажармаганда;

– сертификатлаштириш ишларини бажармоқчи эмаслиги ҳақида ёзма ариза тақдим этганида амалга оширилади.

### **3.7 Сертификатлаштирилган маҳсулотнинг инспекцион назорати**

Инспекцион назорат сертификатлаштирилган маҳсулот унинг сертификатлаштирилиши ўтказилган норматив ҳужжатларнинг талабларига мос келиши давом этаётганлигини аниқлаш мақсадида ўтказилади.

Сертификатлаштирилган маҳсулотни инспекцион назоратини ўтказиш зарурийлиги ва даврийлиги қабул қилинган сертификатлаштириш схемасида белгиланган бўлади.

Инспекцион назоратни ўтказиш учун асос бўлиб, буюртмачи билан сертификатлаштириш бўйича орган томонидан сертификат эгаси билан мувофиқлик сертификатини беришдан олдин тузиладиган битим хизмат қилади.

Шартномада инспекцион назорат бўйича ишлар тури, ўтказиш муддатлари ва ишларга ҳақ тўлаш шартлари белгилаб олинади.

Инспекцион назорат тасдиқланган дастур бўйича ўтказилади, бироқ ҳайъат зарурат бўлганда дастурда тилга олинмаган, лекин корхона ишлаб чиқарадиган маҳсулотнинг сифати билан боғлиқ бўлган объектларни ва жараёнларни текшириши мумкин.

Инспекцион назорат объектлари қуйидагилар бўлиши мумкин:

- маҳсулотга оид норматив ҳужжатлар, синов усуллари ва ишлаб чиқариш технологияси;
- сертификатлаштирилган маҳсулот;
- ишлаб чиқариш ёки сифат тизими;
- сертификатлаштирилган маҳсулотнинг корхона-тайёрловчида ва савдо ташкилотларида сақланиш шароитлари ва муддатлари;
- тахлам (қадоқлаш), ташиш;
- илова қилинган ҳужжатлар;
- мувофиқлик нишони билан тамғалаш.

Ишлаб чиқаришни текширишнинг натижалари салбий бўлганда ҳайъат корхонага аниқланган ва баённомалар (ҳисоботлар) шаклида тузилган номувофиқликларни бартараф этишни таклиф этади.

### **3.8 ISO 9000 серияли халқаро стандартларнинг телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасига жорий этилиши**

Жаҳон бозори бугунги кунда сифат жиҳатидан янги босқични бошидан кечирмоқдаки, унинг ўзига хос хусусияти – интеграциялашув бўлиб, у ишлаб чиқаришнинг ривожланиши турли даражаларда бўлган мамлакатларнинг бу жараёнда ўз ўрнини топиш имконини бермоқда. Шу муносабат билан Ўзбекистон Республикаси иқтисодиёти хўжалик юритувчи субъектларининг маҳсулот сифатини ошириши мақсадга йўналтирилган ва изчил ёндошуви муҳим аҳамият касб этади.

Бугунги кунда Ўзбекистон Республикасида юзлаб корхоналар хорижлик шериклар билан фаол ҳамкорлик қилмоқдалар, бу эса хўжалик механизмининг минимал харажатлар қилинган ҳолда халқаро бозор талаб этаётган маҳсулот сифатини таъминлайдиган яхлит тизим сифатида аниқ ишлашини талаб этади.

Маҳсулот сифатининг доимий яхшиланиб бориши учун ISO 9000 серияли Халқаро стандартларга мувофиқ ишлаш рақобатбардошликни оширишга ёрдам беради ва ҳозирги замон бозор иқтисодиётининг мураккаб ва ўзгариб бораётган шароитларида ишлаб чиқарувчи корхонанингнинг барқарор ривожланиш имкониятини таъминлайди.

Сифатни таъминлашга оид замонавий ёндошув маҳсулотни ишлаб чиқариш технологияларининг эволюцион ривожланиши билан бевосита боғлиқдир.

Илк «ишлаб чиқариш» маҳсулотлари нисбатан содда эди – уни бир одам, бир етказиб берувчидан хомашёни сотиб олиб, бошидан охиригача ўзи тайёрлар эди ва истеъмолчилар у қаерда яшаши ва қандай ишлашини билар эдилар, ҳамда ўз маҳсулотига истеъмолчиларнинг талабларини билар эди.

Ривожланаётган жамият эҳтиёжларининг тобора ўсиб бориши, якка тартибда ишлаб чиқарувчиларнинг кооперациялашуви меҳнат унумдорлигининг ошиши ва маҳсулот таннархининг пасайишига имкон беришини англанишигача узок вақт ўтди.

Шундай қилиб, товарларни оммавий ишлаб чиқариш аста-секин ривожланади ва энди ишлаб чиқарувчилар бутун ишни ишчилар орасида тақсимланган, ягона технологик занжирга боғланган энг содда операцияларга ажратиб, унумдорликни анча ошириш мумкинлигини тушуниб етдилар.

Бунда ҳатто қадим даврларда ҳам «сифат» тушунчаси таърифининг аниқлигига катта аҳамият беришган ва бу атаманинг талқин этишнинг турли усуллари ҳақида йирик файласуфлар фикр юритишган.

Масалан, сифатнинг фалсафий тоифаларини биринчи марта Аристотель «тоифалар» асарида таҳлил қилган эди. Бунда Аристотель сифатга («қандай» саволига жавоб берадиган) тўртта мумкин бўлган маънони берган эди:

– туғма, бошланғич қобилиятлар ва тавсифларнинг мавжудлиги ёки йўқлиги;

– ҳам ўткинчи, ҳам барқарор (турғун) хоссаларнинг мавжудлиги;

– буюм ёки ҳодисага уларнинг мавжудлик жараёнида хос бўлган хоссалар ва ҳолатлар;

– буюм ёки ҳодисанинг ташқи қиёфаси.

Немис олими Гегель «сифатни» буюмлар ва олам яратилишини билишнинг мантикий, бошланғич босқичи, объект мавжудлигининг бевосита тавсифи деб таърифлаган эди: «Сифат, умуман борлиқ билан айнан бўлган, борлиқ билан бевосита аниқланганликдир. Маҳсулот ўзининг сифати туфайли шу маҳсулотдир ва у сифатини йўқотар экан, энди у шу маҳсулот бўлмайди».

Ҳозирги замон шароитларида сифат тушунчасига асосий ёндошув ISO нинг (Халқаро стандартлаштириш ташкилоти) 9000 серияли стандартларида белгилаб берилган бўлиб, бу стандартлар жаҳон бозорига кириб бориш ва маҳсулотнинг сифати ва рақобатбардошлигини ошириш ҳисобига товар алмашинув жадаллигини ошириш учун кучли воситадир.

Бугунги кунда «сифат» тушунчаси қуйидагича таърифланади: «Сифат – бу хусусий тавсифлар тўпламининг талабларга мослик даражасидир».

Сифатга қўйиладиган талабларни аниқлашда унинг даражаланиши ўтказилади, сифат тушунчаси «ёмон», «яхши» ва «аъло» сифатлари билан қўшиб ишлатилиши мумкин. Яна ҳам аниқроқ таърифлаш, «даражалаш» тушунчасини маҳсулот сифатига қўйиладиган турли талабларга берилган синф, нав, тоифа ёки тоифа каби тушунтиради.

Хусусан, даражалаш истеъмолчиларнинг қониққанликларини, истеъмолчиларнинг ўз талабларининг бажарилганлик даражасини идрок қилишларини баҳолашда қўлланилиши мумкин.

Маҳсулот сифатининг белгиланган талабларга мослик даражаси, масалан, қуйидагича бўлиши мумкин (3.2-расм),

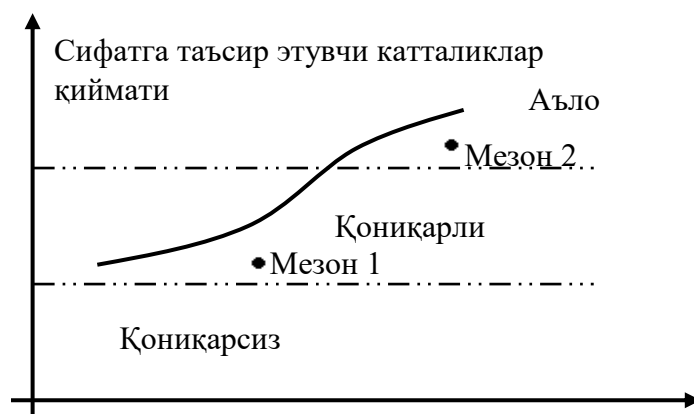
– агар маҳсулотнинг сифатига таъсир этувчи маълум тавсиф мезон 1 дан пастда бўлса, у ҳолда истеъмолчи маҳсулот сифатидан қониқмаган бўлади;

– агар мазкур тавсифнинг қиймати 1 ва 2 мезонлар орасида бўлса, у ҳолда истеъмолчи маҳсулот сифатини қониқарли деб баҳолайди (у маҳсулотни айни ўзи кутган сифат даражасида олади);

– агар маҳсулот тавсифининг қиймати мезон 2 дан юқорида жойлашган бўлса, у ҳолда бу истеъмолчининг кутганидан ортиқ ва унинг юқори қониқишига олиб келади. Истеъмолчиларнинг кутишларидан ошиш, ишлаб чиқарувчининг имиджини яхшилайти, уларнинг бу компаниянинг бошқа маҳсулотини ҳам танлашларига олиб келади ва, шунингдек, истеъмолчиларда ўзларининг ижобий



таассуротлари ҳақида баҳам кўриш истагини уйғотади, бу эса янги мижозларни ҳам жалб этади.



3.2. – расм. Истеъмолчининг қониққанлик даражаси.

Маҳсулотнинг сифати ҳақидаги ахборотни унинг ҳаётий циклининг турли босқичларида олиш ва таҳлил қилиш лозим (3.3-расм):

- 1) маҳсулотни яратиш босқичида (сифатга қўйиладиган талаблар);
- 2) маҳсулотни ишлаб чиқариш давомида (тайёрлашдаги сифат);
- 3) маҳсулот сотилганидан кейин (сифатнинг фойдаланишдаги баҳоси).



3.3-расм. Маҳсулот сифатини ўлчаш босқичлари

Истеъмолчиларнинг маҳсулот сифатини оширилишига ва унинг барқарорлигини таъминлашга доимий ошиб бораётган талаблари халқаро стандартлаштириш ташкилотларининг назаридан четда қолмади.

Бир қатор мамлакатларда сифатни бошқариш бўйича миллий стандартлар ўтган асрнинг 70-йилларидан буён амал қилиниб келмоқда. Улар, энг аввало, саноатнинг энг муҳим тармоқлари:

ядровий энергетика, авиация, космонавтика, ҳарбий техникани ишлаб чиқаришда лойиҳалаштириш ва ишлаб чиқариш босқичларида сифатни таъминлаш мақсадларида ишлаб чиқилган ва қўлланилган эди.

1959-йили АҚШ Мудофаа вазирлиги томонидан ҳарбий маҳсулот сифатини таъминлаш бўйича америка стандарти MIL-Q-9A58 «Сифатни таъминлаш дастурига доир талаблар» қабул қилинган эди.

Бу стандарт Британия стандартлар институти томонидан қайта ишлаб чиқилди ва 1979 йилда Буюк Британияда BSI 5750 белгиси билан қабул қилинди.

Сифатни бошқаришга оид талабларни халқаро даражада уйғунлаштириш учун Халқаро стандартлаштириш ташкилоти (ISO) томонидан 1987 йилда BSI 5750 стандарти асосида ISO 9000 серияли биричи халқаро стандартлар ишлаб чиқилди.

ISO 9000 серияли халқаро стандартлар ташкилотларга сифат менежменти тизимини (СМТ) жорий қилиш ва такомиллаштиришга ёрдам бериш мақсадида ишлаб чиқилган.

Изоҳ. Сифат менежменти тизими ишлаб чиқариладиган маҳсулотнинг сифатини таъминлаш учун ташкилотни бошқариш бўйича ўзаро боғлиқ фаолият турлари мажмуидир.

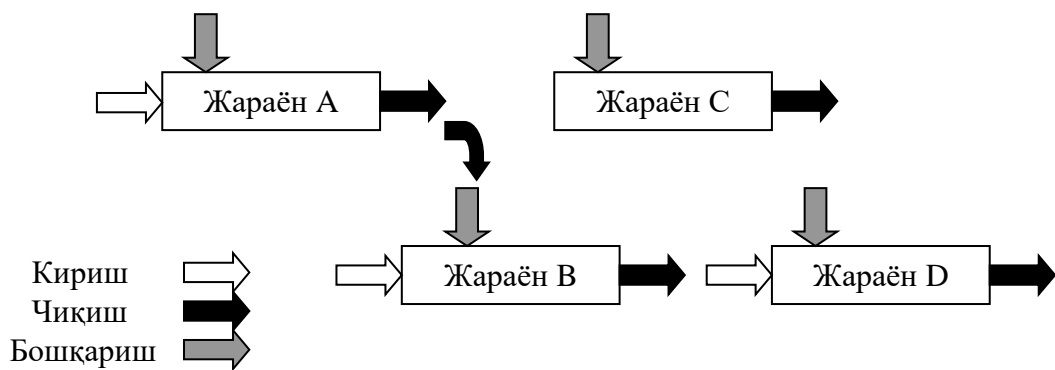
Ҳозирги вақтда ISO 9000 серияли халқаро стандартлар қуйидагиларни ўз ичига олади:

ISO 9000:2005 «Сифат менежменти тизимлари. Асосий қоидалар ва луғат». Бу стандарт сифат менежментининг концепцияси, умумий тамойиллари, назарий қоидалари ва атамаларни белгилаб беради;

ISO 9001:2008 «Сифат менежменти тизимлари. Талаблар». Бу стандарт СМТ мос бўлиши лозим бўлган асосий талабларни ўз ичига олган;

ISO 9004:2009 Ташкилотнинг барқарор ютуғга эришиш менежменти. Сифат менежменти асосида ёндашиш.

ISO 9000 стандартининг серияларида услубий жиҳатдан муҳими истеъмолчиларнинг қониқтирилганликларини уларнинг талабларини бажариш йўли билан ошириш мақсадида сифат менежменти тизимини ишлаб чиқиш, жорий қилиш ва яхшилашда «жараёнли ёндошув»нинг қўлланилишидир (3.4-расм).



3.4-расм. Жараёнларнинг ўзаро таъсирлашувига оид мисол.

«Жараёнли бошқарув»нинг афзаллиги бошқарувнинг узлуксизлигидан иборат бўлиб, у айрим жараёнларни умумий мақсадга эришиш – истеъмолчиларни қониқтирилганлигини таъминлашга йўналтирилган ягона тизим доирасида боғлайди.

Жараёнли ёндошув, жараёнларни маҳсулотнинг қўшимча қиймати нуқтаи-назаридан, объектив ўлчашлар асосида жараёнларни доимий яхшилашни назарда тутди.

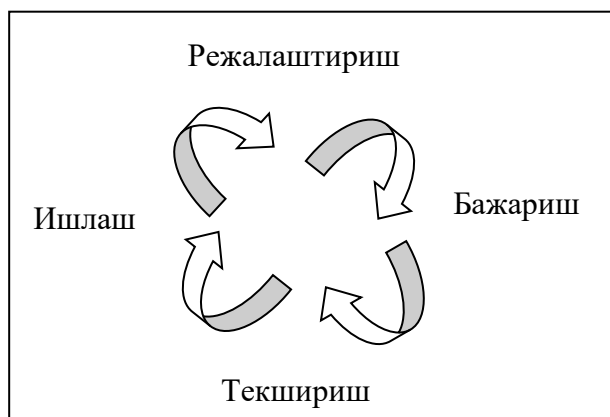
Сифат менежмент тизимининг жараёнли моделига қўйиладиган талаблар ISO 9000 стандартининг қуйидаги тўртта бўлимида акс эттирилган:

- 5-бўлим: «Раҳбариятнинг масъулияти»;
- 6-бўлим: «Ресурслар менежменти»;
- 7-бўлим: «Маҳсулот ҳаётий цикли жараёнлари»;
- 8-бўлим: «Ўлчашлар, таҳлил ва яхшилаш».

Сифат менежменти тизимини доимий яхшилаш бўйича услубий тавсиялар, истеъмолчиларнинг қониққанликларини ошириш учун Шухарт-Деминг циклини (3.5-расм) ҳам изчил қўлланилишини назарда тутди.

Шухарт-Деминг цикли (PDCA цикли), амалга ошириладиган ҳар қандай фаолият турини изчил қўлланиладиган тўртта босқичга бўлишдан иборат бўлиб, уларнинг бажарилиши амалга ошириладиган фаолият ёки жараён кўрсаткичларининг доимий яхшиланишини таъминлайди:

- режалаштириш (Plan);
- бажариш (Do);
- текшириш (Check);
- ишлаш (Action).



3.5-расм. Шухарт-Деминг (PDCA) цикли.

СМТ ни яратиш услубиётининг асослари ISO 9001:2008 (4.1-модда)да белгиланган:

Ташкилот:

а) сифат менежменти тизими учун зарурий жараёнларни ва уларнинг бутун ташкилотда қўлланилишини аниқлаш;

б) ходимларни махсус ўқув курсларида ўқитиш;

в) бу жараёнларнинг кетма-кетлигини ва ўзаро ишлашини аниқлаш;

г) амалга оширишда ҳам, бу жараёнларни бошқаришда ҳам самарадорликни таъминлаш учун зарурий мезонлар ва усулларни аниқлаш;

д) бу жараёнларни ушлаб туриш ва мониторинглаш учун зарурий ресурслар ва ахборотнинг мавжудлигини таъминлаш;

е) режалаштирилган натижаларга эришиш ва бу жараённинг доимий яхшиланиши учун зарурий чораларни қабул қилиши зарур.

Шу банднинг ўзида «Ташкилот – сифат менежменти тизимини ҳужжатлаштириши зарур» деб айтилган.

Шунга мувофиқ равишда, СМТ ни ишлаб чиқиш босқичлари СМТ нинг қуйидаги мажбурий ҳужжатларини ишлаб чиқиш учун зарурий ишлар билан тўлдирилади:

а) сифат соҳасидаги сиёсат ва мақсадлар ҳақида ҳужжатли расмийлаштирилган баённомалар;

б) сифат бўйича қўлланма;

в) мазкур стандарт билан талаб қилинадиган ҳужжатлаштирилган тартиблар;

г) самарали режалаштириш, жараёнларни амалга ошириш ва уларни бошқаришни таъминлаш учун ташкилотга зарур бўладиган ҳужжатлар.

Зарурий ишлар таркибига, шунингдек, турли ташкилий тадбирлар – раҳбариятнинг сифат бўйича масъул вакили, корхона ходимлари орасидан СМТ ни ишлаб чиқиш бўйича ишчи гуруҳни тузиш, СМТ ни сертификатлаш бўйича маслаҳатчилар ва органни танлаш, СМТ бўйича ходимлар учун қатор ўқув курсларини ташкил

этиш («ИСО 9001 га асосан СМТ асослари», «СМТ нинг ҳужжатларини ишлаб чиқиш», «Ички аудитларни тайёрлаш ва ўтказиш тартиби»). СМТ нинг ишлаб чиқилишининг боришини назорат қилиш учун мунтазам мажлислар ўтказиб туриш кабилар киритилиши лозим.

СМТ ни ишлаб чиқиш ва жорий қилиш босқичлари (ўқув дарслари ёки модуллари номлари ҳам қўлланилади) сони турли манбаларда 4 тадан 7 тагача қилиб кўрсатилган.

СМТ ни ишлаб чиқиш ва жорий этиш бўйича барча ишлар ҳажмини ушбу босқичларга ажратиш мумкин:

- тайёргарлик тадбирлари;
- СМТ ҳужжатларини ишлаб чиқиш;
- СМТ нинг амал қилишини текшириш (аудит);
- СМТ ни сертификатлаш.

Ўзбекистон Республикасида давлат стандартлаштириш тизимининг талабларига мувофиқ равишда ИСО 9000 серияли халқаро стандартларга тўлиқ эквивалент бўлган давлат стандартлари (O`z DSt) яратилган.

Бироқ, маълумки, ISO 9001:2008 халқаро стандарти универсал характерга эга. Бу, бир томондан унинг устунлигидир, чунки бу стандартни истаган тармоқнинг истаган корхонасида жорий этилишига имкон берди. Шу билан бир вақтда, равшанки, аниқ корхоналарда яратиладиган сифат менежменти тизимининг таъсирчанлигини ошириш учун тармоққа хос хусусиятларнинг ҳисобга олинишини таъминлаш зарур. Телекоммуникациялар йўналиши бўйича (бошқа кўплаб соҳаларда қилинган каби мазкур масалани ҳал этиш учун телекоммуникациялар воситаларининг энг йирик операторлари ва ишлаб чиқарувчилари бирлашмаси QUEST-Forum томонидан ISO 9001:2008 халқаро стандартининг ривож сифатида TL-9000 халқаро стандарти яратилди.

QUEST-Forum нинг мақсади телекоммуникациялар фойдаланувчиларининг ишончлироқ, доимий яхшиланиб борадиган ва иқтисодий фойдали ҳужжатларни олишларини тезлаштириш учун сифат соҳасида тизимли талаблар ва ўлчашлар мажмуасини яратишдан иборат бўлган эди.

TL-9000 стандартининг яратилиши Британия стандартлар институти, Америка сифат жамияти, Бритиш Телеком, Моторола, Алкател, Фужител, Нортел, Корнинг, Белл, Сименс, Люсент, Эрикссон, Маркони, Нокия, NEC ва бошқалар каби QUEST-Forum

иштирокчилари – 50 дан ортиқ компаниялар ва ташкилотларнинг уч йиллик ишлари натижасидир.

TL-9000 стандарти талаблари кўп даражали тузилишга эга ва ўз ичига ИСО 9001:2008 нинг барча асосий бўлимларини, ва, шунингдек, TL-9000 нинг ИСО 9001:2008 бўлимларида телекоммуникациялар соҳасида СМТ га кўядиган асосий талабларни тўлдирувчи махсус талабларни ўз ичига олади.

TL-9000 талабларининг кўп даражали эканлиги бу стандартга телекоммуникация соҳасида ишлайдиган барча корхоналарга тааллуқли умумий махсус талаблар ҳам, фақат хусусий ҳолда қўлланилиши мумкин бўлган талаблар (масалан, фақат телекоммуникация жиҳозларини ишлаб чиқарувчилар учун ёки фақат телекоммуникация хизматларини кўрсатишда) ҳам киритилганлиги билан тушунтирилади.

**Мисол.** Компьютер ресурслари – ташкилий дастурий таъминотни ишга тушириш мўлжалланаётган аниқ компьютер тури учун критик компьютер ресурсларини баҳолаш ва кузатиб бориш усуллари аниқлаши ва қўллаб-қувватлаши лозим. Бу ресурсларга мисоллар – хотирадан, унумдорликдан фойдаланилиши, реал вақт масштабида ишлаш қобилияти ва киритиш/чиқариш каналлари.

TL-9000 нинг махсус талаблари (жами 87 та талаб) қўлланилиши соҳасига боғлиқ равишда 6 гуруҳга бўлиниши мумкин (бунда улар куйидагича идентификацияланади):

C – TL-9000 нинг телекоммуникациялар соҳасидаги СМТ га кўядиган умумий талаблари (39 та талаб);

HS-талаблар, телекоммуникация жиҳозлари дастурий таъминот (ДТ)ни ишлаб чиқарувчилар ва СМТ сига тааллуқлидир (6 та талаб);

HV-талаблар, телекоммуникация жиҳозлари ва телекоммуникация хизматлари ишлаб чиқарувчилар учун тааллуқлидир (4 та талаб);

H-талаблар, фақат телекоммуникация жиҳозлари ишлаб чиқарувчилар СМТ учун (12 та талаб);

S-талаблар, фақат телекоммуникация жиҳозлари ишлаб чиқарувчилар СМТ учун (15 та талаб);

V-талаблар, фақат телекоммуникация хизматлари кўрсатишда СМТ учун (5 та талаб).

Иккинчи жилд TL-9000 «СМТ да ўлчашлар бўйича қўлланма» TL-9000 нинг телекоммуникация соҳасида СМТ да ўлчашларга

қўйиладиган умумий талабларини ва СМТ да ўлчашларга қўйиладиган 6 гуруҳ махсус талабларни ўз ичига олади.

*1-мисол.* Барча корхоналар учун қуйидаги кўрсаткичларни ўлчаш мажбурийдир: нуқсонлар ҳақидаги ёзувлар сони, белгиланган муддатларда ва улардан ортиқ вақтда бартараф этилган нуқсонлар сони ва маҳсулотнинг ўз вақтида етказиб берилиши.

*2-мисол.* Телекоммуникация соҳасида хизматларга нисбатан қуйидаги кўрсаткичлар ўлчаниши, статистик қайта ишлаб чиқилиши ва кейин таҳлил қилиниши лозим:

- инсталляция ишлари аудитида аниқланган номувофиқликлар миқдори;
- техник хизмат учун такрорий муружаатлар сони;
- кафолат даврида таъмирдан чиқарилган блоклар миқдори;
- техник хизмат кўрсатиш бўйича белгиланган муддатларда бажарилган буюртмалар сони;
- нуқсонларсиз кўрсатиладиган хизматлар сони.

TL-9000 талаблари, ИСО 9001 дан фарқли ўлароқ, фақат сифат менежменти билан чегараланиб қолмасдан, балки зарурат бўлганида сифатнинг амалиётда таъминланиши ва маҳсулотнинг истеъмол қийматини оширилишига бевосита алоқадор бўлган таваккалчиликни бошқариш, нархлар ҳосил қилиш, хавфсизлик ва бошқа масалаларни ҳал этиш муҳимлигини ҳам кўрсатиб беради.

TL-9000 нинг талабларининг асосий хусусияти кўп сонли (24 та) мажбурий ҳужжатлаштирилган тартибларда (ИСО 9001:2008 га асосан талаб қилинадиган 6 та тартибга қўшимча равишда).

Булардан:

– 10 та қўшимча ҳужжатлаштирилган тартибларнинг мавжудлиги телекоммуникациялар билан боғлиқ ҳар қандай корхоналар учун мажбурийдир;

– иккита тартиб жиҳоз ва ДТ ишлаб чиқарувчилар учун мажбурийдир;

– битта тартиб жиҳозни ишлаб чиқаришда ва хизматлар кўрсатишда қўшимча талаб қилинади;

– тўртта тартиб фақат жиҳоз ишлаб чиқарувчилар учун ўринлидир;

– олтита тартиб ДТ ни ишлаб чиқарувчилар учун зарурийдир;

– битта қўшимча тартиб фақат телекоммуникация хизматлари кўрсатишда мажбурийдир.

Ўзбекистон Алоқа ва ахборотлаштириш агентлигининг (ҳозирги ЎзРАТваКР вазирлиги) 2007 йил 17 августдаги №18-Б қарорида телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳаси ташкилотлари ва корхоналарида СМТ ни ISO 9000 серияли халқаро стандартлар асосида жорий этилиши жуда муҳим вазифа деб қабул қилинган.

Ўзбекистон Алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги (ҳозирги ЎзРАКваТР вазирлиги) томонидан 2008 йил 5 декабрда телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида сифат менежменти тизимларини ISO 9001:2008 га мувофиқ равишда жорий этиш ва такомиллаштириш бўйича 2009–2010 йилларга мўлжалланган тадбирлар режаси қабул қилинган.

Ҳозирги вақтда сифат менежменти тизими ИСО 9001:2008 серияли халқаро стандартлар асосида бир қатор алоқа ва ахборотлаштириш корхоналарида амал қилмоқда:

1. «UCELL» хориж корхонаси – 2004 йил.
2. «BUZTON» қўшма корхонаси – 2005 йил.
3. «Rubicon Wireless Communication» қўшма корхонаси – 2007 йил.
4. «МТС» хорижий ишлаб чиқариш корхонаси – 2007 йил.
5. «БИЛАЙН» МЧЖ – 2007 йил.
6. Ўзбекистон ТТХБМ – 2006 йил.
7. Фан-техника ва маркетинг тадқиқотлари Маркази қошидаги телеком-муникация техник воситаларини сертификатлаш органи (ТТВСО) ва Телекоммуникациялар техник воситаларини сертификацион синов маркази (ТТВССМ) (2005 йил).
8. Электромагнит мослашув маркази – 2007 йил.

ISO 9000 сериясидаги стандартлардан ташқари телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида бир қатор тармоқ норматив ҳужжат-лари ишлаб чиқилган:

– Тавсиялар Т45-192:2007. «Сифат менежменти тизимлари. Сифат менежменти фойда бериши ва самарадорлигини таҳлил қилиш бўйича услубий тавсиялар»;

– Раҳбарий ҳужжат РН 45-184:2006. «Сифат менежменти тизимлари. Тартибот ҳужжатларини тузиш ва расмийлаштириш бўйича услубий кўрсатмалар»;



– Тармоқ стандарти TSt 45-078:2008. «Алоқа ва ахборот-лаштириш соҳасида сифат менежменти тизимларини яратиш бўйича қўлланма. Асосий талаблар». (Халқаро стандарт TL-9000 га эквивалент).

Мавжуд норматив база телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳаси корхоналарига сифат менежменти тизимларини яратиш ва такомиллаштириш бўйича энг илғор хориж корхоналарининг илғор тажрибасидан фойдаланиш имконини беради.

### **Назорат саволлари**

1. Бозорга келаётган маҳсулот тури қандай тасдиқланади?
2. Мувофиқлик сертификати ва мувофиқлик белгиси деганда нимани тушунасиз?
3. Учинчи томон деганда нимани тушунасиз?
4. Қайси даражада сертификатлаштириш тизими ишлайди?
5. Сертификатлаштириш тамойиллари деганда нимани тушунасиз?
6. Ўзбекистон қонунлари сертификатлаштиришни қандай қонуний асосини белгилайди?
7. Мажбурий сертификациялаштиришга тааллуқли маҳсулот-лар турини ким белгилайди?
8. Қандай сертификатлаштириш схемаларини биласиз?
9. Сертификатлаштириш тизимининг мақсадлари нимадан иборат?
10. Мувофиқлик сертификатини ким бериш ҳуқуқига эга?
11. Сертификатлаштириш синовларини ким ўтказди?
12. Сертификатлаштириш тизимида Ўзстандарт функцияси нимадан иборат?
13. Мувофиқлик белгиси қайси жойга қўйилади?
14. Мувофиқлик сертификати амал қилиш муддатини ким белгилайди?
15. Мувофиқлик сертификати берилгани тўғрисида қаерда маълумот олиш мумкин?
16. Аккредитлаш деганда нимани тушунасиз?
17. Ким мажбурий аккредитлашдан ўтиши шарт?
18. Сифат тизими деганда нимани тушунасиз?
19. Сифат тизимлари қачон қўлланилади?
20. Маҳсулотлар қандай турларига сифат тизимлари турлари фаолияти тарқалади?

21. Сифат тизимини киритгандан кейин корхона қандай афзалликларга эга бўлади?
22. Сифат тизимлари сертификатлаштиришини ким ўтказди?

---

---

## IV БОБ. ЎЛЧАШ ХАТОЛИКЛАРИ

### Асосий тушунчалар

Ҳар хил сабабларга кўра ўлчашларда ўлчаш натижасининг ҳақиқий қийматдан оғиши муқаррар. Ўлчаш объектини баҳоланиши ўлчаш натижаси орқали топилган ҳақиқий қиймат билан белгиланади. Улар ўлчаш усулига, ўлчаш воситасига, операторига боғлиқ.

**Ўлчаш хатолиги** – ўлчаш натижасининг ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қийматдан оғишидир. Хатоликлар абсолют ва нисбий хатоликларга ажратилади. Ўлчашнинг абсолют хатолиги – ўлчанаётган катталиқнинг бирликларида ифодаланган хатолиғидир, яъни

$$\Delta = A - X, \quad (4.1)$$

бу ерда,  $\Delta$  – ўлчашнинг абсолют хатолиги;  $A$  – ўлчаш натижаси;  $X$  – ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қиймати.

Ўлчашнинг нисбий хатолиги – ўлчаш абсолют хатолигининг ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қийматига нисбатидир (фоизда), яъни

$$\delta = \Delta / X. \quad (4.2)$$

Хатоликни бу ифодалар бўйича аниқлаш учун ўлчанаётган катталиқ  $X$  нинг ҳақиқий қийматини билиш керак. Ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қиймати номаълум бўлганлиги учун юқорида кўрсатилган ифодаларга хатолик тўғрисида тақрибий маълумотларни ифодага таъсир этувчи қиймати қўйилади. Катталиқнинг ҳақиқий қиймати, катталиқнинг тажриба йўли билан топилган қиймати; у асл катталиқнинг қийматига шунчалик яқинки, мазкур мақсад учун унинг ўрнига фойдаланиш мумкин.

**Ўлчашнинг абсолют хатолиги** ўлчанаётган катталиқнинг ўлчов бирликларида ифодаланади, нисбий хатолик ўлчамсиз катталиқ. Хатоликларни келиб чиқиш сабабларига ўлчаш услубиятини мукамал бўлмаслиги ва операторнинг сезги органларининг мукамал бўлмаслигини келтириш мумкин.

Алоҳида гуруҳга ташқи муҳит шароитларига боғлиқ хатоликлар киритилади. Атроф-муҳит температураси, намлик ва бошқа ташқи факторлар (омиллар) ўлчаш катталиғига ва ўлчаш

асбобларининг ишига таъсир этади. Ўлчаш хатоликлари тасодифий ва тизимли ташкил этувчилардан иборат. Ўлчаш воситасининг тасодифий хатолиги – ўлчаш воситаси хатолигининг тасодифий тарзда ўзгарувчи ташкил этувчисидир. Тасодифий хатолик ўзгарувчан интенсивлик билан номунтазам келиб чиқадиган факторлар билан белгиланади. Тасодифий ташкил этувчининг қийматини олдиндан кўриб бўлмайди, шунинг учун уни чиқариб ташлаш мумкин эмас.

Кўп маротаба олиб бориладиган ўлчовларни қўллаб, тасодифий хатоликлар таъсири камайтиради. Айрим ўлчаш натижалари кутилаётганларидан анча фарқ қилади, бу эса бирор факторнинг қисқа вақтда ва кучли таъсири остида юзага келади (мисол, тармоқ таъминот кучланишининг сакраши). Бунда келиб чиқадиган хатолик кутилаётган хатоликдан анча катта ва у қўпол ўлчаш хатолиги деб номланади. Тасодифий хатоликдан ташқари мунтазам хатоликлар мавжуд, улар такрорий ўлчашларда ўзгармас ёки бирор қонуният бўйича ўзгаради. Бундай хатоликлар мунтазам хатолик деб номланади. Мунтазам хатоликларни айрим ҳолларда ҳисоблаш ва ўлчаш натижасидан чиқариб ташлаш мумкин. Мунтазам хатоликлар келиб чиқиш сабабига кўра ва ўлчаш жараёнида ўзгариш характери бўйича таснифланади.

Услубий хатолик – ўлчаш хатолигининг ўлчаш усулини мукамал эмаслигидан келиб чиқадиган ташкил этувчиси.

Асбобий (аппаратура) ўлчаш хатолиги – ўлчаш хатолигининг қўлланиладиган ўлчаш воситалари хатолигига боғлиқ ташкил этувчиси.

Ташқи хатоликлар – асбобга тааллуқли ташқи таъсирлар билан белгиланадиган, яъни ўлчашлар бажариладиган шароитлар билан боғлиқ бўлган хатоликлар.

Субъектив хатоликлар – ўлчаш хатолигининг операторнинг индивидуал хусусиятларига боғлиқ ташкил этувчиси.

Ўлчаш хатолиги тушунчасидан ташқари, ўлчаш аниқлиги тушунчаси кенг ишлатилади. Ўлчашларни сифат кўрсаткичлари ва ўлчаш натижасининг ўлчаш катталигининг ҳақиқий қийматига яқинлигини акс эттиради.

Аниқлик миқдор жиҳатдан нисбий хатолик модулининг тескари катталиги билан ифодаланиши мумкин.

## 4.1 Мунтазам хатоликлар

Мунтазам хатолик деб, умумий хатоликнинг такрорий ўлчашлар мобайнида муайян қонуният асосида ҳосил бўладиган, сақланадиган ёки ўзгарадиган ташкил этувчисига айтилади. Мунтазам хатоликларнинг келиб чиқиш сабаблари турли-туман бўлиб, таҳлил ва текширув асосида уларни аниқлаш ва қисман ёки буткул бартараф этиш мумкин бўлади. Мунтазам хатоликлар тасодифий бўлмаган факторлар билан юзага чиқади, ўлчаш воситасининг конструктив ҳолатига боғлиқ ҳолда, қўлланиш шароити ва кузатувчининг индивидуал сифатларига боғлиқ. Айрим ҳолларда мунтазам хатоликлар мураккаб детерминирланган қонуниятларга бўйсунди, ўлчаш воситасини ишлаб чиқишда ва ўлчаш аппаратурасининг комплектациясида ёки ўлчаш тажрибасини тайёрлаш ва олиб боришда аниқланади. Ўлчаш воситаларини, ўлчаш усулларини мукамаллаштириш, такомиллашган материалларини қўллаш керакли даражада тизимли хатоликни камайтириш имконини беради ва айрим ҳолларда минимумга олиб келадик, бунда ўлчаш натижаларига ишлов берганда уларни ҳисобга олмаслик мумкин.

Мунтазам хатоликларни юзага келиш сабабларига кўра ва ўлчашда намоён бўлиш характери бўйича таснифлаш қабул қилинган.

### 4.1.1 Услубий хатоликлар

Услубий хатоликлар (айрим ҳолларда улар назарий хатоликлар деб аталади) ўлчаш усулининг етарлича ишлаб чиқилмаслиги ва хатолиги туфайли келиб чиқади. Қабул қилинган ўлчаш усулини назарий асослашда доимо маълум соддалаштириш ва эҳтимолликларга асосланилади. Масалан, бутун объектга унинг чегараланган қисмининг ўлчаш хусусиятлари экстраполяция қилинади. Агар бу хусусиятлар бир жинсли бўлмаса, унда услубий хатолик пайдо бўлади. Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида бундай муаммолар узок масофага чўзилган объектларни, масалан, кабелларнинг параметрларини ўлчашда пайдо бўлади.

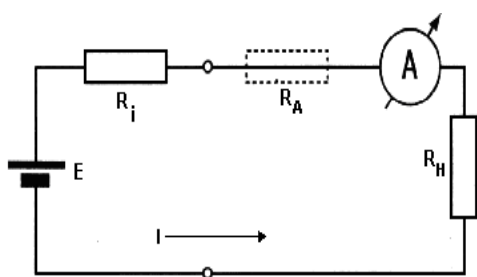
Ўлчаш аппаратурасининг ўлчаш объекти хусусиятларига таъсирини ҳам услубий хатоликларга киритиш керак бўлади. Бунда

олинган натижалар, ўлчаш воситаси ўлчаш объектидан узилиши биланоқ, жуда тақрибий ва ҳатто нотўғри бўлиб қолади. Ўлчаш воситасининг ўлчанаётган объект билан ўзаро таъсири натижасида келиб чиқадиган услубий хатоликни қуйидаги содда мисолда кўриш мумкин.

Фараз қилайлик, 4.1-расмда кўрсатилган кетма-кет занжирда ток кучини ўлчаш керак.

Бу расмда  $R_A$  резистор пунктир чизиқ билан кўрсатилган бўлиб, схемада амперметрнинг эквивалент қаршилигини кўрсатади. Агар бу қаршилиқни инобатга олмасак, унда кетма-кет занжирдан ўтувчи ток қуйидаги ифода бўйича ҳисобланиши мумкин:

$$i = \frac{E}{R_i + R_{ю}}$$



4.1-расм.

Бу ифода амперметрни занжирга уланишидан олдин ток қийматини аниқлаб беради. Амперметр уланганида унинг  $R_A$  ички қаршилигини инобатга олиш керак, унда ифода қуйидаги кўринишда бўлади:

$$i_1 = \frac{E}{R_i + R_{ю} + R_A}$$

Аниқки,  $i_1 < i$ , аммо тенгсизлик катталиги  $R_A$  ва  $R_i + R_{юк}$  йиғинди орасидаги муносабатга боғлиқ. Занжирдаги ўлчаш токининг нисбий хатолигини аниқлаймиз:

$$\delta = \frac{i - i_1}{i} 100 = \left( 1 - \frac{R_i + R_{ю}}{R_i + R_{ю} + R_A} \right) 100.$$

Бу ифодадан кўришиб турибдики,  $R_A$  қаршилиқ кетма-кет занжирнинг жами қаршилиги қийматининг кичик қисмини ташкил этади, юклама ва манба кучланиши қаршилигини киритиб, уни инобатга олмаслик ва махраждан чиқариб ташлаш мумкин. Бу ҳолда нисбий хатолик нолга тенг бўлади. Агар амперметр қаршилигини занжир қаршилиги билан тенглаштириб бўлмаса, иш бошқача тус олади. Масалан, агар занжирнинг умумий қаршилиги манба қаршилиги ва юклама қаршилигини қўшган ҳолда 1 Ом га

тенг бўлса, унда хатолик 9,1% ни ташкил этади, яъни бу жуда муҳим хатоликдир.

Берилган мисолдан келиб чиқадики, ўлчаш объекти параметрлари ва ўлчаш воситаларининг маълум бирикмасида етарли даражадаги катта мунтазам хатолик вужудга келади. Шунинг таъкидламоқ керакки, ушбу мисолда токни амперметр ёрдамида ўлчашнинг оддий схемаси келтирилган. Мисолдан келиб чиқадики, ҳатто ўлчаш асбобларини ўз вазифаси бўйича ишлатганда ва оддий схемалардан фойдаланилганда ҳам мумкин бўлган услубий хатоликларни эътибор билан баҳолаш керак бўлади.

Таъкидламоқ зарурки, агар  $\Omega$  қонунидан фойдаланиб, амперметр шкаласидан олинган натижани бирор катталиққа оширилса, мазкур хатоликни ўлчаш натижаларидан бартараф этиш мумкин. Метрологияда бу жараён тузатмани киритиш деб аталади. Ўлчаш натижасини ва тузатмани қўшиш ёки айириш, шунингдек, ўлчаш натижасини тузатма коэффициентига кўпайтириш ўлчаш натижасини «тўғрилаш» имконини беради. Аммо буни бажариш ҳар доим ҳам осон эмас. Ҳаттоки, биз кўриб чиққан ҳолатда, гарчи тузатма элементар ифода асосида ҳисобланса ҳам, уни олиш муаммо бўлиши мумкин, чунки унинг таркибига кирадиган ҳамма қаршиликлар қийматларини аниқ билиш зарур бўлади. Албатта, қаршиликни ўлчаш мумкин, бироқ бунда ҳам хатоликлар бўлади. Бошқача қилиб айтганда, ечиладиган масала бошқа ўлчаш масаласи билан алмаштирилади, лекин унинг ечилиши яна ҳам мураккаб бўлиши мумкин.

#### **4.1.2 Асбобий хатоликлар**

Бу хатолик тури қўлланиладиган  $\Delta$ В (ўлчаш воситалари) хусусиятлари билан белгиланади.  $\Delta$ В ни ишлаб чиқаришда ахборий ўлчаш сигналени ўзгартиришлар маълум алгоритм асосида олиб борилади. Масалан, билвосита ўлчаш усулида ўзгартиришнинг аниқ функцияси асбобда ҳар маҳал ҳам амалга оширилавермайди ва техник қийинчиликлар туфайли аппроксимация усули ишлатилади, бу эса хатоликка олиб келади.

Ундан ташқари, асбобни ишлаб чиқиш жараёнида технологик хатоликлар маҳсулотни комплектация параметрларининг тарқоқлиги туфайли аппроксимация функцияси аниқ амалга оширилмайди.

### 4.1.3 ЎВ нинг бузуқлиги, ейилиши ёки эскириши натижасида пайдо бўладиган асбобий хатоликлар

Материаллар ейилиши ва эскириши мунтазам хатоликларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлиши мумкин. ЎВ узлуксиз ва аста-секин ишлатиш интенсивлигига боғлиқ ҳолда ейилади. Шундай қилиб, хатоликлар ҳам одатда аста-секин ўсиб боради. Аммо бу ўсиш шунчалик секин ўтадики, вақтнинг маълум бўлагига ейилиш натижасида пайдо бўлган хатоликларни ўзгармас ва мос тузатмалардан фойдаланадиган бўлишимиз мумкин. Фақат қачонки бу хатоликлар маълум чегарага етганида, ундан кейинги бу ЎВ нинг ишлатилиши ноҳўя ҳисобланади.

Эскириш бўйича аҳвол бошқача. Эскириш бу маълум вақт ичида материални қандайдир хусусиятларининг ўзгариши ва бир хил ҳолларда ишлатиш шароити ёки сақлаш шароитига боғлиқ бўлади. Эскириш жараёни ҳар хил ўтиши мумкин. Эскириш қандайдир хусусиятларни йўқотишга ёки уларни барқарорлаштиришга (стабилизацияга) олиб келиши мумкин. Хуллас, эскиришнинг характерли мисолини иккинчи тури бўлиб, манганин эскириши олинади. Манганин – мис, марганец, никел ва бошқа компонентлар қотишмасидир. Манганин катта солиштирма электр қаршилиқка эга бўлиши билан бирга шу вақт ичида қаршилиқнинг кичик температура коэффициентига эга. Бироқ у битта салбий хоссага эга – вақт ўтиши билан унинг қаршилиги секин бўлса ҳам ўзгаради. Вақт ўтиши билан (икки-уч йил) жараён амалий жиҳатдан тўхтади ва манганиндан ясалган буюм қаршилиги барқарорлашади. Манганин эскириш жараёнини сунъий тезлаштириш, унинг хусусиятларини барқарорлаштириш усуллари ишлаб чиқилган эди. Лекин тўлиқ барқарорлаштиришга эришиш мумкин бўлмаганлиги учун унда жуда аниқ асбоблар учун ишлатишнинг биринчи йилларида қиёслаш тез-тез ўтказиб турилади. Жуда масъул ҳолатларда тайёр буюмни йиллар давомида узоқ ишлатмасдан, унинг хусусиятларини тўлиқ стабилизациясигача (барқарорлашгунгача) ушлаб турилади, масалан, юқори аниқликдаги ғалтак қаршилиги. Мунтазам хатоликларнинг пайдо бўлиш хусусиятларига, шунингдек, ЎВ механизми ёки материалда қолдиқ ўзгаришларни келтириб чиқарадиган механик, электрик, иссиқлик юкланишларини ҳам киритиш мумкин.



Кичик мунтазам хатоликларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлувчи носозликлар катта хатоликларни юзага келтирадиган носозликлардан анча хавфлидир, чунки катта хатоликларда олинган ўлчаш натижалари билан кутилаётган натижаларнинг бирига нисбатан юқори мос эмаслигини «кўз қири»ни ташлаб илғаб олса бўлади. Кичик мунтазам хатоликлар рухсат этиладиган хатоликлардан икки-тўрт марта катта бўлиши мумкин ва узоқ вақт давомида сезилмаслиги мумкин.

Бошқа ўлчаш воситаларини қиёслашда ишлатиладиган намунавий ўлчаш воситаларида мунтазам хатоликларнинг пайдо бўлиши айниқса хавфлидир. Бунинг устига, бундай намунавий ЎВ ёрдамида қиёсланган ёки даражаланган ҳар қайси ЎВ аввалбошдан ўзида бундай яширин хатоликни сақлайди ва бу хатолик ушбу асбоб ёрдамида ўлчанган ёки текширилган ҳар қандай объектга ўтиб боради. Агарда ишчи ЎВ нинг яширин хатолиги келтириб чиқарадиган зарарни математик нуқтаи назардан ифодалаш мумкин бўлганда, унда намунавий ЎВ мунтазам хатолиги келтириб чиқарадиган зарарни ифодаловчи ифодани кейинги, пастрок разрядли намунавий ЎВ ни текшириш учун квадратга ёки ҳатто 4-даражага кўтаришга тўғри келинар эди.

#### **4.1.4 ЎВ ни нотўғри ўрнатиш, уларни ўзаро нотўғри жойлаштириш ва ташқи муҳит таъсирлари натижасида пайдо бўладиган хатоликлар**

Қатор ЎВ ларни кўрсатишларининг тўғрилиги уларнинг фазода жойлаштиришга боғлиқ. Уларга иш тамойили механик мувозанатга боғлиқ бўлган ЎВ лар киради. Бундай ЎВ ни техник ҳужжатларда кўрсатилган тўғри ҳолатидан оғиши уни кўрсатишининг бевосита ёки билвосита бузилишига олиб келиши мумкин.

ЎВ ларнинг ўзаро нотўғри жойлаштирилиши электр ва магнит майдонлари орқали, иссиқлик, ҳаво оқимлари, вибрациялар, ионлашган тарқалишлар ва ҳ. к. орқали ўзаро таъсирга олиб келиши мумкин. Ўлчаш жараёнида узлуксиз таъсир этувчи катталиклар энг катта хавф туғдиради. Улар мунтазам хатоликларни киритади ва ўзгармаслиги натижасида қайд қилинмаслиги мумкин. Таъсир этувчи катталикларнинг ўзгариши, ўлчаш жараёнида содир бўладиган манбаларни ўчирилиши ёки

ёқилиши ЎВ кўрсатишларининг кутилмаганда ўзгариши билан сезилади. Бу ҳар доим бир неча марта ўлчашларни қайтариш ва ўзгаришлар сабабларини аниқлашга ундайди.

Атроф-муҳит температураси ўлчаш натижаларини, айниқса, ўлчаш қурилмасига нотекис ёки ўлчаш нотекис объектига таъсири натижасида жиддий бузиш имконига эга. Иссиқнинг (ёки совуқ)нинг йўналган манбаси амалда ҳар жойда бор.

Бу марказий иситиш радиаторлари, иссиқ сув трубалари, қишда совуқ ҳаво оқими манбаси бўлган ойналар, кўп энергияни истеъмол қилувчи ёнма-ён жойлашган аппаратуралардир. Қатор ЎВ ўз кўрсаткичларини бир томонлама сал қизиганида кўп томонлама иситишдан кўпроқ ўзгартириб борадилар. Нормал элементнинг ЭЮК унинг икки туташ идишининг температуралари бироз фарқ қилганда ҳам жиддий ўзгаради.

ЎВ нинг ишлашига хона температура майдонининг нотекислиги ҳам ўз таъсирини кўрсатиши мумкин. Аниқ ўлчашлар ва қиёслаш ишлари учун ертўладаги қуруқ хоналарни ажратилади, у ерда йилнинг ҳар қайси фаслида температурани ўзгармас ёки жуда кичик тебранишлар (бир градус чегарасида) билан ушлаб туриш мумкин бўлади. Аммо бундай хоналарда температуранинг катта ўзгармаслиги туфайли одам бўйи баландлиги билан полнинг температуралар айирмаси бир неча градусни ташкил этиши мумкин. Демак, нисбатан баланд ЎВ нинг ҳар хил қисмлари ҳар хил температурага эга бўлиши мумкин ва бу узоқ вақтгача сезиларсиз бўлиб қолиши мумкин. Кўпинча, иссиқлик хато ўлчашлар сабабчиси бўлиши мумкин, чунки хонага бошқа температура билан келтирилган жисм атрофдаги ҳавонинг температурасини ўша заҳоти қабул қилмайди. Ўлчаш асбобини ёққанда конструкциянинг ҳар хил деталлари массаси ва истеъмол қиладиган электр энергиясига боғлиқ ҳолда ҳар хил тезлик билан исийди. Вақт ўтиши билан нурланиш ва конвенция ходисалари туфайли асбобнинг ичида иссиқликнинг қайта тақсимланиши содир бўлади ҳамда стационар иссиқлик режими ўрнатилади. Шунда, одатда, калибрлаш ўтказилади. Аммо агар иссиқлик режими ўрнатилишидан олдин ўлчаш олиб борилса, етарлича катта мунтазам хатоликни олиш мумкин.

Магнит майдон турлари жуда хилма хил – Ернинг ўзгармас магнит майдонидан, симлар ва электр қурилмалар томонидан вужудга келтириладиган ўзгарувчан магнит майдонигача. Магнит

майдонни асбоб кўрсаткичига таъсири унинг ишлаш тамойилига, конструкциясига ва магнит майдонининг кучланганлигига боғлиқ. Айниқса, ёпиқ ўтказилган симлар (ўтказгичлар), цилиндрик реостатлар ўтказгичлари, кам қувватли трансформаторлар симлари кўпинча кўзга кўринмас магнит майдонлар манбаси бўлади. Ўзаро таъсир кўрсатувчи ўлчаш асбоблари ҳам электромагнит майдон яратувчилари бўлиши мумкин.

Магнит майдонлар ҳаракатчан қисми магнит материалли (пўлат, никель) бўлган ҳар қандай ўлчаш асбоби кўрсатишига таъсир этиши мумкин. Бу таъсир шу қисмларнинг магнитланиши орқали ифодаланиши мумкин ва уларни нормал ҳолатидан ўзгармас магнит майдон таъсирида оғиши, масалан, Ернинг магнит майдони таъсирида бўлиши мумкин.

Айниқса, юқори частотали магнит майдонлар ЎВ нинг кўрсаткичига сезиларли таъсир кўрсатади. Аммо ҳатто 50 Hz частотада ҳам аниқ ўлчашларда бегона майдонлар таъсиридан ва, шунингдек, ўлчаш занжирларининг бошқаларига таъсир кўрсатишидан сақланиш мумкин бўлмай қолади.

Электр майдонлари ҳам ЎВ кўрсатишларига жиддий таъсир кўрсатиши мумкин. Занжирнинг муҳим қисмлари ёки ўтказгичлари (симлари)нинг яқин жойлашиши улар орасида сиғимли алоқа вужудга келтиради, бу эса ўлчаш натижасини бузиб кўрсатади.

#### **4.1.5 Субъектив мунтазам хатоликлар**

Бу хатоликлар одамнинг индивидуал хусусиятларининг натижаси бўлиб, организм хусусиятларига, нотўғри шаклланган малакаларга боғлиқдир. Амалиёт кўрсатадики, тажрибали экспериментаторда унинг одатлари билан боғлиқ жиддий субъектив мунтазам хатолик бўлиши мумкин. Бу мунтазам хатолик қайта ўлчашларда натижаларнинг кичик тарқоқлигида барқарор қайтарилади. Аксинча, кам малакали экспериментаторда мунтазам хатолик бўлмаслиги мумкин, аммо натижалар тарқоқлигида тажрибадан тажрибага ўтишда у жиддий бўлиши мумкин.

Субъектив хатолик пайдо бўлишида олинган сигналга реакция тезлиги катта роль ўйнайди. Ҳар қандай шахсда у ҳар хил, аммо узоқ вақт давомида етарли даражада мустаҳкам бўлиб қолади.

#### **4.1.6 Мунтазам хатоликларнинг намоён бўлиш характери**

Намоён бўлиш характери бўйича хатоликлар ўзгармас ва ўзгарувчан турларга бўлинади. Ўзгарувчан хатоликлар ўз навбатида прогрессив, мураккаб қонун бўйича ўзгарадиган даврий хатоликларга бўлинади. Ўзгармас мунтазам хатоликлар ўлчашлар ҳамма вақт мобайнида қиймати ва ишораси ўзгармас қолиши билан характерланади. Бундай хатоликларнинг узоқ вақт давомида ўзгармас бўлиб қолиши уларни ҳисобга олишда жуда муҳим факт бўлиб қолади. Кўп ўлчовлар – индуктивлик ғалтаклари, қаршилиқ магазинлари, асбоблар шкаласининг даражаланиш хатоликлари, стрелкали асбобларнинг нолга ўрнатишнинг силжиши ва ҳ.к. мунтазам хатоликка эга.

Прогрессив хатоликлар – ўлчаш натижасида аста секин ўсиб борадиган ёки камайдиган хатоликлар ҳисобланади. Бундай хатоликларнинг пайдо бўлиш сабабларидан бири ўлчаш жараёнида, масалан, аккумулятор манбасининг разряди ёки ўлчаш натижасида батареянинг разрядланиш сабабларидан бири бўлиши мумкин.

Ўз қиймати ва белгисини даврий ўзгартирувчи даврий хатоликлар доиравий шкалани ўлчаш воситаларини ишлатишда пайдо бўлади, уларнинг иккаласи ўлчашда бир нечта айланиш бажаради, масалан, соат туридаги индикаторлар, ўлчаш генераторининг частотасини бошқариш органлари. Қачонки кўрсаткич айланиш ўқи шкала доираси маркази билан мос бўлмаганда даврий турдаги мунтазам хатоликлар, мураккаб қонун бўйича ўзгарадиган хатоликлар ифода ёки график кўринишда ифодаланиши мумкин. Бундай турдаги хатоликлар маълум қонун бўйича ўзгаришда, масалан, температуранинг ўзгаришида пайдо бўлади.

#### **4.1.7 Мунтазам хатоликларни чиқариб ташлаш ва ҳисобга олиш усуллари**

Мунтазам хатоликларни ҳисобга олиш ва чиқариб ташлаш усулларини тўртта гуруҳга бўлиш мумкин:

- ўлчаш бошланишидан олдин хатоликларни бартараф этиш;
- ўлчаш жараёнида ўринни босиш, хатоликларни ишораси бўйича компенсация қилиш, қарама-қарши, симметрик кузатиш усуллари ёрдамида хатоликларни чиқариб ташлаш;
- ўлчаш натижасига тузатмалар киритиш;

– чиқариб ташланмаган мунтазам хатоликларнинг чегарасини баҳолаш.

Ўлчаш бошланмасидан хатолик манбасини чиқариб ташлаш – мунтазам хатоликларни чиқариб ташлашнинг энг рационал усулидир. У тажриба олиб борувчини (экспериментаторни) натижани ҳисоблаганда тузатмани ҳисобга олишдан, ўлчаш жараёнида хатоликларни бартараф этишдан халос этади. Хатоликлар манбасини йўқотиш деганда уни бевосита чиқариб ташлаш (масалан, иссиқлик манбасини чиқариб ташлаш), ЎВ ни ва ўлчаш объектини бу манбалар таъсиридан ҳимоялаш тушунилади. Асбобий хатоликлар манбалари, ЎВ нинг аниқ нусхасига хос бўлиб, уни калибрлаш ёки таъмирлаш орқали чиқариб ташланиши мумкин. ЎВ ларнинг ўзаро нотўғри жойлашиши билан боғлиқ бўлган хатоликлар манбаси, ўлчаш олиб боришдан олдин бартараф этилиши мумкин. Температуранинг тебранишларини ва унинг натижасида температура хатоликларини бартараф этишга хоналарни бутунлигича ва айрим ЎВ ни ёки унинг қисмларини термостатлаш билан эришиш мумкин. Ҳозирги вақтда термостатлашни кўп ҳолларда ҳавони кондиционерлаш билан алмаштирилади. Ҳавони кондиционерлашда нафақат температура, балки намлик ҳам талаб қилинган даражада ушлаб турилади. Аммо бу тадбирлар натижаси иссиқликни бир текис тақсимланганда самарали натижани беради, чунки ЎВ ҳажми бўйича иссиқликнинг тақсимланиши бир текис бўлмаганда хатоликлар юзага келади. Корпуси ичида кучли иссиқлик манбасига эга ЎВ га эътиборни қаратиш керак. Бундай қурилмаларни ўлчашдан олдин, одатда, улар маълум вақт ичида қиздирилади.

Магнит майдонларнинг таъсирини бартараф этиш экранлаштириш усули орқали амалга оширилади. Хатоликларнинг манбаларидан бири – Ернинг магнит майдонидир. Ер магнит майдонининг кучланганлиги катта эмас, шунинг учун таъсир этиш хавфи фақат юқори сезгирликка эга асбобларни ишлатганда пайдо бўлади. Асбобларнинг ягона муҳофаза воситаси бўлиб магнит-юмшоқ материалли, ёпиқ экранли қурилма ҳисобланади. Магнит куч чизиқлари экранланаётган фазони айланиб ўтиши лозим. Ҳаттоки пермалондан ясалган магнит экранининг ишлатилиши кутилмаган ҳодисаларни юзага келтириши мумкин, чунки экран ичидаги магнит майдон конфигурациясининг ўзгаришига ва ЎВ нинг кўрсатишига таъсир этишига олиб келади.

Юқори частотали ташқи электромагнит майдонларни экранлаштириш бир мунча осон амалга оширилади. Бу ҳолатда катта электр ўтказувчанликка эга бўлган материалларни қўллаш мақсадга мувофиқ. Самарага уюрмали тоқлар ҳисобига ва улар билан яратиладиган қарама-қарши электромагнит майдонлар ҳисобига эришилади.

Вибрация ва силкинишлар таъсирини бартараф этиш ЎВ ни амортизация йўли билан амалга оширилади, бунинг учун кўп турли тебранишлар юткичлари ишлатилади. Юткичлар турлари, пружиналар, эластик осмалар тебранишлар частотасига конкрет ЎВ га таъсири сезгирлигига боғланиб танланади.

Ўлчаш жараёнида хатоликларни чиқариб ташлаш одатда қандайдир мосламаларни қўллашга боғлиқ эмас. Одатда, мунтазам хатоликларни бартараф қилиш, бу ҳолатда у ёки бу ўлчаш ва усулларни қўллашга боғлиқ. Асбобий хатоликлар таъсири, ўзаро ўрнатиш хатоликлари ва ташқи таъсир хатоликларини шу йўл билан чиқариб ташланади.

Мунтазам хатоликни чиқариб ташлашнинг кенг тарқалган усулларидан бири – алмаштириш усулидир. У қуйидагидан иборат: ўлчаш объекти у жойлашган шароитда жойлашган маълум ўлчов билан алмаштирилади.

Электрик параметрлари – қаршилиқлар, индуктивликлар, сиғимларни ўлчашда алмаштириш усули қуйидагилардан иборат бўлади: электр қаршилиги, индуктивлиги ёки сиғимини ўлчаш зарур бўлган объект ўлчаш занжирига уланади. Кўп ҳолатларда ўлчашнинг нол усуллари (кўприк, компенсациялаш ва бошқалар) қўлланилади. Бунда занжир электр мувозанатга келтирилади. Мувозанатга келтирилгандан кейин ўлчаш объекти ўрнига схемани ўзгартирмасдан кўп қийматли ўлчовни: қаршилиқлар магазини, сиғим, индуктивлик уланади. Уларнинг қийматини ўзгартириб туриб занжир мувозанати тикланади. Алмаштириш усуллари кўприкли занжирларнинг қолдиқли номувозанатлилигини, занжирга электр ва магнит майдонларининг таъсирини, занжирнинг алоҳида элементларининг ўзаро таъсирини йўқотиш ва бошқа паразит ҳодисаларни чиқариб ташлаш имконини беради.

Хатоликни ишораси бўйича компенсация қилиш қуйидагиларни ўз ичига олади: ўлчашлар икки марта олиб борилади, бунда табиати маълум катталик бўйича номаълум хатолик ўлчаш натижасига тескари ишораси билан киритилишига ҳаракат

қилинади. Ўртача қийматни ҳисоблаганда хатолик чиқариб ташланади. Алгебраик шаклда буни қуйидагича ифодалаш мумкин. Айтайлик,  $x_1$ ,  $x_2$  – иккита ўлчаш натижаси,  $\Delta$  – мунтазам хатолик, унинг табиати маълум, аммо катталиги номаълум;  $x_\Delta$  – ўлчанаётган катталикнинг мазкур ташкил этувчисиз қиймати. У ҳолда  $x_1 = x_\Delta + \Delta$ ;  $x_2 = x_\Delta - \Delta$ . Ўрта қиймат қуйидаги тенг:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2}{2} = \frac{(x_\Delta + \Delta) + (x_\Delta - \Delta)}{2} = X_\Delta$$

Ўлчаш натижасининг аниқлигини ошириш мақсадида иккитадан ортиқ ўлчашлар ўтказиш мумкин, аммо уларнинг сони жуфт бўлиши шарт. Бу ҳолатда мусбат ишорали ҳамма хатоликлар манфий ишорали хатоликлар билан компенсацияланган. Мазкур усул йўналтирилган таъсирга эга бўлган хатоликларни чиқариб ташлашда кенг ишлатилади. Берилган усул Ер магнит майдонининг таъсири билан боғлиқ хатоликларни чиқариб ташлаш учун кенг ишлатилади. Биринчи ўлчашни ЎВ ихтиёрий ҳолатда жойлашганда олиб бориш мумкин. Иккинчи ўлчашни олиб боришдан олдин ЎВ горизонтал текисликда  $180^\circ$  га бурилади. Агар биринчи ҳолатда Ернинг магнит майдони асбобнинг магнит майдони билан қўшилиб, мусбат ишорали хатоликни юзага келтирса, у ҳолда  $180^\circ$  бурилишда Ернинг магнит майдони тескари таъсир кўрсатади ва катталиги бўйича тенг, аммо ишораси бўйича тескари хатоликни юзага келтиради. Бундай усулнинг келиб чиқиши сунъий магнит майдон таъсирини компенсация қилиш учун қўллаш чегараланган, чунки бундай турдаги магнит майдонлар одатда фазода бир текис эмас.

Мунтазам хатоликни ишораси бўйича компенсация усулидан фойдаланиб, магнит майдонларда гистерезис вужудга келтирган хатоликларни чиқариб ташлаш мумкин. Маълум тузатмаларни киритиш ҳисоблаш йўли билан натижани тўғрилаш имконини беради. Рақамли қиймат тузатмаси мунтазам хатоликка тенг ва белгиси бўйича тескари.

Бошқа ҳолатларда ўлчаш натижасини тузатма кўпайтувчисига кўпайтириш йўли билан хатоликни чиқариб ташланади, бу кўпайтувчи 1 дан бир қанча кўп ёки кам бўлиши мумкин.

Агар тузатма ўлчаш катталиги билан солиштирганда кичик бўлса ёки тузатма кўпайтувчиси бирга яқин бўлганда, тўғриланган натижанинг юқори аниқлигини мўлжаллаш мумкин. Тузатма кўпайтувчиларини ишлатишда ҳисоботнинг бир қанча нозик

жиҳатлари бор. Таъкидлаб ўтилганидек, тузатма кўпайтувчиси бирга яқин. 1,1 катталиқ, шунга қарамай жуда катта, чунки бир ўнлик белгисида 10% ни ташкил этади ва бундай хатоликлар жуда катта ҳисобланади. Шунинг учун, одатда, гап 1,01; 1,02; 1,03 ва ҳ.к. тузатма кўпайтувчилар тўғрисида боради.

## **4.2 Тасодифий хатоликлар**

### **4.2.1 Тасодифий хатоликларнинг таърифланиши**

Битта ўзгармас катталиқнинг ҳатто бир хил шароитларда такрорий ўлчашларда кўпинча бир-биридан фарқ қиладиган натижалар ҳосил бўлади. Айрим ўлчашлар натижаларининг фарқ қилиши тасодифий хатолик мавжудлигидан дарак беради. Тасодифий хатолик бир неча факторларни (омилларни) бир вақтда таъсири натижасида юзага келади. Агар таъсир этувчи факторлар ўзаро қонуниятли боғланишга эга бўлмаса, уларнинг ўлчаш натижасига таъсири тасодифий характерда бўлади. Ўлчаш натижасига бундай таъсир характери шунга олиб келадикки, айрим ўлчашлар натижалари орасидаги сезиларли фарқ олдинги ва кейинги натижалар билан қонуниятсиз боғланишда намоён бўлади. Мана шу нарса тасодифий хатоликлар ҳақида сўз юритиш учун асос бўлади. Шунини қайд этиш керакки, тасодифий хатоликлар етарлича аниқ асбоблардан фойдаланишда намоён бўлади ва гап айрим ўлчаш натижаларининг жуда кичик оғишлари ҳақида боради.

Тасодифий хатоликларни ўрганиш эҳтимоллик назарияси ва математик статистика асосида амалга оширилади. Метрологиянинг ривожини шунини кўрсатадигани, эҳтимоллик назарияси ва математик статистиканинг математик аппарати тасодифий хатоликларни ўрганиш масаласига мувофиқдир ва уни коррект қўлланилганда назарий натижалар тажриба маълумотларига яхши мос келади.

### **4.2.2 Тасодифий хатоликларнинг математик моделлари**

Тасодифий хатоликлар мавжуд бўлганида айрим ўлчаш натижаси ҳақиқий қиймат  $X$  дан фарқ қилиши мумкин:  $X_i - X = \Delta X$ . Бу айирмани айрим ўлчашнинг тасодифий хатолиги деб аталади.  $X$  нинг асл қиймати бизга номаълум, бироқ математик статистика кўп қарра ўлчаш натижалари асосида  $\Delta X$  хатоликни аниқлашда амалиёт



учун етарлича аниқлик даражасида асл қийматининг ўрнини босиши мумкин бўлган «ҳақиқий» қиймат деб аталадиган қийматни ҳисоблашга имкон беради.

Тасодифий хатоликлар ўзгаришини тавсифлашнинг универсал усули тақсимот функцияси  $F(x)$  бўлиб, у  $X$  тасодифий миқдор ўлчашлар натижасида  $X$  дан кичик қиймат қабул қилишини аниқлайди, яъни  $F(x) = P(X < x)$ . Буни геометрик нуқтаи назардан бундай талқин қилиш мумкин:  $F(x)$  – тасодифий миқдор сон ўқида  $x$  нуқтадан чапроқда ётадиган нуқта билан тавсифланадиган қиймат қабул қилиши эҳтимоллигидир.

Узлуксиз тасодифий миқдорни бошқача функция билан ҳам бериш мумкин бўлиб, уни тақсимот зичлиги ёки тақсимот функцияси деб аталади. Узлуксиз тасодифий миқдорнинг тақсимот функцияси ёки тақсимот зичлиги деб  $F(x)$  тақсимот функциясидан олинган биринчи ҳосила  $f(x)$  ни айтилади. Эҳтимоллик зичлиги ўз маъносига кўра тасодифий миқдорнинг  $\Delta X$  оралиқ ичига тушиш эҳтимоллигининг бу оралиқ узунлигига нисбатига, у нолга интилади деган фаразда, тенг:

$$f(x) = F'(X) \quad (4.3)$$

Тақсимотнинг зичлик функцияси қаралаётган масалага нисбатан айрим ўлчашлар натижаларига ҳам, уларнинг хатоликларига ҳам алоқадордир. Гап шундаки, тасодифий хатолик мавжуд бўлганда ҳам ўлчаш натижасининг, ҳам хатоликнинг оралиқли баҳоси деб аталадиган баҳо қабул қилинган. Бу ҳолда ўлчанаётган катталиқнинг энг эҳтимолли қиймати ва айрим ўлчаш натижаси маълум эҳтимоллик билан тушадиган бирор оралиқ (плюс-минус билан) аниқланади. Бу эҳтимолликни аниқлаш ушбу маълум теорема асосида амалга оширилиши мумкин: « $X$  узлуксиз тасодифий миқдорнинг  $(a, b)$  оралиқга тегишли қийматни қабул қилиш эҳтимоллиги тақсимот зичлигидан  $a$  дан  $b$  гача чегараларда олинган аниқ интегралга тенг:

$$P(a < X < b) = \int_a^b f(x) dx. \quad (4.4)$$

Эҳтимоллик зичлик функциясининг конкрет (аниқ) кўриниши фойдаланилаётган ўлчаш воситаси хоссаларига боғлиқ. Ўлчаш хатолигини баҳолаш учун кўпинча нормал тақсимот қонуни

$$f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-a)^2 / 2\sigma^2} \quad (4.5)$$

(Гаусс қонуни)дан фойдаланилади.

(4.5) ифодадан кўриниб турибдики, нормал тақсимот иккита параметр:  $a$  ва  $s$  билан аниқланади. Бу катталикларнинг эҳтимоллик маъноси қуйидагича:  $a$  – нормал тақсимотнинг математик кутилиш миқдори,  $\sigma$  – ўртача квадратик оғиши.

Математик кутилиш ушбу интеграл орқали аниқланади:

$$M(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx. \quad (4.6)$$

Ўртача квадратик оғиш узлуксиз тасодифий миқдорнинг дисперсияси орқали аниқланади. Узлуксиз тасодифий миқдорнинг дисперсияси деб, унинг оғиши квадратининг математик кутилишига айтилади. Агар  $X$  нинг мумкин бўлган қийматлари  $[c, d]$  кесмага тегишли бўлса, у ҳолда

$$\Delta(X) = \int_c^d [x - M(X)]^2 f(x)dx. \quad (4.7)$$

(4.5) формулага кирган ўртача квадратик оғиши

$$\sigma(x) = \sqrt{D(x)} \quad (4.8)$$

тенглик билан аниқланади.

(4.5) формулани ўлчашлар хатолиги эҳтимоллик зичлигининг тавсифига татбиқ этиб,

$$p(\Delta X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(\Delta X)^2/2\sigma^2} \quad (4.9)$$

ни ҳосил қиламиз, бу ерда  $p(\Delta X)$  – тасодифий хатолик  $\Delta X = X_i - X$  нинг эҳтимоллик зичлиги,  $\sigma$  – ўртача квадратик оғиш – айрим кузатишлар натижаларининг  $X$  нинг асл қийматига нисбатан тасодифий сочилиш (тарқоқлик) даражасини тавсифлайдиган параметр.

Ўлчаш хатолигининг ўртача квадратик оғиши миқдорини ушбу муносабатдан аниқланади:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^n (X_i - X)^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\Delta X_i)^2}{n}}, \quad (4.10)$$

бунда  $X_i$  – айрим ўлчаш натижаси,  $n$  – ўлчашлар сони,  $X$  – ўлчанаётган катталикнинг асл қиймати.

(4.9) ифода билан тавсифланадиган функциянинг графиклари 4.2-а расмда  $s$  нинг учта қиймати учун кўрсатилган. Горизонтал ўқ бўйлаб  $\Delta X/\sigma$  меъёрланган катталик, яъни хатоликнинг ўртача

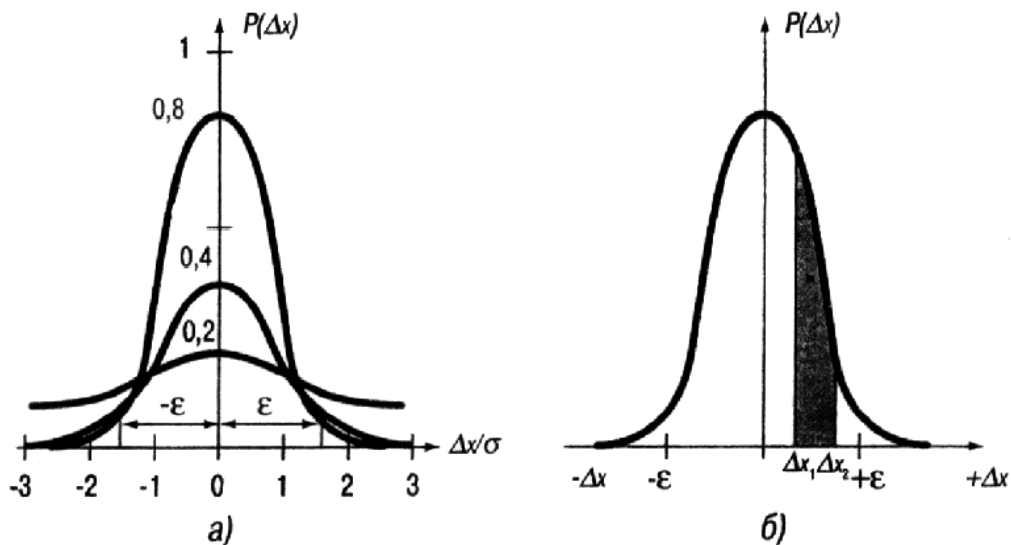
квадратик оғишга бўлинган (тарқалган) миқдори қўйилган. (4.9) функция графиги ординаталар ўқига нисбатан симметрик, абсциссалар ўқига асимптотик яқинлашувчи қўнғироксимон эгри чизик билан тасвирланади. Бу эгри чизикнинг максимуми  $\Delta X = 0$  нуқтада бўлади, бу максимумнинг катталиги эса.  $p(\Delta X) = 1/\sigma\sqrt{2\pi}$

4.2-а расмдан кўришиб турибдики,  $\sigma$  қанча кичик бўлса, эгри чизик шунча торроқ бўлади ва демак, катта оғишлар камроқ учрайди, яъни ўлчашлар аниқроқ бажарилади. Хатоликнинг  $\Delta X_1$  ва  $\Delta X_2$  орасидаги чегараларда пайдо бўлиш эҳтимоллиги 4.2-б расмдаги штрихланган юза билан аниқланади, яъни  $p(\Delta X)$  функциядан олинган ушбу аниқ интервалга тенг:

$$p(\Delta X_1 \leq \Delta X \leq \Delta X_2) = \int_{\Delta X_1}^{\Delta X_2} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta X}{\sigma}\right)^2} d(\Delta X). \quad (4.11)$$

Бу интегралнинг қиймати турли чегаралар учун ҳисобланган ва жадвалларда киритилган.  $\Delta X_1 = -X$  ва  $\Delta X_2 = +X$  чегаралар учун ҳисобланган интеграл бирга тенг бўлади, яъни тасодифий хатоликнинг  $-X$  дан  $+X$  гача бўлган ораликда рўй бериш эҳтимоллиги бирга тенг.

Ҳисоблашларни ўтказишда  $\Delta X_1$  ва  $\Delta X_2$  катталикларни кўпинча миқдори бўйича тенг ва ишораси бўйича қарама-қарши деб қабул қилинади, бу эса уларнинг ўрнига қулайроқ  $e$  символни киритиш ва эҳтимоллик баҳоланадиган ораликни  $e$  билан белгилаш имконини беради. Мазкур оралик 4.2-а расмда вертикал ўққа нисбатан симметрик жойлашган.



4.2-расм.

$e$  катталикни ўлчамсиз коэффициент  $k$  ёрдамида ўртача квадратик оғиш билан боғлаш, яъни  $e = ks$  деб қабул қилиш қулай бўлади.  $e$  катталикни ишончилилик оралиқи, хатолик бу ораликга жойлашадиган  $P$  эҳтимолликни эса ишончилилик эҳтимоли деб аташ қабул қилинган. Ўлчаш натижасини  $\bar{A} \pm \varepsilon; P$  кўринишда ифодалаш мумкин.

Зарурий ҳисоблашларни Лаплас функциясидан фойдаланиб бажариш мумкин. Бу функциянинг қийматлари жадваллаштирилган ва математик маълумотномаларда мавжуд. Бунинг учун (4.11) формулани янги ўзгарувчи  $k=e/s$  ни киритиб, ўзгартириш лозим:

$$p(-x \leq k \leq x) = 2\Phi(X) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-k^2/2} dt. \quad (4.12)$$

(4.12) формулани келтириб чиқаришда нормал тақсимот функциясининг вертикал ўққа нисбатан симметриклиги ҳисобга олинган, бу эса интеграллашнинг қуйи чегарасини нол қилиб олиш ва интеграл олдида 2 коэффициентни киритиш имконини берган.

#### Эҳтимолликлар интегралли қийматлари

#### 4.1- жадвал

$x$	$2F(x)$	$x$	$2F(x)$	$x$	$2F(x)$	$x$	$2F(x)$
0,00	0,00000	0,70	0,51607	1,40	0,83849	2,25	0,97555
0,10	0,07966	0,80	0,57629	1,50	0,86639	2,50	0,98758
0,20	0,15852	0,90	0,63188	1,60	0,89040	2,75	0,99404
0,30	0,23585	1,00	0,68269	1,70	0,91087	3,00	0,99730
0,40	0,31084	1,10	0,72867	1,80	0,92814	3,30	0,99903
0,50	0,38292	1,20	0,76986	1,90	0,94257	3,50	0,99953
0,60	0,45149	1,30	0,80640	2,00	0,95450	4,00	0,99994

4.1-жадвалдан келиб чиқадики, (4.12)даги интегралнинг қийматлари:

$$p(-\sigma \leq \Delta X \leq \sigma) = 0.68269, p(-3\sigma \leq \Delta X \leq 3\sigma) = 0.99730. \quad (4.13)$$

Шундай қилиб, ўлчашнинг тасодифий хатоликлари 0,68269 эҳтимоллик билан  $\pm\sigma$  чегаралардан ташқарига чиқмайди. Тасодифий хатолик  $\pm 3\sigma$  чегараларда 0,99730 эҳтимоллик билан жойлашади. Бу муносабат *уч сигма қонуни* деб аталади. 0,99730 ни 0,997 гача яхлитлаб айтиш мумкинки, 1000 та ўлчашдан эҳтимол фақат 3 таси  $\pm 3\sigma$  дан ортиқ хатолик бериши мумкин.

Айрим кузатишлар натижалари хос бўлган тасодифий миқдорлар ва уларнинг эҳтимолликларини статистик усул билан ўрганиш мумкин, бунинг учун кўп сонли ўлчашлар ўтказилади. Тасодифий катталикларнинг тақсимот қонунларини бундай аниқлаш етарлича сермеҳнат жараён дир. Шу сабабли, одатда, назарий мулоҳазалар асосида тасодифий миқдорлар тақсимот функцияларининг кўриниши башорат қилинади, кейин эса нисбатан катта бўлмаган ўлчашлар қатори асосида у миқдордан аниқланади. Гарчи ўлчашнинг тасодифий хатолигига таъсир этувчи айрим факторлар турли эҳтимоллик тақсимот функцияларига эга бўлиши мумкин бўлсада, лекин натижаловчи функция «меъёрлаштириш» ҳодисаси натижасида Гаусс қонуни билан аниқланади. Амалиётда учрайдиган кўп сонли ўлчашлар учун тасодифий хатолик кўп сонли таъсир этувчи факторлар йиғиндиси билан аниқланади, шу сабабли хатоликларнинг нормал тақсимот қонуни мавжуд деб катта эҳтимоллик билан қараш мумкин.

Илгари қайд этилганидек, тасодифий хатоликлар мавжуд бўлганида айрим ўлчаш натижаси  $X_i$  ўлчанаётган катталикнинг асл қиймати  $X$  дан фарқ қилиши мумкин. Бу айирмани *айрим ўлчашнинг тасодифий хатолиги* деб аталади.  $X$  нинг асл қиймати бизга номаълум. Бироқ тадқиқ қилинаётган  $X$  катталик устида кўп сонли кузатишлар ўтказиб, нормал тақсимот учун хос бўлган қуйидаги статистик қонуниятларни аниқлаш мумкин.

Агар тадқиқ қилинаётган катталикни ўлчашлар серияси ўтказилса ва ўртача қиймат аниқланса, у ҳолда айрим кузатишлар натижаларининг ўртача қийматдан мусбат ва манфий оғишлари тақрибан тенг эҳтимолликка эга бўлади. Бунга сабаб шуки, кузатиш натижаларининг асл қийматдан камайиш ва ортиш томонларга оғиши мунтазам хатолик нолга тенг бўлган ҳолда тенг эҳтимолликка (частотага) эга. Қатор ўлчашлар асосида ҳисобланган ўртача арифметик қиймат ўлчанаётган катталикка бериш мумкин бўлган энг муқаррар қиймат дир. Катта сондаги ўлчашларнинг турли ишораларга эга бўлган хатоликлари ўзаро йўқотилади. Бошқа бир қонуният шундан иборатки, олинган натижадан катта оғишлар эҳтимоллиги (частотаси) кичик оғишлар рўй бериш эҳтимоллигидан анча кичик дир.

Бу статистик қонуниятлар ўлчашлар кўп карра такрорланганидагина ўринли дир. Ўлчашлар натижалари ишлаб чиқилганидан сўнг мутлақ муқаррар натижа эмас, балки энг эҳтимолли натижа

ҳосил бўлади ва бу натижа ўлчашлар қаторининг ушбу ўрта арифметик қиймати бўлади:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad (4.14)$$

бу ерда  $n$  – ўлчашлар сони.

Тасодифий хатолик  $\Delta X_i = X_i - \bar{X}$  ни аниқлаш учун ўлчанаётган катталиқнинг асл қийматини билиш керак, бироқ у номаълумдир. Бироқ ўртача арифметик қиймат ўлчанаётган катталиққа берилиши мумкин бўлган энг муқаррар қийматдир. Шу сабабли унинг баҳоси сифатида ўртача арифметик қийматдан фойдаланиш мумкин. Бу ҳолда айрим ўлчаш натижаларининг ўртача арифметик қийматдан оғишлари  $X_i - \bar{X} = U_i$  га тенг.

Хатоликлар назариясида ўртача арифметик қиймат ушбу шартларни қаноатлантириши кўрсатилади:

– ўлчашлар сони етарлича катта бўлганда айрим ўлчашларнинг ўртача арифметик қийматдан тасодифий оғишларининг алгебраик йиғиндиси нолга тенг:

$$\sum_1^n (X_i - \bar{X}) = \sum_1^n U_i = 0;$$

– ўртача арифметик қийматдан оғишлар квадратлари йиғиндиси

$$\sum_1^n (X_i - \bar{X})^2 = \sum_1^n U_i^2$$

энг кичик қийматга эга бўлади.

Юқорида келтирилган формулалар кузатишларда  $n \rightarrow \infty$  деган шартда келтириб чиқарилган. Амалиётда ўлчашлар сони чекли ва бу тузатмалар киритиш заруратига олиб келади; ўлчашлар сони ортиб бориши билан тузатмаларнинг аҳамияти камайиб боради, чунки  $\bar{X}$  ва  $X$  борган сари бир-бирига яқинлашади ва лимитда тенг бўлади. Бу эса тасодифий хатоликлар  $\Delta X$  га оид барча хулосаларни (хусусан, Гаусс қонуни) ўртача арифметик қийматдан оғишларига ҳам қўлланиш мумкинлигини кўрсатади. Агар  $X$  ўрнига ўртача  $U$  ни ва  $\Delta X_i$  ўрнига  $U_i$  ни киритилса, у ҳолда (4.10) формула ушбу кўринишни олиши математик статистикада исботланади:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n U_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}. \quad (4.15)$$

Тақрибий ҳисоблашларда,  $\Delta X$  ўрнига  $U$ ,  $X$  ўрнига эса  $\bar{X}$  олинганида ўртача квадратик оғишни одатда  $S$  нинг ўрнига  $\delta$  билан белгиланади.

Юқоридаги муносабатдан  $n \geq 10$  бўлганда фойдаланиш мумкин. (4.15) ифодалардан кўриниб турибдики, ўлчашларни 100 марта кўп ўтказилганда натижани ўша эҳтимоллик билан битта кўшимча ўнлик ишорагача аниқроқ ҳосил қилиш мумкин. Бироқ шуни унутмаслик керакки, мазкур натижа ўлчаш шароитларининг доимийлиги ва бир хиллигини таъминланганлигида ҳосил қилиниши мумкин. Ўлчашлар сони қанча кўп бўлса, уларни ўтказиш учун шунчалик кўп вақт зарур ва бу шартни қаноатлантириш қийинроқдир.

Шуни назарда тутиш керакки,  $n \rightarrow \infty$  да  $\bar{X} = X$  бўлиши ўлчаш натижаларидан барча мунтазам хатоликлар чиқариб ташланган ва ўлчаш асбобининг сезгирлиги етарлича катта бўлганидагина ўринлидир. Агар амалий ўлчаш шароитларида ўлчашлар сонини юз карра ошириш ҳар доим ҳам мақсадга мувофиқ бўлавермаса-да, бироқ кузатишлар сонини икки ёки тўрт марта ошириш ўлчашлар натижаси аниқлиги ва ишончлилигини сезиларли оширади. Жумладан, назарий жиҳатдан кузатишлар сони тўрт марта ортганида ўлчаш хатолигининг тасодифий ташкил этувчиси ўша ишончлилик оралиқида икки марта, ўн марта ортганида эса тахминан уч марта камаяди.

Амалиётда максимал хатолик тушунчасидан кенг фойдаланилади, бунда уч сигма қонуни тушунилади. Амалиётда ўлчашлар сони бир неча ўнтадан ошмаслиги сабабли  $\pm 3\sigma$  га тенг хатолик пайдо бўлиши кам эҳтимолликдир. Шу сабабли  $\pm 3\sigma$  хатоликни мумкин бўлган максимал хатолик деб ҳисобланади.  $\pm 3\sigma$  дан ортиқ хатоликлар янглишув (камчилик) ҳисобланади ва ўлчаш натижаларини ишлаб чиқишда ҳисобга олинмайди.

Юқорида қайд этилганидек, ўлчашлар қаторининг ўртача арифметик қиймати ўлчанаётган катталиқнинг фақат энг муқаррар қийматидир. Ўртача арифметик қийматнинг ўзини аниқлаш хатолигини баҳолаш қизиқиш уйғотади. Агар ўлчашлар сериялари ўтказилса ва ҳар бир серия учун ўртача арифметик қийматни ҳисобланса, у ҳолда  $1, 2, 3, \dots, n$  қийматлар ҳосил қилинади. Бу катталиқлар бир-биридан фарқ қилади ва демак, улар учун ўртача арифметик қийматдан ўртача квадратик оғишни аниқлаш мумкин. Айрим кузатишлар натижаларининг тасодифий хатоликлари

нормал тақсимотга бўйсунса, у ҳолда уларнинг такрорий қаторлари ўртача қийматларининг хатоликлари ҳам шу қонунга, бироқ энди бошқа тарқоқлик билан бўйсунди. Ўртача қийматларнинг тарқоқлиги айрим кузатишлар натижаларининг тарқоқлигидан кичикдир. Эҳтимоллик назариясида ушбу теорема исботланган:  $n$  та бир хил тақсимланган ўзаро эркин тасодифий катталиклар ўртача арифметик қийматининг ўртача квадратик оғиши бу катталиклардан ҳар бирининг ўртача квадратик оғишидан  $\Delta$  марта кичик. Бу теорема асосида ўртача арифметик қиймат учун ўртача квадратик оғишнинг ушбу ифодасини ҳосил қиламиз:

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_i^2}{n(n-1)}}, \quad (4.16)$$

бу ерда  $s_{\bar{x}}$  – ўлчашлар қатори ўртача арифметик қийматининг ўртача квадратик хатолиги;  $s$  – айрим ўлчашнинг ўртача квадратик хатолиги,  $n$  – сериядаги ўлчашлар сони. Бу ифодадан кўриниб турибдики, такрорий ўлчашлар сони  $n$  ни ошириш ўлчашлар натижаси хатолигини  $\sqrt{n}$  марта камайишига олиб келади.

Амалиётда (айниқса,  $n$  нинг кичик қийматида) олинган натижаларнинг ишончилигини ва аниқлигини баҳолаш зарур. Бу мақсадда ишончилилик оралиқи ва ишончилилик эҳтимоллигидан фойдаланилади. Ишончилилик эҳтимоллиги деб, бирор қабул қилинган чегаралардан чиқмайдиган хатоликнинг пайдо бўлиш эҳтимоллигини тушунилади. Бу оралиқ *ишончилилик оралиқи*, уни характерлайдиган эҳтимоллик  $p$  эса *ишончилилик эҳтимоллиги* деб аталади.

Гаусс тақсимот қонунида эҳтимоллик интеграллари жадвали бўйича ишончилилик оралиқлари чегараларини аниқлаш мумкин. Ишончилилик оралиқлари ортганида (кенгайганида) ишончилилик эҳтимоллиги қиймати ўсади ва ўзининг 1 га тенг лимитига интилади. Юқорида қайд этилганидек,  $\pm 3\delta$  оралиқ учун эҳтимоллик қиймати 0,9973 ни ташкил этади. Киритилган янги тушунчалар орқали буни бундай талқин этиш мумкин:  $-3\delta$  дан  $+3\delta$  гача бўлган ишончилилик оралиқи учун ишончилилик эҳтимоллиги 0,9973 га тенг. Айрим ўлчашнинг хатолигини баҳолаш учун, шунингдек, эҳтимолий хатолик  $p$  дан фойдаланилади, бунда бу катталикларнинг хусусияти шундаки, у мазкур  $n$  та ўлчаш қаторининг барча тасодифий хатоликларини иккита тенг қисмга ажратади; бирида  $p$  дан ортиқ тасодифий хатоликлар, иккинчисида эса  $p$  та



$p$  дан кичик тасодифий хатоликлар ётади. Бошқача айтганда, бирор тасодифий хатоликнинг  $-p$  дан  $+p$  гача чегараларда ётиш эҳтимоллиги 0,5 га тенг бўлиши лозим. Гаусс қонуни учун эҳтимолий хатолик қуйидагига тенг:

$$\rho = \frac{2}{3} S = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_i^2}{n-1}}. \quad (4.17)$$

Ишончилилик ораликларини (4.11) муносабатдан фойдаланиб аниқлаш ўлчашлар сони  $n=17$  бўлгандагина ўринлидир. Амалиётда хатоликларни нисбатан катта бўлмаган сондаги ўлчашлар натижалари бўйича аниқлашга тўғри келади. Мазкур ҳолда (4.11) формуланинг қўлланилиши ишончилилик оралиқининг пасайган қийматини беради, яъни ўлчаш аниқлигининг баҳоси ҳақсиз равишда оширилган бўлиб чиқади. Бу ҳолда ишончилилик оралиқини бериладиган ишончилилик эҳтимоллиги  $p$  ва ўлчашлар сони  $n$  га боғлиқ бўлган Стьюдент коэффицентлари  $t_n$  лар орқали аниқлаштириш мумкин.

Ишончилилик оралиқини аниқлаш учун ўртача квадратик хатоликни Стьюдент коэффицентига кўпайтириш лозим. Пировард натижани бундай ёзиш мумкин:

$$X = \bar{X} + t_n \times S_{\bar{x}}.$$

$t_n$  катталиқ Стьюдент тақсимоти билан аниқланади. Исталган  $n \geq 2$  сондаги ўлчашлар учун Стьюдент тақсимоти деб эҳтимоллик зичлиги  $p(t, n)$  бўлган ушбу тақсимотга айтилади:

$$s(t, n) = \frac{1}{\sqrt{\pi(n-1)}} \frac{\Gamma(n/2)}{\Gamma((n-1)/2)} \left(1 + \frac{t^2}{n-1}\right)^{-n/2} \quad (4.18)$$

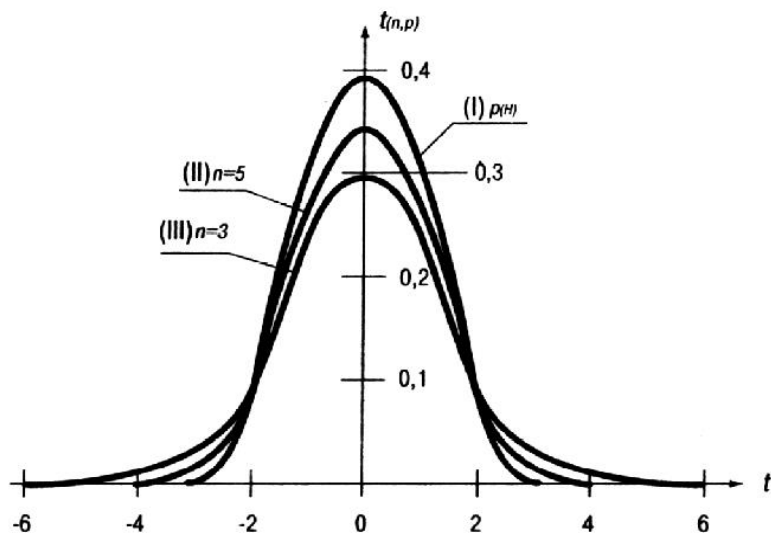
бу ерда  $n$  – ўлчашлар сони,  $\Gamma$  – гамма функция;

$$t = \sqrt{n} \frac{\bar{X} - X}{S_{\bar{x}}} \quad (4.19)$$

$X$  – тасодифий катталиқнинг меъёрланган қиймати.

Стьюдент бўйича эҳтимоллик тақсимоти график шаклда 4.3-расмда кўрсатилган. Бу расмда қиёслаш учун эҳтимоллар нормал тақсимоти графиги  $n \geq 17$  учун берилган. Ўлчашлар сони  $n = 5$  ва  $n = 3$  учун Стьюдент тақсимоти графиклари (II) ва (III) эгри чизиқлар билан берилган. 4.3-расмдан кўриниб турганидек, Стьюдент графиклари нормал тақсимот графигини эслатади. Асосий фарқ шундаки, улар ўлчашлар натижалари хатоликларнинг кўпроқ тарқоқлигини тавсифлайди. Масалан, (I) график учун  $t = 0$  даги

эҳтимоллик амалда бирга тенг, бу «уч сигма қонуни»га мосдир, шу билан бир вақтда бу  $n=5$  учун  $t = 4$  бўлганда,  $n = 3$  учун эса  $t = 6$  бўлганда ўринли. Ўлчашлар сони  $n \geq 17$  гача ошганида Стьюдент тақсимоти эгри чизиғи нормал тақсимот эгри чизиғига ўтади.



4.3-расм.

Ўлчаш натижасини  $X = \bar{X} + t_n \times S_x$  формула бўйича ифодалашда зарур бўладиган Стьюдент коэффициентлари  $t_n$  ларнинг қийматлари, одатда, жадвалларда келтирилади.

Уни математика маълумотномаларидан топиш мумкин. Бу жадваллар Стьюдент коэффициентларини

иккита ўзгарувчан параметрлар: ўлчашлар сони  $n$  ва эҳтимоллик  $p$  ни ўз ичига олади. Стьюдент коэффициентларининг қийматлари қисқартирилган шаклда 4.2-жадвалда келтирилган.

Масалан, 0,98 ишончлилик эҳтимоллигида ва  $n = 10$  да Стьюдент коэффициенти  $t_n = 2,82$ ,  $n = 12$  учун эса  $t_n = 2,72$ . Келтирилган рақамлардан кўришиб турибдики, ўлчашлар сонининг орттирилиши Стьюдент коэффициентининг камайишига олиб келади.

Метрология амалиётида тасодифий хатоликларнинг нормал тақсимот қонунидан ташқари бошқа тақсимот қонунларидан ҳам фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлар экан. Шулардан бири текис тақсимот қонунидир.

4.2-жадвал

n	p ишончлилик эҳтимоллигида				n	p ишончлилик эҳтимоллигида			
	0,90	0,95	0,98	0,99		0,90	0,95	0,98	0,99
2	6,31	12,71	31,82	63,68	11	1,81	2,23	2,76	3,17
3	2,92	4,30	6,97	9,93	12	1,80	2,20	2,72	3,11
4	2,35	3,18	4,54	5,84	13	1,78	2,18	2,68	3,06
5	2,13	2,78	3,75	4,60	14	1,77	2,16	2,65	3,01
6	2,02	2,57	3,37	4,06	15	1,76	2,15	2,62	2,98

7	1,94	2,45	3,14	3,71	16	1,75	2,13	2,60	2,95
8	1,9	2,45	3,14	3,71	17	1,75	2,12	2,58	2,92
9	1,86	2,31	2,90	3,36	18	1,74	2,11	2,57	2,90
10	1,83	2,26	2,82	3,25	19	1,73	2,10	2,55	2,88

### Текис тақсимот қонуни

Текис тақсимот қонунига ўлчаш сигналини квантлаш ва дискретлашда юзага келадиган хатоликлар, стрелкали ўлчаш асбоблари таянчларидаги ишқаланиш билан боғлиқ ва гистерезис ҳодисаси деб аталадиган хатоликларга бўйсунди.

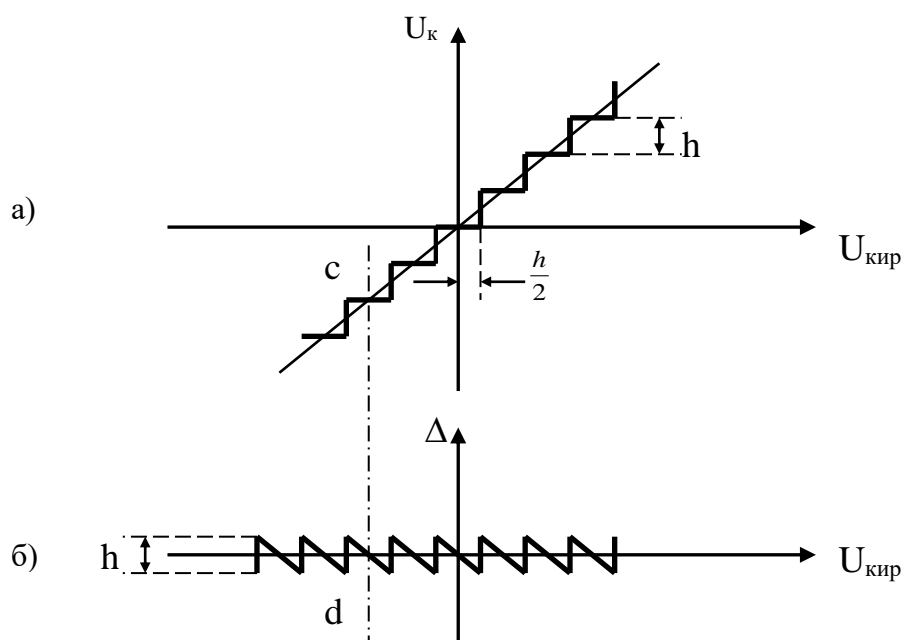
Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида сигналларни ўзгартиришнинг квантлаш билан боғлиқ хатоликлари одатда квантлаш шовқинлари деб аталади. Бундай атама товуш сигналини квантлаш билан боғлиқ бузилишлар товуш аппарати томонидан шовқин сифатида қабул қилиниши сабабли «сингиб» кетган. Рақамли ЎВ лари ўлчаш техникасида квантлашдан фойдаланилади. Бузилиш моҳияти ўзгармайди, шу сабабли алоқа техникасидан фойдаланамиз, бироқ квантлаш шовқини атамаси ўрнида тасодифий хатолик атамасидан фойдаланамиз. Бу масалани кўриб чиқиш қулай бўлиши учун 4.4-расмда квантлаш қурилмасининг амплитуда тавсифи (4.4-а расм) ва квантлаш хатолигининг ўлчаш сигнали катталигига боғлиқлиги тасвирланган (4.4-б расм).

4.4-а расмда ўзгармас  $h$  қадамли ва мос квантлаш хатолиги билан квантлашнинг (рақамли ўлчаш асбоблари учун хос бўлган) чизиқли тавсифи берилган бўлиб, унинг графиги 4.4-б расмда тасвирланган.

$\Delta$  квантлаш хатолиги  $U_{\text{кир}}$  сигналнинг квантлаш поғонавий тавсифи ва идеал чизиқли тавсифнинг кесишиш нуқталарига мос қийматларида нолга тенг (4.4-а расм). Бундай нуқталардан бири 4.4-расмда штрих пунктир чизиқ  $c-d$  билан кўрсатилган. Кирувчи ўлчаш сигнали ( $U_{\text{кир}}$ ) квантлаш даражалари сони етарлича катта бўлганда исталган даражани тенг эҳтимоллик билан қабул қилиши мумкин бўлганлиги сабабли квантлаш хатолиги  $h$  узунликка ва эҳтимоллик зичлигининг текис тақсимотини қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$p(\Delta) = 1/h, |\Delta| \leq h/2,$$

$$p(\Delta) = 0, |\Delta| > h/2.$$



4.4-расм.

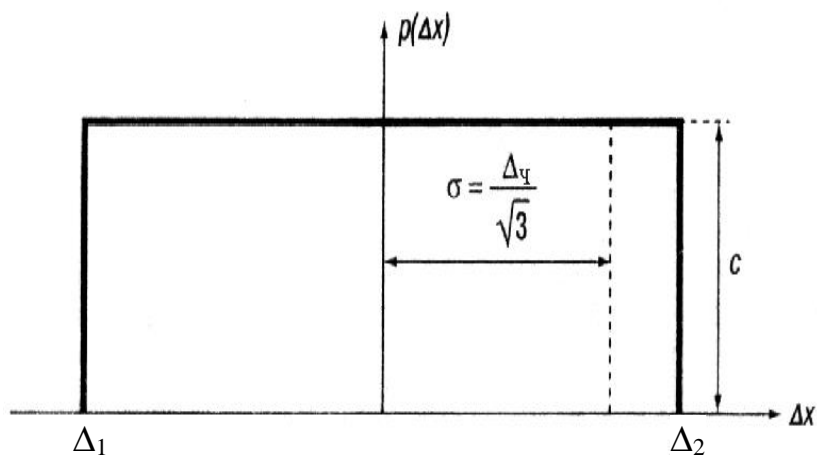
У ҳолда тасодифий хатолик дисперсияси қуйидагига тенг:

$$D = \int_{-h/2}^{+h/2} \Delta^2 p(\Delta) d\Delta = h^2 / 12.$$

Мос равишда ўртача квадратик оғиш:

$$\delta = \sqrt{D} = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{\Delta_q}{\sqrt{3}},$$

бу ифодада  $\Delta_q$  – чегаравий хатолик бўлиб,  $h/2$  га тенг.



4.5-расм.

Хатоликларнинг текис тақсимот қонуни учун эҳтимоллик зичлигини бундай ёзиш мумкин:

$$p(\Delta X) = \begin{cases} c, \Delta_1 < \Delta < \Delta_2 \text{ бўлганда,} \\ 0, \Delta < \Delta_1 \text{ ва } \Delta > \Delta_2 \text{ бўлганда,} \end{cases}$$

бу ерда  $c = \frac{1}{\Delta_2 - \Delta_1}$ .

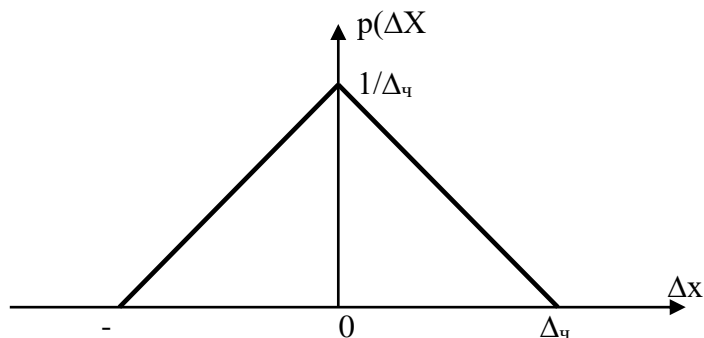
Бу боғланиш графиги 4.5- расмда тасвирланган.

**Хатоликлар тақсимотининг учбурчакли қонуни.** Бу тақсимот қонуни рақамли асбобларда учрайди. Учбурчакли тақсимот қонуни бир хил дисперсияли иккита текис тақсимот қонунининг композициясидан иборатлигини кўрсатиш мумкин.

Тасодикий хатоликлар эҳтимолликлари учбурчакли тақсимот қонунининг зичлиги графиги 4.6-расмда кўрсатилган.

Эҳтимоллик зичлиги ушбу аналитик формула билан ифодланади:

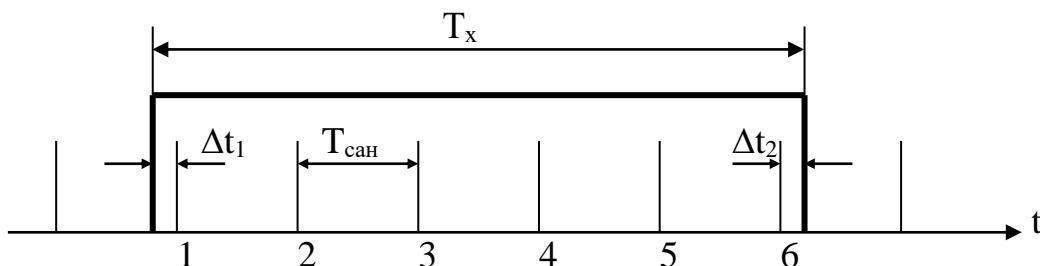
$$p(\Delta X) = \begin{cases} \frac{\Delta X}{\Delta_q^2} + \frac{1}{\Delta_q}, -\Delta_q \leq \Delta X \leq 0 \text{ бўлганда,} \\ \frac{-\Delta X}{\Delta_q^2} + \frac{1}{\Delta_q}, 0 \leq \Delta X \leq \Delta_q \text{ бўлганда,} \\ 0, \Delta X < -\Delta_q; \Delta X > \Delta_q \text{ бўлганда.} \end{cases}$$



4.6-расм.

Хатоликлар эҳтимоллари тақсимоти зичлигининг учбурчакли қонуни дискрет санок усули қўлланиладиган рақамли асбоблар учун хосдир. 4.7-расмда мисол сифатида вақт оралиқини рақамли ўлчаш усули тамойили шу усул орқали кўрсатилган. Ўлчанаётган оралиқ тўғри бурчак шакли импульс билан тасвирланиб, унинг давомийлиги  $T_x$  ни ўлчаш зарур вақт оралиқини ўлчаш учун  $T_{сан}$  давр билан келадиган қисқа санок импульслари шакллантирилади. Импульсларнинг келиш даври калибрланган (асбобларда улар

кварцли генераторнинг синусоидал сигналидан шаклланади) ва, демак, улар ўлчов бўлади. Ўлчаш  $T_x$  ни  $T_{\text{сан}}$  ўлчов билан қиёслаш усули орқали амалга оширилади. Бу усулнинг дискрет санок усули деб аталишига сабаб шуки, ўлчанаётган вақт оралиқига (у баъзан «вақт дарвозаси» деб аталади) тўғри келадиган импульслар миқдорини санаш амалга оширилади. Бу мақсадда электрон калит тамойили бўйича ишлайдиган схемадан фойдаланилади: унинг киришига бошқарувчи сигнал ( $T_{\text{ўлч}}$  узунликли тўғри бурчакли импульс) берилганида санок импульслари унинг чиқишига ва кейин электрон сўётчикка келади.



4.7-расм.

4.7-расмдан кўришиб турибдики, ҳисоблагич қайд этадиган импульслар сони 6 га тенг ва ўлчаш натижаси  $T_{\text{ўлч}} = NT_{\text{сан}} = 6T_{\text{сан}}$ . Натижа битга санок бирлигига оширилган, чунки вақт дарвозасига тўғри келадиган тўла импульслар сони 5 га тенг. Бу қуйидагича рўй беради: асбоб импульслар сонини санайди, лекин шу вақтда  $T_{\text{сан}}$  даврлар сони саналиши ва «тушиб қолган» участкалар, яъни  $\Delta t_1$  ва  $\Delta t_2$  ни ҳисобга олиш керак эди. Шундай қилиб, вақт оралиқининг асл қиймати  $T_x = (N-1)T_{\text{сан}} + \Delta t_1 + \Delta t_2$ , ўлчанган қиймати эса  $T_{\text{ўлч}} = NT_{\text{сан}}$ . Ўлчаш хатолиги  $\Delta T_{\text{ўлч}} = T_{\text{ўлч}} - T_x = \Delta t_1 + \Delta t_2$ .

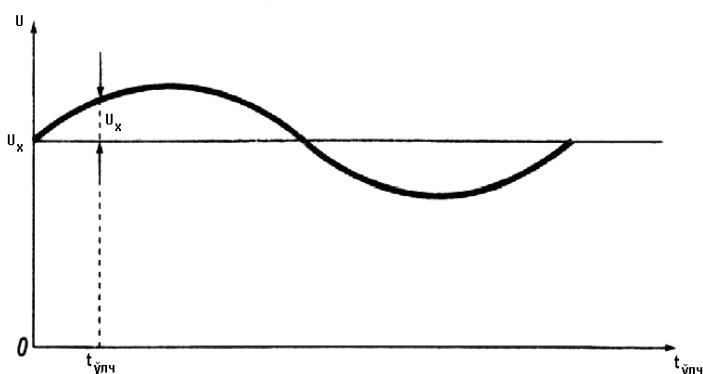
Бу мисолдан кўришиб турибдики, хатоликнинг  $\Delta t_1$  ва  $\Delta t_2$  ташкил этувчилари бир-бири билан боғланмаган. Уларнинг хатоликлари тасодифийдир, чунки фронтнинг ҳолати ва узунлиги санок импульсларни нисбатан ўлчанадиган импульснинг тушуви ҳам тасодифийдир. Равшанки,  $\Delta t_1$  ва  $\Delta t_2$  ни катталикларнинг ҳар бирининг эҳтимоллик зичлиги текисдир.

Эҳтимоллик назариясида исбот қилинадики, иккита эркил миқдор йиғиндисининг тақсимот зичлиги композиция деб аталиб, ўрама формуласи ёрдамида топилиши мумкин. Ҳисоблашларнинг

кўрсатишича, композиция мазкур ҳолда 4.6-расмда кўрсатилган учбурчакли тақсимотдан иборат.

Учбурчакли тақсимотда ўртача квадратик оғишни  $\delta = \Delta_x / \sqrt{6}$  формула бўйича ҳисоблаш мумкин, бу ерда  $\Delta_x$  – хатоликнинг максимал қиймати. Қаралган ҳолда  $s = T_{\text{сан}} / \sqrt{6}$ , чунки  $\Delta t_1$  ва  $\Delta t_2$  хатоликларнинг максимал қийматлари бир хил ва  $T_{\text{сан}}$  га тенг.

**Арксинус қонуни.** Ўзгармас кучланишни вольтметр билан ўлчашда асбоб киришига ўлчанаётган кучланиш  $U_x$  дан ташқари таъминот тармоғидан келадиган кучланиш туфайли яратиладиган ҳалақит кучланиши  $U_x = U_x \cos \omega t$  ҳам келиши мумкин (4.8-расм).



4.8-расм.

Агар вольтметрнинг ўлчаш вақти ҳалақит тебранишлари давридан кўп даражада кичик бўлса, у ҳолда вольтметр кучланишининг оний қийматини, яъни  $U_x + u_x$  ни ўлчайди деб ҳисоблаш мумкин. Вольтметрнинг уланиш вақти  $t_{\text{ўлч}}$  ҳалақитга

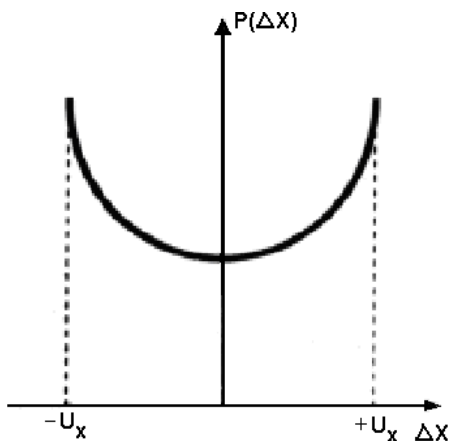
нисбатан тасодифийдир, шу сабабли ҳалақитни тасодифий жараённинг, яъни ён чегараларга текис тақсимланган тасодифий фазага гармоник кучланишнинг амалга оширилиши деб ҳисоблаш мумкин. Бу шартларда ҳалақит оний қийматининг эҳтимоллик зичлиги ушбу арксинус қонуни билан тавсифланиши эҳтимоллик назариясида исботланган:

$$p(\Delta X) = \frac{1}{\pi \sqrt{u_x^2 - (X)^2}},$$

бу формулада  $-u_x < X < u_x$ .

Унинг графиги 4.9-расмда кўрсатилган.

Ўртача квадратик оғиш  $\delta = u_x / \sqrt{2}$ , яъни гармоник ҳалақитнинг ўртача квадратик оғишига тенг.



4.9-расм.

### 4.2.3 Тасодифий хатоликларни ўз ичига олган ўлчашлар натижаларини ишлаб чиқиш

Кўп каррали ўлчашлар натижаларини ишлаб чиқиш услубияти хатоликларнинг хоссаларига боғлиқ. Масалан, агар хатолик ўлчашлар вақтида стационар тасодифий жараён билан тавсифланса, у ҳолда бу стационарликни назорат қилиш лозим. Жараённинг ностационарлиги кўпинча математик кутилишнинг – мунтазам хатоликнинг ўзгаришлари шаклида намоён бўлиши мумкин. Шу сабабли натижаларни ишлаб чиқишда мунтазам хатоликнинг «тойилиши» йўқлигига ишонч ҳосил қилиш зарурдир. Кузатишлар натижалари кўпол хатоликларга эга бўлмаслиги лозим, уларни ҳисоблашларга киритилмайди.

Ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш алгоритмини тўғри танлаш учун хатоликларнинг тақсимот қонунини билиш зарур, уни тажрибавий натижалар бўйича баҳоланади. Тақсимот қонунини танлаш учун асос бўладиган маълумотларни гистограммадан ҳосил қилинади. Уни яшаш учун кўп карра ўлчаш натижалари бўйича вариацион қатор тузилади – натижаларни ўсиб бориш тартибида жойлаштирилади ҳамда ўлчанаётган катталиқнинг минимал ва максимал қийматлари танланади. Сўнгра  $X_{\max} - X_{\min}$  оралиқни кенглиги  $\Delta X_i$  ( $i = 1, 2, \dots, r$ ) бўлган  $r$  та оралиқга бўлинади ва ҳар бир оралиқда ётган натижалар, яъни ўнг чегарасидан кичик ёки унга тенг ва чап чегарасидан кичик натижалар сонига тенг  $m_i$  частоталар ҳисобланади.

Ушбу  $p_i^* = \frac{m_i}{n}$ , бу ерда  $n$  – жами кузатишлар сони, нисбатлар кузатишлар натижасининг  $i$ - оралиқга тушишининг нисбий чегаралари деб аталади. Частоталарнинг оралиқлар бўйича тақсимоти ўлчаш натижаларининг статистик тақсимотини ташкил қилади. Улар ўлчаш натижасининг  $i$ -оралиқга тушиш эҳтимоллигининг статистик баҳоларини ифодалайди. Агар ўлчашлар натижасининг оралиқга тушиш частотасини оралиқ узунлигига бўлсак, у ҳолда тақсимотнинг  $\Delta X_i$  оралиқдаги ўрта зичлиги баҳосини оламыз:

$$p_i^* = \frac{1}{\Delta X_i} P_i^* = \frac{m_i}{n \Delta X_i}.$$



Горизонтал ўқда  $\Delta X_i$  ораликларни  $i$  индекснинг ўсиб бориш тартибида кўямиз ва ҳар бир ораликда баландлиги бўлган тўғри тўртбурчак ясаймиз. Ҳосил бўлган график статистик тақсимотнинг гистограммаси деб аталади. Барча тўғри тўртбурчаклар юзалари йиғиндиси бирга тенг:

$$\sum_{i=1}^r p_i^* \Delta X_i = \sum_{i=1}^r \frac{m_i}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^r m_i = 1.$$

Кузатишлар сони ортганида ораликлар сонини камайтириш мумкин. Ораликларнинг ўзлари кичраяди ва гистограмма бирлик юзни чегаралаб турган силлиқ эгри чизикқа, яъни кузатишлар натижалари эҳтимоллари тақсимоти зичлигига борган сари кўпроқ яқинлашади.

Гистограммани ясашда ушбу тавсиялардан фойдаланиш мумкин.

1. Ораликлар сони  $r$  4.3-жадвалга асосан кузатишлар сонига боғлиқ равишда танланади.

4.3-жадвал

$n$	$r$
40-100	7-9
100-150	8-12
50-100	10-16
100-10000	12-22

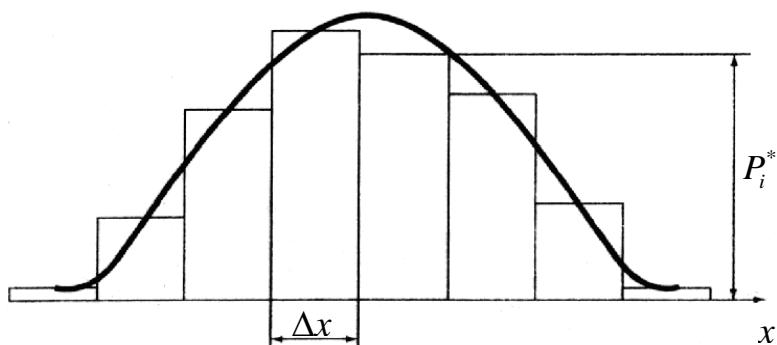
2. Ораликлар узунликларини тенг қилиб олиш қулайроқ бўлади.

3. Гистограмманинг ўқлар бўйича масштабларини унинг баландлигининг асосига нисбати тахминан 5:8 каби бўладиган қилиб танланади.

*Мисол.* Кучланиш қийматини 100 та ўлчаш билан ўтказилади. Кузатишлар натижалари 9,922–9,954 mV диапазонда ётибди, яъни ўлчаш натижаларининг тарқоқлик зонаси 0,032 mV ни ташкил қилади. Бутун диапазонни 0,004 mV қадам билан 8 та тенг ораликларга бўлиш қулайдир. 4.4-жадвалда статистик тақсимотнинг  $m_i$  частоталари,  $i$ -оралиқга тушиш нисбий частоталари ва зичликлари берилган. 4.10-расмда тасвирланган гистограмма 4.4-жадвалдаги маълумотларга мос келади.

Гистограммани ясалганидан сўнг, статистик тақсимотнинг барча характерли жиҳатларини ифодалаган ҳолда тажрибавий

натижалар ҳажмининг етарлича эмаслиги билан боғлиқ барча тасодифий оғишларини силлиқлаб кетадиган назарий силлик тақсимот эгри чизигини танлаш лозим. Аналитик функцияни аниқлаш унинг шундай параметрларини танлашга келтириладики, бу параметрларда унинг ўлчаш натижалари статистик тақсимотиға энг кўп мувофиқлигиға эришилади.



4.10-расм.

Жумладан, агар биз гистограмма билан аниқланадиган статистик тақсимотни нормал тақсимотнинг зичлик эгри чизиги билан тавсифламоқчи бўлсак, унинг математик кутилиши ва дисперсияси тажрибавий маълумотлар бўйича ҳисобланган ўрта арифметик қиймат ва дисперсия билан устма-уст тушишини талаб қилишимиз табиийдир. Бу мисолда, 4.4-жадвалдаги маълумотлар асосида  $\bar{X} = 9,93646 \text{ mV}$ ,  $s_x = 0,0055 \text{ mV}$  ни оламиз.

4.4-жадвал

$i$	$X_i, \text{ mV}$	$X_{i+1}, \text{ mV}$	$m_i$	$P_i^*$	$p_i^*$
1	9,922	9,926	1	0,01	5
2	9,926	9,930	5	0,05	25
3	9,930	9,934	14	0,14	70
4	9,934	9,936	27	0,27	135
5	9,936	9,942	24	0,24	120
6	9,942	9,946	18	0,18	90
7	9,946	9,950	9	0,09	45
8	9,950	8,954	2	0,02	10

Тажриба маълумотлари билан мос келадиган эҳтимолликлар тақсимотининг зичлик эгри чизиги ушбу формула билан аниқланади:

$$p(X) = \frac{1}{0.0055\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-9.93646}{0.0055}\right)^2}.$$

Тажриба маълумотларини ишлаб чиқишда олинган гистограмма ва танлаб олинган тақсимот орасидаги тавофут нима билан тушунтирилади деган савол туғилади: бу кузатишлар сонининг кичик бўлиши билан боғлиқ тасодифий ҳолатлар билан ёки кузатишлар натижалари бошқача тақсимотга эга эканлиги билан тушунтирилади.

Бу саволга статистик гипотезаларни текшириш усуллари жавоб бериши мумкин. Ҳояси шундан иборатки, кузатишлар натижалари  $p_x(x)$  зичликли  $F_x(x)$  тақсимотга бўйсунди деган гипотеза қўйилади. Гипотезани текшириш учун назарий ва тажрибавий тақсимотларнинг тавофути ўлчови  $U$  танланади. Тавофут ўлчови сифатида ҳар бир ораликга тушадиган, нисбий частоталар ва назарий эҳтимолликлар квадратларининг бирор коэффицентлар билан олинган йиғиндисини қабул қилиш мумкин:

$$U = \sum_{i=1}^r C_i (P_i^* - P_i)^2,$$

бу ерда  $C_i$  – разрядлар вазифалари деб аталувчи коэффицентлар;  $P_i$  – қуйидагича аниқланадиган назарий эҳтимолликлар:

$$P_i = \int_{X_i}^{X_{i+1}} p_x(X) dx,$$

бу ерда  $p_x(x)$  – фараз қилинаётган эҳтимоллик зичлиги.

$U$  тавофут ўлчови тасодифий миқдор ва Пирсоннинг  $x^2$  (хи-квадрат) тақсимотиға эга. Шуниси эътиборлики,  $U$  ўлчов бошланғич тақсимотга боғлиқ бўлмаган ҳолда  $x^2$  тақсимотга бўйсунди. Шундай қилиб, назарий ва тажрибавий маълумотлар тавофутини баҳолашга бундай ёндошув универсалдир.

Пирсон тақсимотининг дифференциал функцияси ушбу кўринишга эга:

$$p_{x^2}(\xi) = \frac{1}{\left(\frac{k}{2} - 1\right)! 2^{\frac{1}{2}k}} \xi^{\frac{k}{2}-1} e^{-\frac{1}{2}\xi},$$

бу ерда  $k$  – тақсимотнинг эркинлик даражалари сони бўлиб,  $n = k-1$ , яъни ўлчашлар сонидан бир birlik кичик.

Агар частоталар  $m_i \geq 5$ , ўлчашлар сони чексизликка интилса,  $c_i$  вазнлар эса  $n/P_i$  га тенг қилиб олинса, функция қийматлари тўғридир. Агар гистограммани ясашда бирор бир ораликлар учун  $m_i < 5$  бўлиб қолса, у ҳолда қўшни ораликлар бирлаштирилади ва бунда эркинлик даражалари сони деб,  $k = r - s$  ни тушунилади, бу ерда  $r$  – гистограмма разрядлари (устунлари) сони,  $S$  – нисбий частоталар  $P_i^*$  га қўйилган эркин боғланишлар сони. Қаралаётган ҳолда биринчи боғланиш шундан иборатки, сўнгги ораликга тушган натижалар сонини эркин катталиқ деб ҳисоблаш мумкин эмас, чунки у  $n$  билан қолган  $m - 1$  та ораликга тушишлари сони айирмасига тенг. Қолган иккита боғланиш тақсимот қонунининг гистограмма билан устма-уст тушиши зарур бўладиган параметрлари сони билан боғлиқ. Мазкур ҳолда ўртача арифметик қиймат ва дисперсия баҳосининг қийматлари аниқланади ва тахмин қилинаётган нормал тақсимотнинг математик кутилиши ва дисперсиясига тенглаштирилади. Шу сабабли қаралаётган бу ҳолда  $s = 3$ , эркинлик даражалари сони эса  $k = m - 3$ .

К.Пирсон бўйича тавофут фарқи  $\chi_k^2$  орқали белгиланади. Уни ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

$$\chi_k^2 = \sum_{i=1}^r \frac{n}{P_i} (P_i^* - P_i)^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(m_i - nP_i)^2}{nP_i}$$

Йиғинди қанчалик кичик бўлса, тақсимот қонунининг тўғри танланганлигига шубҳаланиш учун асос шунчалик камдир.

4.5-жадвалдаги маълумотлар бўйича ишончлилик эҳтимоллиги  $a = 1 - q$  учун қийматларнинг тавофут ўлчови фақат соф тасодифий сабаблари кўра тушиши мумкин. Ишончлилик оралиқини қуйидаги кўринишда топиш мумкин

$$\left( \chi_{k; \frac{1}{2}q}^2 ; \chi_{k; 1 - \frac{1}{2}q}^2 \right),$$

бу ерда  $q$  – дисперсия ишончлилик оралиқининг чегараларидан ташқарига чиқмаслик эҳтимоллиги.  $q$  нинг қийматлари одатда  $0,01 \dots 0,1$  чегараларда танланади.

Агар тажриба маълумотлари бўйича ҳисобланган тавофут ўлчови кўрсатилган ораликга тушса, у ҳолда гипотеза қабул қилинади. Агар ишончлилик оралиқидан четга чиқса, у ҳолда гипотеза тажриба маълумотларига зид ҳисобланиб, рад этилади.

Берилган статистик тақсимот  $p_x(x)$  зичликли тақсимот эканлиги ҳақидаги гипотезани текширишнинг тавсифланган услубияти  $\chi^2$  мувофиқлик мезонлари деб аталади.

Жадвалда келтирилган маълумотлар  $k$  ва  $P$  катталикларнинг энг кўп тарқалган ўзгариш диапазонларини қамраб олган. Зарурат бўлганда, Пирсон тақсимотининг математик қўлланмаларда келтирилган тўлароқ жадвалларидан фойдаланиш мумкин.

Тақсимотнинг нормал тақсимотлигини  $\chi^2$  мувофиқлик мезони ёрдамида текширишда ҳисоблашлар кетма-кетлигини келтирамиз.

1. Кузатишлар маълумотларини ораликлар бўйича гуруҳланади ва кузатиш натижалари  $i$ -оралиқга тушадиган  $m_i$  частоталар орқали ҳисобланади. Бештадан кам кузатиш натижаларини ўз ичига олган ораликлар қўшни ораликлар билан бирлаштирилади. Бунда эркинлик даражалари сони  $k$  тегишли равишда камаяди.

2. Ўртача арифметик қиймат ва кузатишлар натижасининг ўртача квадратик оғишининг нуқтавий баҳоси  $S_x$  ҳисобланади ва уларни  $p_x(x)$  зичликли назарий нормал тақсимотнинг параметрлари сифатида қабул қилинади.

3. Ораликнинг ҳар бири учун кузатиш натижаларининг уларга тушиш эҳтимоллиги оралик ўртасидаги назарий тақсимот зичлигининг бу оралик узунлигига кўпайтмаси сифатида аниқланади:

$$P_i = P_x \left( \frac{X_i + X_{i+1}}{2} \right) \Delta X_i.$$

4. Ҳар бир оралик учун ( $i = 1, 2, 3, \dots, r$ ) катталиклар ҳисобланади ва уларни барча  $i$  лар бўйича жамланади, бунинг натижасида тавофут ўлчови  $\chi^2$  ҳосил қилинади.

5. Эркинлик даражалари сони  $k = r - 3$  аниқланади ва қийматдорлик даражаси  $q = 1 - \alpha$  ни олиб, 4.5-жадвал бўйича  $\chi^2_{k; \frac{1}{2}q}$

ва  $\chi^2_{k; 1 - \frac{1}{2}q}$  қийматларни топилади. Агар  $\chi^2_{k; \frac{1}{2}q} < X^2_k \leq \chi^2_{k; 1 - \frac{1}{2}q}$  бўлса, у ҳолда кузатиш натижалари нормал тақсимланган ҳисобланади.

Пирсон тақсимоти интеграл функцияларнинг қийматлари,  $P$  турли  $p$  ва  $k$  лар учун

$k$	$P$					
	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,30
1	0,000157	0,000628	0,00393	0,0158	0,0642	0,148
2	0,0201	0,0404	0,103	0,211	0,446	0,713
3	0,115	0,185	0,352	0,584	1,005	1,424
4	0,297	0,429	0,711	1,064	1,649	2,195
5	0,554	0,752	1,145	1,610	2,343	3,000
6	0,872	1,134	1,635	2,204	3,070	3,828
7	1,239	1,564	2,167	2,883	3,822	4,671
8	1,646	2,032	2,733	3,490	4,594	5,527
9	2,088	2,532	3,325	4,168	5,380	6,393
10	2,558	3,059	3,940	4,865	6,179	7,267

### 4.3 Билвосита ўлчашлар хатоликлари

Билвосита ўлчашларда бизни қизиқтираётган катталиқ ўрнига бу катталиқ билан бирор функция орқали боғланган бошқа функциялар аниқланган. Масалан, бизни қизиқтираётган  $Y$  катталиқ ўрнига  $Y$  билан  $Y = f(X_1; X_2; \dots; X_n)$  муносабат орқали боғланган  $X_1; X_2; \dots; X_n$  катталиқлар ўлчанади. Тажрибалар давомида  $X_1; X_2; \dots; X_n$  ларни ўлчаш натижасида асл қийматдан хатолик миқдорида фарқ қиладиган  $x_1; x_2; \dots; x_n$  қийматлар ҳосил қилинади. Шундай қилиб,  $i$ -аргумент учун  $X_i = x_i - \Delta_i$  га эга бўламиз, бу ерда  $\Delta_i - X_i$  ўлчашнинг хатолиги.

Шундай қилиб,  $y$  катталиқни ўлчаш натижаси

$$y - \Delta = f(x_1 - \Delta_1; x_2 - \Delta_2; \dots; x_n - \Delta_n)$$

кўринишда ёзилиши мумкин, бу ерда  $y$  – билвосита ўлчашлар натижалари,  $\Delta$  – хатолиги.

Агар хатоликлар ўлчанаётган катталиқларга нисбатан кичик, яъни  $\Delta_i/x_i \ll 1$  бўлса, у ҳолда даражали қаторга ёйиш ва бунда иккинчи даражали ҳадлар билан чекланиш мумкин:

$$y - \Delta = f(X_1, X_2, \dots, X_n) - \sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right) \Delta_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial^2 f}{\partial x_i^2} \right) \Delta_i^2.$$

Бу ердан ўлчаш натижалари

$$y = f(X_1; X_2; \dots; X_n), \quad (4.20)$$

хатолиги эса

$$\Delta = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right) \Delta_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial^2 f}{\partial x_i^2} \right) \Delta_i^2 \quad (4.21)$$

эканлиги келиб чиқади.

Кўпчилик ҳолларда хатоликлар катталиклари кичик ва (4.20) функцияда кескин ўзгаришлар бўлмаганида (4.21) ифодага иккинчи даража билан кирган хатоликлар катталикларини ҳисобга олмаслик мумкин бўлади. Бу ҳолда қуйидагига эга бўламиз:

$$\Delta = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right) \Delta_{x_i} = \frac{\partial f}{\partial x_1} \Delta_{x_1} + \frac{\partial f}{\partial x_2} \Delta_{x_2} + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_n} \Delta_{x_n}. \quad (4.22)$$

(4.20) формуладан, кўпинча, (4.20) га кирган аргументларнинг мунтазам хатоликлари маълум бўлганда, билвосита ўлчашларнинг хатоликларини ҳисоблашда фойдаланилади. Амалиётда ўлчашлар мунтазам хатолигини кўпинча,  $x_1; x_2; \dots; x_n$  катталиклари билвосита ўлчашда фойдаланиладиган ўлчаш воситалари хатоликларининг чегаравий қийматига тенг деб қабул қилинади. Бу ҳолда натижавий абсолют хатолик тасодифий катталиклар сифатида қараладиган абсолют хатоликларни кўшиш орыали ҳосил қилинади, яъни

$$\Delta y = \sqrt{\left( \frac{\partial f}{\partial x_1} \right)^2 \Delta_{x_1}^2 + \left( \frac{\partial f}{\partial x_2} \right)^2 \Delta_{x_2}^2 + \dots + \left( \frac{\partial f}{\partial x_n} \right)^2 \Delta_{x_n}^2}. \quad (4.23)$$

Нисбий хатолик ушбу формула бўйича аниқланади:

$$\delta = \frac{\Delta y}{y} = \sqrt{\left( \frac{\partial(\ln f)}{\partial x_1} \right)^2 \Delta_{x_1}^2 + \left( \frac{\partial(\ln f)}{\partial x_2} \right)^2 \Delta_{x_2}^2 + \dots + \left( \frac{\partial(\ln f)}{\partial x_n} \right)^2 \Delta_{x_n}^2}. \quad (4.24)$$

Билвосита ўлчашларнинг тасодифий хатолигини баҳолаш зарур бўлган ҳолда ҳисоблаш ушбу формула ёрдамида амалга оширилади:

$$\delta_y = \sqrt{\left( \frac{\partial f}{\partial x_1} \right)^2 \delta_{x_1}^2 + \left( \frac{\partial f}{\partial x_2} \right)^2 \delta_{x_2}^2 + \dots + \left( \frac{\partial f}{\partial x_n} \right)^2 \delta_{x_n}^2}. \quad (4.25)$$

Бу ифодада  $X_1; X_2; \dots; X_n$  катталикларнинг ўртача квадратик хатолиги. Бу  $\delta_{x_1}, \delta_{x_2}, \dots, \delta_{x_n}$  формуладан, тасодифий хатоликлар корреляцияланган ҳоллардагина, уларни баҳолаш учун фойдаланиш мумкин. Акс ҳолда, корреляция коэффицентини

ҳисобга олиш лозим. Агар билвосита ўлчашларнинг жаъми тасодифий хатолиги иккита аргумент бўлган ҳолда аниқланаётган бўлса, у ҳолда ушбу формуладан фойдаланиш лозим:

$$\delta_y^2 = \delta_{x_1}^2 + 2p\delta_{x_1}\delta_{x_2} + \delta_{x_2}^2 \quad (4.26)$$

бу ерда  $p$  – корреляция коэффициенти.

### Назорат саволлари

1. Ўлчаш натижалари хатоликларининг пайдо бўлиш сабабларини санаб беринг.
2. Ўлчаш хатоликлари қайси тамойиллар билан таснифланади?
3. Абсолют, нисбий, келтирилган хатолик деб нима номланади?
4. Қўпол хатолик деб нима номланади?
5. Ўлчаш воситалари мунтазам, тасодифий хатоликларининг ташкил этувчиларини айтиб беринг.
6. Услубий хатолик мисолларини келтиринг.
7. Хатоликларни баҳолаш тамойили нимадан иборат?
8. Мунтазам хатоликларни камайтириш усулларини айтиб беринг.
9. Тасодифий хатоликларни баҳолаш учун қандай математик аппарат ишлатилади?
10. Тасодифий хатоликлар тақсимланиши асосий қонунларини айтинг.
11. Ишонч оралиғи ва ишонч эҳтимоли нима?



---

## У БОБ. ЎЛЧАШЛАР НОАНИҚЛИГИНИ БАҲОЛАШ

Ўлчашларда «ноаниқлик» тушунчаси, ўлчаш аниқлигининг миқдорий жиҳатдан аниқланувчиси сифатида метрология амалиётида анчадан бери фойдаланилиб келинаётган «хатолик» ва «хатоликлар таҳлили» атамаларига қарама – қарши равишда ўлчашлар тарихида нисбатан янги тушунча ҳисобланади.

Ноаниқлик (ўлчашларнинг) ўлчаш натижаси билан боғлиқ параметр бўлиб, у ўлчанаётган катталиқка асосли равишда ёзиб қўйилиши мумкин бўлган қийматлар сочмасини ифодалайди.

Айрим мамлакатларда ўлчашлардаги ноаниқликни анчадан бери баҳолай бошлаганликларига қарамай, бу масалада халқаро бирдамлик йўқ эди. 1978 йилда бу масалада халқаро бирдамликнинг йўқлигини тан олиб, метрология соҳасидаги энг юқори нуфузли ташкилот ҳисобланган – Халқаро ўлчовлар ва оғирликлар комитети (CIPM)\* Халқаро ўлчовлар ва оғирликлар бюроси (BIPM) га бу муаммони кўриб чиқилишини илтимос қилиб мурожаат этди. Натижада бу муаммога 32 мамлакатнинг миллий метрология институтлари (ММИ) ва қуйидаги еттита халқаро ташкилот жалб қилинди:

- Халқаро ўлчов ва оғирликлар комитети (CIPM),
- Халқаро ўлчов ва оғирликлар бюроси (BIPM);
- Халқаро электротехник комиссияси (IEC);
- Халқаро клиник кимё федерацияси (IFCC);
- Халқаро стандартлаштириш ташкилоти (ISO);
- Соф ва амалий кимё бўйича Халқаро иттифоқ (IUPAC);
- Халқаро қонунчилик метрология ташкилоти (OIML).

Глобал бозор даврида ноаниқликни баҳолаш ва ифодалаш услуби бутун дунёда ягона бўлиши керак, шунда турли мамлакатларда ўтказилаётган ўлчашларни солиштириш осон бўлади, ва қаршилиқлар магазинидан бошлаб то фундаментал тадқиқотларгача бўлган ўлчашларнинг барча турларига қўлланиладиган айнан ана шундай унверсал услуб француз тилида нашр этилган «Ўлчашларда ноаниқликни ифодалаш бўйича қўлланма» да (бундан кейин қўлланма) келтирилган [83].

---

\* Бу ердан ва кейинги ҳолларда ушбу ташкилотларнинг инглизча қисқартирилган номи келтирилган.

Мазкур қўлланманинг мақсади қуйидагилардир:

- ноаниқликлар тўғрисида ҳисоботларни қандай тузиш кераклиги тўғрисида тўла ахборот билан таъминлаш;
- ўлчашлар натижаларини халқаро солиштириш учун асосни тақдим этиш.

1993 йилда қўлланма нашр қилиниши билан у норасмий халқаро стандарт мақомини эгаллади, у барча илмий ва технологик ўлчашларга ҳамда ўлчашларда ноаниқликни баҳолаш ва ифодалаш бирлигини мувофиқлаштирди.

Текшириш ва синаш лабораторияларини аккредитациялаш бўйича EN 45001 Европа нормалари ўлчашларнинг миқдорий натижаларини ноаниқлик қийматлари билан таъминлаш мажбурий таълабини қўйди.

Синов ва калибрлаш лабораторияларининг малакасига талаб қўювчи Халқаро ISO/IEC 17025:1999 [84] қабул қилиниши билан аккредитациядан ўтган лабораторияларда ноаниқликни баҳолаш бўйича талаблар халқаро мақомига эга бўлди. Мазкур стандартда синаш ва калибрлаш лабораториялари ўз ишларида менежмент тизимидан фойдаланишини, ISO 9001:1994, ва ISO 9002:1994 га техник жиҳатдан ҳақиқий малакага эга эканликларини намоён қилмоқчи бўлсалар, барча талабларга риоя қилишлари керак. Бу нашрлар ISO 9001:2000 билан алмаштирилди, бу эса ISO/IEC 17025:1999 ни тузатиш зарурлигига олиб келди. Ҳозир иккинчи нашрга тузатишлар ва қўшимчалар киритилди, улар ISO 9001:2000 талабларига мувофиқ зарур деб ҳисобланганда амал қилади.

Умуман менежмент тизимларидан фойдаланишнинг ўсиши йирик ташкилотларнинг бир қисмини ташкил этувчи ёки қўшимча хизматларни таклиф этувчи лабораториялари ISO 9001, шунингдек мазкур стандарт талабларига жавоб берувчи сифатида менежмент тизимида ишлаши мумкинлигининг кафолатларига бўлган эҳтиёжни орттирди. Шунинг учун ISO/IEC 17025:1999 ни ишлаб чиқарувчилар унга лаборатория менежменти тизими қамраб оладиган синовлар ва калибрлаш бўйича хизматларга алоқаси бўлган ISO 9001 нинг барча талабларини киритиш тўғрисида ғамхўрлик қилишди.

Ўзбекистон Республикасида 2007 йилда O`z DSt ISO/IEC 17025:2007 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» (ISO/IEC 17025:2005, IDT) Давлат стандарти қабул қилинди [86].

О`з DSt 17025:2007 қабул қилингунча давлатимиздаги норматив ҳужжатларда «ноаниқлик» тушунчаси фойдаланилмаган эди ва «хатолик» ҳамда «хатолик тавсифлари» тушунчаларига асосланган анъанавий ва қарор топган ёндашувга мўлжалланган эди. Мазкур ҳолда текшириш услубларини, ўлчашларни бажариш услубиятларини, синаш услубларини, ўлчашлар бирлигини таъминлашнинг давлат тизими стандартларини ва бошқаларни эслатиш етарли.

О`з DSt 17025:2007 стандарти қабул қилингандан сўнг мамлакатимиз норматив ҳужжатларига «ноаниқлик» тушунчаси киритила бошланди ва «хатолик» ҳамда «хатолик тавсифлари» тушунчаларига асосланган қарор топган ёндашув ўзгарди.

### **5.1 Кирувчи катталиқни баҳолаш**

Кирувчи  $X_i$  катталиқни  $x_i$  баҳолаш бир марта ўлчангандаги ўлчов асбобининг кўрсатиши, кўп марта ўлчангандаги ўртача арифметик қиймат ёки норматив ҳужжатлар, сертификат, гувоҳномалар, маълумотномалар, маҳсулот ишлаб чиқарувчининг этикеткалари, хизматлари ва ҳ.к. лар бўлиши мумкин.

### **5.2 Ўлчанаётган катталиқнинг тавсифи**

Амалда ўлчанаётган катталиқнинг тавсилоти ёки таърифи талаб қилинаётган ўлчаш аниқлигига боғлиқ. Ўлчанаётган катталиқни ўлчаш билан боғлиқ барча амалий мақсадлар учун қиймати ягона бўлиши учун уни талаб қилинаётган аниқликка нисбатан етарлича тўлиқ аниқлаш лозим.

### **5.3 Ўлчанаётган катталиқнинг модели**

Ноаниқликни баҳолашда «ўлчанаётган катталиқнинг тавсифи» нима ўлчанаётганининг фақат аниқ ва бир қийматли ифодасинигина эмас, балки ўлчанаётган катталиқни у боғлиқ бўлган катталиқлар билан боғловчи микдорий ифодани, яъни ўлчанаётган катталиқнинг математик моделини (бундан кейин матнда – ўлчаш модели) тақдим этилишини ҳам талаб қилади.

Бевосита ўлчанадиган  $X$  катталиқ ёки тўғридан тўғри ўлчанмайдиган (билвосита, жами ёки биргаликдаги ўлчашларда)

бошқа ўлчанадиган катталиклар ёки константалар шундай параметрлар бўлиши мумкин.

Тўғридан-тўғри ўлчаш – катталикларнинг изланаётган қиймати бевосита олинадиган ўлчаш.

Билвосита ўлчаш – катталикларнинг изланаётган катталик билан функционал боғланган бошқа катталикларни тўғридан – тўғри ўлчаш натижалари асосида аниқлашдир.

Ўлчашлар мажмуи – бир нечта бир исмли катталикларни бир вақтда ўтказиладиган ўлчашлар, бунда катталикларнинг изланаётган қийматлари бу катталикларнинг турли кўринишларини ўлчашда олинадиган тенгламалар тизимини ечиш йўли билан аниқланади.

Биргаликдаги ўлчашлар – икки ёки бир нечта бир исмли бўлмаган катталикларни улар орасидаги боғланишни аниқлаш учун бир вақтда ўтказиладиган (тўғридан – тўғри ёки билвосита) ўлчашлар.

Бевосита ўлчашларда ўлчанаётган  $Y$  катталик бевосита кузатилаётган  $X$  бўлади, демак бундай ўлчашлар модели  $Y=X$  бўлади.

#### 5.4 Билвосита ўлчашларнинг математик модели

Кўпчилик ҳолларда ўлчанаётган  $Y$  катталик бевосита ўлчанадиган бўлмай, балки масалан, билвосита ўлчашлардаги каби бошқа ўлчанадиган  $X_1, X_2, \dots, X_n$  катталикларга боғлиқ бўлади.

Бунда  $Y$  катталикларнинг изланаётган қиймати изланаётган (чиқиш) катталиги  $Y$  билан функционал боғлиқ  $n$  та кирувчи  $X_1, X_2, \dots, X_n$  катталикларни бевосита ўлчаш натижалари асосида аниқланади, яъни ўлчаш модели умумий шаклда бундай ифодаланади:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n).$$

Мисол. Занжир элементининг  $R$  актив,  $X$  реактив ва  $Z$  тўла қаршиликлари унинг чиқишларида синусоидал ўзгарувчи потенциаллар айирмасининг  $V$  амплитудасини, у орқали ўтаётган  $I$  ўзгарувчан токнинг амплитудасини ва ўзгарувчан потенциаллар айирмасини ўзгарувчан токка нисбатан фазаларнинг силжиш бурчаги  $\varphi$  ни ўлчаш йўли билан ўлчанади. Шундай қилиб, учта кирувчи  $X_i (i=1,2,3)$  катталиклар бўлиб  $V, I, \varphi$  ҳисобланади, учта

чиқувчи  $Y_i$  ( $i=1,2,3$ ) катталиқ бўлиб эса  $Z$  импедансинг иккита ташкил этувчиси:  $R$  ва  $X$  ҳисобланади.

Ўлчанаётган катталиқларнинг кирувчи катталиқлар билан функционал боғланиши, яъни ўлчанаётган катталиқларнинг математик модели

$$R = \frac{V}{I} \cos \varphi; R = \frac{V}{I} \sin \varphi, R = \frac{V}{I}$$

бўлади.

Кирувчи  $X$  катталиқларнинг ўзи ўз навбатида мунтазам эффектларга тузатишларни ва тузатиш коэффициентларини ҳам ҳисобга олганда бошқа катталиқларга боғлиқ бўлиши мумкин, бу ҳеч қачон аниқ ёзилиши мумкин бўлмаган мураккаб функционал боғлиқликка олиб келади:

$$X_1 = g_1(w_1, w_2, \dots, w_i), \quad X_2 = g_2(z_1, z_2, \dots, z_i) \text{ ва ҳ.к.}$$

Шунинг учун кирувчи катталиқ

$$Y = x + \Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_n$$

каби ифодаланиши мумкин, бу ерда  $\Pi_n$  – бу тузатмалар, атроф – муҳит шароитлари, лаборатория шароитлари ва ҳ.к.

## 5.5 Жами ўлчашларнинг математик модели

Бир исмли бир нечта катталиқларни бир вақтда ўлчашда амалга ошириладиган жами ўлчашлар катталиқларнинг изланаётган қиймати катталиқларни турли хил вазиятларда ўлчашда олинадиган тенгламалар тизимларини ечиш йўли билан аниқланади.

Тенгламалар тизимини, яъни жами ўлчашларнинг математик моделини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин [86]:

$$x_i = f_2(y_1, y_2, \dots, y_m),$$

бунда  $m = 1, 2, \dots, n$ ;  $n > m$ ;

$x_i$  – изланаётган  $Y_1, Y_2, \dots, Y_m$  катталиқларнинг турли хил кўринишларини бевосита ўлчаш натижалари.

Шундай қилиб, билвосита ўлчашлардан фарқли ҳолда изланаётган бир нечта катталиқ ўлчанади, бунда охиригилари тенгламалар тизимини ечиш натижасида топилади.

Умумий ўлчашлар метрологик амалиётда кенг тарқалган, масалан, ўлчовларни ва асбобларнинг шкалаларини калибрлашда кенг тарқалган.

Шуни таъкидлаб ўтиш жоизки, биргаликдаги ёки умумий ўлчашларда изланаётган катталикларнинг қийматларини аниқлаш учун тенгламалар сони катталиклар сонидан кам бўлмаслиги керак.

Бу ҳолда умумий ўлчашларнинг тенгламалар тизими (математик модели)

$$x_i = \sum_{j=1}^m C_{ij} y_j, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

бу ерда  $y_j$  – изланаётган катталикларнинг баҳоланувчи қийматлари;

$C_{ij}$  –  $j$  – ўлчашда  $y_j$  олдидаги маълум коэффициентлар;

$x_i$  – ўлчов ёки шкалалар белгиларининг турли хил комбинацияларини таққослаш натижалари;

$m$  – аниқланиши лозим бўлган катталиклар қийматларининг миқдори;

$n$  – комбинациялар (тенгламалар) миқдори.

Бунда  $C_{ij}$  коэффициентлари қуйидаги қийматларни қабул қилади:

0 – агар  $Y_j$   $j$  – ўлчашда иштирок этмаса;

1 – агар  $Y_j$  кирадиган бир нечта катталиклар йиғиндиси ўлчанаётган бўлса;

-1 – агар бир нечта катталикларнинг йиғиндиси  $Y_j$  билан таққосланадиган бўлса.

## 5.6 Биргаликда ўлчашларнинг математик модели

Биргаликдаги ўлчашлар – икки ёки бир нечта бир хил исмли бўлмаган катталикларни улар ўртасидаги боғланишни топиш учун бир пайтда (бевосита ёки билвосита) ўтказиладиган ўлчашлар.

Биргаликдаги ўлчашлар натижаларини ўлчаш модели ҳисобланган

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

тенгламалар тизимини ечиш йўли билан топилади.

Метрологияда икки аргументни биргаликда ўлчашлар ЎВ ни даражалашда қўлланилади, бунинг натижасида ЎВ нинг паспортида жадвал, график ёки аналитик кўринишда келтириладиган даражалаш тавсифи аниқланади.

Уни аналитик кўринишда бериш афзалроқдир, чунки тақдим этишнинг бундай шакли энг ихчам ва амалий масалаларнинг кенг доирасини ечиш учун жуда қулайдир.

Биргаликдаги ўлчашларга мисол тариқасида терморезистор қаршилигининг температурага боғлиқлигини аниқлаш масаласини келтириш мумкин, унинг математик модели

$$R(t) = R_{20} + \alpha(t - 20) + \beta(t - 20)^2$$

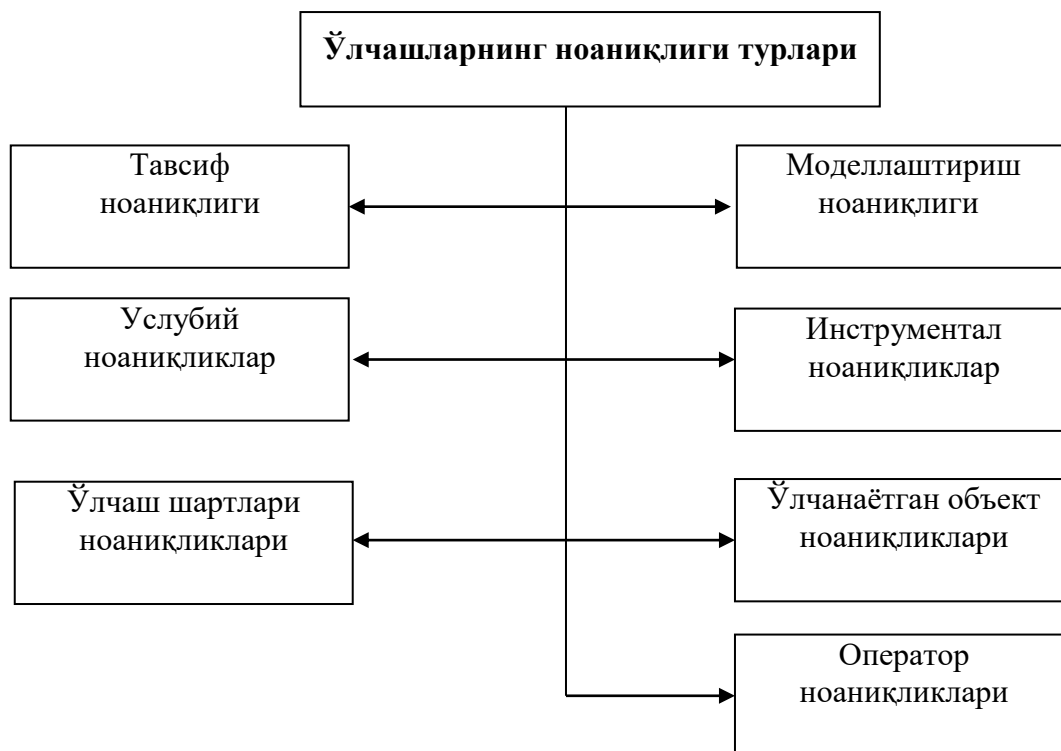
кўринишга эга, бунда  $R_{20}$  – терморезисторнинг  $20^{\circ}$  С даги қаршилиги;

$\alpha, \beta$  - қаршилиқнинг температура коэффициентлари.

$R_{20}, \alpha$  ва  $\beta$  ни аниқлаш учун  $n$  та температура нуқталарида  $R(t)$  ни ўлчаш амалга оширилади ва бу натижалар бўйича изланаётган боғланиш аниқланади.

### 5.7 Ўлчашларнинг ноаниқлиги турлари

Ноаниқликларни ташкил этувчи турлар уларнинг пайдо бўлиши манбаларига кўра ўлчанаётган катталиқнинг тавсифи ноаниқлигига, моделлаштириш, услуби, ўлчаш воситалари, атроф муҳит, оператор (шахс) ва ўлчанаётган объект ноаниқликларга бўлинади. 5.1-расмда ўлчашларнинг ноаниқлиги турлари келтирилган.



5.1 – расм. Ўлчашларнинг ноаниқлик турлари.

Ноаниқликларнинг айрим ташкил этувчиларини миқдорий тавсифлаш учун ноаниқликларнинг манбаларидан айримларини деярли ҳамма вақт алоҳида қараб чиқишга тўғри келади. Айрим ҳолларда бу жуда кам сондаги манбалар учунгина зарур; бошқа ҳолларда, услубнинг самарадорлиги тўғрисида маълумотлар кам бўлганда ёки бу маълумотлар бўлмаганда ҳар бир манба алоҳида ўрганишни талаб этиши мумкин. Ноаниқликларнинг индивидуал ташкил этувчиларини аниқлаш учун бир қанча умумий усуллар бор:

- кирувчи ўзгарувчиларни тажрибавий ўзгартириш;
- техник ҳужжатлардаги маълумотлардан фойдаланиш, масалан, ўлчашлар ва калибрлаш сертификатларидан фойдаланиш;
- назарий қоидалар асосида моделлаштириш;
- аввалги тажрибага ёки иммитацион моделлаштиришга асосланган мулоҳазалардан фойдаланиш.

Ноаниқликларнинг айрим ташкил этувчиларини кўриб чиқамиз.

#### **Ўлчанаётган катталиқ тавсифининг ноаниқлиги.**

Ўлчанаётган катталиқнинг ўлчами дастлаб ўлчаш объектига таъсир кўрсатувчи ташқи таъсирлар параметрларига боғлиқ. Шунинг учун ўлчашга аниқ ёндашиш ўлчанаётган катталиқни олдиндан тўлиқ тавсифлашни талаб этади. Ўлчанаётган катталиқни чала тавсифлаш тегишли ноаниқлик пайдо бўлишига олиб келади.

Ўлчанаётган физик катталиқ  $u$  нинг ташқи таъсирлар параметрларига боғлиқ бўлиши таъсир қилиш функцияси воситасида тавсифланади. Таъсир функцияси тажрибада аниқланиши ёки миқдорий равишда амалга оширилиши керак бўлган алгоритм сифатидагина мавжуд бўлиши мумкин.

Мисол. Ўлчанаётган катталиқ – терморезистордаги температура  $t$  бўлганда тарқаладиган,  $t_0$  температурада  $R_0$  қийматга ва қаршилиқнинг температура коэффициентини  $\alpha$  га эга бўлган ва  $P$  қувват терморезисторнинг клеммаларига узатиладиган потенциаллар фарқи  $V$  га боғлиқ

$$P = f(V, R_0, \alpha, t) = \frac{V^2}{R_0 [1 + \alpha(t - t_0)]},$$

бунда  $V$  – кирувчи катталиқ;  $t_0$ ,  $R_0$ ,  $\alpha$  ва  $t$  – таъсир кўрсатувчи катталиқлар.

Ўлчанаётган  $Y$  катталиқ боғлиқ бўлган таъсир кўрсатувчи катталиқларнинг ўзлари ҳам бошқа катталиқларга боғлиқ



бўлишлари мумкин, бунга мунтазам эффектларга тузатишларни ва тузатма коэффициентларини ҳисобга олганда, бу функционал боғлиқлик  $P$  нинг мураккабланишига олиб келади, у ҳеч қачон аниқ ёзилмайди.

Шунинг учун таъсир кўрсатиш функцияси функционал боғланишли ўлчаш натижасини топишнинг талаб қилинган аниқлиги билан белгиланадиган даражагача моделлаштирмаса, у ҳолда буни бартараф этиш учун унга қўшимча кириш катталиклари киритилиши керак.

Келтирилган мисолда ўлчаш аниқлигини ошириш учун температуранинг резистор бўйлаб нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи, қаршилиқнинг бўлиши мумкин бўлган температура коэффициентини, ёки қаршилиқнинг атмосфера босимига мумкин бўлган боғлиқлигини ҳисобга олувчи қўшимча кириш катталиклари талаб қилиниши мумкин.

Амалда ўлчанаётган катталиқнинг тавсифи талаб қилинаётган ўлчаш аниқлигига боғлиқ. Ўлчаш билан боғлиқ барча амалий мақсадлар учун унинг қиймати ягона бўлиши учун ўлчанаётган катталиқни талаб қилинаётган аниқликка нисбатан етарлича тўлиқлик билан аниқлаш лозим.

### **5.7.1 Моделлаштиришнинг (кўриб таниб олишнинг) ноаниқлиги**

Одамнинг ўлчаш объекти тўғрисидаги тасавури унинг онгида параметрларнинг йиғиндиси билан тавсифланувчи маълум бир модел кўринишида акс этади.

Моделлари бўйича аниқланадиган, ўлчанадиган катталиқлар реал объектлар воситаларидан доим фарқ қилади, чунки модел ҳеч қачон аслнинг мутлақ нусхаси бўла олмайди. Бу фарқ ўлчанаётган катталиқка моделнинг адекват бўлмаслигига асосланган ноаниқлик билан ифодаланади.

Кўпгина ҳолларда ишлаб чиқилган физик назария ўлчашлар натижаларига турли хил омилларнинг таъсирини тавсифловчи етарлича яхши моделларни яшаш имконини беради. Масалан, температуранинг ҳажм ва зичликка таъсир этиши яхши ўрганилган. Бундай ҳолларда ноаниқликни мавжуд муносабатдан ноаниқликнинг тарқалиши услублари ёрдамида бевосита ҳисоблаш ёки баҳолаш мумкин.

Бошқа вазиятларда тажрибавий маълумотлар билан бирлаштирилган тақрибий назарий моделлардан фойдаланиш зарур бўлиб қолиши мумкин. Масалан, агар аналитик ўлчаш натижаси ўзининг кечиши учун маълум бир вақтни талаб этувчи ҳосилани олишнинг маълум бир реакциясига боғлиқ бўлса, у ҳолда ноаниқликнинг вақт билан боғлиқ баҳоланиши талаб қилиниши мумкин. Бунда реакциянинг ўтиши учун сарфланган вақтни оддий ўзгартириш йўли билан амалга ошириш мумкин.

Моделнинг реал объектга ноадекватлиги (ўхшамаслиги) ўлчашлардан олдинроқ ноаниқликни вужудга келтиради, у моделлаштириш (таниб олиш) ноаниқлиги дейилади.

Моделнинг мураккаблиги ва унинг реал объектга ўхшашлиги даражаси қуйидаги омилларга боғлиқ:

- ўлчаш объекти тури ва хоссасига;
- ўлчашдан мақсад ва талаб этилаётган аниқлик;
- объект тўғрисидаги априори (тажрибага аосланмаган)

ахборотнинг миқдори, ўлчашни амалга ошираётган метрологнинг малакаси.

Шуни таъкидлаб ўтиш зарурки, ўлчаш натижаларида фарқларнинг йўқлиги танлаб олинган моделнинг тўғри экани ҳар доим ҳам кафолат бермайди [87].

Танланган моделни тажрибавий текшириш ўлчашларни ўтказишнинг тўғри режалаштирилган услубияти қўлланилгандагина ишончли бўлади.

### **5.7.2 Услубий ноаниқликлар**

Ўлчашлар услуби деганда, умумий шаклда тавсифланган ва ўлчашларни бажаришда фойдаланиладиган амалларнинг мантиқий кетма-кетлиги тушунилади. Ўлчаш услубий мукамал эмаслиги услубий хатоликларнинг пайдо бўлишига олиб келади. Уларнинг фарқ қилувчи хусусияти шундаки, улар ўлчанаётган объектни имитацион моделлаштиришнинг математик моделини яратиш йўли билангина аниқланиши мумкин. Шундай модел яратилгандан ва унинг параметрлари аниқлангандан сўнг ўз тавсифига кўра мунтазам бўлган ўлчашнинг услубий хатосини баҳолаш мумкин. Услубий хатоликларни баҳолаш ўлчаш натижасига тузатма сифатида фойдаланилиши мумкин. Ўлчашнинг тузатилган натижаси моделнинг параметрларини аниқлаш хатоликларига

асосланган мунтазам хатоликнинг олиб ташланмаган қолдиғига эга. Мунтазам хатоликнинг чиқариб ташланмаган қолдиғининг стандарт оғиши услубий ноаниқликнинг баҳоси ҳисобланади.

Услубий хатоликларга мисоллар қараб чиқамиз.

Ўлчаш воситасининг ўлчаш объектига таъсирини баҳолашнинг ноаниқлиги. Бу ноаниқликни ички қаршилиги  $R_i$  бўлган кучланиш манбаига уланган вольтметр мисолида тадқиқ этамиз. Вольтметрнинг ўзи  $R_{куп}$  кириш қаршилигига эга.

Мазкур ҳолда  $U$  вольтметрнинг кўрсатишлари ўлчанаётган электр юритувчи куч  $E$  билан

$$U = \frac{R_{куп}}{R_n + R_i} \cdot E$$

муносабат орқали боғланган.

Бу муносабатдан кўринадики, ўлчашнинг тузатилган натижасини олиш учун вольтметрнинг кўрсатишларини қуйидаги тузатмага кўпайтириш керак:

$$\frac{R_n + R_i}{R_{куп}}.$$

Ўлчашларга ишлов бериш алгоритмининг ноаниқлиги. Ўлчашнинг бу услубига бир қатор кузатишларнинг ўрта, ўрта квадратик ёки ўрта абсолют қийматини, ўлчанаётган катталиқнинг ўзгарувчи параметрини аниқлаш, элементар функциянинг қийматини қаторга ёйиш йўли билан ва х.к. йўл билан ҳисоблаш амаллари киритилиши мумкин, ишлов беришнинг танлаб олинган алгоритмига кўра ўлчаш натижаларида тегишли хатоликлар мавжуд бўлиши мумкин. Бу хатоликларнинг стандарт оғиши фойдаланилган ишлов бериш алгоритмининг ноаниқлигига баҳо ҳисобланади.

Мисол. Рақамларни ташлаб кетиш ва яхлитлаш охириги натижанинг ноаниқ бўлишига олиб келади. Бу ҳолатларни олдиндан назарда тутиш қийин бўлгани учун маълум бир ноаниқликка йўл бериш ўзини оқлаш мумкин.

Соддалаштиришлар апроксимациясида юзага келадиган ноаниқликлар. Бундай ноаниқликларга бевосита ўлчашлар ёрдамида ўлчанадиган, ўлчанаётган катталик ва унинг аргументлари ўртасидаги алоқани соддалаштиришга асосланган билвосита ўлчашлар ноаниқликлари тегишлидир.

Масалан, генераторнинг  $P_n$  қувватини генератор ва ваттметрни акслантиришнинг комплекс коэффициенти орқали

ифодаланувчи узатиш линияси юкламаси бўлган ютувчи турдаги микротўлқинли ваттметр ёрдамида ўлчаш натижаси [88].

Услужий ноаниқликка, шунингдек, кузатишлар сони, ўлчашнинг давомийлиги, услубиятни ва ўлчаш воситаларини танлаш ва х.к. лар киради.

### 5.7.3 Инструментал ноаниқликлар

Инструментал (асбоблардаги) ноаниқликлар бу ЎВ нинг номукамаллигига боғлиқ ноаниқликлардир. Улар масалан, ўз ичига аналитик тарозиларни аниқлик чегараларини; юкланиш эффектларига дуч келиши мумкин бўлган температура ростлагичининг мавжудлиги; ўлчаш асбоби ишлаш тамойилига киритилган ноаниқликлар; тайёрлаш технологияси ёки конструкциявий технологиясининг камчилиги билан боғлиқ ноаниқликлар ва х.к.

Ўлчов асбобининг ишлаш тамойилига жойланган ноаниқликлар. Бу хатоликлар, ЎВ дан фойдаланиш режимига боғлиқ ҳолда статик ва динамик турларга бўлинади. Статик ноаниқлик – бу катталиқни ўлчаш ноаниқлиги бўлиб унинг ўлчашини ўлчаш вақти мобайнида ўзгаришсиз деб ҳисоблаш мумкин. Динамик ноаниқлик – ўлчашлар ноаниқликларининг ташкил этувчиси бўлиб, динамик ўлчашлар вақтида статик ноаниқликларга қўшимча равишда вужудга келади, бунда ўлчанаётган катталиқнинг ўлчашини ўзгаришсиз деб ҳисоблаш мумкин эмас. У икки омил билан аниқланади: ЎВ нинг динамик хоссалари билан ва ўлчанаётган катталиқнинг вақт бўйича ўзгариш характери билан.

Бу турдаги статик ноаниқликка мисол тариқасида ЎВ нинг шакл алмаштириш функциясининг ночизиқлигига боғлиқ бўлган ноаниқлик, Гук қонунининг кенг диапозондаги ночизиқлилиги, температуранинг ўлчашда температура датчикларининг ночизиқлилиги, ўзгарувчан ток вольтметрларнинг частота ноаниқликлари киради.

Барча рақамли ЎВ ларининг ишлаш тамойилига қўйилган, энг кўп учрайдиган ноаниқликлардан бири аналогли-рақамли шакл алмаштиришда узлуксиз катталиқни квантлашдаги ноаниқлик ҳисобланади.

Квантлаш жараёнида узлуксиз ўзгарувчи  $X$  катталиқнинг  $q$  босқичлари ўлчамлари берилган босқичли ўзгарувчи  $X_n = N \cdot q$  катталиққа ўлчаш алмашиши юз беради. Бунда  $X$  катталиқнинг мумкин бўлган чексиз тўпламига рақамли  $N$  қурилманинг мумкин бўладиган кўрсатишларининг чекли ва санокли тўплами мос қилиб қўйилади.

Квантлашга ўлчаш шакл алмаштириши сифатида хоналари сони бўйича  $N$  сони билан чекланган, ўлчами бўйича узлуксиз  $X$  катталиқни акслантиришда вужудга келадиган хатолик хосдир. Квантлаш хатолиги агар ўлчов ва компаратор хатолиги нолга тенг бўлса,  $X$  катталиқининг ўлчаш натижалари ва ҳақиқий қиймати орасидаги фарққа тенг:

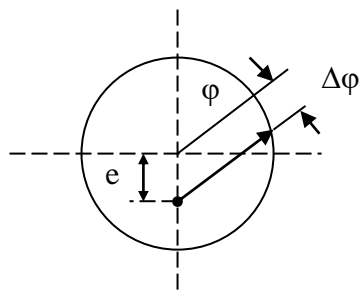
$$\Delta_k = X_N - X_i.$$

Шундай қилиб,  $\Delta_k$  квантлаш хатолиқининг ўлчанаётган  $X$  катталиққа боғлиқлиги квантлаш қадами  $q$  чегараларида чизикли.

Рақамли ЎВ ларда квантлашнинг иккита  $X_N$  ва  $X_{N-1}$  даражалари (сатҳлари) орасида жойлашган ўлчанаётган  $X$  катталиқ, одатда акслантиришнинг қуйи сон қиймати ҳисобланади. Бу ҳол квантлаш хатолиги ҳисобланади. Бу ҳолда квантлаш хатолиги  $\Delta_k$  доим манфий, унинг максимал қиймати эса (модули бўйича) квантлаш қадами  $q$  га тенг.

ЎВ ни тайёрлаш технологияси ва конструкциясидаги камчиликка асосланган ноаниқлик. Бундай ноаниқликга тарози елкаларини тенг эмаслиги, ўлчовларни нотўғри олиш, микрометрик винтларнинг люфти ва х.к. ни мисол қилиб келтириш мумкин.

[89] ичида ўлчов асбобларининг айланувчи қисмларининг, масалан, секундомернинг эксцентриклиги туфайли юзага келадиган  $\Delta\varphi$  хатолик кўриб чиқилган (5.2-расм).



5.2-расм. Секундомер стрелкаси ўқининг эксцентриситетига боғлиқ хато:  
 $e$  – стрелканинг шкала марказига нисбатан кўчиши (эксцентриситет);  $\varphi$  – стрелканинг бурилиш бурчаги.

Бу хатолик даврий, синусоидал қонун  $\Delta\varphi=e\cdot\cos\varphi$  бўйича ўзгарувчи хатоликдир.

#### **5.7.4 Ўлчаш шартларининг ноаниқлиги**

Кўриб чиқилаётган ноаниқлик ўз ичига ўлчаш ноаниқликларини ва температуранинг, намликнинг, босимнинг берилган қийматларини, хоналарнинг тозалигини, магний ва гравитацион майдонлар, титрашлар, турли хил нурланишлар, ёруғлик ва х.к.ларни қўллаб-қувватлашни олади.

Ўлчаш воситаларининг ноаниқликларига, шунингдек калибрлашнинг ноаниқлигига, кўрсатишлар вариациясига, охири текшириш ва калибрлаш пайтидан ўтган вақтга, сезгирлик бўсағасига ёки ЎВ нинг охири ажратиш қобилятига ва х.к га боғлиқ ноаниқликлар ҳам киради.

#### **5.7.5 Ўлчанаётган объект (асбоб) нинг ноаниқлиги**

Ўлчанаётган объект (асбоб)нинг ноаниқлиги ўз ичига объектнинг шакли ва сиртининг геометрик ўлчашлар учун мураккаблигига, объект материалининг хоссаларига, ўлчашларига ва х.к.ларга боғлиқ бўлган ноаниқликларни олади.

Масалан, мураккаб матрицанинг таркиби аниқланаётган компонентнинг олиншига ёки асбобнинг жавобига таъсир кўрсатиши мумкин. Аниқланаётган компонентни топиш шаклига сезгирлик бу таъсирни янада кўпроқ кучайтириши мумкин.

Намунанинг (синовнинг) ёки аниқланаётган компонентнинг барқарорлиги таҳлил жараёнида иссиқлик режимининг ўзгариши ёки бошқа эффект оқибатида ўзгариши мумкин.

#### **5.7.6 Операторнинг ноаниқликлари**

Операторнинг ноаниқликлари ёки шахсий ноаниқликлар қуйидаги омилларга боғлиқ:

– кузатувчининг сезги аъзоларининг инерцион хоссалари билан, масалан, ҳисоботларда баллистик асбобларнинг кўрсаткичнинг максимал ҳолатининг кечикишида;

– кузатувчи турган жойнинг таъсирида ва санок тизимининг хусусиятлари (параллакс), иккита рақамланган белгилар орасига тушадиган санок интерполяциясидаги хатоликлар ва х.к.;

– ўлчов асбобларининг пасайтирилган ёки ошириб юборилган кўрсатишларини қайд қилиш мумкинлиги;

– услубиятни талқин қилишда арзимас фарқларнинг мавжудлиги;

– сезиш диапозонининг чегараланиш ва сезги аъзоларининг идрок қилиш тавсифларининг ночизиклилиги билан.

Операторнинг ноаниқликлари ёки операторнинг шахсий ноаниқликлари, иш тажрибаси, маълумоти, ҳалоллиги, қўл ҳаракатларининг чаққонлиги ва х.к. лар билан белгиланади.

## **5.8 Стандарт ноаниқликни баҳолаш**

Статик ёки ностатик катталиқ қийматининг мумкин бўлган ўзгарувчанлиги ва катталиқ тўғрисидаги мавжуд ахборотнинг турига боғлиқ ҳолда кирувчи катталиқларнинг стандарт ноаниқликлари А тур ёки В тур бўйича баҳоланади.

Агар катталиқлик тўғрисидаги ахборот статик бўлса, яъни кўп қаррали ўлчашлар ёки синашлар йўли билан тажрибада аниқланган бўлса, у ҳолда кирувчи катталиқларнинг стандарт ноаниқликлари А тур бўйича баҳоланади.

Агар катталиқ тўғрисидаги ахборот ностатик бўлса, яъни мазкур ўлчаш давомида баҳоланмаган бўлиб, қаердадир мустақил баҳолаш натижасида (катталиқларнинг ўзлаштириб олинган қиймати) олинган бўлса, у ҳолда кириш катталиқларининг стандарт ноаниқликлари В тур бўйича баҳоланади.

### **5.8.1 А тур бўйича стандарт ноаниқликни баҳолаш**

Ноаниқликларнинг ташкил этувчилари баҳоларини кўпинча айрим омилларнинг тажриба тадқиқотларидан олиш мақсадга мувофиқ (А тур бўйича баҳо). Тасодифий эффектлар билан боғлиқ стандарт ноаниқлик тажрибаларда яқинлашиши бўйича аниқланади ва ўлчанган катталиқларнинг стандарт оғиши кўринишида миқдорий ифодалашади. Агар баҳолашнинг юқори аниқлиги талаб этилмаса, амалда одатда 15 та такрорий ўлчашларни амалга ошириш етарли бўлади.

А тур бўйича баҳолаш (стандарт ноаниқликни) маълумотларга статистик ишлов беришнинг ҳар қандай асосланган услубларига, масалан қуйидагиларга асосланиши мумкин:

– кузатишлар серияси асосида стандарт четлашишни ва ўртача қийматни ҳисоблаш;

– маълумотларга эгри чизиқни танлаш учун (масалан, даражаланган эгри чизиқ) ва аппроксимация параметрларининг ва уларнинг стандарт четлашишларнинг тегишли баҳоларини олиш учун энг кичик квадрантлар услубидан фойдаланиш;

– ноаниқликни баҳолашда бу эффектлар эътиборга тўғри олиниши мумкин бўлиши учун ўлчашлардаги айрим тасодифий эффектларнинг қийматларини аниқлаш ва идентификациялаш учун дисперсион таҳлил ўтказиш ва ҳ.к.

### **5.8.2 В тур бўйича стандарт ноаниқликни баҳолаш**

Стандарт ноаниқликни В тур бўйича баҳолаш мазкур ўлчаш жараёнида баҳоланмай, қандайдир мустақил баҳолаш натижасида олинган катталикнинг ўзлаштирилган қийматининг мумкин бўлган ўзгарувчанлиги тўғрисидаги барча тушунарли хабарга асосланган илмий мулоҳаза негизига асосланади.

Ахборот фонди қуйидагиларни ўз ичига олиши мумкин:

– дастлабки ўлчаш маълумотлари;

– тажриба натижасида олинган маълумотлар ёки тегишли материаллар ва асбоблар ўзини тутиши ва хоссалари тўғрисида тегишли материаллар ва асбоблар;

– тайёрловчининг таснифи (етказиб берувчининг ахбороти);

– калибрлаш тўғрисидаги гувоҳномаларда ва бошқа сертификатларда келтириладиган маълумотлар;

– маълумотномадан олинган маълумотлар ёзиб қўйиладиган ноаниқликлар.

Калибрлаш тўғрисидаги гувоҳномалар ёки қурилмаларни етказиб берувчиларнинг каталоглари ноаниқликларнинг кўпгина манбаларига нисбатан ахборот беришлари мумкин.

Х катталик тўғрисидаги мавжуд ахборотни, катталикларнинг баҳосини ва уларнинг стандарт четлашишларини аниқлаш учун эҳтимолликларни тақсимлаш функцияси ёрдамида тўғри тавсифлаш ёки эҳтимолликларни тақсимлаш у ёки бу функциясига тўғри ажратиш зарур.



Юқорида кўриб чиқилган қуйидаги тақсимланишлардан фойдаланилади:

- тенг эҳтимолли (бир текис, тўғри бурчакли);
- Стюдент  $t$  - тақсимоти;
- учбурчакли (Симпсон);
- трапециясимон;
- нормал.

Катталик тўғрисидаги тақдим этилган ахборотнинг турига боғлиқ ҳолда юқорида келтирилган тақсимлаш қонунининг биттаси бўйича эҳтимолликни аниқлаш мумкин.

## **5.9 Корреляциялар таҳлили**

### **5.9.1 Кирувчи катталиклар корреляцияси таҳлили**

Икки кирувчи каттали мустақил бўлиши ёки бир-бири билан боғлиқ бўлиши, яъни ўзаро боғлиқ ёки корреляцияланган бўлиши мумкин. Ноаниқлик концепциясида математик корреляция эмас, балки «мантиқий» корреляция назарда тутилади. Корреляция эффекти қай даражада ҳисобга олиниши кераклиги тегишли ўлчашларга, ўлчаш усули тўғрисидаги билимларга ва кирувчи катталикларнинг ўзаро боғланишларининг ўтказилган баҳолашга боғлиқ.

Агар икки кириш катталигини аниқлашда айнан битта ўлчов асбобидан ўлчовнинг физик эталони ёки анча катта стандарт ноаниқликка эга маълумотнома катталикларидан фойдаланилса, бу ҳолда бу икки катталик ўртасида анча катта корреляция мавжуд бўлиши мумкин.

Масалан, бир кириш катталиги  $X_i$  учун зарур температурага тузатма бирор термометр ёрдамида ҳосил бўладиган бўлса ва  $X_j$  кириш катталигини баҳолаш учун зарур температурага ҳудди шундай тузатма ҳам ҳудди шу термометр ёрдамида ҳосил қилинадиган бўлса, у ҳолда икки кирувчи катталик анча катта миқдорда корреляцияланиши мумкин.

Умуман, шунга эътиборни қаратмоқ зарурки, кириш катталиклари ўртасидаги корреляцияларни эътиборга олмаслик чиқиш катталигининг стандарт ноаниқлигини нотўғри баҳолашга олиб келиши мумкин. Баъзан корреляциялар модель функциясини тўғри келувчи танлаш ёрдамида истисно қилиниши мумкин.

Икки тасодифий катталиқнинг ўзаро боғлиқлиги ёки корреляциясининг ўлчови ковариация ҳисобланади. Кирувчи икки  $X_i$  ва  $X_j$  катталиқларни баҳолаш билан боғлиқ ковариация нолга тенг бўлиб қолиши ёки инобатга олинмайдиган даражада кичик катталиқ сифатида қаратилиши мумкин, агар:

а) икки  $X_i$  ва  $X_j$  кириш катталиқлари бир-бирига боғлиқ бўлмаса, мисол агар улар бир-биридан фарқли тажрибаларда кўп марта лекин бир пайтда эмас, кузатилган бўлса ёки агар улар турли хил, бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда ўтазилган тадқиқотларнинг натижаловчи катталигини ифодаласа (тавсифласа) ёки агар:

б)  $X_i$  ва  $X_j$  кирувчи катталиқлардан бири константа сифатида қараб чиқилса, ёки агар:

в) бизнинг билимларимиз ва фаразларимиздан келиб чиққани ҳолда  $X_i$  ва  $X_j$  кириш катталиқлари орасидаги корреляция учун ҳеч қандай асос бўлмаса.

Агар  $X_i$  ва  $X_j$  кириш катталиқлари маълум даражада корреляцияланган бўлса, яъни улар бир-бирига бирор усул билан боғлиқ бўлса, у ҳолда йиғинди стандарт ноаниқликни баҳолашда кирувчи катталиқларнинг ноаниқликлари тўпламлари орасидан уларнинг ковариацияси ҳисобга олиниши керак, у қуйидаги формула бўйича баҳоланади:

$$u(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = u(\bar{x}_i) \cdot u(\bar{x}_j) r(\bar{x}_i, \bar{x}_j), \quad i \neq j. \quad (5.1)$$

Корреляция даражаси, корреляциянинг коэффициенти ёрдамида аниқланади. Баҳоланган корреляция коэффициенти (4.1) тенгламадан олинади:

$$r(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = u(\bar{x}_i, \bar{x}_j) / u(\bar{x}_i) \cdot u(\bar{x}_j), \quad |r(\bar{x}_i, \bar{x}_j)| \leq 1. \quad (5.2)$$

Икки  $X_i$  ва  $X_j$  катталиқларни эркин такрорий  $n$  кузатишлар ҳамда уларнинг  $X_i$  ва  $X_j$  ўртача арифметик қийматларидан ковариация қуйидаги формула бўйича баҳоланади:

$$u(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = s(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = \frac{1}{n(n-1)} \cdot \sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_j). \quad (5.3)$$

## 5.10 Чиқувчи катталиқнинг баҳосини ҳисоблаш

у билан белгиланадиган  $Y$  чиқувчи катталиқни баҳолаш ўлчашларни ўтказишда қийматини аниқлаш зарур бўлган катталиқни ўлчаш натижаси ҳисобланади. Бу баҳо қуйидаги тенгламадан икки усулда олинади:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (5.4)$$

бунда  $Y$  – ўлчанадиган катталиқ,  $y$  бевосита ўлчанадиган катталиқ эмас;

$x_n$  – ўлчанадиган бошқа катталиқлар, масалан, билвосита ўлчашларда.

### 5.10.1 Чиқувчи катталиқнинг баҳосини ҳисоблаш. Биринчи усул

Чиқувчи катталиқ  $Y$  нинг баҳосини юқорида келтирилган формуладан, кирувчи  $X_i$  катталиқларни уларнинг  $x_i$  баҳоси билан (ўрта арифметик  $\bar{x}_i$  қийматлар билан) алмаштириб олинади:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \text{ ёки } \bar{y} = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n). \quad (5.5)$$

Бунда кирувчи катталиқларнинг қийматлари уларнинг мазкур модел учун аҳамиятли бўлган таъсирлар ва эффектларга тузатилган (тузатишлар киритилган) кириш катталиқларининг тўғри маънодаги энг яхши баҳолари бўлади.

Агар шундай бўлмаса,  $y$  ҳолда зарур тузатишлар моделга алоҳида кириш катталиқлари сифатида киритилиши керак.

Агар моделнинг  $f$  функцияси кирувчи  $X_i$  катталиқларнинг йиғиндиси ёки айирмаси билан тақдим этилса:

$$f(X_1, X_2, \dots, X_n) = \sum_{i=1}^n p_i X_i, \quad (5.6)$$

бунда ҳар бир кириш катталиғи  $X_i$  учун  $P_i$  кўпайтувчилар мусбат ёки манфий сонлар,  $y$  ҳолда чиқувчи катталиқни баҳолаш (5.2) тенгликка мувофиқ натижада кириш катталиқлари баҳоларининг тегишли йиғиндиси ёки айирмасини беради:

$$y = \sum_{i=1}^n p_i x_i. \quad (5.7)$$

Агар моделнинг  $f$  функцияси кирувчи катталиқларнинг кўпайтмаси ёки бўлинмаси бўлса:

$$f(X_1, X_2, \dots, X_n) = c \prod_{i=1}^n X_i^{P_i}, \quad (5.8)$$

бунда ҳар бир кирувчи  $X_i$  катталиқ учун  $P_i$  даражалар, шунингдек умумий кўпайтувчи  $C$  мусбат ёки манфий сонлар бўлади,  $y$  ҳолда чиқувчи катталиқ баҳоси ўз навбатида кирувчи катталиқлар баҳоларининг кўпайтмаси ёки бўлинмаси бўлади:

$$y = c \prod_{i=1}^n x_i^{P_i}. \quad (5.9)$$

Мисол. Занжир элементининг актив  $R$  қаршилиги унинг чиқишларида синусоидал ўзгарувчи потенциаллар айирмаснинг  $V$  амплитудасини, ундан ўтаётган ўзгарувчан ток  $I$  амплитудасини ва улар орасидаги фазалар билан аниқланади. Шундай қилиб,  $X_i$  ( $i=1,2,3$ ) нинг учта кириш катталиклари  $V$ ,  $I$  ва  $\varphi$  бўлади.  $Y$  нинг чиқувчи катталиги бўлиб эса  $R$  актив қаршилик ҳисобланади. Кириш катталикларини ўлчаш натижалари ва чиқиш катталигининг баҳоси 5.1 – жадвалда келтирилган.

### 5.1-жадвал

Кирувчи катталиклар  $V$ ,  $I$ ,  $\varphi$  ўлчаш натижалари ва чиқиш катталиги  $R$  ни баҳолаш

Қатор рақами, к	U(V)	I(A)	$\varphi$ (rad)	$R = \frac{V}{I} \cdot \cos\varphi, \Omega$
1	5,007	0,019663	1,0456	127,672486
2	4,994	0,019639	1,0438	127,892445
3	5,005	0,019640	1,0468	127,506261
4	4,990	0,019685	1,0428	127,710423
5	4,999	0,019678	1,0433	127,876537
$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	4,999	0,019661	1,0444	127,731630

Бу икки усулдан олинган натижалар орасида фарқ йўқ, фақат бундан иккинчи тартибли эффектлар мустасно (127, 7320 ва 127,7316 баҳоларини таққосланг). Бу фарқ функцияни Тейлор қаторига янада юқорироқ тартибдаги сонларни ёйиш билан боғлиқ. Шунинг учун агар  $f$  функция чизиқли бўлса, у ҳолда ҳеч қандай фарқ бўлмайди. Биз кўриб чиққан мисоллардагидек, фарқ фақат чизиқли функцияда кузатилади (масалан,  $\sin\alpha$  ёки  $\cos\alpha$  триганометрик функциялар ночизиқлидир).

### 5.11 Йиғинди стандарт ноаниқликни аниқлаш

Чиқиш катталигининг йиғинди стандарт ноаниқлигини бевосита ҳисоблаб чиқишни енгиллаштириш учун кириш катталиклар тўғрисидаги аввал олинган ва таҳлил қилинган барча ахборотни умумлаштириш ва миқдорий шаклда жадвал кўринишда яққол тақдим этиш тавсия қилинади. Бундай жадвални ноаниқлик бюджети дейилади.

Ноаниқлик бюджети шунингдек, ўлчаш жараёнининг аниқлигини аниқлаш, ўлчаш моделини тузатиш ёки ноаниқликларнинг

айрим манбаларининг таъсирини камайтириш усуллари излаш мақсадида ноаниқликнинг ҳар бир манбаидан йиғинди ноаниқликка қўшилмаларни таҳлил қилиш учун фойдаланилиши мумкин.

### 5.11.1 Ноаниқлик бюджети

Ноаниқлик бюджети камида қуйидаги ахборотларга эга:

- ноаниқликларнинг барча манбалари рўйхатини, яъни моделда қабул қилинган кирувчи катталиклар рўйхатини;
- кирувчи  $x_i$  катталиклар баҳоларининг қийматлари ва улар билан боғлиқ  $u(x_i)$  стандарт ноаниқликлар;
- сезгирлик коэффициентлари  $c_j$ ;
- ҳар бир кириш катталиги  $u_i(y)$  ноаниқликларининг қўшилмалари;
- ноаниқликни баҳолаш тури;
- тақсимлаш кўриниши;
- катталик қийматларининг диапозони;
- ҳар бир ноаниқлик манбасидан йиғинди ноаниқликка фоизли қўшилма ва х.к.

### 5.11.2 Чиқувчи катталикнинг йиғинди стандарт ноаниқлиги

$u(y)$  орқали белгиланадиган  $Y$  чиқувчи катталикнинг стандарт ноаниқлиги чиқиш катталиги баҳосининг стандарт четлашишини ёки ўлчашлар натижасини ифодалайди ва етарлича асосда ўлчанаётган  $Y$  катталикка ёзиб қўйилиши мумкин бўлган қийматлар сочмасини ифодалайди.

Чиқувчи  $Y$  катталикнинг стандарт ноаниқлиги стандарт четлашишларни қўшиш ёки бирлаштиришнинг оддий услубидан фойдаланиб,  $A$  тур бўйича ёки  $B$  тур бўйича баҳоланган кирувчи катталиклар  $u(x_i)$  стандарт ноаниқликларини ва вазиятга боғлиқ ҳолда уларнинг ковариацияларини қўшиш йўли билан ҳосил қилинади.

Шунинг учун чиқувчи  $Y$  катталикнинг стандарт ноаниқлиги  $u_c(y)$  тарзида белгиланувчи йиғинди ёки комбинацияланган (аралаш) стандарт ноаниқлик бўлади.

Йиғинди стандарт ноаниқлик чиқувчи  $Y$  катталикнинг ўзини баҳолаш каби икки усул билан аниқланади.

### Биринчи усул.

Йиғинди стандарт ноаниқлик, агар кирувчи катталиклар корреляцияланмаган бўлса,

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i)}$$

формула бўйича ҳисобланади. Акс ҳолда, яъни корреляцияланган кирувчи катталиклар учун

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial f}{\partial x_j} u(x_i, x_j)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial f}{\partial x_j} u(x_i, x_j)}$$

формула бўйича ҳисобланади, бу ерда  $\partial f / \partial x_i$  – хусусий ҳосилалар сезгирлик коэффициентларидир;  $u(x_i, x_j)$  – кирувчи катталиклар ковариацияси.

Сезгирлик коэффициентлари  $c_i = \partial f / \partial x_i$  чиқувчи баҳо у кирувчи  $x_1, x_2, \dots, x_n$  баҳоларнинг қийматларининг ўзгариши билан қандай ўзгаришини кўрсатади.

Биринчи усул чиқувчи  $Y$  катталиқнинг  $y$  баҳоси биринчи усулдан фойдаланиб, яъни (5.1) тенгламадан олинганда қўлланилади.

**Иккинчи усул.** Агар чиқувчи  $Y$  катталиқда баҳо

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i$$

формуладан фойдаланиб, иккинчи усулда олинган бўлса,  $y$  ҳолда унинг йиғинди стандарт ноаниқлиги  $A$  турдаги стандарт ноаниқликни ҳисоблаш формуласига ўхшаш формула бўйича ҳисоблаб топилади, яъни

$$u(\bar{y}) = s(\bar{y}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}.$$

Бу формула ҳам корреляцияланган, ҳам корреляцияланмаган кирувчи катталиқларнинг йиғинди стандарт ноаниқлигини баҳолаш учун қўлланилиши мумкин.

## 5.12 Ноаниқлик тўғрисида ҳисобот тузиш

### 5.12.1 Ноаниқлик тўғрисида ҳисобот тузиш. Умумий қоидалар

#### Умумий қоидалар

Ўлчаш натижаси билан бирга тақдим этиладиган ахборот бундан кейин фойдаланиш мақсадига боғлиқ. Бунда қуйидаги қоидаларга амал қилиш лозим:

– ягар янги ахборот ёки янги маълумотлар пайдо бўлса, ноаниқликнинг баҳосини аниқлаштириш учун етарли ахборотни тақдим этиш;

– етарлича ахборотдан кўра ортиқча ахборот тақдим этиш афзалроқдир.

Агар ўлчашнинг барча жиҳатлари ноаниқликни қандай баҳоланганлигини ҳам ўз ичига олиб, босиб чиқарилган ҳужжатларга иловалар тарзида берилган бўлса, бу ҳужжатларни актуаллаштириш ва лабораторияда қўлланиладиган услубларга мос келтириш зарур.

#### Талаб этиладиган ахборот

Ўлчаш натижасини тўлиқ тақдим этиш ахборотни ёки шундай ахборотни ўз ичига олган қуйидаги ҳужжатга иловани ўз ичига олиши керак:

– ўлчаш натижаларини ва унинг ноаниқликларини тажрибавий кузатишлар ва кирувчи катталиклар тўғрисидаги маълумотлар асосида ҳисоблаш учун фойдаланилган услубларнинг тавсифи;

– ноаниқликни ҳисоблашда ҳам таҳлил қилишда, ҳам фойдаланилган барча тузатмалар ва константаларнинг қийматлари ва манбалари;

– ноаниқликнинг барча ташкил этувчиларининг ҳар бирини баҳолашга тааллуқли тўлиқ ҳужжатлари билан бирга рўйхати.

Маълумотлар ва уларнинг таҳлили шундай тарзда берилиши керакки, бунда барча муҳим босқичларни кўздан кечириш осон бўлсин ва зарур бўлганда пировард натижанинг барча ҳисоблашларини такрорлаш мумкин бўлсин.

Стандарт ноаниқликларни йиғиндиси  $u_c$  ноаниқлик кўринишида, яъни битта стандарт узилиш кўринишида ифодаланганда ёзишнинг қуйидагича шакли тавсия этилади:

«(Натижа): стандарт ноаниқлик  $u_c$  да  $x$  (бирлик), бунда стандарт ноаниқлик битта стандарт четланишга мос келади».

Стандарт ноаниқлик кўрсатилганда  $\pm$  белгисидан фойдаланиш тавсия этилмайди, чунки бу белги аниқликнинг юқори даражасига мос келувчи ораликга боғланади.

### 5.12.2 Ноаниқлик тўғрисида ҳисобот

Ноаниқлик тўғрисидаги ҳисоботни қуйидаги бўлимлар тўғрисида тузиш тавсия этилади:

1. Ўлчаш масаласи: ўлчанаётган  $Y$  катталиқ қандай аниқланишининг қисқача тавсифи; бунга ўлчаш усули ёки услубияти; ўлчаш схемаси ёки режаси; фойдаланиладиган қурилма; ўлчаш шартлари ҳам киради.

2. Ўлчаш модели:

Чиқиш катталиги  $Y$  билан улар боғлиқ бўлган чиқиш катталиклари  $X_i$  ўртасидаги математик боғланишни ифодалаш:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n).$$

3. Кирувчи катталиқларни таҳлил қилиш

Кириш катталиги _____	Ноаниқликни баҳолаш тури _____
_____	Тақсимлаш тури _____
_____	Баҳонинг қиймати _____
_____	Кириш катталиги жойлашган оралик _____
_____	Стандарт ноаниқлик _____
<p>Ҳисоблаш маълумотлари қаердан ва қандай фаразлар ва сабаблар асосида олинганининг қисқача тавсифи; ёки юқорида санаб ўтилган маълумотлар олинган манбаларни кўрсатиш (маълумотномалар, сертификат ёки калибрлаш тўғрисида гувоҳнома, техник шартлар, ўлчаш воситаларининг паспорти ва х.к.)</p>	

4. Кузатиш натижалари: асбобдан бевосита ўқиб олинган кузатишлар натижаларининг рўйхати ва уларнинг статистик тавсифларини аниқлаш: ўртача арифметик қиймат; ўртача квадратик четлашиш; (стандарт четлашиш); стандарт ноаниқлик.

5. Корреляциялар: кириш катталиқларини уларнинг корреляцияси масаласида таҳлил қилиш ва барча корреляцияланган кириш катталиқлари учун корреляция коэффициентларини ҳисоблаш, бунда уларни ҳисоблаш усулларини кўрсатиш.

6. Сизгирлик коэффициентлари: ҳар бир кирувчи катталиқ учун сезгирлик коэффициентини ёки хусусий ҳосилалар  $\partial f / \partial x_i$  ни



ҳисоблаш асосида ёки олиш услубини кўрсатган ҳолда тажрибада ҳосил қилиш.

### 7. Ноаниқлик бюджети:

Катталиқ, $X_i$	Катталиқ бирлиги	$x_i$ баҳо қиймати	$\pm r$ оралиқ	Ноаниқлик тури	Эҳтимоллик-ларни тақсимлаш	Стандарт ноаниқлик $u(x_i)$	Эркинлик даражаси	Сезгирлик коэффициент	Ноаниқлик қўйилмаси, $u(y)$	Фоизли қўйилма, %
$X_1$		$x_1$				$u(x_1)$		$c_1$	$u_1(y)$	
$X_2$		$x_2$				$u(x_2)$		$c_2$	$u_2(y)$	
...		...				...		...	...	
$X_n$		$x_n$				$u(x_n)$		$c_n$	$u_n(y)$	
$Y$		$y$				$u(y)$				

8. Кенгайтирилган ноаниқлик: танланган даража асосида қамров коэффициентини аниқлаш ва кенгайтирилган ноаниқликни ҳисоблаш.

9. Ўлчанаётган  $Y$  катталиқни  $y$  баҳолашдан иборат ва  $U$  ҳамда  $y$  учун ўлчов бирликларини кўрсатиб,  $Y=y \pm U$  шаклдаги  $U$  кенгайтирилган ноаниқлик шаклида тўлиқ ўлчаш натижаси.

### 5.13 Хатоликлар тавсифлари ва ўлчашлар ноаниқликлари баҳоларини таққослаш

Ҳозирги вақтда метрологияда ўлчашлар аниқлигини баҳолашга икки ёндашув вужудга келди. Бир ёндашув ягона метрологик фазога эга МДХ мамлакатларида ўлчашлар бирлигини таъминлаш соҳасидаги норматив ҳужжатларда қўлланиладиган тушунчалар ва атамаларга асосланган. Иккинчиси – [83,85] да фойдаланилган нисбатан янги атамалар ва тушунчаларга асосланган.

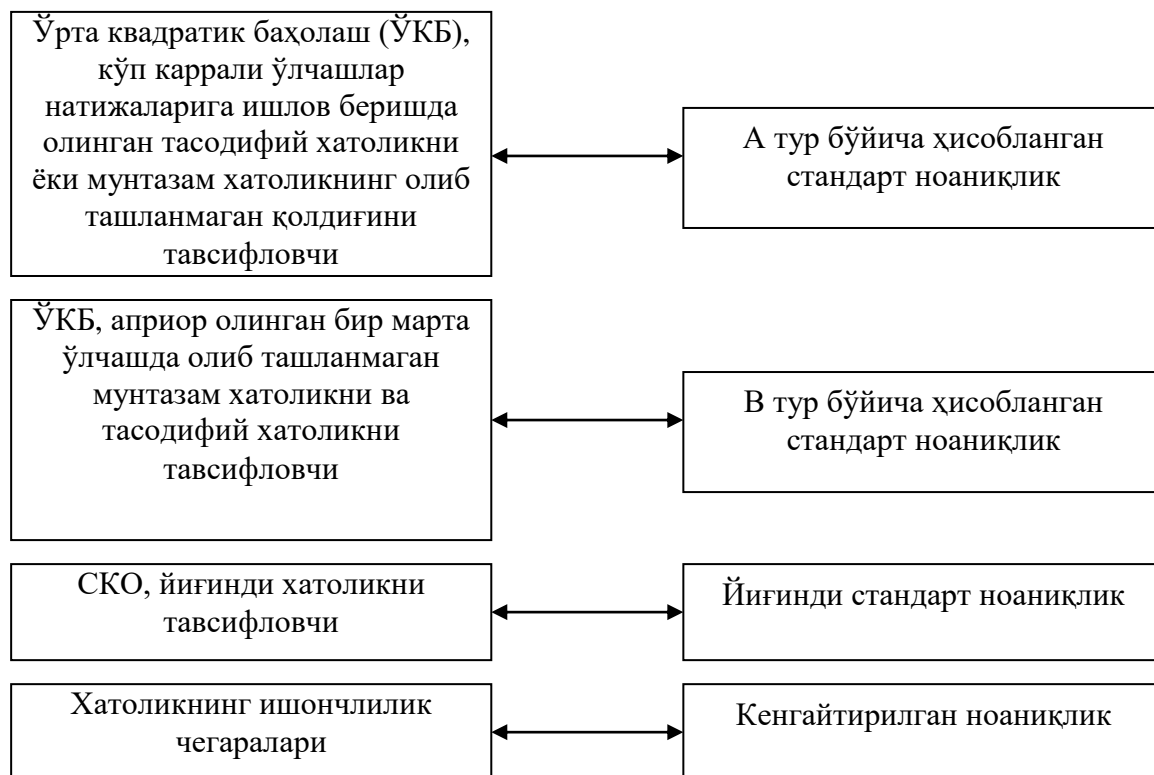
Россиянинг етакчи илмий-тадқиқот институти (Д. Менделеев номидаги ВНИИМ) қўлланмадан фойдаланиш бўйича тавсиялар ишлаб чиққан ва ўлчаш натижаларини тақдим этишнинг бу икки шакли ўзаро ҳисоблашлар услубларини кўрсатади [90,91].

Ўлчаш хатоликлари ва ноаниқликларнинг тавсифлари баҳоларини таққослашда қуйидаги схемадан фойдаланиш тавсия этилади:

Мамлакатимиз норматив ҳужжатларида ўлчаш натижаларини тақдим этишнинг икки хил шакли қабул қилинган: қисқартирилган ва кенгайтирилган.

Қисқартирилган шаклни қўлланишда қуйидаги тавсифлар кўрсатилади:

- ўлчаш натижаси  $u$ ;
- ўлчаш чегараларининг ишончлилик чегаралари  $\Delta u$ ;
- ишончлилик эҳтимоллиги  $p$ .



5.3-расм. Ўлчаш натижаларини қисқартирилган шаклда тасвирлаганда хатолик тавсифларини ноаниқлик тавсифларига қайта ҳисоблаш

Санаб ўтилган тавсифлардан фойдаланиб, қўлланма [85] да фойдаланиладиган қуйидаги тавсифларни ҳисоблаш мумкин:

- ўлчаш натижаси  $u$ ;
- кенгайтирилган ноаниқликнинг баҳоси  $\hat{U} = \Delta_p$  (бу ерда ва бундан кейин матнда харф устидаги «^» белги мазкур тавсиф хатоликлар тавсифидан олинганини англатади);
- йиғинди стандарт ноаниқлик баҳоси  $\hat{u}_c = \Delta_p / t_p$ , бу ерда  $t_p$  -  $p$  эҳтимолликка мос келувчи меъёридаги тақсимлаш учун ишончлилик коэффиценти (қамров (қулоч) коэффиценти).

Натижаларни кенгайтирилган шаклда тақдим этишни қўлланишида ёки хатоликни таҳлил қилишда, қуйидаги тавсифлар кўрсатилади:

- ўлчаш натижаси  $y$ ;
- ўлчаш натижаси тасодифий қиймати ЎКБ  $S(y)$ ;
- ўлчаш натижасининг чиқариб ташланмаган мунтазам хатолиги (ЧТМХ) нинг ишончлилик чегаралари  $\theta(p)$ ;
- ўлчаш натижаларининг ЧТМХ манбалари сони  $m_{cuct}$ ;
- кузатиш натижалари сони  $n$ .

Юқорида санаб ўтилган тавсифлардан фойдаланиб, қўлланма [85] да фойдаланиладиган қуйидаги тавсифларни ҳисоблаш мумкин:

- ўлчаш натижаси  $y$ ;
- А тур бўйича ҳисобланган стандарт ноаниқликни баҳоси  $\hat{u}_A = S(y)$ ;
- В тур бўйича ҳисобланган стандарт ноаниқликни баҳоси  $\hat{u}_B = \theta(p)/(K\sqrt{3})$ , бу ерда  $P=0,95$  бўлганда  $K=1,1$ ;  $P=0,99$  бўлганда  $K=1,4$ , агар мунтазам хатолик сони  $m_{cuct}=4$  деб фрз қилиш мумкин бўлса;

- йиғинди стандарт ноаниқлик баҳоси

$$\hat{u}_c = \sqrt{\hat{u}_A^2 + \hat{u}_B^2};$$

- эркинлик даражалари коэффициенти баҳоси

$$\hat{v}_{eff} = (n-1) \left[ 1 + \frac{\hat{u}_A^2}{\hat{u}_B^2} \right]^2;$$

- кенгайтирилган ноаниқлик баҳоси  $\hat{U}_p = t_p(\hat{v}_{eff}) \cdot \hat{u}_c$ , бу ерда  $t_p(\hat{v}_{eff})$  – ишончлилик даражаси  $p$  учун ва эркинлик даражалари эффектив сони  $\hat{v}_{eff}$  учун Стъудент коэффициентиға тенг қамров (қулоч) коэффициенти.

### Назорат саволлари

1. Ноаниқликни баҳолашда ўлчанаётган катталиқнинг тавсифларига нималар киради?
2. Билвосита ўлчашларнинг математик модели нима?
3. Жами ўлчашларнинг математик моделларини таърифлаб беринг.

4. Биргаликда ўлчашларнинг математик модели деганда нимани тушунаси?

5. Ўлчашларнинг ноаниқлиги турларини санаб беринг.

6. Моделлаштиришнинг (кўриб таниб олишнинг) ноаниқлиги деганда нимани тушунаси?

7. Услубий ноаниқликларга таъриф беринг.

8. Инструментал ноаниқликларга таъриф беринг.

9. Ўлчанаётган объект (асбоб)нинг ноаниқлиги деганда нимани тушунаси?

10. Оператор ноаниқликлари қайси омилларга боғлиқ?

11. Стандарт ноаниқликлар қандай баҳоланади?

12. Ноаниқликлар тўғрисида ҳисобот қандай тузилади?

---

---

## VI БОБ. ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИНИНГ ХАТОЛИКЛАРИНИ МЕЪЁРЛАШ

Ўлчаш воситаларини (ЎВ) текширишда уларнинг хатоликлари (ва шунингдек, бошқа баъзи кўрсаткичлари) белгиланган чегаралардан четга чиқиш-чиқмаслиги, улар рухсат этилган қийматлардан ортиқмаслиги аниқланади. Савол туғилади: «Хўш, бу қийматлар қандай ўрнатилади?».

Бу принципал масалани ҳал этишда иккита турли ёндошув мавжуд. Биринчи ёндошув аниқ (конкрет) ўлчаш воситалари учун аниқлик синфини белгилашдан иборат. Кўрсатишларнинг рухсат этиладиган хатоликларини аниқлик синфлари бўйича белгилаш ГОСТ 8.401-80 билан тартибланади [59]. ЎВ нинг аниқлик синфи дейилганда уларнинг асосий ва қўшимча хатоликлар билан аниқланадиган умумлашган хатоликлари тушунилади. Аниқлик синфи ўлчашлар аниқлигини бир қийматли аниқламайди. Аниқлик синфи аслида мазкур турдаги ўлчаш воситалари учун хатоликнинг энг юқори, кафолатланган қийматини беради. Бунда мунтазам ва тасодифий хатоликлар ажратилмайди. Иккала турдаги хатолик асосий ва қўшимча хатоликнинг чегараси кўринишида меъёрланади. ГОСТ 8.401-80 да хатоликларнинг тизимли ва тасодифий ташкил этувчилари учун меъёрларни алоҳида кўрсатиш кўзда тутилган ва шунингдек, уларнинг динамик характеристикаларини ҳисобга олиш зарур бўлган ЎВ учун аниқлик синфларини белгиламайди. ЎВ нинг хатолиги сон билан ёки нисбатан содда формула билан ифодаланиши мумкин бўлган ҳоллардагина аниқлик синфлари белгиланади (тайинланади).

ЎВ хатоликларини аниқлик синфлари ёрдамида меъёрлаш муҳим камчиликларга эга бўлиб, улар ЎВ нинг турлича келиб чиқишга эга бўлган хатоликлари жамланиб, битта сон кўринишида ифодаланишидан иборат. Бунда ЎВ хатолиги мунтазам ташкил этувчисининг катталиги (миқдори) қанча ва тасодифий ташкил этувчисининг катталиги қанча эканлигини аниқлаш мумкин бўлмайди.

Агар бунда ЎВ бошқа ЎВ лари билан биргаликда, масалан, ўлчаш комплекси таркибида фойдаланилса, умумий хатоликни

аниқлаш қийинлашади. Яна бир камчилиги шуки, хатолик кўпчилик ҳолларда ошириб юборилган бўлади. ЎВ нинг рухсат этиладиган хатолиги ҳақида эмас, балки рухсат этилган хатоликнинг юқори чегараси ҳақида гапирилиши тасодифий эмас. Агар ўлчаш воситалари партияси ишлаб чиқарилган бўлса, у ҳолда уларнинг ҳаммаси ҳам хатоликнинг чегаравий қийматига эга бўлавермайди, бироқ ҳисоб-китобларда хатоликнинг аниқлик синфига мос чегаравий қийматидан фойдаланишга тўғри келади.

ЎВ хатоликларини аниқлашга оид янгича ёндошув ГОСТ 8.009-84 «Ўлчаш воситаларининг метрологик тавсифларини меъёрлаш ва фойдаланиш»да ўз аксини топган [60]. Ушбу стандарт ЎВ ни ишлаб чиқаришда маълум бўлиши шарт бўлган метрологик тавсифларни ўз ичига олади. Меъёрланадиган тавсифлар тўла бўлиши ва ЎВ хатоликларини фақат меъерий шароитлардагина эмас, балки аниқ ишлатиш шароитларида ҳам ҳисобларни бажаришга имкон бериши лозим. Бу усулнинг афзалликларига қарамасдан, ЎВ хатоликларини аниқлик синфи асосида баҳолаш электр ўлчов воситаларида нисбатан анча кенг тарқалган ва уни батафсил кўриб чиқишимиз мақсадга мувофиқдир.

## 6.1 Ўлчаш воситаларининг аниқлик синфлари

Аниқлик синфларини стандарт абсолют ва нисбий хатолик катталикларига асосан белгилайди. Рухсат этиладиган асосий абсолют хатолик чегараси қуйидаги учта усулнинг бири орқали ифодаланиши мумкин: ўлчанаётган « $x$ » катталикнинг исталган қийматлари учун доимий бўлган ва аддитив хатоликни тавсифлайдиган

$$\Delta_x = \pm a \quad (6.1)$$

сон билан; аддитив хатоликни ҳам, мультипликатив хатоликни ҳам ҳисобга олувчи икки ҳадли

$$\Delta_x = \pm(a + bx) \quad (6.2)$$

формула кўринишида.

Ҳамда ушбу

$$\Delta_x = f(x) \quad (6.3)$$

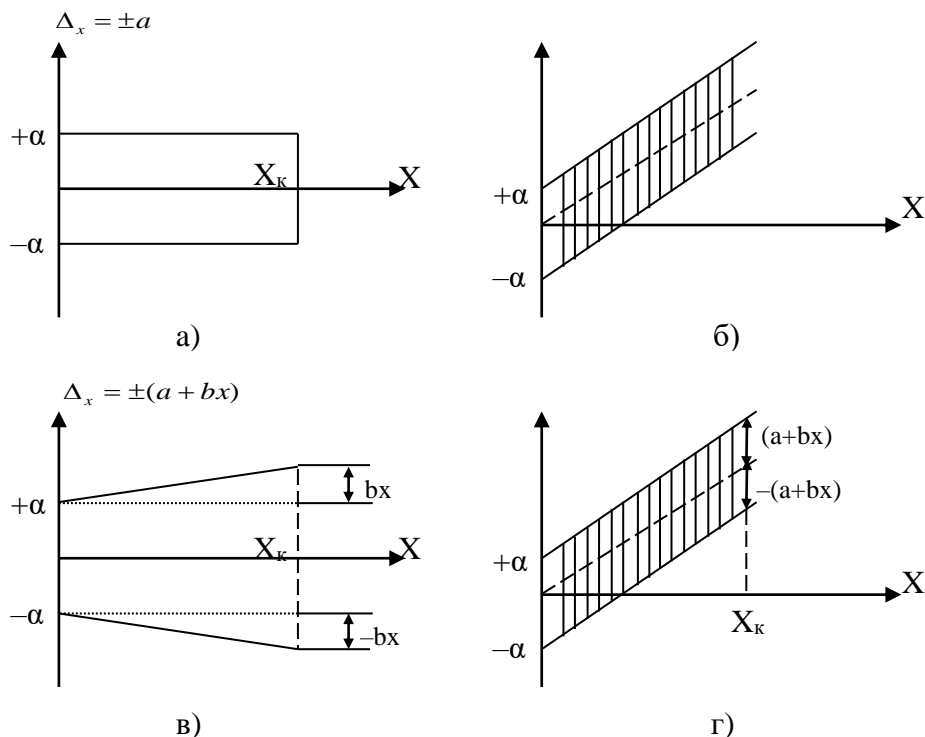
формула кўринишида.

(6.1) формулани қўллашда абсолют хатоликларнинг чегаралари ўзгармас деб фараз қилинади. График нуқтаи-назардан бу 6.1-а расмда кўрсатилган.

Бундай кўринишдаги хатолик аддитив хатолик номи билан аталади. У кўрсаткичли асбобда, ўлчашлар олдидан, ноль кўрсатиш ўрнатилмаган ҳолда содир бўлади. 6.1-б расмда ўлчаш воситаларининг ўзгартириш тавсифи  $y = \varphi(x)$  кўрсатилган бўлиб, у ўлчаш воситаси кўрсатишининг кириш сигналига боғлиқлигини ифодалайди. Бу ҳолда ўзгартириш тавсифининг мумкин бўлган оғишлари соҳаси 6.1-б расмда штрихлаб кўрсатилган. Бу соҳанинг чегаралари ўзгартиришнинг 6.1-б расмда белгиланган идеал тавсифига параллелдир. 6.1-в расмда асбоб хатолиги  $\Delta_x = \pm(a + bx)$  формулага асосан меъёрланадиган ҳол учун рухсат этиладиган майдон кўриниши тасвирланган. Ўлчаш воситасининг тегишли ўзгартириш функцияси ва рухсат этиш майдони 6.1-г расмда тасвирланган.

6.1-в ва 6.1-г расмлардан кўришиб турибдики, ЎВ кўрсатиши ошиб бориши билан рухсат этиш майдони кенгайиб боради. Хатоликни формулага мувофиқ равишда меъёрлашда ЎВ фақат аддитив хатоликдан ташқари бошқа ташкил этувчига ҳам эгаллиги назарда тутилади. Хатоликнинг ўлчанаётган катталиқка боғлиқ бўлган иккинчи ташкил этувчиси мультипликатив хатолик дейилади. (6.2) формулада « $a$ » коэффициент хатоликнинг аддитив ташкил этувчисини, « $b$ » эса мультипликатив ташкил этувчисини акс эттиради. Агар мультипликатив ташкил этувчисини акс эттирадиган « $b$ » коэффициент нолга тенг бўлса, у ҳолда (6.2) формула (6.1) формулага айланади. Фақат мультипликатив ташкил этувчи иштирок этадиган, яъни  $a = 0$  ва  $\Delta_x = bx$  бўладиган ҳол бўлиши мумкин. Бу ҳолда рухсат этиш майдони 6.2-а расмда кўрсатилган кўринишни олади.

Ўзгартириш функциясига нисбатан мос рухсат этиш майдони 6.2-б расмда кўрсатилган.

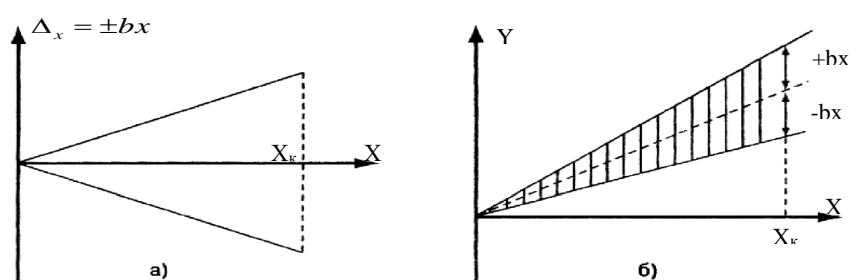


6.1-расм.

Аниқлик синфларини белгилашда рухсат этиладиган нисбий хатоликлар чегараларидан ҳам фойдаланилади. (6.2) ҳол учун рухсат этиладиган нисбий хатолик чегаралари

$$\delta_x = \pm \frac{\Delta_x}{X} = \pm q \quad (6.4)$$

формула билан ифодаланади.



6.2-расм.

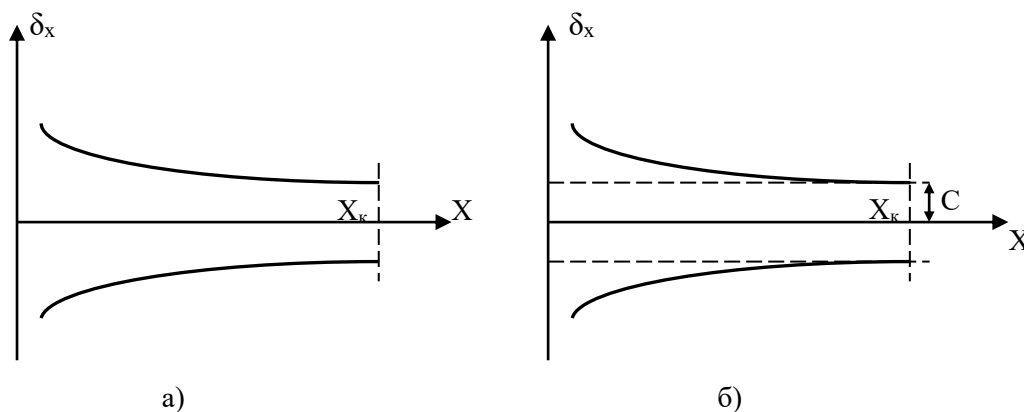
Абсолют хатолик диапазонининг бошидан охирига томон монотон ортган ҳолда (6.1-б расм ва (6.1) формула) рухсат этиладиган нисбий хатолик чегараси ушбу формула билан аниқланади:

$$\delta_x = \pm \left[ c + d \left( \frac{X_k}{x} - 1 \right) \right], \quad (6.5)$$



бу ерда  $c$  ва  $d$  – ўзгармас сонлар,  $X_k$  – ўлчаш чегараси,  $x$  – ўлчанаётган катталиқ.

(6.4) ва (6.5) формулалар учун рухсат этиш майдонлари, мос равишда, 6.3-а ва 6.3-б расмларда кўрсатилган.



6.3-расм

6.1–6.3- расмлардаги графиклардан (6.1-а расмдаги графиклар бундан мустасно) кўриниб турибдики, абсолют ва нисбий хатоликларнинг катталиклари ўлчанаётган катталиқка боғлиқ. Бошқача айтганда, ўлчаш воситаларининг хатоликлари шкаланинг турли нуқталарида турлича бўлади. Бу ҳолат ўлчаш воситалари хатоликларини аниқлик синфи бўйича меъёрлашда ҳисобга олинади. Меъёрлаш қоидалари шундай белгиланадики, бунда аниқлик синфи бўйича, биринчидан, ўлчаш воситаларининг бири бири билан қиёслаш мумкин бўлсин, иккинчидан, аниқ катталиқни ўлчашда зарурат туғилганда хатоликни ҳисоблаш мумкин бўлсин.

Ўлчаш воситаларини аниқлик синфи асосида қиёслаш меъёрлаш нисбий хатолик асосида бажарилганидагина амалга оширилиши мумкин. Ҳақиқатан, иккита частотани абсолют хатолик бўйича қиёслашда 1 MHz хатолик ўлчаш диапазони 10 MHz бўлган частоталар учун йўл қўйиб бўлмайдиган даражада катта ва диапазони 10 GHz бўлган частоталар учун жуда кичик бўлади. Аслида эса нисбий хатолик бўйича баҳолаш биринчи ҳолда хатолик 10%, иккинчи ҳолда эса 0,01% эканлигини кўрсатади. Иккинчи частоталар аниқроқ эканлиги равшан.

$c$  коэффициентнинг маъносини аниқлаштириш учун рухсат этилган хатолик чегараси (6.5) формула билан меъёрланган асбоб ўлчаш диапазони чегарасининг юқори қийматига тенг қийматни:  $x = X_k$  ни кўрсатди, дейлик. Бу ҳолда кичик қавслар ичидаги ифода нолга тенг бўлади ва биз рухсат этиладиган нисбий хатолик

чегараси  $\delta_x = c$  бўлишини ҳосил қиламиз. Шундай қилиб,  $c$  – асбобнинг максимал кўрсатишида нисбий хатоликнинг рухсат этиладиган чегараси.  $d$  коэффициентнинг маъносини ойдинлаштириш учун (6.5) формулани бундай алмаштирамиз:

$$\Delta_x = \frac{1}{100} [d \times X_k + (c - d)x] \quad (6.6)$$

Агар асбоб кўрсатиши нолга тенг (яъни  $x=0$ ) бўлса, у ҳолда  $\Delta_\delta = \frac{1}{100} dX_k$ . Бундан кўришиб турибдики,  $d$  – асбоб нолни кўрсатганида рухсат этилган хатоликнинг ўлчашлар юқори чегараси бўйича процентларда ифодаланган чегараси.  $c$  ва  $d$  коэффициентлар айирмаси асбоб кўрсатиши камайганида нисбий хатоликнинг ортишини, худди (6.5) формуладаги ифода асбоб кўрсатишлари камайганида нисбий хатоликнинг ортишини тавсифлаганидек, тавсифлайди. (6.5) формула нисбатан юқори аниқликдаги ўлчаш воситалари хатоликларини, қаршиликларнинг кўп хонали ўлчовларини меъёрлашда кенг қўлланилади.

Ўлчаш воситаларини аниқлиги бўйича қиёслаш қулай бўлиши учун келтирилган хатолик тушунчаси киритилган. Келтирилган хатолик ушбу формула асосида аниқланиши мумкин:

$$\gamma = \frac{\Delta_\delta}{X_k} 100, \quad (6.7)$$

бу формулада  $\gamma$  – асбоб шкаласи охирги қийматига тенг бўлган меъёрловчи катталиқ.

Шундай қилиб, хатоликни меъёрлашда ўлчашлар диапазонидан қатъий назар, у конкрет асбоб шкаласининг охирги қийматида келтирилади. Шу сабабли у келтирилган хатолик деб аталади. Абсолют хатолик бўйича меъёрлашдаги каби нисбий хатолик бўйича меъёрлашда ҳам, конкрет турдаги асбоб учун рухсат этиладиган хатоликнинг юқори чегараси кўрсатилади.

(6.1–6.3) формулаларга қайтайлик. Бу ерда  $\Delta_x$  – рухсат этилган асосий абсолют хатоликнинг киришдаги (чиқишдаги) ўлчанаётган катталиқ бирликларида ифодаланган ёки шкала бўлимларида шартли ифодаланган чегаралари,  $x$  – ўлчанаётган катталиқнинг ўлчаш воситасининг киришидаги (чиқишидаги) қиймати ёки шкала бўйича саналадиган бўлимлар сони;  $a$  ва  $b$  – асбоб кўрсатишларига боғлиқ бўлмаган мусбат сонлар.

(6.4) ва (6.5) формулаларда  $\Delta_x$  – рухсат этиладиган нисбий асосий хатолик чегаралари. Одатда, нисбий хатолик процентларда ифодаланади. (6.4) формулада  $q$  – мавхум (исмсиз сон). (6.5) формуладаги  $c$  ва  $d$  – асбоб кўрсатишларига боғлиқ бўлмаган мусбат сонлар,  $X_k$  – ўлчаш чегараларининг модули бўйича каттаси (шкаланинг охириги қиймати).  $q$ ,  $c$  ва  $d$  катталикларнинг аниқ қийматлари ушбу қатордан танланади:  $1 \cdot 10^n$ ;  $1,5 \cdot 10^n$ ;  $(1,6 \cdot 10^n)$ ;  $2 \cdot 10^n$ ;  $2,5 \cdot 10^n$ ;  $(3 \cdot 10^n)$ ;  $4 \cdot 10^n$ ;  $5 \cdot 10^n$ ;  $6 \cdot 10^n$ ; ( $n = 1; 0; -1; -2$  ва ҳ.к.).

$c$  ва  $d$  катталиклар  $a$  ва  $b$  коэффициентлар орқали ушбу формулалар бўйича аниқланиши мумкин:

$$c = b + d, \quad (6.8)$$

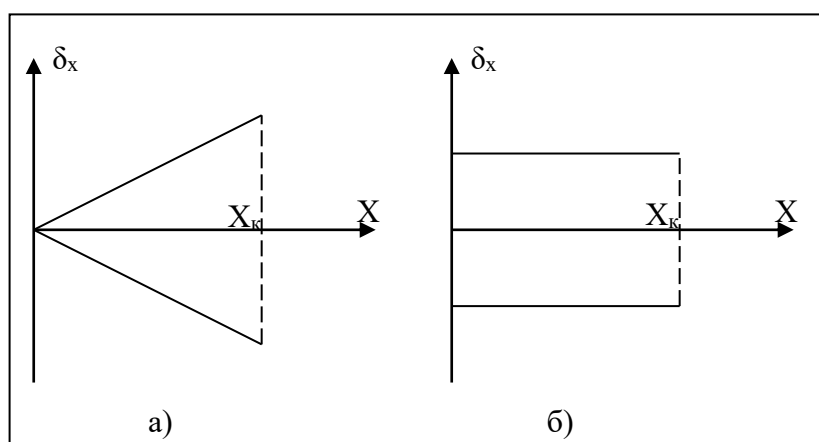
$$a = d|X_k|. \quad (6.9)$$

Ўлчаш воситалари хатоликларини меъёрлаш учун  $\Delta_x = \pm a$  ёки  $\delta_x = \frac{\Delta_x}{X_x} = \pm q$  формулаларни қўллашда ҳар бир айрим ўлчаш воситасининг хатолиги фақат мусбат ёки фақат манфий бўлгани ҳолда шу кўрсатилган меъёрдан ортмаслиги лозимлигини ҳисобга олиш керак. Аниқ ўлчаш воситаси учун хатоликларни ифодалаш усулини хатоликнинг ўлчаш диапазони бўйича ўзгариш характериға боғлиқ равишда танланади. Ўлчаш воситаси фақат аддитив хатоликка эга ёки аддитив хатолик шундай катталиқки, бунда мультипликатив хатоликни ҳисобга олмаса ҳам бўладиган ҳолда рухсат этиладиган абсолют хатолик  $\Delta_x$  нинг чегараси диапазон бўйича ўзгармас бўлади, шу билан бир вақтда рухсат этиладиган нисбий хатоликнинг чегараси гипербола бўйича ўзгаради (6.3-а расм). Бу ҳолда абсолют хатоликни кўрсатилган  $\Delta_x = \pm a$  формула бўйича меъёрлаш қулайроқдир.

Мультипликатив хатолик кўпроқ бўлган ўлчаш воситаларида, аксинча, рухсат этиладиган нисбий хатолик чегарасини меъёрлаш қулайроқ бўлади. Ҳақиқатан, (6.2) формулада  $a$  нолга тенг дейлик. У ҳолда  $\Delta_x = \pm bx$  ва демак, абсолют хатолик чегараси, 6.4-а расмда кўрсатилганидек, чизикли қонун бўйича ўзгаради.

Рухсат этиладиган нисбий хатолик чегараси  $\delta_x = \pm \frac{\Delta_x}{X} = \pm b$  ўлчанаётган катталиқка боғлиқ эмас (6.4-б расм) ва демак, ўлчаш воситасининг тавсифи битта сон билан ифодаланиши мумкин.

Жумладан, ўзгармас ва ўзгарувчан ток кўприклари хатоликлари шундай меъёрланади.



6.4-расм.

Аддитив ва мультипликатив хатоликларга эга бўлган ўлчаш воситалари хатоликларини меъёрлаш учун (6.2) ёки (6.5) формулалар қўлланилади, шу билан бирга  $a$  ва  $b$  ёки  $c$  ва  $d$  коэффициентлар қийматларини бериш етарлидир. Бу формула рақамли асбоблар, кўп хонали ўлчовлар каби юқори аниқликли ўлчаш воситалари хатоликларини меъёрлаш учун кенг қўлланилади.

Масалан, Р307 потенциометрининг асосий хатолиги ушбу формула билан аниқланади:

$$\Delta = \pm(0.5 + 150U) \times 10^{-6} B,$$

бунда  $a = 0,5 \cdot 10^{-6}$ ,  $b = 150 \cdot 10^{-6}$ .

Фақат абсолют хатоликни билиш ўлчаш диапазонлари турлича бўлган асбобларни ўзаро қиёслашга имкон бермайди. Хатоликларни (6.4) формула ёрдамида баҳолаш эса буни бажаришга имкон беради.

Хатоликларни меъёрлашнинг юқорида санаб ўтилган усулларида ташқари рухсат этиладиган нисбий хатолик чегараларини қуйидагича ифодалаш усулини белгилаб беради:

$$\Delta_x = A \lg \left( 1 + \frac{\Delta_x}{X_\mu} \right), \quad (6.10)$$

бу ерда  $\Delta_x$  – абсолют хатолик;  $X_\mu$  – ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қийматлари;  $A = 10$  – кувват, энергия, энергия зичлиги ва бошқа энергетик қийматларни ўлчашда;  $A = 20$  – кучланиш, ток

кучи, майдон кучланганлиги ва бошқа куч катталикларини ўлчашда.

Рухсат этиладиган хатоликлар чегараларини абсолют ва нисбий хатоликлар шаклида ушбу кўринишларда ҳам аниқланади:

– ўлчанаётган катталик ёки таъсир этаётган катталик қийматларининг чизикли функцияси сифатида:

$$\Delta_x; \delta_x = a_0 + a_1 x_x. \quad (6.11)$$

Полином сифатида:

$$\Delta_x; \delta_x = \sum_{i=0}^n a_i x_i^{mi}. \quad (6.12)$$

$\Delta_x$  ва  $\delta_x$  ни, шунингдек, жадвал ёки график кўринишида ифодалашга ҳам рухсат этилади. Турли ўлчаш воситалари аниқлик синфлари белгиланишлари ва хатоликларни ҳисоблаш учун формулалар 6.1-жадвалда келтирилган.



## **6.2 Ўлчаш воситаларининг метрологик тавсифларини меъёрлаш**

### **6.2.1 Ҳал этиладиган масаланинг асосий хусусиятлари**

Ўлчаш воситаларининг хатоликларини аниқлик синфини белгилаш йўли билан меъёрлашда ўлчаш воситасига абсолют ёки нисбий хатоликнинг бирор рухсат этиладиган қиймати берилади. Бу чегаранинг миқдори хатоликнинг юқоридан чегараси бўлади, яъни мазкур турдаги асбобларнинг кўплаб образлари учун орттирилган бўлади.

Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида қўлланилаётган ўлчаш воситаларининг аниқлигига қўйилаётган талаблар доимо ошиб бормоқда. Ўлчаш воситалари қўлланилаётган конкрет шароитларда улар хатолигининг кўпроқ ҳаққоний бўлган баҳоси зарур. Бир қатор ҳолатларда ўлчаш воситасининг индивидуал метрологик тавсифларини аниқлаш ва улар ёрдамида реал хатоликни ҳисоблаб топишга тўғри келади. Шунингдек, хатоликнинг айрим ташкил этувчиларини баҳолаш имкониятига эга бўлиш ҳам муҳимдир, чунки бир қатор ҳолларда, маълум ўлчаш усулларини қўллаб, уларни йўқотиш ёки камайтириш мумкин бўлади.

6.1-жадвал

Аниқлик синфининг белгиланиши		Хатоликни ифодалаш формула	Асосий хатоликни руҳсат этиладиган чегаралари		
Хужжатда	Ўлчаш воситасида		Абсолют хатолик, $\Delta_x$	Нисбий хатолик, $\delta$ %	Келтирилган хатолик, $\gamma$ %
1. Аниқлик синфи р (масалан, 0, 5)	Р - агар ўлчанаётган катталиқ бирликларида ифодаланган бўлса,  -агар $X_M$ шкала узунлиги билан аниқланса.	Келтирилган $\gamma = \frac{\Delta}{X_M} \cdot 100 = \pm p$ $X_M$ -меъёрловчи катталиқ	$\pm p \frac{X_M}{100}$	$\pm p \frac{X_M}{x}$	$\pm p$
2. Аниқлик синфи q (масалан, 0, 1)		Нисбий $\delta = \frac{\Delta}{X} \cdot 100 = \pm q$	$\pm q \frac{x}{100}$	$\pm q$	$\pm q \frac{x}{X_M}$
3. Аниқлик синфи c/d	c/d	Нисбий $\delta = \frac{\Delta}{X} = \pm \left[ c + d \left\{ \left  \frac{X_M}{x} \right  - 1 \right\} \right]$	$\pm \left( \frac{a + bx}{100} \right),$ бу ерда $a = bX_x,$ $b = c - d$	$\pm c + d \left( \frac{X_k}{x} - 1 \right)$	
4. Аниқлик синфи М	М	$\Delta_x = \pm a$	стандартларда кўрсатилган		
5. Аниқлик синфи С	С	$\Delta_x = \pm (a + bX_x)$	стандартларда кўрсатилган		

Буларнинг ҳаммаси ГОСТ 8.009-89 «Ўлчаш воситалари метрологик тавсифларини меъёрлаш ва фойдаланиш»нинг ишлаб чиқилишига олиб келди [60]. Бу стандарт уни қўллаш бўйича жуда батафсил услубий материал – РД50-453-84 «Ўлчаш воситалари метрологик тавсифларини меъёрлаш» билан тўлдирилган. Мазкур стандарт ўлчаш воситалари хатоликларини реал ишлатиш шароитларида ҳисоб-китоб қилишга имкон беради.

Ўлчашлар назарияси ва амалиётида эҳтимоллик назарияси ва математик статистика тамойилларига асосланадиган аниқлик кўрсаткичлари кенг қўлланилади. Бундай ёндошув қуйидагига асосланади: ўлчаш воситалари хатоликлари тасодифий функциялар бўлади ва детерминирланган, беқарорлаштирадиган омилларнинг биргаликдаги таъсири билан юзага келтирилади ва демак, ўлчаш воситасининг хатолиги уни ҳар бир текширишда тасодифий миқдор сифатида қаралиши лозим. Маълум шароитларда (вақт тайинланган, кириш катталиги доимий) ўлчаш воситаси шкаласининг ҳар бир нуқтасидаги хатолик хатолик эҳтимоллари тақсимот функцияси билан тўлиқ тавсифланади. Бироқ, бу хатоликни шкаланинг ҳар бир нуқтасида беришнинг имкони йўқ, шу сабабли бир-иккита сон танлаб олинади ва ўлчаш воситаси аниқлиги статистик тавсифланади. Шуларни ҳисобга олган ҳолда, ГОСТ 8.009-89 ўлчаш воситаларининг метрологик тавсифларини (МТ) меъёрлашнинг статистик усулларини киритган.

### **6.2.2 Ўлчаш воситаларининг меъёрланадиган тавсифларига қўйиладиган умумий талаблар**

Ўлчаш воситаларининг метрологик тавсифлари – бу ўлчаш натижалари ва хатоликларига таъсир кўрсатадиган тавсифлар бўлиб, ўлчаш воситасининг сифати ва техник даражасини баҳолаш учун, ўлчаш натижаларини аниқлаш ва ўлчаш хатолигининг асбобга боғлиқ ташкил этувчиси тавсифини ҳисобий баҳолаш учун мўлжалланган.

Ўлчаш хатолигини ҳисобий йўл билан аниқланган баҳоси, амалда унинг турли ташкил этувчилари – ўлчаш воситасининг асосий ва қўшимча хатоликлари, динамик, услубий хатолик, ўлчаш воситаларининг охириги кириш ва чиқиш импеданслари билан юзага келадиган ташкил этувчиларни (уларнинг асосий қисми тасодифий катталиклар ва тасодифий жараёнлар бўлади) жамлашга келти-

рилишига асосланиб, ГОСТ 8.009-89 меъёрланадиган МХ ларни, ўлчаш хатоликлари ташкил этувчиларини статистик ўлчаш воситалари хатоликлари ташкил этувчиларини жамлаш каби амалга оширилиши мумкин бўладиган қилиб белгилаган.

Бундан ташқари, меъёрланадиган МХ лар қуйидагиларни таъминлаши лозим:

– ўлчаш воситаларининг барча метрологик хоссаларининг батафсил тавсифини бериши;

– ўлчаш воситаларининг маълум физик хоссаларини акс эттириши;

– ўлчаш воситаларини ўзаро қиёслашнинг турли мезонларига мос баъзи ҳосилавий тавсифларини ҳисоблаш учун асос бўлиб хизмат қилиши;

– осон назорат қилиниши.

Ўлчаш воситалари мунтазам хатоликка эга бўлганлиги учун ўлчаш воситалари хатоликларини меъёрлашда статистик ёндошув дастлаб анча ғалати туюлиши ҳам мумкин. Мунтазам хатолик аниқланиши бўйича детерминирланган катталиқдир. Ҳақиқатан, аниқ ўлчаш воситаси учун мунтазам хатолик детерминирланган (сабабий боғланган) катталиқдир. Бироқ, агар бир турли ўлчаш воситалари тўпламини (мажмуини) қараладиган бўлса, мунтазам хатолик ҳар бир ўлчаш воситаси учун индивидуал, ўзига хос бўлади. Шундай қилиб, воситалар тури учун тизимли хатолик тасодифий катталиқ сифатида намоён бўлади. Шу сабабли ўлчаш воситалари МХ ларини меъёрлашда ҳам ўлчаш воситалари турининг, ҳам мазкур тур конкрет нусхасининг метрологик хусусиятларини ҳисобга олиш имкониятига эга бўлиш лозим.

### **6.2.3 Меъёрланадиган метрологик тавсифлар рўйхати (номенклатураси)**

Мазкур бандда янги атамалар пайдо бўлиши муносабати билан ҳар бир банд охирида атамаларга оид зарурий тушунчалар келтирилади. Тушунтиришлар тўғри тўртбурчак ичида келтирилган.

**а) ўлчаш натижаларини аниқлаш учун мўлжалланган тавсифлар** (тузатма киритмасдан):



Ўлчаш ўзгартгичининг, шунингдек, номсиз шкалалари ёки кириш катталиги  $f(x)$  нинг бирликларидан фарқли бирликларида даражаланган шкалалари ўлчаш асбобининг ўзгартириш функцияси;

- бир қийматли ёки кўп қийматли ўлчов қийматлари;
- асбоб ёки кўп қийматли ўлчов бўлими қиймати;
- натижани рақамли кўриниши, кодининг энг кичик разрядлари сони, кодининг энг кичик разряди бирликлари.

Ўлчаш воситаси кириш сигналининг ахборот параметри – кириш сигналининг ўлчанаётган параметрига функционал боғланган ва унинг қийматини узатиш учун мўлжалланган параметри.

Ўлчаш воситаси чиқиш сигналининг ахборот параметри – чиқиш сигналининг ўлчаш ўзгартгичи кириш сигналининг ахборот параметрига функционал боғлиқ параметри.

**б) Ўлчаш воситалари хатоликларининг тавсифлари:** ўлчаш воситалари хатолигининг мунтазам ташкил этувчиси  $\Delta_S$  нинг тавсифлари қуйидагилар орасидан танлаб олинади:  $\Delta_S$  нинг қиймати, математик кутилиш  $M[\Delta_S]$ , ўртача квадратик оғиш  $\delta[\Delta_S]$ .

Ўлчаш воситалари хатолигининг тасодифий ташкил этувчиси  $\Delta$  нинг тавсифлари:

– хатоликнинг тасодифий ташкил этувчиси  $\Delta$  нинг ўртача квадратик оғиши  $\delta(\Delta)$  ёки меъёрланган автокоррелляцияланган функция  $r_\Delta(\tau)$ , ёки хатолик тасодифий ташкил этувчисининг спектрал зичлик функцияси  $S_\Delta(\omega)$ ;

– хатолик тасодифий ташкил этувчиси  $\Delta_H$  нинг гистерезисга боғлиқлик тавсифи – кириш сигналининг вариацияси  $H$  (ўлчаш воситалари кўрсатишлари).

Ўлчаш воситаларининг таъсир кўрсатувчи катталикларга сезгирлик тавсифларини қуйидагилар орасидан танланади:

- таъсир функцияси  $\Psi(x)$ ;
- метрологик тавсифлар қийматларининг таъсир этувчи  $\xi$  катталикларнинг белгиланган чегараларда ўзгаришлари туфайли юзага келган  $\varepsilon(\xi)$  ўзгаришлари.

**Ўлчаш воситаларининг динамик тавсифлари.**

Тўла динамик тавсифлар:

- ўтиш тавсифи  $h(t)$ ;
- импульсли ўтиш тавсифи  $g(t)$ ;
- амплитуда-фаза тавсифи  $G(i\omega t)$ ;

- минимал - фазали ўлчаш воситалари учун амплитуда - частота тавсифи  $A(\omega)$ ;
- амплитуда-частота ва фаза-частота характеристикалар мажмуи;
- узатиш функцияси  $G(s)$ .

Хусусий динамик тавсифлар жумласига тўлиқ динамик тавсифларнинг исталган функционаллари ёки параметрлари киритилади:

- резонанс частотадаги амплитуда-частота тавсифи қиймати;
- ўлчашлар орасидаги вақт оралиқи тегишли ўлчамларнинг максимал частотадан ортиқ бўлмаган аналог-рақамли ўзгартгичлар ва рақамли ўлчаш асбоблари (РЎА)нинг хусусий динамик тавсифлари:

- реакция вақти  $t_r$ ;
- санокни саналаш хатолиги  $t_d$ ;
- максимал тезлик (ўлчаш тезлиги)  $f_{\max}$ ;

РАЎнинг хусусий динамик тавсифлари:

- ўзгартгичнинг реакция вақти  $t_p$ ;
- ўзгартгичнинг ўтиш тавсифи  $h(t)$ .

## 6.2.4 Метрологик тавсифларни меъёрлаш усуллари

Ўлчаш натижаларини аниқлаш учун мўлжалланган намунавий тавсифларни мазкур турдаги ўлчаш воситаларининг номинал тавсифлари сифатида меъёрланади.

Бир ёки бир неча индивидуал, лекин номинал бўлмаган тавсифлар мазкур турдаги ўлчаш воситаларининг барча нусхаларига оид бўлса, бу турдаги ўлчаш воситаларининг кўзда тутилган шароитларида индивидуал тавсиф жойлашиши лозим бўлган чегаралар (чегаравий қийматлар) меъёрланади.

Ўлчаш воситалари хатолигининг мунтазам ташкил этувчилари тавсифлари ушбуларни ўрнатиш билан меъёрланади:

- мазкур турдаги ўлчаш воситалари хатолигининг рухсат этиладиган чегаралари (мусбат ёки манфий)  $\Delta SP$  ёки;
- хатоликнинг рухсат этиладиган мунтазам ташкил этувчилари чегаралари;

– берилган турдаги ўлчашлар мунтазам ташкил этувчисининг математик кутилиши  $M[\Delta S]$  ва ўртача квадратик оғиши  $\delta(\Delta_s)$ .

Хатоликнинг тасодифий ташкил этувчисининг тавсифлари ушбу йўллар билан ўрнатилади:

– берилган турдаги ўлчаш воситалари тасодифий ташкил этувчисининг рухсат этиладиган ўртача квадратик оғиши чегараси  $\delta_p(\Delta)$  ёки

– хатоликнинг тасодифий ташкил этувчисининг рухсат этиладиган ўртача квадратик оғиши  $\delta_p(\Delta)$ , номинал меъёрланган автокорреляцион функция  $r_{\Delta_{sf}}(\tau)$  нинг ёки хатолик тасодифий ташкил этувчиси спектрал зичлиги номинал функциясининг чегаралари  $S_{\Delta_{sp}}(\omega)$  ёки бу функцияларнинг номинал функциялардан рухсат этиладиган оғишлари чегаралари.

Гистерезисдан келиб чиқадиган хатолик тасодифий ташкил этувчисининг тавсифи  $\Delta_H$  ни берилган турдаги ўлчаш воситалари чиқиш сигнали (кўрсатиши)нинг рухсат этиладиган вариацияси  $H_p$  ни (белгини ҳисобга олмасдан) ўрнатиш йўли билан меъёрланади.

Таъсир функцияларини: номинал таъсир функцияси  $\Psi_{sf}(\xi)$  ни ва ундан рухсат этиладиган оғишлар чегараларини ёки юқори  $\Psi^*(\xi)$  ва қуйи  $\Psi_*(\xi)$  чегаравий таъсир функцияларини ўрнатиш билан меъёрланади.

Таъсир функциялари тарқоклиги кўплаб нусхаларида катта бўлган ўлчаш воситалари учун чегаравий тарқоклик функциялари меъёрланади. Бунга асосан номинал таъсир тавсифи меъёрланмайди. Бундай ўлчаш воситаларини қўллашда зарурат бўлган ҳолда, уларнинг ҳар бир нусхаси учун индивидуал таъсир функцияси аниқланади. Меъёрланган чегаравий таъсир функцияларини ўлчаш воситалари сифатини назорат қилишда ишлатилади.

МТ қийматларининг таъсир кўрсатувчи катталикларнинг ўзгаришлари туфайли юзага келадиган ўзгаришларини шу таъсир кўрсатаётган катталикнинг берилган чегараларда ўзгаришида тавсифнинг рухсат этиладиган ўзгаришлари (мусбат ёки манфий) чегараларини белгилаш билан меъёрланади. Таъсир функциялари ва параметрларнинг энг катта рухсат этиладиган ўзгаришларини ҳар бир таъсир кўрсатувчи катталик учун алоҳида меъёрланади.

## 6.2.5 Меъёрланган метрологик тавсифларни тақдим этиш шакллари

Ўлчаш ўзгартгичининг номинал ўзгартириш функцияси формула, жадвал ёки график кўринишда тасвирланади. Бир қийматли ёки кўп қийматли ўлчовнинг номинал қийматлари исмли сонлар билан ифодаланади.

Ўлчаш воситалари хатоликларининг меъёрланган тавсифларини абсолют, нисбий ёки келтирилган хатоликлар учун кириш ва чиқиш сигнали ахборот параметрининг сон ёки функцияси билан тасвирланади.

Ўлчаш воситаларининг рухсат этиладиган вариацияси меъёрланган чегараси  $H_p$  ни ўлчанаётган катталик бирликлари сонидан ёки меъёрловчи қийматнинг проценти улушларида ифодаланади.

Ўлчаш воситалари хатоликлари мунтазам ва тасодифий ташкил этувчиларининг автокорреляция, спектрал зичлик номинал функцияларини, тақсимот функциялари ёки зичликларини формула, график ёки жадвал кўринишида берилади.

Метрологик тавсифлар ўзгаришларининг рухсат этиладиган чегараларини мазкур МТ нинг меъёрий шароитлардаги ҳақиқий қиймати атрофидаги ҳудуд чегаралари кўринишида тасвирланади.

## 6.2.6 Ўлчаш воситалари хатоликларини реал ишлатилиш шароитларида ҳисоб-китоб қилиш имконияти

ЎВ метрологик тавсифларини баҳолашда кўриб чиқилган комплекс ёндошув ЎВ нинг реал ишлатилиш (эксплуатация) шароитларида хатолигини ҳисоблаш ҳақидаги масалани ҳал этиш имконини беради. Кейинги вақтларда бунга жиддий зарурат юзага келмоқда.

Ўлчашлар хатолиги умумий ҳолда қатор омиллар (факторлар) билан боғлиқдир. У, энг аввало, қўлланилаётган ўлчаш воситалари хусусиятларига боғлиқ, булар ўлчашларнинг асбобий хатолиги, шунингдек, ўлчаш воситаларини қўллаш усуллари – ўлчашларни бажариш услубияти, ўлчашлар ўтказилаётган шароитлар ва бир қатор бошқа омиллардир. Алоқа корхоналарида бошқарувнинг автоматлаштирилиши муносабати билан ишлатилиш шароитлари мураккаблашмоқда ва ўлчаш тезликлари ортмоқда. Атроф-

муҳитнинг ўзгариши кўпинча ўлчаш хатоликларига таъсир кўрсатувчи омиллар бўлади. Бу шароитларда ўлчаш хатолигининг асбобий ташкил этувчисини баҳолаш ўлчаш воситаларининг реал ишлатилиш шароитларида мураккаб вазифага айланади. У фақат ўлчаш воситаларининг хоссалари ҳақидаги ахборот, яъни ЎВ нинг метрологик тавсифлари, таъсир кўрсатувчи катталиклар ва ўлчаш объектининг унга ўлчаш воситалари уланганида реакциясини аниқловчи хоссалари асосида амалга оширилиши мумкин.

МТ ҳақидаги маълумотлар, одатда, эксплуатация ҳужжатларида бўлади. Меъёрланган намунавий МТ лар ҳақидаги маълумотлар ўлчаш воситаларини самарали ишлатиш учун етарли бўлмаган ҳоллардагина ўлчаш воситаларининг конкрет нусхаларини уларнинг индивидуал МТ ларини аниқлаш учун тажрибавий тадқиқ қилинади. ГОСТ 8.009-89 га мувофиқ фойдаланиш ҳужжатларида ўлчаш воситаларининг конкрет турлари учун тегишли меъёрланган метрологик тавсифлар комплекси (мажмуи) белгиланган.

Бунда асбобий ташкил этувчи ўлчаш воситаларининг айрим метрологик хоссалари билан белгиланган ташкил этувчилар қатори билан ифодаланади. Тўртта ташкил этувчини ажратиш қабул қилинган:

– асосий хатолик, у ўлчаш воситалари хусусий хоссаларининг идеал эмаслиги билан, яъни меъёрий шароитларда ҳақиқий тавсифларнинг номинал тавсифлардан фарқланиши билан боғлиқ;

– кўшимча хатолик, у ўлчаш воситаларининг ташқи таъсир этувчи катталикларнинг ва кириш сигналининг ноахборотли параметрларининг уларнинг меъёрий қийматларига нисбатан ўзгариш реакцияси билан юзага келади;

– динамик хатолик – у ўлчаш воситаларининг кириш сигналининг ўзгаришига (частотаси) боғлиқ равишда юзага келади;

– ўзаро таъсир хатолиги, у ўлчанаётган хатолик қийматининг бу ўлчанаётган катталик ўлчаш воситасини ўлчаш объектига уланишидан олдин эга бўлган қийматига нисбатан мумкин бўлган ўзгариши билан боғлиқ бўлиб, уни аниқлаш ўлчашнинг мақсадидир.

Бу ташкил этувчилар тасодифий катталиклардир ва ўлчаш хатолигининг асбобий ташкил этувчиси ГОСТ 8.009-89 бўйича ташкил этувчиларининг статистик йиғиндиси (бирлашмаси) каби аниқланади. Буни ҳисобга олиш муҳим, чунки бу стандарт

киритилишидан олдин барча илмий-техник ҳужжатларда (ИТЎ) НМХ лар хатолигининг айрим ташкил этувчиларининг рухсат этиладиган қийматлари чегаралари кўринишида берилар эди. НМХ нинг бундай берилишига фақат арифметик жамлаш мос келар, бу эса хатоликнинг олдиндан маълум ортиқча баҳосига олиб келар эди. Шу сабабли ГОСТ 8.009-89 да регламентланган НМХ ларнинг принципиал хусусияти шунда бўлдики, улар ўлчаш воситаларини реал ишлатиш шароитларида ўлчашлар хатолигининг асбобий (хусусий) ташкил этувчисини фақат математик қатъийгина эмас, балки техник ўлчашлар учун тақрибий, шу билан бирга етарлича ҳаққоний баҳоларини аниқлашга имкон беради.

Конкрет турдаги ўлчаш воситасининг МХ ларини меъёрлаш реал фойдаланиш шароитларида улар хатолигининг мумкин бўлган икки модели – асосий хатоликнинг муҳим ва муҳиммас тасодифий ташкил этувчилари (модел 1 ва модел 2 деб аталади) асосида амалга оширилади.

### 6.2.7 Ўлчаш воситаси хатолигини реал фойдаланиш шароитларида ҳисоблашнинг биринчи усули

Биринчи усул ЎВ хатолигининг эҳтимолий баҳосини беради ва у модел 1 деб номланадиган усулга асосланади. Бу усул ЎВ хатоликларини бешта тавсифини ва ЎВ нинг ўлчаш объекти билан ўзаро таъсирига боғлиқ  $\Delta_{int}$  ташкил этувчини статистик бирлаштиришдан иборат:

$$(\Delta_{M1})_1 = \Delta_{OS} \times \overset{0}{\Delta_0} \times \overset{0}{\Delta_{OH}} \times \sum_{i=1}^N \Delta_{ci} \times \Delta_{dyn} \times \Delta_{int}, \quad (6.21)$$

бу ерда  $\Delta_{OS}$  – асосий хатоликнинг мунтазам ташкил этувчиси;  $\Delta_0$  – асосий хатоликнинг тасодифий ташкил этувчиси;  $\Delta_{OH}$  – асосий хатоликнинг гистерезис билан боғлиқ тасодифий ташкил этувчиси;  $\sum_{i=1}^N \Delta_{ci} \cdot \Delta_{dyn} \cdot \Delta_{int}$  – ўлчаш воситалари хатоликларининг таъсир кўрсатувчи катталикларнинг ва ўлчаш воситаси кириш сигналининг ноахборотли параметрларининг таъсири билан боғлиқ қўшимча хатоликларининг бирлашмаси;  $N$  – ҳисобга олинадиган  $\Delta_{OS}$  қўшимча хатоликлар сони.

**Биринчи усул билан ҳисоблаш учун бошланғич (асос қилиб олинадиган) маълумотлар.**

*Ўлчаш воситасининг меъёрланадиган МХ лари:*

– асосий хатолик мунтазам ташкил этувчисининг математик кутилиши  $M[\Delta_{OS}]$  ва ўртача квадратик оғиши  $\delta[\Delta]_{os}$ ; асосий хатолик тасодифий ташкил этувчисининг рухсат этиладиган ўртача квадратик оғиши  $\delta_p[\Delta]_{os}$ ; ўлчаш воситасининг нормал шароитларда рухсат этиладиган вариацияси чегараси  $H_{OP}$ , рақамли ўлчаш асбоби кодининг энг кичик разряди бирлигининг номинал қиймати  $\mu_{SF}$ ;

– номинал таъсир функцияси:

–  $\Psi_{S.sf}(\xi_j)$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$  – мунтазам ташкил этувчига;

–  $\Psi_{\delta.sf}(\xi_j)$ ,  $j = 1, 2, \dots, I$  – тасодифий ташкил этувчининг ўртача квадратик оғишига ва  $\Psi_{H.sf}(\xi_j)$ ,  $j = 1, 2, \dots, k$  – ўлчаш воситаси вариациясига;

– тўлиқ динамик тавсифлардан бири: номинал ўтиш тавсифи  $h_{sf}(t)$ , импульс тавсифи  $g_{sf}(t)$ ; амплитуда-фаза тавсифи  $H_{z_f}(j\omega)$ , номинал узатиш функцияси  $H_{z_f}(S)$ .

Таъсир кўрсатувчи  $\xi_j$  катталиклар тавсифлари:

– таъсир этувчи катталикларнинг ўлчаш воситасининг реал ишлатилиш шароитларига мос қийматлари  $\xi_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) ёки математик кутилиши  $M[\xi_j]$ , ўртача квадратик оғиши  $\delta[\xi_j]$ , энг кичик қиймати  $\xi_j$  ва энг юқори қиймати  $x_{юj}$ ,  $j = 1, 2, \dots, n(I, k)$ .

Кириш сигнали  $x$  нинг тавсифлари:

– ўлчаш воситаси кириш сигналининг спектрал зичлиги  $S_2(\omega)$  ёки автокорреляция функцияси  $R_x(t)$ .

### **6.2.8 ЎВ хатолигини реал ишлатилиш шароитларида биринчи усул бўйича ҳисоблашда асосий муносабатлар**

Ўлчаш воситаси хатолигини реал фойдаланиш шароитларида ҳисоблашнинг биринчи усули ўлчаш воситаси хатолигининг статистик моментларини аниқлашдан иборат. Таъсир кўрсатувчи параметрлар тақсимотининг қонунлари ва параметрлари ҳақидаги маълумотлар муҳандислик амалиётида, одатда, учрамайди. Ҳисоблашга оид мисолни кўриш учун таъсир кўрсатувчи катталикларнинг тавсифлари берилган, таъсир функцияларини эса чизиқли деб оламиз:

$$\psi_{s.sf}(\xi_j) = K_{s.sjf}(\xi_j - \xi_{ref.j}), \quad (6.22)$$

Бу формулада  $\psi_{s.sf}$  – маълум ( $j$ ) омилнинг, масалан, асбоб ток таъминоти кучланишининг хатоликнинг конкрет ташкил этувчисига, масалан, ўлчанган кучланиш катталигига таъсир функцияси.  $K_{s.sjf}$  катталик – пропорционаллик коэффициенти, қавслар ичидаги  $\xi_j$  ва  $\xi_{ref.j}$  катталиклар эса параметрнинг реал қиймати (мазкур ҳолда асбоб ток таъминоти кучланиши) ва унинг номинал қиймати орасидаги айирма.

Хатолик статистик ташкил этувчисининг математик кутилиши умумий ҳолда ушбу формула бўйича ҳисобланади:

$$M[\Delta_\xi] = M[\Delta_{OS}] + \sum_{j=1}^n \psi_{s.sf}(\xi_j). \quad (6.23)$$

Бу ерда жамлаш қийматлари ўлчаш momentiда мазкур ўлчов воситаси учун белгиланган меъёрий қийматлардан фарқ қилувчи  $n$  та таъсир кўрсатувчи катталик учун бажарилади.

Статистик ташкил этувчининг дисперсияси:

$$D[\Delta_\xi] = \sigma^2[\Delta_{OS}] + \left\{ \sigma_p[\Delta_0] + \sum_{j=1}^l \psi_{osf}(\xi_j) \right\}^2 + \frac{1}{12} \left[ H_{op} + \sum_{j=1}^k \psi_{Hsf}(\xi_j) \right]^2 + \frac{\mu_{sf}^2}{12}, \quad (6.24)$$

бу ерда  $l, k$  – хатолик тасодифий ташкил этувчисининг ўртача квадратик оғишига ва ўлчаш воситалари вариациясига таъсир кўрсатувчи ҳисобга олинувчи катталиклар сонлари;  $\mu_{sf}^2$  – рақамли ўлчаш асбоби кодининг энг кичик разряди бирлигининг номинал қиймати.

Агар  $\Delta_{OSP}$  чегара (ЎВ асосий хатолиги мунтазам ташкил этувчисининг чегараси)  $\delta[\Delta_{OS}]$  ни кўрсатилмасдан меъёрланган ва хатоликнинг тизимли ташкил этувчиси тақсимотининг носимметрик ва полимодал деб айтишга асос бўлмаса, у ҳолда бундай қабул қилишга рухсат этилади:

$$\sigma[\Delta_{OS}] = \frac{\Delta_{OSP}}{\sqrt{3}}. \quad (6.25)$$

Индивидуал НМХ ли ўлчов воситалари бўлган ҳолда

$$\sigma[\Delta_{OS}] = \frac{\Delta_{SM}}{\sqrt{3}} \quad (6.26)$$



қабул қилинади. Бу ифодада  $\Delta_{SM}$  – ЎВ конкрет нусхаси хатолиги чиқариб юборилмаган мунтазам ташкил этувчисининг абсолют қиймати бўйича мумкин бўлган энг катта қиймати.

Агар  $\xi$ -таъсир этувчи катталиқ учун унинг реал фойдаланиш шароитларига мос энг кичик ва энг катта  $\xi_{kj}$  ва  $\xi_{юj}$  қийматлари маълум бўлса ва таъсир этувчи катталиқларнинг бу чегаралардаги, оралиқ маркази атрофидаги соҳани истисно этганда, афзал кўринадиган қийматлари соҳасини ажратишга асос бўлмаса, у ҳолда ЎВ хатолиги тавсифларини ҳисоблаш учун ушбу формуладан фойдаланиш мумкин:

$$\sigma[\xi_j] = \frac{(\xi_{юj} - \xi_{kj})}{2\sqrt{3}}. \quad (6.27)$$

**Ўлчаш воситасининг реал ишлатиш шароитларида хатолигини ҳисоблашга оид мисол.**

Милливольтметр ушбу маълумотларга эга:

- меъёрланадиган метрологик тавсифлар:
- хатolik мунтазам ташкил этувчисининг чегараси  $\Delta_{OSP} = 10$  mV; асбоб мазкур нусхасининг асосий хатолиги тасодифий ташкил этувчиси – ўртача квадратик оғишининг рухсат этиладиган чегараси  $\sigma_p \left[ \overset{0}{\Delta} \right] = 5$  mV; асбобнинг меъёрий шароитларда  $H_{OP} = 6$  mV рухсат этиладиган вариацияси (гистерезиси);;

- температура ва ток таъминоти кучланиши таъсир функциялари номиналдир:

$$- \psi_{s.sf}(\xi_1) = K_{s.sf1}(\xi_1 - \xi_{ref1});$$

$$- \psi_{s.sf}(\xi_2) = K_{s.sf2}(\xi_2 - \xi_{ref2});$$

$$- \psi_{\sigma.sf}(\xi_1) = K_{\sigma.sf1}(\xi_1 - \xi_{ref1});$$

$$- \psi_{\sigma.sf}(\xi_2) = K_{\sigma.sf2}(\xi_2 - \xi_{ref2});$$

бу ерда;  $K_{\sigma.sf1}(\xi_1) = 0.5$  mV / °C;  $K_{s.sf2}(\xi_2) = 0.4$  mV / V;

$$K_{\sigma.sf1}(\xi_1) = 0.1$$
 mV / °C;  $K_{\sigma.sf2}(\xi_2) = 0.1$  mV / V.

Таъсир этувчи катталиқларнинг номинал қийматлари  $\xi_{ref1} = 20$  °C ва  $\xi_{ref2} = 220$  V.

Таъсир этувчи катталиқларнинг тавсифлари:

– температура таъсири ушбу чегараларда:  $\xi_{K1}=25^{\circ}\text{C}$  ва  $\xi_{Ю1}=35^{\circ}\text{C}$ ;

– ток таъминоти кучланишининг ўзгариши ушбу чегараларда:  $\xi_{K2}=200\text{ V}$  ва  $\xi_{Ю2}=230\text{ V}$ .

### Ечилиши.

Масала шартлари бўйича таъсир этувчи катталикларнинг носимметриклиги ҳақида кўрсатмалар бўлмаганлиги учун хатолик мунтазам ташкил этувчисининг математик кутилиши  $M[\Delta]_{OS} = 0$ , таъсир этувчи катталикларнинг математик кутилиши эса ораликларнинг ўрталарига мос келади деб ҳисоблаймиз, яъни

$$M[\xi_1] = 0.5(\xi_{K1} + \xi_{Ю1}) = 0.5(25 + 35) = 30^{\circ}\text{C};$$

$$M[\xi_2] = 0.5(\xi_{K2} + \xi_{Ю2}) = 0.5(200 + 230) = 215\text{V}.$$

(6.23) формулага мувофиқ:

$$M[\Delta_{\xi}] = M[\Delta_{OS}] + K_{s.s.f1}(M[\xi_1] - \xi_{ref1}) + K_{s.s.f2}(M[\xi_2] - \xi_{ref2}) = 5 - 2 = 3\text{mV}.$$

Таъсир этувчи катталикларнинг берилган тавсифлари учун ўВ хатолиги статистик ташкил этувчисининг дисперсияси  $D[\Delta_x]$  (6.24) формула бўйича ҳисобланади:

$$D[\Delta_{\xi}] = \sigma^2[\Delta_{OS}] + \sigma_p^2[\Delta_0] + K_{s.s.f1}^2(\xi_{Ю1} - \xi_{ref1}) + K_{s.s.f2}^2(\xi_{K2} - \xi_{ref2}) + K_{s.s.f1}^2\sigma^2[\xi_1] + K_{s.s.f2}^2\sigma^2[\xi_2] + H_{OP}^2/12.$$

Асосий хатоликнинг тизимли ташкил этувчисининг ( $-\Delta_{OSP}$ ,  $\Delta_{OSP}$ ) ораликдаги афзал кўринадиган қийматларини ва таъсир кўрсатувчи қийматларнинг берилган ораликлардаги афзал кўринадиган соҳасини ажратишга асослар бўлмаса, у ҳолда (6.25) ва (6.27) га асосан қуйидагиларга эга бўламиз:

$$D[\Delta_{OS}] = \frac{D_{OSP}^2}{3} = \frac{100}{3} = 33.3\text{mV}^2;$$

$$\sigma[\xi_1] = \frac{\xi_{Ю1} - \xi_{K1}}{2\sqrt{3}} = 2.9^{\circ}\text{C};$$

$$\sigma[\xi_2] = \frac{\xi_{Ю2} - \xi_{K2}}{2\sqrt{3}} = \frac{230 - 200}{2\sqrt{3}} = 8.7\text{V}.$$

Ўртача квадратик оғишларнинг олинган қийматларини ҳисобга олинса

$$D[\Delta_{\xi}] = 33.3 + (5 + 1.5 + 2)^2 + 0.25 \times 2.9^2 + 0.16 \times 8.7^2 + \frac{6^2}{12} = 123\text{mV}^2.$$

### 6.2.9 ЎВ хатолигини реал ишлатиш шароитларида иккинчи усул билан ҳисоблашда асосий муносабатлар

ЎВ хатолигини реал ишлатиш шароитларида ҳисоблашнинг иккинчи усули асосида ишончлилик оралиқи қўйилган бўлиб, унинг ёрдамида хатолик 1 га тенг ишончлилик эҳтимоллиги билан ҳисобланади.

ЎВ нинг реал ишлатилиш шароитларидаги хатолиги  $P = 1$  эҳтимоллик билан жойлашган оралиқнинг қуйи  $\Delta_{\check{B}.к.}$  ва юқори  $\Delta_{\check{B}.ю.}$  чегаралари ушбу формулалар бўйича аниқланади:

$$\Delta_{\check{B}.ю.} = \Delta_{OP} + \sum_{j=1}^n \Delta_{cj} \quad (6.28)$$

$$\Delta_{\check{B}.п.} = -\Delta_{\check{B}.ю.}, \quad (6.29)$$

бу ерда ҳақиқий қийматдан оғиш симметрик деб ҳисобланади. (3.28) формулада  $\Delta_{OP}$  – рухсат этиладиган асосий хатоликлар, яъни нормал ишлатиш шароитларидаги хатоликлар чегараси;  $\Delta_{cj}$  – қўшимча хатоликлар. Бундай ташкил этувчилар сони  $n$  реал ишлатиш шароитларида ЎВ нинг хатолигига муҳим таъсир этадиган барча катталиклар сонига тенг бўлиши лозим. Бу ташкил этувчилар йиғиндиси асбоб ишлатиш шароитларининг меъёрий шароитларда четга чиқишидаги қўшимча хатоликни аниқлайди. Реал ишлатилиш шароитларида ЎВ хатолигини ҳисоблашнинг иккинчи усули асосий хатоликнинг тасодифий ташкил этувчиси ҳисобга олинмаса ҳам бўлади, деб ҳисоблаш мумкин бўлган ҳоллардагина қўлланилиши мумкин.

Шунга эътибор бериш керакки, агар (6.28) формулада қўшимча хатоликлар йиғиндисини нолга тенг деб олинса (бу ЎВ ни меъёрий шароитларда ишлатишга мувофиқдир), у ҳолда хатолик чегаралари асосий хатоликнинг чегараси билан аниқланади, яъни бу ҳолда биз ЎВ нинг хатоликларини аниқлик синфларидан фойдаланишга хос бўлган усулда меъёрлашга келамиз.

Мазкур ҳолда ҳисобланган хатолик оралиқи хатоликларнинг барча мумкин бўлган, шу жумладан, камдан кам амалга ошадиган қийматларини ҳам қамраб олувчи изланаётган асбобий хатоликнинг юқоридан қўпол баҳосини ифодалайди.

Асосий кўпчилик ўлчашлар учун бу оралиқ ўлчаш хатоликларининг асбобий ташкил этувчилари аслида жойлашган

оралиқдан жуда катта бўлади. Хатолик мазкур ораликда жойлашган бўлиши эҳтимоллиги бирга тенг бўлиш шарти талаб қилинаётган ўлчаш аниқлигида ЎВ нинг метрологик характе-ристикаларига амалда юқори талаблар қўйилишига олиб келади.

**Иккинчи усул бўйича ҳисоблашга доир мисол.**

*Бошланғич маълумотлар.* ЎВнинг меъёрланадиган метрологик характеристикалари:

– милливольтметрлар асосий хатолигининг рухсат этиладиган чегараси  $\Delta OP = 20 \text{ mV}$ ;

– температуранинг меъёрий қиймат  $20^\circ\text{C}$  дан ўзгариши билан юзага келадиган хатоликнинг рухсат этиладиган энг катта ўзгариши  $\epsilon_p(\xi_1)$  температуранинг ҳар  $10^\circ\text{C}$  ўзгаришига  $5 \text{ mV}$  ни ташкил этади;

– таъминот кучланишининг меъёрий қиймат  $220 \text{ V}$  дан ўзгариши билан юзага келадиган хатоликнинг рухсат этиладиган энг катта ўзгариш кучланиш  $\pm 10\%$  га оғанида  $10 \text{ mV}$  ни ташкил қилади;

– таъсир этувчи катталиклар чегаралари:

$$\xi_{K1} = 25^\circ\text{C}; \xi_{\text{ю}1} = 35^\circ\text{C}; \xi_{K2} = 200 \text{ B}; \xi_{\text{ю}2} = 230 \text{ V}.$$

**Ечилиши.** Қўшимча хатоликларнинг температура ўзгариши ва таъминот кучланиши ўзгариши билан боғлиқ бўлган энг катта қийматларини аниқлаймиз:

$$\Delta_{c1m} = \epsilon_p(\xi_1) \frac{\xi_{a1} - \xi_{ref1}}{\Delta \xi_{e1}} = 5 \frac{(35 - 20)}{10} = 7.5 \text{ mV}$$

$$\Delta_{c2m} = \epsilon_p(\xi_2) \cdot K_2(\xi_2) = 10 \frac{230 - 220}{10 \cdot 220} \cdot 100 = 4.5 \text{ mV}.$$

$\Delta_{c1m}$  ни аниқлашда температура ўзгаришининг мумкин бўлган диапазони  $20^\circ\text{C}$  га тенг номинал қийматдан юқорида ётганлиги ҳисобга олинади, шу сабабли формулада суратга температура максимумига мос  $35$  рақами ёзилган, махражга ёзилган  $10$  катталик температура нисбий ўзгаришини ҳисоблаш имконини беради,  $5 \text{ mV}$  асбобнинг температура ўзгаришига мос, масала шартида берилган сезгирлигидир.

Иккинчи формулада  $\epsilon_p(\xi_2)$  – таъминот кучланишининг ҳар  $10\%$  ўзгаришига асбоб кўрсатишидаги  $10 \text{ mV}$  га оғиш;  $K_e(\xi_2)$  эса таъминот кучланиши ўзгариши  $(230 - 220)$ нинг меъёрий қиймат  $220 \text{ V}$  га, яъни  $10\%$  га нисбатан процентли ўзгариши; улар учун  $\epsilon_p(\xi_2)$  берилган.

ЎВ нинг хатолиги  $P = 1$  эҳтимоллик билан ётадиган оралиқнинг қуйи  $\Delta_{\check{B}.к}$  ва юқори  $\Delta_{\check{B}.ю}$  чегаралари учун ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\Delta_{\check{B}.к} = -(\Delta_{OP} + \Delta_{c1m} + \Delta_{c2m}) = -(20 + 7.5 + 4.5) = -22mV;$$

$$\Delta_{\check{B}.ю} = -\Delta_{\check{B}.к} = 22mV.$$

### Назорат саволлари

1. Ўлчаш воситаларини меъёрланган метрологик тавсифларини танлаш асосида ётган асосий тамойилларни санаб ўтинг.

2. Аниқлик синфи бўйича қандай асбоблар меъёрланади?

3. Ўлчаш воситалари хатоликларини қандай метрологик тавсифлар меъёрлашни амалга оширади?

4. Кўп марта бевосита бажарилган ўлчаш натижаларининг алгоритмини санаб ўтинг.

5. Кўп марта бажарилган бевосита ўлчашлар натижалари бўйича мунтазам хатоликларни чиқариб ташлаш учун қандай усуллар қўлланилади?

6. Нормал тақсимот қонунини баҳолаш мезонини тушунтириб беринг.

7. Уч «сигма» мезонини тушунтириб беринг.

8. Ўлчаш хатоликлари чегараси қандай аниқланади?

9. Кичик квадратлар усулининг маъноси нимадан иборат?

10. Ўлчаш натижаларининг ноаниқлигини баҳолашда халқаро тавсиялар нимадан иборат?

---

---

## VII БОБ. ЎЛЧАШ СИГНАЛЛАРИ

Илмий тадқиқотларнинг ривожланиши, замонавий радио-технологиялар ва микроэлектроника буюмларидан фойдаланиб янги қурилмалар ва тизимларнинг яратилиши, уларни ишлаб чиқаришнинг мураккаблашуви ва, шунингдек, ўлчашларнинг аниқлиги ва уларнинг тезкорлигига қўйиладиган талабларнинг ошиши бир неча юздан бошлаб бир неча минглаб физик катталикларни бир вақтда назорат қилиш ва ўлчаш заруратига олиб келди. Катта ҳажмли ўлчаш ахборотини идрок қилиш ва қайта ишлаб чиқишда одам имкониятларининг табиий физиологик чекланганлиги виртуал ахборот-ўлчаш асбоблари (виртуал асбоблар) ва тизимларнинг пайдо бўлишида асосий сабаблардан бири бўлди.

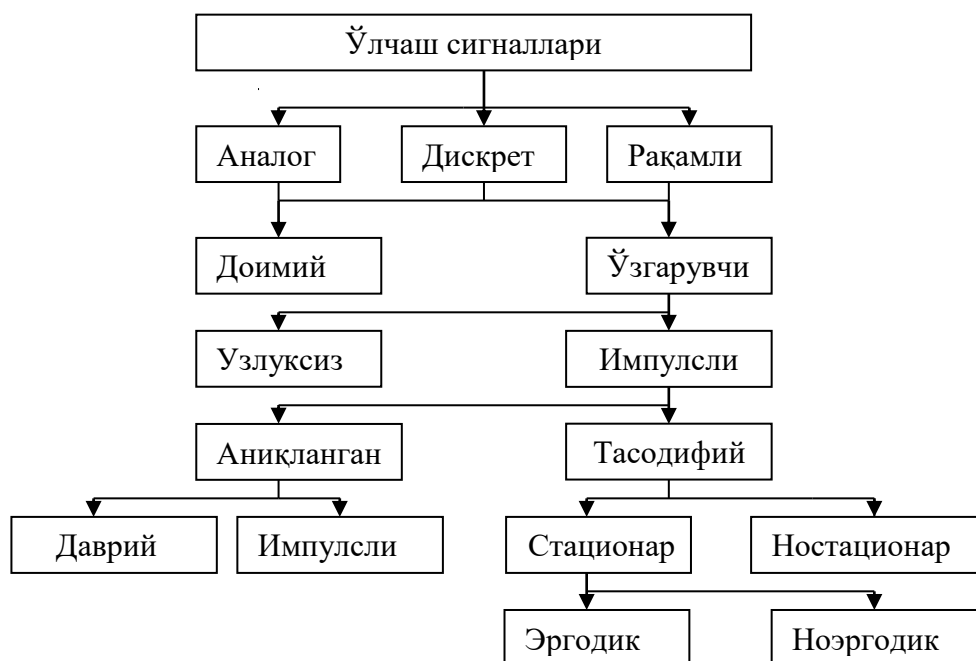
Шунинг учун қуйида ҳозирги замон ўлчаш сигналлари усуллари, воситалари ва техникаси бўйича асосий маълумотлар келтирилган.

### 7.1 Ўлчаш сигналлари ҳақида умумий маълумотлар

*Сигнал* (лотинча *signum* – белги) кузатиш объектининг ҳолати ҳақида ахборот элтувчи физик жараён (ёки ҳодиса)дир. Метрология нуқтаи назаридан *ўлчаш сигнали* деб бирор физик катталикни ифодаладиган параметрларидан бири ўлчанаётган физик катталик билан функционал боғланган ахборотни моддий элтувчисидир.

Метрологияда ўлчаш сигналлари асосан электр сигналлар бўлади ва турли математик моделлар билан тавсифланади. Электр сигналларни вақт бўйича ва спектрал (частотавий) ифодалаш ва тавсифлаш энг кенг тарқалган.

Вақт соҳасида сигналнинг ўзгаришини энг аниқ тавсифлайдиган (масалан, кучланиш кўринишида акс эттирилган сигналнинг) ва  $U$ ,  $\omega$ ,  $\varphi$  ва ҳ.к. параметрларидан бири ўлчанаётган катталикка боғлиқ бўлган маълум вақт функциялари  $U(t)=f(t, U, \omega, \varphi, \dots)$  қўлланилади.



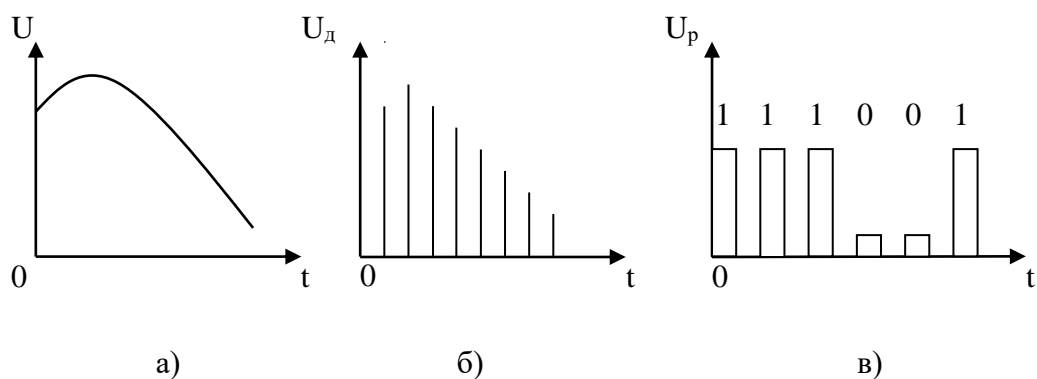
7.1-расм. Ўлчаш сигналларининг тавсифи.

Электр сигналларини спектрал тасвирлаш уларни генерациялаш, узатиш, қабул қилиш ва ишлов бериш жараёнларида алоҳида аҳамият касб этади, у аслида фойдаланилаётган аппаратуранинг параметрлари ва тавсифларини аниқлайди.

Ўлчаш сигналларининг турли белгилари бўйича умумлашган таснифи 7.1-расмда келтирилган.

Ўлчаш сигналлари ахборот вақт параметрларининг ўзгариш характери бўйича аналог, дискрет ва рақамли сигналларга бўлинади.

Агар физик жараённи вужудга келтирадиган сигнални вақтнинг узлуксиз функция  $u(t)$  кўринишида (7.2-а расм) ифодалаш мумкин бўлса, у ҳолда уни *аналог (узлуксиз) сигнал* деб аталади.



7.2-расм. Ўлчаш сигналларини ифодалаш шакли.  
а) Аналог сигнал; б) дискрет сигнал; в) рақамли сигнал

Дискрет сигнал  $U_d(t)$  нинг математик модели вақт ўқидаги нуқталар кетма-кетлигидан иборат бўлиб (7.2-б расм), уларнинг ҳар бирида тегишли узлуксиз сигналнинг амплитуда қийматлари берилган бўлади. Бу қийматлар *танланмалар* ёки *саноқлар* деб аталади. Бундай сигналлар панжарасимон функциялар билан тавсифланади.

Чекли сондаги дискрет даражаларга эга бўлган сигнални *рақамли сигнал* деб аталади, чунки даражаларни чекли сондаги хонали (разрядли) сонлар билан рақамлаш мумкин.

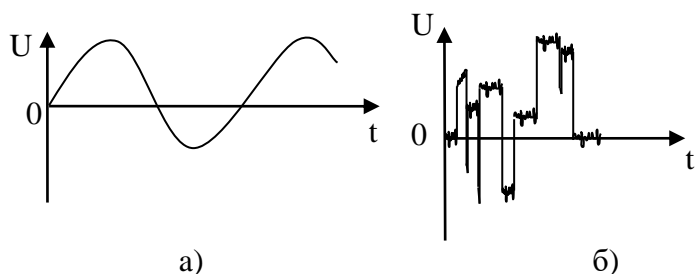
Рақамли сигналда унинг дискрет қийматлари  $U_d(t)$  лар  $U_p(t)$  сонлар билан алмаштирилади. Кўпинча, бу сонлар иккилик кодда амалга оширилган бўлиб, бу кодни кучланишлар потенциалларининг *юқори* (бир) ва *паст* (ноль) даражалари билан ифодаланади (7.2-в расм).

Вақт ичида ўзгариш характери бўйича ўлчаш сигналлирини амплитудаси вақт давомида ўзгармайдиган *ўзгармас* ва оний қийматлари вақт ичида ўзгарадиган *ўзгарувчан* сигналларга бўлинади.

Ўзгарувчан сигналлар вақт ичида узлуксиз ва импульсли бўлади. *Узлуксиз сигналларга* параметрлари вақт ичида узлуксиз ўзгарадиган сигналлар киради.

*Импульсли сигнал* – бу чегараланган вақт оралиғида нолдан муҳим фарқли чекли энергияли сигналдир.

Барча ўлчаш сигналлар математик ифодаланиши бўйича (априор ахборотнинг мавжудлик даражаси бўйича) иккита асосий гуруҳга – аниқланган (детерминирланган, регуляр) ва тасодифий сигналларга бўлинади.



7.3-расм. Ўлчаш сигналлари  
а) аниқланган; б) тасодифий

*Аниқланган сигналлар* деб, вақтнинг исталган momentiдаги оний қийматлари аниқ маълум, яъни бирга тенг эҳтимоллий билан олдиндан айтиш мумкин бўлган радиотехник сигналларга айтилади.

Ўлчаш ўлчовларининг сигналлари аниқланган сигналлар бўлади. Масалан, гармоник сигнал генераторининг чиқиш сигнали (7.3-а расм) амплитуда, частота ва бошланғич фазанинг қийматлари билан тавсифланади,



булар эса унинг бошқарув органларида ўрнатилган. Аниқланган сигналлар *даврий* ва *импульсли* бўлади.

*Тасодифий сигналлар* – бу оний қийматлари вақтнинг исталган моментларида номаълум ва бирга тенг эҳтимоллик билан олдиндан айтилиши мумкин бўлмаган катталиқдир (7.3-б расм).

Тасодифий сигналлар стационар ва ностационар сигналларга бўлинади. Статистик тавсифлари вақт ичида ўзгармайдиган сигналлар *стационар сигналлар* дейилади. Қолган тасодифий сигналлар *ностационар сигналлар*дир. Стационар тасодифий сигналлар *эргодик* ва *ноэргодик сигналлар* бўлади.

### **Халақитларнинг таснифи**

Одатда, ўлчаш сигналлари ўлчаш воситаларида камдан-кам соф кўринишда таъсир қилади – уларга халақитлар қўшилади. *Халақит* деб ўлчаш сигнали билан бир жинсли ва у билан бир вақтда таъсир қиладиган электр тебранишни тушунилади. Унинг мавжудлиги ўлчаш хатолигининг пайдо бўлишига олиб келади. Халақитлар бир қатор белгилар хатолигининг пайдо бўлишига олиб келади. Халақитлар бир қатор белгилар бўйича таснифланади.

Ўлчаш схемасида пайдо бўлиш жойи бўйича халақитлар ташқи ва ички халақитларга бўлинади.

*Ташқи халақитларнинг* пайдо бўлиш сабаби табиат жараёнлари ва турли техник тизимларнинг ишлашидан иборат бўлади. Турли техник тизимлар турли электротехник қурилмаларнинг электр занжирларида токнинг кескин ўзгаришлари туфайли юзага келадиган ва *саноат халақитлари* деб аталадиган халақитларни яратади. Буларга электр транспорти, электрдвигателлар, тиббиёт қурилмалари, ички ёнув двигателларининг ЎТ олдириш тизими ва шу кабилардан келадиган халақитлар тааллуқлидир.

*Ички халақитлар* ўлчаш қурилмасининг ўзи ишлаётганида рўй берадиган жараёнлар билан боғлиқдир. Амалда исталган частоталар диапазонида радиотехник қурилмаларнинг аппаратурадаги кучайтириш асбоблари, резисторлар ва бошқа элементларда заряд элтувчиларнинг хаотик ҳаракати билан боғлиқ ички шовқинлари бўлади.

Ўлчаш сигнали ва шовқиннинг икки бирикмаси бўлиши мумкин. Агар ўлчаш сигнали шовқин билан қўшилса, у ҳолда *аддитив халақит* бўлади. Ўлчаш сигнали ва шовқин ўзаро кучайтирилганда *мультипликатив халақит* пайдо бўлади.

Аддитив халақитларни асосий хоссалари бўйича уч синфга ажратиш мумкин: спектр бўйича ғужланган (тор полосали халақитлар), импульсли халақитлар (вақт бўйича ғужланган) ва вақт бўйича ҳам, спектр бўйича ҳам чегараланмаган флукуацион халақитлар.

Частоталар спектрининг тури бўйича халақитлар, шунингдек, оқ ва ностационар шовқинларга бўлинади. Оқ шовқиннинг спектрал ташкил этувчилари бутун частоталар диапозони бўйича текис тақсимланган бўлади. Ностационар шовқин нотекис тақсимотга эга.

*Спектри бўйича ғужланган халақитлар* деб, қувватининг асосий қисми частоталар диапозонининг радиотехник тизим ўтказиш полосасидан кичик бўлган айрим участкаларида жойлашган халақитларга айтилади.

*Импульсли халақитлар* деб фойдали сигнал билан бир жинсли бўлган импульсли сигналларнинг регуляр ёки хаотик кетма-кетлигига айтилади. Бундай халақитларнинг манбалари радиотехник занжирларнинг ёки у билан ёнма-ён ишлаётган қурилманинг рақамли ва коммутацияловчи (улаб-узувчи) элементлари бўлади. Импульсли ва ғужланган халақитлар радиотехникада кўпинча таъсир кўрсатувчи (*наводкалар*) деб аталади.

*Флукуацион халақит* (шовқин) нормал тақсимотли тасодифий жараёндан иборат. Бу халақит тури барча реал ўлчаш каналларида бўлади ва уларни кўпинча *шовқинлар* деб аталади.

Электр халақитларнинг катта қисмини экранлаш, асбобларни ерга улаш, махсус филтрлаш усуллари кўллаш билан бартараф этиш мумкин.

## 7.2 Ўлчаш сигналларининг математик тавсифи

Импульсли ва рақамли ўлчаш тизимларида бўладиган *ёрдамчи сигналлар* маълум шаклдаги импульсларнинг турли кетма-кетлигидан иборат бўлади. Бундай шакллардан бири – тўғри тўртбурчакли импульсдир. Импульсли даврий ва якка сигналлар анча кенг спектрал таркибга эга.

### **Даврий ва импульсли ўлчаш сигналлари**

*Даврий сигналлар.* Даврий сигнал доимий вақт оралиқларида такрорланадиган (7.4-а расм) ва  $u(t) + u(t+nT)$  шартни

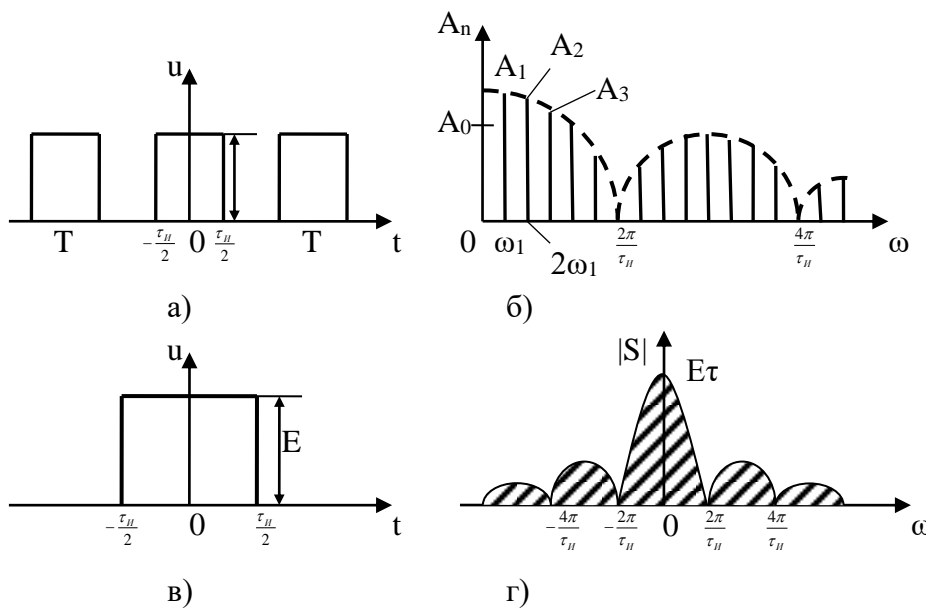
қаноатлантирадиган ҳар қандай ўлчаш сигналига айтилади, бу ерда  $T$  – импульсларнинг такрорланиш (келиш) даври;  $n = 0, 1, \dots$

Импульсларнинг даврий кетма-кетлиги

$$u(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} u_0(t - nT) \quad (7.1)$$

қатор билан тавсифланади, бу ерда  $u_0(t)$  – якка импульснинг шакли бўлиб, қуйидаги параметрлар билан ҳисобланади:

амплитуда (баландлик)  $E$ , давомийлик (кенглик)  $T_u$ , келиш даври  $T=1/F$  ( $F=\omega_1/2\pi$  – циклик келиш частотаси); импульсларнинг вақт ичида такт нуқталарига нисбатан вазияти.



7.4-расм.

Якка тўғри тўртбурчакли импульс (7.4-а расм)

$$u(t) = E[\sigma(t + \tau_u/2) - \sigma(t - \tau_u/2)], \quad (7.2)$$

тенглама билан тавсифланади, яъни у вақт ичида  $t_u$  га сурилган функция  $s(t)$  нинг (уланиш функциялари ёки Хевисайд функцияларининг) айирмаси сифатида шаклланади.

Тўғри тўртбурчакли импульслар якка импульсларнинг қуйидаги маълум йиғиндисидан иборат:

$$u(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} E[\sigma(t + kT + \tau_u/2) - \sigma(t - kT - \tau_u/2)]. \quad (7.3)$$

Тўғри тўртбурчакли импульс даврининг узунлигига нисбати  $q=T/t_u$  ўтказишга мойиллиги деб аталади.

Даврий сигнални Фурье қаторининг тригонометрик шакли билан ифодалаймиз:

$$U(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\omega_1 t + b_n \sin n\omega_1 t) \quad (7.4)$$

Бу муносабатда

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} u(t) dt - \text{ўзгармас ташкил этувчи,} \quad (7.5)$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} u(t) \cos n\omega_1 t dt - \text{косинусоидал ташкил}$$

этувчиларнинг амплитудалари; (7.6)

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} U(t) \sin n\omega_1 t dt - \text{синусоидал ташкил этувчиларнинг}$$

амплитудаларидир. (7.7)

(7.4)ни кўпинча Фурье қаторининг ушбу эквивалент шакли билан ифодалаш қулай бўлади:

$$u(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\omega_1 t - \varphi_n), \quad (7.8)$$

бу ерда  $A_0 = a_0/2$ ,  $A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$ ;  $\varphi_n = \arctg(b_n/a_n)$  – сигналнинг  $n$ -гармоникасининг амплитудаси ва бошланғич фазаси.

Даврий сигнал *чизиқли* (дискрет) *спектра* эга.  $\omega_1 = 2\pi/T$  частотали спектрал ташкил этувчини радиотехникада даврий сигналнинг *биринчи (асосий) гармоникаси*,  $n\omega_1$  ( $n>1$ ) частотали ташкил этувчиларни эса *юқори гармоникалари* деб аталади.

Сигналнинг спектри ҳақида спектрал диаграммаси бўйича жуда яққол хулоса чиқариш мумкин, яъни амплитуда-частотавий ва фаза-частотавий спектрлари билан фарқ қилинади. Гармоник ташкил этувчиларнинг  $A_n$  амплитудалари тўплами *амплитудалар спектри*,  $\varphi_n$  фазалар тўплами эса *фазалар спектри* номи билан юритилади.

Спектрал диаграммаларда абсциссалар ўқи бўйлаб жорий частотани, ординаталар ўқи бўйлаб таҳлил қилинаётган сигналнинг тегишли ташкил этувчи гармоникаларининг ҳақиқий (7.4-б расм) ёки комплекс амплитудасини ёки фазасини кўйилади. Даврий сигналнинг спектри баландликлари тегишли гармоникаларнинг амплитудаларига тенг бўлган алоҳида чизиқлардан иборат бўлса, у ҳолда у *чизиқли ёки дискрет сигнал* деб аталади.

Сигнал спектри биринчи гармоникасининг частотаси импульсларнинг келиш частотаси  $f_1 = \omega_1(2\pi) = 1/T$  га, иккинчи гармоникасининг частотаси импульслар келиш частотасининг иккилангани  $2f_1$  га тенг ва ҳ.к. Гармоникаларнинг амплитудалари уларнинг тартиб рақами ортиши билан камаяди, шунинг учун, агар схеманинг ўтказиш полосаси  $1/t_n$  дан  $3/t_n$  гача чегараларда ётса, у узатилаётган импульсли сигналга сезиларли бузилишлар киритмайди, деб ҳисобланади.

**Нодаврий (импульсли) сигналлар.** Ўлчашлар амалиётида физик катталиқни унчалик катта бўлмаган вақт оралиғида акс эттирадиган нодаврий сигналлар ҳам учрайди (7.4-в расм). Бу сигналлар яхлит спектрга эга ва қуйидаги Фурье интеграл алмаштиришлари билан тавсифланади:

$$S(\omega) = \dot{S}(\omega) = S(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} u(t)e^{-j\omega t} dt; \quad (7.9)$$

$$u(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega)e^{j\omega t} d\omega. \quad (7.10)$$

(7.9) ва (7.10) муносабатларни мос равишда *Фурьенинг тўғри ва тесқари алмаштиришлари* деб аталади. Улар вақтнинг ҳақиқий функцияси (сигнал)  $u(t)$ ни ва частотанинг комплекс функцияси  $S(\omega)$ ни ўзаро боғлайди.

**7.1-мисол.**  $E$  амплитудали ва  $t_n$  давомийликка эга бўлган тўғри тўртбурчакли кучланиш импульсининг спектрал зичлиги аниқлансин (7.4-в расм).

*Ечилиши.* Таҳлил қилинаётган сигнал  $-t_n/2, t_n/2$  вақт оралиғида жойлашгани учун (7.9)га мувофиқ қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$S(\omega) = \int_{-t_n/2}^{t_n/2} Ee^{-j\omega t} dt = E \int_{-t_n/2}^{t_n/2} (\cos\omega t - j\sin\omega t) dt = E_{t_n} \frac{\sin(\omega t_n/2)}{t_n/2}. \quad (7.11)$$

Тўғри тўртбурчакли импульсининг спектрал зичлиги (7.4-з расм) нолинчи гармоникадан (ўзгармас ток) бошлаб, барча гармоникаларни ўз ичига олади. Спектрал зичлик ўрама чизиғининг ноль қийматларига мос келган частоталарда гармоникаларнинг амплитудалари нолга тенг.

**Элементар (энг содда) ўлчаш сигналларининг математик моделлари.**

**Дельта функция.** Чексиз катта амплитудали чексиз кичик импульснинг назарий моделини кўриб чиқайлик (7.5-а расм), у ушбу ифода билан аналитик ҳолда аниқланади:

$$\delta(t) = \begin{cases} \infty, & t = 0, \\ 0, & t \neq 0. \end{cases} \quad (7.12)$$

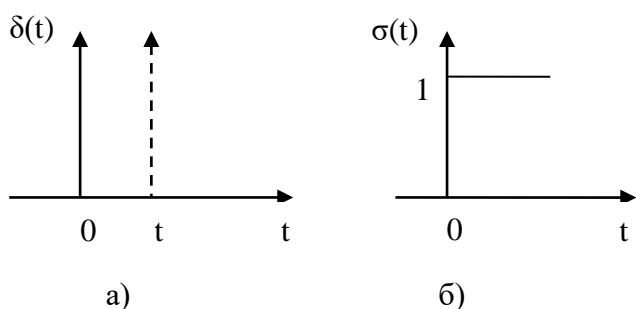
Бундай импульснинг юзаси доимо бирга тенг:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1. \quad (7.13)$$

$d(t)$  функцияни *дельта-функция, бирлик импульс, Дирак функцияси* деб аталади ва у циклик частотанинг физик ўлчами  $C^{-1}$  га эга. Дельта функция вақт оралиғи бўйича  $t_0$  ораликқа силжиганида (7.5-а расм) (7.11) ва (7.12) таърифларни қуйидаги умумийроқ шаклда ёзиш мумкин:

$$\delta(t) = \begin{cases} \infty, & t = 0, \\ 0, & t \neq 0. \end{cases} \quad (7.14)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0) dt = 1 \quad (7.15)$$



7.5- расм. Энг содда сигналларнинг графиклари:  
а) дельта функция б) бирлик функция

Дельта функция жуда муҳим хоссага эга бўлиб, шу туфайли у математика, физика, радиотехника ва ўлчаш техникасида кенг қўлланиладиган бўлди. Бирор узлуксиз вақт функцияси  $f(t)$  берилган бўлсин. У ҳолда (7.13) ва (7.14) формулаларга асосан

қуйидаги муносабат ўринли бўлади:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(t) \delta(t - t_0) dt = f(t_0) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0) dt = f(t_0). \quad (7.16)$$

(7.15) ифода дельта функциянинг филтрловчи (*ажратувчи ёки стробловчи* – «строб» – қисқа тўғри тўртбурчакли импульс) хоссасини тавсифлайди ва у вақт ичида  $T = \Delta t$  дискретлаш қадами билан дискретланган сигналларни ифодалашда фойдаланилади.

**Бирлик функция.** Мазкур сигналнинг (7.5-б расм) содалаштирилган аналитик ифодасини бундай ёзиш қабул қилинган:

$$\delta(t) = \begin{cases} 0, & t < 0, \\ 1, & t \geq 0. \end{cases} \quad (7.17)$$

$s(t)$  функция бирлик функция, уланиш функцияси ёки Хевисайд функцияси деб аталади.

**Гармоник сигналнинг спектрал зичлиги.**  $u(t)=\cos\omega_0(t)$  сигналнинг спектрал зичлигини аниқлаймиз. Фурье тўғри алмаштириш формуласи (7.9)га бу сигнални кўямиз ва Эйлер формуласи  $e^{j\varphi} = \cos\varphi + j\sin\varphi$  дан фойдаланиб, куйидагини топамиз:

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \cos\omega_0 t e^{-j\omega t} dt = 0.5 \int_{-\infty}^{\infty} e^{-j(\omega-\omega_0)t} dt + 0.5 \int_{-\infty}^{\infty} e^{-j(\omega+\omega_0)t} dt. \quad (7.18)$$

Бу муносабатни ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

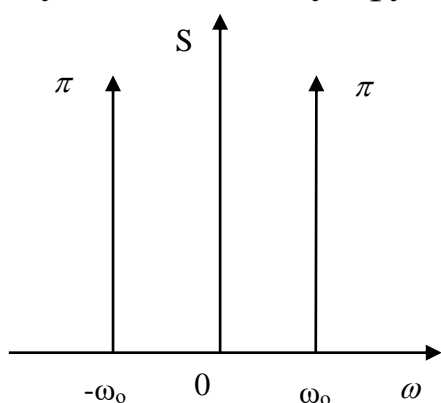
$$S(\omega) = |S(\omega)| = S(\omega) = \pi[\delta(\omega - \omega_0) + \delta(\omega + \omega_0)]. \quad (7.19)$$

Шундай қилиб, чекли амплитудали гармоник (мазкур ҳолда косинусоидал) сигналнинг нолга нисбатан  $-\omega_0$  ва  $\omega_0$  частоталарда симметрик жойлашган дельта функциялар кўринишидаги чексиз катта амплитудали иккита чизиқдан иборат дискрет спектр мос келади (7.6-расм).

Косинусоидал сигнал билан ўхшаш равишда спектрал сигнал  $u(t)=\sin\omega_0 t$  га

$$S(\omega) = \pi[\delta(\omega - \omega_0) + \delta(\omega + \omega_0)] \quad (7.20)$$

спектрал зичлик мос келишини кўрсатиш қийин эмас. Бу ерда минус белгиси синус функциянинг тоқлиги натижасидир.



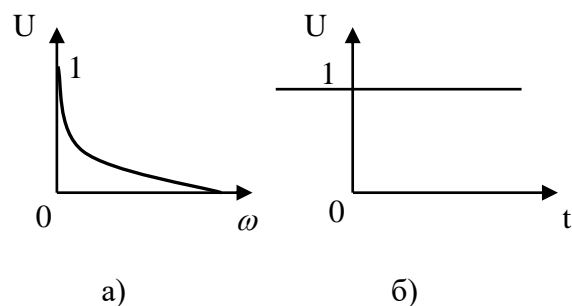
7.6-расм. Гармоник сигналнинг спектр зичлиги

**Экспоненциал импульс.** «Ярим чексиз» давомийликдаги бу сигнал бирлик амплитуда билан бундай ёзилади:

$$u(t) = \begin{cases} 0, & t < 0, \\ e^{-at}, & t \geq 0, \end{cases} \quad (7.21)$$

бу ерда  $a$  – ҳақиқий параметр.

**Доимий сигнал** (кучланиш, ток) элементар сигналларнинг энг соддасидан (7.7-б расм) биридир.



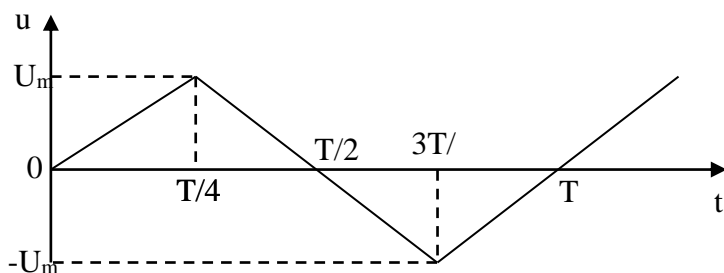
7.7-расм. Моделларнинг графиклари.  
а) экспоненциал импульс; б) доимий сигнал

### Мураккаб ўлчаш сигналларининг математик моделлари

Чизиқли ишора алмашинувчи сигнал (7.21-расм) ушбу тенглама билан тавсифланади:

$$U(t) = \begin{cases} 4U_m t/T, & 0 \leq t \leq T/4 \quad \text{да,} \\ 4U_m(T/4 - t) + U_m, & T/4 \leq t \leq 3T/4 \quad \text{да,} \\ 4U_m(t - 3T/4)/T - U_m, & 3T/4 \leq t \leq T \quad \text{да.} \end{cases} \quad (7.22)$$

**Модуляцияланган сигналлар.** Метрологияда *модуляциялаш* деб ўлчаш сигнали  $e(t)$  нинг бирор  $u_{\text{элт}}(t)$  стационар сигналнинг келгусида ўзгартириш ва узатиш қулай бўладиган физик табиати ва вақт ичида ўзгариш характериға эға бўлган бирор параметриға таъсир кўрсатадиган жараён тушунилади.



7.8-расм. Чизиқли ишора алмашинувчи сигнал.

*Элтувчи сигнал* деб аталадиган стационар сигнал сифатида ё импульслар кетма-кетлигини, ёки синусоидал (гармоник) тебраниш

$$U_{\text{элт}}(t) = U_{\text{элт}} \cos(\omega_0 t + \varphi_0) = U_{\text{элт}} \cos \psi(t) \quad (7.23)$$

ни қабул қилинади, бу ерда  $U_m$  – модуляциялаш йўқлигидаги амплитуда;  $\omega_0$  – бурчак (доиравий) частота;  $\varphi_0$  – бошланғич фаза;  $\psi(t) = \omega_0 t + \varphi_0$  – тўла фаза.

Гармоник элтувчи тебранишнинг параметрларидан қайсиниси таъсирға дучор қилинишиға боғлиқ равишда импульсли



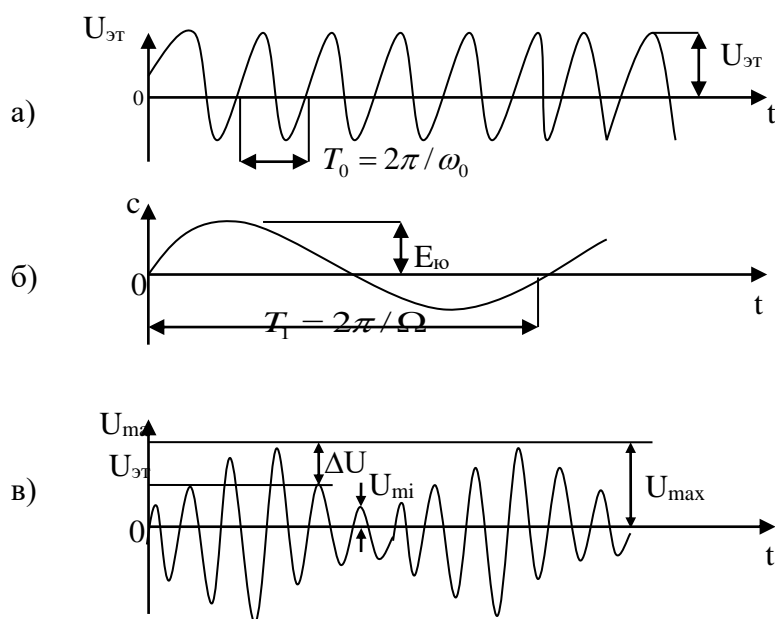
модуляциянинг *амплитудавий, частотавий, фазавий* ва бошқа қатор турлари ажратилади.

Модуляциялашга тескари жараён *демодуляциялаш* ёки *детекторлаш* деб аталади ва модуляцияланган сигнал тебранишдан модуляцияловчи сигналга пропорционал сигнал ҳосил қилишдан иборат бўлади.

Энг содда модуляцияланган сигнал амплитудавий модуляцияланган сигнал бўлиб, у ахборотни элтувчи тебранишнинг  $U_{элт}(t)$  амплитудасида жойлашган бўлади (7.9-расм):

$$u_{элт}(t) = U_{элт}(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0) = [U_{элт} + ke(t)] \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \quad (7.24)$$

бу ерда  $k$  – ўлчамсиз пропорционаллик коэффициенти.



7.9-расм. Амплитудавий модуляция; а) элтувчи тебраниш; б) модуляцияли сигнал; в) МА- сигнал.

Модуляцияловчи сигнал

$$e(t) = E_0 \cos \Omega t \quad (7.25)$$

кўринишдаги гармоник тебраниш бўлсин, бу ерда  $E_0$  – амплитуда;

$\Omega = 2\pi / T_1$  – доиравий частота;  $T_1$  – давр.

У ҳолда соддалаштириш учун  $\varphi_0 = 0$  деб қабул қилиб ва (7.26) формулани (7.23)га қўйиб, МА-сигнал учун

$$u_{МА}(t) = (U_{элт} + kE_0 \cos \Omega t) \cos \omega_0 t = U_{элт} (1 + M \cos \Omega t) \cos \omega_0 t \quad (7.27)$$

ифодани ҳосил қиламиз, бу ерда  $kE_0 = \Delta U$  – МА-сигнал амплитудасининг элтувчи сигнал амплитудаси  $U_{элт}$  дан максимал

оғиши:  $M=kE_0/U_{\text{элт}}=\Delta U/U_{\text{элт}}$  – амплитудавий модуляция коэффициенті ёки чуқурлиги.

$\varphi_0=90^\circ$  бошланғич фазали элтувчи частота, модуляцияловчи сигнал ва МА-сигналларнинг графиклари 7.9-а-в расмларда кўрсатилган.

**Частотавий модуляцияланган сигналлар.** Частотавий модуляциялашда элтувчи частота  $\omega(t)$  модуляцияловчи сигнал  $e(t)$  билан қуйидагича боғланган

$$\omega(t) = \omega_0 + K_q e(t), \quad (7.28)$$

бу ерда  $k_q$  – ўлчамсиз пропорционалик коэффициенті.

Модуляцияловчи сигнал гармоник тебраниш  $e(t)=E_0 \cos \Omega t$  бўладиган бир тоналли частотавий модуляцияни кўриб чиқамиз,  $\varphi_0 = 0$  бўлсин.

ЧМ-сигналнинг  $t$  вақтнинг исталган моментдаги тўла фазасини (7.28) формула орқали ифодаланган частотани интеграллаш йўли билан аниқлаймиз:

$$\psi(t) = \int_0^t \omega(t) dt = \int_0^t (\omega_0 + k_q E_0 \cos \Omega t) dt = \omega_0 t + \frac{\omega_{cd}}{\Omega} \sin \Omega t \quad (7.29)$$

бу ерда  $\omega_{cd} = k_q E_0$  – частотавий модуляциялашда частотанинг  $\omega_0$  қийматдан максимал оғиши ёки частота девиацияси.

Элтувчи тебраниш фазасининг девиациясидан иборат бўлган  $m_q = \omega_{cd} / \Omega = k_q E_0 / \Omega$  ни частотавий модуляция коэффициенті деб аталади.

Бу ифодани ва (7.29)ни ҳисобга олинса, ЧМ-сигнал бундай ёзилади:

$$U_{\text{чм}}(t) = U_{\text{элт}} \cos \psi(t) = U_{\text{элт}} \cos(\omega_0 t + m_q \sin \Omega t). \quad (7.30)$$

7.10-расмда мос равишда элтувчи тебранишлар  $U_{\text{элт}}(t)$ , модуляцияловчи сигнал  $e(t)$  ва частотавий модуляциялаш жараёнида ҳосил қилинган ЧМ-сигнал  $U_{\text{чм}}(t)$  графиклари тасвирланган.

**Фазавий модуляциялаш.** Бир тоналли модуляциялашда элтувчи тебраниш фазаси:

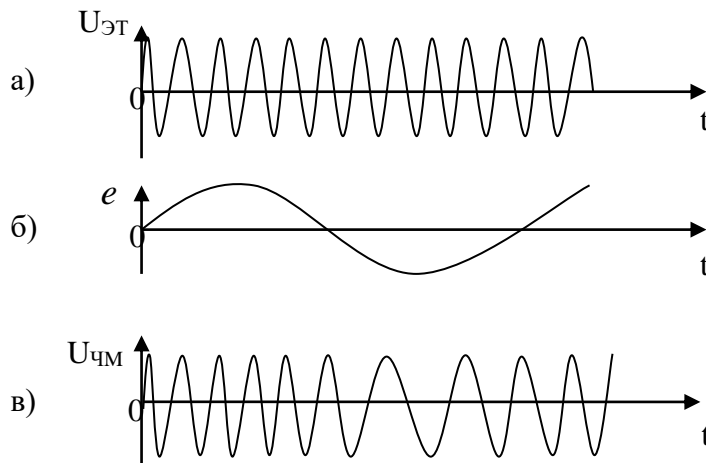
$$\psi(t) = \omega_0 t + k_f E_0 \cos \Omega t = \omega_0 t + m_f \cos \Omega t. \quad (7.31)$$

бу ерда  $k_f$  – пропорционалик коэффициенті;  $m_f = k_f E_0$  – фазавий модуляциялаш индекси.

(7.31) формулани (7.23) формулага кўйиб ФМ-сигнални бундай ёзамиз:

$$U_{FM}(t) = U_{\text{элт}} \cos(\omega_0 t + m_f \cos \Omega t) \quad (7.32)$$

Бир тоналли модуляциялашда ЧМ-сигнал ва ФМ-сигнал жуда ўхшашлигини пайқаш қийин эмас.



7.10-расм. Частотавий бир тоналли модуляция.

### 7.3 Импулсли ва импулсли-кодли модуляцияланган сигналлар

Ўлчаш техникасида кейинги йилларда асосан импулсли ва импулсли-кодли модуляцияланган сигналлар қўлланилмоқда.

#### 7.3.1 Импулсли модуляциялаш

Импулсли модуляциялашда (7.11-расм) элтувчи (аниқроқ, қуйи элтувчи) тебраниш сифатида турли даврий импулсли кетма-кетликлардан фойдаланилади ва уларнинг параметрларидан бирига ўлчаш ахбороти киритилади. Дискрет сигналлар учун модуляциялаш жараёнини импулсларнинг параметрларини *манипуляциялаш* деб аташ қабул қилинган.

Қуйи элтувчи тебраниш амплитудаси  $U_{\text{элт}}$ , давомийлиги ва такрорланиш даври  $T$  бўлган даврий тўғри тўртбурчакли импулслар кетма-кетлиги бўлсин (7.11-а расм). Математик ҳисоблашларни аниқ кўрсатиш ва соддалаштириш учун модуляцияловчи сигнал сифатида бошланғич фазаси  $\theta_0=90^\circ$  бўлган  $e(t)=E_0 \cos \Omega t$  гармоник тебранишни қабул қиламиз (7.11-б расм).

Импулсли модуляциялашни модуляцияланадиган кетма-кетликнинг ўзгартириладиган параметрига боғлиқ равишда қуйидагиларга ажратилади:

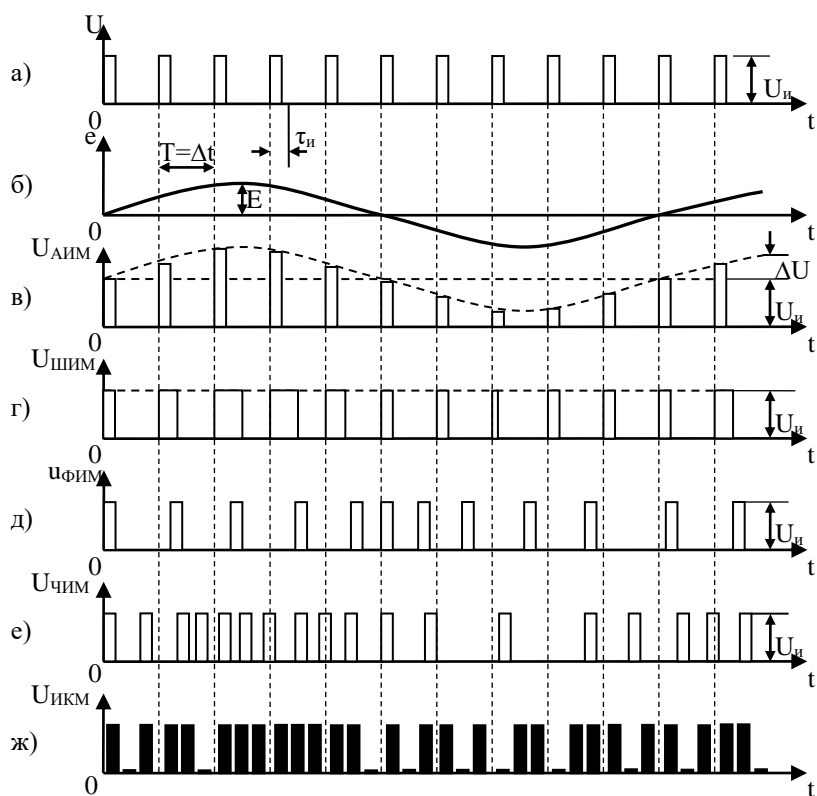
– амплитудавий-импулсли модуляция (АИМ), бунда ўлчаш ахбороти бўйича бошланғич импулслар кетма-кетлигининг амплитудаси ўзгаради (7.11-в расм);

– кенглик-импулсли модуляция (КИМ), бунда ўлчаш ахбороти қонуни бўйича бошланғич импулслар кетма-кетлигининг кенглиги (эни) ўзгаради (7.11-г расм);

– фазавий-импулсли модуляция (ФИМ) ёки вақт-импулсли модуляция (ВИМ), бунда ўлчаш ахбороти қонуни бўйича импулсларнинг вақт бўйича вазияти ўзгаради (7.11-д расм);

– частотавий-импулсли модуляция (ЧИМ), бунда ўлчаш ахбороти қонуни бўйича элтувчи тебранишлар импулсларининг келиш частотаси ўзгаради (7.11-е расм);

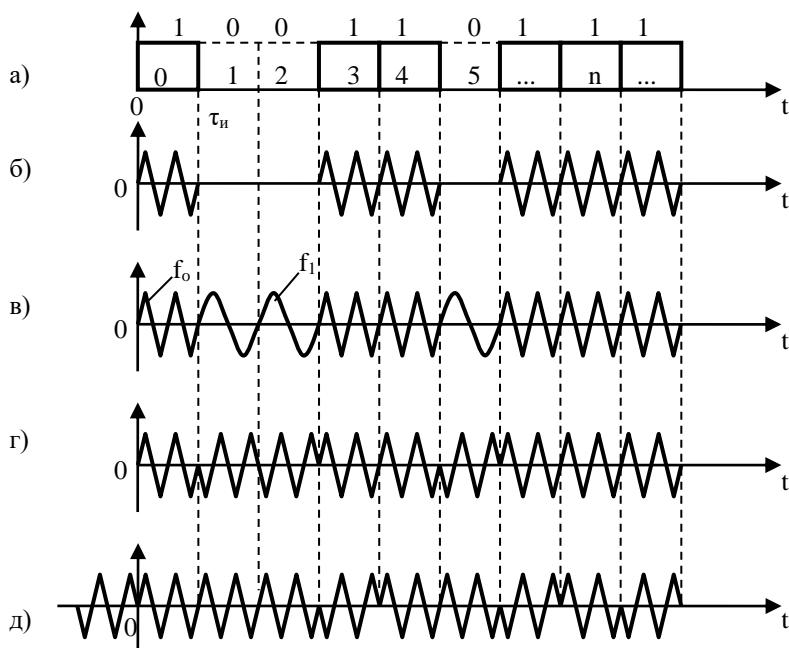
– импулсли-кодли модуляция (ИКМ), бунда бирламчи сигнал рақамли кодга – бир хил давомийликка эга бўлган импулслар (1 – «бирлар») ва паузалар (0 – «ноллар») кетма-кетлигига айланади. Бу модуляциялаш тури (7.11-ж расм) ҳозирги замон ўлчаш техникасида кенг қўлланилмоқда.



7.11-расм. Импулсли модуляциялаш. а) бошланғич импулслар кетма-кетлиги; б) модуляцияловчи сигнал; в) – АИМ; г) – КИМ; д) – ФИМ; е) ЧИМ; ж) – ИКМ.

### 7.3.2 Импулсли-кодли модуляциялаш

Элтувчи тебранишнинг импулсли кодли модуляциялашнинг яна учта турини ҳосил қилиш мумкин: амплитуда бўйича модуляция (ИКМ-МА ёки рақамли амплитудавий модуляция – РАМ), частота бўйича модуляциялаш (ИКМ-ЧМ ёки рақамли частотавий модуляциялаш (РЧМ)) ва фаза бўйича модуляциялаш (ИКМ-ФМ ёки рақамли фазавий модуляциялаш (РФМ)). 7.12-расмда дискрет ва рақамли модуляциялашнинг ҳар хил турлари учун сигналнинг иккилик коддаги шакллари келтирилган.



7.12-расм. Иккилик коди билан рақамли модуляциялаш турлари  
 а) код; б) ИКМ-МА; в) ИКМ-ЧМ; г) НВМ.

ИКМ-МА да «1» символига (7.12-а, в расмлар) элтувчи тебранишни  $t_n$  вақт оралиғи давомида узатиш, «0» символига шундай вақт оралиғида тебранишнинг йўқлиги (пауза) мос келади. ИКМ-ЧМ бўлган ҳолда (7.12-в расм)  $f_0$  частотали элтувчи тебранишнинг узатилиши «1» символига,  $f_1$  частотали тебранишнинг узатилиши эса «0» га мос келади. Иккилик ИКМ-ФМ да (7.12-г расм) «1» дан «0» га ва «0» дан «1» га ҳар бир ўтишда элтувчи тебраниш фазаси  $180^\circ$  га ўзгаради.

Амалиётда дискрет *нисбий фазавий модуляциялаш* (НФМ) тизимидан фойдаланилади. ИКМ-ФМ дан фарқли ўларок, НФМ да (7.12-д расм) канал сигнали фазасини бирор эталондан эмас, балки

сигналнинг олдинги элементи фазасидан саналади. Масалан, «0» символи сигнал олдинги элементининг бошланғич фазасига эга бўлган синусоида кесмаси билан, «1» символи эса сигнал олдинги элементининг бошланғич фазасидан  $180^\circ$  га фарқ қиладиган бошланғич фазада шундай кесма билан узатилади. НФМ да узатиш ахборот элтмайдиган бир элементни юборишдан бошланиб, у кейинги элементнинг фазасини таққослаш учун таянч сигнал бўлиб хизмат қилади.

Одатда, ўлчашлар техникасида иккилик коддан фойдаланилади ( $m=2$ ) ва шунинг учун  $\Delta t = t_{\text{элт}}$  бўлади (7.12-а расм).

### Назорат саволлари

1. Ўлчаш сигналларига қандай сигналлар киради?
2. Метрологияда ўлчаш сигналларини қандай асосий белгилар бўйича таснифлаш қабул қилинган?
3. Аналог (узлуксиз) сигнал нимани акс эттиради?
4. Аналог сигналларнинг дискрет сигналлардан фарқи нимада?
5. Импульсли ва рақамли сигналларнинг қандай турларини биласиз?
6. Импульсли ва рақамли сигналларнинг маълум мисолларини келтиринг.
7. Аниқланган сигналларнинг тасодифий сигналлардан фарқи нимада?
8. Ўлчашлар жараёнида қандай халақитлар юзага келади?
9. Қандай элементар ўлчаш сигналларини биласиз?
10.  $\Delta$ -функция нима ва унга қандай хоссалар мавжуд?
11. Ўлчаш техникасида қандай элементар функциялардан фойдаланилади?
12. Ўлчаш техникасида электр сигналларни кўрсатишнинг қандай турларидан фойдаланилади?
13. Даврий сигналларни спектрал тасвирлаш учун қандай математик аппаратдан фойдаланилади?
14. Нодаврий (импульсли) сигналларни тасвирлаш учун қандай математик аппаратдан фойдаланилади?
15. Нодаврий сигналларнинг спектрал зичлиги даврий импульсларнинг спектрдан нимаси билан фарқ қилади?
16. Гармоник сигнал қандай спектрга эга?
17. Ўлчаш техникасида сигналларни аналогли модуляция-лашнинг қандай турларидан фойдаланилади?
18. Аналог сигнални импульсли ва рақамли сигналга қандай модуляциялаш турларидан фойдаланиб ўзгартириш мумкин?
19. Ўлчаш техникасида қайси ҳолларда импульсли-кодли модуляция-лашдан фойдаланилади?
20. Котельников теоремасининг асосий моҳияти нимадан иборат?

---

---

## VIII БОБ. РАҚАМЛИ ВА ОПТИК ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ

### 8.1 Рақамли ўлчаш асбоблари тузилишининг асосий тамойиллари

Рақамли ўлчаш асбоби (РЎА) – ўлчаш ахбороти сигналларини рақамли шаклда автоматик ишлаб чиқарадиган ўлчаш воситасидир. Рақамли ўлчаш асбоби бир қатор афзалликларга эга: ўлчанаётган катталиқ қийматларини ўқиш қулай; ўлчаш жараёнини тўлиқ автоматлаштириш имконияти, ўлчаш натижаларини рақамли билиш қурилмаларида қайд қилиш. Ўлчаш натижаси РЎА да рақамли кодда ифодаланганлиги сабабли ўлчаш ахборотини ЭХМ га киритиш мумкин.

РЎА да узлуксиз ўлчанаётган қийматнинг рақамли кодга айланиши рўй беради. Бу жараён аналог-рақамли ўзгартгич (АРЎ) ёрдамида амалга оширилади, бунда ўлчаш ахбороти сигнали дискретланади, квантланади ва кодланади.

Дискретлаш, яъни узлуксиз ўлчаш ахбороти сигналини дискрет сигналга ўзгартириш жараёни вақт бўйича ҳам, даража бўйича ҳам амалга оширилиши мумкин. Вақт бўйича дискретлаш  $X(t)$  сигнал санокларини вақтнинг детерминирланган моментларини олиш йўли билан бажарилади. Шундай қилиб, ўлчаш ахбороти сигналдан фақат айрим қийматлар тўплами қолади.

Иккита дискретлаш momenti орасидаги вақт оралиғи  $\Delta t$  дискретлаш қадами деб аталади. Квантлаш операцияси вақт ва амплитудаси бўйича узлуксиз катталиқни дискрет даражалари бўйича белгиланган шкалада энг яқин тайинланган қиймат билан алмаштиришдан иборатдир. Бу дискрет (рухсат этилган) даражалар ўлчовлар ёрдамида маълум қонун бўйича ҳосил қилинган. Иккита рухсат этилган даражалар орасидаги  $\Delta X$  айирма квантлаш оралиқи (қадами ёки босқичи) деб аталади. Квантлаш оралиқи ўзгармас ҳам, ўзгарувчан ҳам бўлиши мумкин. Ўлчаш сигналини вақтий дискретлаш унинг катталиғи вақт бўйича ўзгаргандагина маънога эга. Агар ўлчаш сигнали ўзгармас бўлса, квантлашни амалга ошириш етарлидир.

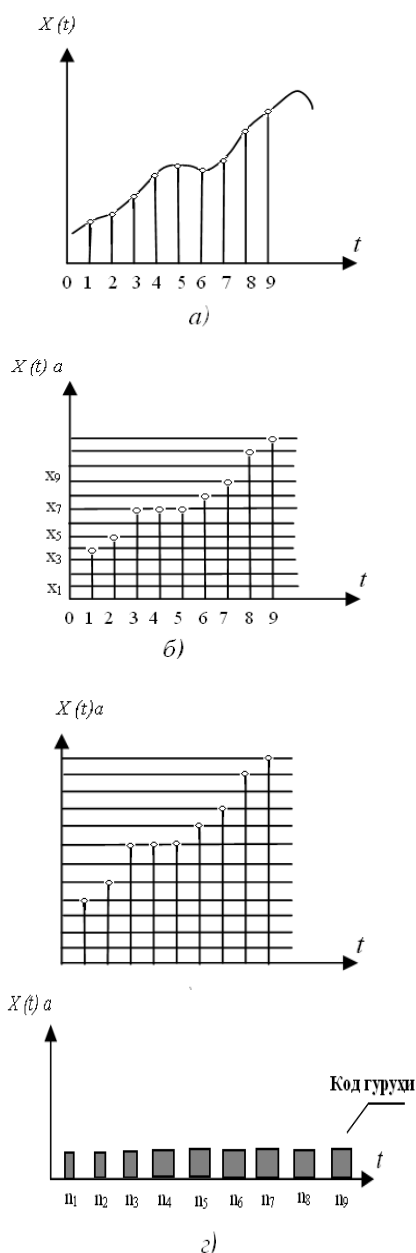
Ўлчаш сигналини навбатдаги ўзгартириш уни кодлаштиришдан иборат. Маълум қонунга бўйсунадиган рақамлар ёки сигналлар кетма-кетлиги рақамли код деб аталади ва унинг ёрдамида катталиқнинг сонли қийматини шартли тасвирлаш амалга оширилади. Тасвирланган ўзгартиришлар график нуқтаи назаридан 8.1-расмда кўрсатилган.

Бошланғич ўлчаш сигнали  $X(t)$  (8.1-а расм) вақтнинг узлуксиз функциясини ифодалайди. Дискретлаш  $\Delta t$  оралиқ билан бажарилади. Дискретлаш моментлари 8.1-а расмда 1, 2, 3, ..., 9 рақамлари билан белгиланган. Амалда бундай дискретлашни  $\Delta t$  даврли қисқа импульслар кетма-кетлигини  $X(t)$  бошланғич сигнал билан амплитудали модуляциялаш йўли билан амалга ошириш мумкин.

8.1-в расмдан кўриниб турибдики, сигналнинг дискретлашдан кейинги ҳосил бўлган  $X(t_i)$  қийматлари  $X(t_i)$  функциясининг оний қийматларига аниқ мос келади. Агар ўша расмнинг ўзида бири-биридан  $\Delta X$  масофада жойлашган квантлаш даражалари белгиланса, у ҳолда сигнал дискрет қийматларининг бир қисми улар орасида қолади. Даража бўйича квантлаш жараёни сигналнинг дискрет қийматларини энг яқин рухсат этилган даражаларга мос қийматларгача яхлитлашга келтирилади. Масалан, 1-моментда сигналнинг оний қиймати  $X_3$  даражадан  $\Delta X/2$  дан бироз кичикроқ қийматга ортиқдир. Квантлаш камайиш томонга бажарилади ва квантланган қиймат  $X_3$  га тенг қилиб танланади. 2- моментда сигнал даражаси  $X_4$  даражадан  $\Delta X/2$  миқдорга катта бўлади. Квантланган қиймат  $X_5$  га тенг қилиб олинади (8.1-в расм). Сўнгги босқич  $X(t_i)$  квантланган сигнални рақамли кодга ўзгартиришдан иборат. 8.1-г расмда мисол сифатида квантланган сигналнинг қийматларига мос унитар код  $X(t_i)$  тасвирланган.

Бундай кодлаш усулида код гуруҳидаги импульслар сони квантланган сигнал даражасига тўғри пропорционал. Масалан, 7 санокқа квантланиш даражаси  $X_9$  мос келади ва  $n_7$  код гуруҳида тўққизта импульс бор.





8.1-расм.

8.1-расмдан равшанки, сигнални квантлаш ва кодлашда ўзгартириш хатолиги юзага келади.  $X(t)$  узлуксиз функция фақат дискретлаш моментларида таҳлил қилинади. Иккита санок нуқтаси орасидаги  $\Delta t$  ораликда сигнал ўзгармас деб ҳисобланади.  $\Delta t$  ораликни камайтириш, яъни санок нуқталарини яқинлаштириш билан хатоликни рухсат этиладиган катталиқкача камайишига эришиш мумкин. Ўзгармас катталиқларни ўлчашда дискретлаш билан боғлиқ ўзгартиришлар хатолиги нолга тенг бўлади. Ўлчанаётган узлуксиз миқдорни квантлашда юзага келадиган хатолик квантлаш даражалар чекли сони билан белгиланади. Бу хатолик барча РЎАлар учун хос бўлиб, дискретлик хатолиги  $\Delta_d$  номи билан юритилади.

Текис квантлашда  $\Delta_d$  нинг қиймати  $0 \leq \Delta_d \leq \Delta X$  чегараларда ётади. РЎА да навбатдаги ўзгартириш рақамли кодни рақамли санок қурилмасининг кўрсатишларига айлантиришдан иборат. Бунинг учун дешифратор зарур бўлиб, у код гуруҳларини рақамли индикатор ишини бошқарадиган тегишли кучланишларга ўзгартиради.

Аналог-рақамли ўзгартгич (АРЎ)да, дешифратор ва рақамли индикаторда амалга ошириладиган ва биз кўриб чиққан ўзгартиришлар кетма-кетлиги РЎА нинг ишлаши ҳақида соддалаштирилган тасаввур беради. Ўзгармас катталиқни ўлчаш мисол бўлиши мумкин. Бунинг учун битта ўзгартириш цикли етарли, натижада код гуруҳи ҳосил бўлади. Бироқ код гуруҳи бу жуда қисқа вақт ичида узатиладиган импульслар «пакети»дир.

Ўлчаш натижалари экранда етарлича узоқ, масалан, навбатдаги циклгача сақланиши лозим. Бунинг учун РЎА таркибига хотирловчи қурилма (ХК) кириши лозим. Структура схемасини яна ҳам батафсилроқ тавсифи РЎА нинг айрим элементларини ўрганилганидан сўнг берилади.

Параграфнинг якунида РЎА нинг мумкин бўлган иш режимларини ва уларнинг тавсифларини кўриб чиқамиз.

**Бир карра ўлчаш режими.** Бу режим сигналнинг ўлчанаётган параметри ўзгармас бўлганида қулайдир. Ўлчашни ўтказиш бўйича буйруқ оператор томонидан берилади, ўлчаш натижаси хотирловчи қурилмада сақланади ва рақамли индикаторда акс этирилади. РЎА да ўлчов сигналинини квантлаш ва уни кодлаш амалга оширилади.

**Даврий ўлчаш режими.** Ўлчаш жараёни даврий равишда, оператор ўрнатган  $\Delta t$  оралиқ орқали такрорланади. РЎА да дискретлаш, квантлаш ва кодлаш операциялари бажарилади. Ҳар бир ўлчаш циклидан сўнг рақамли индикатор экрандаги натижа янгиланади.

**Кузатувчи ўлчаш режими.** Ўлчанаётган катталиқнинг ўзгариши квантлаш поғонасидан ортганидан сўнг ўлчаш цикли қайтарилади.

РЎА нинг энг муҳим тавсифлари жумласига, ўлчаш хатолигидан ташқари, унинг тезкорлиги, ўлчаш вақти ва ҳалақитга турғунлиги киради. РЎА нинг тезкорлиги дейилганда вақт бирлиги ичида меъёрланган хатолик билан бажариладиган максимал ўлчашлар сонига айтилади. Ўлчаш вақти – бу ўлчанаётган катталиқни ўзгартириш циклининг бошланишидан токи натижани олгунгача бўлган оралиқдир. Ҳалақитга турғунлик дейилганда РЎА нинг ҳалақитлар мавжуд бўлганида меъёрланган хатолик билан ўлчаш қобилияти тушунилади.

РЎА нинг тезкорлиги етарлича юқоридир. Ҳозирги замон элемент базаси секундига  $10^7$  та гача ўзгартиришларни таъминлай оладиган РЎА ларни қуриш имконини беради. Бундай тезкорлик ўлчаш натижаларини хотирлаб қолишни талаб этади, чунки қайд қилувчи қурилмалар кўрсатилган тезлик билан ўлчаш натижаларини қайд этилишини таъминлай олмайди. Визуал кузатишда тезкорликка қўйиладиган талаблар кескин пасаяди, чунки оператор секундига 2–3 та ўлчаш натижаларини баҳолай олади.

## **8.2 Рақамли ўлчаш асбобининг ўзгартириш функцияси**

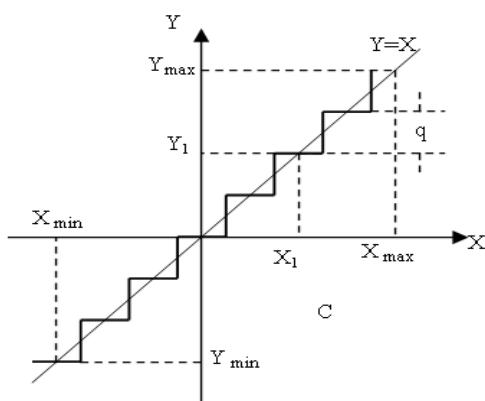
Ўлчаш асбобининг ўзгартириш функцияси дейилганда унинг кўрсатишларининг ўлчанаётган катталиқ қийматига боғлиқлиги тушунилади. Номинал ва реал ўзгартириш функциялари фарқ

қилинади. Шкаласи ўлчанаётган катталиқ қийматларига даражаланган асбобларда  $X = Y$ , яъни кўрсатиши ўлчанаётган катталиққа тенг ва ўзгартириш тавсифи горизонтал ўққа нисбатан  $45^\circ$  бурчак остида жойлашган тўғри чизиқдан иборат бўлади. Рақамли асбобларда сигналнинг квантланиши сабабли ўзгартириш тавсифи ушбу ифода билан аниқланадиган поғонали функция бўлади (8.2- расм):

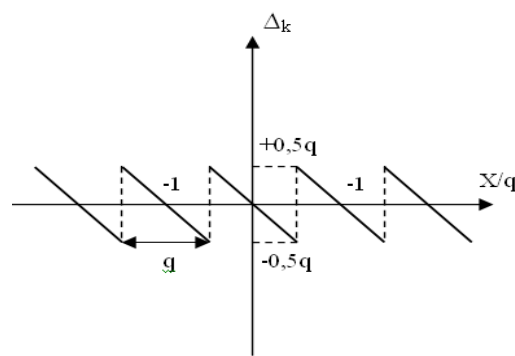
$$Y = q \text{Int}[X / q + 0.5 \text{sign}X] \quad (8.1)$$

(8.1) формула  $\text{Int}[A]$  – « $A$  нинг бутун қисми» функцияси;  $\text{sign}A$  – « $A$  нинг ишора функцияси»:  $A \geq 0$  да  $\text{sign}A = 1$  ва  $A < 0$  да  $\text{sign}A = -1$ .

$Y = X$  чизиқли функцияга энг яхши яқинлашадиган ўзгартириш функцияси 8.2- расмда тасвирланган.



8.2- расм



8.3- расм

(8.1) формула билан аниқланадиган бу функцияни идеал квантловчи функция деб аталади.  $q \rightarrow 0$  лимитга ўтилганда (8.1) функция  $Y = X$  чизиқли функция билан устма-уст тушади.  $q$  катталиқ чекли бўлганлиги учун реал квантловчи натижага хатолик киритади. Бу хатолик ўлчанаётган катталиқнинг мумкин бўлган чексиз кўп қийматлари тўпламига чекли қийматни, мумкин бўлган кўрсатишларнинг санокли тўпламини мос қўядиган АРЎ нинг ўзи билан келтириб чиқарилади. Шундай қилиб, квантлаш хатолиги услубий хатоликлар жумласига киритилиши мумкин. Таърифга кўра, исталган ЎВ нинг абсолют хатолиги  $\Delta = Y - X$  га тенг. Идеал квантловчи услубий хатолигининг математик ифодаси (8.1) ифода орқали олиниши мумкин:

$$\Delta_k = Y - X = q \text{Int}[X / q + 0.5 \text{sign}X] - X. \quad (8.2)$$

Хатоликнинг ўлчанаётган миқдорга боғлиқлик графиги 8.3- расмда тасвирланган.

8.3-расмда горизонтал ўқ бўйлаб нисбий катталиқ – ўлчанаётган катталиқнинг квантлаш поғонасига нисбати қўйилади. 8.3-расмдан кўришиб турганидек, идеал квантловчининг хатолиги ўлчанаётган катталиқнинг даврий функцияси бўлади. Бу функциянинг даври квантлаш поғонаси  $q$  га тенг, унинг экстремумлари эса  $\pm 0,5q$ . Хатолик функцияси маълум ва у такроран ўлчашда ўзгармаслиги сабабли, уни мунтазам хатолик деб ҳисоблаш мумкин. Бироқ, бундай тасдиқлашни коррект деб тан олишнинг иложи йўқ, чунки мунтазам хатолик тузатмалар киритиш йўли билан бартараф этилиши мумкин. Мазкур ҳолда эса бундай қилиб бўлмайди.

Квантловчи хатолигини тасодифий катталиқнинг нотасодифий функцияси деб ҳисоблаш қабул қилинган. Бироқ ўлчанаётган  $X$  катталиқ  $X_{\min}$  дан  $X_{\max}$  гача чегараларда тасодифий қийматлар қабул қилиши мумкин. Шу сабабли ўлчанаётган катталиқлар ансамбли бўйича квантлаш хатолигини тасодифий катталиқ деб қараш мумкин.  $X$  ўзгармас қийматни ўлчаш натижалари ансамбли бўйича  $\Delta_k$  хатолик ўзгармас, бироқ номаълум бўлади.

8.3-расмдан кўришиб турганидек, ўлчанаётган катталиқни квантлаш билан боғлиқ хатоликнинг максимал қиймати  $\pm q$  ни ташкил этади.  $q$  қанча кичик бўлса, хатолик ҳам шунча кичик бўлади.  $q$  катталиқни рационал (оқилона) танлаш масаласини қўйиш ўринлидир. Қанча кичик бўлса, шунча яхши деган тасдиқни танлов учун асос қилиб олиниши мумкин эмас, чунки  $q$  ни квантлаш даражалари сони  $N_q$  ни орттирмасдан туриб камайтириш ўлчанаётган катталиқ диапазонининг қисқаришига олиб келади. Масалан, агар квантлаш даражалари сони  $N_q$  ўн, квантлаш поғонаси  $q$  эса  $1 \text{ V}$  га тенг бўлса, у ҳолда ўлчанадиган кучланишнинг максимал қиймати  $U_{\max} = N_q \cdot q = 10 \text{ V}$ . Агар  $q = 0,1 \text{ V}$  деб олинса, у ҳолда  $U_{\max} = 1 \text{ V}$ . Шундай қилиб, квантланиш поғонасини 10 марта камайтириш ўлчанаётган катталиқ максимал қийматининг ҳам 10 марта камайишига олиб келди.  $U_{\max}$  нинг камайишини тегишли квантлаш даражалари сонини 10 марта ошириб қоплаш мумкин. Бироқ квантлаш даражалари сонини орттириш рақамли асбоб аппаратурасининг ишлашини мураккаблаштиради.

Квантлаш поғонасини ва уларнинг сонини рационал танлаш масаласини ҳал этишга  $N_{\max}$  га – рақамли асбоб индицирлайдиган максимал сонга қўйиладиган талаб асосида ёндошиш мумкин.

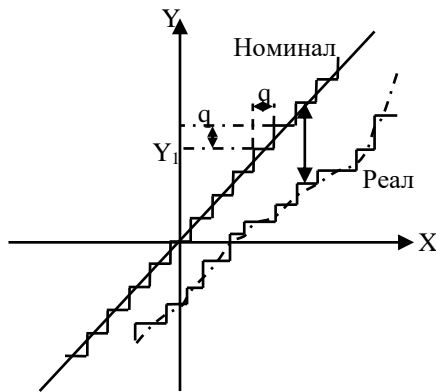
Рақамли таблонинг ҳар бир ячейкаси 0 дан 9 гача бўлган рақамларни акс эттириши мумкин.

Агар рақамли табло ўнлик соннинг учта хонасини акс эттиришга мўлжалланган бўлса, у ҳолда акс эттирилиши мумкин бўлган максимал сон  $N_{\max} = 999$ , агар табло тўрт разрядга эга бўлса, у ҳолда  $N_{\max} = 9999$  ва ҳ.к. Бу рақамлар одатда рақамли асбоблар шкаласи ўлчаш диапазонининг охири қийматлари бўлади.

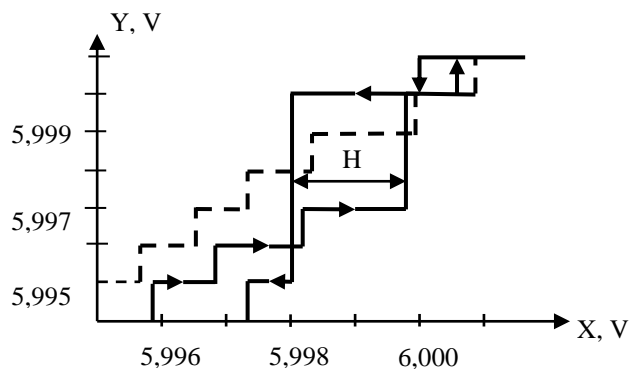
Рақамли ўлчаш воситалари хатолигини меъёрлашда коднинг энг кичик разряди бирлиги баҳоси номи билан аталадиган параметрдан фойдаланилади. (5.24)да у  $\mu$  билан белгиланган эди. Квантлаш қўлланилганда рақамли асбобнинг кўрсатиши  $Y = qX$ . Квантлаш поғонаси  $q$  рақамли асбобнинг фақат хатолигини эмас, балки унинг сезгирлигини ҳам аниқлайди, бунда сезгирлик деб  $S = 1/q$  ни тушунилади. Ўлчанаётган катталикнинг ўзгаришида асбобнинг кўрсатиши, фақат катталикнинг мусбат ёки манфий орттирмаси  $q$  дан ошганидагина ўзгаради, шу сабабли  $q$  қанча кичик бўлса, сезгирлик шунча юқоридир. Рақамли асбоб шкаласининг охири қиймати фақат ўлчаш диапазонидагина эмас, балки унинг ажратиш қийматини ҳам аниқлайди. Ажратиш қобилияти дейилганда шкала охири қийматига тескари катталикни, яъни  $1 : N_{\max}$  ни тушунилади. Масалан, агар  $N_{\max} = 999$  бўлса, у ҳолда ажратиш қобилияти  $1 : 999$  ни ташкил этади. Шунини қайд этиш керакки, ажратиш қобилиятини бундай аниқлаш  $q = \mu$  бўлган ҳолда ўринли ва демак, ўлчанаётган катталикнинг битта квантланиш поғонаси  $q$  га ўзгариши тегишли чиқиш кодининг минимал поғона  $m$  га ўзгаришига олиб келади.  $q = k\mu$  муносабат (бу ерда  $k = 1, 2, \dots$  – исталган бутун сон) бажариладиган рақамли асбобни ясаш мумкин. Бу ҳолда квантланиш поғонаси  $q$  бутун сон марта кенгаяди. Жумладан, масалан, агар  $k = 2$ , чиқиш коди кичик разряди бирлиги  $1 \text{ V}$  га тўғри келса, у ҳолда ўлчанаётган катталик  $2 \text{ V}$  га каррали миқдордагина ўзгарганида асбоб кўрсатишининг ўзгариши содир бўлади. Бошқача айтганда, 1, 3, 5 ва 9 тоқ сонлар рақамли санокнинг кичик разрядида индицирланмайди. Фақат жуфт сонлар ва ноль индицирланади. Шунга ўхшаш кўрсатиш мумкинки,  $k = 5$  бўлганда 0 ва 5 рақамлари индицирланади.

Асбобни лойиҳалашда таъминланиши лозим бўлган квант поғоналари сони шкаланинг охири қийматини белгиловчи сон билан аниқланади. Юқори разряддан тўлиқ фойдаланилганда (унда

9 рақами акс этганда),  $N_{\max} = p^n - 1$ , бу ерда  $p$  – санок тизими асоси,  $n$  – разрядлар сони. Ўнлик тизимда  $p = 10$ . Агар  $n = 4$ ,  $k = 1$  деб қабул қилинса, зарурий квантлаш поғоналари  $N_q = p^n - 1 = 104 - 1 = 999$  миқдорни ташкил этади. Бу натижа тўла тушунарлидир, чунки  $k = 1$  бўлганда квантлаш қурилмаси кириш сигнали бўсаға қиймат  $q$  га ортганида чиқиш кодини ўзгартириши керак. Агар бўсаға миқдор  $1 \text{ V}$  бўлса, у ҳолда  $999 \text{ V}$  ни санаш учун  $999$  квантлаш поғонасини кўзда тутиш зарур.



8.4- расм.



8.5- расм.

Рақамли асбобларда квантлаш ишлари билан боғлиқ ҳолда юзага келадиган хатоликлардан ташқари ўзгартириш реал тавсифининг номинал тавсифдан оғиши туфайли юзага келадиган асбобий хатоликларни ҳам ҳисобга олиш зарур. 8.4- расмда  $X$  ва  $Y$  ўқлар бўйича квантлаш қадамнинг бузилиши бўйича ҳам, тавсифнинг умуман ўқлар бўйича кўчиши оқибатида ҳам юзага келиши мумкин бўлган оғишлар кўрсатилган.

Асбобий хатолик  $\Delta_{\text{асб}}$  нинг ўлчанаётган катталиқнинг битта қийматидаги катталиги 8.4- расмда номинал ўзгартириш функцияси майдончаларининг марказларини туташтирувчи яхлит чизик билан реал функция учун шунга ўхшаш тарзда ясалган пунктир (узук) чизик орасидаги масофа сифатида кўрсатилган.

Ўзгартириш функцияси бузилишларининг бошқа тури гистерезис бўлиб, у ўлчанаётган катталиқнинг чиқиш қиймати ўлчанаётган катталиқ бу қийматга яқинлашганида қандай йўналишда ўзгарганлигига боғлиқлигидан иборат. 8.5- расмда Щ1412 рақамли вольтметр ўзгартириш тавсифининг тажрибавий олинган участкаси келтирилган. Асбоб киришига реал ўзгартириш функциясининг тегишли тармоғини (шоҳини) олишда бериладиган

кучланиш ўзгаришининг йўналиши стрелкалар билан кўрсатилган. Штрих чизик билан идеал квантловчининг ўзгартириш функцияси берилган. 8.5-расмда рақамли асбоблар учун аномал бўлган яна бир ҳодиса – кодларнинг ўтказиб юборилиши кўрсатилган. Ўсувчи ва камаювчи участкалар орасидаги гистерезис ҳодисаси билан боғлиқ энг катта оғиш  $H$  билан белгиланган.

Ўзгартириш функцияси гистерезиси асбоблар конструкциясига кирадиган схема элементларининг хусусиятлари билан юзага келади. Бу, энг аввало, гистерезисга эга бўлган элементларнинг мавжудлиги, қиёсловчи қурилмалар ишга тушиш гистерезисининг ёки носезгирлик зоналарининг мавжудлигидир ва ҳ.к. Асбоб иш тезлиги ортганида ўтиш жараёнларининг сўниш вақти разрядлар сўрови частотаси давридан ортиқ бўлганида қиёсловчи қурилманинг етарлича юқори бўлмаган динамик хоссалари намоён бўлиши мумкин.

Асбоб ишлаётганида юқорида кўриб чиқилган барча хатоликлар ўлчаш натижасига бир вақтда таъсир этади. Рақамли ўлчаш асбоби жамланган тасодифий хатолигининг абсолют қиймати ушбу

$$\Delta = \overset{o}{\Delta}_{ac\bar{o}} + \overset{o}{\Delta}_H + \Delta_{met}, \quad (8.3)$$

муносабатдан аниқланиши мумкин. Бу формулага кирган биринчи иккита қўшилувчи эркин тасодифий миқдорлардир, чунки улар эркили (боғлиқмас) тасодифий жараёнлар туфайли юзага келган.  $\Delta_{met}$  қўшилувчи ўлчанаётган катталиқнинг нотасодифий функциясидир, шу сабабли  $\Delta_{met}$  нинг дисперсияси умумий ҳолда биринчи икки қўшилувчининг дисперсиялари билан жамланиши мумкин эмас. Бироқ, агар ўлчанаётган катталиқни қийматлар ансамбли бўйича тасодифий деб қараладиган бўлса, у ҳолда  $\Delta_{met}$  ташкил этувчини эркин тасодифий миқдор деб қараш мумкин. Бу ҳолда ўлчашлар тасодифий хатолигининг ўртача квадратик оғиши

$$\sigma_{\Delta} = \sqrt{\sigma + H^2/12 + q^2/12}, \quad (8.4)$$

формула бўйича ҳисобланиши мумкин, бу ерда  $\sigma$  – рақамли ўлчаш асбоби тасодифий хатолигининг ўртача квадратик оғиши.

### 8.3 Рақамли ўлчаш воситаларида қўлланиладиган кодлар

РЎА да функциянинг дискретланган ва квантланган қийматлари кодланади. 8.1-г расмда унитар код кўрсатилган бўлиб, узатилаётган импульслар сони ўлчанаётган катталикнинг квантланган қийматига тенг. Сонли қийматни унитар кодда тасвирлаш камчиликларга эга. Код гуруҳидаги импульслар сони турлича, тасвирланаётган сон қанча катта бўлса, код гуруҳи шунча кўп импульсларга эга бўлади. Масалан, 82 сонини тасвирлаш учун 82 та импульс узатилиши керак. Биз одатланган ўнлик санок тизими тежамлироқдир.

Ҳақиқатан, унда сонни тузиш учун ўнта рақам: 0, 1, 2, ..., 9 дан фойдаланилади. Сон рақамлар кетма-кетлиги кўринишида ифодаланади. Ҳар бир рақам унда маълум позиция (разряд)ни эгаллайди. Масалан, 482 сони учта рақамга эга. Бироқ, ўнг четдаги 2 рақами бирлар разрядига, 8 рақами ўнлар разрядига, 4 эса юзлар разрядига мансубдир. Шундай қилиб, мазкур сонни ўнлик тизимда ёзиш учун зарур бўладиган разрядлар сони ёзилган рақамлар сонига, яъни учга тенг. Шу соннинг ўзини унитар кодда ёзиш эса 482 та импульсни (белгини) талаб қилган бўлар эди. Ўнлик тизимнинг тежамлилиги рақамни чапга, қўшни позицияга кўчириш унинг қийматини 10 марта ошириши билан тушун-тирилади. 10 рақами ўнлик санок тизимининг асосидир. Исталган  $p$  сонни асос қилиб олиб, санок тизимини тузиш мумкин.

Ўнлик тизим катталикнинг каср қисмини осон ифодалаш имконини беради. Бунинг учун бутун қисмни вергул билан ажратиш етарлидир, шунда вергулдан ўнг томонда ёзилган рақамлар ўндан бир, юздан бир ва ҳ.к. улушларни ифодалайди. Бошқа санок тизимларини ўрганишга киришишдан олдин сонларни қатор ёрдамида позицион тасвирлаш тамойилини кўриб чиқамиз. Мисол сифатида 482,317 сонидан фойдаланамиз:

$$482,317 = 4 \cdot 10^2 + 8 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^0 + 3 \cdot 10^{-1} + 1 \cdot 10^{-2} + 7 \cdot 10^{-3}.$$

Ҳар бир қўшилувчи маълум разрядга тўғри келади, масалан,  $4 \cdot 10^2$  юзлар хонасига тўғри келади, бу ерда  $10^2$  вазний коэффициент, 4 эса разряд коэффициент.

Умумий ҳолда сон  $p$  асосли ихтиёрий санок тизимида ушбу қатор билан тасвирланади:

$$N = a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p^0 + a_{-1} p^{-1} + a_{-2} p^{-2} + \dots + a_{-m} p^{-m}, \quad (8.5)$$



бу ерда  $p_n, p^{-n}, \dots, p^{-m}$  – тегишли разрядларнинг вазний коэффициентлари,  $a_n, a_{n-1}, \dots, a_{-m}$  – разряд коэффициентлари.

(8.5)дан фойдаланиб, позицион тамойилда турли санок тизимларини тузиш мумкин. Ўлчаш техникаси учун  $p = 2$  асосли иккилик санок тизими энг муҳим аҳамиятга эга.

Унинг асосий афзаллиги шундаки, разряд рақамларини ифодалаш учун фақат иккита символ: 0 ва 1 дан фойдаланилади. Масалан, 11011,01 сони иккилик санок тизимида ёзилган. Биз одатланган ўнлик санок тизимидаги унга мос сон (8.5) ёрдамида ёзилади:

$$11011,01 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} = 27,25.$$

Вергулдан ўнг томонда жойлашган разрядларнинг вазний коэффициентлари мос равишда  $2^0 = 1, 2^1 = 2, 2^2 = 4, 2^3 = 8$  га, яъни 1, 2, 4, 8, 16 га тенг ва ҳ.к. Шундай қилиб, катта разряднинг вазний коэффициенти кичик (олдинги) разряднинг вазний коэффициентидан 2 марта ортиқ (ўнлик тизимдаги каби 10 марта эмас). Рақамли техникада иккилик санок тизимидан фойдаланишнинг қулайлиги хотирловчи қурилмаларни (ХҚ) яратишнинг соддалиги билан боғлиқ:  $n$ -разрядли сонни  $n$  та элементга эга бўлган қурилмалар ёрдамида сақлаш мумкин, бунда ҳар бир элемент соннинг тегишли рақамини хотирлайди. Иккилик соннинг ҳар бир разряди рақамини хотирлаб қолиш учун иккита турғун ҳолатга эга бўлган қурилмалардан (триггерлардан) фойдаланиш мумкин. Триггер ҳолатларидан бирига 1 рақами, бошқасига 0 рақами мос келади.

Бироқ, иккилик санок тизимида ёзилган сон визуал кузатиш учун ноқулай. Уни ўнлик сонга ўтказиш анча мураккаб қурилмаларни талаб қилади, чунки унда ўнлик разрядларга бевосита ажратиш йўқ. Шу сабабли РЎА да иккилик-ўнлик код деб аталадиган усулдан фойдаланилади. Иккилик-ўнлик код ўнлик соннинг ҳар бир рақамини тегишли иккилик сон билан ифодалаш йўли билан ҳосил қилинади. Масалан, ўнлик тизимдаги 27 сони қуйидагича алмаштирилади. 2 рақами 0010 каби, 7 рақами эса 0111 каби ёзилади, яъни  $27_{10} = 0010\ 0111_{2/10}$ . Бу ерда 10 индекси ўнлик тизимдаги ёзув ҳақида, 2/10 индекс эса иккилик-ўнлик тизимдаги ёзув ҳақида гувоҳлик беради.

Шуни қайд қиламизки, ўнлик сонни иккилик-ўнлик тизимда ёзилиши иккилик тизимда ёзилишига қараганда камроқ тежамлидир. Масалан, 27 сони учун иккилик-ўнлик тизимда 8 та символга, иккилик тизимда эга 5 та символга (11011) эга бўлиш лозим. Бироқ иккилик-ўнлик тизимда ишлайдиган РЎА ларни амалга оширишнинг соддалиги бу камчиликни беркитиб кетади.

Ҳар бир ўнлик рақамни иккилик-ўнлик тизимда тасвирлаш учун тўртта символдан фойдаланилади. Бундан кам бўлиши мумкин эмас, чунки учта символ ёрдамида 8 тагина комбинация тузиш мумкин, лекин ўнлик соннинг ҳар бир разрядида туриши мумкин бўлган рақамлар эса 10 та (0...9). Шу билан бирга тўртта символ (тетрада) 16 та комбинация тузиш имконини беради, яъни 6 та комбинация ортиқча бўлиб қолади. Бир қараганда, 9 дан катта ўнлик рақамларни ифодалайдиган комбинацияларни чиқариб ташлаш тўла табиийдек туюлади. Масалан, 1011 сони 10 га тенг бўлиб, у ўнлик тизимдаги мумкин бўлган разряд коэффи-циентидан ортиқ ва олиб ташланиши мумкин.

0 дан 9 гача бўлган рақамларни иккилик тизимда ифодаланишига мос 10 та дастлабки комбинацияни ўз ичига олган код I «8421» код деб аталади. (8.1-жадвал)

8.1-жадвал

Ўнлик сонлар	Кодлар			
	I («8421»)	II	III («2421»)	IV («2421»)
Иккилик разрядлар мезони				
0	0000	0000	0000	0000
1	0001	0001	0001	0001
2	0010	0010	0010	0010
3	0011	0011	0011	0011
4	0100	0100	0100	0100
5	0101	0101	0101	1011
6	0110	0110	0110	1100
7	0111	0111	0111	1101
8	1000	1000	1110	1110
9	1001	1111	1111	1111

Ўнта рақамнинг ҳар бири учун код комбинацияларини мутлақо ихтиёрий равишда бериш мумкин. Шу сабабли мумкин бўлган тетрада-ўнлик кодлар сони анча катта. 8.1-жадвалдаги код II 0 дан 8 гача бўлган чегараларда код I га ўхшаш, 9 сони эса олтига код комбинациясини ўтказиб юбориб кодланган. Бу код позиция

бўлган код I дан фарқли ўлароқ символик код деб аталади. Код III ҳам позициондир. У 7 ва 8 сонлари орасида узилишга эга, бу эса биринчи разряд вазнини ўзгартиради. Уни «2421» коди деб аталади.

Код IV (Айкен коди) 4 ва 5 рақамлари орасида узилишга эга. Бу ерда симметрия ўқи ўтади. Ўқ устидаги ҳар бир код комбинацияси ўқ остидаги симметрик комбинациядан разряд коэффициентларининг инверс қийматлари билан фарқ қилади. Масалан, 3 сони 0011 код комбинацияси билан ёзилади. Унга ўққа нисбатан симметрик жойлашган 6 сони 1100 комбинацияси орқали амалга оширилади. Бу комбинация 0011 дан нолларни бирлар билан, бирларни эса ноллар билан алмаштириб олиниши мумкин. Ўзини тўлдириш деб аталадиган бу хосса иккилик сонлар билан арифметик амални, хусусан, айиришни амалга оширишда қулайдир.

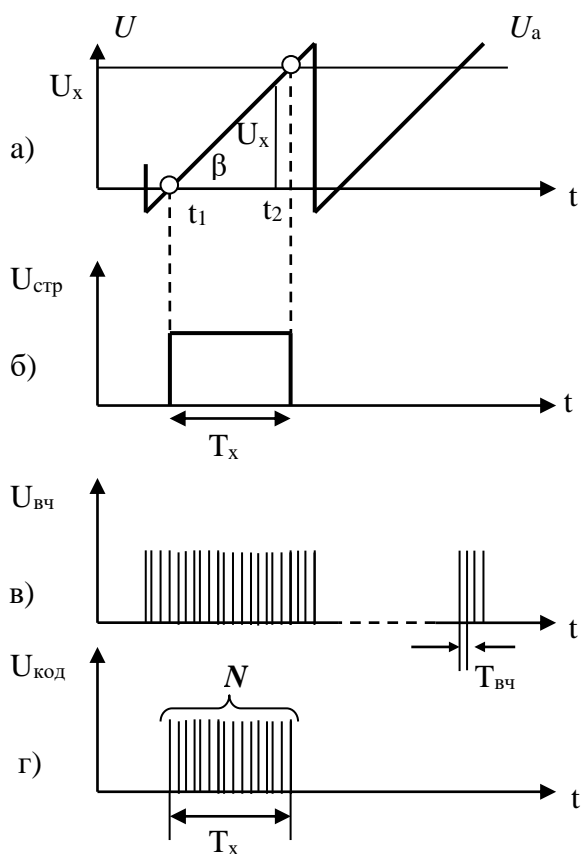
#### **8.4 Аналог-рақамли ўзгартириш ва ахборотни рақамли асбобларда акс эттириш**

Аналог-рақамли ўзгартгич (АРЎ) – рақамли ўлчаш асбобининг қисми бўлиб, унда ўлчанаётган узлуксиз катталиқни дискрет санокларга ўзгартириш (дискретлаш), ҳосил бўлган санокларни квантлаш ва кодлаш – ўлчанаётган катталиқни рақамли кодда, яъни ноллар ва бирлар кетма-кетлиги билан тасвирлаш амалга оширилади. Кўплаб АРЎ лар маълум. Бироқ уларни яратишда фойдаланиладиган усулларни учта асосий гуруҳга ажратиш мумкин.

1. Вақт-импулс усули. У ўлчанаётган катталиқнинг қийматларини вақт оралиқига ўзгартириш ва кейин вақт оралиқини бевосита кодлашдан иборат.

2. Частота-импулс усули. У ўлчанаётган катталиқнинг қийматларини частотанинг пропорционал қийматига ўзгартириб ва кейин бевосита кодлашга асосланган.

3. Кузатиб мувозанатлаш (тортиш) усули. У ўлчанаётган катталиқни маълум қонун бўйича ўзгарадиган намунавий дискрет катталиқлар йиғиндиси билан навбатма-навбат қиёс-лашдан иборат.



8.6-расм.

**Вақт-импулсли ўзгартириш усули** – ўлчанаётган катталиқнинг қийматини вақт интервалига ёрдамчи аррасимон кучланиш ёрдамида ўзгартириш мумкин. 8.6-а расмда ўлчанаётган ўзгармас катталиқ  $U_x$  ва ёрдамчи чизиқли ўсувчи кучланиш  $U_n = bt$  кўрсатилган.  $t_1$  моментда аррасимон кучланишнинг қиймати нолга тенг бўлади, бу эса стробладиган импулсларни шакллантиргич учун буйруқ бўлиб хизмат қилади ва у тўғри бурчак шаклидаги импулсни ишлаб чиқара бошлайди (8.6-б расм).  $t_2$  моментда чизиқли ўсиб борувчи кучланиш  $U_x$  қийматга эришади.

Бу моментда импулсни тугатишга оид буйруқ ишлаб чиқилади ва генераторнинг чиқишига  $U_{стр}$  кучланиш нолгача камаяди. Буйруқлар сигналлари қиёсловчи қурилмада (нол-органда) ишлаб чиқарилади, бу қурилма иккита киришга эга ( $U_x$  ва  $U_n$ ).  $U_x = U_n$  бўлганда қиёсловчи қурилма чиқишида импулс пайдо бўлади.

Шундай қилиб, ўлчанаётган  $U_x$  катталиқ вақт оралиқи  $T_x$  га ўзгартирилади. Бунда  $T_x$  ва  $U_x$  орасида чизиқли боғлиқлик сақланади. Агар  $U_x$  нинг қийматини, масалан, камайиш томонига ўзгартирилса, импулс узунлиги ҳам кичрайишига 8.6-а расмдан ишонч ҳосил қилиш қийин эмас.

Навбатдаги ўзгартириш босқичи вақт оралиқини кодга айлантиришдан иборат. Бунинг учун  $T_{сан}$  давр билан келадиган  $U_{сан}$  санок импулслари хизмат қилади (8.6-в расм). Бу импулслар билан  $T_x$  вақт оралиқи тўлдирилади. Бу операцияни стробловчи (рухсат этувчи) қурилма ёрдамида бажариш мумкин. Бу қурилма, унинг киришларидан бирига рухсат этувчи сигнал келганида, санок импулсларини ўзининг чиқишига ўтказди. Рухсат этувчи (стробловчи) сигнал сифатида  $T_x$  давомийликдаги тўғри бурчакли

импульсдан фойдаланилади. Стробловчи қурилманинг чиқишида  $N$  та санок импульсидан иборат гуруҳ (пакет)ни ҳосил қиламиз. Пакетдаги импульслар сони стробловчи импульс давомийлиги  $T_x$  ва  $T_{\text{сан}}$  нинг ушбу муносабатидан аниқланиши мумкин:  $N = T_x/T_{\text{сан}}$ . Шундай қилиб, пакетдаги импульслар сони санок импульслари даври қайд қилинганда  $T_x$  га пропорционал, у эса, ўз навбатида, ўлчанаётган кучланиш  $U_x$  га пропорционалдир (8.6-а расм).

8.6-г расмда тасвирланган  $U_{\text{код}}$  сигнали ўлчанаётган катталикнинг унитар кодидир. Унитар код тушунчаси билан юқорида дискретлаш ва квантлаш масалаларини ўрганишда танишган эдик. 8.1-г расмда пакетлардан иборат код гуруҳлари тасвирланган бўлиб, улардаги импульслар сони санок momentiдаги сигнал катталиги билан аниқланади. Мазкур ҳолда ўлчанаётган  $U_x$  катталик ўзгармасдир ва уни аниқлаш учун битта пакет етарлидир.

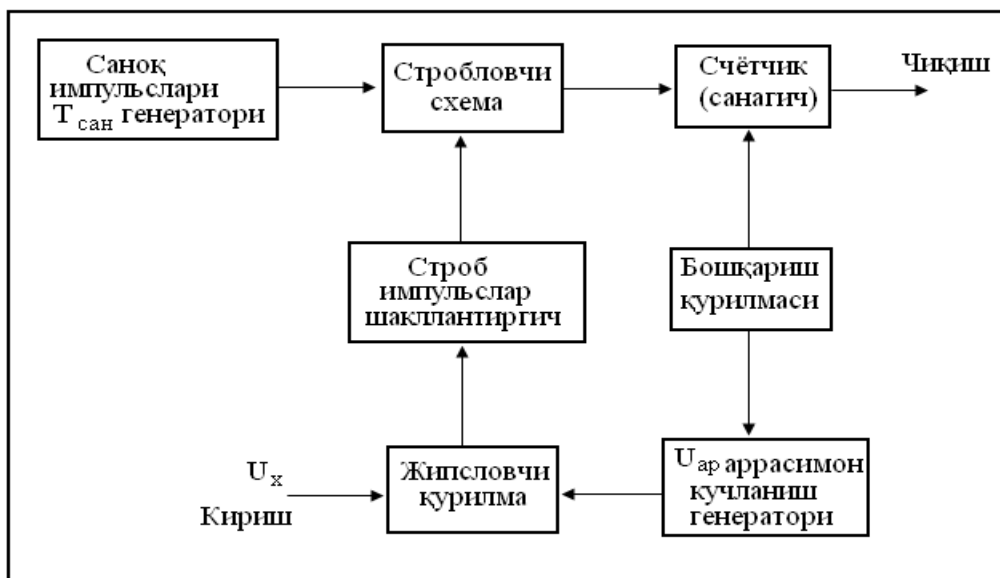
Унитар код тежамли эмаслиги учун (масалан, 100 V сонини биз одатланган ўнлик тизимда ифодалаш учун учта символ керак бўлса, унитар кодда юзта импульс керак бўлади), унитар кодни бошқа кодга, масалан, иккилик-ўнлик кодга ўзгартириш лозим. Бундай ўзгартириш пакетдаги импульслар сони  $N$  ни ҳисоблаш йўли билан амалга оширилиши мумкин. Ҳақиқатан ҳам, 8.6-а расмдан келиб чиқадики,  $U_x = T_x \text{tg}\beta$ .  $\text{tg}\beta = U_x/T_x = V$  қиймат кучланишнинг ортиш тезлигидир, V/s. Демак,  $U_x = T_x V$ . Сўнгра  $T_x = NT_{\text{сан}}$  бўлганлиги учун

$$U_x = T_{\text{сан}} V N, \quad (8.6)$$

га эга бўламиз. Унитар кодни ўзгартириш импульсларни оддий санаш билан амалга оширилиши мумкин. Импульсли санок қурилмалари, одатда, иккита турғун мувозанат ҳолатига эга бўлган триггерли ячейкаларда бажарилиши сабабли санок иккилик тизимда амалга оширилади (бир турғун ҳолатга «0» қиймат, иккинчисига «1» қиймат берилади). Ўлчаш натижасини иккала тизимда визуал санокда олиш қийинроқ бўлганлиги сабабли иккилик кодни биз одатланган ўнлик кодга ўзгартирилади. Бироқ ўлчаш натижаси иккилик кодда фақат оралик ўзгартириш сифатида эмас, балки агар бу ахборот кейин ҳам рақамли шаклда ишлаб чиқиладиган бўлса, қизиқиш уйғотади, масалан, сигнал рақамли шаклда компьютерга ва бошқа рақамли ўлчаш асбобларига узатилиши мумкин.

Вақт-импулс ўзгартиришли АРУ нинг тузилиш схемаси 8.7-расмда кўрсатилган.

Унга, бошқа ўлчовлардаги каби, аниқлигига юқори талаблар қўйилади. Мазкур ҳолда сўз частотасининг аниқлиги ва стабиллиги (турғунлиги) ҳақида бормоқда, чунки  $T_{\text{сан}}$  давр частотасига тескари катталиқдир.



8.7-расм.

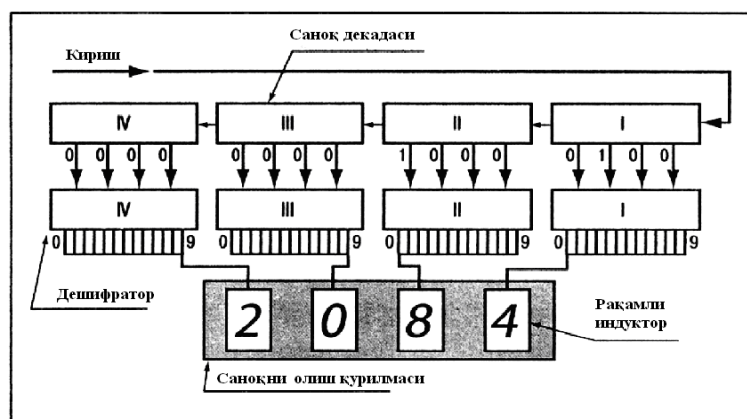
Қиёсловчи қурилманинг киришларидан бирига ўлчанаётган сигнал  $U_x$ , иккинчисига эса аррасимон кучланиш генераторидан  $U_{\text{ар}}$  сигнал берилади. Аррасимон кучланиш нолга тенг бўлганида (8.7-а расмда  $t_1$  момент) ва  $U_x$  га тенг бўлганида ( $t_2$  момент) қиёсловчи қурилма қисқа вақтли сигналлар беради. Қиёслаш қурилмаси таркибига иккита нол-орган кирган бўлиб, улардан бири  $t_1$  моментни, иккинчиси эса  $t_2$  моментни қабул қилади.

Қиёсловчи қурилмадан импульслар стробловчи импульслар шакллантиргичга келади, у иккита қисқа вақтли импульсдан стробловчи қурилма импульсини бошқарадиган  $T_x$  давомийликдаги тўғри бурчакли импульсни шакллантиради. Очик стробловчи схема орқали  $T_x$  вақт давомида импульслар ҳисоблагичига келади, у санок натижасини иккилик кодда қайд қилади. Бошқариш қурилмаси ҳисоблагичини ва аррасимон кучланиш генераторини бошқариш учун сигналларни шакллантиради.

Ўлчаш жараёнининг бошланиши иккита усул билан амалга оширилиши мумкин. Биринчи усул ўлчаш бир каррали жараёндан

иборат бўлган ҳол. Бу усулда ўлчашнинг бошланиши асбоб панелидаги тугмани босилгандан сўнг юзага келади. Иккинчи ҳолда бошқариш қурилмаси аррасимон кучланиш генераторини ишга туширадиган бошқариш импульсларини даврий равишда беради. Бунда ўлчаш натижаси даврий равишда янгиланиб боради. Бошқарувчи қурилма, ўлчаш цикли бошланишини белгилашдан ташқари, ҳисоблагичга импульслар бериб, ҳисоблагичда нолни ўрнатади. Бу қурилманинг ишлай бошлаши вақтида ҳам (чунки таъминот уланганида ҳисоблагич триггерлари ихтиёрий ҳолатга ўрнатилади), ўлчаш цикли такрорланишида ҳам зарурдир, чунки ўлчанаётган катталиқ вақт бўйича ўзгариши мумкин ва ҳисоблагичдаги натижани янгилаш учун нол ўрнатилган бўлиши лозим.

Рақамли ўлчаш асбобидаги кейинги ўзгартиришлар 8.8-расмда тушунтирилган бўлиб, унда унитар кодни кетма-кет иккилик кодга ва иккилик-ўнлик кодни ўлчаш натижасининг одатланилган ўнлик тасвирига ўтказишнинг тузилиш схемаси кўрсатилган.



8.8-расм.

Санок импульслари киришга ва кейин кетма-кет тўртта санок декадаларига келади. Санок декадаси шундай қурилганки, унинг киришига келган ҳар бир импульс хотирасида қайд этилади. Хотира вазифасини триггерли ячейка бажаради. Ҳар бир триггер фақат иккита турғун ҳолатга эга бўлганлиги учун у ё «0» ни, ёки «1» ни хотирлаб қолиши мумкин. Агар кетма-кет иккита триггерни уланса, бундай жуфтлик 4 та рақамни (иккилик кодда албатта), агар учта триггерни уланса, 8 та рақамни, агар тўртта триггер уланадиган бўлса, 16 рақамни хотирлаб қолишга қодир бўлади. Сўнгги ҳолда ҳамма ячейкаларда ноллар ўрнатилади ва санок янгидан

бошланади. Табиийки, бу мулоҳазалар санок бошида ҳамма ячейкаларда ноллар ўрнатилиб бўлган ҳолдагина ўринлидир.

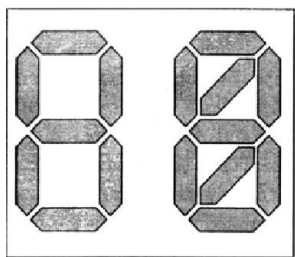
Санок декадасини, яъни ўнгача санаши мумкин бўлган қурилмани яшаш учун схемага ўзгартиришлар киритиш лозим. Одатда, улар триггерлар орасида тескари алоқалар ўрнатишга олиб келади. Импулс техникасига оид китобларда буни қандай бажариш мумкинлиги батафсил тавсифланади. Фақат шуни қайд қиламизки, тескари алоқаларнинг киритилиши қайд этиладиган натижалар сонини камайтиришгагина имкон беради, шу сабабли санок декадасини ташкил этиш учун камида тўртта триггерга эга бўлиш керак.

Декадалар кетма-кет уланганида қуйидаги содир бўлади. Декада I киришга келаётган ҳар бир сигнални пайқайди, яъни нолдан ўнгача санайди. Ҳар бир ўнинчи импулс санок декадаси II га келади, у киришга келадиган ҳар бир ўнинчи импулсни санайди. Шунга ўхшаш, санок декадаси III ҳар бир юзинчи сигнални, санок декадаси IV эса ҳар бир мингинчи импулсни санайди. Шундай қилиб, ҳар бир декада ўнлик соннинг битта разрядини қайд қилади. Декада ичида ҳар бир ўнлик сон иккилик кодда тасвирланган бўлади. Шу билан, унитар кодни иккилик-ўнлик кодга алмаштириш содир бўлади.

Кейинги ўзгартириш тўртта дешифратор ёрдамида амалга оширилади. Дешифраторларнинг ҳар бирига ахборот тегишли санок декадаларидан келади. Ҳар бир декадада тўртта триггер бўлганлиги сабабли улардан ахборотни олиш учун тўртта линияга эга бўлиш кифоядир. Линиядаги электр потенциаллар (юқори ва паст) декадаларда қайд этилган сонларга мос келади. Шундай қилиб, ҳар бир дешифратор тўртта бошқарувчи киришга эга. Дешифратордаги чиқишлар сони қўлланилаётган индикатор турига боғлиқ бундай дешифраторлар индикаторлар билан биргаликда ишлатилади. Индикаторларда инерт газлар билан тўлдирилган шиша баллонда ингичка симдан ясалган рақамлар пакет кўринишида (бирок бир-биридан ажратилган ҳолатда) жойлашган. Бошқарувчи кучланиш берилганда катод ролини бажарувчи симли рақамлар ва орқада жойлашган тўр (анод) орасида милтилловчи разряд ҳосил бўлади.

Милтилловчи разряд шакли катод шаклига мос бўлади. Газ разрядли индикаторлар бошқариш учун етарлича катта кучланишлар талаб қилади, бу эса камчилигидир.





8.9-расм.

Рақамли индикаторларни куришнинг муқобил йўли ёруғлик нурлатувчи диодлар (ёруғлик диодлар) ва суяқ кристалларни кўллашдан иборат. Ёруғлик диодларнинг афзаллигига паст ишчи частоталарни киритиш лозимлиги, бу эса уларни микросхемалар ёрдамида бошқаришни амалга ошириш имконини беради. Юқори ёрқинлик, кичик истеъмол қуввати ва узок муддат ишлаши ҳам унинг афзаллигидир.

Ёруғлик диодли индикаторлар дискрет элементлар – сегментлардан тайёрланади. 8.9-расмда кўрсатилган етти ва тўққиз сегментли конструкциялар кенг тарқалди.

Аниқ ёғдуланувчи рақамни яратиш учун тегишли сегментларга ёруғлик диодни уйғотувчи кучланиш бериш лозим. Етти сегментли индикаторни бошқариш учун саккизта бошқарувчи ва битта умумий чиқишли дешифраторга, мос равишда, тўққиз сегментли индикаторни бошқариш учун ўн та чиқишли дешифраторга эга бўлиш лозим.

8.8-расмдан кўришиб турибдики, тўрт хил ўнлик сонни индикациялаш учун тўртта санок декадаси, тўртта дешифратор ва тўртта индикаторга эга бўлиш лозим. Индикаторда акс этиши мумкин бўлган энг катта сон – 9999. Анаогли асбоблар учун одатий бўлган охирги қийматни «яхлит» сон шаклида, масалан, 1000 ни олиш учун, яъни чегаравий қийматни бор-йўғи бир birlikка ошириш учун асбобни, битта индикатор, битта дешифратор ва битта санок декадаси кўшиб мураккаблаштириш лозим, бу эса мақсадга мувофиқ бўла олмайди.

## 8.5 Оптик ўлчаш воситалари

### 8.5.1 Оптик қувват ўлчагичлар

Оптик қувват ўлчагичлар (Optical Power Meter – OPM) сигналнинг оптик қувватини ва шунингдек, кабелдаги сўнишни ўлчаш учун фойдаланилади. Бу ўлчагичлар оптик-толали тизимлар билан ишлайдиган муҳандислар, муҳандис-электрончилар учун худди мультиметр каби зарурий асбобдир.

Оптик қувват ўлчагичлар кабелли линияларда ўлчашларни ҳам, оптик линияда ҳам сигнал узатувчи терминал қурилма ишини

таҳлил қилишни ҳам таъминлайди. ОРМ сигналнинг стабилланган манбаси билан жуфтликда оптик линия сифатининг асосий параметри – сўнишни ўлчашга имкон беради. ОРМ учун ўлчашларнинг айниқса муҳим синфи оптик линия боғламаларининг (кабел участкалари, интерфейслар, пайвандли боғламалар, аттенюаторлар ва ҳ.к.) параметрларини ўлчашдан иборат.

ОРМ нинг асосий параметрлари қуйидагилардан иборат:

- детектор тури;
- кучайтиргичнинг чизиқлилиги;
- зарурий калибрлашнинг аниқлиги ва графиги;
- динамик диапазон;
- ишининг аниқлиги ва чизиқлилиги;
- турли оптик интерфейсларни қўллаб-қувватлаш имконияти.

**Оптик детектор.** Оптик қувват ўлчагичнинг энг муҳим элементи оптик детектор бўлиб, у асбобнинг ўзининг тавсифини белгилаб беради.

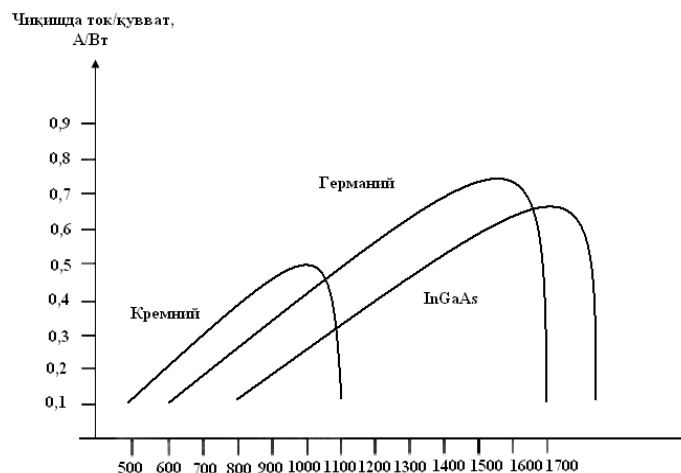
Оптик детектор қаттиқ жисмли фотодиоддан иборат бўлиб, кирувчи оптик сигнални қабул қилади ва уни берилган интенсивликдаги электр сигналига ўзгартиради. Олинган электр сигнали АРЎ орқали сигнал процессорига боради, у ерда олинган электр рақамли сигналига фотодиоднинг тавсифига мувофиқ равишда ўлчов бирликларига (dBm ёки Vt) ўтказиб ҳисоблаш амалга оширилади, кейин эса асбоб экранида тасвирланади (8.10-расм).



8.10-расм. Оптик қувват ўлчагичининг структуравий схемаси.

Қаттиқ жисмли фотодиоднинг стабил ишлашини таъминлаш учун термостабиллашдан фойдаланилади. Асбобнинг асосий тавсифи фотодиод чиқиш сигналининг кирувчи оптик сигналга турли тўлқин узунликларида боғлиқлик тавсифи, аниқроғи бу тавсифнинг текислигидан иборат. Бунга боғлиқ равишда сигнал процессори тавсифнинг мумкин бўлган ночизиқлилигини кўп ёки кам даражада компенсациялаши лозим. Натижада, агар фотодиоднинг тавсифи кучли ночизиқли бўлса, уни компенсациялаш учун сигнал процессори мураккаброқ структурага эга бўлиши лозим. Иккинчи томондан, юқорироқ технологик

фотодиод каттароқ текис тавсифга эга бўлиши мумкин ва бунда сигнал процессори анча содда тузилган бўлиши мумкин. ОРМ ни яратишда асосий масала юқори технологик фотодиоднинг баҳоси билан сигнал процессорининг мураккаблиги/баҳоси орасидаги «олтин ўртача ҳолатни» топишдан иборат. Яна шуни ҳам ҳисобга олиш керакки, сифатсиз фотодиоднинг вақт бўйича тавсифи паст стабилликка эга бўлиши мумкин, бу эса асбобни регуляр (доимий) калибрлашни талаб этади. Фотодиодларнинг бошқа муҳим тавсифи спектрал характеристикадан, яъни фотодиод иш самарадорлигининг узатилаётган сигналнинг тўлқин узунлигига боғлиқлигидан иборат, бу ерда фотодиоднинг иш самарадорлиги чиқишдаги токнинг қабул қилинаётган сигналнинг қувватига нисбати билан аниқланади. Бу тавсиф асбобларда турли фотодиодларнинг фойдаланиш диапазонини белгилаб беради. 8.11-расмда фотодиодларнинг учта асосий тури: кремнийли (Si), германийли (Ge) ва галлий арсениди қотишмаси (InGaAs) асосидаги фотодиодлар учун тавсифлари кўрсатилган.



8.11-расм. Фотодиод чиқиш сигналининг қабул қилинаётган сигналнинг тўлқин узунлигига боғлиқлик тавсифси.

Расмдан кўриниб турибдики, кремнийли фотодиод оптик сигнални 800 дан 900 nm гача чегараларда ўлчашларда муваффақиятли қўлланилиши мумкин. Амалиётда, бу турдаги детекторларда фойдаланиладиган оптик қувват ўлчагичлар кенгрок диапазонга, яъни 400–450 nm дан 1000 nm гача чегараларда калибрланган. Ҳозирги замон алоқа тизимларида энг кенг тарқалган 1310 nm ва 1550 nm ли бир модали толали оптик кабелларда ўлчашлар учун одатда германийли детекторлардан ёки InGaAs

қотишмаси асосидаги фотодиодлардан кенг фойдаланилади (8.2-жадвал). Шунга мувофиқ равишда, бу фотодиодлардан фойдаланадиган ОРМ лар Ge учун 780 дан 1600 nm гача ва InGaAs учун 800 дан 1700 nm гача диапазонларда калибрланган бўлади. Ge ва InGaAs асосидаги детекторлар ўхшаш ўтказиш полосасига эгаллигини ҳисобга олинадиган бўлса, у ёки бу фотодиоднинг афзалликлари ва камчиликлари ҳақидаги ҳақли савол юзага келади.

Расмдан кўриниб турибдики, InGaAs асосидаги детекторлар тўлқин узунликлари бўйича кенгрок ўлчаш диапазониغا эга, бу эса уч тўлқин узунлиги: 850, 1310 ва 1550 nm гача калибрланган универсал ОРМ ларни яратишга имкон беради.

ОРМ нинг муҳим тавсифи унинг ишининг турли шовқин даражаларида турғунлигидир.

8.2-жадвал

Ишчи тўлқин узунлиги	Детекторнинг оптимал тури
850 nm	Si (кремний)
850/ 1300 nm	Ge (германий) ва InGaAs
1300/ 1550 nm	InGaAs
850/ 1300/ 1550 nm	InGaAs

Оптик детекторлардаги шовқинларнинг асосий манбалари квантли шовқин, қолдиқ ток ва сиртий сирқиш токидир. Квантли шовқин детектор сиртида фотонларнинг электронларга статистик конверсияси билан боғлиқ. Қолдиқ ток деб ёруғлик сигнали йўқ бўлган ҳолда зарядланган зарралар оқимини айтилади. Сирқиш токи детектор сиртидаги нуқсонлар, сиртнинг тозаллиги ва силжиш кучланишига боғлиқ. InGaAs асосидаги детекторларда қолдиқ ток Ge асосидаги детекторларга қараганда анча кам.

Шовқин даражаси ортининг кўшимча омили температурадир (температура шовқини). Жумладан, Ge асосидаги детекторларнинг қолдиқ токи температурага анча катта даражада боғлиқ, шу билан бир вақтда InGaAs детекторлари учун у температурага амалда боғлиқ эмас. Шундай қилиб, InGaAs детекторлари асосидаги ОРМ лар кенг температуралар диапазонида кўшимча стабиллаштириш заруратисиз ишлаши мумкин. Шу билан бир вақтда InGaAs асосидаги детекторлар анча қиммат, бу эса дала шароитларида оптик кабелларни ётқизиш ва ишлатишда Ge асосидаги ОРМ ларнинг кенг тарқалишига сабаб бўлди, чунки бундай ОРМ лар самарали нарх/сифат муносабатига эга. InGaAs асосидаги ОРМ лар асосан лаборатория шароитларида юқори

аниқликда ўлчашлар ўтказишда фойдаланилади, бироқ ишлатишда ҳам муваффақиятли фойдаланилиши мумкин.

ОРМ нинг бошқа муҳим параметри детектор электр сигналини кучайтиргичнинг иш тамойили бўлиб, у ОРМ ишининг чизиқлигига, сезгирлиги ва вазибаларига таъсир этади.

Ҳозирги замон кучайтириш техникаси амалиётида иккита асосий кучайтириш тамойилидан фойдаланилади:

- логарифмик кучайтириш;
- чизиқли кучайтириш.

Логарифмик кучайтиришдан фойдаланиш ўлчашларнинг керакли аниқлигини таъминламайди ва қатор камчиликлари билан тавсифланади. Одатда, ОРМ ўлчаш натижаларини  $\text{dBm}$  ёки  $V_t$  ларда беради, логарифмик кучайтиргичли асбоблар эса ўлчаш натижаларини  $V_t$  ларда бериш имконини бермайди, одатдаги транзисторли  $p-n$  ўтишдан фойдаланиладиган логарифмик кучайтириш технологияси эса кучайтиргич ишининг қўшимча равишда температурага боғлиқ бўлишига олиб келади. Бир неча тўлқин узунликларида ўлчашлар ўтказиш учун эса логарифмик кучайтиргичлар 4–6 тагача потенциометрни талаб қилади, бу ҳам потенциометрларнинг оксидланиши натижасида ноҳуш оқибатларга олиб келади. Шундай қилиб, логарифмик кучайтириш тамойилларидан фойдаланилиши ОРМ аниқлигининг паст бўлишига ва асбобни тез-тез калибрлаш зарурлигига олиб келади.

Чизиқли кучайтириш асосида яратилган кучайтиргичлар юқорида санаб ўтилган камчиликлардан холидир. Одатда, улар яхши стабиллаштирилган бўлади, бу эса сигналнинг бошланғич силжиш хатолигини ҳамда ўлчашлар жараёнида сигналнинг иқлимий ва бошқа сабабларга кўра силжиш хатоликларини компенсациялаш имконини берди. Замонавий ОРМ лар EEPROM да махсус калибрланган маълумотларга эга бўлиб, улар ўлчашлар жараёнида чизиқли кучайтиргичларни автокалибрлаш режимида фойдаланилади.

## 8.5.2 Ўлчашлар аниқлиги ва калибрлаш графиги

Оптик қувват ўлчагичлар учун ўлчашлар аниқлиги ва калибрлаш графиги яна бир муҳим параметрдир, чунки кучайтиргичнинг тавсифлари детекторнинг тайёрланиш аниқлиги ва унинг ишининг параметрларига боғлиқ равишда ўзгариши мумкин. Бу параметр ишлатиш жараёнида асбоб ишининг стабиллигини ифодалайди. Юқорида қайд этилганидек, чизиқли кучайтиргич ва автокалибрлаш тизимига эга бўлган асбоблар тез-тез қиёслашни талаб этмаслиги туфайли ҳам афзалроқдир.

Оптик қувват ўлчагичларининг асосий тавсифлари

8.3-  
жадвал

Модел (ишлаб чиқарув- чи)	Детектор тури	Диапо-зон, dBm	Тўлқин узунлиги, нм	Аниқ- лиги, dB	Габарит- лари,mm	Масса- си, g
Алмаз 21	м/й	-70...+3	850/1310/1550	0,5	200S100S40	280
GN6000(C) (Nettest)	InGaAs	-70...+5 (-60...+20)	850/1300/1310 /1550	0,25	160S83S33	220
GN6025(C) (Nettest)	InGaAs	-70...+3 (-60...+20)	850/1300/1310 /1550	0,2	150S85S40	500
LP5000(C) (Nettest)	Ge	-55...+10 -60...+10	850/1300/1310 /1550	0,3	146S76S38	295
LP5000(C) (Nettest)	Ge	-40...+20 -45...+20	850/1300/1310 /1550	0,3	146S76S38	630
PM1101 (Exfo)	Si	-100...+10	450-1100	0,2	38S262S120	630
PM1102 (Exfo)	Ge	-75...+25	750-1700	0,2	38S262S120	630
PM1103 (Exfo)	InGaAs	-100...+10	800-1100	0,2	38S262S120	630
OT-30 (Optel)	м/й	-60...+3	850/1310/1550	м/й	160S85S30	400
OLP-6 (Wavetek)	м/й	-60...+5	780/850/1300 /1310/1550	м/й	140S73S28	200
OLP-8 (Wavetek)	м/й	-50...+23	980/1300/1310 /1480/1550	м/й	140S73S28	200
1202 (FOD)	InGaAs	-60...+3	850/1310/1550	м/й	150S90S30	300
1202Si (FOD)	Si	-60...+3	660/780/850	м/й	150S90S30	300

**Динамик диапазон.** ОРМ ларнинг асбобларни танлашда ҳисобга олиниши лозим бўлган энг муҳим тавсифлари динамик диапазон, ажратиш қобилияти ва ишининг чизиқлилигидан иборат. Бу санаб ўтилган параметрлар ОРМ элементларининг юқорида

санаб ўтилган параметрлари билан тўғридан тўғри боғланган ва жиҳозни танлашда айниқса муҳимдир.

**Чизиқлилиқ ва аниқлик.** ОРМ ни танлашда энг муҳим мезон унинг ишининг чизиқлилиги ва аниқлигидир. Аниқлиги дейилганда метрологик аниқлик, яъни параметрнинг ўлчанган қиймати билан эталон калибрланган асбобда ўлчанган қиймат орасидаги мослик тушунилади. Асбобнинг чизиқлилиги ўлчаш натижаларининг сигнал даражаси, температура, тўлқин узунлиги бўйича ажратиш ва ҳ.к. ларга боғлиқ равишда стабиллиги билан аниқланади.

**Турли оптик интерфейсларни қўллаб-қувватлаш имконияти.** Ҳозирги замон оптик узатиш тизимларида турли оптик интерфейсларни қўллаб-қувватлаш имконияти ҳам асбобни танлашда муҳим шартдир.

Замонавий оптололи тармоқлар турли оптик интерфейслардан фойдаланади.

### 8.5.3 Оптик сигналнинг барқарор манбалари

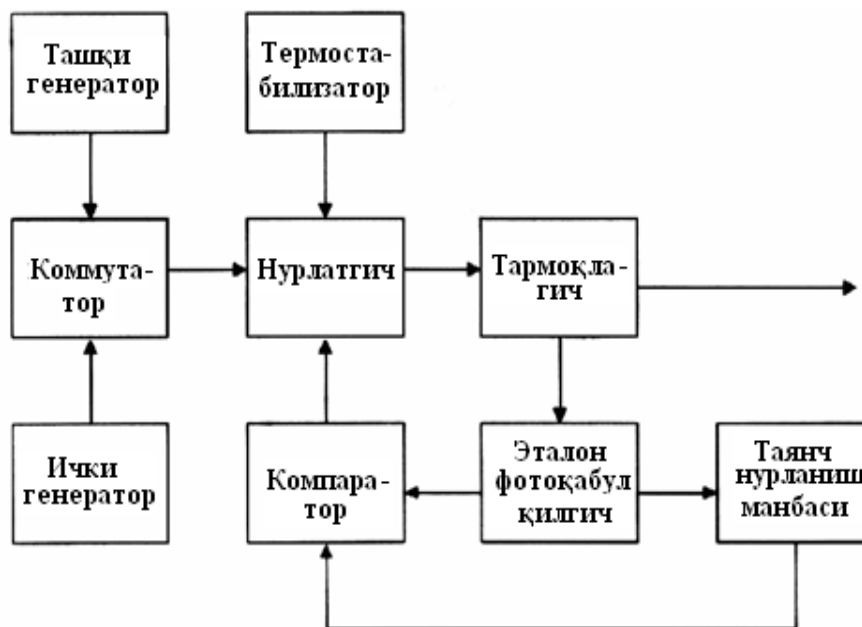
Оптик сигналнинг барқарор манбалари (Stabilized Light Source – SLS) оптик линияга берилган қувватли ва тўлқин узунликли сигнални киритиш вазифасини бажаради. Оптик қувват ўлчагич бу сигнални қабул қилади ва шундай қилиб, оптик кабел киритадиган сўниш даражаси баҳоланади. Баъзан оптик сигналнинг стабилланган манбалари сифатида линия жиҳозининг сигнал манбаларидан фойдаланилади. Бу ҳозирда ишлаб турган тармоқда бўлади.

SLS нинг структуравий схемаси 8.12-расмда тасвирланган.

SLS нинг асосий элементи нурлатгич – оптик сигнал манбасидан иборат. Нурлатгич генерациялайдиган сигналнинг стабиллиги нурлатгич токини таянч кучланиш манбаси ва эталон фотоқабул қилгич кучланишини мувофиқмаслик сигнали бўйича ростлаш йўли билан ушлаб турилади.

Фотоқабул қилгич нурлатгич генерациялайдиган қувватни назорат қилиш учун хизмат қилади. Бунинг учун нурланаётган оптик сигналнинг бир қисми оптик тармоқлагич орқали эталон фотоқабул қилгичга берилади. Нурлатгич ишчи нуқтасининг стабиллаштирилиши компаратор томонидан амалга оширилади. Нурлатгичнинг температуравий иш режими термостабилизатор томонидан ушлаб турилади. Оптик узатиш тизимлари параметр-

ларини бир қатор ўлчаш услубиятларида модуляцияланган оптик сигналлардан фойдаланилади, уларнинг генерацияланишини таъминлаш учун SLS таркибига коммутатор уланиб, у нурлатгич токини ташқи ёки ички генератордан бошқариш ҳисобига оптик сигналнинг модуляциясини таъминлайди.



8.12-расм. Оптик сигнал барқарор манбалари қурилмасининг структуравий схемаси.

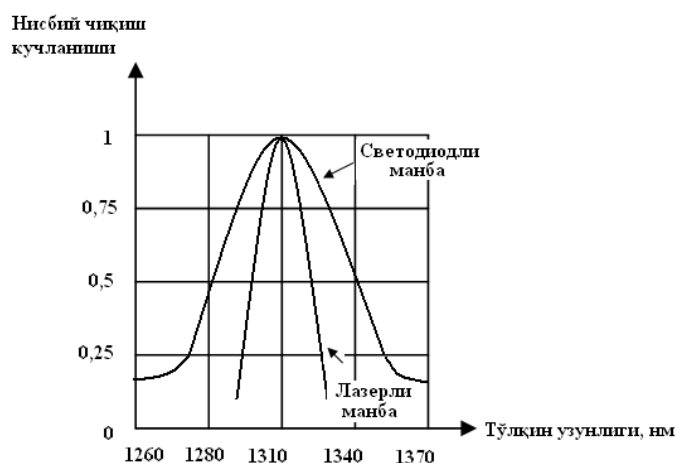
SLS нинг фойдаланиладиган нурлатгич турлари бўйича фарқ қилинадиган учта асосий тури мавжуд:

- лазерли манбалар;
- ёруғлик диодли манбалар;
- волфрам лампали оқ ёруғлик манбалари.

Бу манбалар, асосан, манбанинг асслик тавсифи – нурланиш полосаси кенглиги билан фарқланади. Лазерли манбалар энг юқори ассликка, оқ ёруғлик манбалари энг паст ассликка эга.

Санаб ўтилган манбалар турларининг тавсифлари қуйида батафсил кўриб чиқилади. 8.13-расмда лазерли ва ёруғлик диодли сигнал манбалари ассликларининг қиёсий характеристикаси тасвирланган.





8.13-расм. Лазер ва ёруғлик диодли манбаларнинг спектрал характеристикаси

### 8.5.4 Оптик сигналнинг лазерли манбалари

Бу манбалар тор нурланиш манбасига эга ва амалда монохроматик сигнални генерациялайди. Ёруғлик диодли сигнал манбаларидан фарқли ўлароқ, лазерли манбалар нурланиш диапазонида доимий тавсифга эга эмас. Лазерли манбанинг тавсифи асосий частотанинг четлари бўйлаб бир неча дискрет частоталарга эга. Шундай қилиб, лазерли манбаларнинг спектрал тавсифи анча нотекисликка эга, бу ўлчашларда бузилишларга олиб келиши мумкин (бу ҳақда қуйироқда айтилади). Бу манбалар энг қувватли, лекин энг қиммат ҳамдир. Улар бир модални кабелда катта масофада оптик йўқотишларни (йўқотишлар даражаси 10 dB дан юқори) ўлчаш учун фойдаланилади. Кўп модални кабелларни ўлчаш учун кабелдаги дисперсия туфайли лазерли манбаларни қўллаш тавсия этилмайди.

### 8.5.5 Ёруғлик диодли оптик манбалар

Бу оптик сигнал манбалари кенгроқ нурланиш спектрида, одатда 5–200 nm чегараларига эга. Ёруғлик диодли манбаларда ёруғликнинг спонтан нурланиш тамойилидан фойдаланилади, шу сабабли светодиодли сигнали некогерент ва спектри бир жинслироқ бўлади. Ёруғлик диодли манбалар чиқиш қуввати даражасини стабиллаштириш учун манбанинг таъминот занжирини стабиллаштириш етарлидир, шунинг учун ёруғлик диодли

манбалар чиқиш даражасининг юқорироқ стабиллиги билан ажралиб туради. Улар лазерли манбаларга қараганда арзонроқ ва кичик узунликдаги кабелларда, масалан, локал ҳисоблаш тармоқлари кабеллари таҳлили иловаларида йўқотишларни таҳлил қилиш учун қўлланилади. Бироқ сигналнинг энг ёмон тарқалиш ҳолини таҳлил қилишда улардан фойдаланиш, узатиладиган сигналнинг қуввати катта бўлиши кераклиги сабабли, мақсадга мувофиқ эмас.

### **8.5.6 Оптик кабелда сўниш анализаторлари**

Оптик кабел киритадиган сўнишни анализатори (Optical Loss Test Set – OLTS) оптик қувват ўлчагич ва оптик сигнал манбасининг комбинациясидан иборат. Интеграцияланган ва ажратилган ўлчагичлар фарқ қилинади. Интеграцияланган ўлчагичларда сигнал манбаси ва қувват ўлчагич битта қурилмада бўлади, ажралган ўлчагичлар эса сигнал манбаси ва ОРМ кабелларидан иборат бўлади. Шунга мос равишда анализаторларнинг техник параметрлари сигнал манбалари ва оптик қувват ўлчагичлар учун санаб ўтилган барча параметрларни ўз ичига олади.

Оптик қувват исрофларининг анализаторлари оптик узатиш линиясини қадамли таҳлилини амалга оширади, бунда кабел участкалари, уланиш ва пайвандлаш жойлари ҳам киради. Бу, биринчи навбатда, ажратилган анализаторлар учун хосдир. Шу билан бир вақтда интеграцияланган анализаторлар саноатдаги таҳлил учун қўлланишга мўлжалланган бўлиб, юқори аниқликка эга. Масалан, кўпчилик ишчи частотали анализаторлар 1310 ва 1550 nm тўлқин узунликларида ўлчашларни автоматик равишда бажариши мумкин.

### **Назорат саволлари**

1. Рақамли ўлчаш асбобларининг қурилиш тамойили нимадан иборат?
2. Дискретлаш қандай амалга оширилади?
3. Аналог-рақамли ўзгартгичда қандай жараёнлар амалга оширилади?
4. Квантлаш деганда нимани тушунилади?
5. Рақамли код деганда нимани тушунилади?

6. Ўзгартириш хатоси қачон пайдо бўлади?
7. Рақамли ўлчаш асбобларининг ишлаш режимларини санаб ўтинг?
8. Асбобий хатоликнинг пайдо бўлиш сабаблари нимадан иборат?
9. Қандай кодлар рақамли ўлчаш воситаларида пайдо бўлади?
10. АРЎ нинг асосий гуруҳларини санаб ўтинг?
11. Оптик ўлчаш воситаларининг иш тамойилини тушунтириб беринг?

---

## IX БОБ. КУЧЛАНИШ ВА ҚУВВАТНИ ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ

### 9.1 Умумий қоидалар

Кучланишларни ўлчаш электррадиоўлчашлар амалиётида энг кўп тарқалган. Алоқа техникаси ва электроникада кучланишни ўлчаш ўзига хос хусусиятларга эга:

1) кенг частоталар соҳаси – ўзгармас кучланишлар ва инфрапаст частоталардан тортиб бир неча GHz гача бўлган ўта юқори частоталар;

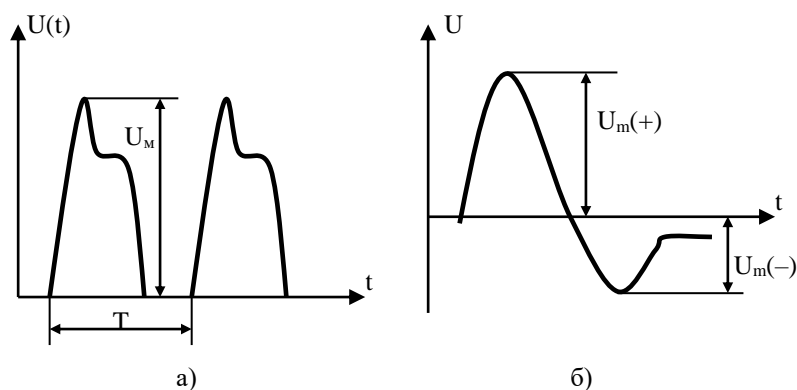
2) ўлчанадиган кучланишларнинг катта диапазони – микровольтнинг улушларидан тортиб юзлаб киловольтларгача;

3) сигналлар шакллариининг кўп хиллиги.

Ўлчашлар кучланишлар манбаи кўпинча кичик қувватли бўлиши сабабли мураккаблашади. Ўлчаш асбобини занжирга уланиши занжир иш режимини мураккаблаштирмаслиги, яъни асбоб занжирдан қувват истеъмол қилмаслиги лозим. Амалда бунинг иложи йўқ, бироқ асбобнинг кириш қаршилигини ошириш билан ўлчанаётган занжирдан олинаётган энергия истеъмолини рухсат этиладиган минимумга келтириш мумкин. Шунини эслатиб ўтамизки, вольтметр асбобга параллел уланади, шу сабабли унга қўйиладиган асосий талаб шуки, кириш қаршилиги имкони борича катта бўлиши керак.

Кучланиш вақт бўйича кечадиган жараёнدير. Ўзгармас кучланишни ўлчаш хусусий ҳолдир. Ўлчаш амалиётида энг кенг тарқалган масала кучланишнинг ушбу тўртта параметрини баҳолашдан иборат: чўққи, ўртача, ўртача тўғриланган ва ўртача квадратик қийматлар.

*Чўққи қиймат* – сигналнинг ўлчаш вақтидаги энг катта ёки энг кичик қиймати. Гармоник сигнал учун амплитуда қиймати атамаси кенг тарқалган. Одатда, чўққи қийматни  $U_m$  билан белгилаш қабул қилинган (9.1-а расм). Турли кутбли носимметрик эгри чизиқли кучланишларда мусбат  $U_m(+)$  ва манфий  $U_m(-)$  чўққи кучланишлари фарқ қилинади (9.1-б расм).



9.1-расм.

$T$  ўлчаш вақтида сигналнинг ўртача қиймати ушбу ифода билан аниқланади:

$$U_{\text{ўрм}} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt \quad (9.1)$$

Ўртача қиймат маъноси бўйича – бу  $T$  ўлчаш вақтида  $u(t)$  сигналнинг доимий ташкил этувчисидир. График нуқтаи-назаридан бу  $T$  вақт ичидаги ўртача қиймат вақт ўқи устидаги ва остидаги юзалар айирмасига тенгдир. Гармоник сигнал учун бу қиймат нолга тенг.

Ўлчаш вақти ичида ўртача тўғриланган ўртача қиймат

$$U_{\text{ўрм.м}} = \int_0^T |u(t)| dt \quad (9.2)$$

ифода билан аниқланади. Геометрик нуқтаи-назардан бу  $T$  ўлчаш вақти ичида вақт ўқи устида ва остида эгри чизиқ билан чегараланган юзалар йиғиндисидир. Бундай таърифлашда ўртача тўғриланган қийматни топиш операцияси иккита яримдаврли ўзгартгич (тўғрилагич ва филтр) ёрдамида амалга оширилади. Бироқ ўлчанаётган кучланиш бир кутбли бўлганда  $U_{\text{ўрм}}$  ва  $U_{\text{ўрм.м}}$  ўзаро тенг бўлади. Ўлчаш амалиётида битта ярим даврли детекторлаш (мусбат ва манфий қийматларни)дан ҳам фойдаланилишини айтиб ўтамиз. Агар махсус айтилмаса, бу тўғрилаш икки яримдаврли деб ҳисобланади.

Ўртача квадратик қиймат

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt} \quad (9.3)$$

ифода билан аниқланади.

Кучланиш ўртача квадратик қийматининг квадрати сон жиҳатидан 1 Ом қаршилиқда сочилган (тарқалган) ўртача қувватга тенг.

Бу параметрлар орасидаги боғланиш ушбу учта коэффициент билан тавсифланади:

– амплитуда (чўққи-фактор) коэффициенти, у чўққи қийматнинг ўртача квадратик қийматга нисбатига тенг:

$$K_a = U_m / U; \quad (9.4)$$

– шакл коэффициенти, ўртача квадратик қийматнинг ўртача тўғриланган қийматга нисбатига тенг:

$$K_u = U / U_{\text{ўрт.м}} \quad (9.5)$$

– ўрталаштириш коэффициенти, у чўққи қийматнинг ўртача тўғриланган қийматга нисбатига тенг:

$$K_{\text{ў}} = U_m / U_{\text{ўрт.м}} \quad (9.6)$$

Бу коэффициентлар учун ушбу формуладаги тенглик тўғрилиги равшандир:

$$K_{\text{ў}} = K_u K_a \quad (9.7)$$

Бундан ташқари, бу коэффициентлар учун ушбу тенгсизлик ўринли:

$$1 \leq K_u \leq K_a \leq K_{\text{ў}}$$

Тенглик ўзгармас кучланиш сигналлари ва «меандр» туридаги сигналлар учун бажарилади.

Физик жиҳатдан амалга ошириб бўладиган ҳар қандай сигнал шакли учун учала коэффициент аниқланган бўлади ва уларнинг қиймати ўлчанаётган сигнал параметрларига боғлиқ бўлмайди. Масалан, исталган амплитудали, частотали ва бошланғич фазали синусоидал шаклдаги сигнал учун

$$U_m = 2\sqrt{U} = 1.41U \quad \text{ва} \quad U_{\text{ўрт.м}} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}U = 0.9U.$$

Демак,

$$K_u = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \approx 1.11; \quad K_a = \sqrt{2} \approx 1.41; \quad K_{\text{ў}} = \frac{\pi}{2} \approx 1.57.$$

9.2-а расмдаги аррасимон шаклдаги сигнал учун

$U(t) = U_m \cdot t/T, 0 \leq t \leq T$ ;  $K_u = 2/\sqrt{3} = 1.16$ ;  $K_a = \sqrt{3} = 1.73$ ;  $K_{\text{ў}} = 2$   
бўлиб, қуйидагиларга эга бўламиз:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \frac{U_m^2}{T^2} t^2 dt} = \frac{U_m}{\sqrt{3}}.$$

$U_{\text{ўрт.т}} = U_M/2$  ўртача тўғриланган қиймат графикдан (9.2-а расм) учбурчак юзини даврга бўлиш билан топилади. Учбурчак шаклидаги импульслар учун:

$$K_u = 2\sqrt{3} \approx 1.16; K_a = \sqrt{3} \approx 1.73; K_y = 2$$

Тўғри бурчакли импульслар ўтказишга мойиллик  $Q = T/t$  билан тавсифланади, бу ерда  $T$  – давр,  $t$  – импульснинг давомийлиги. Улар учун

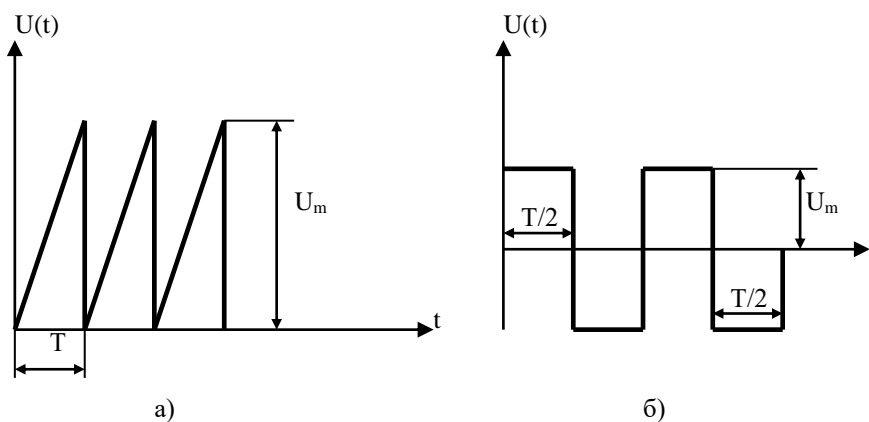
$$K_u = K_a = \sqrt{Q}; K_y = Q.$$

9.2-б расмда хусусий ҳол тасвирланган бўлиб, бунда давр тенг иккига бўлинган ҳолда мусбат ва манфий кучланиш тенг. Бундай тўғри бурчакли симметрик импульслар меандр деб аталади. Аналитик усулда меандр бундай ёзилади:

$$U(t) = \begin{cases} U_m, & 0 \leq t \leq \frac{T}{2}; \\ -U_m, & \frac{T}{2} \leq t \leq T. \end{cases}$$

Меандр учун  $U = U_m$ , ўртача тўғриланган қиймат  $U_{\text{ўрт.т}} = U_m$ . Меандр  $K_a = K_u = 1$  бўлган ягона сигналдир.

Исталган вольтметрнинг ёки амперметрнинг кўрсатиши параметрлардан бирининг ўлчамига пропорционалдир. Вольтметр сезадиган параметрнинг тури унинг номини белгилайди. Масалан, чўққи вольтметр сигнал чўққи қийматининг ўлчамини аниқлайди, яъни унинг кўрсатиши ўлчанаётган кучланишнинг чўққи қийматига пропорционалдир. Ўртача квадратик қийматли вольтметр (квадратик вольтметр)нинг кўрсатиши ўлчанаётган сигналнинг ўртача квадратик қиймати ўлчамига пропорционалдир.



9.2-расм.

Равшанки, юқорида кўриб чиқилган барча параметрлар ўзгармас кучланиш учун ўзаро тенг ва ўзгарувчан ток асбоблари учун бунга ўхшаш номлар маънога эга эмас. Бундай вольтметрларни оддий қилиб ўзгармас кучланиш вольтметрлари деб аталади.

## **9.2 Электрон вольтметрларнинг умумий тавсифи ва таснифи**

Радиоэлектрон техникада кучланиш асосан электрон вольтметрлар билан ўлчанади. Улар учун қуйидагилар хосдир:

1) кўрсатишларининг кенг частоталар соҳасида ўлчанаётган кучланиш частотасига кучсиз боғлиқлиги;

2) тадқиқот объектидан арзимас (ҳаддан ташқари кичик) қувват истеъмол қилиши, яъни объект иш режимига жуда кичик таъсири, бошқача айтганда, катта кириш актив қаршилиги (ва кичик кириш сиғими);

3) жуда катта ўлчаш диапазонида юқори сезгирлиги;

4) кўрсатишлар ўрнатилиш вақтининг кичиклиги;

5) ўта юкланишга (асбоб киришидаги кучланиш рухсат этилганидан ортиқ бўлганида) чидамлилиги;

б) ток таъминот манбаларининг зарурлиги.

Электрон вольтметрлар турли белгилари бўйича таснифланиши мумкин:

1) турлари, яъни вазифаси бўйича: калибраторлар (В1), ўзгармас ток (В2), ўзгарувчан ток (В3), импульсли ток (В4), фазага сезгир (В5), селектив (В6), универсал (В7) электрон вольтметрлар;

2) индикатор тури бўйича: рақамли (бошқа асбоблар ичидаги кучланишни ўлчагичлар, осциллографик индикатор, неонли ва ҳ.к. бўлиши мумкин);

3) ўлчаш усули бўйича: бевосита ўлчаш, ўлчов билан қиёслаш; нолли (компенсацион);

4) кучланишнинг ўлчанадиган параметри бўйича: чўққи (амплитудали), ўртача квадратик ва ўртача тўғриланган қийматлар;

5) асосий электрон асбобларнинг ясалиш схемаси тури бўйича: яримўтказгичли ёки интеграл схемалардаги;

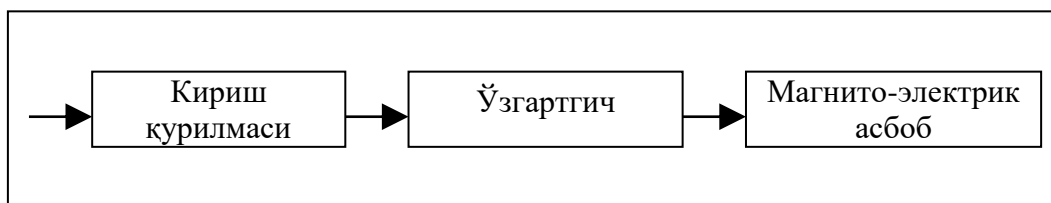
б) частота диапазони бўйича: паст частотали, юқори частотали, ўта юқори частотали, кенг диапазонли;



7) кириш схемаси бўйича (токнинг ўзгармас ташкил этувчиси бўйича): очиқ ва ёпиқ (берк) киришли.

### 9.3 Электрон вольтметрларнинг тузилиш схемалари ва ишлаш тамойиллари

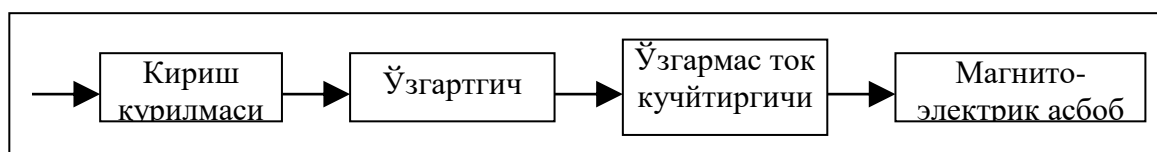
Биринчи вариант 9.3-расмда келтирилган. Бундай вольтметрнинг иш тамойили ўзгарувчан кучланишни электр ўлчаш асбоби томонидан ўлчанадиган ўзгармас кучланишга ўзгартиришдан иборатдир. Бу схема бўйича ясалган асбоблар катта даражали кучланишларни ўлчаш учунгина яроқли. Улар паст частотали ва юқори частотали ўлчаш генераторларида, узатувчи қурилмаларнинг қувватли генераторлари модуляторларида кучланишларни назорат қилишда фойдаланилади.



9.3-расм.

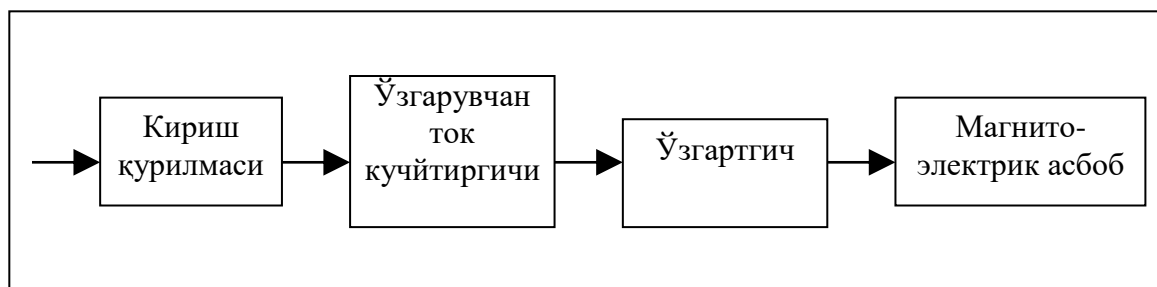
Кичик кучланишларни ўлчашда бу схеманинг сезгирлиги етарли эмас. Шу сабабли бу каби ҳолларда таркибига кучайтиргич кирган вольтметрлардан фойдаланилади. Бундай иккита вольтметрнинг тузилиш схемалари 9.5 ва 9.6-расмларда келтирилган. Бир қарашда уларнинг фарқи муҳим эмасдек кўринади. 9.5-расмдаги схемада кучайтиргич ўзгартгичдан кейин, 9.6-расмда эса олдин уланган. Бироқ бу вольтметрларнинг техник ва метрологик тавсифлари жиддий фарқ қилади.

9.5-расмдаги схема бўйича йиғилган вольтметр катта частота диапазони билан, 9.6-расмдаги вольтметр катта сезгирлиги билан ажралиб туради. Бу ўзгармас ва ўзгарувчан тоқлар кучайтиргичларининг ясаиш имкониятлари билан тушунтирилади.



9.5-расм.

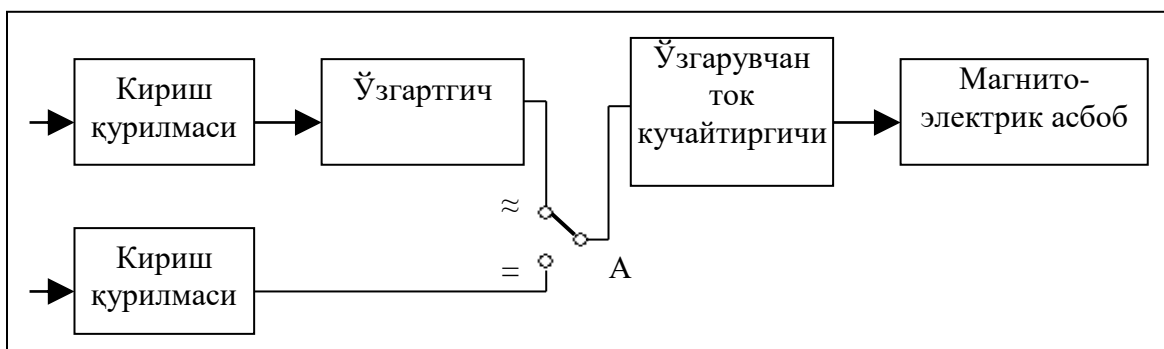
Ўзгарувчан ток кучайтиргичи анча катта кучайтириш коэффициентлари билан ясаши мумкин, бироқ, афсуски, унинг кенг полосалигини, айниқса, частотавий характеристиканинг текислигига юқори талаблар қўйилганда, таъминлаш анча қийиндир. Сўнгги талаб муҳим, чунки частотавий тавсифининг нотекислиги асбобнинг кўрсатишлари турли частоталарда ўзгаришига олиб келади.



9.6-расм.

9.5- расмдаги схема бўйича йиғилган вольтметр эса, аксинча, кенг полосали асбобдир. Кириш қурилмаси ва ўзгартгич юқори частотали деталлардан тайёрланиши мумкин, ўзгартгичдан кейин эса ҳеч қандай частотани чегаралашлар мавжуд бўлмайди, чунки фақат ўзгармас ток кучайтирилади. Бироқ кучайтириш коэффициентлари катта бўлган ўзгармас ток кучайтиргичини ясаш қийин. Гап шундаки, ўзгармас ток кучайтиргичида кучайтириш каскадлари орасида ажратиш конденсаторлари бўлмайди. Температура ўзгарганида кучайтириш элементлари орқали оқувчи тоқлар ўзгаради. Биринчи каскад ишчи нуқтасининг дрейфи навбатдаги каскад киришида кучланишнинг ўзгаришига олиб келади, бу каскад уни кучайтиради ва ҳ.к. Бу ҳодиса асбоб кучайтиришларининг ностабил бўлишига олиб келади. Шунинг учун унча катта бўлмаган кучайтириш коэффициентлари билан чекланишга тўғри келади.

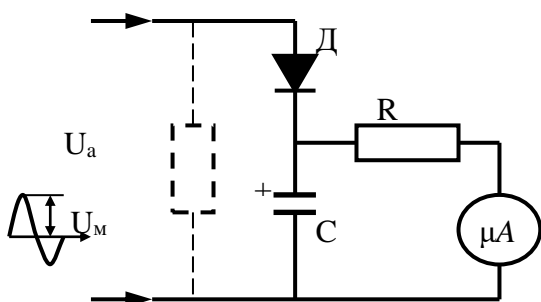
9.7- расмда универсал вольтметр схемаси тасвирланган. Алмашлаб улагич (АУ) ёрдамида вольтметр режимини алмаштириш ва ўзгармас кучланишни ҳам, ўзгарувчан кучланишларни ҳам ўлчаш мумкин.



9.7-расм.

## 9.4 Ўзгарувчан кучланишни ўзгармас кучланишга ўзгартгичлар

Ўзгарувчан кучланишни ўзгармас кучланишга ўзгартгич вольтметрларнинг асосий қисмидир. Ўзгартгичлар кириш кучланиши параметри бўйича фарқланади, бу параметрга унинг чиқиш занжиридаги ток ёки кучланиш: чўкки, ўртача квадратик ёки ўртача тўғриланган қийматлар [(9.2) ва (9.3) бандлар] мос келади.



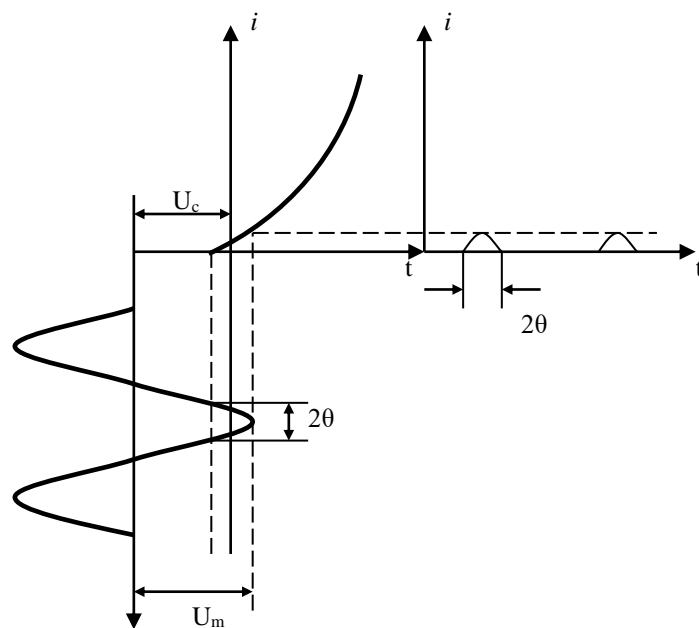
9.8-расм.

Кучланишнинг чўкки қийматлари ўзгартгичи схемаси 9.8-расмда кўрсатилган. Кучланишнинг чўкки қийматини «хотирлаб қоладиган» элемент бу конденсатордир. Синусодал сигналнинг мусбат ярим тўлқини диод орқали ток уйғотади. Сўнгра ток икки йўналишга — конденсатор орқали ҳамда резистор  $R$  ва магнитоэлектрик тизимли стрелкали асбоб орқали тармоқланади. Кейинги ток кичикдир, чунки  $R$  резистор катта қаршиликли қилиб танланади (50 МОм тартибида). Конденсатор орқали ток эса, аксинча, улкандир, чунки конденсатор зарядланмаган, кириш кучланиши тўлиқ диодга қўйилган ва унинг қаршилиги минималдир,  $C$  конденсаторнинг сифими эса, одатда, бир неча ўн минг пикофарадани ташкил этади. Мусбат ярим тўлқин конденсаторда бирор микдордаги зарядни қолдиради ва ундаги кучланиш расмда кўрсатилган кутбликка эга бўлади. Манфий ярим-тўлқинда диод ёпилади ва конденсатор резистор  $R$  ва стрелкали асбоб орқали разрядланади. Зарядланиш ва разрядланиш экспоненциал қонун бўйича содир бўлади. Бу жараённинг

тезликлари заряд ва разряд вақт доимийлари билан аниқланади. Зарядланиш доимийси  $t_{зар} = CR_d$ , бу ерда  $R_d$  – диоднинг ўтказиш йўналишидаги қаршилиги. Разрядланиш доимийси  $t_{раз} = CR$ .  $R_d$  н  $R$  бўлганлиги учун  $t_{зар}$  н  $t_{раз}$  га эга бўламиз. Шундай қилиб, конденсаторнинг зарядланиш тез, разрядланиши эса секин бўлади. Синусоиданинг биринчи даврида конденсаторда заряд тўпланади. Бу заряд оний боради ва бирор сондаги даврлардан кейин конденсатор қопламаларида амалда кириш кучланишининг амплитуда (чўққи) қийматига тенг бўлган ўзгармас кучланиш қарор топади. 9.8-расмда пунктир чизиқ билан кўрсатилган қаршилиқ сигнал манбаси қаршилигига эквивалент қаршилиқдан иборат.

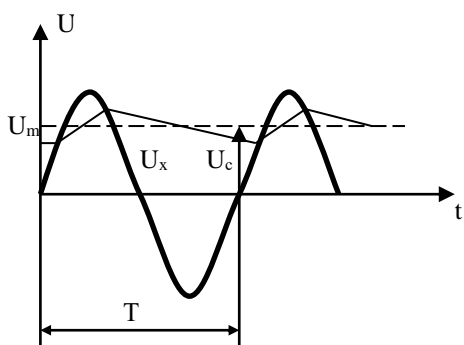
Конденсаторда кучланишнинг ошиб бориши билан диоднинг аноди ва катода орасидаги потенциаллар фарқи камаяди. 9.8-расмдан кўриниб турганидек, диоднинг аноди ва катода орасидаги кучланишнинг оний қиймати ўзгарувчан кириш кучланиши ва конденсатор орасидаги кучланиш айирмасига тенг. Кириш кучланиши амплитудаси ортганида бир неча давр давомида конденсатордаги кучланиш ортади, кучланиш камайганида диод ёпилади, чунки конденсатордаги кучланиш диодга ёпиш йўналишида қўйилган бўлиб, келаётган сигнал амплитудасидан катта. Бирор вақтдан кейин диод орқали ток тикланади.

9.9-расмда диоднинг вольт-ампер характеристикаси, яъни  $i=f(u)$  боғланиш ва схема киришига келаётган синусоидал кучланиш кўрсатилган.



9.9-расм.

9.9-расмдан кўриниб турибдики, ток диод орқали конденсатор зарядини тўлдирувчи қисқа импульслар кўринишида ўтади. Диод орқали ток даврининг кесил бурчаги  $q$  билан тавсифланадиган кичик қисми давомидагина ўтади. Шундай қилиб, қаралаётган ўзгартгич автоматик силжишли схемадан иборат бўлиб, унинг катталиги амалда келувчи сигнал амплитудасига тенг. Ўзгартириш хатолиги конденсатор разряди билан аниқланади, бунинг натижасида  $U_C$  конденсатордаги кучланиш (9.10-расмдаги пунктир чизиқ) сигналнинг чўққи қийматидан бироз кичик.



9.10-расм.

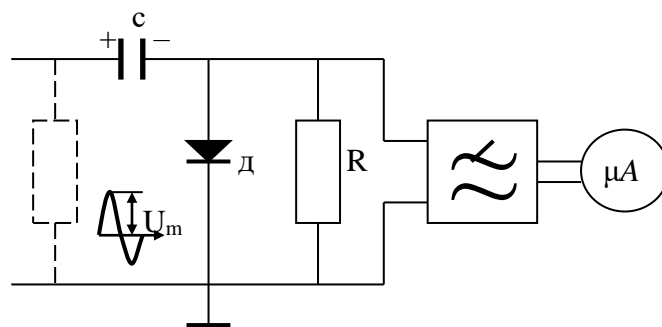
$R$  қаршилик қанча катта бўлса, бу хатолик шунча кичик бўлади, бироқ  $R$  нинг ортиқча оширилиши каттарок сезгирликли стрелкали асбобдан фойдаланиш заруратига олиб келади (занжир орқали токнинг камайиши ҳисобига) ва, бундан ташқари, ўзгартгич каттарок инерцияли бўлади.

Кириш кучланишини камайтирилганда, асбобнинг кўрсатишлари сезиларли вақт оралиғидан сўнг ўрнатилади, чунки конденсаторнинг разрядланиши секин рўй беради. Жараёни тезлаштириш учун баъзан вольтметрларда тугма ўрнатилади ва унинг ёрдамида конденсатор қисқа вақтга туташтирилади ва заряди олинади.

Шу вақтга қадар синусоидал шаклдаги кучланишни ўлчаш ҳоли тадқиқ этилди. Агар қаралаётган схеманинг киришига гармоник кучланиш эмас, балки таркибида ўзгармас ва ўзгарувчан ташкил этувчилар бор бўлган кучланиш берилса, у ҳолда асбоб ўлчайдиган кучланишнинг қиймати фақат  $U_m$  амплитудагагина эмас, балки ўзгармас ташкил этувчининг ўлчами  $U_0$  га ҳам боғлиқ бўлади, чунки детекторнинг кириши очикдир. Қуйидаги сабабга кўра кириш очик дейилади. Киришга ўзгармас кучланиш берилганида ток диод орқали,  $R$  резистор орқали ва стрелкали асбоб орқали оқади. Ўзгармас ва ўзгарувчан кучланишларни биргаликда, яъни  $U_x = U_0 + U_m \sin \omega t$  берилганида (агар, масалан, вольтметр транзисторнинг коллектор занжирига уланганида шундай бўлади, чунки у ерда сигналнинг ўзгарувчан кучланиши ҳам, таъминот кучланиши ҳам таъсир қилади), очик киришли

Ўзгартгичнинг конденсатори  $C$  кучланишнинг ўзгармас ва ўзгарувчан ташкил этувчиларининг биргаликдаги (жами) таъсири билан аниқланадиган кучланишгача, яъни чўкқи қиймат  $U_0 + U_m$  гача зарядланади.

Фақат ўзгарувчан ташкил этувчини ўлчашни амалга ошириш зарур бўлган ҳолда, 9.11-расмда кўрсатилганидек, ёпиқ киришга эга бўлган ўзгартгичли вольтметр қўлланилади. Мазкур ўзгартгичнинг ишлаш тамойили амалда илгари қаралган очик киришли ўзгарткичникидан фарқ қилмайди. Бироқ, агар 9.8-расмдаги схемада кучланиш конденсатордан олинган ва филтр вазифасини бажарган бўлса, 9.11-расмдаги схемада кучланиш резистордан олинади ва у пулсланувчан бўлганлиги сабабли, уни бевосита магнитоэлектрик асбоб билан ўлчаш қийинроқдир (паст частоталарда стрелка сезиларли тебранади). Шу сабабли  $R$  резистор ва стрелкали вольтметр орасига пулсланувчи кучланишнинг фақат ўзгармас ташкил этувчисини ўтказадиган паст частоталар филтри уланади.



9.11-расм.

Ўзгармас ташкил этувчиларни ўз ичига олмаган кучланишларни ўлчагичда очик ёки ёпиқ киришли ўзгартгичлар бир хил натижа беради. Иккала ҳолда ҳам конденсаторлардаги кучланишлар  $U_m$  га жуда яқин ва иккала вольтметрнинг кўрсатишлари ўлчанаётган кучланиш амплитудасига пропорционал.

Очик киришли ўзгартгич киришига пулсланувчи кучланиш берилган ҳолда, у фақат ўзгарувчан ташкил этувчининг (ўзгармас ташкил этувчидан ортиқ кучланишнинг) амплитудасини сезади ва вольтметрнинг кўрсатишлари унга пропорционал бўлади. Бунга ишонч ҳосил қилиш қийин эмас. Агар  $U_x$  кучланиш  $U_0$  ташкил этувчига эга бўлса ( $U_x = U_0 + U_m \sin \omega t$ ), у ҳолда конденсатор қўшимча зарядланади ва унинг қопламаларидаги кучланиш  $U_0$  га

ортади, яъни  $U_c = U_m + U_o$  бўлади. Бироқ конденсатордаги кучланиш кўшимча ўзгармас ташкил этувчисининг кутби ( $-U_o$ ) детектор киришида таъсир қилаётган  $U_o$  ўзгармас ташкил этувчининг кутбига қарама-қарши. Бу икки кучланишнинг алгебраик йиғиндиси юклама резистор  $R$  да нолга тенг бўлади ва вольтметр ўзгармас ташкил этувчини ( $U_o$  кириш кучланишини) пайқамайди. Шундай қилиб, ёпиқ киришли ўзгартгичга эга бўлган вольтметр кучланишнинг ўзгармас ташкил этувчисиз чўққи қийматини, яъни ўзгармас ташкил этувчидан ошиғининг чўққи қийматини ўлчайди.

Очиқ ва ёпиқ киришли детекторларнинг кириш қаршиликлари бир хил эмас. Очиқ киришли диодли ўзгартгичнинг киришдаги актив қаршилиги  $R_{\text{кир.очиқ}} = R/2$  формула билан, ёпиқ киришли ўзгартгичнинг кириш қаршилиги эса  $R_{\text{кир.ёпиқ}} = R/3$  муносабат билан аниқланади. Схема детектордан бошланганида эса унинг қаршилиги бутун асбобнинг кириш қаршилиги  $R_{\text{кир}}$  ни аниқлайди.

Детектор киришидаги кучланиш бир вақтнинг бир неча ўндан бир улушларидан ортиқ бўлганида, яъни иш диоднинг вольт-ампер характеристикасининг чизиқли участкасида содир бўлаётганида кўриб чиқилган диодли детекторлар чўққили бўлади, кичик даражали сигналларда тавсифнинг эгрилиги оқибатида детектор квадратик детектор бўлиб келади.

9.8 ва 9.11-расмларда тасвирланган схемалар мусбат кутбли кучланишнинг чўққи қийматларини ўзгартиради. манфий кутбли кучланишларни ўлчаш учун шуларга ўхшаш, аммо куйидагиси билан фарқ қиладиган схемалардан фойдаланилади: диодлар қарама-қарши тарзда уланади, яъни анод ва катоднинг ўринлари алмаштирилади.

Ўртача квадратик қийматни ўзгартгич – бу ўзгарувчан кучланишни ўлчанаётган кучланишнинг ўртача квадратик қийматига пропорционал бўлган ўзгармас токка ўзгартирувчи ўзгартгичдир. (9.3) формуладан кўриниб турганидек, кучланишнинг ўртача квадратик қийматини ўлчаш ушбу учта операцияни бажариш билан боғлиқдир: квадратлаш (кучланишни квадратга кўтариш), ўртачалош (ўртача қийматни топиш) ва ўртачалош натижасидан квадрат илдиз чиқариш (охирги операция эса вольтметр шкаласини даражалашда қўлланилади). Демак, ўртача квадратик қийматни ўзгартгич квадратик вольт-ампер

характеристикага эга бўлиши лозим. Бундай ўзгартгичлар *квадратик ўзгартгичлар* деб аталади.

Агар квадратик детекторнинг чиқиш занжирига магнито-электрик стрелкали ўлчаш асбоби (микроамперметр) ва паст частоталар филтри уланадиган бўлса, у ҳолда асбоб ўзгартгич токининг ўлчанаётган кучланишнинг ўртача квадратик қийматига пропорционал бўладиган ўзгармас ташкил этувчисини (ўртача қийматини) ўлчайди.

Квадратлаш учун яримўтказгичли диод вольт-ампер характеристикасининг бошланғич участкасидан (қисмини) фойдаланиш мумкин. Бироқ ҳозирги вақтда бу ечимдан деярли фойдаланилмайди. Бу диод тавсифи квадратик участка-сининг қисқалиги ва уни алмаштиришда даражалаш характеристикасининг параметрлари жиддий оғиши натижасида бузилиши билан тушунтирилади.

Ҳозирги замон квадратик вольтметрларда диодли занжирча схемаси бўйича ишланган ўзгартгичлар кенг тарқалган. Бундай занжирча аналогли ҳисоблаш машиналарининг бир ўзгарувчили ночизиқли функциясининг диодли блокига ўхшашдир. У параболик эгри чизиқни бўлакли-силлиқ аппроксимациялаш натижасида квадратик тавсифни олиш имконини беради. Диодли занжирча кўп диодли элементларни ўз ичига олади (9.12-а расмнинг ўнг қисми). Ҳар бир элемент диод ва икки резистордаги кучланиш бўлгичдан иборат (9.12-б расм). Диоднинг тўғри қаршилиги  $R_{\text{тўғ}} = 0$ , тексари қаршилиги эса  $R_{\text{теc}} = \infty$  деб фараз қилиб, ҳисоблаш мумкинки, диодга келтирилаётган сигнал кучланиши силжиш кучланиши  $E$  дан кичик бўлганида диод орқали ток ўтмайди (9.12-в расм).

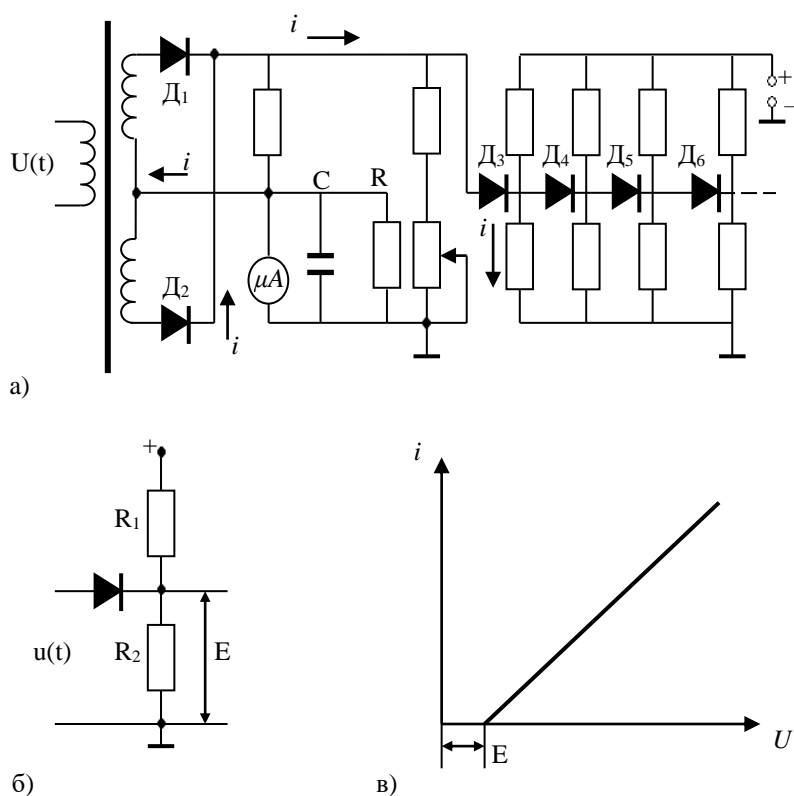
Диодли элементлар кетма-кет уланади. Бу ерда диодларга уланадиган кучланиш бўлгичлари резисторларининг қаршиликлари шундай ҳисобланганки, бунда ҳар бир кейинги диодга олдинги диодга қараганда каттароқ миқдордаги силжиш узатилади. Кириш кучланиш трансформаторнинг бирламчи чулғамига берилганида (9.12-в расм), сигнал оний қийматининг кутбига боғлиқ равишда ток ё  $D_1$  орқали, ёки  $D_2$  орқали ўтади.

Қаралаётган шу моментда диод  $D_1$  очик деб фараз қилайлик. У ҳолда ток трансформатор иккиламчи чулғамининг юқори қисқичидан  $D_1$  диод орқали, кейин ўзгарувчи резистор, стрелкали асбобдан иборат занжир орқали трансформатор иккиламчи



чулғамининг ўрта нуқтасига келади. Стрелкали асбоб токнинг ўзгарувчан ташкил этувчисини ушлаб қолувчи фильтр ҳосил қиладиган резистор  $R$  ва конденсатор  $C$  билан шунтланган.

Кириш кучланиши кичик бўлганида диод  $D_3$  ёпиқ бўлади, чунки унинг катодада мусбат силжиш кучланиш ишлайди. 9.12-б расмда айрим диодли ячейканинг ишлаш тамойили тушунтирилган. Кириш сигнали берилганида, диод токни фақат сигнал диод катодада ишлаётган мусбат силжиш кучланиши  $E$  дан ортик бўлганидагина ўтказди.



9.12-расм.

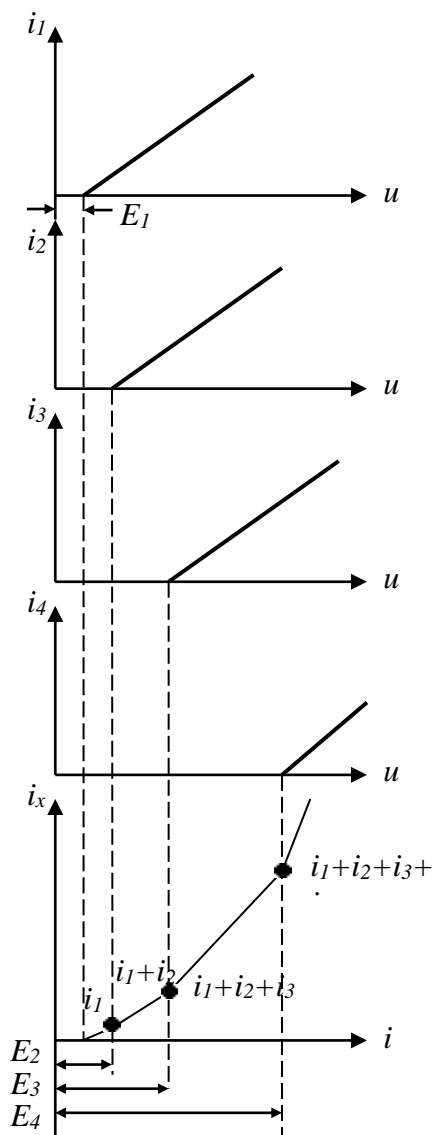
Агар киришга (диод анодига) секин-аста ортиб борувчи мусбат кутбли кучланиш берилса, у ҳолда диод орқали токнинг кучланишга 9.12-в расмда кўрсатилган боғлиқлигини олиш мумкин. Расмдан кўриниб турганидек, киришдаги кучланиш силжиш кучланиш  $E$  дан ортганида диод токи бошланади.

Силжиш кучланишини бўлгич қаршиликларини танлаш билан ўзгартириб, кесиш нуқтасининг ҳолатини (вазиятини) силжитиш мумкин. Тўртта диодли занжирдан иборат ўзгартгичнинг параболик шаклдаги вольт-ампер характеристикасининг шаклланиши 9.13-расмда кўрсатилган.

Силжиш кучланишлари  $E_1 \dots E_4$  ни танлаш билан тўртта диод кесиш нуқталарининг зарурий вазиятлари танланади. Агар квадратор киришидаги кучланиш  $E_1$  дан ортиқ бўлса, диод  $D_3$  (9.12-а расм) очилади, ток диод, бўлгичнинг пастки резистори орқали, кейин корпусга боради ва ўлчаш асбоби орқали трансформаторнинг ўрта нуқтасига оқади. Кучланишнинг кейинги ортишида диод  $D_4$  очилади ва навбатдаги диодли занжир ўтказувчи бўлади ва ҳ.к. Барча диодли занжирларнинг тоқлари қўшилади ва ўлчаш асбоби орқали ўтади.

Диодли занжирларнинг кетма-кет уланиши йиғинди (жами) токнинг кириш кучланишига боғлиқлигини шакллантириш имконини беради, бу 9.13-расмда кўрсатилган.

Киришдаги кучланишнинг манфий қутбга эга бўлган навбатдаги ярим тўлқини диод  $D_2$  ни очади (9.12-а расм). Бунда ҳосил бўладиган тоқлар юқорида қаралгани каби оқиб ўтади.



9.13-расм.

**Кучланишнинг ўртача тўғриланган қийматини ўзгартгич.** Ўртача тўғриланган қийматни ўзгартгич – бу ўзгармас кучланишни ўлчанаётган кучланишнинг ўртача тўғриланган қийматига пропорционал токка ўзгартгичдир. Кўпинча, бундай ўзгартгич магнитоэлектрик асбоб билан бириктирилган икки ярим даврли тўғрилагич бўлиб, у бир вақтда икки вазифани бажаради – ўлчанаётган катталиқни кўрсатишларга ўзгартиради ва ўртача тўғриланган кучланиш таърифи

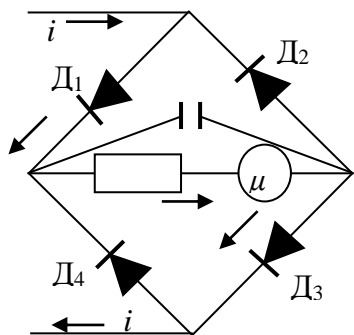
$$U_{\text{ср.д.д.}} = \int_0^T |u(t)| dt.$$

га мувофиқ равишда ўртачалаш операциясини бажаради. Кўприкли схема энг кўп тарқалган (9.14-расм). Киришдаги ўзгарувчан кучланишнинг мусбат ярим даврида ток  $D_1$  диод

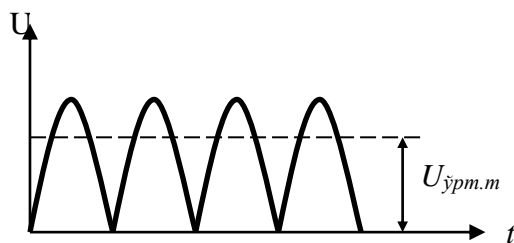
орқали, кўприкнинг резистор ва магнитоэлектрик тизимли стрелкали асбобни ўз ичига олган диагонали орқали, кейин  $D_3$  диод орқали оқади. Манфий яримтўлқинда  $D_1$  ва  $D_2$  диодлар ёпилади ва ток пастки кириш қисқичидан диод  $D_4$ , кўприк диагонали (ўша йўналишда), диод  $D_2$ , юқори кириш қисқичи орқали оқади. Шундай қилиб, ўзгарувчан кучланишни ўзгармас пулсланувчи кучланишга ўзгартириш амалга оширилади. Ўрталаштириш операцияси магнитоэлектрик тизимли асбобнинг инерцион хоссалари ҳисобига амалга оширилади, бу асбобнинг унинг рамкаси орқали оқётган токнинг ўртача қийматини пайқаш 7-бобда кўриб ўтилган эди.

9.15-расмда киришга гармоник сигнал берилганида тўғриланган кучланиш ва унинг ўртача тўғриланган қиймати кўрсатилган.

Шуни қайд этиш керакки, микроамперметр шкаласининг оғиши ўзгартгичга келадиган кучланишнинг ўртача тўғриланган қийматига, фақат диодлар тавсифининг чизиқли участкаларидан фойдаланил-гандагина пропорционалдир. 9.12 ва 9.13-расмларда тасвирланган графиклар идеаллаштирилгандир. Аслида эса диод вольт-ампер характеристикасининг бошланғич участкаси чизиқли эмас ва биринчи яқинлашишда парабола билан аппроксимацияланиши мумкин. Бироқ кириш кучланиши етарлича катта бўлганида (айниқса, агар кремнийли диоддан фойдаланилаётган бўлса), бошланғич участка эгрилигини ҳисобга олмаслик ва вольт-ампер характеристикани синиқ тўғри чизиқ билан аппроксимациялаш мумкин. Бу айтилган фикрлардан келиб чиқадиган хулоса шуки, агар вольтметр кичик сигналларни ўлчаш учун лойиҳаланаётган бўлса, у ҳолда ўзгартгич олдида албатта кучайтиргич туриши шарт. Бу шарт бажарилганида кириш кучланиши ва ўртача тўғриланган қиймат орасидаги чизиқли боғланиш



9.14-расм.



9.15-расм.

ўзгармас кучланиш ҳар қандай шаклда бўлганида ҳам ўринли бўлади.

## 9.5 Вольтметрлар кўрсатишларининг ўлчанаётган сигнал шаклига боғлиқлиги

Волтметрнинг жуда муҳим метрологик тавсифи унинг ўзгартириш функцияси (вазифаси), яъни чиқиш сигнали ахборий параметрининг унинг кириш сигналининг ахборий параметрига боғлиқлигидир.

Бу функцияни аналитик, график ёки жадвал кўринишида тасвирлаш мумкин. Шкаласи ўлчанаётган катталиқ бирликларида даражаланган ҳар қандай асбобдаги каби, вольтметр учун ўзгартириш тавсифи график нуқтаи назардан  $45^\circ$  бурчак остида ўлчанаётган тўғри чизикдан иборат бўлади. Шу билан бир вақтда асбоб стрелкасининг оғиш бурчаги кириш сигналининг нозизиқли функцияси бўлиши мумкин. Шунини эслатиб ўтамизки, 7-боб материалларга мувофиқ равишда, фақат магнитоэлектрик тизимли асбоблар стрелкасининг оғиши ва айлантирувчи момент яратадиган ток орасида нозизиқли боғланишга эга. 8-боб материалларига мувофиқ, рақамли асбоблар квантлаш тартиби муносабати туфайли поғонали ўзгартириш функциясига эга.

Ишлаб чиқариш жараёнида стрелкали вольтметрлар даражалаш тартибидан ўтади. Даражалаш катталиги намунавий ўлчаш асбоби (ишчи эталон) бўйича аниқланадиган ўлчаш сигналинини даражаланаётган асбоб киришига бериш ва тегишли белгилар ва сонларни шкалага белгилашдан иборатдир. Даражалаш жараёни 9.16-расмда тушунтирилади. Бу схемада бундай белгиланган:  $\Gamma$  – амплитуда қиймати ростланадиган сигнал генератори, ўртача квадратик қийматлар намунавий вольтметри, даражаланадиган 1, 2 ва 3 вольтметрлар. Пастки қаторда жойлашган вольтметр, намунавий вольтметр каби, ўртача квадратик қийматлар ўзгартгичига эга бўлганлиги учун уларнинг кўрсатишлари устма-уст тушади. Масалан, агар намунавий вольтметр 100 V ни кўрсатаётган бўлса, у ҳолда 100 V ни даражаланаётган вольтметр шкаласининг стрелка тўхтаган белгиси устига ёзиш лозим. Умуман намунавий ва даражаланаётган асбоблар шкалалари турли ўлчамли ва бўлимлари сони турлича бўлиши мумкин, бироқ мазкур ҳолда кўрсатишлар бир хил бўлиши лозим.

Чўққи қиймат ўзгартгичи мавжуд бўлган юқоридаги асбобни даражалашда иш бошқача бўлади. (9.4)дан келиб чиқадиги, синусоидал сигнал учун  $U_m = K_a U$  бўлиб, бу ерда  $K_a$  – амплитуда

коэффициенти, у синусоидал кучланиш учун 1,41 га тенг. Асбобни чўққи қийматларда даражаланаётганимизда, намунавий вольтметр кўрсатишларини 1,41 га кўпайтиришимиз ва намунавий вольтметр 100 V ни кўрсатганида стрелка тўхтаган бўлим олдида 141 V ни ёзишимиз лозим. Шундай қилиб, чўққили қиймат вольтметрининг даражалаш коэффициенти  $C_1$  бўлиб, 1,41 га тенг амплитуда коэффициенти хизмат қилади.

Ўртача тўғриланган қиймат вольтметри учун даражалаш коэффициенти  $C_2$  ни (9.5) формуладан аниқлаш мумкин. Формуладан  $U_{\text{ўрт.тўғ.}} = U/K_{\text{ш}}$  келиб чиқади. Синусоидал сигнал учун шакл коэффициенти 1,11 га тенг бўлганлиги сабабли даражалаш коэффициенти  $C_2 = 1/1,11 = 0,9$  бўлади. Шкаланинг мос белгиси олдида 90 V ни ёзиш керак. Учала асбоб шкалаларининг қолган нуқталари ҳам шу каби даражаланади.



9.16-расм.

Гарчи асбоблар синусоидал сигналда даражаланган бўлса ҳам, улар носинусоидал сигналлар кучланишларини ўлчаш учун ҳам яроқлидир. Шунини қайд этиш керакки, чўққили вольтметрда ўзгармас ташкил этувчилари бор сигналларни ўлчашнинг баъзи хусусиятлари мавжуд бўлиб, буни қуйида кўриб чиқамиз.

9.16-расмдан ва берилган тушунтиришдан келиб чиқадики, амалиётда учала вольтметрга албатта эга бўлиш шарт эмас. Кучланишни улардан исталган бири билан ўлчаш етарлидир, қолган иккита қийматни эса мос равишда 1,41 ва 1,11 га тенг бўлган амплитуда ва шакл коэффициентлари ёрдамида ҳисоблаш мумкин. Бироқ носинусоидал кучланишни ўлчанаётганда ҳисоблашлар мураккаблашади. Бу ҳолда ўлчанаётган сигналнинг амплитуда ва шакл коэффициентларини билиш зарур бўлади. Агар

бу бирор стандарт шаклдаги (масалан, учбурчакли шаклдаги) сигнал бўлса, у ҳолда амплитуда ва шакл коэффициентлари (9.2) ва (9.3) формулалар ёрдамида ҳисобланиши мумкин. Агар сигнал шакли етарлича мураккаб бўлиб, интегралларни ҳисоблаш сермеҳнат бўлса, яхшиси талаб этилаётган вольтметрни топиш ва бевосита ўлчашни ўтказиш керак.

Ўлчанаётган носинусоидал сигналнинг амплитуда ва шакл коэффициентлари маълум бўлган ҳолда ҳисоблаш алгоритмини кўриб чиқамиз.

1. Амплитуда коэффициенти ва шакл коэффициенти бўлган носинусоидал сигналнинг чўкки қиймати ўлчанган дейлик. Бу ерда штрих белгиси носинусоидал сигнал ҳақида гап бораётганлигини англатади. Синусоидал сигналнинг амплитуда ва шакл коэффициентларини илгаригидек штрих белгисисиз белгилаймиз.

Агар чўкки вольтметрнинг кўрсатиши  $A_m$  бўлса, у ҳолда (9.4) ва (9.5) формулаларга мувофиқ,

$$U = \frac{1}{K'_a} \cdot A_m$$

га эга бўламиз. Ўртача тўғриланган қийматни аниқлашда (9.5) ифодага асосан  $U_{\text{ўрт.мўг}} = \frac{1}{K'_{ш}} U$  га эга бўламиз, энди аниқланган ўрта квадратик қийматни қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$U_{\text{ўрт.мўг}} = \frac{1}{K'_a K'_{ш}} \times A_m.$$

2. Ўша сигнал кучланишининг ўртача квадратик қиймати ўлчанди, деб фараз қилайлик. Ўртача квадратик қийматли вольтметр шкаласидаги кўрсатиш  $A$ . (9.4) ва (9.5) формулаларга мувофиқ равишда

$$U_m = UK'_a \quad \text{ва} \quad U_{\text{ўрт.мўг}} = \frac{1}{K'_{ш}} U$$

га эга бўламиз.

3. Айтайлик, ўша сигналнинг ўртача тўғриланган қиймати ўлчанган бўлсин. Ўртача тўғриланган қийматни вольтметр шкаласидаги кўрсатиш  $A_{\text{ўрт.мўг}}$ . (9.4) ва (9.5) формулага асосан:

$$U = K'_{ш} A_{\text{ўрт.мўг}} \quad \text{ва} \quad U_M = K'_a U = K'_{ш} A_{\text{ўрт.мўг}}.$$

Келтирилган мисоллардан равшанки, учала турдаги вольтметрлардан кучланишининг шаклидан қатъий назар, унинг чўкки, ўртача квадратик ва ўртача тўғриланган қийматларини

ўлчаш учун фойдаланиш мумкин. Агар ўлчашлар билвосита, яъни бир турдаги вольтметр мавжуд бўлиб, лекин кучланишнинг қолган иккита параметрини аниқлаш зарур бўлса, у ҳолда асбоб кўрсатишларини синусоидал ва носинусоидал сигналлар учун амплитуда ва шакл коэффицентлари асосида қайта ҳисоблаш амалга оширилади.

Билвосита ўлчашларни ўтказишда амплитуда ва шакл коэффицентлари ёрдамида ҳисоб-китоб ўтказиш услубияти баёнининг якунида яна бир ҳисоблаш вариантини кўриб чиқамиз. Бу вольтметрда ўзгартгич тури ва шкала тури бир-биридан фарқ қиладиган ҳолдир. Бу ҳоллар кўп учрайди. Ўзгарувчан кучланишни бир параметри бўйича ўзгармас кучланишга ўзгартгичлардан фойдаланишга, шкалани эса бошқача даражалашга мажбур қилувчи сабаблар қуйидагилардан иборат:

1. Содда асбобларда (масалан, тесторларда) шкалани кучланишнинг ўртача квадратик қийматларида даражалаш мақсадга мувофиқдир, чунки бу параметр энергетикада кенг қўлланилади. Тармоқдаги кучланишни ўлчаётганимизда биз 220 V натижани олишни кутамиз, чунки 220 V ўртача квадратик қийматга, энергетиклар айтишларича, эффе́ктив қийматга мос келади. Энг содда асбобга катта сондаги деталлардан иборат ўртача квадратик қийматлар ўзгартгичини жойлаштириш (9.12-расм) мақсадга мувофиқ эмас. 9.14-расмда кўрсатилган тўғрилагич кўприкни қўйиш анча қулайроқдир.

2. Универсал стрелкали вольтметрларда одатда битта магнитоэлектрик асбоб бўлиб, етарлича узун стрелкаси эса бир неча шкалаларни кесиб ўтади. Масалан, бир шкала асбоб киришига бериладиган ўзгармас кучланиш катталигини индикация қилиш учун, бошқаси эса ўзгарувчан кучланишнинг ўртача квадратик қийматини ёки ўртача тўғриланган қийматини индикациялаш учун хизмат қилади. Битта асбобда бир нечта ўзгартгичларни жойлаштириш мақсадга мувофиқ эмас.

Санаб ўтилган ҳолларда шкалани синусоидал сигнал ёрдамида даражалашда амплитуда ва шакл коэффицентларидан фойдаланилади. Агар, масалан, чўққи қийматли ўзгартгич қўлланилган бўлиб, шкала эса ўртача квадратик қийматларда даражаланадиган бўлса, у ҳолда даражалаш коэффицентини қуйидагича аниқланади. Тармоқ кучланиши 220 V ни ўзгартиришда чўққи қийматли ўзгартгич чиқишида ўзгармас кучланиш  $K_a \cdot 230 = \sqrt{2} \cdot 220$  V ни

ташкил этган, чунки синусоидал кучланишнинг чўққи (амплитудавий) қиймати унинг ўртача квадратик қийматидан  $\sqrt{2}$  марта ортиқ. Даражалашда бу катталиқ даражалаш коэффициентини  $C = 1/\sqrt{2}$  га кўпайтирилади ва 220 V шкаланинг тегишли белгиси олдиға ёзилади. Савол туғилиши мумкин: «Осонроқ бажаришнинг иложи йўқми? Ўзгартгич киришиға сигнални бериш, уни ўртача квадратик қийматли намунавий вольтметр билан ўлчаш ва олинган рақамни даражаланаётган асбоб шкаласиға ёзиб қўйилса-чи? Бунда даражалаш коэффициентининг қиймати ҳақида ўйлаш мутлақо керак бўлмас эди». Лекин аҳвол бундай эмас. Агар носинусоидал сигнални ўлчаш ўтказилаётган бўлса, даражалаш коэффициентини билиш зарур.

Носинусоидал шаклдаги параметрларнинг ҳақиқий қийматларини ҳисоблаш бу ҳолда қуйидагича бажарилади. Дастлаб вольтметрнинг паспортидаги маълумотлар бўйича ўзгартгич тури ва шкала тури аниқланади. Улар мос бўлмаса, у ҳолда даражалаш коэффициентини ҳисобланади. Бунинг учун синусоидал сигналнинг амплитуда ва шакл коэффициентларидан фойдаланилади, чунки асбобларнинг даражаланиши синусоидал сигналларда бажарилади. Бу ҳолда даражалаш коэффициентини  $C = 1/\sqrt{2}$ . Даражалаш коэффициентини ёрдамида магнитоэлектрик асбоб кўрсатишлари унинг киришиға, ёки, шунинг ўзи, ўзгартгич чиқишиға келтирилади. Агар биз даражалашда ўзгартгич чиқишидаги ўзгармас кучланиш қийматини  $C$  га кўпайтирган бўлсак, энди тескари ўзгартиришда бўлиш операциясини бажаришимиз лозим. Ўзгартгич чиқишидаги топилган қиймат вольтметр киришидаги сигналнинг ўзгартиришни амалға оширилаётган параметри қийматига, шу билан бирға сигнал шаклиға боғлиқ бўлмаган ҳолда мос келади. Бу юқорида келтирилган фикрларнинг бош натижасидир. Ўзгартгич сигналларни ўз алгоритми бўйича, сигнал шаклиға боғлиқмас равишда, ўзгартиради.

Энди кучланишнинг ўртача квадратик қийматларига даражаланган ва чўққи қиймат ўзгартгичиға эға бўлган вольтметр билан кучланишни ўлчашнинг юқорида қаралган масаласиға қайтамыз. Айтайлик, асбобнинг кўрсатиши  $A$  бўлсин. Ўзгартгич чиқишидаги  $U_0$  кучланиш  $U_0 = \frac{1}{C} \times A$  бўлади.  $\frac{1}{C} = \sqrt{2} = A_a$  бўлганлиги учун  $U_0 = K_a \cdot A$  ни ёзиш мумкин. Топилган катталиқ вольтметр киришидаги исталган шаклдаги сигналнинг чўққи қийматига мос



келади, яъни  $U_0 = U_m$ . Шундай қилиб, носинусоидал сигналнинг параметрларидан бири аниқланади. Қолган параметрларни ўлчанаётган сигналнинг амплитуда ва шакл коэффициентларидан (агар улар маълум бўлса, албатта) осон аниқлаш мумкин. Чунончи кучланишнинг ўртача квадратик қиймати учун қуйидагига эга бўламиз:

$$U = \frac{1}{K'_a} \cdot U_m = \frac{K_a}{K'_a} A.$$

Ўртача тўғриланган қийматни шакл коэффициенти орқали аниқлаймиз:

$$U_{\text{ўрт.мўз}} = \frac{1}{K'_{III}} U.$$

Энди  $U = \frac{K_a}{K'_a} \times A$  бўлганлиги учун:

$$U_{\text{ўрт.мўз}} = \frac{K_a}{K'_a K'_{III}} A.$$

Келтирилган мисоллардан кўринадики, носинусоидал сигналлар кучланишларини ўлчаш билан боғлиқ билвосита ўлчашлар тўлиқ амалга оширилиши мумкин, бироқ ҳисоблашлар, айниқса, амплитуда ва шакл коэффициентлари маълум бўлмаса, анча сермеҳнат бўлиши мумкин. Шунинг учун уларни яхшиси четлаб ўтиш керак. Бироқ, носинусоидал сигналлар кучланишини ўлчашдан олдин, хатоликларга йўл қўймаслик мақсадида, танланган асбобда қўлланилган ўзгартгич турини ва у шкала турига мос келиш-келмаслигини аниқлаб олиш зарур.

## 9.6 Кучланиш даражаларини (сатҳларни) ўлчаш

Алоқа техникасидаги ўлчашларнинг муҳим хусусияти шундаки, кўпчилик ҳолларда кучланишлар ва тоқларнинг абсолют катталиклари эмас, балки бу катталикларнинг абсолют даражалари деб аталадиган ҳамда кучланишлар ва тоқларнинг қабул қилинган абсолют ноль даражаларига нисбатан узатиш бирликларида (децибелларда) аниқланадиган катталиклар ўлчанади. Халқаро телекоммуникация иттифоқи (ХТИ) (аввалги «Телефония ва телеграфия бўйича халқаро консультатив комитет») томонидан кучланишлар, қувватлар ёки тоқлар нисбатларининг логарифмлари билан аниқланадиган ўлчов бирликларини татбиқ қилиш тавсия этилган. Бундай бирликлардан фойдаланиш ҳисоблашларни

жиддий соддалаштиради, чунки бўлиш ва кўпайтиришни, айириш ва қўшиш билан алмаштиришга имкон беради.

Ҳозирги вақтда жаҳоннинг барча мамлакатларида халқаро ва ички алоқа линиялари бўйича сигналларнинг узатилиш сифатини аниқлайдиган кўпчилик меъёрлар бундай бирликларда ифодаланади. Симли алоқа техникасида қўлланиладиган кўп сонли ўлчаш асбоблари ҳам шу бирликларда даражаланади. Логарифмик бирликлардан фойдаланишнинг ўзига хос хусусияти шундаки, уларда санок натижаларини таққослашда бир натижа бошқасидан неча марта катта (кичик) деб айтиш тўғри бўлмайди, у қанчага ортиқ (кам) деб айтиш керак.

Агар, масалан, сўниш бирор логарифмик бирликларда икки марта ортди дейилса, бу фикрнинг физик маъносини тушуниб бўлмайди. Сўнишнинг логарифмик бирликларда ифодаланган турли рақамли қийматлари учун унинг катталигининг икки марта ортиши шу сўнган қувват, кучланиш ёки токнинг турлича ўзгаришларини беради. Агар, айтايлик, кучланиш катталигининг икки марта сўниши назарда тутилган бўлса, у ҳолда логарифмик бирликларда ифодаланган сўниш ўз қийматини икки марта эмас, балки иккиннинг логарифмига ўзгартиради, шу сабабли сўниш шунгача ўзгаради (қўлланилаётган бирликлар тизимида боғлиқ равишда деб айтиш лозим бўлар эди).

### **9.6.1 Даража ўлчагичларнинг тузилиш схемалари**

Кучланиш даража ўлчагичлари (ДЎ) вольтметр сифатида даражаланишидан ташқари, кириш қурилмасига қўйиладиган талаблар бўйича ҳам фарқ қилади. Бу талаблар ДЎ уланишининг икки усулига боғлиқ: 1) занжирда мавжуд қаршиликка параллел уланиш; 2) кучланиш ўлчанаётган юкламага юклама сифатида. Биринчи ҳолда ДЎ занжирнинг иш режимини ўзгартирмаслиги ва юкламада ўзи уланишидан олдин мавжуд бўлган даражани аниқлашда катта хатолик бермаслиги учун имкон борича катта қаршиликка эга бўлиши керак. Иккинчи ҳолда ДЎ нинг кириш қаршилиги симли алоқа занжирлари учун стандарт қаршиликлар: 600, 135 ва 75 Ом га мос қилинади.

Одатда, паст Ом ли кириш қаршилиги ДЎ киришидаги тегишли қаршиликли резисторга параллел тумблёр ёрдамида ҳосил қилинади.

Катта кириш қаршилиги одатда 50 kOm бўлади.

ДЎ кўпинча икки шкалага эга бўлади: бири 600 Ом ли занжир учун кучланишнинг абсолют даражаларида (нолга 0,775 V мос келади) даражаланган, бошқаси 135 Ом ли занжир учун (нолга 0,367 V мос келади) ёки бири 135 Ом ли, иккинчиси эса 75 Ом ли (нолга 0,274 V мос келади) занжир учун даражаланган.

Ҳаво ва симметрик кабелли занжирларда ишлатиладиган ДЎ нинг кириш қурилмаси, одатда, ерга нисбатан симметрик трансформаторни ўз ичига олади.

Ўзгарувчан кучланишни ўзгармас кучланишга ўзгартгичлар сифатида ДЎ да ё кучланишнинг чўққи қийматини ўзгартгичлар ёки кучланишнинг ўртача тўғриланган қийматининг олинишини таъминлайдиган икки даврли кўприкли тўғрилагичлар қўлланилади. Агар ДЎ да бирданига кучланишнинг ўртача квадратик қийматини ҳосил қилувчи ўзгартгичдан фойдаланилган бўлса, бу қулайроқдир, аммо яримўтказгичли диодларда ясалган квадратларга эга бўлган бундай ўзгартгичлар анчагина хатоликларга эга бўлади.

Ҳозирги вақтда бундай ўзгартгичлар сифатида термоэлектрик турдаги ўзгартгичлардан муваффақиятли фойдаланилмоқда. Бундай асбобларнинг афзаллиги шуки, улар синусоидал шаклдаги кучланишдан бошқа шаклли кучланишларни ҳам ўлчашга имкон беради, яъни уларнинг кўрсатишлари ўлчанаётган сигналдаги гармоникаларга боғлиқ эмас.

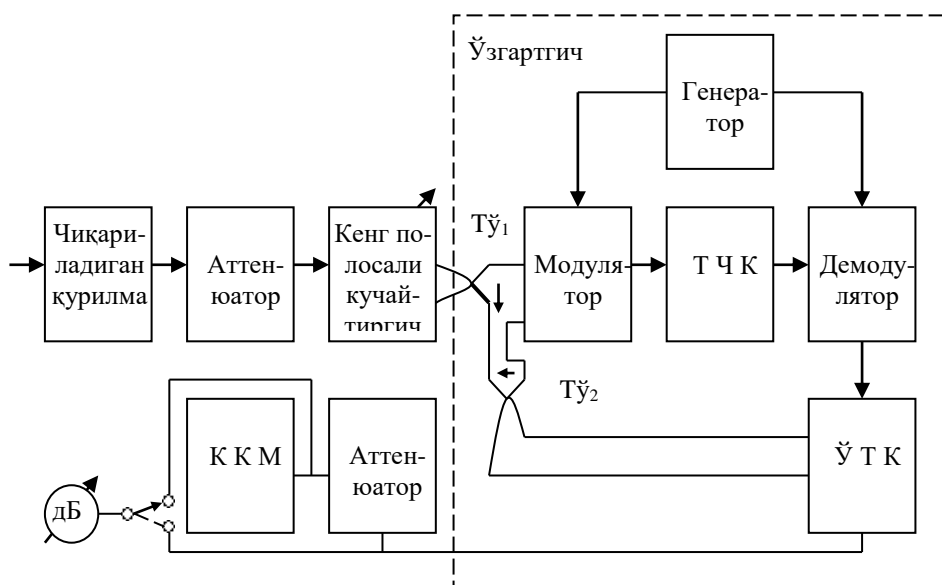
Даража ўлчагичлар икки турга бўлинади: кенг полосали ва танловчи ўлчагичлар. *Кенг полосали ДЎ лар* частоталар полосаларининг чегараланишини таъминлайдиган элементларга эга эмас. Улар бирор кўп частотали сигналнинг даражасини баҳолашда ёки сигнал амалда гармоникалар ва халақитлар билан бузилмаган бўлган ҳолларда фойдаланилади. *Танловчи ДЎ лар* кўп частотали сигналнинг айрим ташкил этувчиларини ўлчашга, зичлаш тизимларида телефон каналлари полосаларида ва ТЧ каналлари орасидаги частотавий ораликларда алоқани узмасдан ўлчашларга, катта сўнишларни ўлчашларга мўлжалланган ва ҳ.к.

Кенг полосали даража ўлчагичлар аниқлик синфи, ишчи частоталар диапазони, ўлчаш чегаралари, кириш қурилмалари (ерга нисбатан симметрик ва носимметрик), сезгирлиги, қўлланиладиган детекторлар турлари бўйича таснифланади.

Намунавий даража ўлчагичнинг тузилиш схемаси 9.17-расмда кўрсатилган. Бу асбоб кучланиш даражаларини кенг полосали режимда 0,5...25 МГц частоталар диапазонида ўлчаш имконини беради ва коаксиал кабеллар бўйлаб ташкил этилган узатиш тизимларида ўлчашлар ўтказиш учун мўлжалланган. Сигнал киришга ё бевосита аттенюатор, ёки чиқарилувчи қурилма орқали келади. Чиқарилувчи қурилма катта кириш қаршилиги ҳосил қилинишини таъминлайди. У қўлланилганда кириш қаршилигининг актив ташкил этувчиси 50 кОм, кириш сиғими 10 пФ. Агар чиқарилувчи қурилма ишлатилмаса, кириш қаршилиги 75 Ом. Аттенюатор ва у билан кетма-кет уланган кенг полосали кучайтиргичдан фойдаланиш кучланиш бўйича даражаларни паст Омли киришда  $-60...+10$  дВ да ва юқори Омли киришда  $-50...+25$  дВ да ўлчаш имконини беради.

Ўзгартгич алоҳида блокка ажратилган. Ўзгарувчан кучланишни ўзгармас кучланишга ўзгартириш вакуумли термоўзгартгич  $T_{\text{ў}1}$  ёрдамида амалга оширилади. Термоўзгартгичдан фойдаланилиши кенг частоталар диапазонида ўлчанаётган кучланишнинг ўртача квадратик қийматига пропорционал бўлган сигнални ҳосил қилиш имконини беради. Детекторловчи қурилмада унинг температуравий стабиллигини (турғунлигини) таъминловчи қуйидаги чоралардан фойдаланилган.  $T_{\text{ў}1}$  чиқишида олинган сигнални кучайтириш, уни модулятор ва генератор ёрдамида ўзгарувчан кучланишга ўзгартириш билан амалга оширилади.

Ўзгарувчан кучланиш юқори температуравий стабилликка (барқарорликка) эга бўлган товуш частотаси кучайтиргичи (ТЧК) билан кучайтирилади. Бошланғич сигнални ажратиш синхрон детектор тамойилида ишлайдиган детектор билан амалга оширилади. Бу кучланишнинг  $-60$  дВ га яқин даражаларини ўлчашда асбобнинг ҳалақитга турғунлигини таъминлайди. Чиқишда сигнални кучайтирувчи ва манфий тескари алоқани таъминловчи ўзгармас ток кучайтиргичи (ЎТК) мавжуд, тескари алоқа термоўзгартгич  $T_{\text{ў}2}$  ёрдамида амалга оширилади. Бу ўзгартгичнинг термоЭЮК  $T_{\text{ў}1}$  нинг термо-ЭЮК сига қарши йўналган. Манфий тескари алоқанинг қўлланилиши бутун ўзгартгич узатиш коэффициентининг стабиллигини оширишни таъминлайди.



9.17-расм.

Бундай турдаги ўзгартгичлар фақат ДЎ ларда эмас, балки ўртача квадратик қийматларда даражаланган одатдаги шкалалари вольтметрларда ҳам қўлланилади. Шу муносабат билан ўзгартгичнинг ишлаш схемасини батафсилроқ кўриб чиқамиз.

9.18-расмда ўзгартгич схемаси соддалаштирилган кўринишда тасвирланган.

Кириш кучланиш  $U_x$  натижасида  $T_{ў1}$  термопара катталиги

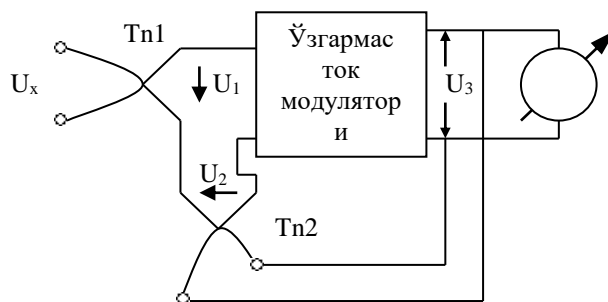
$$U_1 = k_T U_x^2 \quad (9.14)$$

бўлган ўзгармас кучланиш ишлаб чиқаради, бу ерда  $k_T$  – термопаранинг ўзгартириш коэффиценти;  $U_x$  – ўлчанаётган сигналнинг ўртача квадратик қиймати.

$T_{ў2}$  термопаранинг киришига кучайтиргич чиқишидан олинadиган  $U_3$  кучланиш келади. Унинг чиқишидаги кучланиш қуйидагига тенг:

$$U_2 = k_T U_3^2 \quad (9.15)$$

$$U_2 = k_T U_3^2 \quad (9.15)$$



9.18-расм.

Термопаралар шундай уланганки, улар яратадиган ЭЮК лар учрашма йўналган, демак, киришга айирма кучланиш  $U_1 - U_2$  келади. Айирма сигнални кучайтиргич  $K$  марта ўзгартирганидан сўнг чиқиш сигнали

$$U_3 = K(U_1 - U_2) \quad (9.16)$$

бўлади. Бунга (9.15) ва (9.16) ни қўллаб,

$$U_3 = k_T K (U_x^2 - U_3^2) \quad (9.17)$$

ни ҳосил қиламиз. Агар кучайтириш коэффиценти жуда катта бўлса, у ҳолда  $U_3^2 K_T K \gg U$ , шу сабабли

$$U_3 = U_x. \quad (9.18)$$

Шундай қилиб, агар мазкур ўзгартгични магнитоэлектрик тизимли асбоб билан жуфтликда қўллаб, унинг шкаласини ўртача квадратик қийматларда даражаланса, у ҳолда вольтметр шкаласи чизиқли бўлади. Мазкур ҳолат ДЎ да логарифмик шкалани яратишда ҳам қулайлик туғдиради.

Термоўзгартгичларнинг асосий камчилиги шундан иборатки, ЭЮК қиймати атроф-муҳит температурасига боғлиқ равишда, айниқса, ўлчанаётган сигнал қийматлари кичик бўлганда, ўзгаради. Қўлланилган схемада термопараларнинг ЭЮК лари учрашма қилиб уланганлиги сабабли бу ҳодиса кўп даражада бартараф этилган.

Қаралаётган асбобда юқори ажратиш қобилиятли режим кўзда тутилган. Бу режим «электрон лупа»ни қўллаш билан таъминланади. Бу режимда ЎТК чиқиш каскадининг кучайтириш коэффиценти ортади. Стрелкали асбобга асосий сигнал билан бир вақтда компенсацияловчи кучланиш манбаси ККМ дан кучланиш берилади, бу кучланиш катталиги 0 dB белгили шкала ўртасига тўғри келадиган қилиб ўрнатилади. Кучланиш бўлгичи 10x1 dB асосий шкаланинг исталган меъёрланган участкасини  $\pm 1$  dB чегараларда чўзиш имконини беради, бунда санок бўлим қиймати 0,05 dB бўлган қўшимча (пастки) шкаладан олиб борилади.

*Танловчи турдаги даража ўлчагичлар* тор ўтказиш полосасини ҳосил қилиш ва уни частотавий диапазон бўйича кўчириш имконини беради. Танловчи ДЎ лар кўпинча кенг полосали ДЎ лар билан конструктив бирлаштирилади. Бу ҳолда ДЎ лар ҳам тор полосали, ҳам кенг полосали режимларда ишлайди, деб қайд қилинади.

Танловчи ДЎ лар вазифаси бўйича фарқ қилинади. Масалан, асосий ташкил этувчини халақитлар ва гармоникаларнинг нисбатан

кичик қийматларида ўлчаш учун мўлжалланган ДЎ лар, асосий ташкил этувчини халақитларнинг катта кучланишларида (баъзан сигнал-халақит нисбати бирдан кичик бўлганида) ўлчаш учун ДЎ лар, фақат асосий ташкил этувчини эмас, балки бошқа исталган ташкил этувчини (спектрнинг асосий ташкил этувчидан амплитуда бўйича 1000...2000 марта катта ташкил этувчисини) ўлчаш учун ДЎ лар, спектрнинг асосий сигналлар бўлганда кичик ва маълум ташкил этувчиларини ўлчаш учун ДЎ лар мавжуд.

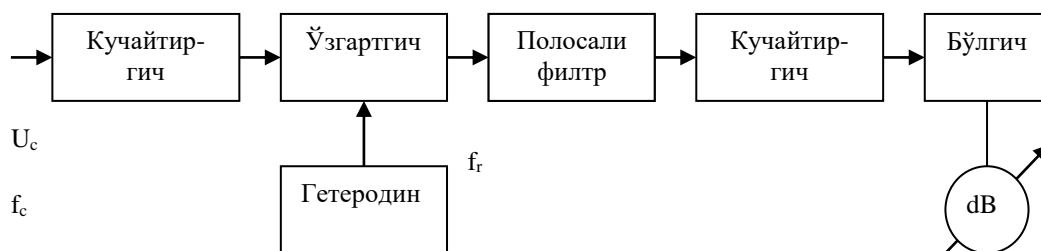
Биринчи турдаги даража ўлчагичлар энг соддадир. Улар баъзан частотани бир марта ўзгартиришли қилиб ясалади. Иккинчи турдаги асбоблар анча мураккаброқ, частоталарни бир неча марта ўзгартириш схемаси бўйича ясалади, халақитларни сўндириш блокларига эга бўлади. Учинчи турдаги даража ўлчагичлар гармоникалар ёки частотани ўзгартириш маҳсулотлари бўйича жуда кичик нозизиқли бузилишларни спектрнинг асосий ташкил этувчилари махсус филтрлар ёрдамида бартараф этиладиган шароитларда ўлчаш учун қўлланилади.

Танловчи ДЎ лар қўлланиладиган частоталарни ўзгартириш сони ва оралиқ частота (ОЧ) тебранишлари сифатида қўлланиладиган ўзгартириш маҳсулотлари тури билан тавсифланади. Ҳозирги замон юқори сифатли асбоблари учун частотани ўзгартиришлар сони тўрттагача етади. ОЧ тебранишлари сифатида частота ўзгартгич чиқишида ҳосил қилинадиган  $f_{\text{ўзг}} = f_{\Gamma} + f_c$  йиғинди частотадан ҳам,  $f_{\text{ўзг}} = f_{\Gamma} - f_c$  айирма частотадан ҳам фойдаланилади, бу ерда  $f_{\Gamma}$  – гетеродин частотаси,  $f_c$  – сигнал частотаси.  $f_{\Gamma} < f_{c,\text{min}}$  частотадан фойдаланиш билан паст частотали ўзгартириш кўзгули ташкил этувчиларнинг жиддий таъсири туфайли фақат индикаторларда қўлланилади.  $f_{\Gamma} > f_{c,\text{max}}$  билан юқори частотали ўзгартириш кўпроқ қўлланилади. Биринчи ҳолда ОЧ  $f_{\text{ўзг}} = f_c \pm f_{\Gamma}$  га, иккинчи ҳолда эса  $f_{\text{ўзг}} = f_{\Gamma} \pm f_c$  га тенг бўлиши мумкин.

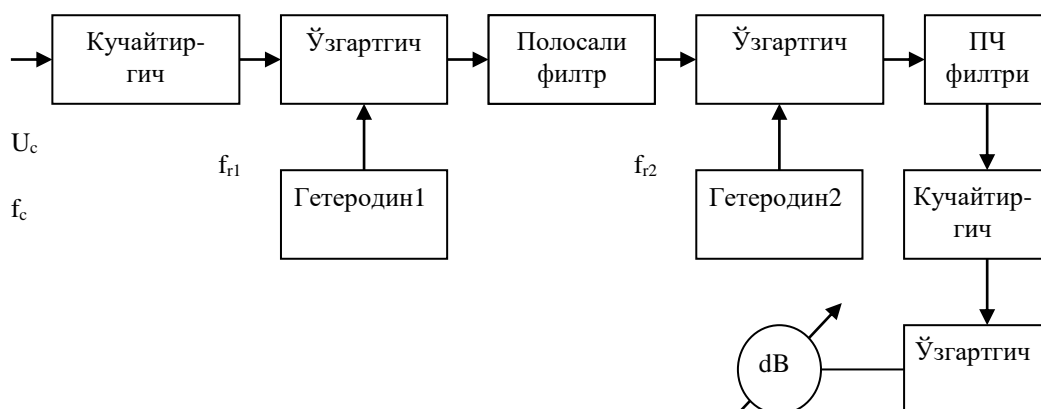
9.19 ва 9.20-расмларда танловчи ДЎ ларнинг соддалаштирилган структуравий схемалари келтирилган.

9.19-расмда битта ўзгартириш босқичига эга бўлган ДЎ схемаси, 9.20-расмда эса иккита босқичли ДЎ схемаси тасвирланган. Ўзгартиришнинг биринчи босқичида, одатда, гетеродиннинг сигнал частотаси ва  $f_{\text{ўзг}} = f_{\Gamma} - f_c$  дан ортиқ частотасидан фойдаланилади. Бу қатор паразит ташкил этувчилардан халос бўлишга имкон беради. Частоталарни кўп каррали ўзгартириш

танловчанликни ошириш ва, шунингдек, ўлчашларни кенг частоталар полосасида амалга ошириш учун ўтказилган.



9.19-расм.



9.20-расм.

Частоталарни катта сонда ўзгартиришли ДЎ ларда созланувчи контурларнинг ва кўп сонли филтрларнинг мавжудлиги ишчи диапазоннинг пастки чегарасини 1–2 kHz дан кам қилиб таъминлашга имкон бермайди. Ўндан бирлар улушларидан бошланадиган ишчи диапазонлар ўзгартиришсиз бажарилади.

Частотани ўзгартиришдан фойдаланиш радиоқабул техникасида танловчанликни ошириш учун кенг қўлланиладиган усулдир. Частота бўйича танловчанлик резонанс занжирлар ёрдамидагина яратилиши мумкин. Агар қурилмада частотани ўзгартириш имконияти кўзда тутилган бўлса, юқори танловчанликни амалга ошириш техник жиҳатдан мураккаблашади. Гап шундаки, танловчанлик, яъни қурилманинг керакли частота компонентларини ажратиш ва қўшни компонентларни сўндириш қобилияти филтрловчи элементнинг мураккаблашуви билан ҳосил қилиниши мумкин. Масалан, керакли эффект боғланган контурлар тизимини қўллаш билан олиниши мумкин, бироқ бунда бу тизимни частота бўйича қайта қуришни амалга ошириш амалда мумкин эмас. Бу



мақсад учун тор ўтказиш полосасига эга бўлган, бироқ қайта куришга имкон бермайдиган кварц филтрлардан фойдаланиш ҳам мумкин эмас.

Бу муаммони ҳал этишда частоталарни гетеродин ёрдамида ўзгартириш ёрдам беради. Мазкур усул супергетеродинли радиоприёмниклар схемаларида кенг ишлатилади. Радиоприёмникни маълум станцияга созланишида резонанс кучайтиргичнинг тебраниш контури эмас, балки гетеродин частотаси созланади. Ночизикли қурилма сифатидаги частота ўзгартгичда комбинацион частоталар юзага келади.

Улардан бири оралик частота сифатида танланади, яъни  $f_{\text{оп}} = f_{\text{Г}} - f_{\text{С}}$ . Радиоэшиттиришда оралик частота стандартлашган, у 465 kHz ни ташкил этади. Бу частотага оралик частота кучайтиргичи (ОЧК) созланади. Агар, масалан, 1 MHz частотада ишлайдиган станцияни қабул қилиш лозим бўлса, гетеродин частотаси 1,465 MHz га тенг қилиб олиниши лозим. Бу ҳолда станция қабул қилинади, чунки айирмавий частота 465 kHz ни ташкил этади. Агар 2MHz частотада ишлайдиган станция қабул қилинадиган бўлса, гетеродин частотаси 2,465 MHz га тенг булиши лозим, оралик частота эса 465 kHz бўлади.

Частотани ўзгартириш усули битта камчиликка – кўзгули частоталарга ҳам эга. Ўзгартгичда айирмавий частота  $f_{\text{оп}} = f_{\text{Г}} - f_{\text{С}}$  дан ташқари айирмавий частота  $f_{\text{оп}} = f_{\text{С}} - f_{\text{Г}}$  ҳосил бўлиши туфайли кўзгули частоталар юзага келади. Масалан, юқорида қаралган мисолга қайтадиган бўлсак, 465 kHz оралик частота бундай олиниши мумкин:  $f_{\text{оп}} = f_{\text{Г}} - f_{\text{С}} = 1,465 - 1 = 0,465$  MHz ёки  $f_{\text{оп}} = f_{\text{С}} - f_{\text{Г}} = 1,930 - 1,465 = 0,465$  MHz.

Шундай қилиб, гетеродин частотаси  $f_{\text{Г}} = 1,465$  kHz га нисбатан иккита кўзгули жойлашган частоталар 1 MHz ва 1,930 MHz бор. Улардан бири, масалан, 1 MHz асосий частота сифатида танланиши мумкин, у ҳолда иккинчи частота 1,930 MHz халақит бўлади. Радиоприёмникларда кўзгули жойлашган станция муаммоси оддий тарзда ҳал қилинади. Ахир «кўзгули» станция асосий станциядан иккиланган оралик частота 930 kHz нарида туради ва одатдаги созланадиган бир контурли резонансли кучайтиргич ёрдамида сўндирилиши мумкин, чунки бу ерда юқори танловчанлик талаб этилмайди. Бундай кучайтиргич антенна ва частота ўзгартгич орасида ўрнатилади.

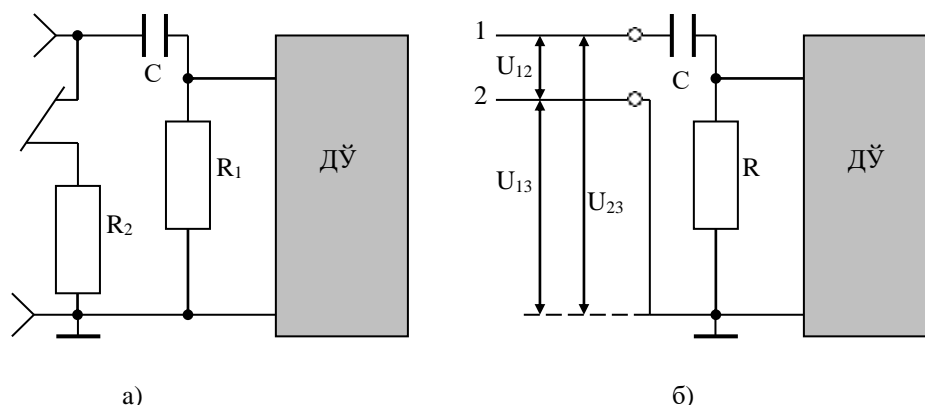
Частотани кўп карра ўзгартириш қўлланиладиган танловчи ДЎ ларда ўзгартиришнинг турли босқичларида тегишли оралик частоталарни танлаш ҳисобига юзага келиши мумкин бўлган халақитларни йўқотишнинг махсус чоралари кўрилади. Бироқ бундай асбоблар билан ишлаш жараёнида ёлгон кўрсатишлар юзага келиши мумкин, уларга қарши курашиш усуллари, одатда, ишлатиш бўйича йўриқномаларда кўрсатилади.

### 9.6.2 Вольтметрлар ва даража ўлчагичларнинг кириш занжирлари

Вольтметрлар ва даража ўлчагичларни ўлчанаётган занжирларга уланганда улар аппаратуранинг иш режимига минимал ўзгаришлар киритиши лозим. Бунга уларнинг кириш қурилмаларини тегишлича ясаш билан эришилади. Симметрик ва носимметрик кириш қурилмаларининг фарқини кўриб чиқиш лозим. Носимметрик турдаги асбоб схемаси 9.21-а расмда тасвирланган. Бу ерда  $C$  – ажратиш конденсатори бўлиб, етарлича катта сиғимли ҳамда ўзгармас ва ўзгарувчан тоқлар занжирларининг ажралишини таъминлайди;  $R_1$  – актив қаршилик бўлиб, имкони борича катта сиғимга эга ва катта кириш қарши-лигини таъминлайди;  $R_2$  – актив қаршилик бўлиб, ДЎ киришини ўлчаш занжири билан мувофиқлаштирилишини таъминлайди. Носимметрик (ерга уланган) кириш қурилмали асбобларни симметрик занжирларда, масалан, икки симли линияларда ўлчашлар ўтказишда қўллаш мумкин эмас. Бу 9.21-б расмда намоёиш этилган бўлиб, унда носимметрик киришли ДЎ нинг симметрик линия чиқишидаги кучланиш даражасини ўлчаш учун уланиши кўрсатилган. Равшанки, бундай уланишда линиянинг симларидан бири ерга уланиб қолади ва ДЎ симлар орасида амал қилаётган кучланиш даражаси  $U_{12}$  ни эмас, балки сим  $I$  билан ер орасидаги кучланишни, яъни  $U_{23}$  ни ўлчайди.

Шунга ўхшаш ҳодисалар носимметрик кириш қурилмали ДЎ ни, уни ерга уламасдан қўлланилганида ҳам юзага келади. Бу ҳолда ўраб турган металл нарсалар, ер, шунингдек синовчи одам қўлларига нисбатан сиғимлар таъсири намоён бўлади. Табиийки, тасвирланган бу ҳодисалар паст частоталарда ўлчашда юз

бермайди, чунки бунда паразит сиғимларнинг қаршилиги етарлича катта бўлади.



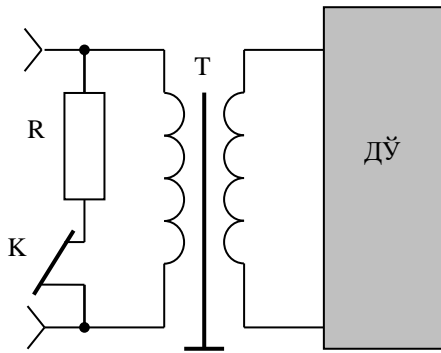
9.21-расм.

Симли алоқа техникасида симметрик киришни ҳосил қилишнинг асосий усули кириш трансформаторини қўллашдан иборат. Бунда бу трансформатор тегишлича экранланганда ва симметрикланганда иккиламчи чулғам чиқишларида линиянинг ерга нисбатан симметрик симлари орасидаги кучланишга пропорционал кучланишнинг пайдо бўлишини таъминлайди (9.22-расм). Трансформатор иккиламчи занжирнинг тегишли юкламасида ДЎ ни ўлчанаётган занжирга улаш учун зарурий бўлган етарлича юқори кириш қаршилигини таъминлайди. ДЎ дан унинг кириш қаршилиги линиянинг юкламаси бўладиган режимда фойдаланиш учун қаршиликларнинг мувофиқлигини таъминлаш зарур. Бу ҳолда трансформаторнинг биринчи чулғамига параллел қилиб К тумблёр ёрдамида тегишли резистор  $R$  уланади. Трансформаторнинг иккиламчи чулғами асбоб схемасини соддалаштириш учун одатда ерга уланади. Кириш трансформаторларидан фойдаланиш кириш қаршилигининг пасайиши туфайли ДЎ ишлашининг частотавий диапазонини жиддий чеклайди.

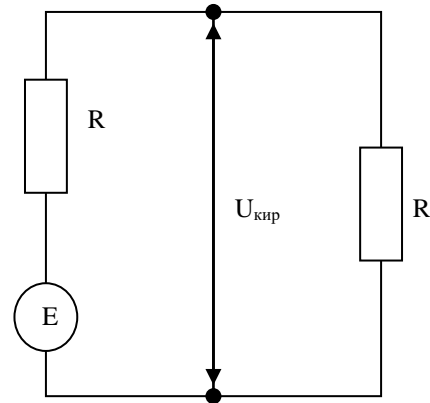
Асбобнинг кириш қаршилигига анча жиддий талаблар қўйилади. ДЎ ни ўлчаш занжири юкламасига параллел уланганида унинг кириш қаршилиги имкони борича катта бўлиши лозим. Қаршиликнинг аниқ қиймати бу ерда ҳал қилувчи аҳамиятга эга эмас.

Шу сабабли маълумотномаларда ДЎ нинг юқори Ом ли кириш қаршилигининг аниқ қиймати кўрсатилмайди. Кириш қаршилиги соф актив бўлиши керак. Амалиётда юқори кириш қаршилигининг бирор рухсат этиладиган минимал қиймати билан

чекланиш ва паст кириш қаршилиги учун модул ва бурчак бўйича оқилона қўйим (допуск)лар киритишга тўғри келади.



9.22-расм.



9.23-расм.

Паст кириш қаршилигининг қийматига қўйимлар белгилаш зарурлиги қуйидагидан келиб чиқади. Айтайлик, асбобнинг кириш қаршилиги берилган  $R$  катталиқка тенг бўлсин.  $U$  ҳолда асбобни ЭЮК  $E$  ва ички қаршилиги  $R$  га тенг бўлган занжирга уланганда асбоб  $U_{\text{кир}}$  кучланишни кўрсатади (9.23-расм). Агар асбобнинг кириш қаршилиги  $R\left(1 \pm \frac{m}{100}\right)$  га тенг бўлса, яъни соф актив бўлган ҳолда берилган номинал қийматдан  $m$  процентга оғса, у ҳолда асбоб чиқишидаги кучланиш бўлади, шу билан бирга у  $U_{\text{кир}}$  га ушбу нисбатда бўлади:

$$\frac{U'_{\text{ээд}}}{U_{\text{ээд}}} = \frac{2\left(1 \pm \frac{m}{100}\right)}{2 + \frac{m}{100}} \cong 1 \pm \frac{m}{200} \quad (9.19)$$

ва, демак, асбоб кириш қаршилигининг кириш қаршилиги номинал қийматидан оғиши туфайли хатолик ( $\delta_R$ , %) тақрибан  $\delta_R \approx \frac{m}{2} \%$  дир. Шундай қилиб, кириш қаршилиги бўйича қўйимни кучланиш бўйича рухсат этиладиган хатоликнинг иккиланганига тенг деб олиш мумкин. Бироқ бу тавсия кириш қаршилигининг реактив ташкил этувчисининг мавжудлигини ҳисобга олмайди, бунинг оқибатида эса ўлчаш хатолигининг ўзининг  $\delta_r$  га тенг бўлган ташкил этувчиси пайдо бўлади. Бу ҳолда  $\delta_R$  кириш қаршилигининг номинал қийматдан оғиши ҳисобига юзага келадиган умумий рухсат этиладиган хатолик  $\delta_U$  нинг бир қисмини

(масалан, 0,5...0,7 ни) ташкил этиши лозим. Шундай қилиб, ушбу шартга риоя қилиниши керак:

$$m \leq 2\delta_R \quad \text{ёки} \quad m \leq \delta_U.$$

Агар кириш қаршилигининг реактив ташкил этувчиси туфайли хатоликни умумий хатоликнинг 0,5 қисмига тенг деб қабул қилинса, у ҳолда

$$\frac{U_{кир}}{U''_{кир}} = \frac{1}{\cos 0.5\varphi_H} \approx 1 + \frac{\delta U}{200}, \quad (9.20)$$

бу ерда  $U''_{кир}$  – кириш қаршилигининг реактив ташкил этувчиси мавжуд бўлганида асбоб киришидаги кучланиш. Бунга мос равишда рухсат этиладиган фазалар силжиш бурчаги учун ушбу шарт бажарилиши керак:

$$\varphi_H \leq 2 \arccos \left( 1 - \frac{\delta U}{200} \right), \quad (9.21)$$

бу хатолик  $\delta_U = 1\%$  бўлганида кириш қаршилиги бурчаги 5% га мос келади.

Бироқ бу рухсат этиладиган бурчак қиймати ДЎ ички қаршилиги ҳам соф актив бўлмаган занжирга уланадиган ҳолда ортиқча юқориланган бўлиб қолиши мумкин. Амалиётда занжирнинг ички қаршилиги бурчаги  $\pm 45^\circ$  гача етадиган ҳоллар учрайди.

Агар занжирнинг қаршилигига ва ДЎ нинг кириш қаршилигига мос бурчаклар турли ишораларга эга бўладиган энг мураккаб ҳол юз беради деб айтилса, у ҳолда қўйимларни камайтириш лозим.

Кириш қаршиликларининг қуйидаги қийматлари рухсат этиладиган ҳисобланади: аниқлик синфи 2,5 ли асбоблар учун  $\varphi_H = \pm 2^\circ 30'$ ; аниқлик синфи 1,5 ли асбоблар учун  $\varphi_H = \pm 1^\circ 30'$  ва 1 аниқлик синфи учун  $\varphi_H = \pm 1^\circ$ . Шундай қилиб, паст кириш қаршилигининг ҳам модуль бўйича, ҳам бурчак бўйича қўйими абсолют миқдор бўйича асбобнинг аниқлик синфидан ошмаслиги шарт деб ҳисоблаш мумкин.

Юқори кириш қаршиликларида асбобнинг кириш сифими билан келиб чиқадиган реактив ташкил этувчи ҳам хатоликка олиб келади. Юқори кириш қаршилигининг паст кириш қаршилигига нисбати  $n \geq (Z_{ю}/Z_n)$  ни танлаш бўйича тавсиялар турли аниқлик синфларидаги асбоблар учун турличадир:  $4-n > 17$ ;  $2,5-n > 27$ ;  $1,5-n > 45$ ;  $1-n > 70$ .

Ерга нисбатан симметрик схемаларда фойдаланиладиган кириш трансформатори мавжуд бўлганида юқори кириш қаршилиги ва текис частотавий-амплитудавий характеристика трансформаторларнинг паразит хоссалари (сиғимлар, индуктивликларнинг тарқоқлиги, ўзакдаги йўқотишлар, асимметрия ва ш.ў.) туфайли анча қийинчилик билан таъминланади.

Ўлчаш асбобларининг уланиши занжирнинг ерга нисбатан симметриклигини бузмаслиги керак. Асбобларнинг ерга нисбатан симметрияси асбобларни линияда юзага келадиган ва бир неча юзлаб вольтни ташкил этиши мумкин бўлган бўйлама ЭЮК лардан ҳимояланганлигини белгилайди. Линиянинг симметрияси идеал бўлганида бўйлама ЭЮК лар ўлчаш асбобига бир хил фазада келади ва компенсацияланади. Синфазлик бузилганида ДЎ ЭЮК нинг айирмавий қийматини ўлчайди. Синфаз бўйлама ЭЮК ларнинг ўлчаш жараёнига ва иш жараёнига таъсирини, занжирларни симметриклаш бўйича махсус чоралар кўриб, бартараф этиш мумкин.

Симларнинг ерга нисбатан носимметрияси (асимметрияси)ни биринчи сим ва ер орасидаги тўла қаршилик  $Z_{13}$  билан иккинчи сим ва ер орасидаги тўла қаршилик  $Z_{23}$  орасидаги айирманинг улар ярим йиғиндисига нисбатининг модули катталиги билан аниқлаш қабул қилинган:

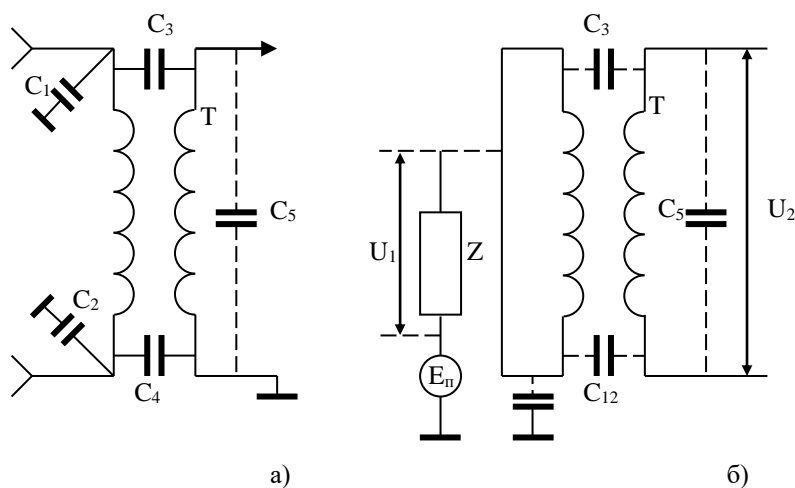
$$A_a = 2 \left| \frac{Z_{13} - Z_{23}}{Z_{13} + Z_{23}} \right| \times 100\%. \quad (9.22)$$

Носимметрияни меъёрлаш ўзгарувчан токка носимметриянинг сўниши (dB) деб аталадиган ва  $a_a = 20 \lg 100/A_a$  ифода ёрдамида аниқланадиган параметр ёрдамида амалга оширилади.

ДЎ киришида уланган симметрияловчи трансформаторнинг эквивалент схемаси 9.24-а расмда кўрсатилган. Ўрамлар орасидаги ҳамда ўрамлар ва ер орасидаги изоляциянинг қаршилиги юқори бўлганида  $C_1 - C_5$  эквивалент сиғимлар асбобларга хос бўлган ерга нисбатан носимметрияни ҳам, бўйлама ЭЮК лардан ҳимояланганлигини ҳам аниқлайди. Асбобларнинг ерга нисбатан носимметриясини трансформаторнинг бирламчи чулғами симметрик тузилган ва чулғамлар орасидаги изоляция қаршилиги юқори бўлганида, асосан,  $C_1$  ва  $C_2$  хусусий сиғимлар орасидаги муносабат аниқлайди. Ўлчанаётган объектлар симметриясининг бузилиши, шунингдек, бу хусусий сиғимларнинг абсолют қийматларига ҳам

боғлиқ бўлиб, бунинг натижасида асбобни ўлчаш объектига симметрик ўлчаш шнурлари ёрдамида уланиши шнур билан биргаликда уланган асбобнинг умумий симметриясига ҳам ижобий таъсир этади.

Бўйлама ЭЮК лардан ҳимоялашда чулғамлар орасидаги  $C_3$  ва  $C_4$  эквивалент хусусий сиғимлар ва бирор даражада ички сиғим  $C_5$  энг жиддий аҳамиятга эгадир. Ҳимояланганликни тажрибавий баҳолашда бирламчи чулғамнинг иккала чиқиши эквипотенциал деб қаралади ва шунга мувофиқ равишда қисқа туташтирилган. Синашда кириш қурилмасининг эквивалент схемаси 9.24-б расмда кўрсатилган, бу ерда  $E_{\text{бўйл}}$  – ерга нисбатан бўйлама ЭЮК,  $Z$  – ўлчанаётган занжирнинг чиқиши қаршилиги. Расмдан кўриниб турибдики,  $C_4$  сиғим уйғотилган бўйлама ЭЮК ли занжирни ерга шунт улайди;  $C_3$  сиғим занжир ҳосил қилиб,  $E_{\text{бўйл}}$  билан юзага келтирилган ток иккинчи чулғамдан ўтиши ҳамда  $U_2$  кучланиш тушуви ва  $D\dot{U}$  нинг хато кўрсатишини юзага келтириши мумкин. Кириш занжири ҳимояланганлигини баҳолаш учун ўлчаш асбобларини синашни, 9.24-б расмда кўрсатилганидек, қисқа туташтирилган бирламчи чулғамда ўтказиш лозим.



9.24-расм.

### 9.6.3 Даража ўлчагич хатолигига улаш шнурларининг таъсири

Баъзи ҳолларда паст частоталарда ва 1,5 МГц дан ортиқ частоталарда доимо  $D\dot{U}$  нинг кириш қурилмаси ерга нисбатан носимметрик қилиб ясалади. Асбобнинг ўлчаш объекти билан

уланиши шнурлар ёрдамида амалга оширилади. Улаш шнурларининг таъсири частота ортиши билан кўпроқ сезила бошлайди, чунки уларга хос бўлган реактив қаршиликлар намоён бўла бошлайди. Улаш шнурларининг таъсири 300 kHz дан юқори частоталарда айниқса сезиларли бўлади, чунки бунда шнурларнинг фазавий доимийси кўшимча намоён бўла бошлайди. Шнурлар таъсири икки ёқлама намоён бўлади: ДЎ нинг кириш қаршилиги ўзгаради, узатиш коэффициенти, яъни асбоб киришидаги кучланишнинг асбоб чиқишидаги кучланишга нисбати ўзгаради. Одатда, кириш қаршилиги ўзгаришининг таъсири устунроқ бўлади. Масалан,  $Z_c = 75 \text{ Ом}$  ли 1 m узунликдаги сим  $R = 0,05 \text{ Ом}$  га,  $C = 68 \text{ pf}$  га,  $L=0,4 \text{ мкГн}$  индуктивликка эга. Бундай шнур учун  $\alpha=R/2Z_c$  ва  $\beta = \sqrt{LC\omega}$  муносабатлардан аниқланган сўниш ва фаза коэффициентлари  $\alpha=0,006 \text{ dB}$  ни ва  $\beta = 0,033 \text{ rad/MHz}$  ни ташкил этади. Келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, шнур киритадиган сўниш таъсирини амалда ҳисобга олмаслик мумкин. Агар ўлчашларни ўтказишда мувофиқлаштиришга эришилган бўлса, у ҳолда шнурларда югурувчи тўлқин режими кузатилади. Бу ҳолда шнурларнинг кириши ва чиқишида кучланиш амалда бир хил бўлади. Мувофиқлаштирилмаган улашда улаш шнурининг тақсимланган доимийликлар линияси сифатидаги хоссаларини ҳисобга олиш зарур. Шнурнинг юқори частоталардаги таъсирининг ҳисобини тўрткўтблик учун маълум ушбу формулалар асосида амалга ошириш лозим:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{ch\gamma + Z_c / Z_2 sh\gamma}{sh\gamma + Z_c / Z_2 ch\gamma} \quad (9.23)$$

$$Z_{\text{ёвд}} = \frac{(ch\gamma + Z_c / Z_2 sh\gamma)}{sh\gamma + Z_c / Z_2 ch\gamma} Z_c, \quad (9.24)$$

бу ерда  $U_1$  ва  $U_2$  – шнур кириши ва чиқишидаги кучланишлар,  $Z_2$  – юқлама қаршилиги;  $\gamma = \alpha + i\beta$ .

ДЎ нинг кириш қаршилиги шнурнинг характеристик қаршилигидан жуда катта, яъни  $Z_2 \approx Z_c$  бўлганлиги учун (9.23) ифода  $U_1/U_2 \approx chgl$  кўринишга келтирилиши мумкин. Агар  $a \approx 0$  эканлигини ҳисобга олинса, у ҳолда:

$$U_1/U_2 \approx chj\beta l \approx \cos \beta l. \quad (9.25)$$

(9.25) муносабатдан кўриниб турибдики,  $\beta l = \pi/2$  бўлганда,  $\cos \beta l = 0$  бўлади ва шнурнинг чиқишида кучланиш жамланиши (дасталаниши) ҳосил бўлади, шу билан бирга  $U_2$  кучланиш  $U_1$  дан

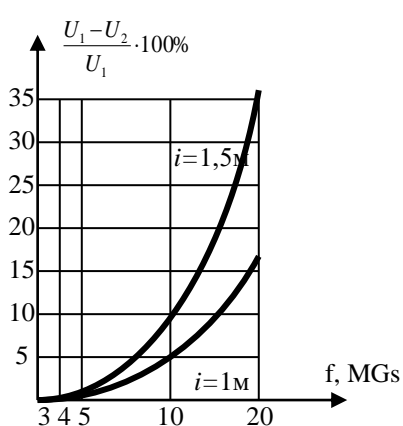


кўп марта ортиқ бўлади. 9.25- расмда  $(U_1 - U_2/U_1) \cdot 100\%$  нисбий хатоликнинг частотага боғлиқлик графиклари 1 m ва 1,5 m узунликдаги шнурлар учун келтирилган.

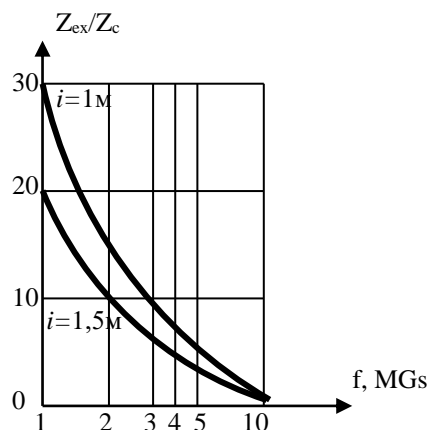
Графиклардан кўриниб турибдики, шнурларнинг кириши ва чиқишидаги кучланишлар нисбатига уларнинг таъсири 1,5...2 МГц частоталаргача кам. Бу хулоса нисбатан қисқа шнурлар учун ўринли. Агар уларнинг узунликлари 3 м дан ортиқ бўлса, фазавий доимийнинг таъсири 1 МГц дан кичик частоталарда пайдо бўлади.

Кириш қаршилигининг частотага боғлиқ равишда ўзгариши (9.24) муносабат ёрдамида баҳоланиши мумкин.  $Z_2 \approx Z_c$  бўлганда у ушбу кўринишни олади:

$$Z_{\text{ээд}} = Z_c \operatorname{cth} \gamma l = -jZ_c \operatorname{ctg} \beta l \quad (9.26)$$



Расм 9.25.



Расм 9.26.

Дў ни юкламага параллел уланганида Дў нинг қаршилиги занжирнинг характеристик қаршилигидан 10–15 марта (ва ундан ортиқ) бўлиши лозим. 9.26-расмда  $Z_{\text{кыр}}/Z_c = \psi(f)$  боғланиш графиги 1 m ва 1,5 m узунликдаги ва  $Z_c = 75 \text{ Ом}$ , узунасига сиғими  $C [1 \text{ m}] = 68 \text{ пФ}$  ва  $L [1 \text{ m}] = 0,4 \text{ мкГн}$  бўлган кабеллар учун келтирилган.

Графиклардан кўриниб турибдики, юқори кириш қаршиликли Дў ларни улаш шнурлари орқали амалда 2 МГц дан кичик частоталарда улаш мумкин. Шнурнинг узунлиги ортганда ва, шунингдек, 600 Ом ли занжирларда ўлчашда сигналнинг рухсат этиладиган частотаси 0,3...0,5 МГц гача пасаяди.

**Дў га қўйиладиган техник талаблар.** Даража ўлчагичлар бундай белгиланади: *кенг полосали* – ИУ-1, *танловчи* – ИУ-2 ва *универсал* – ИУ-3.

ДЎ нинг ҳисоблаб белгиланган частоталар диапазони шу ДЎ ни ишлатиш мўлжалланган канал ва трактларнинг частоталар диапазонларига мувофиқ бўлиши лозим. Агар тегишли канал ва трактларни сошлашда талаб этилса, частоталар диапазонини номинал диапазондан кенгайтиришга рухсат этилади. Каналлар ва трактларнинг частоталар диапазонлари частотасига боғлиқ бўлса, у ҳолда метрологик тавсифлар уларнинг ҳар бири учун меъёрланади.

ДЎ ни кучланиш бўйича абсолют даражаларда децибелларда ( $0,7746 V$  кучланишга нисбатан) ҳам, қувват бўйича ҳам ( $1 mVt$  га нисбатан) даражалашга рухсат этилади. Даража ўлчагичлар ягона ўзаро мувофиқлаштирилган алоқа тармоғи каналлари ва трактларининг бошқа параметрларини ўлчаш учун ҳам ҳисоблаб белгиланиши мумкин: номувофиқлик сўнишлари, носимметрия сўнишлари ва ҳ.к. Бир неча параметрларни ўлчаш учун мўлжалланган ДЎ лар тегишли бирликларда даражаланган бир неча шкалаларга эга бўлиши ёки қайта ҳисоблаш жадвалларига эга бўлиши лозим. Метрологик тавсифлар бу асбоблар билан ишлаш учун мўлжалланган улаш шнурларининг таъсирини ҳисобга олиб меъёрланади. Ўлчаш шнурлари эластик кабелдан камида  $1,5$  узунликда тайёрланади. Электр улагичлар ДЎ ларни ишлатиш мўлжалланган ЮЧ узатиш тизимлари аппаратурасида қўлланиладиган уяларга мос бўлиши керак.

Ўлчанаётган сигнал даражасининг рақамли ДЎ ларнинг ўлчаш диапазони чегараларидан четга чиқишида тегишли сигнализация таъминланиши лозим. Аналогли ДЎ лар учун чегаралар переключателининг поғонаси қиймати ушбу қатордан танланиши лозим:  $-0,01; 0,1; 1,5; 10$  dB. Рақамли даража ўлчагичлар учун ўлчаш чегаралари ташқи переключателининг поғонаси қиймати  $10$  dB га тенг ёки ундан катта ва одатда  $10$  dB га каррали бўлиши лозим. Аналогли ДЎ лар шкаласининг охириги қиймати  $+1$  dB га тенг бўлиши керак. Аналогли ДЎ лар шкаласининг бошланғич қиймати ушбу қатордан танланади:  $-5, -10, -15, -20$  dB. Даража ўлчагичларда нол белгиси ўртада бўлган ва охириги қийматлари:  $\pm 0,5; \pm 1; \pm 1,5; \pm 2$  dB қатордан танланадиган икки томонлама шкала қўлланилиши мумкин. Рақамли даража ўлчагичлар учун индикациянинг кичик разряди саноғи бирлиги  $0,1$  dB дан ортиқ бўлмаслиги лозим.

ДЎ нинг **асосий хатолиги** ёки унинг ташкил этувчилари ГОСТ 23854-79 га асосан конкрет турдаги ДЎ учун техник

шартларда (ТШ) кўрсатилган частоталарда децибелларда рухсат этиладиган қийматлар чегараси билан меъёрланиши лозим. ДЎ асосий хатолигининг ташкил этувчиларига қуйидагилар киради: калибрлаш хатолиги, ўлчаш чегараларини поғонали ростлаш хатолиги, аналогли ДЎ лар шкаласининг рақамли белгиларига хос хатолик ёки рақамли ДЎ лар кўрсатишларига боғлиқ хатолик. Асосий хатоликнинг қиймати  $\pm 0,2$  dB дан ортиқ бўлганида уни ташкил этувчилар кўринишида меъёрланади.

ДЎ нинг **қўшимча хатоликлари** таъминот кучланиши ўзгарганида рухсат этиладиган хатолик чегарасида децибелларда ва хонанинг иш шароитларида атрофдаги ҳаво температурасининг ўзгаришида ҳар  $10^{\circ}\text{C}$  га рухсат этиладиган хатоликнинг чегараси билан децибелларда меъёрланади.

ДЎ **частотавий тавсифининг нотекислигини** калибрлаш частотаси ёки стандартларда ёки аниқ турдаги ДЎ учун ТШ ларга кўрсатилган частотага нисбатан ДЎ нинг номинал частоталар диапазонида меъёрлаш лозим. Агар ДЎ меъёрланаётган диапазон чегараларида бўлган ишчи частоталар диапазонларига эга бўлган турли каналлар ва трактлар учун мўлжалланган бўлса, у ҳолда меъёрлашни бу диапазонларнинг ҳар бирида ўтказиш лозим.

Танловчи режимда ишлайдиган асбоблар киришда ўлчанаётган сигналлар ҳалақити билан бир вақтда шу асбоб билан ишлашга мўлжалланган канал ёки тракт юкламасига эквивалент бўлган шовқин даражаси мавжуд бўлганда ва каналда (трактда) мавжуд ва даражаси назорат ёки ўлчаш частотаси даражасига мос даражага эга бўлган синусоидал ҳалақитни ҳам ўлчашга имкон бериши керак.

Танловчи ДЎ лар танлаш хоссаларининг тавсифлари меъёрланади. Ўтказиш полосаси кенглиги, Hz (kHz), 3 dB даражасида конкрет турдаги ДЎ учун стандартларда ёки ТШ да кўрсатилган чегараларда. Танловчанлик – ўртача сошлаш частотасига нисбатан тегишли носозликларда сўниш қиймати кўринишида.

ТЧ канали полосасида (3100 ва 1740 Hz) вазнийланмаган шовқинни ўлчашга мос ўтказиш полосалари учун танловчанликни 1,7, 4,24 kHz ва ундан ортиқ носозликларда меъёрлаш лозим.

ЮЧ узатиш тизимларининг частоталар спектрининг бўш участкаларида алоқани узмасдан ўлчашлар учун фойдаланиладиган ўтказиш полосалари учун танловчанликни ҳалақит берадиган

сигналлар: элтувчи частоталар қолдиқларини, ахборот сигналларини, назорат ўлчаш сигналларини ва ҳ.к. ларни зарурий сўндиришини таъминлайдиган носозланишларда меъёрлаш лозим.

Ўтказиш полосаси частотавий тавсифининг нотекис-лигини ДЎ максимал кўрсатишига нисбатан меъёрланади.

Ночизиклилик сўнишини ДЎ нинг киришига меъёрланган даражада бериладиган сигнал частотасида ва асосий сигнал частотасига каррали частоталарда кўрсатишлари айирмасининг қиймати кўринишида меъёрланади. ДЎ нинг ночизикли сўнишини ДЎ киришига меъёрланган даражали икки ёки уч частотали сигнал берилиши шартида комбинацион ташкил этувчилар бўйича меъёрлашга рухсат этилади.

Танловчи даража ўлчагичларда **қўшимча спектрал ташкил этувчиларни** (оралиқ, кўзгули, комбинацион ташкил этувчиларни) киришга бериладиган сигнал частотасидаги ва оралиқ, кўзгули ташкил этувчилар частотасини ёки комбинацион ташкил этувчи частотасига мос частоталардаги кўрсатишлар айирмаси кўринишида меъёрланади.

Хусусий шовқинлар даражаси ишчи частоталар диапазонида, ёки киришда сигнал бўлмаганда ДЎ нинг кўрсатишлари кўринишида, ёки стрелканинг миллиметрлар ҳисобида оғиши кўринишида меъёрланган.

Танлаш режимида частотага созлашнинг асосий хатолиги частотанинг абсолют ва нисбий қийматларида рухсат этиладиган қийматларнинг чегараси билан меъёрланади. Частотага созланишнинг қўшимча хатоликлари частотанинг абсолют ёки нисбий қийматларида таъминот кучланиши ўзгарганида рухсат этиладиган хатолик чегараси билан ёки фойдаланилаётган иш шароитларида атрофдаги ҳаво температурасининг ўзгаришида ҳар  $10^{\circ}\text{C}$  га рухсат этиладиган чегара билан меъёрланади.

Танлаш режимида **кўрсатишларнинг ностабиллиги** (нотурғунлиги) фойдаланишнинг меъёрий шароитларида ушбу 5, 15, 30 минут, 1 соат қатордан танланадиган вақт ичида кўрсатишлар оғишининг чегараси кўринишида меъёрланади.

**ДЎ кўрсатишларининг ўрнатилиш** (барқарорлашув) вақти 10 s дан ортмаслиги керак. Тормоз ўзгартгичсиз ДЎ лар учун ўрнатилиш вақти 4 s дан ошмаслиги лозим.

Дў кириш қаршиликларининг номинал қийматлари шу Дў лар мўлжалланган каналлар ва трактларнинг кириш ва чиқиш қаршиликлари қийматларига мос бўлиши керак.

## 9.7 Қувватни ўлчаш

### 9.7.1 Умумий қоидалар

Ўзгармас ток занжирларида  $R$  юклама истеъмол қиладиган қувват  $P$  ток  $I$  ва кучланиш  $U$  нинг кўпайтма қийматиغا тенг:

$$P = UI = I^2 R = U^2 R \quad (9.27)$$

бу ерда  $P$  – ваттларда,  $U$  – вольтларда,  $I$  – амперларда,  $R$  – Ом ларда ўлчанади.

Ўзгарувчан ток занжирларида оний қувват  $p(t)$  ва ўртача (актив) қувват  $P$  бир-биридан фарқ қилади. Оний қувват  $p(t) = u(t)i(t)$ , бу ерда  $u(t)$  ва  $i(t)$  – кучланиш ва токнинг оний қийматлари. Актив (давр ичидаги ўртача) қувват

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T u i dt. \quad (9.28)$$

Агар ток  $i = I \sin \omega t$ , кучланиш эса  $u = U \sin(\omega t + \varphi)$  бўлса, у ҳолда

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T IU \sin \omega t \sin(\omega t + \varphi) dt = UI \cos \varphi. \quad (9.29)$$

Актив қувват вақт бирлигида  $R$  қаршилиқда иссиқлик қўринишида ажраладиган ва ваттларда ўлчанадиган энергиядир.

Реактив қувват деб занжир участкасидаги кучланиш  $U$  ни бу участкадан оқиб ўтадиган ток  $I$  ва улар орасидаги  $\varphi$  бурчак синусига кўпайтмаси тушунилади:

$$Q = UI \sin \varphi. \quad (9.30)$$

Реактив қаршилиқ вольт-амперларда ўлчаш қабул қилинган, қисқача *вар* дейилади. Реактив қувватни генератор ва қабул қилгич (приёмник) ўзаро алмашадиган энергияни ифодалайди.

Туюлма қувват

$$S = UI. \quad (9.31)$$

кўпайтмага тенг.  $U$  вольт-амперларда ўлчанади, қисқача ВА билан белгиланади.  $P$ ,  $Q$  ва  $S$  орасида ушбу боғланиш мавжуд:

$$P^2 = S^2 - Q^2. \quad (9.32)$$

Ўртача квадратик қиймати  $U$  ва ички қаршилиги  $Z_r = R_r + jx_r$  бўлган генератор томондан тўла қаршилиги  $Z = R_{ю} + jx_{ю}$  бўлган юкламага бериладиган қувват

$$P = \frac{U^2 R_{ю}}{R_r + R_{ю}^2 + (X_r + X_{ю})^2} \quad (9.33)$$

Энг катта қувват генератор томонидан тўла мувофиқлаштириш шартида,  $Z_{ю}$  шу  $Z_r$  нинг комплекс-қўшма катталиги бўлганда ( $Z_{ю} = Z_r^*$ ) берилади, бунда

$$P = \frac{U_r^2}{4R_r} = P_o. \quad (9.34)$$

$P_o$  қувват генераторнинг мўлжалланган (имконли) қуввати деб аталади.

Паст частотали ўзгармас ва ўзгарувчан тоқларда қувватни ўлчаш, одатда, ток ва кучланишни ҳамда улар орасидаги фаза силжишини ўлчаш натижалари бўйича билвосита усуллар билан амалга оширилади. Ўта юқори частоталарда (ЎЮЧ да) токни ва кучланишни ўлчашга асосланадиган усулларнинг қулайлиги камроқ ёки қийин амалга оширилади. Шу сабабдан 30 МHz дан юқори частоталарда электромагнит энергиясини бошқа, ўлчаш учун қулайроқ бўлган кўринишларга ўзгартириш кенг тарқалди. Бироқ бунда ўлчашлар аниқлигида ютқизишларга тўғри келади.

Алоқа ва эшиттириш техникасида импульсли шаклдан радио-ва видеоимпульслардан фойдаланилади. Бу ҳолда фақат ўртача қувватни эмас, балки импульс қувватни ҳам аниқлаш керак. Агар радиоимпульс ўрамаси (ўрама чизиғи) тўғри бурчакли шаклда бўлса, у ҳолда импульс қуввати  $P_{и}$  ва ўртача қувват  $P$  қуйидагича боғланган:

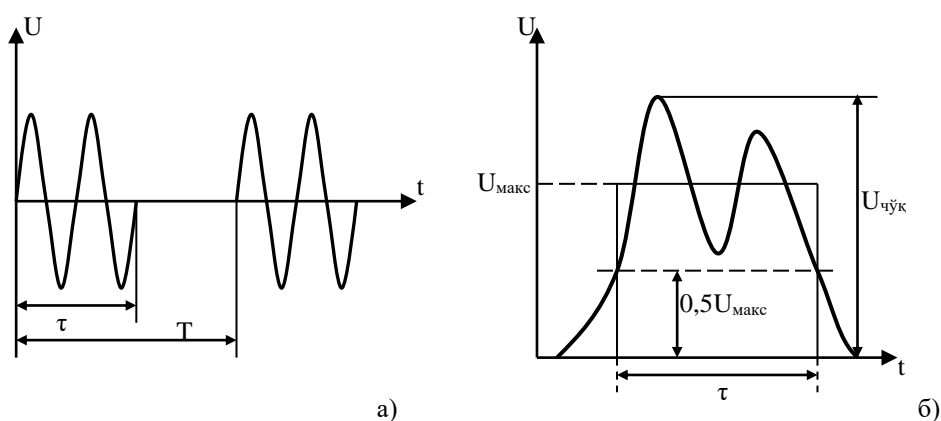
$$P_U = TR / \tau \quad (9.35)$$

бу ерда  $\tau$  – радиоимпульс давомийлиги;  $T$  – импульсларнинг келиш даври. Амалда деярли доимо ўртача қувват  $P$  ни ўлчанади ва (9.35) формула бўйича импульс қуввати  $P_{и}$  ни ҳисобланади.

Агар импульслар шакли тўғри бурчакли шаклдан фарқ қилса (масалан, 9.27-расмдаги каби), у ҳолда импульс қувватини ўшандай юзали ва давомийлиги унинг амплитудаси ярмининг даражасидаги вақт оралиқига тенг бўлган эквивалент тўғри бурчакли импульс бўйича аниқланади. Бу ҳолда чўққи қувват  $P_{чўқ} = P_{и} k_{иш}$

тушунчаси киритилади, бу ерда  $k_{\text{иш}}$  – импульс шакли коэффиценти бўлиб, аслидаги импульс қуввати максимал даражасининг эквивалент тўғри бурчакли импульс қуввати даражасига нисбатига тенг.

Импульсли шаклдаги сигнал бериладиган трактлар чўққи қийматга ҳисоб қилинади.



Расм 9.27

### 9.7.2 Қувват ўлчагичлар таснифи

Қувват ўлчагичлар ўлчанаётган катталиқнинг характери бўйича узлуксиз ёки импульсли-модуляцияланган сигналларнинг ўртача қувватини ўлчагичларга ва импульс қувватини ўлчагичларга бўлинади. Ўлчанаётган қувватнинг қийматлари даражаси бўйича кичик қувватни (10 mVt гача), ўртача қувватни (10 mVt дан юқори) ва катта қувватни (10 Vt дан юқори) ўлчагичларга бўлинади. Қуввати ўлчанадиган линияларда энергия узатилиши тури бўйича ваттметрларнинг қабул қилувчи ўзгартгичлари коаксиал ва тўлқин киритгичли ўзгартгичларга бўлинади.

Қувват ўлчагичлар уланиш характери бўйича ютиладиган қувватни ўлчагичларга ва ўтувчи қувватни ўлчагичларга бўлинади.

Қувват ўлчагичларни фойдаланиладиган физик эффект бўйича учта тоифага бўлиш мумкин: иссиқлик эффектига, механик эффектга ва электрон эффектга асосланган ўлчагичлар, иссиқлик эффектига асосланган асбоблар, ўз навбатида, фойдаланилган элементлар тури бўйича таснифланиши мумкин, буни қуйироқда кўриб чиқамиз.

Қувват ўлчагичлар учун ушбу аниқлик синфлари белгиланган: 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 15,0; 25,0. Кенг полосали ва кўп чегарали

қувват ўлчагичлар учун турли частоталар диапазонлари ва турли ўлчаш чегараларида турли аниқлик синфлари белгиланиши мумкин.

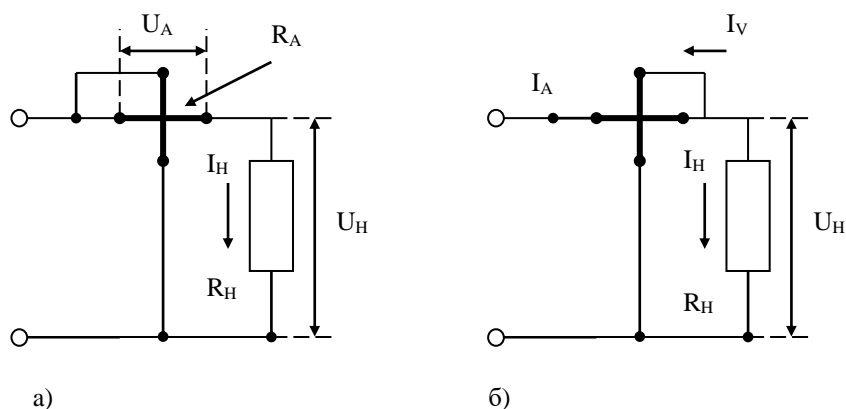
### 9.7.3 Саноат частотали ўзгарувчан ток ва ўзгармас ток занжирларида қувватни ўлчаш

Қувватнинг қийматини бевосита баҳолаш асбоби – электродинамик ваттметр ёрдамида бевосита ўлчаш билан топилади. Бундай ваттметрнинг кўрсатишлари саноат частотали ўзгарувчан ва ўзгармас тоқларнинг кўрсатишларига пропорционалдир. Ваттметрнинг қўзғалмас ғалтагини амперметрга ўхшаш юкламага кетма-кет, қўзғалувчан ғалтагини эса вольтметрга ўхшаш параллел уланади (9.28-а расм). Бунда тизимли ва тасодифий хатоликлар мавжуд бўлади.

Тизимли хатолик ваттметр ғалтаклари чулғамларининг истеъмол қуввати сабабли юзага келади ва уларнинг қаршиликлари  $R_A$  ва  $R_V$  га ҳамда қўзғалмас ва қўзғалувчан ғалтакларнинг уланиш схемаларига боғлиқдир (9.28-расм). 9.28-а расмдаги схема учун қўзғалмас ғалтак орқали ўтадиган ток юклама токи  $I_{ю}$  га, қўзғалмас ғалтак чулғами қаршилигида тушувчи кучланиш эса кириш кучланиши  $U = U_V = U_A + U_{ю}$  га тенг. Демак, ўлчанаётган ток ва кучланиш кўпайтмаси, яъни ўлчанаётган қувват:

$$P = UI_{ю} = U_{ю} I_{ю} = P_{ю} + P_A, \quad (9.36)$$

бу ерда  $P_{ю}$  ва  $P_A$  – юклама ва қўзғалмас ғалтак истеъмол қиладиган қувватлар.



9.28-расм.



9.28-б расмдаги схема учун қўзғалмас ғалтак чулғами орқали ўтадиган ток юклама ва қўзғалувчан ғалтак чулғами орқали ўтадиган тоқлар йиғиндисига тенг:

$$I_A = I_{ю} + I_V. \quad (9.37)$$

Қўзғалувчан ғалтакда тушувчи кучланиш юкламадаги кучланишга тенг. Бунда истеъмол қилинаётган қувват:

$$P = U_{ю} I_A = U_{ю} I_{ю} + U_{ю} I_V = P_{ю} + P_V, \quad (9.38)$$

бу ерда  $P_V$  – қўзғалувчан ғалтак чулғамли истеъмол қиладиган қувват.

9.28-а расмдаги схема учун нисбий мунтазам (услугий) хатолик:

$$\delta = 100P_A/P_{ю} = 100R_A/R_{ю}, \quad (9.39)$$

бу ерда  $\delta$  процентларда ифодаланган. 6.28-б расмдаги схема учун:

$$\delta = 100P_V/P_{ю} = 100R_V/R_{ю}. \quad (9.40)$$

Равшанки, 9.28-а расмдаги схемани  $R_A \ll R_{ю}$  шартида, 9.28-б расмдаги схемани эса  $R_V \approx R_{ю}$  шартида қўллаш лозим. Асбобий хатолик ваттметрнинг аниқлик синфи билан ўлчанади. Ўзгарувчан токнинг қийматлари катта бўлганида ваттметрни ток ўлчаш трансформатори орқали уланади, кучланиш ҳам юқори бўлганида эса кучланиш ўлчаш трансформаторидан фойдаланилади. Қувватни ўлчаш чегараларини бундай усул билан кенгайтиришда хатоликлар ўлчаш трансформаторлари фазавий силжишлари ва трансформациялаш коэффициентини аниқлашнинг ноаниқлиги ҳисобига ўсади.

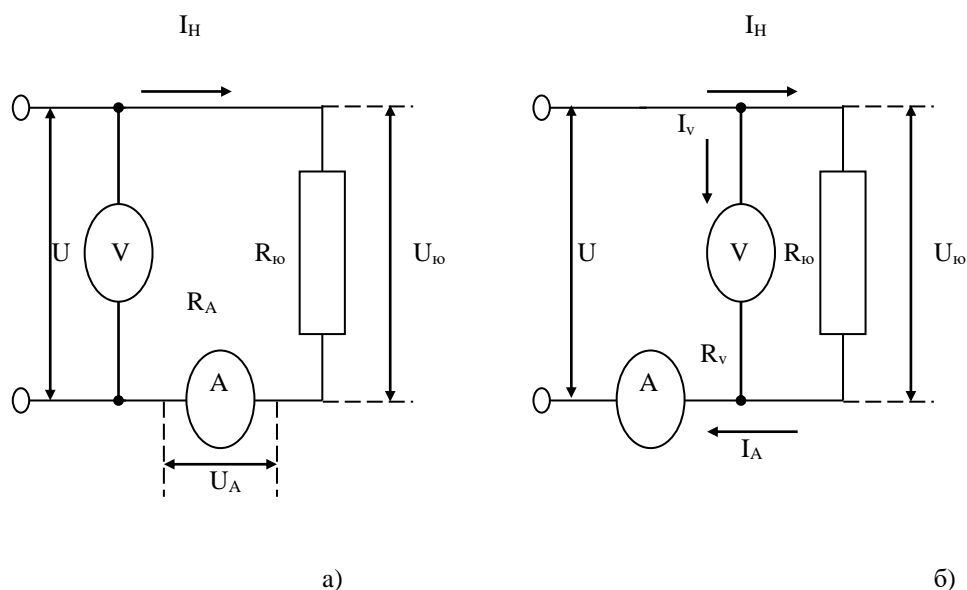
Ўзгарувчан токда асбоб кўрсатмалари актив қаршилиқка пропорционалдир (7-боб, (7.12) муносабатга қ.).

Саноат частотали ўзгарувчан ва ўзгармас ток қувватининг қийматини билвосита усул билан ўлчаш мумкин. Бунинг учун бевосита баҳолаш асбоблари – амперметр ва вольтметр ёрдамида ток ва кучланиш ўлчанади ҳамда олинган қийматлар кўпайтирилади. Қувватни бундай ўлчаш усулининг хатоликлари ток ва кучланишни бевосита ўлчаш хатоликлари билан аниқланади ва 4-бобда баён қилинган қоидалар бўйича ҳисобланади. Қувватни бевосита ва билвосита ўлчаш схемалари бир хилдир, шу сабабли тизимли хатоликлар учун (9.39) ва (9.40) ифодалар иккала ўлчаш тури учун ҳам ўринлидир.

**Товуш ва юқори частотали ўзгарувчан ток занжирларида қувватни ўлчаш.** Қувватни товуш частоталарида ва юқори

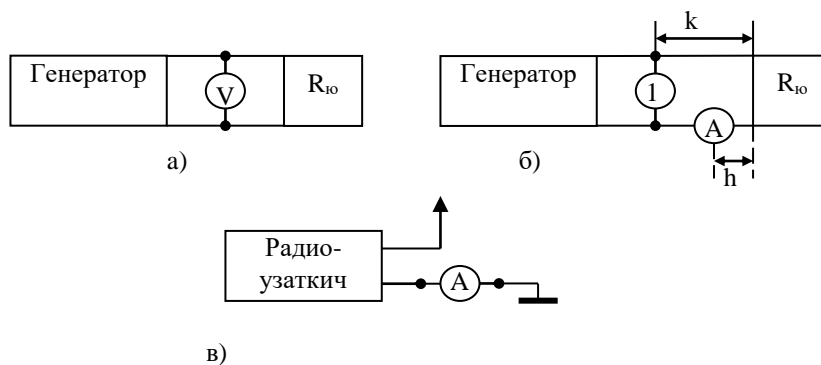
частоталарда ўлчашни частотавий имкониятлари ўлчанаётган занжирдаги ток частотасига мос келадиган электрон вольтметрлар ва термоэлектрик амперметрлар ёрдамида бажарилади. Одатда, товуш частоталарида 9.29-а расмда тасвирланган ўлчаш схемаси қўлланилади, чунки кириш қаршилиги юклама қаршилигидан кўплаб марта катта бўлган электрон вольтметрни танлаш осондир. Бунда қувват  $P = U^2/R_{\text{юк}}$  формула бўйича ҳисобланади.

Юқори частоталарда энергияни ўзининг манбасидан юкламага узатиш линияси параметрлари тақсимланган узатиш линияси занжири бўлганида унинг кесимидаги ток ва кучланишнинг қийматлари юкламагача бўлган масофага боғлиқдир. Шунинг учун вольтметр ва амперметрни занжирнинг юклама ва амперметр орқали ўтадиган тоқлар, шунингдек, юклама ва вольтметрдаги кучланишлар мос равишда бир-бирига тенг бўладиган нуқталарига уланиши керак. Амперметрни юкламага иложи борича шундай яқин уланадики, бунда  $l_1$  масофа (9.30-б расм) ўлчанаётган токнинг частотасига мос тўлқин узунлиги  $\lambda$  дан камида юз марта кичик бўлсин.  $l_1/\lambda < 0,01$  бўлганда уланиш қаршилиги 1% дан ошмайди.



9.29-расм.

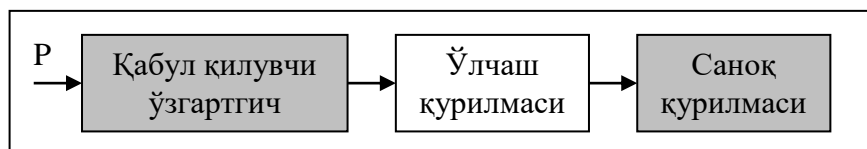
Вольтметрни юкламадан  $l_2 = n\lambda/2$  масофада уланади ( $n=1,2,3,\dots$ ). Агар юклама қаршилиги  $R_{\text{юк}}$  маълум бўлса (9.30-а расм) генератор қувватини битта вольтметр билан ўлчаш мумкин.



9.30-расм.

9.30-в расмда радиоузаткичнинг антенна занжиридаги токни ўлчаш схемаси кўрсатилган: амперметр кўрсатиши  $I$  ва антеннанинг маълум нурлатиш қаршилиги  $R$  бўйича қувват ҳисобланади:  $P = I^2 R$ .

Қувватни бевосита ўлчашлар юқори частотали вольтметрлар ёрдамида бажарилади. Бундай ваттметрнинг тузилиш схемаси 9.31-расмда кўрсатилган.



9.31-расм.

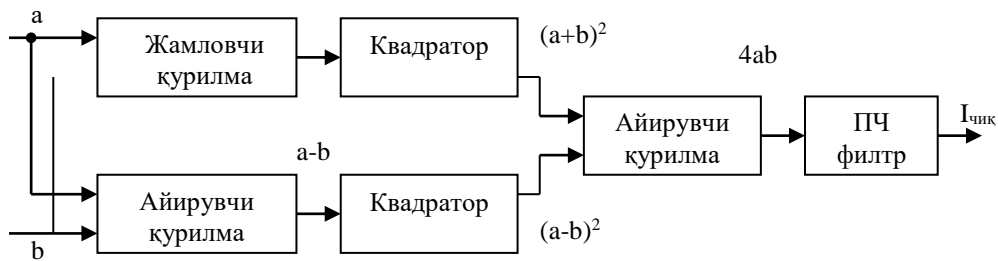
Аналогли қабул қилувчи ўзгартгичда ўлчанаётган қувват, ўлчаш учун қулайроқ бўлган бошқа физик катталиққа ўзгартирилади. Ўлчаш қурилмасида у ўлчанади ва ўлчаш натижаси санок қурилмасида аналогли ёки рақамли шаклда қайд этилади; унинг шкалалари, одатда, қувват бирликларида даражаланади.

**Квадраторли электрон ваттметр.** Бу турдаги ваттметр маълум алгебраик  $(a + b)^2 - (a - b)^2 = 4ab$  айният асосида ишлайди. Бу ерда иккита катталиқнинг кўпайтмаси уларнинг йиғиндиси, айирмаси ва квадратга кўтариш билан алмаштирилади. Электрон схемаларда кўшиш ва квадратга кўтариш кўпайтиришга қараганда осонроқ бажарилади.

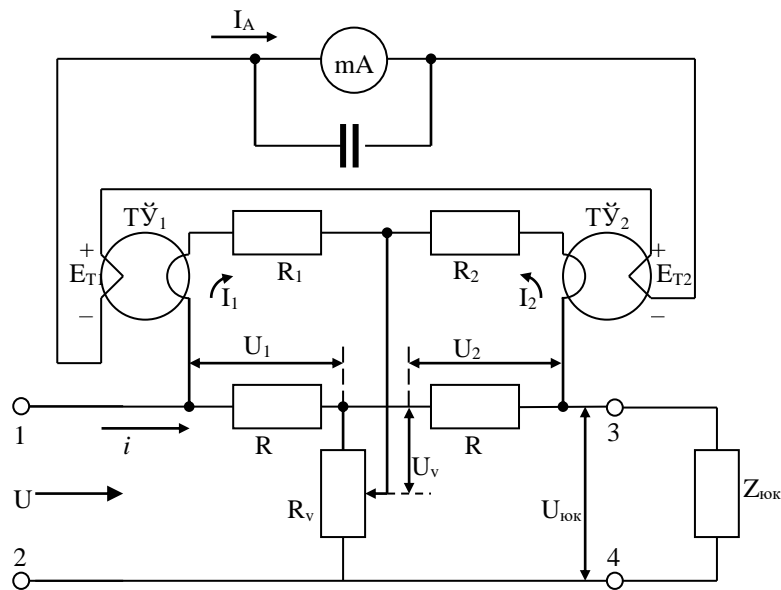
Айниятда  $a$  ва  $b$  нинг ўрнига кучланиш ва токка мос ифодаларни, яъни  $a = U \sin \omega t$  ва  $b = R I \sin(\omega t - \varphi)$  ни кўямиз:

$$\begin{aligned}
 & [U \sin \omega t + R I \sin(\omega t - \varphi)]^2 - [U \sin \omega t - R I \sin(\omega t - \varphi)]^2 = \\
 & = 2RU \cos \varphi - 2RUI \cos(2\omega t - \varphi).
 \end{aligned}$$

Ўзгармас ташкил этувчи  $2RUI$  қувватга пропорционал ва уни магнитоэлектрик ваттметр ёрдамида ўлчаш мумкин. Ўзгармас ташкил этувчини филтрлаш лозим, бунинг учун миллиамперметрни ўзгармас сиғимли конденсатор билан шунтлаш етарлидир. Қўшиш ва айириш операцияларини операцияон кучайтиргичлар, иккинчи даражага кўтаришни эса квадратик тавсифли элементлар – квадраторлар бажаради. Квадраторли ваттметрнинг тузилиш схемаси 9.32-расмда, принципиал схемаси эса 9.33- расмда тасвирланган бўлиб, бунда квадраторлар сифатида термоэлектрик ўзгартгичлардан фойдаланилган.



9.32-расм.



9.33-расм.

Ваттметрнинг кириш қисқичлари 1, 2 лар ўлчанаётган қувват манбасининг чиқиши билан, чиқиш қисқичлари 3, 4 лар эса юклама  $Z_{\text{юк}}$  билан уланган. Юклама токи бир хил қаршиликка эга бўлган ва кетма-кет уланган иккита резистор  $R$  орқали оқиб ўтади, бунда қаршилик юклама қаршилиги модули  $|Z_{\text{юк}}|$  билан қиёслаганда ҳисобга олмаса ҳам бўладиган даражада кичикдир. Бу

резисторларда юклама токига пропорционал кучланишлар  $U_1 = U_2 = iR$  тушади.

Юкламага параллел қилиб  $R_V$  резистор уланган, унинг қаршилиги  $|Z_{\text{юк}}|$  дан кўп марта катта ва  $R$  дан умуман катта. Шу сабабли  $R_V$  дан олинадиган кучланиш  $U_V = KU_{\text{юк}}$  юкламадаги кучланишга пропорционал деб ҳисоблаш мумкин.  $U_1 + U_V$  ва  $U_1 - U_V$  кучланишлар мос равишда термоўзгартгичлар  $T\check{U}_1$  ва  $T\check{U}_2$  ларнинг қиздиргичлари занжирига берилади. Қиздиргичлар тоқлари  $i_1$  ва  $i_2$  ни камайтириш учун  $R_1$  ва  $R_2$  резисторлар уланган бўлиб, уларнинг қаршиликлари  $R$  резисторлар қаршиликларидан жуда катта.

Шундай қилиб, термоўзгартгичларнинг қиздиргичлари орқали ўтадиган тоқлар мос равишда қуйидагига тенг:

$$i_1 = (U_1 + U_2)(R_1 + r_{\text{қизд}}) \text{ ва } i_2 = (U_2 - U_V)(R_2 + r_{\text{қизд}}),$$

бу ерда  $r_{\text{қизд}}$  – қиздиргич қаршилиги.

Маълумки,  $E_T$  термо-ЭЮК қиздиргич тоқининг таъсир қилаётган қийматига пропорционал, бу ерда  $k$  – пропорционаллик коэффициентига боғлиқ бўлиб, у термоўзгартгич турига боғлиқ. Шу сабабли  $T\check{U}_1$  ва  $T\check{U}_2$  термоўзгартгичлардан олинаётган термо-ЭЮК учун ифодани ушбу кўринишда ифодалаш мумкин:

$$E_{T1} = \frac{k}{(R_1 + r_{\text{қизд}})^2} \frac{1}{T} \int_0^T (U_1 + U_V)^2 dt . \quad (9.41)$$

$$E_{T2} = \frac{k}{(R_2 + r_{\text{қизд}})^2} \frac{1}{T} \int_0^T (U_2 - U_V)^2 dt . \quad (9.42)$$

Термопаралар бир-бирига учрашма қилиб уланган, демак, миллиамперметр кўрсатиши термо-ЭЮКлар айирмаси  $E_{T1} - E_{T2}$  га пропорционалдир.  $U_1 = U_2 = iR$ ,  $U_V = kU_{\text{юк}}$  ва  $R_1 = R_2 = R$  эканлигини ҳисобга олиб, (9.41) ва (9.42) формулаларга асосан қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$E_{T1} - E_{T2} = \frac{4KkR}{(R + r_{\text{қизд}})^2} \frac{1}{T} \int_0^T iU_{\text{юк}} dt = \alpha P \quad (9.43)$$

бу ерда  $\alpha$  – пропорционаллик коэффициенти бўлиб, ватт/вольтларда ўлчанади.

Ички қаршилиги  $R_A$  бўлган магнитоэлектрик миллиамперметр орқали юклама истеъмол қиладиган ўртача қувватга пропорционал  $I_A$  ток оқиб ўтади:

$$I_A = \frac{E_{T1} - E_{T2}}{R_A} = \frac{\alpha}{R_A} P = bP, \quad (9.44)$$

бу ерда  $b$  – квадратторли ваттметр сезгирлиги бўлиб, миллиамперваттларда ўлчанади. Термопара қаршилиги миллиамперметр қаршилиги билан таққосланганда кичикдир ва биз уни ҳисобга олмаймиз. Миллиамперметр шкаласини қувват бирликлари – ваттлар ёки милливаттларда даражаланади.

Квадраторли ваттметрларни ўнлаб герцлардан 1 МНz гача частоталар диапазонида қўлланилади. Уларнинг афзалликлари шуки, кўрсатишлари кучланиш ва ток шаклига боғлиқмас ҳолда частота ва фазавий силжишга кам боғлиқдир. Хатолиги 1,5...2% ни ташкил этади. Асосий камчилиги – термоўзгартгичлар характеристикаларининг тўла идентик бўлиш талабидир.

#### 9.7.4 ЎЮЧ занжирларида қувватни ўлчаш

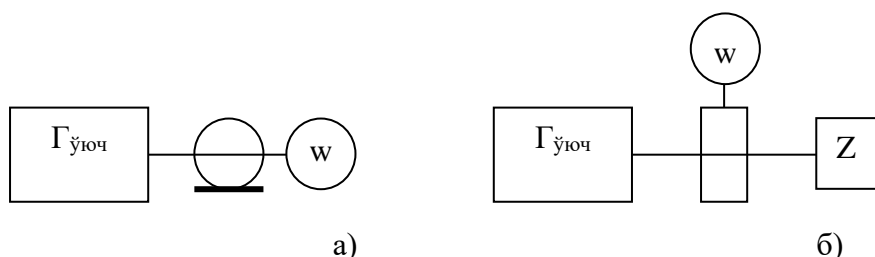
ЎЮЧ ларда қувватни ўлчаш доимо электромагнит майдон энергиясини дастлаб бошқа турдаги энергияларга, асосан, иссиқлик энергиясига ўзгартириш билан бажарилади. Мувофиқлаштирилган юклама томонидан ютиладиган ёки энергия узатиш линияси бўйлаб ихтиёрий юкламага ўтадиган қувват ўлчанади. Шунга мувофиқ равишда ютиладиган ва ўтадиган қувватларни ўлчаш усуллари ва ваттметрлари мавжуд (9.3- жадвал).

9.3-жадвал

ЎЮЧ қуввати	Ўлчаш усуллари	ЎЮЧ қуввати	Ўлчаш усуллари
Ютиладиган	Калометрик Термоэлектрик Терморезистив	Ўтадиган	Тармоқланиш Пондермоторли

Ютиладиган қувватни ЎЮЧ энергияси манбаси – генератор ёки радиоузаткичнинг чиқиш кучланишини аниқлашда ўлчанади, шунинг учун ютиладиган қувват ваттметрида қабул қилувчи ўзгартгич эквивалент мувофиқлаштирилган юкламани ўз ичига олади. Демак,  $G$  манбанинг юкламаси (9.34-а расм) ўзи ютадиган қувватни ўлчайдиган ваттметр  $W$  нинг ўзи бўлади.

Ўтувчи қувватни узатиш линиясида ихтиёрий юклама  $Z_{\text{юк}}$  да сочиладиган қувватни аниқлашда ўлчанади (9.34-б расм).



9.34-расм.

Параметрлари тақсимланган занжирларда қувватни ўлчашда энергия узатиш трактидаги қаршиликларни мувофиқлаштириш ўлчашлар аниқлигида ҳал қилувчи рол ўйнайди. Агар тўла қаршилиги  $Z_{\text{юк}} = R_{\text{юк}} + iX_{\text{юк}}$  бўлган юклама генераторга бевосита уланса, у ҳолда, маълумки, ички қаршилиги  $Z_{\text{Г}} = R_{\text{Г}} + jX_{\text{Г}}$  бўлган генератор бу юкламага

$$P = \frac{U_r^2 R_{\text{юк}}}{[(R_{\text{Г}} + R_{\text{юк}})^2 + (X_{\text{Г}} + X_{\text{юк}})^2]} \quad (9.45)$$

қувватни беради, бу ерда генератор чиқишидаги кучланишнинг амалдаги қиймати. Генератор юкламага энг катта қувватни уларнинг қаршиликлари комплекс-қўшма мувофиқлаштирилганида, яъни  $R_{\text{Г}} = R_{\text{юк}}$  ва  $X_{\text{Г}} = -X_{\text{юк}}$  бўлганда беради. Бу қувватнинг қиймати (9.45) формуладан аниқланади:

$$P_{\text{max}} = \frac{U_r^2}{4R_{\text{Г}}}. \quad (9.46)$$

Агар юклама генераторга узатиш линияси орқали уланса, у ҳолда мувофиқлаштириш мураккаблашади. Узатиш линиялари, одатда, бир жинсли, улардаги исрофлар (ўқотишлар) ҳисобга олмаса ҳам бўладиган даражада кичик, тақсимланган  $L$  ва  $C$  параметрлари тўлқин қаршилик  $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$  ни аниқлайди. У ҳолда генераторнинг унинг чиқиш қаршилиги билан мувофиқлаштирилган ва исталган  $Z_{\text{юк}}$  қаршиликка юклама қилинган линияга бериладиган энергияси қуйидаги формула билан аниқланади

$$P_{\text{юк}} = P_{\text{max}} (1 - [\Gamma_{\text{юк}}]^2) \quad (9.47)$$

бу ерда  $|\Gamma_{\text{Г}}|$  – юкламадан кучланиш бўйича қайтиш коэффициентини модули бўлиб, қайтган тўлқин майдони кучланганлиги амплитудаси  $E_{\text{о}}$  нинг тушувчи тўлқин майдони кучланганлиги амплитудаси  $E_{\text{Г}}$  га нисбатига тенг;  $|\Gamma_{\text{юк}}| = E_{\text{о}}/E_{\text{Г}}$ . Иккинчи томондан, қайтиш коэффициенти, шунингдек, юклама қийматлари ва

линиянинг тўлқин қаршилиги муносабатларига ҳам боғлиқ;  $\Gamma = (Z_{\text{юк}} - b) / (Z_{\text{юк}} + r)$ , бу ердан келиб чиқадики, агар юклама қаршилиги узатиш линияси тўлқин қаршилиги билан мувофиқлаштирилган ( $Z_{\text{юк}} = r$ ) бўлса, у ҳолда қайтиш коэффиценти нолга тенг ва юкламага максимал қувват келади.

Умумий ҳолда, яъни генератор ҳам, юклама ҳам мувофиқлаштирилмаган бўлса,

$$P_{\text{юк}} = \frac{P_{\text{max}} (1 - |\Gamma_{\text{юк}}|^2) (1 - |\Gamma_{\text{Г}}|^2)}{|1 - \Gamma_{\text{Г}} \Gamma_{\text{юк}}|^2} \quad (9.48)$$

бу ерда  $\Gamma$  – генератордан қайтиш коэффиценти.

Амалда мувофиқлаштириш даражасини қайтиш коэффиценти ўрнига турғун тўлқин коэффиценти (ТТК)  $K_{\text{ТТК}}$  билан тавсифланади, у қайтиш коэффиценти билан куйидагича боғланган:

$$K_{\text{ТТК}} = \frac{E_{\text{max}}}{E_{\text{min}}} = \frac{|E_{\text{T}}| + |E_{\text{O}}|}{|E_{\text{T}}| - |E_{\text{O}}|} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (9.49)$$

Турғун тўлқин коэффиценти ўлчаш чизиғи ёки ТТК панорамали ўлчаш ўлчагичи билан ўлчанади ва унинг қиймати бўйича зарур бўлганда қайтиш коэффиценти модули ҳисобланади:

$$|\Gamma| = \frac{K_{\text{ТТК}} - 1}{K_{\text{ТТК}} + 1} \quad (9.50)$$

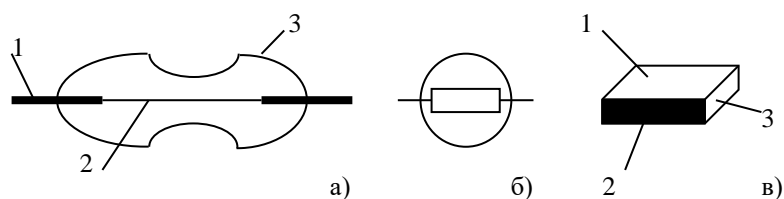
Ютиладиган қувватни ўлчашнинг ваттметрнинг (юкламанинг) тўла кириш қаршилиги генераторнинг тўла чиқиш қаршилиги ва узатиш линияси тўла қаршилигининг мувофиқлаштирилмаганлиги оқибатидаги нисбий хатолиги

$$\delta_{\text{номувоф}} = \frac{(P_{\text{B}} - P_{\text{max}})}{P_{\text{max}}} \quad (9.51)$$

га тенг, бу ерда  $P_{\text{B}}$  – ваттметр ютадиган қувват,  $P_{\text{max}}$  – генераторнинг энг катта қуввати.  $P_{\text{B}} = P_{\text{юк}}$  ва  $\Gamma_{\text{юк}} = \Gamma_{\text{B}}$  деб (бу ерда  $\Gamma_{\text{B}}$  – ваттметр қайтиш коэффиценти), (9.42) дан нисбий хатоликнинг генератор ва ваттметр қайтиш коэффицентларига боғлиқлигини ҳосил қиламиз:

$$\delta_{\text{номувоф}} = \frac{(1 - |\Gamma_{\text{B}}|^2) (1 - |\Gamma_{\text{Г}}|^2)}{|1 - \Gamma_{\text{Г}} \Gamma_{\text{B}}|^2} \quad (9.52)$$





9.35-расм.

Кўпчилик амалий ҳолларда генератор узатиш линияси билан мувофиқлаштирилган бўлади ва  $\Gamma_r = 0$ . У ҳолда:

$$\delta_{\text{номувоф}} = -|\Gamma_B|^2 = \frac{(K_{ТТК} - 1)^2}{(K_{ТТК} + 1)^2}. \quad (9.53)$$

Бу мунтазам хатоликни тегишли тузатмани киритиб, бартараф этиш мумкин.

### 9.7.5 ЎЮЧ қувватини ўлчаш усуллари

Ютиладиган қувватни ўлчаш мақсадларида, асосан, иссиқлик усулларидан фойдаланилади. Бу усулни тавсифловчи тенглама

$$P_{\text{ўрт}} = Q_T / T = C_q / T \quad (9.54)$$

кўринишга эга, бу ерда  $Q_T$  – иссиқлик миқдори, Ж;  $C_q$  – ишчи жисм иссиқлик сифими,  $J/^\circ C$ ;  $T$  – вақт, s.

Иссиқлик усулларидан фойдаланишда, температура ва вақтни ўлчаш зарурлиги (6.54)дан келиб чиқади. Бироқ кўпинча алмаштириш усули қўлланилади, бунда ЎЮК энергияси (қуввати) ўша температура қарор топгунича қадар ўзгармас ток энергияси ёки паст частота токи билан алмаштирилади. Ишчи жисмда иссиқлик мувозанатининг қарор топиш вақти ишчи жисм иссиқлик сифимининг у ва муҳит орасидаги иссиқлик қаршилигига кўпайтмасига пропорционалдир. Бу икки таъсир этувчи факторни (омилни) камайтириб, кўрсатишларнинг ўрнатилиш вақтини камайтириш мумкин. Ўлчаш вақтини, шунингдек, алмаштириш усулини қўллаб ҳам камайтириш мумкин, бунда алмаштирувчи қувват ва электромагнит майдон қуввати ишчи жисмда бир хил иссиқлик эффекти яратади деган фаразга асосланилади. Ўлчашдан олдин ишчи жисм дастлаб маълум иссиқлик ҳолатигача ўзгармас ёки ўзгарувчан ток билан қиздирилади. Шундан кейин, ўлчанадиган юқори частотали энергияни берилади ва ишчи жисмнинг иссиқлик ҳолати ўзгармас қоладиган қилиб ўзгармас

(ўзгарувчан) токни ўзгартириш билан алмаштирувчи қувватни камайтиради. Бу ҳолда ўзгармас (ўзгарувчан) токнинг алмаштирувчи қувват деб ном олган қуввати орттирмасини ўлчанаётган қувватга тенг деб қабул қилинади. Бу ердан келиб чиқадики, алмаштиришда ишчи жисмга келадиган жами (йиғинди) қувват ўлчашлар бошида ва ўлчаш вақтида ўзгармасдан қолади. Бу ишчи жисм температурасининг ўзгармаслигига асос бўлади ва, демак, ўлчаш вақтининг ишчи жисм иссиқлик тавсифларига боғлиқлигини маълум даражада бартараф этади. Алмаштириш усули терморезисторли ва калориметрик ваттметрларда кенг қўлланилади.

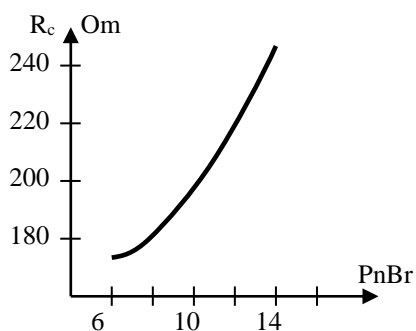
**Қувватни терморезисторлар ёрдамида ўлчаш.** Қувватнинг кичик ( $100 \text{ mVt}$  ва ундан паст) даражаларини ўлчашнинг асосий усули терморезисторларда электромагнит энергияси сочилганида (тарқалганида) уларнинг ўтказувчанлигини ўлчашдан иборатдир. Терморезистор энергияни узатиш линияси билан яхши мувофиқлаштирилган, ҳам юқори, ҳам паст частоталар қувватини бир хилда яхши сезиши учун у кичик ўлчамларга эга бўлиши лозим. Бу талабларга болометрлар ва термисторлар яхши жавоб беради.

**Болометрлар ва уларнинг тавсифлари.** Болометрларнинг икки тури тарқалган: симли, юпқа плёнкали (пардали). Симли болометрлар шиша вакуумли ёки инерт газ билан тўлдирилган баллон (3) дан иборат бўлиб (9.35-а расм), унинг ичига диаметри 1–10  $\text{mm}$  бўлган платина ёки вольфрам ип кавшарланган. Болометрнинг чиқишлари (1) ва ипнинг ўзи тўғри чизиклидир. Болометрдаги юқори вакуум иссиқлик ўтказувчанлик иссиқлик йўқотишларни камайтиради. Агар болометр водород ёки аргон билан тўлдирилган бўлса, рухсат этиладиган сочилиш қуввати анча оширилиши мумкин. Бу ҳолда ипдан иссиқликнинг олиб кетилиши асосан конвекция ҳисобига бўлади. Болометрнинг шартли белгиланиши 9.35-б расмда кўрсатилган.

Симли болометрлар 1 GHz дан паст частоталарда ишлатилади. Юқори частоталарда плёнкали болометрлардан фойдаланилади (9.35-в расм). Слюда ёки шишадан тайёрланган тагликка (1) платина ёки палладий плёнкаси (2) пуркалади.

Болометрнинг қаршилигининг сочилаётган қувватга боғлиқлиги 9.36-расмда кўрсатилган. Бу расмдан кўриниб турибдики, температура коэффиценти мусбат, яъни болометрда

сочилаётган қувват ошиши билан унинг қаршилиги ўсади. Болومترнинг кўндаланг ўлчамлари энг паст частотали тоқларнинг сингиб кириш чуқурлиги билан ўлчовдош бўлиши керак, бу эса болومترнинг қаршилиги паст частоталарда ҳам, юқори частоталарда ҳам деярли бир хил бўлишини таъминлайди.



9.36-расм.

Сезгирликни ошириш учун ипнинг материали юқори температура коэффициентли қилиб танланади. Бундан ташқари, болومتر узатиш линиясининг тўлқин қаршилигига яқин бўлган, етарлича катта тўлқин қаршиликка эга бўлиши учун у жуда ингичка бўлиши лозим.

Симли болومترлар тўла қаршилиги индуктив ташкил этувчисининг катталиги сабабли уларнинг қўлланилиш соҳаси сантиметрли тўлқинли диапазони билан чекланган.

Болومتر асосий тавсифи унинг қаршилиги ва сезгирлигининг ўлчанаётган қувватга боғлиқлигидан иборатдир:

$$R = f(P) \text{ ва } S = j(P). \quad (9.55)$$

Тажрибавий маълумотлар

$$R - R_0 = \alpha P^\beta \quad (9.56)$$

эканлигини кўрсатади, бу ерда  $R_0$  – болومترнинг қаршилиги, Ом;  $R$  – болومترнинг унда қувват сочилишидаги қаршилиги, Ом;  $P$  – сочилаётган қаршилик;  $\alpha$  ва  $\beta$  – болومترнинг материали ва ипининг ўлчамларига боғлиқ ўзгармаслар.

Болومترнинг тавсифи квадратга яқин бўлади. Бу қувват ўлчагичнинг чизиқли шкаласини ҳосил қилиш имконини беради. Тавсифнинг квадратик тавсифдан оғиши ипдан ундан массивроқ бўлган чиқишлар иссиқликни олиб кетиши оқибатида ипнинг қизиши нотекис бўлиши билан аниқланади. Ип температураси 150–200°C дан юқори бўлганда ишлайдиган вакуумли болومترлар учун иссиқлик бериш механизмига кучланиш жиддий ҳисса қўшади. Тавсиф  $R = f(P)$  нинг тиклиги болومتر сезгирлигини белгилайди.

Болومتر сезгирлигининг қувватга боғлиқлиги ушбу формула билан аниқланади:

$$S = \frac{dR}{dP} = \alpha \beta P^{\beta-1} = \beta(R - R_0) / P. \quad (9.57)$$

Болومترларнинг асосий тавсифлари жумласига қуйидагилар киради: болومترнинг ишчи нуқтада ўзгармас токка узатиш

линиясининг тўлқин қаршилиги билан мувофиқлашадиган қаршилиги  $R_t$ , Ом, бунда у қаршилиқнинг температура коэффиценти

$$\gamma_1 = (1/R_t)(dR_t / dt), \quad (9.58)$$

яъни температура ўзгариши натижасида қаршилиқнинг нисбий ўзгариши,  $1/^\circ\text{C}$ ; сочилиш ўзгармаси:

$$h_t = dp / d\theta$$

у болометрда сочилаётган қувват орттирмасининг, бунинг натижасида унинг температурасининг атроф-муҳит температурасига нисбатан ошишига нисбатига тенг, бу ерда  $\theta = t_K^\circ - t_{k.amp}$   $Vt/^\circ\text{C}$ ; сезгирлик:

$$S_t = dR_t / dP$$

ёки процентларда:

$$S'_t = \frac{1}{R_t} \frac{dR_t}{dP} \cdot 100\% \quad (9.59)$$

яъни болометр қаршилиги ўзгаришининг ундаги қувват ўзгаришига нисбати, мос равишда Ом/ $Vt$  ёки  $\%/Vt$ ;

вақтнинг иссиқлик ўзгармаси  $T$ , с, у болометрнинг иссиқлик режими ўзгаришида унинг иссиқлик режими қарор топиш тезлигини тавсифлайди ва дастлаб қиздирилган болометр атроф температурасига нисбатан бошланғич температуралар айирмасига таққосланганида  $e$  марта совиш вақти билан ифодаланади;

максимал рухсат этиладиган қувват сочилиш  $P_{\text{ўрт.макс}}$  – болометр узоқ вақт давомида, унинг тавсифларининг тиклаб бўлмайдиган ўзгаришлари меъёрлар чегараларида қолади деган шартда, сочиши мумкин бўлган қувват.

Умумий ҳолда болометр қаршилигининг сочилаётган қувват даражаси ва атроф-муҳит температураси ўзгаришига боғлиқлиги деярли чизиқлидир (9.36- расм). Симли болометр қаршилигининг атроф-муҳит температурасига боғлиқлиги ушбу тенглама билан ифодаланиши мумкин:

$$R_t = R_{t.amp} (1 + \alpha_t \theta), \quad (9.60)$$

бу ерда  $\theta = t_K^\circ - t_{k.amp}$ ;  $Vt/^\circ\text{C}$ ; – болометр ипи ва атроф-муҳит температуралари айирмаси.

Санок қурилмаси кўрсатишларининг атроф-муҳит температураси ўзгаришидаги дрейфи болометр сочиш ўзгармасига тўғри пропорционалдир:  $DP = h_t Dq$ .

Яна ҳам юқори частоталарда, миллиметрли тўлқин узунликлари диапазонига қадар, плёнкали болометрлар тарқалди, улар 30–50 мкм қалинликдаги шиша ёки слюдадан қилинган асосга вакуумда суртилган платина ёки палладийдан иборат юпқа металл плёнкадир. Ўлчаш трактига уланиш учун плёнкали болометрлар кумуш ёки платинали контактларга эга. Кумушли контактлар никель ёки нихромдан қилинган остқатламга кумуш пастани куйдириб ёпиштириш ёки вакуумда кумуш плёнкани пуркаш билан, платинали контактлар эса вакуумда пуркаш билан тайёрланади. Бошқача конструкциялар ҳам, масалан, 0,1–0,001 мкм қалинликдаги металл плёнкаси қопланган диэлектрик цилиндр ёки шишатола кўринишидаги конструкциялар мавжуд. Турли конструкцияли болометрларнинг сезгирлиги 1 дан 10 Ом/Vt гачадир.

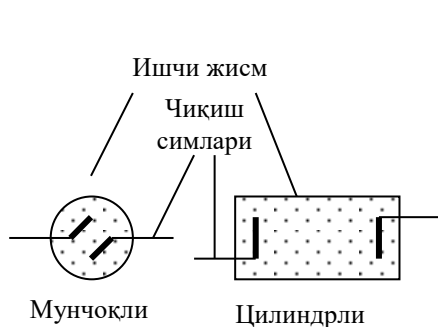
Плёнкали болометр кичикроқ сезгирликка эга, чунки унда иссиқлик бериш коэффициенти симли болометрларга қараганда анча катта. Бироқ етарлича кенг плёнкаларнинг индуктивлиги жуда кичик ва уларни тўлқин киритгичи билан ҳатто миллиметрли тўлқинларда мувофиқлаштириш мумкин.

Болометрларнинг юқорида санаб ўтилган хусусиятлари уларни тезкор, масалан, панорамали ваттметрларда, ва шунингдек, импульсдаги қувватни бевосита ўлчаш учун қўллаш имконини беради.

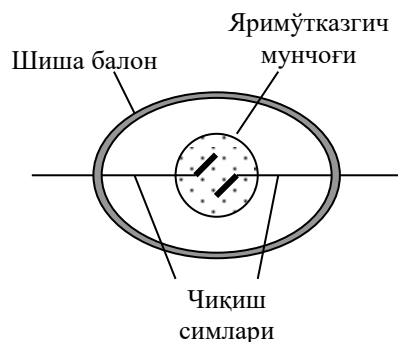
Болометриқ усулларнинг афзалликлари уларнинг габаритлари кичиклиги, ишлатишда қулайлиги ва нисбатан юқори сезгирлигидан иборатдир. Уларнинг асосий камчилиги шундаки, улар ютиладиган энергияни атроф-муҳитга беришлари керак, демак, уларни температуранинг ташқи ўзгаришларидан ихоталаш (изоляциялаш) қийин. Атроф-муҳит температураси ўзгаришини нейтраллаш учун уни компенсациялашнинг турли усуллари назарда тутилади. Бунга, одатда, иккинчи болометр ва иккинчи кўприк схемасидан фойдаланиш билан эришилади. Мазкур усулнинг қўлланилиши температуравий хатоликни бир ёки икки тартибга пасайтириш имконини беради.

**Термисторлар ва уларнинг тавсифлари.** Термистор қаршилиқнинг температура коэффициенти манфий бўлган терморезистордан иборат (болометрларда у мусбатдир). Термисторлар яримўтказгичли массадан 0,2–0,5 мм диаметрли мунчок (9.37-расм) ёки 0,2–1,5 мм диаметрли цилиндр шаклида тайёрланади. Яримўтказгичли масса мис, марганец, кобалт, титан

ва бошқа оксидларни маълум муҳитда қиздириб бириктирилган кукунсимон аралашмасидан иборат бўлади. Мунчоққа 0,01–0,03 mm диаметрли платина симдан ингичка чиқишлар қиздириб уланади. Чиқишлар платина-иридийли ёки платина-радийли қотишмадан тайёрланади. Яримўтказгичли масса ўтказувчанлигини ошириш учун унга мис кукуни қўшилади.



9.37-расм.



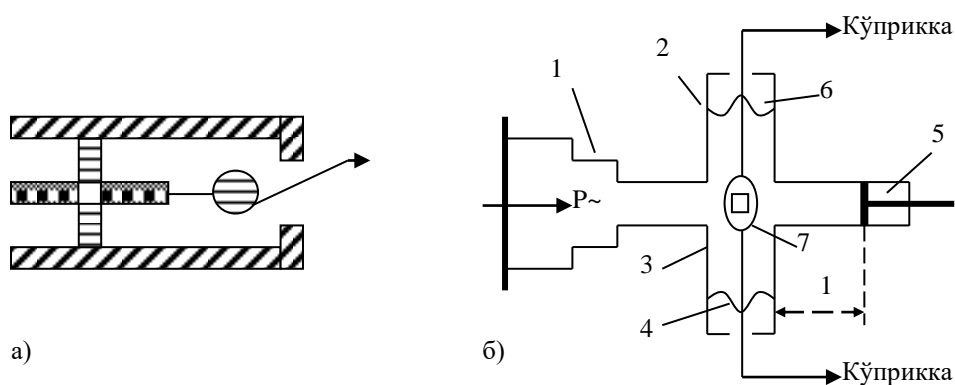
9.38-расм.

Цилиндрик термисторнинг сезгир элементи чўзиқ шаклга эга, шу сабабли унинг электр мустаҳкамлиги мунчоқли термисторга қараганда юқорирокдир. У, шунингдек, қаршиликнинг кичик реактив ташкил этувчисига ва чиқишлар орасида кичик сифимга эга; элемент узунлиги бир хил бўлгани ҳолда унинг пластинали чиқишлари қисқарокдир, демак, уларнинг индуктивликлари кичикроқдир. Конструкция мустаҳкам бўлиши учун термисторларни диаметри 3 mm гача ва узунлиги 10 mm гача, симли чиқиши 0,8 mm бўлган шиша баллонга жойлаштирилади. Мунчоқли термисторлар кичикроқ совиш сиртига ва узунроқ чиқиш симларига эга, ва, демак, бошқа шароитлар тенг бўлганида, ўлчанаётган қувватга каттароқ сезгирликка эгадирлар. Диапазоннинг қисқа тўлқинли (сантиметрли ва миллиметрли тўлқинлар) қисмида асосан кичикроқ реактив қаршиликка эга бўлган стерженли термисторлар қўлланилади. Диапазоннинг узун тўлқинли қисмида термисторларнинг шу турлари ҳам, бошқа турлари ҳам қўлланилади.

Термисторлар каллакка (головкага) бевосита монтаж қилинади ёки уларни алмаштиришни енгиллаштириш учун махсус арматурага ўрнатилади. Энг содда арматура термисторларни схемага улаш учун мўлжалланган йўғон металл чиқишли шиша баллондан иборат (9.38- расм). Баллондаги термисторлар нисбатан узун тўлқинларда, баллон узунлиги тўлқин узунлигидан таққослаб

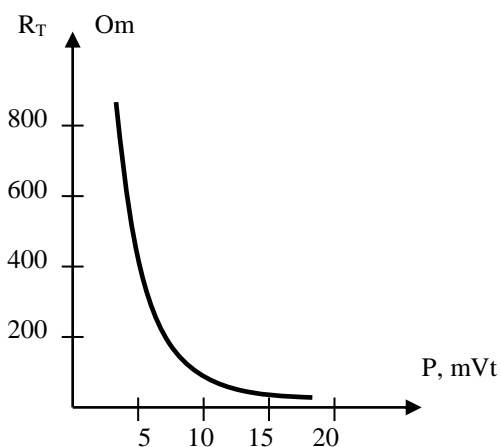
бўлмайдиган даражада кичик бўлганида қўлланилади. Диапазоннинг қисқа тўлқинли қисмида, айниқса, миллиметрли тўлқинларда баллонсиз термисторлар қўлланилади. Баллонсиз термисторлар термистор қўйилмаси (вставка) туридаги арматурага монтаж қилинган ҳолда кенг қўлланилади, бу қўйилма тўлқин қаршилиги 75 ёки 50 Ом бўлган ва мунчоқ туридаги термистор билан мувофиқлаштирилган коаксиал линия кесмасидан иборат. Бу қўйилма 3 см гача тўлқинлар диапазонида ишлайдиган ҳозирги замон коаксиал термистор каллақларининг унификацияланган функционал қисмидир (9.39-а расм).

Тўлқин киритгичли термисторли каллақ (9.39-б расм) ҳам тўлқин киритгичли термистор каллақларининг унификациялашган функционал узели бўлиб, 1,75 дан 5,4 см гача узунликдаги тўлқинлар диапазонида ишлатиш учун мўлжалланган. Унинг асоси термистордан иборат. Тўлқин киритгичли термисторли ўзгартгич (9.39-б расм) қисқа ёпилган тўғри бурчакли тўлқин киритгичи кесмаси (1) дан иборат бўлиб, унинг кенг деворларига иккита коаксиал патрубок (2) ва (3) киритилган. Бу патрубоклар кесишишида тўлқин киритгичи ўртасида термистор (7) уланган. Термисторни тўлқин киритгичи билан мувофиқлаштириш учун у тўлқин киритгичнинг ёпиқ охиридан  $l=(2n+1)l/4$  масофада уланиши керак. Бу масофани ўрнатиш учун поршен (5)дан фойдаланилади. Тўлқин киритгичи коаксиал патрубклар билан тўлқин киритгичнинг тўлқин қаршилигини трансформациялайдиган босқични ўтиш ёрдамида мувофиқлаштирилади, коаксиалларда эса суриладиган қисқа туташтирувчи плунжерлар (4) ва (6) кўзда тутилган.



9.39-расм.

Шунга ўхшаш термисторли қўйилмалар миллиметрли диапазонда тўлқинлар узунлиги тахминан 8 mm гача бўлганида ишлаб чиқилган ва муваффақиятли қўлланилмоқда. Термисторлар ва термисторли қўйилмалар ҳам термисторларнинг ўзларининг



9.40-расм.

хоссаларини, ҳам арматуранинг хосса-ларини тавсифлайдиган параметрлар билан характерланади.

Юқори частотали линия билан мувофиқлаштириш учун термисторнинг тўла аниқ қаршилиги таъмин этилиши зарур. Унга термисторни ўзгармас ёки ПЧ ўзгарувчан ток билан олдиндан қиздириш билан эришилади. Бунда термисторга қўйилиши лозим бўлган қувват атроф-муҳит

температурасига боғлиқ бўлади. Шу сабабли термистор ва термистор каллаги учун умуман температуралар ишчи диапазонининг чегаравий қийматларида унинг юқори частотали хоссалари ва бошланғич қиздириш қуввати қийматлари кафолатланадиган термисторнинг ички қаршилиги  $R_T$  меъёрланади.

Термистор қаршилигининг унда сочиладиган қувватга боғлиқлиги 9.40-расмда кўрсатилган. 9.40-расмдан кўриниб турибдики, температура коэффиценти манфий, яъни температура ортиши билан қаршилик камаяди. Атроф-муҳит температураси  $t^\circ$  нинг ўзгариши билан  $R_t = f(t^\circ)$  боғлиқлик сезиларли ўзгаради. Бироқ термисторнинг қаршилиги  $R_t = \pm(5...10)\%$  ўзгаришида температура коэффицентини ўзгармас деб қабул қилиш мумкин.

Қувватни термисторлар ва болометрлар ёрдамида ўлчашда ўлчанаётган  $P_{\sim}$  қувватни ўзгармас токнинг унга тенг қуввати  $P_{=}$  билан алмаштирилади. Терморезистор қаршилигининг бир хил орттирмаларини юзага келтирадиган қувватлар тенг деб ҳисобланади.

Тамойил жиҳатидан терморезистор ўзгармас ток манбаи ва қувват бирликларида даражаланган магнитоэлектрик тизимли стрелкали асбобдан иборат занжирга уланиши мумкин, бироқ атроф-муҳит температурасининг жиддий таъсири ва терморезистор

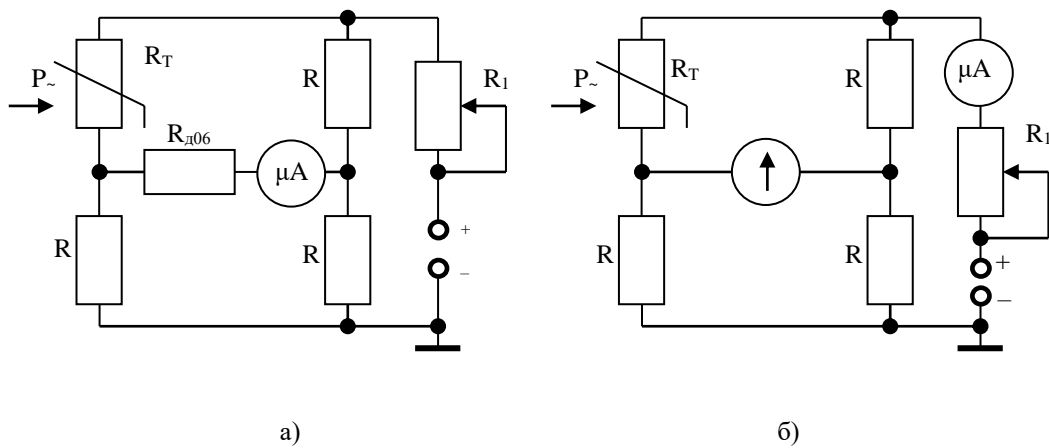


тавсифлари  $R = f(t^\circ)$  нинг катта тарқоқлиги сабабли бундай асбобларни ишлаб чиқариш мақсадга мувофиқ бўлмайди.

ЎЮЧ қувватини терморезистор қаршилигининг ўзгариш функцияси сифатида ўлчаш ўзгармас ток кўприги ёрдамида бажарилади. Кўприкнинг бир елкасига термистор ёки болометр, қолган учта елкасига эса қаршиликлари терморезисторнинг ишчи нуқтадаги қаршилигига тенг бўлган ўзгармас резисторлар уланади. Бундай тенг елкали кўприк максимал сезгирликка эга бўлади. Қувватни ўлчашни кўприкнинг мувозанатланмаган ёки мувозанатланган ҳолатида бажариш мумкин.

Мувозанатланмаган кўприкли ваттметр (9.41-а расм) қуйидагича ишлайди. Аввал кўприк ўзгармас токда мувозанатга келтирилади. Бунинг учун кўприкнинг таъминот занжиридаги  $R_1$  резистор қаршилигини ўзгартириб, кўприк диагоналидаги микроамперметр шкаласида нол кўрсатишга эришилади. Бу эса терморезистор қаршилигининг бошқа ҳамма елкалардаги  $R$  қаршиликларга тенглиги ҳақида гувоҳлик беради. Сўнгра ўзгартгич киришига ЎЮЧ қувват берилади, терморезистор қўшимча қизийди, унинг қаршилиги ўзгаради, кўприк мувозанат ҳолатидан чиқади ва микроамперметр стрелкаси оғади.  $R_{кўш}$  резистор микроамперметр орқали токни чеклайди. Микроамперметр шкаласи олдиндан ўзгармас ток қуввати бирликларида даражаланади ва унинг кўрсатишлари ўлчанаётган ЎЮЧ қувватига мос бўлади.

Мувозанатланмаган кўприкли ваттметр содда бўлиб, ишончли ишлайди; унинг ёрдамида ЎЮЧ қувватини узлуксиз ва бевосита ўлчаш мумкин. Бироқ дастлабки даражалашни ўтказиш зарурати ва анча катта ўлчаш хатолиги (10% гача) унинг қўлланиш схемасини чеклаб қўяди. Хатоликлар манбалари қуйидагилардир: ЎЮЧ трактининг термистор билан номувофиқлашиши, чунки ўлчаш жараёнида унинг қаршилиги ўзгаради; атроф-муҳит температурасининг ўзгариши; кўприк таъминоти манбаси кучланишининг ностабиллиги; терморезисторнинг эскириши ва алмаштирилишида тавсифларининг ўзгариши.



9.41-расм.

Мувозанатланган кўприкли ваттметр анча катта аниқликни таъминлайди (9.41-б расм). Ўлчаш икки босқичда бажарилади. Аввал кўприкни ўзгармас токда  $R_1$  резистор қаршилигини ўзгартириш билан мувозанатга келтирилади ва кўприк таъминот занжиридаги миллиамперметр шкаласида ўзгармас токнинг қиймати  $I_1$  белгиланади. Термистор орқали кўприкни таъминлаётган токнинг ярми оқиб ўтади, шунинг учун терморезистор қаршилиги  $R_T$  да сочиладиган қувват

$$P_1 = (I_1 / 2)^2 R_T = I_1^2 R_T / 4 = I_1^2 R / 4 \quad (9.61)$$

га тенг, яъни терморезисторларда ва  $R$  қаршилиқда сочиладиган қувват бир хилдир.

Сўнгра ЎЮЧ қувват берилади, терморезистор қўшимча қизийди ва кўприк мувозанат ҳолатидан чиқади. Кўприкни, терморезистор орқали, ўзгармас токни  $R_1$  резистор орқали  $I_2$  қийматгача камайтириб, иккинчи марта мувозанатга келтирилади. Энди ўзгармас токнинг  $R$  да сочилаётган қуввати

$$P_2 = I_2^2 R / 4 \quad (9.62)$$

га тенг.

Қувватига тенг:

$$P_{\sim} = P_1 - P_2 = (I_1^2 - I_2^2) R / 4. \quad (9.63)$$

Қувватни ваттметр ёрдамида ўлчаш билвосита ўлчашдир, чунки ҳисоблашлар талаб қилинади. Мувозанатланмаган кўприк билан қиёслаганда унинг афзалликлари қуйидагилардан иборатдир: ЎЮЧ трактининг терморезистор билан мувофиқлаштирилиши бузилмайди, чунки терморезисторнинг қаршилиги битта қийматга, ўлчанаётган қувватнинг қийматига боғлиқ бўлмаган ҳолда келтирилади; дастлабки даражалаш керак эмас;

терморезисторларнинг эскириши ва уларнинг алмаштирилиши натижасида тавсифларининг ўзгариши ўлчаш натижа-ларига таъсир қилмайди. Камчиликлари қуйидагилардир: кўприкни мувозанатлашда икки операциянинг зарурлиги; ўлчанаётган ўзгармас тоқларнинг иккита қиймати  $I_1$  ва  $I_2$  нинг фарқи кичик бўлганида хатоликнинг ошиши.

Мувозанатланган кўприкли бевосита кўрсатувчи ваттметр бу камчиликларга эга эмас; ЎЮЧ қувватини ўлчаш учун ўзгармас тоқларнинг иккита қийматини эмас, балки уларнинг  $\Delta I = I_1 - I_2$  айирмаси ўлчанади. (9.63) формулага тоқнинг  $I_2 = I_1 - \Delta I$  қийматини қўямиз. Тегишли алмаштиришлардан сўнг,

$$P_{\sim} = \frac{\Delta I(2I_1 - \Delta I)R}{4} \quad (9.64)$$

ни ҳосил қиламиз, бу ерда  $I_1$  – бошланғич мувозанатлашда кўприкнинг таъминот тоқи;  $\Delta I$  – бу тоқнинг берилган ЎЮЧ қуввати билан иккиламчи мувозанатлаштиришдаги орттирмаси.

Агар тоқнинг  $I_1$  қийматини ва  $R$  қаршиликни ўзгармас қилиб ушлаб турилса, у ҳолда ўлчанаётган ЎЮЧ қувватининг қиймати ўзгармас тоқ орттирмаси  $\Delta I$  билан бир қийматли аниқланади:  $P = f(\Delta I)$ . Бу орттирмани ўлчайдиган миллиамперметр шкаласини қувват бирликларида даражалаш мумкин.

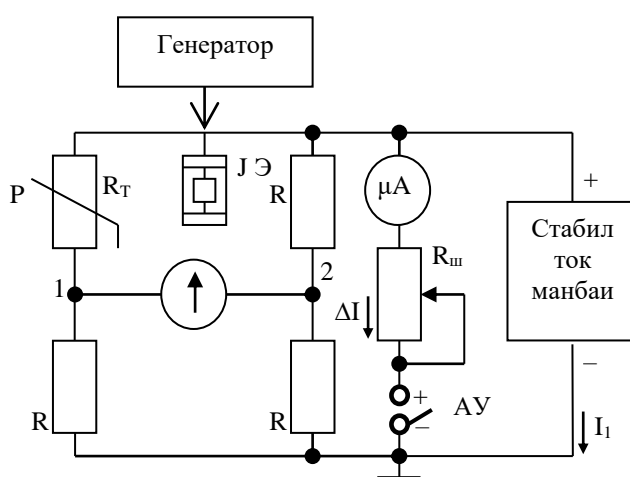
Тоқлар айирмаси  $\Delta I$  ни турлича усуллар билан ўлчайдиган бевосита кўрсатувчи ваттметрларнинг кўплаб схемалари мавжуд. Улардан «шунтли схема» деб аталадиган бирини кўриб чиқамиз (9.41-а расм). 9.41-б расмда тасвирланган кўприкка ўхшаш кўприкнинг таъминот кучланиши стабил тоқ манбасидан берилади.

Кўприкнинг бошланғич мувозанати тоқ  $I_1$  ни  $R_r = R$  бўладиган қилиб ўрнатиш орқали бажарилади. Кўприк баланси 1–2 қисқичлар орасида уланган галванометр ёрдамида ўрнатилади. Кейинчалик, тоқнинг  $I_1$  қиймати тоқ стабилизатори ишлаши туфайли ўзгармайди. Энди ЎЮЧ қуввати  $P_{\sim}$  берилади, терморезистор қаршилиги камаяди ва кўприк мувозанат ҳолатидан чиқади. Алмашлаб улагич (АУ) ни ёпиб, шунт занжири уланади ва  $R_{ш}$  резистор қаршилигини ростлаш билан кўприк яна мувозанатга келтирилади. У терморезистор орқали оқаётган тоқнинг  $I_1$  тоқнинг шунт орқали  $\Delta I$  қисмининг тармоқланиши ҳисобига камайиши натижасида юзага келади.  $\Delta I$  ни ўлчаш учун шунт занжирида

миллиамперметр кўзда тутилган бўлиб, унинг шкаласи (9.64) формулага мувофиқ қувват бирликларида даражаланади.

Ваттметрни ишлатиш жараёнида унинг даражаланиши атроф-муҳит температураси ўзгарганида, терморезисторнинг эскириши ва алмаштирилиши натижасида бузилиши мумкин.

Даражаланишнинг доимийлигини таъминлаш учун стабил ток манбасидан олинadиган  $I_1$  токни кўприкни мувозанатлаш учун керак бўлганидан биров камроқ қилиб олинади, аниқроғи аниқ мувозанатни терморезисторни паст частотали ўзгарувчан ток билан билвосита қиздириш йўли билан ҳосил қилинади. Бу ток манбаси ва қиздиргич элемент ҚЭ кўрсатувчи термисторли ваттметрга бевосита таркибий қисм бўлиб киради. Ўлчаш жараёнида кўприк бошланғич мувозанатининг ташқи сабаблар таъсирида бузилишлари фақат паст частотали генераторнинг чиқиш токини ростлаш билан бартараф этилади, ўзгармас ток  $I_1$  нинг қиймати эса ўзгармас қилиб сақланади.



9.42-расм.

Кўриб чиқилган бу схема асосида (9.42-расм) кўприк автоматик ростланадиган ваттметрлар ишлаб чиқарилмоқда. Бунинг учун гальванометр ўрнига 1, 2 диагоналга катта кучайтириш коэффициентли ўзгармас ток кучайтиргичи уланади,  $R_{ш}$  шунт занжирида резистор ўрнига ростланадиган (бошқариладиган) ўзгармас ток манбаи уланади. Термисторга ЎЮЧ қуввати берилганда 1, 2 диагоналда юзага келадиган баланснинг бузилиш кучланиши ўзгармас ток кучайтиргичи билан кучайтирилади ва ўзгармас ток манбасини токи кўприк мувозанати тиклангунига қадар бошқариш учун фойдаланилади. Ўлчанаётган қувватга

пропорционал ток қиймати миллиамперметр шкаласида қайд қилинади.

Дискрет ишлайдиган терморезисторли ваттметрнинг иш тамойили унинг кўпригини импульсли кучланиш билан таъминлашга асосланган. (9.35) дан

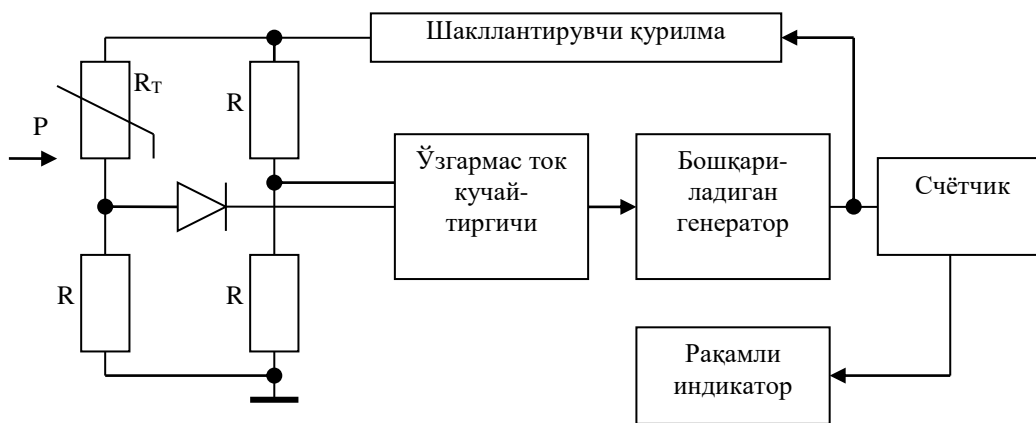
$$P = P_{и} \tau / T = P_{и} \tau F = W_{и} F \quad (9.65)$$

ни ҳосил қилиш мумкин, бу ерда  $P$  – давр ичидаги ўртача қувват;  $P_{и}$  – импульсли қувват;  $\tau$  – импульснинг давомийлиги (вақти);  $T$  ва  $F$  – импульслар келишининг даври ва частотаси;  $W_{и}$  – импульс энергияси. Шундай қилиб, (9.65)дан келиб чиқадики, агар терморезисторнинг таъминот кучланиши бирор импульслар кетмакетлигидан иборат бўлса, у ҳолда унда сочиладиган қувват уларнинг келиш частотаси билан чизиқли боғлиқ бўлади. Бу терморезистор вақти иссиқлик доимийси импульслар келиш давридан жуда катта бўлганда ўринлидир, бу талаб эса амалда доимо бажарилади.

Рақамли ваттметр схемаси 9.43-расмда келтирилган. Кўприк юқорида кўриб чиқилган кўприкка ўхшаш бўлиб, бунда фарқ шуки, индикатор ўрнига детектор уланган ва баланс бузилиш кучланиши  $\Delta U$  ни сезиш учун ўзгармас ток кучланиши киритилган. Баланс бузилиш кучланиши частота бўйича бошқариладиган бир қутбли тўғри бурчакли импульслар генераторига берилади. Бу импульслар электрон счётчик ва шакллантирувчи қурилмага келади. Бу қурилмада бир қутбли импульслар ўзгармас ташкил этувчиси бўлмаган икки қутбли импульсларга ўзгартирилади ва кўприк таъминлаш учун фойдаланилади.

Бошланғич ҳолатда, кўприк ҳали мувозанатда бўлганида,  $\Delta U=0$  ва генератор бошланғич частотаси  $F_1$  бўлган импульс ишлаб чиқарилади ва унинг қиймати счётчикда қўшимча кодда ёзилади. Терморезистор  $F_1$  частотали импульслар билан қизийди ва унда  $P_1 = W_{и} F_1$  қувват сочилади.

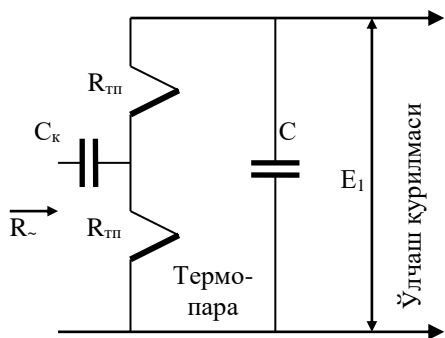
Ўлчанадиган ЎЮЧ қуввати берилганида терморезистор қўшимча қизийди, кўприк мувозанатдан чиқади, баланс бузилиш кучланиши  $\Delta U$  пайдо бўлади. Бу кучланиш генератор частотасини  $F_2$  қийматгача камайтирадиган элементга таъсир кўрсатади; бунда кўприк  $P_2 = W_{и} F_2$  ёрдамида яна мувозанатланади.



9.43-расм.

$P$  қувватни ўлчашда  $F_2$  частота счётчикка тўғри кодда ёзилади; счётчикдаги натижаловчи код  $F_1$  ва  $F_2$  частоталар айирмасига тўғри пропорционал. Бу ердан изланаётган ЎЮЧ қуввати:

$$P_{\sim} = P_1 - P_2 = W_H (F_1 - F_2). \quad (9.66)$$



Расм 9.44.

Натижаловчи код қувват бирликларида даражаланган рақамли индикатор шкаласида қайд этилади. Дискрет ишловчи терморезисторли ваттметрларнинг хатолиги 0,5% ва ундан камдир.

Термоэлектрик усулнинг моҳияти ЎЮЧ энергиясини қабул қилувчи ўзгартгичда ютувчи юклама сифатида ўрнатиладиган ЎЮЧ-термопаралар ёрдамида термо-ЭЮК га ўзгартиришдан иборат. Термоэлектрик ўзгартгичларнинг конструкциялари (тракт тури бўйича, термопараларнинг уланиши бўйича ва ҳ.к.) турличадир, бироқ уларнинг принципиал электр схемаси 9.44-расмда тасвирланган схема билан берилиши мумкин.

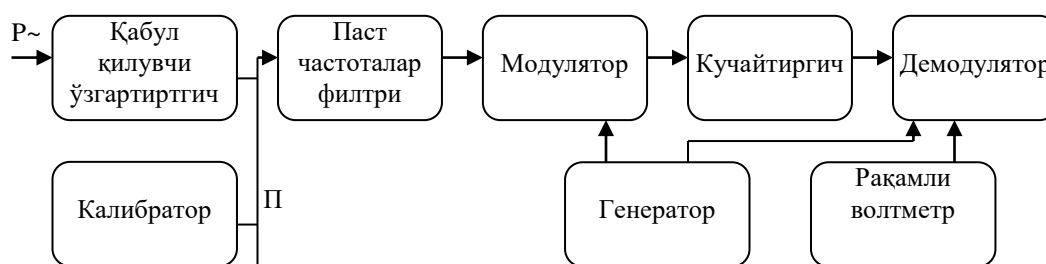
Иккита термопара ЎЮЧ тракти учун параллел, ўзгармас ток занжири учун эса кетма-кет уланган. Термопара вакуумда диэлектрик асосга пуркалган иккита юпқа плёнкадан (висмут-сурьма ёки хромел-копель) ясалган. Иккита параллел уланган термопараларнинг умумий қаршилиги узатиш линиясининг тўлқин қаршилигига тенг бўлиши лозим:  $R_{TA}/2 = r$ .

Конструктив конденсатор  $C_K$  ЎЮЧ ва ўзгармас ток занжирларини ажратади. Ўзгармас сифимли конденсатор  $C$  ўлчаш қурилмаси киришини юқори частотали ташкил этувчилардан

шунтлайди. Кучайтирилган термо-ЭЮК қувват бирликларида даражаланган аналогли ёки рақамли вольтметр билан ўлчанади.

Термоэлектрик усулнинг афзалликларига қуйидагилар хосдир: кенг частоталар диапазони; ўлчаш вақти кичик; кўрсатишларнинг атроф-муҳит температурасига кам боғлиқлиги; ўлчанадиган қувват чегараларининг кенглиги. Бу усулнинг асосий камчилиги термопараларнинг ўта юкланишларга нотурғунлиги натижасида ишончлигининг кичиклигидир.

Термоэлектрик ваттметрлардан бирининг тузилиш схемаси 9.45-расмда келтирилган. Қабул қилувчи ўзгартгичда жойлаштирилган термопараларга ЎЮЧ қуввати таъсирида юзага келган термо-ЭЮК паст частоталар филтри орқали сигнални ўзгартиришли кучайтиргичга (модуляция – ўзгарувчан кучланишни кучайтириш – демодуляция) ва кейин қувват бирликларида даражаланган рақамли вольтметрга келади.



9.45-расм.

Сигнални кучайтириш жараёнида ўзгартириш кенг тарқалган усул бўлиб, параметрларнинг юқори стабиллигини сақлаган ҳолда катта кучайтириш коэффиценти ҳосил қилишга имкон беради. Ўзгармас токни кучайтиришда ностабиллик кучайтириш элементлари ишчи нуқталарининг дрейфи оқибатида юзага келади. Бу даражаланишни текшириш учун калибратор назарда тутилган.

Саноатда ютиладиган қувватнинг терморезисторли ва термоэлектрик ваттметрларини алмаштириладиган коаксиал ёки тўлқин киритгич конструкцияли қабул қилувчи ўзгартгичлар, қўлда ёки автоматик бошқариладиган ўлчаш қурилмалари, рақамли ёки стрелкали санок қурилмалари тўпламлари (тўпламлари) билан биргаликда ишлаб чиқарилмоқда. Ваттметрлар ҳозирги вақтда радиоалоқа ва эшиттириш техникасида фойдаланадиган бутун частоталар диапазонини қамраб олади. Ўлчанаётган қувват қийматларининг чегаралари микроватт бирликларидан вақт

бирликларигача диапазонни ташкил этади. Бу чегараларни ваттметр киришига уланадиган ташқи калибрланган аттенюаторлар ёки йўналтирилган тармоқлагичлар ёрдамида кенгайтириш мумкин. Ишлаб чиқарилаётган ваттметрларнинг аниқлик синфи қабул қилувчи ўзгартгич кириш занжирининг ТТК си билан боғланган ва ГОСТ 13605-75 га мувофиқ улар қуйидаги қийматларга мос келади.

Аниқлик синфи	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10,0
ТТК, ортиқ эмас	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5

**Ўтаётган қувватни ўлчаш.** Таърифга кўра ўтаётган қувват  $P_{\text{ўт}}$  ни ушбу формула билан ифодаланади:

$$P_{\text{ўт}} = P_{\text{туш}} - P_{\text{қайт}} = (1 - |F_{\text{Ю}}|^2), \quad (9.67)$$

бу ерда  $P_{\text{туш}}$  ва  $P_{\text{қайт}}$  – мос равишда тушувчи ва қайтган тўлқинлар қуввати,  $F_{\text{Ю}}$  – юкламадан қайтиш коэффиценти. Ўтувчи қувват ваттметри узатиш линиясига генератор ва юклама орасида уланади; бунда линиядаги электромагнит майдон тузилмаси бузилмаслиги лозим. Бу талабларга риоя қилинмаслиги фақат катта ўлчаш хатоликларига олиб келибгина қолмасдан, балки юкламали тракт иш режимининг бузилишига ҳам олиб келади. Энг кенг тарқалган усулларни кўриб чиқамиз.

Тармоқлаш усули ютилаётган қувватнинг сезгир ваттметрлари томонидан йўналтирилган тармоқлагичлар билан биргаликда амалга оширилади.

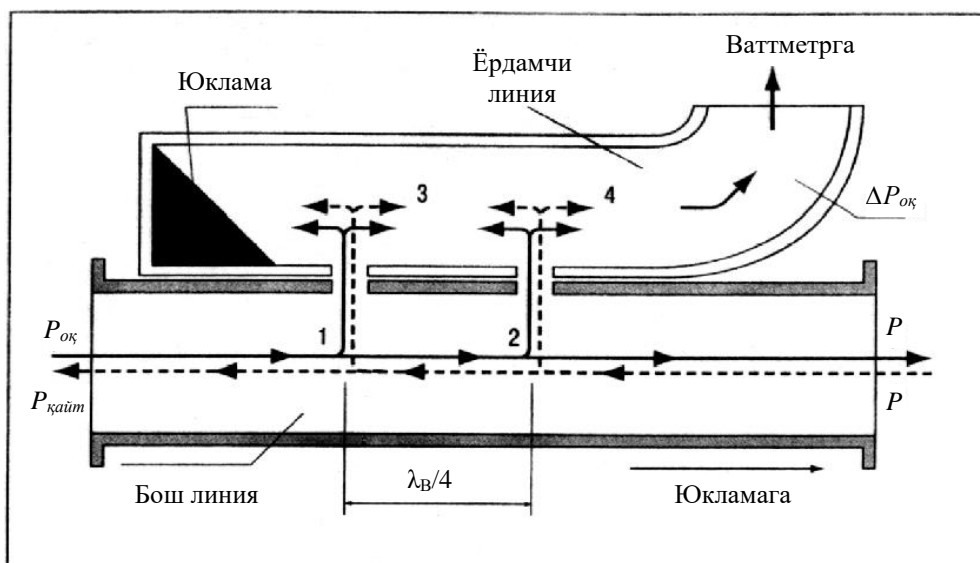
Йўналтирилган тармоқлагич қувватнинг тушувчи ёки қайтган тўлқиннинг маълум қисмини тармоқлаш учун мўлжалланган. У ЎЮЧ энергиясини узатиш линиясига кетма-кет уланадиган бош линиядан ва бош линия билан алоқа элементлари орқали электрик уланган ҳамда иккала томонидан ўзининг тўлқин қаршилигига тенг қаршиликларга юклама қилинган ёрдамчи линиядан иборат. Бош линия орқали оғувчи тўлқин генератордан юкламага томон ва қайтган тўлқин юкламадан генераторга томон тарқалади. Иккала тўлқин энергияларининг бир қисми алоқа элементлари орқали ёрдамчи линияга сингиб киради ва у ерда алоқа элементларидан иккала томонга югурувчи иккита тўлқин юзага келади.

Улар шундай тузилганки, ёрдамчи линия бўйлаб бир йўналишда, фақат тушувчи тўлқинга пропорционал бўлган энергия,



бош йўналишда эса фақат қайтган тўлқинга пропорционал бўлган энергия тарқалади.

Йўналтирилган тармоқлагичлар назарияси ва конструктив ечимлари техник электродинамикада ўрганилади. Бу ерда тўлқин киритгич конструкцияли йўналтирилган тармоқлагич тузилишини ва ишини кўриб чиқамиз (9.46-расм). Бош ва ёрдамчи линиялар орасидаги алоқа элементлари тўлқин киритгичда бир-биридан тўлқин узунлиги  $\lambda_e$  нинг чорак қисмига тенг масофада жойлашган тешиклар (тирқишлар)дан иборат. Тушаётган нур (яхлит чизик) ёрдамчи линияда электромагнит майдон уйғотади ва унинг энергияси 3 ва 4 нуқталарда икки томонга тармоқланади. 4 нуқтада ва ундан кейин ўнг томонда тебранишлар бир хил фазада бўлади, чунки 1-3-4 ва 1-2-4 масофалар бир-бирига тенгдир. Демак, ёрдамчи линия чиқишига уйғотилган кучланишлар йиғиндиси ўтади; қайтган тўлқин энергияси ҳам (штрихланган чизик) ёрдамчи линияда тебранишлар уйғотади, бироқ 4 нуқтада ва ундан кейин ўнг томонга қараб улар ўзаро компенсацияланади, чунки 2-1-3-4 ва 2-4 масофалар тўлқин узунлигининг ярмига фарқ қилади ва қарши фазада бўлади. Шундай қилиб, ёрдамчи линиянинг чиқишига тушаётган тўлқин қувватининг фақат  $\Delta P$  қисми келади. Қайтган нур ҳисобига юзага келган ва чап томонга (схема бўйича) тарқаладиган тебранишлар нуқта 3 да қўшилади ва ўтишда давом этиб, ёрдамчи линия юкламаси қаршилигида ютилади. Тушаётган тўлқин энергияси билан уйғотилган тебранишлар нуқта 3 да ва чапроқда компенсацияланади, чунки 1-2-4-3 ва 1-3 масофалар айирмаси тўлқин узунлигининг ярмига тенг.



9.46-расм.

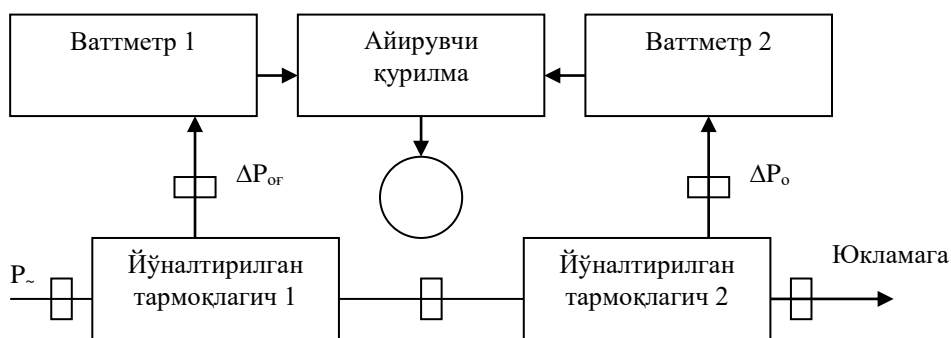
Бу ердан келиб чиқадики, йўналтирилган тармоқлагичнинг ёрдамчи линияси чиқишига қувват ўлчагични улаб, бош линия орқали ўтувчи қувват қийматини аниқлаш мумкин. Агар йўналтирилган тармоқлагични  $180^\circ$  га бурилса, у ҳолда чиқишда фақат қайтган тўлқинга пропорционал энергия пайдо бўлади. Йўналтирилган тармоқлагичлар ўтиш кучсизланиши  $C = 10\lg(P_{\text{оф}}/\Delta P_{\text{оф}})$  ва йўналганлик коэффициенти

$$D = 10\lg(P_{\text{оф}}/\Delta P_{\text{о}}) \quad (9.68)$$

билан тавсифланади, бу ерда  $P_{\text{оф}}$  – бош линиядаги оғувчи қувват қиймати;  $\Delta P_{\text{туш}}$  ва  $\Delta P_{\text{кайт}}$  – ёрдамчи линиядаги тушган ва қайтган тўлқинларнинг тармоқланган қуввати қийматлари.  $P$ , одатда, 20...40 dB га,  $C$  эса 10...30 dB га тенг.

Ўтаётган қувватли ўлчаш схемаси 9.47-расмда келтирилган. Бир хил тавсифли ва қарама-қарши ориентацияли йўналтирилган тармоқлагич 1 ва 2 лар узатиш линиясига кетма-кет уланган. Тушаётган ва қайтган нурлар қувватларининг тармоқланган қийматлари ютувчи ваттметр 1 ва 2 лар билан ўлчанади.

Ўлчаш натижалари айирувчи қурилмага келади, унинг чиқишига эса қувват бирликларида даражаланган ўлчагич уланган. Унинг кўрсатишлари (9.67) формулага асосан ўтаётган қувватга пропорционалдир.

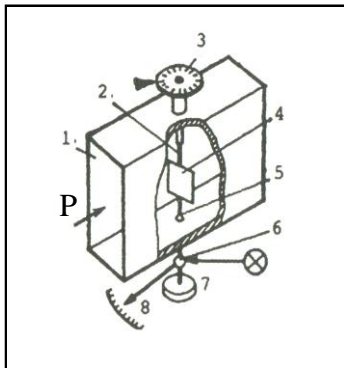


9.47-расм.

**Пондеромотор усули** электромагнит энергиясини механик энергияга ўзгартиришга асосланади. Пондеромоторли ваттметр (9.48- расм) тўғри бурчакли тўлқин киритгич кесмаси 1 дан иборат бўлиб, унинг ичига эластик кварц ип 2 га енгил металл пластинка 4 осилган. Пластинканинг пастки қирраси қаттиқ кварц стержен 5 орқали кўзгу 6 билан ва демпфер 7 билан боғланган, юқори қирраси

эса эластик кварц ип орқали ўлчаш каллаги ўқи билан боғланган. Каллакка градуслардаги шкала ёзилган.

Электромагнит энергияси тўлқин киритгич бўйлаб тарқалиб, пластинкада қарама-қарши ишорали зарядлар уйғотади ва уни электр моменти  $P_3 = el$  бўлган дипол сифатида



9.48-расм.

қараш мумкин, бу ерда  $e$  – заряд,  $l$  – зарядлар орасидаги масофа. Бу диполга кучланганлиги  $E$  бўлган электромагнит майдони таъсир қилади, уларнинг ўзаро таъсири натижасида пластинкага қўйилган кучлар моменти:  $M = P_3 E \cos\theta$  юзага келади, бу ерда  $\theta$  – дипол ўқи ва электр майдони йўналиши орасидаги бурчак. Кучлар моменти таъсири остида пластинка бурилади ва  $\varphi$  бурчак ўтаётган кучланишга пропорционал

равишда ортади. Пластинкани бошланғич ҳолатга қайтариш учун каллак 3 ёрдамида ипни бирор  $\Delta\theta$  бурчакка буриш керак. Пластинканинг қайтиш моменти нузли доғнинг ташқи шкала 8 даги ҳолатининг унинг ўлчашдаги олдинги ҳолати билан устма-уст тушиши, яъни тўлқин киритгичда ЎЮЧ қувватининг йўқлиги билан аниқланади.

Ўтувчи қувват ва  $\Delta\theta$  бурчак ушбу муносабат билан боғланган:

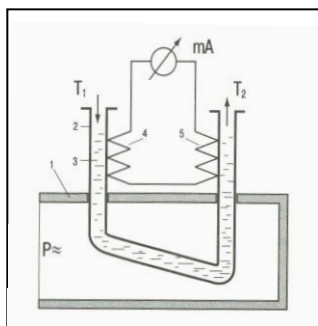
$$P_{\text{ўт}} = kM\Delta\theta = \alpha\Delta\theta,$$

бу ерда  $\alpha$  – градус/ваттларда тажрибавий аниқланади ва ҳар бир ваттметр учун маълумдир. Ўтувчи кучланишни ўлчаш ваттметр кварц ипининг буралиш бурчагини ўлчашга келтирилади. Пондеромоторли ваттметрлар юқори ўлчаш аниқлигини таъминлайди (1% дан кам), ўтаюкланишларга турғун, кам қувват истеъмол қилади. Уларнинг камчиликлари жумласига вибрацияларга катта сезгирлиги ва тайёрлашнинг мураккаблиги киради. Улар асосан метрологик мақсадларда (қиёслаш, даражалаш учун ва ҳ.к.) ишлатилади.

**Калориметрик усул** юқори ва ўта юқори частоталарда ютиладиган қувватни энг аниқ ўлчашларга хосдир. У турли генераторлар ва радиоузатгичлар қувватларининг ўрта ва катта қийматларини ўлчашда кенг қўлланилади. Калориметрик ваттметрнинг қабул қилувчи ўзгартгичи электромагнит энергиясини ютувчи юкламадан иборат. Бунда иссиқлик ажралиб, бирор ишчи жисмни қиздиради, бу ишчи жисм кўпинча юклама бўлади ва у каттиқ ёки суюқ бўлиши мумкин. Ўлчаш қурилмаси

ёрдамида ишчи жисм температураси ўлчанади ва қувватнинг қиймати аниқланади.

Узлуксиз циркуляцияланувчи суюқлик – қаттиқ ишчи жисмни ювиб ўтадиган сув оқимили ёки ҳажмий юклама бўлган кремний-



9.49-расм.

органик аралашмали калориметрик ваттметрлар кенг тарқалган. 9.49- расмда тўлқин киритгичли калориметрик ваттметрнинг қабул қилувчи ўзгартгичи конструкциясининг чизмаси келтирилган. Тўлқин киритгичнинг қисқа берк кесмасида шиша найча 2 жойлашган бўлиб, ундан юклама бўлган суюқлик 3 оқиб ўтади. Найнинг кириши ва чиқишида суюқлик температураси мос равишда  $T_1$  ва  $T_2$  га тенг.

Тўлқин киритгичдаги найчанинг шакли ва унинг узунлиги трактни мувофиқлаштириш шартидан, минимал қайтиш коэффициентидан танланади.

Қарор топган режимда  $R_{\text{юк}}$  ажратадиган иссиқлик миқдори  $Q_{\text{юк}}$  суюқлик берадиган иссиқлик миқдори  $Q_c$  га тенг:

$$Q_{\text{юк}} = 0,24I^2 R_{\text{юк}} t = Q_c = c_{\text{сол}} V(T_2 - T_1),$$

бундан

$$P = \frac{c_{\text{сол}} V \Delta T}{0.24t} = 4.18 c_{\text{сол}} \frac{V}{t} \Delta T,$$

бу ерда  $c_{\text{сол}}$  – суюқликнинг солиштирма иссиқлик сифими,  $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;  $V$  – калориметр орқали ўлчаш вақти  $t$ , секундда оқиб ўтган суюқлик ҳажми;  $\Delta T$  – кириш ва чиқишда суюқлик температуралари фарқи, Келвин ҳисобида. Агар  $c_{\text{сол}}$  ва суюқликнинг оғиш тезлиги  $v = V/t$  ўзгармас бўлса, у ҳолда ўлчанаётган қувват температуралар фарқи  $\Delta T$  га пропорционал:  $P = \alpha \Delta T$ , бу ерда  $\alpha$  – пропорционаллик коэффициенти, ваттларни Келвинга нисбатан билан ўлчанади.  $\Delta T$  ни ўлчаш учун термопаралар батареяси (9.49-расмда 4 ва 5) қўлланилади, бунда улар шундай уланадики, батарея 4 нинг термо-ЭЮК батарея 5 нинг термо-ЭЮК га учрашма қилиб йўналтирилган. У ҳолда миллиамперметрнинг кўрсатиши  $\Delta T$  га пропорционал бўлади ва унинг шкаласини қувват бирликларида даражалаш мумкин. Ваттметрнинг сезгирлигини ошириш учун амперметр олдидан ўзгармас ток кучайтиргичи уланади.

Қувватни калориметрик усул билан ўлчаш хатолиги унинг катта қизиши сабабли солиштирма иссиқлик сифимининг ўзгариши,

суяқликнинг найча деворига ишқаланиши ҳисобига унинг қўшимча қизиши, суяқлик оғиш тезлигининг ўзгариши, иссиқликнинг нурланишга исрофи натижасида юзага келади. Хатоликни камайтириш учун таққослаш усули қўлланилади, бунда ЎЮЧ электромагнит майдони энергияси билан вужудга келган иссиқлик эффекти ўзгармас ток ёки паст частотали ток энергияси билан вужудга келган иссиқлик эффекти билан таққосланади.

## 9.8 Рақамли ваттметрлар

Охирги йилларда ўлчаш техникасида ўлчаш жараёнларини автоматлаштириш қувватни ўлчаш воситаларига ҳам татбиқ этилмоқда. Қувватни ўлчаш воситаларини автоматлаштириш зарурати қуйидаги икки сабабга кўра: биринчидан, автоматик назорат тизимларининг ривожланиши билан, ва, иккинчидан, исталган терморезисторли ваттметрнинг асосий элементи бўлган кўприкли схемаларни баланслаш билан боғлиқ ишларни бошқаришнинг мураккаблиги билан юзага келади.

Рақамли ваттметрларда қувват ўзгартиргичларнинг турли хиллари, шу жумладан, терморезисторли ўзгартиргичлар ҳам қўлланилади.

Ваттметр схемасининг асосий элементи микропроцессордир. УПТ қабул қилувчи термоэлектрик ўзгартиргичнинг чиқиш кучланишини АРЎ блокининг турғун ишлашини таъминлайдиган қийматгача ўзгартиради.

Ўлчанаётган қувватнинг қийматига пропорционал бўлган кучланиш вақт-импульсли ўзгартиргич (схемада кўрсатилмаган) ёрдамида вақт оралиғига ўзгартирилади ва таянч частота импульслари билан тўлдирилади.

Ваттметрнинг микропроцессори иш режимларини автоматик бошқариш ва ўлчаш чегараларини автоматик алмашлаб улагич ўз ичига олади. Ўзгарувчан ток қуввати калибратори ваттметрнинг ўзини ўзи калибрлаши учун фойдаланилади. Ўзгармас ток калибратори қувватнинг ўрта ва катта даражаларини ўзгартиргичлар билан ишлайдиган рақамли ваттметрни калибрлаш учун қўлланилади. Ваттметрнинг барча узеллари ичига ўрнатилган ўзгармас ток таъминот манбасидан таъминланади.

Қабул қилиш ўзгартиргичи стандарт юқори частотали разёмли коаксиал линия (ёки тўлқин ўтказгич), ютувчи элемент,

термоэлектрик модул, «таққослаш намунаси»дан иборат. Ютувчи элемент иссиқлик ўтказувчи (бериллийли) керамикадаги юпқа плёнкали резистордан иборат. Коаксиал трактнинг марказий ўтказгичи зангламас пўлатдан ясалган юпқа деворли трубкадан иборат бўлиб, ташқи муҳитнинг ютувчи элементга таъсирини бартараф этади. ЎЮЧ да йўқотишларни камайтириш учун трубка мис ва кумуш билан қопланади. Ютувчи элемент зич ўтирганлиги ҳисобига марказий ўтказгич билан электр контактга эга бўлади. Унинг бошқа охири кумуш қопламали мословчи мис экранга пайвандланган. Мословчи экранда диаметрни поғонали ўзгартириш кўзда тутилган, бу ютувчи элементни бутун частоталар диапазонида тракт билан мосланишини таъминлайди.

Термоэлектрик модул тешикли дискдан иборат бўлиб, шундай жойлашганки, унинг иссиқ пайванди мословчи экраннинг ташқи сирти билан ютувчи элемент пайвандланган жойида иссиқлик контактига, совуқ пайванди эса «таққослаш намунаси» билан контактга эга. Термоэлектрик модулнинг чиқишларига улаш кабелининг симлари пайвандланади. Модулни ташқи тасодифий иссиқлик таъсирларидан ҳимоялаш учун ички ва ташқи экранларда фойдаланилади. Ташқи экранда қовурғалар маҳкамланган бўлиб, улар экран билан биргаликда радиаторни ҳосил қилади. Радиаторнинг қўлланилиши ўзгартиргичнинг сочиш қувватини ошириш имконини беради.

Рақамли ваттметрда микропроцессор қўлланиши туфайли бир қатор автоматлаштирилган операциялар: ўлчаш чегараларини автоматик танлаш; нолни автоматик ўрнатиш ва ўзини ўзи калибрлаш амалга оширилади; бундан ташқари, ваттметрни ахборот-ўлчаш тизимида уланганида ахборотнинг умумий фойдаланиш каналига чиқарилиши кўзда тутилган.

### **Назорат саволлари**

1. Ток ёки кучланишнинг амплитудали, ўрта, ўрта квадратик, тўғриланган ўрта қиймати деб нимани айтилади?

2. Кучланишни (токни) қандай коэффицентлари амплитудали ва ўрта, ўрта квадратик ва тўғриланган ўрта қийматлар орасида алоқани ўрнатади?

3. Носинусоидал сигнални ўлчашда нима сабабдан услубий хатолик пайдо бўлиши мумкин?

4. Аналог электрон вольтметрларни қурилиш схемаларини келтиринг.

5. Амплитуда ўзгартгич ишини тушунтиринг.

6. Нимага амплитудали ўзгартгич энг юқори частотали?

7. Ўрта квадратик ўзгартгич қандай ишлайди?

8. Ҳар хил частота диапазонида қувватини ўлчашнинг асосий усулларини санаб ўтинг.

9. Электродинамик ваттметрнинг ишлаш тамойилини тушунтириб беринг.

10. ЎЮЧ диапазонида электромагнит тўлқинлар қувватини ўлчаш хусусиятини тушунтириб беринг.

11. ЎЮЧ қувватини терморезистор усули билан ўлчашни тушунтириб беринг.

12. Қувватни ўлчашнинг калометрик усул нимага асосланади?

---

## Х БОБ. ЭЛЕКТР СИГНАЛЛАРИНИНГ ШАКЛИНИ КУЗАТИШ ВА ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

### 10.1 Электрон осциллографлар

**Осциллографнинг вазифаси.** *Осциллограф* деб электр сигналларини кузатиш ва қайд қилиш, шунингдек, уларнинг параметрларини ўлчаш учун мўлжалланган асбобга айтилади. «Осциллограф» сўзи латинча сўз «осцилум» – тебраниш ва грекча сўз «графо» – ёзаман сўзларидан келиб чиққан. Шундай қилиб, осциллограф – тебранишларни ёзиш (қайд қилиш) учун асбобдир. Адабиётларда, кўпинча, «осцилоскоп» атамаси учрайди. Унинг асосида «скопео» – кузатиш сўзи ётади.

Ҳозирги вақтда «осциллограф» атамаси қўлланилади ва бу атама билан тебранишларни ҳам визуал кузатиш, ҳам уларни ёзиш учун мўлжалланган асбоб белгиланади.

Осциллографнинг асосий вазифаси турли электр тебранишларни график кўринишда (осциллограммалар шаклида) қайта тиклашдан иборатдир. Осциллограф ёрдамида кўпинча кучланишнинг вақтга боғлиқлиги декарт координаталар тизимида кузатилади.  $x$  ўқи вақт ўқи бўлади,  $y$  ўқи бўйлаб эса сигнал кучланиши қўйилади. Осциллограф ёрдамида сигналнинг турли параметрлари: амплитудаси, давомийлиги, частотаси, модуляция чуқурлиги ва ҳ.к. ўлчаниши мумкин.

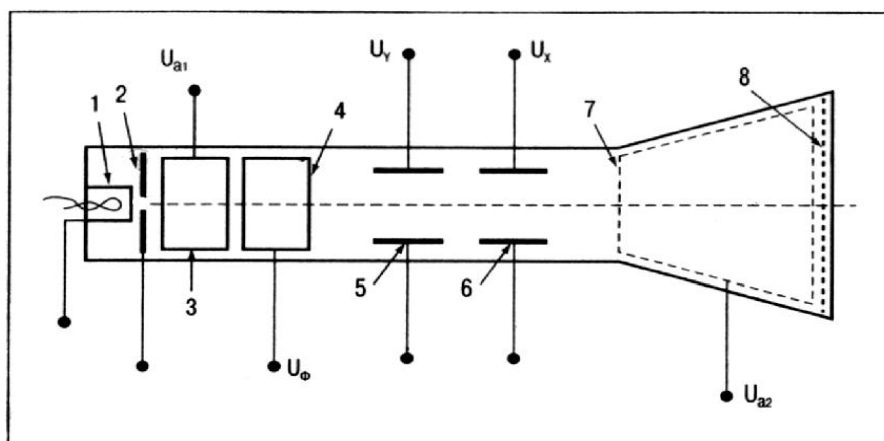
Осциллографлар электромеханик ва электрон осциллографларга бўлинади. Биринчи ҳолда осциллограмма электромеханик усулда, масалан, сиёҳли перонинг қоғоз лента (тасма) сиртига нисбатан оғиши билан ҳосил қилинади. Бундай турдаги осциллографларнинг асосий афзаллиги – осциллограмманинг ҳужжатли қайд этилишидир, бу секин кечадиган жараёнларни кузатишда жуда муҳимдир. Тезкор жараёнларни акс эттирадиган осциллограммаларни олиш учун электрон-нурли осциллографлардан фойдаланилади, уларда люминесцентловчи экраннинг ёруғланишини вужудга келтирувчи электрон даста электр сигнали таъсири остида амалда бир онда оғади.



ГОСТ 9810-69 га мувофиқ, осциллографлар «С» ҳарфи билан белгиланади. Ундан кейинги рақам асбоб турини тасвирлайди, масалан, С1 – универсал осциллографни, С7 – тезкор осциллографни, С8 – хотирловчи осциллографни, С9 – махсус осциллографни билдиради. Саноатда ҳар бир турдаги осциллографларнинг катта ассортименти ишлаб чиқарилаётганлиги сабабли яна бир рақам – асбобнинг бир турли осциллографлар оиласидаги тартиб рақами қўшилади. Масалан, С1-40 – универсал осциллографнинг тўлиқ белгиланиши. Янги асбобларга янада юқорироқ тартиб рақамлари берилади.

## 10.2 Электрон-нурли осциллографик трубкалар

Электрон осциллографнинг асосий элементи электрон-нурли трубка (ЭНТ) бўлиб, у электронлар манбаи, тор электрон дастани шакллантирувчи қурилма, дастани иккита текисликда оғдириш қурилмаси ва люминесцентловчи экрандан иборат (10.1-расм). Қиздирилган катод электронлар манбаи бўлади. Оксидловчи катод 1 қиздиргич, модулятор 2 ва тезлаштирувчи электрод 3 билан бирга катод бўлимини ташкил этади. Бундай триод конструкция фақат электрон дастани олишнигина эмас, балки уни дастлабки фокуслаш ва интенсивлигини модуляциялаш имконини ҳам беради. Катод никель цилиндрдан иборат бўлиб, унинг тубига барий, стронций ва ш.к. оксиддан иборат актив масса қатлами суртилган. Цилиндр ичида изоляцияловчи қатлам билан қопланган волфрам симдан ўралган спирал – қиздириш сими жойлашган. Қиздириш ипи бўйлаб ўтадиган ток уни қиздиради. Ток никелли цилиндрга узатилади ва актив қатламини қиздиради, у эркин электронлар манбаи бўлган металсимон барийнинг атомар қатламини ажратади. Катод бериши мумкин бўлган максимал ток эмиссияси унинг температурасига, актив қатлам ва юза хоссаларига боғлиқ. Катоднинг шиша қолба ичида жойлашиши 10.1-расмда кўрсатилган.

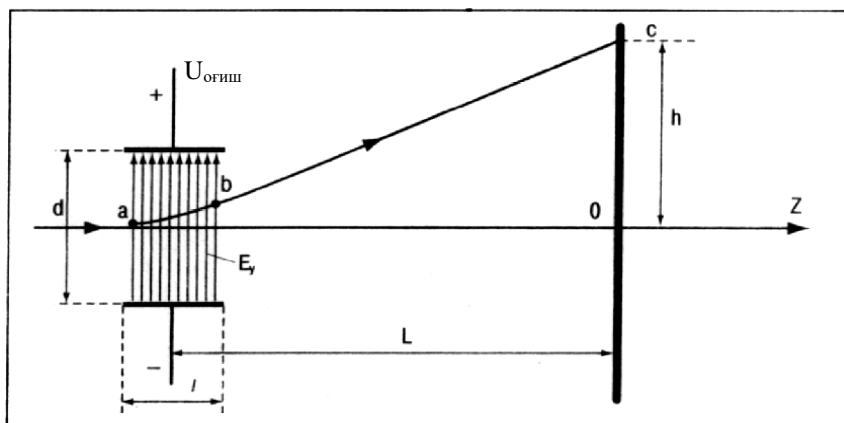


10.1-расм.

Электрон нурнинг интенсивлигини бошқариш учун катод ёнида кичик тирқишли дискдан иборат модулятор 2 жойлашади. Модулятор тарқалаётган электрон нурни чегаралайди. Катод ва модулятор орасидаги потенциаллар айирмасини ростлаш билан модулятор тирқиши орқали вақт бирлиги ичида ўтадиган электронлар миқдорини ўзгартириш мумкин. Модуляторнинг етарлича катта манфий потенциалида (катодга нисбатан) электрон дастани тўлиқ беркитиш мумкин.

Электрон нурнинг кўндаланг кесимини модулятор амалга оширадиган чегараланиш осциллограммани шакллантириш учун ҳали етарли бўлмайди. Электрон дастани яна фокуслаш ҳам керак бўлади, уни юқори мусбат потенциали электронларни тезлаштирадиган биринчи анод 3 ва ростланувчи потенциали майдонни электрон даста ингичка нурга айланадиган қилиб конфигурациялайдиган фокусловчи электрод 3 амалга оширади.

Шаклланган электрон нур трубка ўқи бўйлаб ҳаракатланиб, икки жуфт оғдирувчи пластиналар 5 ва 6 яратадиган оғдирувчи майдонга тушади ва люминесценцияланувчи экран 8 га етади. Оғдирувчи пластиналарнинг энг содда конструкцияси ясси конденсаторга мос келади, унинг электр майдони киришларига берилган тегишли кучланиш билан яратилади. Пластиналарнинг бир жуфтлиги электрон нурни вертикал йўналишда, иккинчи жуфтлиги эса горизонтал йўналишда оғдириш учун хизмат қилади. Электр майдонларнинг кучланганлик векторлари ўзаро перпендикуляр бўлиши керак, бунга эса оғдирувчи пластиналарни тегишлича жойлаштириш билан эришилади.



10.2-расм.

Электрон нурнинг электр майдони томонидан оғдирилиш жараёни 10.2-расмда кўрсатилган. Электрон дастанинг оғишини бошқарувчи  $U_{\text{огши}}$  кучланиш чизма текислигига перпендикуляр жойлашган иккита текис параллел пластиналарга қўйилган. Пластиналар бир-биридан  $d$  масофага ажратилган, демак, электр майдон кучланганлиги  $E = U_{\text{кучл}}/d$ , шу билан бирга майдон кучланганлиги вектори  $y$  ўққа параллелдир. Дастлаб электронлар  $z$  ўқи бўйлаб ҳаракатланади. Электронлар электрон майдони соҳасига тушиб ( $a$  нуқта), ўқдан узоқлаша бошлайди. Электронларнинг электр майдонидаги ҳаракат тенгламаларининг ечими  $a-b$  участкадаги траектория параболик эканлигини кўрсатади.  $b$  нуқтадан ўнгрқда электронлар яна тўғри чизикли ҳаракатланади ва экранга  $c$  нуқтада етиб, уни ёриштиради. Шундай қилиб,  $U_{\text{огши}}$  таъсири остида электрон нур экран текислигида марказдан  $h$  масофага оғади.  $U_{\text{огши}}$  ни ўзгартириш билан экрандаги ёруғ доғнинг вазиятини ўзгартириш мумкин. Қутб ва, демак,  $E_y$  вектор йўналиши ўзгарганида нур  $0$  нуқтада пастда жойлашади. Оғиш ўлчами  $h$  ни бундай аниқлаш мумкин:

$$h = \frac{ILU_{\text{огши}}}{2dU_{a2}}, \quad (10.1)$$

бу ерда  $L$  – пластиналар марказидан экрангача бўлган масофа;  $I$  – пластиналар орасидаги масофа;  $U_{a2}$  – аноддаги катодга нисбатан кучланиш.

(10.1) дан келиб чиқадики, нурнинг экранда оғиш ўлчамли  $h$  ва пластиналарга қўйилган  $U_{\text{огши}}$  орасида чизикли боғланиш мавжуд. Бу муҳимдир, чунки бу катталиклар орасидаги чизикли боғлиқлик осциллограмманинг бузилмаган ҳолда олиш имконини

беради. Шуни ҳам қайд этамизки,  $h$  ва  $U_{\text{оғиш}}$  орасида қайд этилган бу чизикли боғлиқлик текис экранда ўринли бўлади. Бу экрандаги осциллограмма ўлчамини ўлчашда, осциллограммани кузатишда ва унинг фотосуратини олишда қулайлик яратади. Мазкур хоссалар осциллографик трубкаларда асосан электр усулида оғдиришдан фойдаланишга асос бўлди. Бундан ташқари, электр усулида оғдириш осциллограммаларни сигналнинг ўнлаб мегагерц билан ўлчанадиган частоталарда ҳам олиш имконини беради. Афсуски, у нурнинг  $z$  ўқи бўйича катта оғиш бурчагини ҳосил қилиш имконини бермайди, бу эса керакли  $h$  ўлчамга эришиш учун пластиналардан экрангача бўлган масофани ошириш заруратига олиб келади. Натижада, экран диаметри нисбатан кичик бўлгани ҳолда осциллографик трубкалар катта узунликка эга бўлади.

(10.1) формула электрон-нурли трубканинг жуда муҳим параметри – оғиш бўйича сезгирлигини аниқлашга имкон беради:

$$\varepsilon = \frac{h}{U_{\text{озми}}} = \frac{IL}{2dU_{a2}}. \quad (10.2)$$

Бу катталикнинг ўлчами – миллиметр/вольт, яъни нурни 1 mm га оғдириш учун пластиналарга қандай  $U_{\text{оғиш}}$  кучланиш қўйиш кераклигини кўрсатади.

Оғиш бўйича сезгирлик қанча юқори бўлса, ЭНТ ни бошқариш шунча енгил бўлади. Одатда, осциллографик трубкаларда вертикал ва горизонтал бўйича  $e_y$  ва  $e_x$  сезгирликлар турличадир, бу пластиналардан экрангача бўлган масофалар турлича юзага келади. Экраннинг ёруғланиш ёрқинлиги ушбу муносабатдан аниқланади:

$$B = Aj(U_{a2} - U_0)^n, \quad (10.3)$$

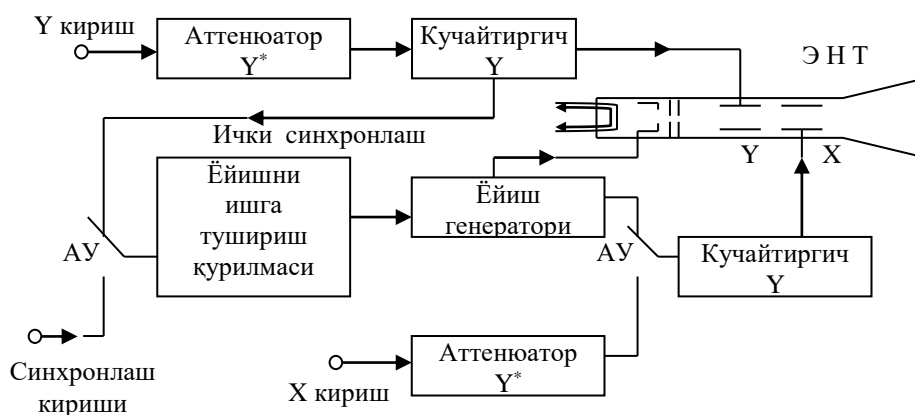
бу ерда  $A$  – люминофорнинг кимёвий таркибига боғлиқ доимийлик;  $j$  – электрон нур токининг зичлиги;  $U_{a2}$  – тезлатувчи кучланиш;  $U_0$  – люминофор ёруғлана бошлайдиган бошланғич кучланиш;  $n$  – даража кўрсаткич, люминофорнинг турли турлари учун 1 дан 2,5 гача ўзгаради. (10.3) дан кўриниб турибдики, ёруғланиш ёрқинлиги ўзгаришини электрон даста зичлигини бошқариш модулятор потенциали катодга нисбатан ўзгартириш билан эришилади.

ЭНТ ни лойиҳалашда экран люминофорига катта эътибор берилади. Тезкор (юқори частотали) асбобларда люминофор катта тезлик билан ёруғланадиган ЭНТ га эга бўлиш зарур. Люминофорнинг ёруғланиш тезлиги унинг кимёвий таркибига

боғлиқ, у кимёвий соф моддаларда энг катта бўлиб, ифлосланганида камаяди. Катта ёруғланиш тезлиги нурнинг юқори тезлигида экраннинг етарлича ёрқинлигини таъминлайди. Паст частотали сигналларни кузатишда экраннинг сўнг ёруғланиш вақти – ёрқинлик максимал қийматидан 1% гача пасаядиган вақт муҳим аҳамиятга эга. Экраннинг сўнг ёруғланиш вақти узунлиги бўйича асбоблар шартли равишда беш гуруҳга бўлинади: сўнг ёруғланиш вақти жуда қисқа ( $10^{-5}$  s дан кам), қисқа ( $10^{-6}$  s дан  $10^{-2}$  гача); узок ( $10^{-1}$  дан 16 s гача); жуда узок вақтли (16 s дан ортик).

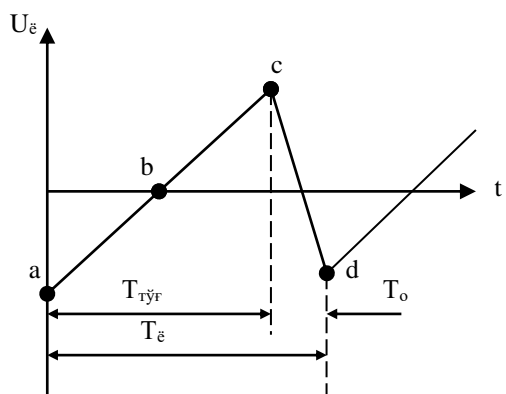
### 10.3 Осциллографнинг тузилиш схемаси

Осциллографнинг соддалаштирилган тузилиш схемаси 10.3-расмда берилган. Тадқиқ қилинаётган сигнал кучайтиргич  $Y$  киришига аттенюатор орқали берилади. Сигнал кучайтиргич чиқишидан ЭНТ нинг нурни вертикал оғдириш пластиналарига берилади. Аттенюатор катта амплитудаларга эга бўлган сигналлар билан ишлашда зарурдир.



10.3-расм.

Нурнинг горизонтал йўналишида кўчириш учун ёйиш генератори хизмат қилади, ундан кучланиш кучайтиргич  $X$  орқали горизонтал оғдириш пластинасига келади. Ёйиш генераторини бошқариш учун ёйишни ишга тушириш қурилмаси кўзда тутилган. Ёйиш генераторини, зарурат бўлганда, узиш ва  $AU_2$  алмашлаб улагич пастки ҳолатга ўтказиб, ташқи сигнални  $X$  кириш орқали горизонтал оғдириш пластиналарига бериш мумкин.

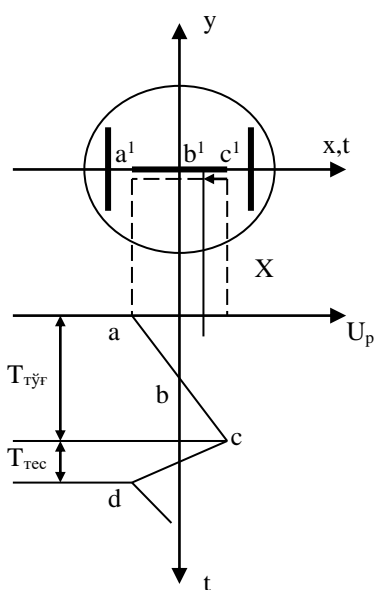


10.4-расм.

Тадқиқ қилинаётган сигналнинг осциллограммасини ҳосил қилиш учун ЭНТ экрандаги ёруғ доғнинг горизонтал ва вертикал йўналишлардаги ҳаракатини бошқариш лозим. Ёйиш генератори аррасимон шаклдаги тебранишлар ишлаб чиқаради (10.4- расм).

Графикнинг  $a-c$  участкасида ёйиш кучланиши  $u_ε$  чизиқли ўсади.  $u_ε$

минимал қийматидан максимал қийматигача ўзгаришига кетадиган вақт  $T_{тўғ}$  ёйишнинг тўғри йўли вақти деб аталади.  $T_{тес}$  вақт давом этадиган  $c-d$  участка ёйишнинг тескари йўлига мос келади.  $T_{тўғ}$  ва  $T_{тес}$  вақтлар ёйиш вақти  $T_ε$  ни ташкил этади. Агар  $u_ε$  ни, сигнални вертикал оғдириш пластиналаридан узиб, горизонтал оғдирувчи пластиналарга берилса, ЭНТ нинг электрон дастаси фақат горизонтал текисликда оғади. Бунда экрандаги ёруғланувчи доғ ушбу кетма-кетликда кўчади. Максимал манфий кучланиш  $u_ε$  да (10.5-расмдаги  $a$  нуқта) ёруғланувчи экранда энг четки чап вазиятни ( $a$  нуқта) эгаллайди.  $U_ε$  чизиқли ошиб борганида доғ секин-аста  $b_у$  нуқтага кўчади ва  $U_ε$  нинг қутби ўзгарганидан сўнг  $c$  нуқтага кўчади.  $a-c$  участкада доғнинг ҳаракат тезлиги ўзгармас бўлади, чунки  $U_ε$  чизиқли қонун



10.5-расм.

бўйича ўсади ва (10.1) га асосан доғнинг экранда кўчиши ва пластиналарга қўйилган кучланиш орасида чизиқли боғланиш мавжуд.  $c$  нуқтага етганидан сўнг, доғ тескари йўналишда кўча бошлайди.

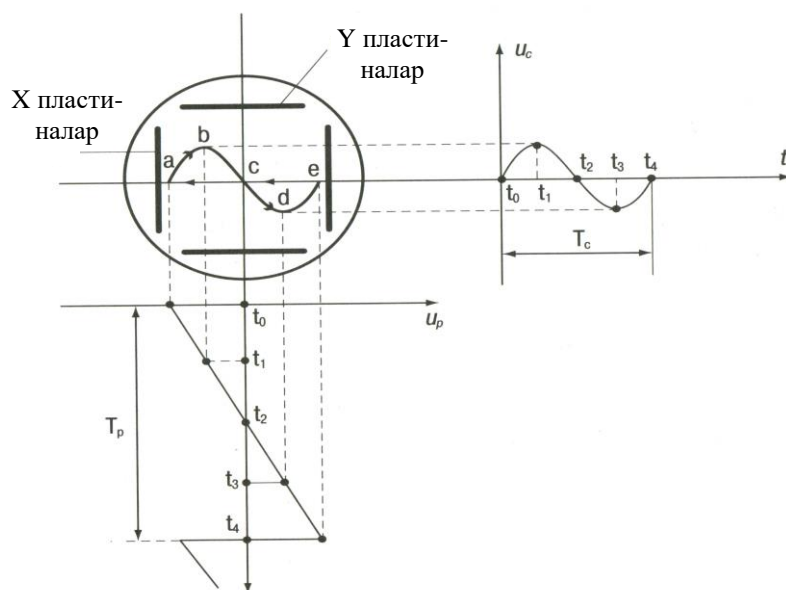
Тескари юриш  $T_{тес}$  н  $T_{тўғ}$  вақтда амалга ошади, шу сабабли доғнинг тескари йўналишда ҳаракат тезлиги жиддий каттадир. Доғнинг тескари юриш вақтидаги ҳаракат траекторияси 10.5-расмда шартли равишда бироз пастга кўчирилган штрихли чизиқ билан кўрсатилган. Аслида нур тескари томонга ўша йўналишда ҳаракатланади. Осциллограммани ҳосил қилиш учун  $u_p$

нинг тўғри юриш участкасида ( $a-c$ ) чизиклилиги муҳим аҳамиятга эга, тескари юриш йўли ( $c-d$ )да  $u_p$  нинг шакли принципиал аҳамиятга эга эмас. Муҳими, тескари юриш йўли вақтини иложи борича минималлаштириш керак.

Шундай қилиб,  $U_{\epsilon}$  ни горизонтал пластиналарга берилишида  $x$  ўқи бир вақтда вақт ўқи  $t$  ҳам бўлади, шу билан бирга ёруғланувчи доғнинг ҳаракат тезлиги  $a-c$  участкада ўзгармас бўлганида  $t$  ўқи бўйича масштаб ўзгармас бўлади.  $U_{\epsilon}$  шаклининг тўғри юриш оралиқида бузилиши ёйилишининг ночизиклигини юзага келтиради, бу эса доғнинг экран бўйлаб нотекис ҳаракат тезлигида ва осциллограмманинг бузилишида намоён бўлади. Ҳаракатнинг нотекислиги  $x$  ўқи бўйича масштабнинг нотекислигини юзага келтиради, бу эса сигнал параметрларини баҳолашни қийинлаштиради.

Иккита ёйиш кучланиши ( $U_{\epsilon}$ ) ва сигналнинг ( $U_c$ ) мос равишда  $x$  ва  $y$  пластиналарда таъсири остида ЭНТ экранида тасвирнинг ҳосил бўлиши 10.6-расмда кўрсатилган. Осциллограммани ясашда аррасимон ёйиш кучланишининг даври сигнал даврига тенг. Тескари йўл даври эса нолга тенг бўлади, деб қабул қилинган. Ёйиш даври чегаралари 10.6-расмда  $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  ва  $t_4$  билан белгиланган тўртта тенг оралиқга бўлинган.  $t_0$  моментда  $u_c = 0$ ,  $u_{\epsilon}$  максимал манфий қийматга эга ва ёруғ доғ  $a$  нуқтада жойлашган,  $t_1$  моментда  $u_c$  сигнал кучланиши максимал мусбат қийматга эга.  $U$  эса аррасимон кучланиш қулочининг тўртдан бир қисмига тенг ва доғ  $b$  нуқтада бўлади. ЭНТ экранида  $c$ ,  $d$  ва  $e$  нуқталарнинг вазиятларини шунга ўхшаш йўл билан топиш мумкин.

Ёйиш тугалланганидан сўнг, ёруғланувчи доғ  $e-a$  тўғри чизик бўйича оний равишда бошланғич ҳолатига қайтади (10.6-расмда  $T_{\text{тес}}$  нолга тенг деб қабул қилинган). Доғнинг тўғри ва тескари йўллари вақтидаги ҳаракати стрелкалар билан кўрсатилган. Ёйишнинг навбатдаги цикларида осциллограмманинг ҳосил бўлиши яна шундай бўлади, шу билан бирга осциллограмманинг барча нуқталари 10.6-расмдаги осциллограмманинг мос нуқталари билан устма-уст тушади.

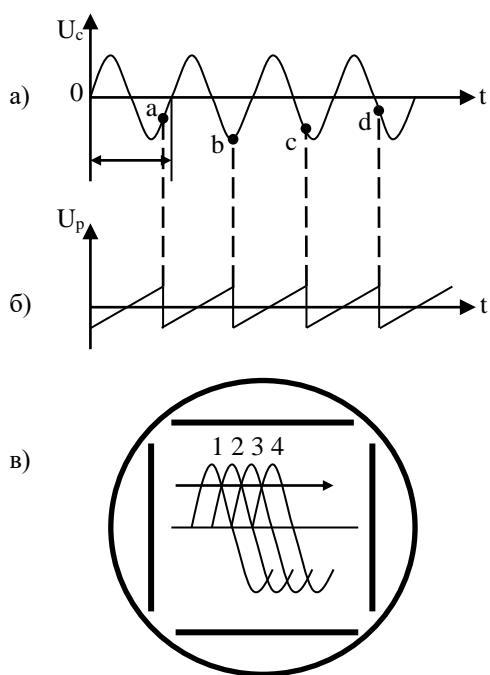


10.6-расм.

Айрим осциллограммаларнинг устма-уст қўйилиши ва қўзғалмас тасвирнинг ҳосил бўлиши 10.6-расмни тузишда қайд қилинган шартга, чунончи  $T_c = T_{\text{ё}}$  бўлишига боғлиқ. Бу ҳолда исталган даврий сигнал вақт бўйича оралиқларга бўлинади ва уларнинг чегараларида сигнал «кесмалари» тўла бир хил (идентикдир) ва осциллограммалар бир-бирига ётқизилганида ягона қўзғалмас тасвир ҳосил бўлади.  $T_{\text{ё}} = nT_c$  бўлганда ҳам осциллограмманинг тасвири шунга ўхшаш ҳосил бўлади. Агар  $n$  – бутун сон бўлса, у ҳолда ёйишнинг битта даврида сигналнинг роса  $n$  та даври жойлашади. Осциллограмма 10.6-расмда тасвирланган осциллограммадан сигналнинг  $x$  ўқи бўйлаб қўйилган даврлари сони (2, 3 ва ундан кўп) билан фарқ қилади.  $T_{\text{ё}} = nT_c$  шарти ёйиш даври  $T_{\text{ё}}$  ни сигналнинг каррали даврига тенг қилиб танлаш зарурлигини билдиради.

Ёйиш ва сигнал частоталарининг карралиги бузилганида осциллограф экранида тасвирнинг шаклланиши 10.7-расмда кўрсатилган. Синусоидал шаклдаги тебранишдан иборат сигнал даври (10.7-а расм)  $T_c > T_{\text{ё}}$  ёйишнинг биринчи циклида (10.7-б расм) экранда осциллограмма синусоиданинг  $oa$  нуқталар орасидаги кесмаси, иккинчи циклида  $ab$  кесма билан, учинчисида  $bc$  кесма билан ва ҳ.к. тасвирланади.





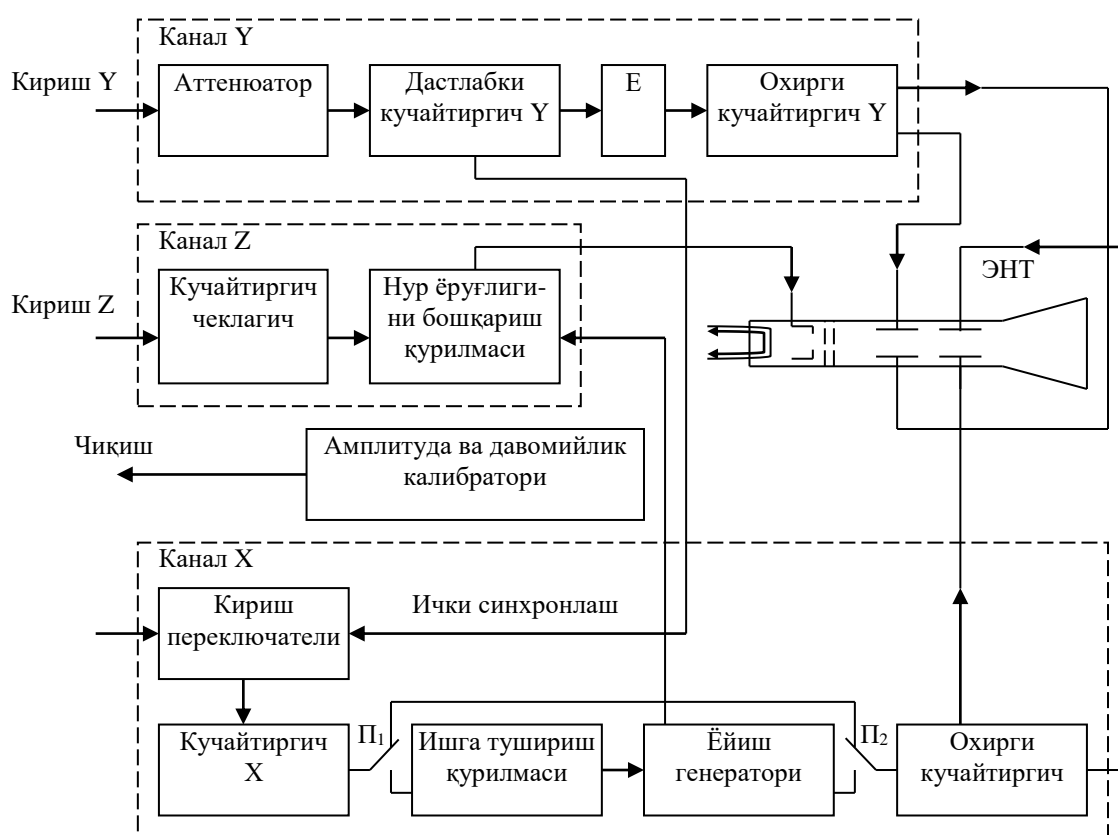
10.7-расм.

1, 2, 3, 4 осциллограммаларнинг кетма-кет пайдо бўлиши 10.7-расмда стрелка билан кўрсатилган йўналишда тасвирнинг ҳаракатланиш тасаввурини беради. Ўтиш даври сигнал давридан қанча катта бўлса, осциллограмманинг ҳаракат тезлиги шунча каттадир.  $T_c < T_{\epsilon}$  бўлганда осциллограмма қарама-қарши йўналишда, яъни ўнгдан чапга томон ҳаракатланишини кўрсатиш мумкин.

Шундай қилиб, кўзгалмас осциллограммани ҳосил қилиш учун ёйиш даврини (частотасини) сигнал даврига (частотасига) қаррали қилиб олиш зарур. Осциллограф конструкциясида бундай имконият назарда

тутилган. Бироқ ёйиш частотасини оддий танлаш етарли эмас. Сигнал ва ёйиш кучланишлари турли манбалардан келиши сабабли ва генераторларнинг нотурғунлиги туфайли бирор вақтдан сўнг ўрнатилган даврлар тенглиги бузилади. Бундай масала осциллограф ёйиш генераторини тадқиқ қилинаётган сигнал частотаси билан ёки частотаси тадқиқ қилинаётган сигнал частотасига (қаррали) тенг бўлган махсус сигнал билан синхронлаштирилганидагина ҳал этилиши мумкин. Тузилиш схемасида синхронлаш сигналининг узатилиши кўрсатилган, бунда синхронлаш сигнали ёйишни ишга тушириш қурилмасига кучайтиргич  $Y$  дан келади, бу ташқи синхронлаш режимидир. 10.3-расмда ёйиш генераторини ЭНТ модулятори билан уловчи занжир кўрсатилган. Бу занжир ёйилманинг тескари йўли  $e-c-a$  да электрон дастани ёпиш (беркитиш) учун хизмат қилади. Тескари йўл чизиғи экранда халақитни юзага келтиради.  $T_{\text{тес}} = 0$  бўлган идеал ҳолатда нур  $e$  нуқтадан  $a$  нуқтага бир онда кўчади ва тескари юриш чизиғи ёрқинлиги нолга тенг бўлиши керак. Амалиётда тескари йўл вақти узунлиги нолга тенг бўлиши мумкин эмас, электрон нур тескари йўл вақтида чекли тезлик билан кўчади ва аниқ кўринадиган тескари юриш йўлини юзага келтиради. Шу сабабли осциллографларда электрон нурни тескари йўл вақтида мажбурий ёпиш (ўчириш) қўлланилади, бунинг учун ёпиш генераторидан трубка

модуляторига махсус сўндирувчи импульслар берилади. Турли русумдаги осциллографларнинг структуравий схемалари бири-биридан баъзи жиҳатлари билан фарқланиши мумкин, бироқ улар 10.8-расмда тасвирланган умумлашган схемага асосан мос келади. Осциллограф учта канал  $X$ ,  $Y$  ва  $Z$  га эга.  $Y$  канал вертикал оғишни бошқаради ва аттенюатор, дастлабки ва охириги кучайтиргичлар, секинлатиш линиясига эга. Секинлатиш линияси сигнални секинлаштириш учун хизмат қилади, бу эса баъзан импульсли сигналларни кузатишда зарурлиги кейинроқ кўрсатилади.



10.8-расм.

$X$  канал кириш переключателига (улаб-узгич), кучайтиргич  $X$ , ишга тушириш қурилмаси, ёйиш генератори ва охириги кучайтиргич  $X$  га эга. Кириш переключатели ё синхронлаш сигнални дастлабки кучайтиргич  $Y$  дан уланишини, ёки сигнални чиқиш қисқичи  $X$  дан берилишини таъминлайди.  $X$  нинг киришига ё ташқи синхронлаш сигнали, ёки тадқиқ қилинаётган сигнал берилиши мумкин. Осциллограф ёйиш генератори билан ишлаётганда  $\Pi_1$  ва  $\Pi_2$  переключателлар пастки ҳолатига ўрнатилади, синхронлаш сигнали ёйишни ишга тушириш қурилмасига келади. Охириги кучайтиргичдан аррасимон кучланиш ЭНТ нинг  $X$  пластиналарига

келади.  $P_1$  ва  $P_2$  ни юқори ҳолатига ўрнатилганида ёйиш узилади. Бу ҳолда сигнал чиқиш  $X$  дан кириш переключателлари ва кучайтиргичлар каскади орқали ЭНТ га келади.

Канал  $Z$  ЭНТ нурунинг ёрқинлигини бошқариш учун хизмат қилади.  $У$  кучайтиргич-чеклагич ва нур ёрқинлигини бошқариш қурилмасини ўз ичига олади. Сигнал унинг чиқишидан ЭНТ модуляторига келади. Сигнал параметрларини ўлчашлар аниқлигини ошириш учун осциллограф таркибига амплитуда ва давомийлик калибратори киритилади. Калибратор сигнали, одатда, осциллографнинг олд панелига чиқарилган бўлади ва улаш кабели ёрдамида канал  $У$  киришига берилиши мумкин.

#### 10.4 Электрон осциллограф ёйишларининг турлари

Ёйишнинг аррасимон кучланишнинг ҳосил қилинишини таъминлайдиган энг содда генераторнинг ишлаши конденсаторнинг зарядланиши ва разрядланишига асосланган қурилмадир. Маълумки, конденсаторнинг зарядланишида ва разрядланишида кучланиш экспоненциал қонун бўйича ўзгаради. ЭНТ да нурунинг оғиши бу ҳолда нотекис тезлик билан амалга ошади. Осциллограмма бузилишларини баҳолаш учун ушбу нозизиқлилик коэффициенти аниқланади:

$$\beta = (\operatorname{tg}\alpha_1 - \operatorname{tg}\alpha_2) / \operatorname{tg}\alpha_1, \quad (10.4)$$

бу ерда  $\operatorname{tg}\alpha_1$  ва  $\operatorname{tg}\alpha_2$  – ёйиш кучланиши эгри чизиғига тўғри йўл боши ва охирига мос  $a$  ва  $b$  нуқталарда ўтказилган уринмаларнинг оғиш бурчаклари (10.9-расм). Идеал ҳолда, яъни ёйиш кучланиши чизиқли ўсганида  $\operatorname{tg}\alpha_1 = \operatorname{tg}\alpha_2$  ва  $\beta = 0$  бўлади.  $\beta$  ни ҳисоблашда уринманинг оғиш бурчаклари тангенсларини функцияни дифференциаллаш, мазкур ҳолда ушбу ифодани дифференциаллаш йўли билан топиш мумкин:

$$U_c = E \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right]. \quad (10.5)$$

(10.5) формула ўзгармас ток манбаи  $E$  дан  $R$  қаршиликли резистор орқали зарядланадиган  $C$  сифимли конденсаторда кучланишнинг ўзгариш қонунини тавсифлайди. (10.5) дан олинган

$$\frac{du_c}{dt} = \frac{E}{RC} \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \quad (10.6)$$

ҳосила  $\operatorname{tg}\alpha_1$  ва  $\operatorname{tg}\alpha_2$  ни аниқлаш имконини беради.  $t = 0$  бўлганда ,

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \left| \frac{dU_c}{dt} \right| = \frac{E}{RC} \quad \text{ёки } t = T_{\text{тўғ}} \text{ бўлганда, } \operatorname{tg}\alpha_2 = \left| \frac{dU_c}{dt} \right| = \frac{E}{RC} \exp\left(-\frac{T_{\text{мўе}}}{RC}\right).$$

$T_{\text{тўғ}}$  – ёйилиш тўғри йўлининг давомийлиги (10.9-расм).  $\operatorname{tg}\alpha_1$  ва  $\operatorname{tg}\alpha_2$  нинг олинган қийматларини (10.4)га қўйсак, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\beta = [(1 - \exp(-T_{\text{тўғ}}/RC)] \cdot 100\%. \quad (10.7)$$

(10.7) ва (10.5) дан ночизиклилик коэффиценти  $\beta$  ва таъминот манбаи кучланиши  $E$  дан фойдаланиш коэффиценти  $\zeta = U_{\text{ё}}/E$  орасидаги боғлиқликни аниқлаш мумкин, бу ерда  $U_{\text{ё}}$  – ёйиш кучланишининг шаклланган қулочи. Агар  $U_{\text{ё}}$  ни заряд конденсаторидаги  $U_c$  кучланишнинг  $T_{\text{тўғ}}$  охирида эришадиган максимал қийматига тенг деб, яъни  $U_{\text{ё}} \approx U_{\text{сmax}}$  деб қабул қилинса, у ҳолда (10.5) га мувофиқ

$$\zeta = U_{\text{ё}}/E = 1 - \exp(-T_{\text{тўғ}}/RC)$$

бўлади. Бу олинган ифодани (10.7) билан таққослаб,  $\beta \approx \zeta = U_{\text{ё}}/E$  ни, тақрибан бир хил  $\beta$  ва  $\zeta$  ни ҳосил қиламиз. Бундан келиб чиқадики, ёйилманинг ночизиклилик коэффиценти 5% тартибида бўлишига эришиш учун таъминот манбаидан фойдаланиш коэффиценти 5% дан ортиқ бўлмаслиги зарур. Агар, масалан,  $E = 100 \text{ V}$ ,  $\beta = 5\%$  бўлса, у ҳолда ёйиш кучланиши бор-йўғи  $u_{\text{ё}} = E\beta = 100 \cdot 0,05 = 5 \text{ V}$  ни ташкил этади. Шундай қилиб, аррасимон кучланишни шакллантириш учун экспонентадан фойдаланилганда юқори чизиклиликни фақат бошланғич участкада, яъни кичик  $\zeta$  ларда ҳосил қилиш мумкин. Агар  $U_{\text{ё}}$  кучланиш зарурий кучланишдан кичик бўлса, у ҳолда таъминот манбаси кучланишини ошириш керак. Бу ҳолат осциллографни лойиҳалашда ноқулайлик туғдиради. Шу сабабли амалиётда оғдирувчи кучланиш шаклини тўғрилаш (чизиклаштириш)нинг турли усуллариға мурожаат қилинади.

Ёйиш аррасимон тебраниш-ларини чизиклаштиришнинг бир неча усуллари маълум. Улардан энг кўп тарқалгани конденсатор заряд токини унинг тўғри юришида стабиллаш билан таъминлаш мумкин. Заряд токини ва, демак, ёйиш аррасимон кучланишини чизиклаштириш чизикли ток стабилловчи икки қутблиликларни ёки манфий тескари алоқани қўлланиши билан амалга оширилади.

Бундай курилмаларнинг иш тамойиллари импульс техникасига оид дарсликларда батафсил ёритилади.

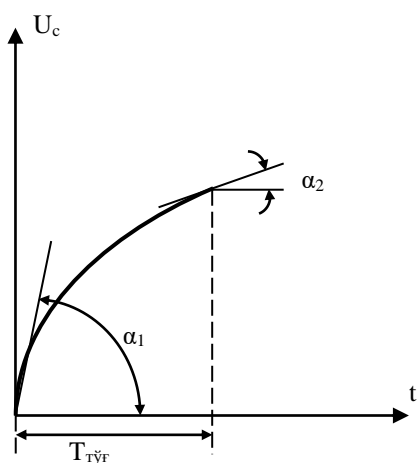
Синусоидал ёйишда осциллографнинг  $X$  киришига келтириладиган кучланиш ушбу синусоидал қонун бўйича ўзгаради:

$$U_x = m_{m1} \sin \omega t. \quad (10.9)$$

Бунда ЭНТ экранидаги шуълаланувчи доғ нотекис тезлик билан кўчади, бу эса осциллограммалар шаклининг бузилишига олиб келади.  $Y$  киришига ҳам  $U_x$  га нисбатан фаза бўйича  $\varphi$  бурчакка сурилган ушбу

$$U_y = U_{m2} \sin(\omega t + \varphi) \quad (10.10)$$

синусоидал сигнал берилгандаги синусоидал ёйиш катта қизиқиш уйғотади.



10.9-расм.

Нурнинг  $U_x$  таъсирида кўчиши ушбу муносабат билан аниқланади:

$$x = K_x \varepsilon_x U_x = K_x \varepsilon_x U_{m1} \sin \omega t,$$

бу ерда  $K_x$  – горизонтал оғдириш каналининг кучайтириш коэффициенти,  $\varepsilon_x$  – ЭНТ нинг горизонтал йўналишда оғдириш бўйича сезгирлигини характерловчи коэффициенти бўлиб, миллиметр/вольт ўлчамига эга.

Нурнинг вертикал йўналишда кўчиши юқоридагига ўхшаш

формула билан аниқланади:

$$y = K_y \varepsilon_y u_y = K_y \varepsilon_y u_y U_{m2} \sin(\omega t + \varphi). \quad (10.12)$$

Бу ифодани маълум тригонометрик формула асосида қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$y = K_y \varepsilon_y u_y U_{m2} [\sin \omega t \cos \varphi + \sin \varphi \cos \omega t]. \quad (10.13)$$

(10.11) га асосан

$$\sin \omega t = x / K_x \varepsilon_x U_{m1}; \cos \omega t = \sqrt{1 - \left( \frac{x}{K_x \varepsilon_x U_{m1}} \right)^2}$$

$\sin \omega t$  ва  $\cos \omega t$  нинг қийматларини қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$y = K_y \varepsilon_y U_{m2} \left[ \frac{x}{K_x \varepsilon_x U_{m1}} \cos \varphi + \sin \varphi \sqrt{1 - \left( \frac{x}{K_x \varepsilon_x U_{m1}} \right)^2} \right]. \quad (10.14)$$

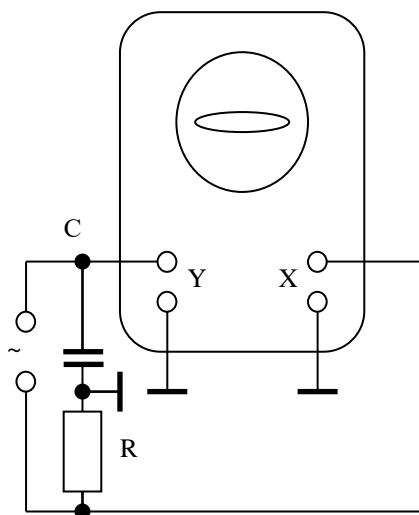
$\varphi = 90^\circ$  бўлганда тенглама анча соддалашади:

$$\left(\frac{x}{K_x \varepsilon_x U_{m1}}\right)^2 + \left(\frac{Y}{K_y \varepsilon_y U_{m2}}\right)^2 = 1. \quad (10.15)$$

(10.15) тенглама эллипс тенгламасидан иборат. Агар  $K_x$  ва  $K_y$  ни формуладаги махражлар бир хил, яъни  $K_x \varepsilon_x U_{m1} = K_y \varepsilon_y U_{m2} = R$  бўладиган қилиб танланса, у ҳолда айлана тенгламасини ҳосил қиламиз:

$$X^2 + Y^2 = R. \quad (10.16)$$

Шундай қилиб, экранда эллипс ёки айланани ҳосил қилиш учун осциллограф киришларига бир хил частотали синусоидал шаклдаги, бироқ фаза бўйича  $90^\circ$  га силжиган сигналлар бериш зарур. Одатда, доиравий ёйишни амалга ошириш учун генератордан олинаётган синусоидал кучланиш фазалар силжиши  $\varphi = 90^\circ$  ни таъминлайдиган фаза бурғичдан ўтказилади. Фазаайлантиргич ва унинг осциллографга уланиш схемаси 10.10-расмда кўрсатилган.



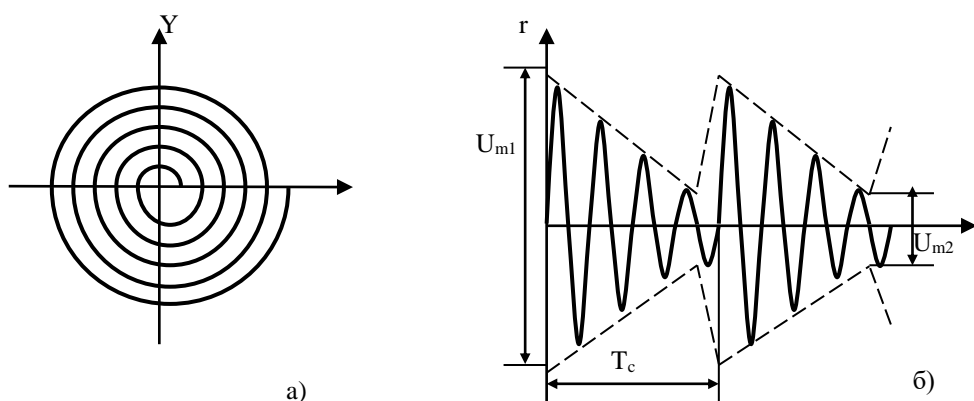
10.10-расм.

Доиравий ёйишнинг ўлчашлар учун муҳим хусусиятларини қайд этиб ўтамиз. Шуълаланувчи доғ айланани  $T = 2\pi/\omega$  вақт ичида чизади, яъни бир айланиш даври генератордан олинаётган ёрдамчи кучланиш даврига тенг. Агар генератор стабил частотали сигнални шакллантираётган бўлса, у ҳолда шуълаланувчи доғнинг айлана бўйлаб айланиш даври ҳам стабилдир. Шуълаланаётган доғнинг айланиш йўналиши фазалар силжиши бурчагининг ишорасига тенг. Агар  $Y$  киришга берилаётган синусоидал сигнал фазаси

$X$  киришга берилаётган сигнал фазасидан  $90^\circ$  илгари кетаётган бўлса, у ҳолда айланиш соат стрелкасига тескари бўлади. Агар сигналларнинг ўринлари алмаштирилса, айланиш йўналиши ўзгаради. Бунга доғнинг осциллограф экрандаги ҳаракат траекториясини 10.6-расмдаги каби яшаш билан, фақат энди аррасимон ёйиш кучланишини синусоидал ёйиш кучланиши билан алмаштириб ва  $\varphi = 90^\circ$  ни киритиб ишонч ҳосил қилиш мумкин.

Доиравий ёйишни спирал ёйишга айланттириш мумкин. Спирал ёйишни ҳосил қилиш тамойили (10.16) формуладан келиб

чиқади. Айлана радиуси  $R=K_x \varepsilon_x U_{m1}=K_y \varepsilon_y U_{m2}$ . Агар  $U_{m1}$  ва  $U_{m2}$  ларни, масалан, икки марта камайтирилса, тенглик бузилмайди, аммо айлана радиуси икки марта камаяди. Агар  $U_{m1}$  ва  $U_{m2}$  амплитудаларни равоон камайтирилса, айлана радиуси секин-аста кичраяди ва осциллограф экранида спирал тасвири ҳосил бўлади (10.11-а расм). Спирал ёйилмани ҳосил қилиш учун зарурий бошқарувчи кучланиш 10.11-б расмда кўрсатилган.  $X$  киришга бериладиган сигнал амплитудаси  $U_{m1}$  дан  $U_{m2}$  гача чизиқли қонун бўйича ўзгаради.  $Y$  киришга бериладиган сигналнинг амплитудаси ҳам шунга ўхшаш ўзгариши лозим. Бундай сигналларни амплитудавий модулятор ёрдамида ҳосил қилиш мумкин. Мазкур ҳолда элтувчи сигнал синусоидадан, модуляцияловчи сигнал эса аррасимон шаклдаги кучланишдан иборатдир. Спиралли ёйиш даври  $T_c$  модуляцияловчи аррасимон кучланиш даври билан аниқланади. Спирал ўрамлари сони  $m$  давр  $T_c = 2\pi/\omega_c$  нинг синусоидал тебраниш даври  $T = 2\pi/\omega$  га нисбатига тенг, яъни  $m = \omega/\omega_c$ .



10.11-расм.

Шуни қайд этиш керакки, айлана радиусининг ўзгаришига қарамасдан, шуълаланувчи нуқтанинг ҳар бир айланиши бир хил вақт ичида амалга ошади, бу эса ўлчашлар учун спиралли ёйишдан фойдаланишда маълум қулайликлар яратади.

### 10.5 Осциллограф ёйишларини синхронлаш

Юқорида (10.4-банд) қайд этилганидек, қўзғалмас осциллограммани ҳосил қилиш учун ёйишнинг бир даврида сигналнинг бутун сондаги даврлари аниқ жойлашиши лозим. Бу шартнинг бажарилиши ёйиш генераторини тадқиқ қилинаётган сигнал билан

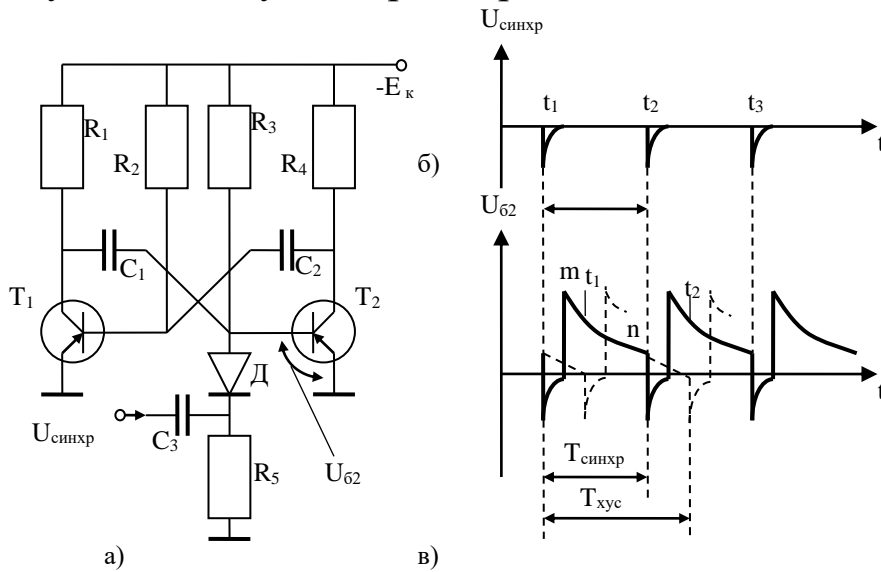
синхронлаш орқали таъминланади. Бунда ёйиш узлуксиз режимда ишлайди. Бунинг фарқли хусусияти шундаки, ёйиш генератори синхронлаш сигнали узиб қўйилганидан кейин ҳам ишини давом эттиради. Ёйишни синхронизмга киритилиши икки босқичда ўтказилади. Дастлаб, ёйиш генераторининг хусусий тебранишлари даври (синхронлаш сигнализисиз), кейин эса синхронлаш сигнали токи осциллограмманинг турғун ҳолати ҳосил бўлгунига қадар, танланади.

Одатда, разрядловчи каскад ишини бошқарувчи қурилма сифатида автотебраниш режимда ишлайдиган мултивибратордан фойдаланилади. Бундай мултивибратор схемаси 10.12-а расмда келтирилган. Мултивибратор  $T_1$  ва  $T_2$  транзисторларда йиғилган. Тескари алоқа  $C_1$  ва  $C_2$  конденсаторлар орқали амалга оширилади. Манфий кутбли  $T_{\text{синхр}}$  даврли синхронлаш импульслари  $T_2$  нинг базасига конденсатор  $C_3$  ва диод Д орқали келади. Кучланиш шакли 10.12-в расмда кўрсатилган.  $t_n$  участкада  $U_{62}$  кучланиш экспоненциал қонун бўйича ўзгаради. Синхронловчи сигналлар бўлмаганида  $U_{62}$  кучланиш экспонента бўйича нолгача камаяди ва  $t_2$  моментда релаксацион жараён юзага келади (штрихли чизик). Агар  $t_2$  моментда  $T_2$  нинг базасига тик фронтли манфий кутбли импульс келса, у ҳолда нол потенциалга  $t_2$  моментда эришилади ва мултивибраторнинг тебранишлар даври қисқаради ва синхронловчи сигналларнинг келиш даври  $T_{\text{синхр}}$  га тенг бўлади. Шундай қилиб, синхронланиш ҳосил бўлиши учун мултивибраторнинг хусусий тебранишлар даври синхронлаш импульсларининг келиш давридан бироз ортиқ бўлиши зарур.  $T_{\text{синхр}}$  ва  $T_{\text{хус}}$  даврлар орасидаги зарурий фарқ мултивибратор даври  $T_{\text{хус}}$  ни тажрибавий ўзгартириш йўли билан танланади, шу билан бирга  $T_{\text{хус}}$  ни тўғри танланганлик мезони бўлиб, ЭНТ экранидаги осциллограмманинг турғунлиги хизмат қилади.

$T_{\text{синхр}}$  ва  $T_{\text{хус}}$  даврлар муносабатининг синхронлаш турғунлигига таъсири 10.13-расмда тушунтирилган. Одатда, мултивибратор синхронлаш импульслари ички ва ташқи сабабларга кўра келиб чиқадиган халақитлар билан бирга келади. Бу халақитлар шовкин характерида ҳам, импульс характерида ҳам бўлиши мумкин.



Агар мултивибраторнинг хусусий тебранишлар даври  $T_{\text{хус}}$  синхроимпулслар келиш даври  $T_{\text{синхр}}$  дан сезиларли катта бўлса, у ҳолда синхронлаш импулсли келиш momentiда  $u_{62}$  ҳали етарлича катта ва релаксацион жараёни юзага келиши учун  $\Delta U$  орттирма зарурдир. Бу ҳолда халақит синхронлаштиришни бузишга қодир эмас.  $T_{\text{хус}}$  энди  $T_{\text{синхр}}$  га яқин бўлганида (10.13-б расм) синхронлаш импулсининг келиш вақти жуда кичик  $U_{62}$  кучланишга тўғри келади ва мултивибраторни релаксация жараёнига ўтказилиши учун  $\Delta U'$  қулочли импулс етарлидир.



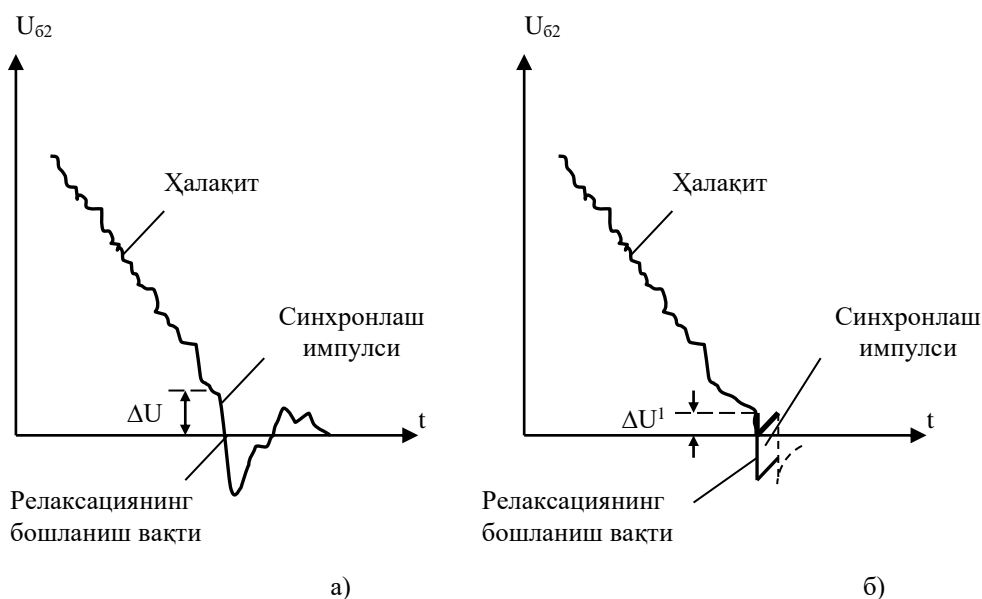
10.12-расм.

Агар  $T_2$  нинг синхронлаш сигналининг келишидан олдин,  $\Delta U'$  дан ортиқ миқдордаги манфий қутбли халақит импулсли келган бўлса, мултивибраторнинг вақтидан олдин ишлаб кетиши содир бўлади. Халақит тасодифий характерда бўлганлиги учун релаксация моментининг бошланиши циклдан циклга флуктуацияланади ва, демак, синхронлаш турғун бўлмайди. Бу мисол мултивибраторнинг хусусий тебранишлари даврини тўғри танлаш қанчалик муҳимлигини кўрсатиб турибди.

$T_{\text{хус}}$  ни танлашдан ташқари, синхронлаш импулслари кучланишини ҳам тўғри танлаш зарур. 10.13-а расмдан кўриниб турибдики, синхроимпулс кучланишининг икки марта камайиши синхронлашнинг камайишига олиб келади. Синхроимпулслар кучланишининг ортиқча орттирилишига ҳам йўл қўйиб бўлмайди, чунки мултивибратор тўғри йўлнинг исталган momentiда ишлаб кетиши мумкин. Амалиётда яхши натижани аста-секин яқинлашиш

усули билан ҳосил қилинади. Дастлаб, синхронлаш кучланишининг минимал қийматида ёйиш даврени тақрибан сигнал даврига тенг қилиб танланади. Осциллограмма ҳаракати секинлашганида синхронлаш сигналини оширилади. Синхроим-пульслар кучланишини ва  $T_{хус}$  даврени навбатма-навбат танлаб, осциллограмма тасвирининг тўла кўзғалмас бўлишига эришилади.

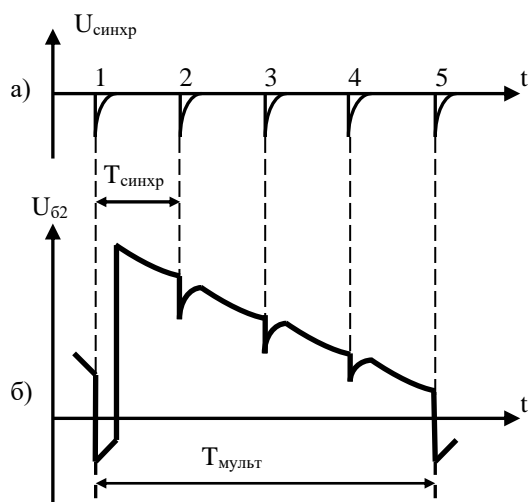
Шуни қайд этиш керакки, синхронлаш жараёнини  $T_{хус}$  нинг турли қийматларида (агар, албатта  $T_{хус}$  давр  $T_{синхр}$  га яқин бўлганида) ўрнатиш мумкин, яъни  $T_{хус}$  қийматларнинг шундай диапазони мавжудки, унинг чегараларида синхронлашни ўрнатиш мумкин, бу диапазон қамраш диапазони деб аталади. Агар синхронлаш ўрнатилган бўлса, мултивибраторнинг  $T_{хус}$  даврени синхронлаш жараёнининг бузилишига олиб келмайдиган ва сақлаб қолиш диапазони деб аталадиган бирор диапазонда ўзгартириш мумкин.



10.13-расм.

Одатда, сақлаб қолиш диапазони қамраш диапазонидан катта бўлади. Синхронлашга эришилганидан сўнг, мултивибраторнинг  $T_{хус}$  даври ўрнатила-диган дастаси ўрта вазиятда турганига ишонч ҳосил қилиш фойдалидир. Бунда келаётган сигналнинг частотаси ортиш томонига ҳам, камайиш томонига ҳам оғганида синхронлаш таъминланади. Шундай қилиб, синхронлаш режимида турган мултивибратор тадқиқ қилинаётган сигналга мосланади.

Мултивибратор тебранишлари даври сигнал даврига тенг қилиб олинадиган мазкур синхронлаш режими ЭНТ экранида сигналнинг бор-йўғи битта даври осциллограммасини ҳосил қилиш имконини беради. Амалиётда  $n$  та даврни кузатиш зарурати учраб туради. Бу ҳолда мултивибратор частотани бўлиш режимида

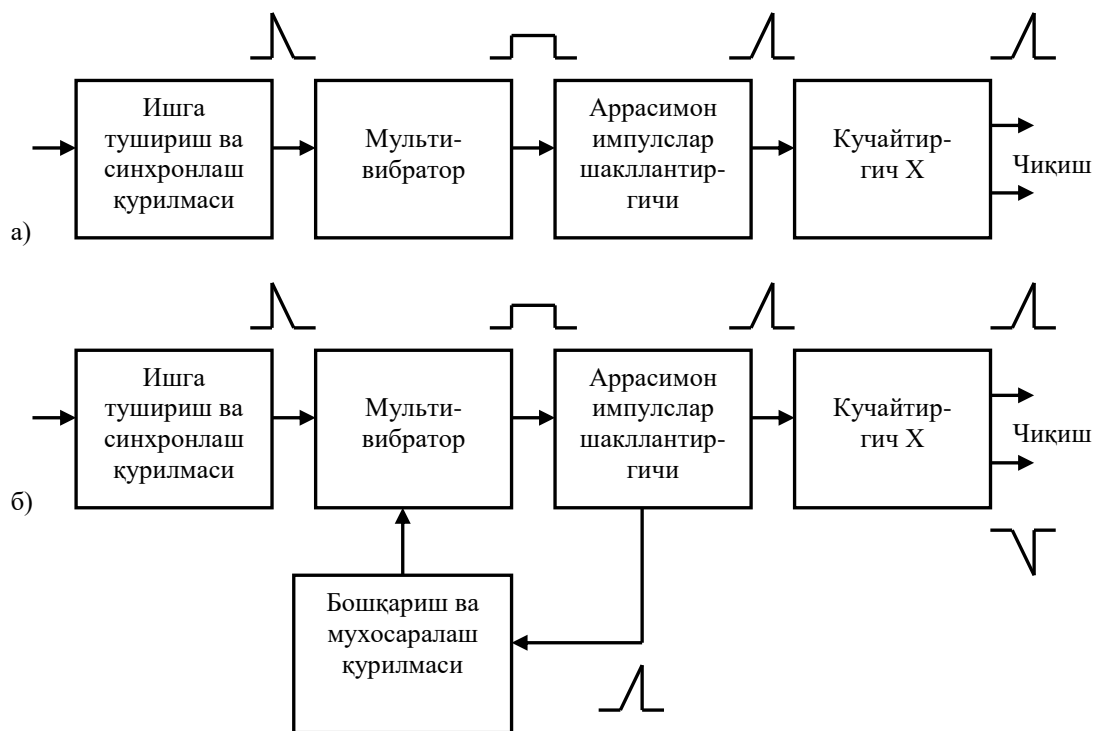


10.14-расм.

ишлайди. 10.14-расмда ЭНТ экранида сигналнинг тўртта даврини акслантиришда мултивибраторнинг ишлаши кўрсатилган. 10.14-расмдан кўриниб турганидек, мултивибраторда релаксация жараёнининг бошланиши импульс 1 билан қўзғалади. Импульслар 2, 3 ва 4 нол даражага эришмайди (10.14-б расм) ва, демак, мултивибратор ишига таъсир кўрсатмайди. Импульс 5 релаксация жараёнини қўзғатади. Шундай қилиб, қаралаётган

режимда синхронлаш мавжуд, лекин унда импульсларнинг ҳаммаси ҳам иштирок этавермайди. Мултивибраторнинг бир тебраниш даврига текширилаётган сигналнинг 4 та даври жойлашади. Синхронлаш импульслари кучланишини тўғри танлаш қанчалик муҳимлиги 10.14-б расмдан кўриниб турибди. Агар бу кучланишни 1,5...2 марта оширилса, мултивибратордаги релаксацион жараён импульс 4 билан қўзғатилиши мумкин. Шундай қилиб, бўлиш режимида синхронлашнинг турғунлиги камроқдир. Бўлиш коэффициенти қанча катта бўлса, синхронлаш импульслари бир-бирига шунча яқин жойлашади, сақлаш полосаси шунча тор бўлади.

Генератор ёйиш схемасининг тузилиш схемаси 10.15-а расмда келтирилган. Синхронлаш ва ишга тушириш қурилмаси ишга туширувчи импульсларни шакллантиради. Аниқ синхронлаш учун мултивибраторга ўсиш fronti тик ўткир учли импульслар келиши лозим. Амалиётда кўпинча осциллографда силлиқ (равон) ўзгарадиган (масалан, гармоник) сигналларни кузатишга тўғри келади, бу ҳолда улардан ўткир учли шаклдаги импульсларни шакллантиришга тўғри келади. Бунинг учун шакллантириш ва ишга тушириш қурилмасидан фойдаланилади, У одатда, кучайтиргич-чеклагич ва дифференциалловчи занжирларни ўз ичига олади.



10.15-расм.

Мазкур схема бўйича ясалган ёйиш генератори муҳим камчиликка эга. Ёйиш частотаси ўзгарганида ҳам мултивибраторнинг, ҳам аррасимон кучланишлар шакллантиргичининг параметрларини ўзгартириш лозим. Фақат мана шу ҳолдагина аррасимон ёйиш импульсларининг юқори чизиқли ва уларнинг қулочи (размах) доимий бўлишини сақлаб қолиш мумкин. Аррасимон импульслар қулочининг ва, демак, осциллограмма горизонтал ўлчамининг частотага боғлиқ бўлмаслиги осциллограф билан ишлашда қулайлик яратади. Ёйиш частотаси қайта ўзгартирилганидан кейин осциллограмманинг горизонтал ўлчамини ростлашга ҳожат қолмайди ва сигналнинг вақтга оид параметрларини ўлчаш анча соддалашади.

Замонавий осциллографларда калибрланган ёйишдан фойдаланилади, бунда нурнинг маълум горизонтал кўчишига маълум вақт оралиқи тўғри келади. Юқорида қаралган турдаги ёйиш генератори бу талабга жавоб бермайди, чунки температуранинг ностабиллиги, таъминот кучланишининг ўзгариши оқибатида схема элементлари параметрларининг ўзгариши ёйилма кучланиши ўсиш тезлигининг ва унинг қулочи муқаррар ўзгаришига олиб келади. Ҳозирги вақтда бу турдаги ёйиш генераторлари содда ва арзон асбоблардагина қўлланилади.

Калибрланган ёйиш генераторининг тузилиш схемаси 10.15-б расмда тасвирланган. Бошқарувчи қурилма бу ерда триггер бўлиб, у зарурий давомийликдаги тўғри бурчакли бошқарувчи сигналлар шаклланишини таъминлайди. Шуниси муҳимки, шаклланган бошқарувчи сигналнинг давомийлиги триггер таркибига кирувчи элементларга боғлиқ эмас. Синхроимпулс келганидан сўнг триггер ишга тушади ва унинг чиқиш кучланиши аррасимон импулслар шаклантиргичнинг ишга туширилишини таъмин-лайди. Чизиқли ўсаётган кучланиш қиёслаш ва мухосаралаш (блокировкалаш) қурилмасига келади, унинг сигнали аррасимон кучланиш маълум даражага етганида шаклланади. Бу моментда қиёслаш қурилмаси буйруғи бўйича триггер бошланғич ҳолатига қайтади. Шундай қилиб, мазкур схемадаги ёйиш кучланишининг максимал қиймати қатъий ўзгармас бўлади. Ўзгармас қиёслаш даражасида аррасимон кучланиш қулочи аррасимон импулслар шаклантиргичда вақтни берувчи элементлар қайта уланганида ўзгармайди.

Триггер қўлланилган ёйиш генератори кутиш режимида ишлайди. Бошқарувчи қурилма синхронлаш ва ишга тушириш қурилмасидан ишга туширувчи импулсни «кутади», шундан сўнг тўғри ёйиш йўлининг шаклланиши бошланади. Агар ишга туширувчи импулслар бўлмаса, ёйиш бўлмайди.

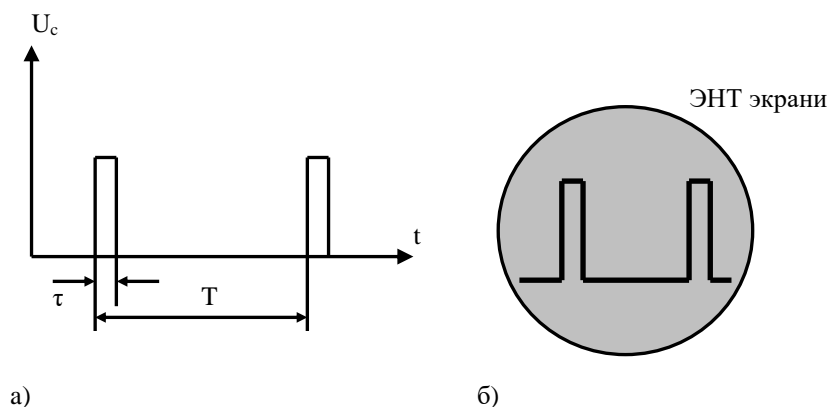
Бу кўриб чиқилган ёйиш схемасини узлуксиз аррасимон тебранишларни генерациялаш режимига ўтказиш мумкин.

Бунинг учун битта турғун мувозанат ҳолатли триггердан фойдаланиш лозим. Тўғри йўл шаклланишида триггер турғун ҳолатида бўлади ва керакли рухсат этувчи кучланиш аррасимон импулслар шаклантиргичига берилади. Аррасимон кучланиш берилган қийматга эришганида қиёслаш ва мухосаралаш қурилмаси махсус импулс билан триггерни нотурғун ҳолатга ўтказди ва уни бу ҳолатда бирор вақт давомида ушлаб туради. Импулс таъсири тугаши билан триггер мувозанат ҳолатига мустақил қайтади ва яна тўғри ёйиш йўли шаклланади. Ҳозирги замон осциллографларида, одатда, иккита турғун ҳолатли триггерни турғунлик (стабильность) ростлагичи ёрдамида битта турғун ҳолатли иш режимига ўтказиш имконияти кўзда тутилган. Ростлагичнинг бир ҳолати узлуксиз иш режимини, иккинчи ҳолати эса кутиш режимини таъминлайди. Янада мураккаб осциллографларда ишга туширувчи сигнал йўқ бўлганида генераторнинг автотебранишлар режимини ёки ишга

туширувчи импульслар мавжуд бўлганида кутиш режимини автоматик ўрнатадиган қурилмалар ишлатилади.

10.15-б расмдаги схемада қиёслаш ва мухосаралаш қурилмаси бажарадиган ёйишни мухосаралаш вазифасига (функциясига) тўхталиш лозим. Аррасимон импульслар шакллантиргичига янги ёйиш циклига тайёрланиш учун вақт керак. Тескари йўл ва ўтиш жараёнлари тугамагунигача бошқарувчи импульслар аррасимон импульслар шакллантиргичига келмаслиги лозим. Бу вақт ичида триггерни мухосаралаш зарурий сигнални ишлаб чиқарувчи қиёслаш ва мухосаралаш қурилмаси томонидан бажарилади.

Пировардида кутувчи ёйишнинг амалий қўлланиш хусусиятларини кўриб чиқамиз. Импульсли сигналларни кузатишда бири-бирдан нисбатан катта вақт оралиқларидан кейин келадиган қисқа импульслар билан иш кўришга тўғри келади.  $\tau$  давомийлик импульслар келиш даври  $T$  дан анча кам бўлар экан. Импульслар ўтказишга мойиллик (скважность)  $Q = T/\tau > 100$  бўлганида узлуксиз ёйиш усули билан олинадиган осциллограмма кам ахборотли бўлар экан. Ҳақиқатан, 10.16-б расмдан кўриниб турганидек, тўғри бурчакли шаклдаги қисқа импульслар ЭНТ экранининг кичик қисмини эгаллайди. Шунинг учун импульслар шаклининг учининг синиши, тушиб қолиши каби мумкин бўлган бузилишларини пайқаш ва баҳолаш қийин. 10.16-а расмдаги импульслар ўтказишга мойиллик  $Q = 30$  билан тавсифланади. Ўтказишга мойилликни янада ошириш масалани янада мураккаблаштиради, чунки узлуксиз ёйишда ЭНТ экранида сигналнинг камида битта даврини акслантириш мумкин, аслида эса фақат унинг бир қисмигина қизиқиш туғдиради. Кутувчи ёйиш бу қийинчиликни бартараф этишга ёрдам беради.

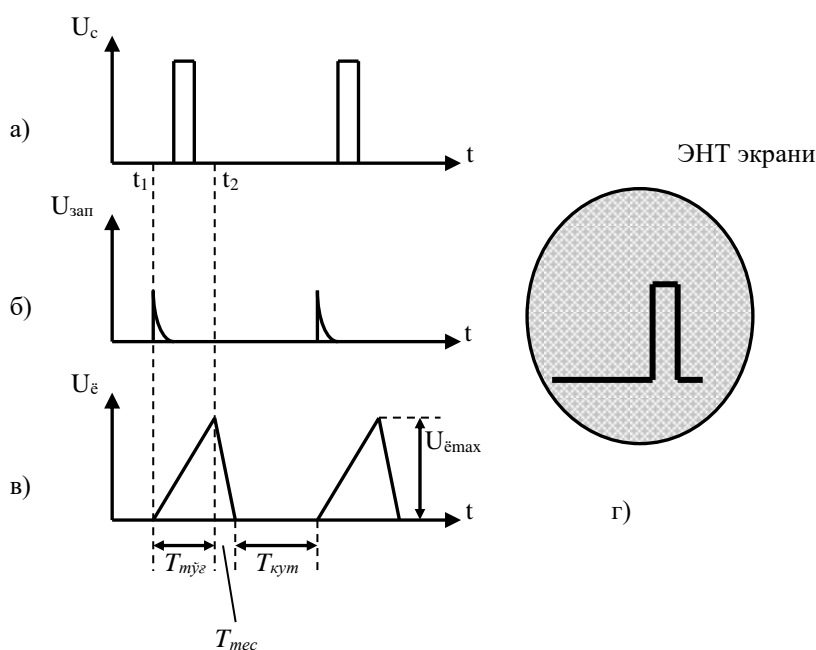


10.16-расм.

10.17-расмда кутувчи ёйишнинг ишлаш тамойили кўрсатилган. Сигналдан (10.17-а расм) ишга туширувчи сигналлар (10.17-б расм) шакллантирилади. Импульс келгунига қадар ёйиш генераторининг триггери тормозланган ҳолатда бўлади.  $t_1$  моментда триггер ишга тушади ва тўғри йўл бошланади.  $T_{\text{тўғр}}$  вақт ичида ёйиш кучланиши 0 дан  $U_{\text{ёмак}}$  гача ўсади (10.17-в расм), кейин  $t_2$  моментда тескари йўл бошланади.  $T_{\text{кут}}$  оралиқида ёйиш генератори навбатдаги ишга тушириш импульсини «кутиб» тормозланган ҳолатда бўлади.

Ёювчи нур ЭНТ экранида  $T_{\text{тўғр}}$  вақт ичида горизонтал бўйича тўла ўлчамга оғади. Импульс осциллограммаси экраннинг анча қисмини эгаллайди ва кузатиш учун қулайдир.

10.17-а, б-расмлардан кўриниб турибдики, кутувчи ёйишда ишга туширувчи импульс  $t_1$  моментда, яъни тадқиқ қилинаётган сигналнинг келишидан олдин пайдо бўлиши керак. Амалиётда ишга туширувчи импульс  $U_{\text{и.т.}}$  нинг керакли ўзишига тадқиқ қилинаётган сигналнинг секинлаштирилиши билан эришилади, бунинг учун вертикал оғдириш канали таркибига секинлаштириш линияси киритилади (10.8-расм). 10.8-расмдан кўриниб турганидек, сигнал шакллантиргичга секинлаштириш линиясига киришидан олдин ажратиб олинади ва, демак, тадқиқ қилинаётган сигналдан бирор вақтга ўзади.



10.17-расм.

## 10.6 Осциллограф калибраторлари

Осциллографлар фақат электр сигналларни кузатиш учун эмас, балки уларнинг параметрларини ўлчаш учун ҳам кенг фойдаланилади. Осциллографик ўлчамларнинг аниқлигини оширишнинг турли усуллари мавжуд, бироқ калибрланган оғиш усули энг истиқболлидир. Чизиқли ёйиш бўлганида горизонтал ўқ вақт ўқи, вертикал ўқ эса кучланишлар ўқи бўлади. Айтайлик, ёйиш идеал чизиқли ва нурнинг горизонтал ҳаракатланиш тезлиги маълум бўлсин. У ҳолда вақт оралиқини ўлчаш (масалан, импульс давомийлигини) масаласи осциллограмманинг бизни қизиқтираётган горизонтал қисмининг чизиқли ўлчамини ўлчаш ва ҳосил бўлган сонни ёйиш тезлигига бўлишга келтирилади. Вақт оралиқини ўлчаш нуқтаи назаридан ёйиш ростлагичининг шкаласини нурнинг оғиш тезлигини бирликларида даражалаш қулайдир. Кейинги вақтда, одатда, тезликка тескари катталиқ

$$K_{\Gamma} = T_{\text{тўғ}}/l_{\Gamma} \quad (10.17)$$

дан фойдаланилмоқда ва уни ёйиш коэффиценти деб аталмоқда, бу ерда  $l_{\Gamma}$  – горизонтал ўқнинг тўғри йўл давомийлиги -  $T_{\text{тўғ}}$  га мос келадиган кесмаси узунлиги. Ёйиш коэффиценти ўлчами турли диапазонларда: mks/sm, ms/sm ёки s/sm. Вақт оралиқи осциллограмма керакли қисмининг ўлчамини ёйиш коэффицентига кўпайтириш билан топилади. Ҳозирги замон осциллографларида калибрланган коэффицент  $K_{\Gamma}$  ни ўзгартириш учун ўзгартириш карралиги 0,25; 0,5; 1; 2; 5 марта бўлган поғонали переключател ёрдамида амалга оширилади. Равон ростланиш  $K_{\Gamma}$  нинг қўшни калибрланган поғоналар орасидаги исталган қийматларини ўрнатиш имконини беради. Шунга ўхшаш, осциллографнинг вертикал ўқининг тавсифи учун оғиш коэффиценти

$$K_{\text{в}} = U_{\text{кир}}/l_{\text{в}}, \quad (10.18)$$

бу ерда  $U_{\text{кир}}$  – осциллографнинг  $Y$  киришига бериладиган сигнал амплитудаси,  $l_{\text{в}}$  – нурнинг вертикал йўналишда  $U_{\text{кир}}$  қийматга мос оғиши. Оғиш коэффиценти кучланиш бирликларининг узунлик бирликларига ёки осциллограф экранидаги шкаланинг бўлимларига тақсимлангани билан ифодаланади (V/sm; mV/sm; V/bol.; MV/bol.). Оғиш коэффицентини 1,2 ва 5 га каррали поғоналар билан ўлчанади. Равон ростланиши оғиш коэффицентининг иккита калибрланган поғона орасидаги исталган калибрланмаган



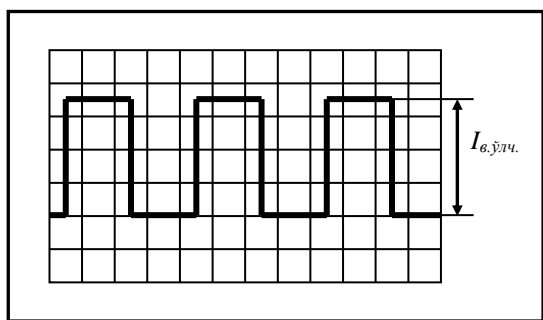
қийматини ўрнатишга имкон беради. Баъзан осциллографларни оғиш коэффициентига тескари бўлган ва канал  $Y$  нинг сезгирлиги деб аталадиган катталик билан тавсифланади. Бунинг қулайлиги камроқ, чунки ўлчанаётган кучланишни аниқлаш учун бўлиш операциясидан фойдаланишга тўғри келади.

Оғиш ва ёйиш коэффициентлари бироз хатолик билан ўрнатилади. Осциллографни ишлатиш жараёнида кучланишлар ва вақт оралиқларини ўлчаш аниқлигини таъминлаш учун  $X$  ва  $Y$  каналларни созлаш зарур бўлади. Бунинг учун осциллографлар таркибига эталон сигналлар манбалари бўлган амплитуда ва давомийлик калибраторлари киритилади. Унинг калибрлаш сигнали – симметрик тўғри бурчакли импульслар (меандр) бўлиб, амплитуда ва давомийликни калибрлашни битта сигнал билан бажариш мумкин. Бу импульсларнинг эталон қулочидан калибрлаш кучланиши сифатида, такрорланиш давридан эса калибрлаш оралиқи сифатида фойдаланилади.

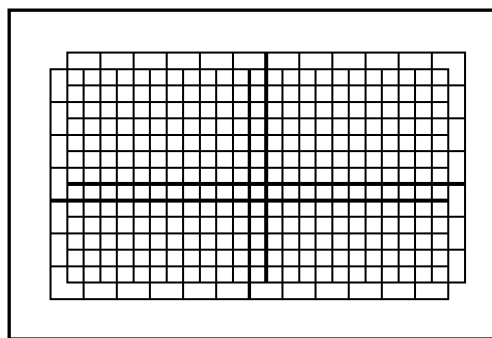
Калибрлаш кучланишини шакллантириш учун бошланғич сигнал манбаси бўлиб, синусоидал сигналларнинг юқори стабил генератори хизмат қилади. Бу сигналлардан симметрик тўғри бурчакли импульслар шакллантирилади. Амплитудалар калибраторининг максимал хатолиги одатда 1...3% ни ташкил этади. Оғиш коэффициентини калибрлаш жараёни калибрлаш сигнали осциллограммасининг кучланишнинг минимал ва максимал даражаларига мос участкаларини масштаб тўри чизиқлари билан устма-уст туширишдан иборат (10.18-расм). Бунда (10.18) га асосан  $l_B = U_{\text{кир}}/K_B \cdot U_{\text{кир}}$  (калибратор кучланиши) ва экспериментатор ўрнатган  $K_B$  лар маълум бўлганлиги учун ҳисоблаб топилган  $l_{B \text{ хис}}$  ва ўлчанган  $l_{B \text{ ўлч}}$  ни таққослаш мумкин. Агар  $l_{B \text{ хис}} \neq l_{B \text{ ўлч}}$  бўлса, калибрлашни бажариш лозим, бу канални кучайтириш коэффициентини махсус созлаш органи орқали ўзгартириш билан амалга оширилади.

**Кучланиш ва вақт оралиқларини ўлчашда юзага келадиган хатоликлар.** Осциллограмманинг чизиқли ўлчамларини ўзгартириш осциллограмма участкаларини устма-уст тушириш ва кўрсатишларни олишни назарда тутади. Шу сабабли калибрлаш учун устма-уст тушириш ва санок хатоликлари хосдир. Одатда, устма-уст тушириш хатолиги 0,15...0,2 mm дан кам эмас, санок хатолиги эса 0,3 mm.

Устма-уст туширишнинг кўрсатилган қиймати параллаксиз шкала деб номланадиган шкалага мос келади. Одатда, экран шкаласи люминесцент қатламдан 4...5 mm узоқликда бўлади. Бу ҳолда осциллограммани бирор бурчак остида кузатишда параллакс туфайли хатолик юзага келади, у одатда, 1% ни ташкил этади. Бу хатоликни йўқотиш учун замонавий ЭНТларда шкалани экран ойнасининг ички томонига чизилади ёки параллаксиз шкалалар тайёрланади, уларнинг чизиқлари шаффоф материалнинг икки томонида бир-бирига қарама-қарши жойлашган. Тўғри бурчак остида қаралганида шкаланинг икки томондан чизилган чизиқлари бир-бири билан устма-уст тушган бўлади. Қараш бурчаги нотўғри бўлганида параллакс туфайли тасвирнинг иккига ажралиши юзага келади, бу 10.19-расмда кўрсатилган. Ундаги тасвир кузатиш чизиғи экран сиртига перпендикулярдан ўнгга ва юқорига оғган ҳолга мос келади.



10.18-расм.

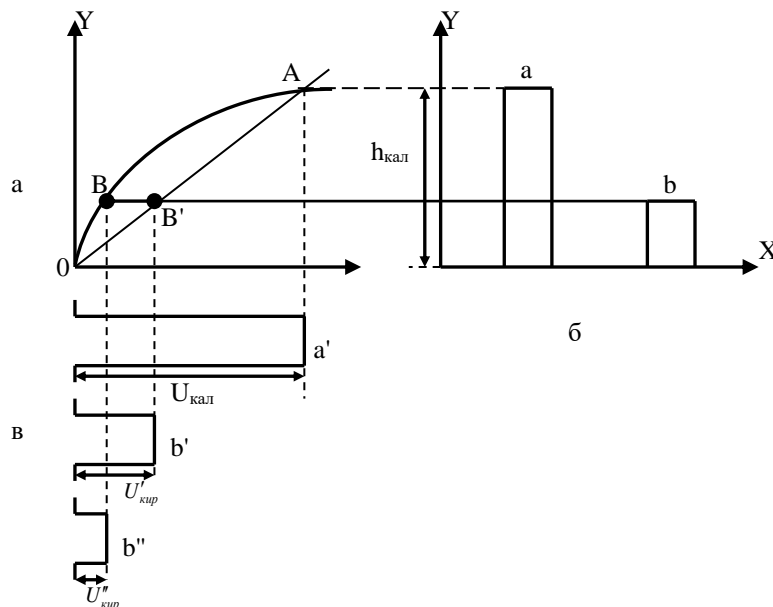


10.19-расм.

Горизонтал ўқ калибрланганда калибратор сигналининг даври ва ўрнатилган ёйиш коэффициенти маълум. Ёйиш генераторини созлаш учун осциллографларда махсус ростлаш кўзда тутилган. Кучланишларни ва вақт оралиқларини ўлчаш хатолиги аниқлиги чизиқли ўлчамларни устма-уст тушириш ва санашдаги аниқмасликлар билангина чекланмайди.

Унга канал  $Y$  амплитудавий тавсифининг ва ёювчи кучланишнинг ночизиқлилиги жиддий таъсир кўрсатади. Канал  $Y$  ночизиқлилигининг кучланишни ўлчаш аниқлигига таъсири 10.20-расмда тушунтирилган. Каналнинг амплитудавий тавсифи (10.20-а расм) нурнинг  $Y$  ўқ бўйлаб оғишининг кириш қисқичларидаги кучланиш  $U_{\text{кир}}$  га боғлиқлигини ифодалайди. Реал амплитудавий тавсиф  $OBA$  ночизиқлидир. Унинг ёнида идеаллаштирилган амплитудавий тавсиф  $OB'A$  жойлашган. Айтайлик, кириш  $Y$  га

калибратордан эталон кучланиши ( $a'$  импульс) берилган бўлсин (10.20-в расм). Икки ҳол бўлиши мумкин. Биринчи ҳолда, оғдириш коэффиценти ростлагич шкаласи бўйича ўрнатилган коэффицентга мос бўлганда экранда калибрланган оғиш  $h_{\text{кал}}$  ни ҳосил қиламиз (10.20-б расмда  $a$  осциллограмма). Иккинчи ҳолда ҳосил қилинган осциллограмманинг баландлиги  $h_{\text{кал}}$  га мос бўлмайди (10.20-б расмдаги  $b$  осциллограмма) ва кучайтиргичнинг кучайтириш коэффицентини ўзгартириш билан созлаш зарур. Охирги натижада кириш кучланиши  $U_{\text{кир}}$  ва  $h_{\text{кал}}$  иккала ҳолда ҳам бир хиллиги сабабли  $A$  нукта (унинг координаталари  $U_{\text{кал}}, h_{\text{кал}}$ ) бир вақтда реал ва идеаллаштирилган амплитудавий характеристикаларга тегишли бўлади.



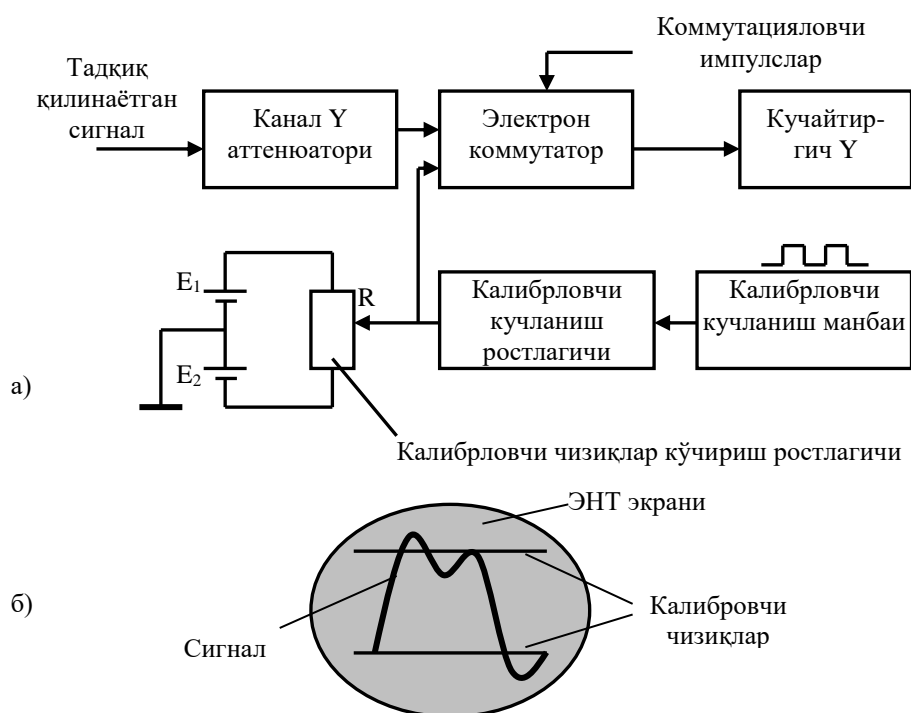
10.20-расм.

Шундай қилиб, амплитудавий характеристика анча катта нозизиқлилиқка эга, бироқ ўқнинг калибрланиши формал бажарилган бўлади ва оғдириш коэффиценти номинал коэффицентга мос бўлади. Энди агар осциллограмма  $b$  га мос кучланишни осциллограмма ўлчамини оғдириш коэффицентига кўпайтириб, аниқласак,  $U'_{\text{кир}}$  (осциллограмма  $b'$ )ни ҳосил қиламиз. Аслида тавсифнинг нозизиқлилиги сабабли осциллограмма  $b$  (10.20-б расм)  $U''_{\text{кир}}$  кучланиш билан яратилган бўлади. Ўлчашнинг тавсифнинг амплитудавий нозизиқлилиги билан боғлиқ абсолют хатолиги кучланишнинг ўлчанган ва ҳақиқий қийматлари айирмаси билан, яъни  $\Delta = U'_{\text{кир}} - U''_{\text{кир}}$  билан, нисбий хатолик эса  $d = (U'_{\text{кир}} -$

$U''_{кир})/U''_{кир}$  нисбат билан аниқланади. Бу тизимли хатоликдир, бироқ уни ҳисобга олиш қийин бўлади, чунки асбобнинг турли нусхалари учун у турлича бўлади.

Осциллографларни яшаш амалиётининг кўрсатишича, канал  $Y$  нинг амплитудавий тавсифининг нозизиқчилиги 5% га тенг бўлганида кучланишни ўлчашдаги нисбий хатолик 2...3% ни ташкил этади.

Кучланишни ўлчашнинг турли факторлар йиғиндисига боғлиқ бўлган умумий хатолигини аниқлашни энди кўриб чиқамиз.

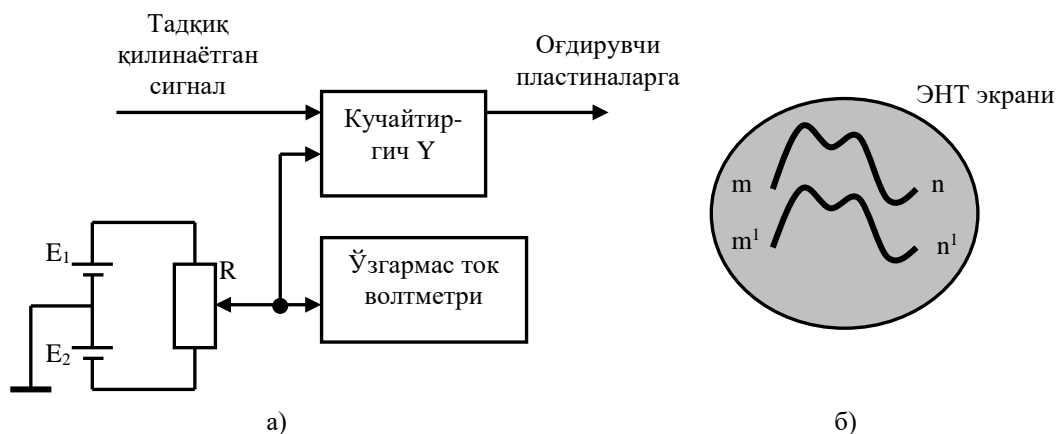


10.21-расм.

**Хатоликларни камайтириш усуллари.** Кучланишни ўлчаш аниқлигини ошириш учун мураккаброқ асбобларда тадқиқ қилинаётган сигнал кучланишини калибрланган сигнал кучланиши билан таққослаш усулидан фойдаланилади. Бу ҳолда калибратор кучланиши етарлича юқори аниқликда ўрнатилиши мумкин бўладиган сигнал ишлаб чиқарилиши керак. Усулнинг моҳияти 10.21-расмда кўрсатилган. Калибровчи кучланиш (меандр) ўрнатилган кучланиш саноғини олиш мумкин бўлган шкала билан таъминланган ростлагичга келади. Калибровчи кучланишга потенциометр  $R$  нинг жилгичидан олинadиган ўзгармас кучланиш қўшилади.  $E_1$  ва  $E_2$  манбаларнинг мавжудлиги туфайли  $R$  дан олинadиган ўзгармас ташкил этувчи мусбат ҳам, манфий ҳам

бўлиши мумкин. Коммутацияловчи импульслар билан бошқариладиган электрон коммутатор кучайтиргич  $Y$  га навбати билан бир гал ўлчанаётган сигнални, иккинчи гал калибрловчи кучланишни улайди. Коммутацияловчи ва калибрловчи импульсларнинг давомийликлари орасида маълум бир муносабат мавжуд бўлганида экранда калибрловчи нишонлар ҳосил бўлади (10.21-б расм). Потенциометр  $R$  уларни юқори ёки пастга кўчириш, калибрловчи кучланиш ростлагичи эса улар орасидаги масофани ўзгартириш имконини беради. Шкала ростлагичдан фойдаланиб калибрловчи нишонларни (чизикларни) осциллограмма билан устма-уст тушириш мумкин. Улаш натижаси калибрловчи кучланиш ростлагичининг шкаласи бўйича аниқланади.

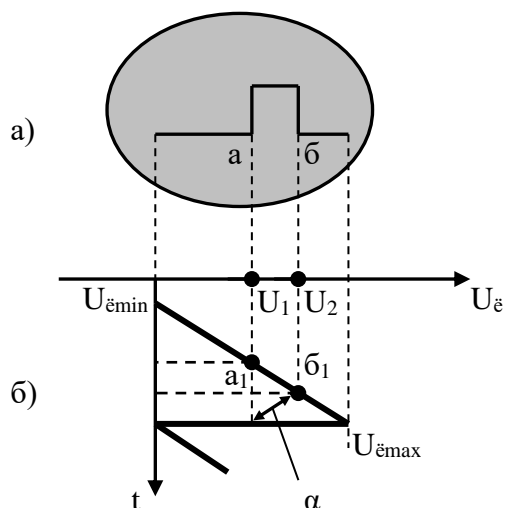
Ночизиклилик таъсирини бартараф этиш учун компенсацион усулдан ҳам фойдаланилади. Унинг моҳияти 10.22-расмда тушунтирилган. Кучайтиргич  $Y$  киришига тадқиқ қилинаётган сигналдан ташқари потенциометр  $R$  жилгичидан ўзгармас кучланиш келади. Агар кучайтиргич  $Y$  ўзгармас ташкил этувчини ўтказса, у ҳолда  $R$  дан олинадиган кучланишнинг ўзгариши осциллограммани вертикал йўналишда кўчишига олиб келади. Осциллограммани, масалан, унинг юқори қисми  $mn$  чизик билан устма-уст тушадиган қилиб пастга кўчириб (10.22-б расм), ўзгармас кучланишнинг ўзгаришини ўзгармас ток вольтметри ёрдамида қайд этамиз.



10.22-расм.

10.22-б расмда кўриниб турганидек, осциллограмманинг вертикал ўлчами  $mn$  ва  $m'n'$  чизиклар орасидаги масофага тенг. Шундай қилиб, вольтметр шкаласидан олинган кучланиш сигнал қулочига тенг.

Таққослаш усули, шунингдек, вақт оралиқларини ўлчаш



10.23-расм.

аниқлигини ошириш учун ҳам фойдаланилади. Бу усулнинг моҳияти аррасимон ёйиш кучланишининг осциллограмма ўлчанаётган участкасининг боши ва охирига мос келадиган оний қийматлари айирмасини таянч кучланиш билан қиёслашдан иборат.

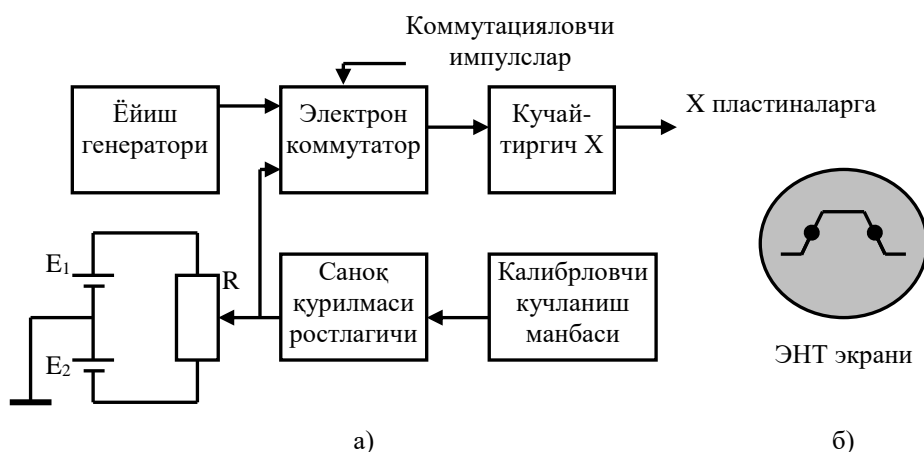
10.23-расмдан кўриниб турганидек, нурнинг горизонтал йўналишда тўла оғишига ёйиш кучланишининг  $U_{\text{e min}}$  дан  $U_{\text{e max}}$  гача ўзгариши мос келади. Осцил-

лограмманинг  $ab$  участкасига ёйиш кучланишининг  $\Delta U = U_2 - U_1$  ўзгариши мос келади.  $\Delta U$  нинг қиймати маълум бўлганида импульснинг ўлчанаётган давомийлиги  $\Delta t = t_2 - t_1 = \Delta t / \text{tg} \alpha$  сифатида аниқланиши мумкин.  $\text{tg} \alpha = S$  – аррасимон тебраниш тиклиги бўлганлиги сабабли  $\Delta t = (U_2 - U_1) / S$ .  $S$  нинг қиймати маълум бўлганлиги учун вақт оралиқини ўлчаш  $\Delta U = U_2 - U_1$  айирмани аниқлашга келтирилади.

10.24-расмда вақт оралиқини юқорида тавсифланган ўлчаш усулига асосланган асбобнинг тузилиш схемаси келтирилган. Электрон коммутаторга аррасимон ёйиш кучланиши ва калибрловчи сигнал келади. Калибрловчи сигнал манбаси меандр ишлаб чиқаради.

Кучланиш санок қурилмаси бор ростлагич билан ўрнатилади. Шундай қилиб, ЭНТ нинг пластиналари  $X$  га навбатма-навбат ёйиш кучланиши ва калибрловчи сигнал келади. Калибрловчи сигнал экранда иккита ёрқин белги (нуқта) ҳосил қилади. Бу калибрловчи импульслар фронтининг жуда қисқалиги, нурнинг горизонтал йўналишда кўчиш тезлиги жуда катталиги ва ёйиш чизиғи сезиларсизлиги билан тушунтирилади. Импульсларнинг ясси учларини тиклашда нур ўз ўрнида қолади ва экранда ёрқин нуқта ҳосил бўлади. Нуқталар орасидаги масофани калибрловчи кучланиш қулочини ўзгартириш билан ўзгартириш мумкин, горизонтал ўқдаги нуқталарнинг ҳолатини потенциометр  $R$

жилгичидан олинадиган ўзгармас ташкил этувчини киритиш билан ўзгартириш мумкин (10.24-а расм).

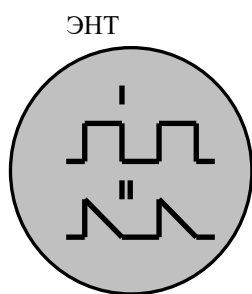


10.24-расм.

Аниқ ўлчашлар учун давомийлиги ўлчанаётган вақт оралиқига эквивалент бўлган тўғри бурчакли шаклдаги импульсларни ҳам шакллантирилади. ЭНТ экранида тадқиқ қилинаётган сигналдан ташқари ўлчаш сигналининг тасвирини ҳам ҳосил қилинади, унинг fronti ва қирқимини осциллограмманинг ўлчанаётган участкаси чегаралари билан устма-уст туширилади. Ўлчаш импульсининг параметрларини осциллограф ичига ўрнатилган вақт оралиқларини электрон-санокли ўлчагич билан аниқланади. Мазкур усулнинг хатолиги ўлчаш импульсининг fronti ва қирқимини осциллограмманинг ўлчанаётган участкаси чегаралари билан устма-уст тушириш хатоликларидан ва вақт оралиқларини электрон санокли ўлчагич хатолигидан жамланиб ҳосил бўлади.

## 10.7 Кўп нурли осциллографлар

Кўп нурли осциллографлар битта экранда бир неча нурни бир вақтда кузатиш учун мўлжалланган. Бир вақтда иккита сигнални кузатиш имконини берадиган асбоблар энг кўп тарқалган (10.25-расм). Бу ерда осциллограмма I тадқиқ қилинаётган занжирнинг киришига келаётган сигнални, осциллограмма II эса чиқишида олинаётган сигнални тасвирлайди. Мазкур тасвирни ҳосил қилиш учун икки нурли ЭНТ дан фойдаланилади, у умумий колба ичида жойлашган иккита электрон тўпга эга бўлиб, улар ўзларининг вертикал ва горизонтал оғдирувчи пластиналарни фокуслаш тизимларига эга.



10.25-расм.

Одатда, иккала нурни ёйиш умумий генератор ва кучайтиргич  $X$  орқали амалга оширилади, бу эса иккала сигнални ягона вақт масштабида акс эттириш имконини беради. Ягона вақт масштаби кучланишларнинг оний қийматларини қиёслаш, вақтга оид муносабатларни аниқлаш, фазавий силжишни ўлчаш имконини беради ва ҳ.к.

Икки нурли осциллографнинг соддалаштирилган тузилиш схемасидан кўриниб турибдики (10.26-расм), ЭНТ нинг иккита нурини бошқариш иккита идентик (бир хил) каналлар  $Y_1$  ва  $Y_2$  ёрдамида бажарилади ва улар одатдаги осциллографларнинг вертикал оғдириш каналлари эга бўлган ўша элементларга эга. Даврий ёйишни синхронлаш ва кутувчи ёйишни ишга туширишни иккала каналнинг кучайтиргичларидан олинган сигнал орқали амалга ошириш кўзда тутилган.

Бу асбобда қўлланилаётган ЭНТ нинг ўзига хос хусусияти ёйишнинг тескари йўли вақтида нурни махсус блокирловчи пластиналар ёрдамида ўчиришдан иборат. Мухосараловчи пластиналарга тушаётган нурнинг ёрқинлигини бошқариш қурилмасидан импульслар берилганида иккала электрон тўпнинг нурлари четга кескин оғади ва экранга тушмайди.

Бундан катта сондаги нурли ЭНТ лар ҳам яратилган.

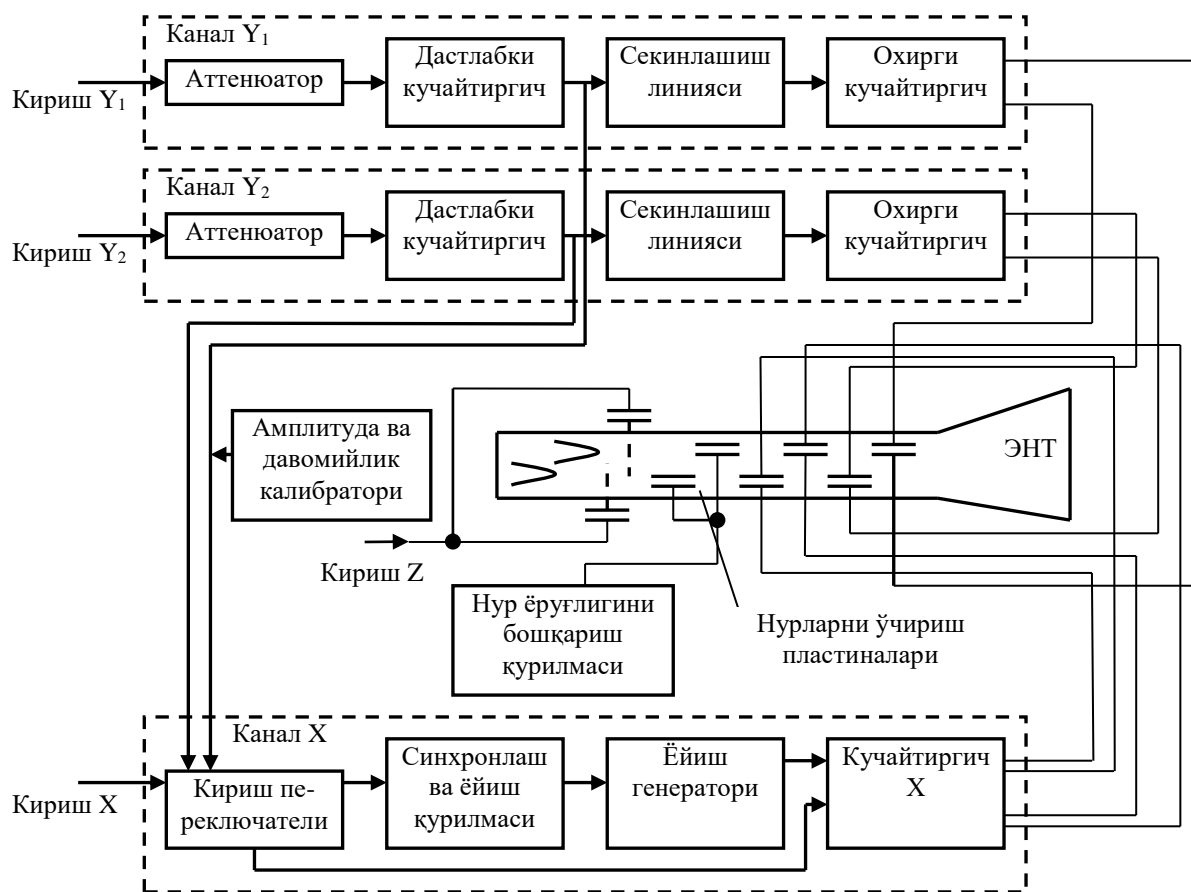
Сигналларни иккита идентик каналнинг киришлари  $Y_1$  ва  $Y_2$  га берилади. Каналлар чиқишидан сигналлар ёйиш генераторида шаклланган импульслар билан бошқариладиган электрон коммутаторга келади. Коммутатор ушбу режимлардан бирида ишлаши мумкин: I; II; I + II; *Узиш*; *Навбати билан*.

I ва II режимларда ЭНТ экранида фақат битта сигнал, мос равишда канал  $Y_1$  ёки канал  $Y_2$  дан қайта тикланади. I+II режимда иккита сигналнинг йиғиндиси ёки айирмасини тадқиқ қилиш ва, шунингдек, бир каналга ўзгармас кучланишни бериб, иккинчи каналнинг ўзгармас ташкил этувчисини компенсациялаш мумкин. *Узиш* режимида сигналлар 100 kHz частота билан қайта уланади, *Навбати билан* режимида эса ҳар бир ёйиш циклидан кейин шундай қилинади. Иккита сигналнинг вертикал йўналишда силжитилиши (10.25-расмда кўрсатилганидек) коммутаторга  $Y_1$  ва



$Y_2$  каналларнинг кучайтиргичларидан келадиган сигналларнинг ўзгармас ташкил этувчиларини танлаш билан амалга оширилади.

Икки нузли осциллографлардан фарқли ўлароқ, сигналлар коммутацияланадиган ва одатдаги ЭНТ га эга бўлган бу асбоб икки каналли осциллограф деб аталади.



10.26-расм.

## 10.8 Стробоскопик осциллографлар

Нано- ва пикосекундли давомийликдаги импульсли жараёнлар сигналларини, шунингдек, ЎЮЧ гармоник тебранишларини осциллографлашда бир қатор ўзига хос хусусиятлар юзага чиқади, булардан энг асосийси фавқулудда кенг частоталар полосасига боғлиқ равишда электрон кучайтиргичлар конструкциясининг мураккаблигидир. Ҳозирги вақтда ўтказиш полосаси 0 дан 350 МГц гача бўлган  $Y$  канал кучайтиргичларига эга асбоблар яратилган.

Бошқа хусусиятлар қуйидагилардан иборат:

– конструкциясининг кераксиз резонансларни ва қисқа импульслар шаклининг бузилишини юзага келтирадиган назорат

элементларининг (оғдирувчи пластиналар сиғимларининг, сигналларни келтирадиган симлар индуктивлигининг) муҳим таъсири;

– электронлар учиб ўтиш чекли вақтининг таъсири: агар тадқиқ қилинаётган сигнал даври учиб ўтиш вақти билан ўлчовдош бўлса (бу 100 MHz дан юқори частоталарда ўринли бўлади), оғиш бўйича сезгирлик камаяди; агар учиб ўтиш вақти оғдирувчи кучланишнинг бутун сонли даврларига тенг бўлса, нур умуман оғмайди;

– электрон нурнинг ЭНТ экранига нисбатан ҳаракатланиш тезлиги ортиши билан ёруғланиш ёрқинлигининг кучли камайиши;

– тадқиқ қилинаётган сигнал частотасининг ортиши билан ёйиш тезлигига қўйиладиган талабларнинг кескин ортиши. Масалан, 1 GHz частотали синусоидал сигналнинг битта даврининг эни 7 см бўлган осциллограммасини ҳосил қилиш учун 70000 km/s ёйиш тезлиги зарур бўлади.

Буларнинг ҳаммаси тезкор ЭНТларни яратиш хусусиятларини белгилаб берди. Хусусан, тезкор ЭНТларнинг оғдирувчи пластиналари чиқишларини пластиналар билан бевосита яқинликда (шиша орқали) кавшарланади. Бу пластиналар чиқишларининг индуктивликлари ва сиғимларини пластиналари чиқишлари умумий цокол орқали қилинган одатдаги ЭНТ ларга солиштирилганда анча камайтиради. Осциллографнинг охирги кучайтиргичлари каскадларини пластиналар чиқишлари яқинида жойлаштирилади.

Электронлар чекли учиб ўтиш вақтининг ЭНТ сезгирлигига таъсиридан анча катта даражада қутилишга имкон берувчи муҳим чора югурувчи тўлқинни оғдириш тизимини қўлланишдан иборат бўлиб, у ўзаро унча катта бўлмаган индуктивликлар орқали уланган қисқа пластиналар тўпламидан ташкил топган. Пластиналар орасидаги масофа  $z$  ўқи бўйлаб (экранга яқинлашгани сари) ортиб боради, бу оған электрон нурнинг пластиналарга тушишини бартараф этади. Бундай оғдирувчи тизим ўзгармаслари ғужланган узун линиядир. Агар кучайтиргичнинг чиқиш кучланишини линиянинг тўлқин қаршилигига мувофиқлаштириб, чиқишида мувофиқланган юклама уланса, у ҳолда сигнал линия бўйлаб қайтарилмасдан тарқалади.

Агар ҳар бир секциянинг секинлатиш вақти (бу ерда  $L$  – пластиналар жуфтлиги орасидаги сиғим) электронларнинг қўшни секциялар орасидан учиб ўтиш вақтига тенг бўлса, у ҳолда умумий

частотавий бузилишлар битта секциянинг узунлиги билан аниқланади. Оғиш бўйича умумий сезгирлик секциялар сонига пропорционалдир.

Экран ёруғланишининг етарли ёрқин бўлишини таъминлаш мақсадида тезлатувчи кучланишни ошириш лозим. Бироқ тезлатувчи кучланишни оддий ошириш (10.2)га асосан оғиш бўйича сезгирликнинг пасайишига олиб келади. Тезкор осциллографларда сигналларни ошириш ҳам мураккаб масала бўлганлиги сабабли бундай йўл қониқарсиздир. Шунинг учун нур оғдирувчи тизимдан ўтганидан сўнг электронларни тезлатишга асосланган кейинги тезлатишли тизимга эга бўлган ЭНТ дан фойдаланилади. Бунинг учун трубкада учта аноддан фойдаланилади ва уларнинг охиригисига 20 kV гача бўлган юқори кучланиш берилади. Ёруғланиш ёрқинлиги кўпаяди, чунки унинг қиймати тезлатувчи кучланиш квадратига пропорционалдир.

Тезкор осциллографлар кучайтиргичларида чегаравий частотаси 2,5 GHz гача бўлган транзисторлар қўлланилиб, уларнинг қувватига жиддий талаблар қўйилади. Бу фикрни тушунтириш керак, чунки нурни ЭНТ да оғдириш учун зарур бўлган энергия амалда нолга тенгдир. Кучайтиргичнинг ўтказиш полосаси қанчалик кенг бўлса, у ишлайдиган юкламанинг қаршилиги шунчалик кичик бўлиши лозим. Агар кучайтиргич тўлқин қаршилиги 150 Ом ли секцияланган оғдирувчи тизимга ишласа, у ҳолда 30 V ли кучланиш олиш учун 0,5 A ток зарур. Бу токни эса транзистор таъминлаши лозим бўлади.

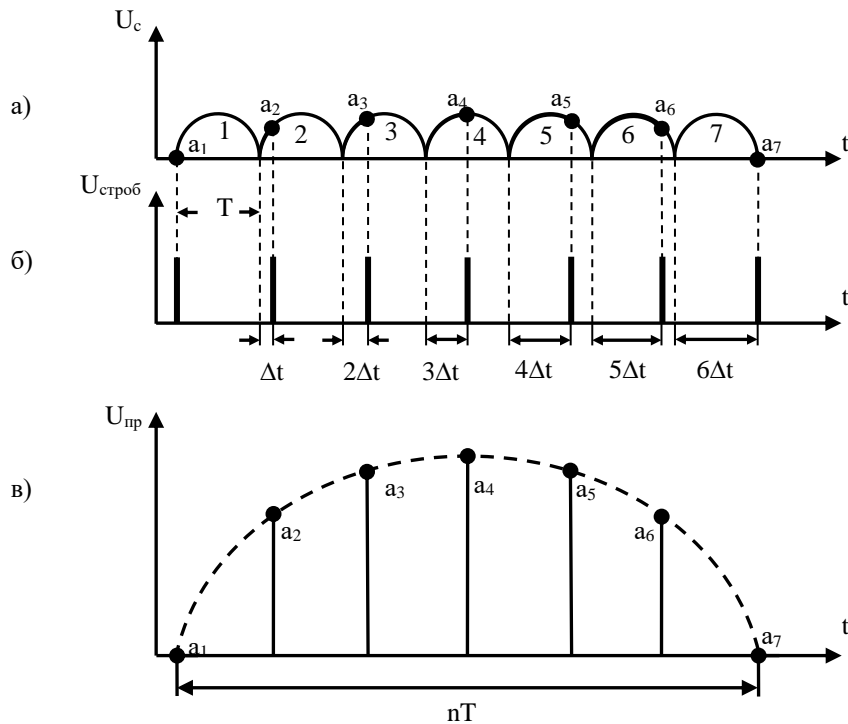
Нурнинг ҳаракат тезлигини ошириш учун тўғри йўл цикли анча қисқа бўлган аррасимон кучланиш шакллантирилиши лозим. (10.6) дан келиб чиқадики, конденсатор зарядида кучланишнинг ўсиш тезлиги RC-занжирнинг вақт доимийсига боғлиқ. Конденсаторнинг сиғими 40...50 pF дан камайиши мақсадга мувофиқ эмас, чунки бу ҳолда паразит сиғимлар муҳим рол ўйнай бошлайди ва ёйиш генератори сигналларининг параметрлари алмаштириладиган деталларга ва турли тасодифий факторларга боғлиқ бўлади. Бироқ  $C = 40...50$  pF/s да керакли ўсиш тезлигини етарлича катта, 0,4...0,6 A тартибидаги заряд токидагина таъминлаш мумкин, бу эса таъминот қурилмасини мураккаб-лаштиради, қувватли трансформаторлар қўлланилишини талаб этади ва ҳ.к. Қисқа тескари йўлни шакллантиришда ва синхронлашда жиддий қийинчилик юзага келади.

Тез кечадиган жараёнлар сигналларини осциллографлаш масаласи бошқача техник ечимга эга бўлиб, у махсус ЭНТ ларни ва бошқа мураккаб қурилмаларни қўлланиш заруратидан халос этади. Бу ечимнинг моҳияти тадқиқ қилинаётган сигнални вақт бўйича, масалан, стробоскопик усул билан трансформациялашдан иборат бўлиб, у сигналнинг шаклини ўзгартирмасдан, уни вақт бўйича «чўзиш» ва осциллограммасини олиш учун одатдаги (тезкормас) осциллографда фойдаланиш имконини беради.

Сигнални стробоскопик ўзгартириш тамойили 10.28-расмда кўрсатилган.  $T$  давр билан такрорланувчи бошланғич сигнал  $U_c$  билан қисқа стробловчи импульслар кетма-кетлиги  $U_{\text{строб}}$  амплитуда бўйича модуляцияланади (10.28-б расм).

Сигналнинг даври стробловчи импульсларнинг келиш давридан  $\Delta t$  вақтга кичик. Агар биринчи стробловчи импульс сигналнинг биринчи даври бошланиши билан устма-уст тушса (10.28-а расмдаги  $a_1$  нуқта), у ҳолда иккинчи стробловчи импульс давр бошланишига нисбатан  $\Delta t$  вақтга, учинчиси  $2\Delta t$  вақтга сурилган бўлади ва ҳ.к. Амплитудавий модуляциялаш натижасида шундай импульслар кетма-кетлиги  $U_c$  ни ҳосил қиламизки (10.28-в расм), унда ҳар бир импульс сигналнинг стробланаётган нуқтадаги кучланишга тенг қулочга эга бўлади. Масалан, стробловчи импульс 4 тадқиқ қилинаётган сигнал максимал қийматга эга бўлганида пайдо бўлади (10.28-а расмдаги  $a_4$  нуқта), бунга мос равишда тўртинчи модуляцияловчи сигналнинг қулочи  $a_4$  (10.28-б расм) максимал қийматга эга бўлади. Модуляцияланган импульслар учларининг ўрама эгри чизиғи штрихли чизиқ билан кўрсатилган. 10.28-а ва б расмларни қиёслашдан кўринадики, ўрама эгри чизиқ шакли бошланғич сигнал шаклини такрорлайди, бироқ унинг даври бошланғич сигнал давридан  $n$  марта ортиқдир. Сигнални вақт ичида трансформацияси ана шундай содир бўлади.

10.28-расмдан кўришиб турибдики, стробловчи сигналлар гўёки бошланғич сигналга нисбатан, ҳар бир циклда улардан  $\Delta t$  вақтга ўзиб, кўчади. Кўриб чиқилган мисолда еттита циклдан сўнг сўров сигнали  $U_c = 0$  га мос  $a_7$  нуқта билан устма-уст тушади ва жараён яна такрорланади.



10.28-расм.

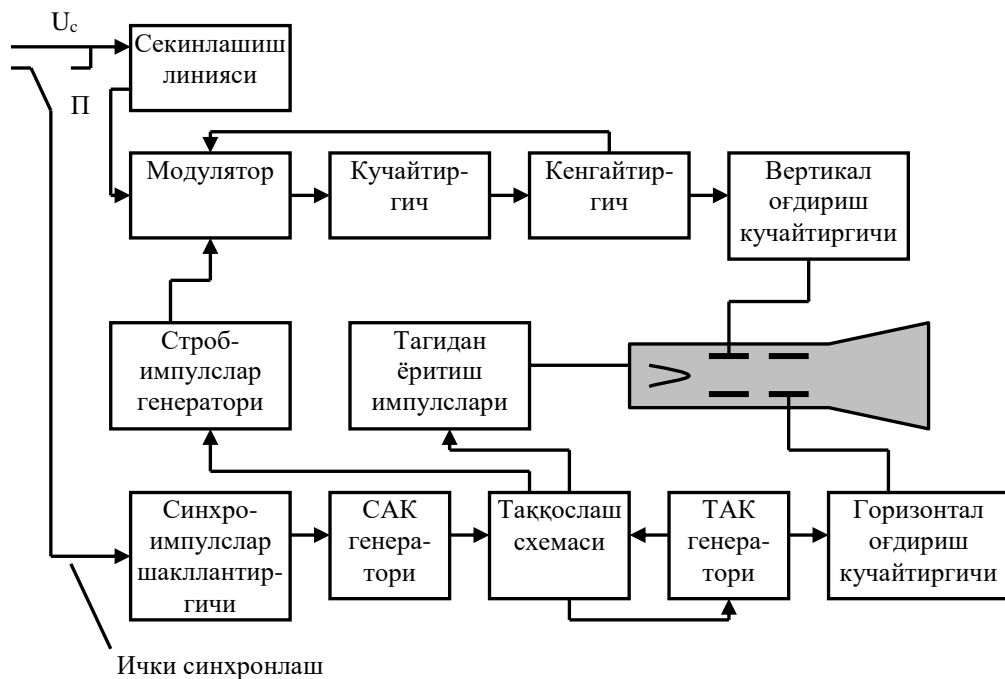
Шундай қилиб, бу мисолда  $n = 7$ .  $n$  нинг қиймати  $\Delta t$  нинг танланишига боғлиқлигини аниқлаш қийин эмас.  $\Delta t$  қанча кичик бўлса, бошланғич сигнал эгри чизиғида саноклар шунча кўпроқ жойлашади ва сигналнинг битта даврини ўзгартириш учун кўпроқ цикллар зарур бўлади.

$n$  сонни ушбу ошкор  $n = T/\Delta T$  муносабатдан аниқлаш мумкин. Шундай қилиб, сигналнинг вақт бўйича трансформацияланиши саноклар сони билан боғлиқ. Саноклар қанча кўп бўлса, сигнал вақт бўйича шунча кўпроқ чўзилади. Саноклар сонини ошириш бошланғич сигнални пухтароқ таҳлил қилиш имконини беради. Юқорида кўрилган мисолда содда бўлиши учун ўзгартириш жараёнини еттита санок ёрдамида кўрсатиш имконини берувчи равон ўзгарадиган сигнал махсус олинган. Амалиётда саноклар сони, айниқса, бошланғич сигнал мураккаб шаклга эга бўлганида ва унда кучланишнинг кескин ўзгаришлари мавжуд бўлганида, анча кўпдир. Бироқ саноклар сони керагидан ортиқча кўп бўладиган ҳоллар ҳам бўлиши мумкин. Масалан,  $f_c = 4 \text{ GHz}$  ва канал  $Y$  нинг ўтказиш полосаси  $1 \text{ MHz}$  га тенг бўлганида вақт масштабини зарурий трансформациялаш коэффициенти  $n = f_c/f_B = 4 \cdot 10^9 / 1 \cdot 10^6 = 4000$  ни ташкил этади. Шундай қилиб, тадқиқ қилинаётган

сигналнинг битта даврига 4000 та санок тўғри келади, бу эса ортикча кўпдир.

Санок нуқталари сонини оширмасдан, зарурий вақт бўйича ўзгартириш ҳосил қилишнинг содда усули мавжуд. У бошланғич сигналнинг бирор миқдордаги даврларини ўтказиб юборишдан иборат. Стробловчи импульсларнинг келиш оралиқини санашда стробловчи импульсларнинг битта келиш даврида сигналнинг бутун сондаги ( $k$ ) даврлари жойлашган қилиб ташланади. Масалан, биринчи санок  $a_1$  учун  $u_c$  сигналнинг 1-даврдан,  $a_2$  учун 11-даврдан, учинчиси  $a_3$  учун 21-даврдан, тўртинчи  $a_4$  учун 31-даврдан фойдаланиш мумкин ва ҳ.к. Вақт бўйича умумий трансформациялаш  $kn$  катталиқни ташкил этади. Кўриб чиқилган бу усул сигналнинг даврини керакли ўзгартиришни стробловчи импульслар келиш частотасини  $k$  марта камайтирилган ҳолда ҳосил қилишга имкон беради, бу эса стробоскопик осциллограф конструкциясини соддалаштиради.

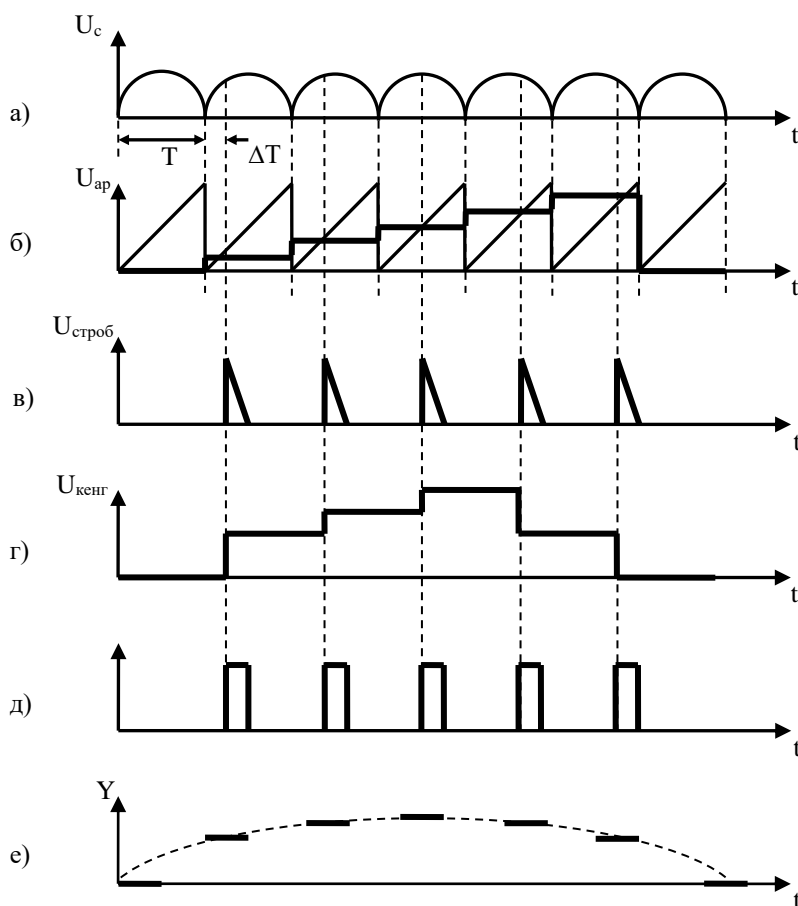
Стробоскопик асбобнинг тузилиш схемаси 7.29-расмда келтирилган. Керакли вақт бўйича силжитиш катталигига эга бўлган стробловчи сигналларни шакллантириш учун иккита аррасимон кучланиш генератори ва қиёслаш схемасидан фойдаланилади. Бир генератор «тез» аррасимон кучланиш (ТАК) ва иккинчиси «секин» аррасимон кучланишни (САК) шакллантиради.



10.29-расм.

САК генератори чиқишида кучланиш поғонали ўсиб боровчи кучланиш шаклида бўлади (10.30-б расм). Таққослаш схемаси ТАК ва САК нинг тенглик моментларида таққослаш схемаси қисқа ўткир учли импульслар ишлаб чиқаради (10.30-в расм). Бу импульслардан стробловчи импульслар генератори қисқа импульслар ишлаб чиқаради ва улар модуляторга келади. Кучайтирилган импульслар такрорланиш давригача кенгайтирилади. Ҳосил бўлган поғонали кучланиш (10.30-г расм) ЭНТ нинг горизонтал оғдирувчи пластиналарига узатилади.

Тасвир катта аниқликда бўлишига эришиш учун кенгайтирилган импульсларнинг ясси (текис) участкалари махсус қурилма томонидан шакллантириладиган махсус импульслар билан тагидан ёритилади ва ЭНТ катодига берилади. ЭНТ экранидаги тасвир 10.30-е расмда кўрсатилган. Стробловчи импульсларнинг такрорланиш частотаси етарлича катта бўлганида тасвир яқин жойлашган ёрқин нуқталар тўпламидан иборат бўлади. Нурни ёйиш САК генераторидан амалга оширилади.



10.30-расм.

## 10.9 Тажриба ўтказиш учун осциллограф турини аниқлаш

Тажриба ўтказиш учун осциллографнинг конкрет турини танлаш бўйича қарор қилишда унинг техник ва метрологик тавсифлари асос қилиб олинади. Аммо асбобнинг паспортидаги бу маълумотларни билиш осциллограмма бузилишининг характери ва даражаси ҳақида ҳар доим ҳам равшан тасаввур беравермайди. Масалан, айтайлик, учбурчакли шаклдаги импульсларни тадқиқ қилиш лозим бўлсин. Осциллографга қўшиб берилган тавсифномасида канал  $Y$  нинг параметрлари қийматлари, унинг ўтказиш полосаси ва ўтиш тавсифи кўрсатилган. Бироқ берилган шакл ва давомийликдаги учбурчак импульсни бузилмаган ҳолда тиклаш учун улар қандай бўлиши кераклиги тушунарли эмас.

Осциллографни танлашдан олдин ўлчаш масаласини ўрганиш лозим. Бунда сигналнинг характери: гармоник ёки импульсли эканлиги, унинг спектри кенглиги, чегаравий частоталари, ўсиш ва камайиш (тушиш), ўтказишга мойиллиги, кучланиш амплитудаси ва ш.ў. ўрганилади. Осциллограф уланадиган объектнинг тадқиқ қилинадиган занжири параметрлари: қаршилигининг актив ва реактив ташкил этувчилари, кучланишнинг ўзгармас ташкил этувчисининг мансублиги ва қиймати баҳоланади. Ўлчаш масаласини ўрганиш асосида осциллограф параметрларига ва тавсифларига қўйиладиган талаблар таърифланади ва осциллограф танланади.

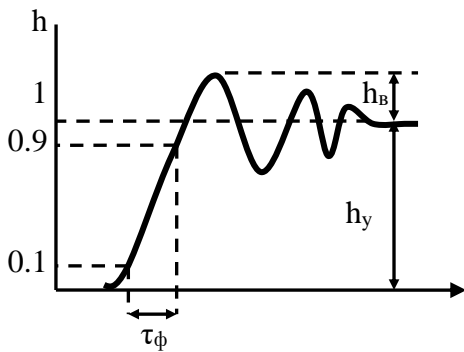
**Осциллографнинг электр тавсифлари ва параметрлари.** Осциллограф кўп сонли параметрлар билан тавсифланади. Булар жумласига:  $X$ ,  $Y$  ва  $Z$  каналлар параметрлари, ЭНТ параметрлари, амплитуда ва давомийлик калибраторлари параметрлари ҳосдир. Сигнал шакли бузилишининг асосий сабаби осциллографнинг  $Y$  канали киритадиган чизикли ва ночизикли бузилишидир.

Осциллографнинг амплитуда-частота тавсифи (АЧХ)нинг меъёрланадиган параметрлари қуйидагилардан иборат:

а) ўтказиш полосаси – шундай частоталар диапозоники, унинг чегараларида АЧХ пасайиши таянч частотадаги қийматга нисбатан 3 дВ дан ортиқ бўлмайди; б) номинал диапозон – шундай частоталар диапозоники, унинг чегараларида АЧХ нотекислиги оғиш коэффициентини ўрнатиш хатолигидан ортиқ бўлмайди; в) таянч частота – шундай частотаки, унда АЧХ пасайиши бўлмайди.



АЧХ пасайиши децибел ҳисобида  $A = 20\lg(h_{f_{\text{таянч}}}/h_{f_{\text{ўлч}}})$  формула бўйича аниқланади, бу ерда  $h_{f_{\text{таянч}}}$ ,  $h_{f_{\text{ўлч}}}$  – таянч ва ўлчанаётган частоталардаги осциллограмманинг вертикал ўлчамлари.



Расм 10.31.

Чизиқли бузилишларни баҳолаш учун  $Y$  канал ўтказиш полосасининг пастки ( $f_{\text{п}}$ ) ва юқори ( $f_{\text{ю}}$ ) чегаравий частоталарини билиш зарур.  $f_{\text{п}}$  частота катта давомийликдаги импульслар горизонтал участкаларининг бузилишларини,  $f_{\text{ю}}$  частота эса сигналнинг тез

камайишини бузилишларини аниқлайди.

Импульсли сигналлар бузилишларини баҳолашда ўтиш тависфи (ЎТ)дан фойдаланиш қулайдир. Осциллографда канал  $Y$  нинг ЎТ си уни шаходатлашда осциллограмманинг киришига кучланиш камайиши берилганида ЭНТ экрандаги осциллограмма бўйича баҳоланади (10.31-расм).

Одатда қуйидагилар меъёрланади: а) ўсиш вақти – вақт оралиқи бўлиб, унинг давомида ЎТ ўрнатилган қийматидан 0,1 дан то 0,9 қисмигача ўсади;

б) сакраш (отилиш) – ЎТ нинг ўрнатилган қийматидан ортик қисми. Сакрашнинг сон қиймати процентларда ифодаланади:

$$\delta_{\text{сакр}} = (h_{\text{ю}}/h_{\text{у}})100\%. \quad (10.19)$$

ЎТ нинг сакраш қиймати АЧХ шакли билан боғлиқ. Минимал ўсиш вақтини минимал сакрашда олишга имкон берадиган оптимал АЧХ бу Гаусс эгри чизиғига яқинлашуви АЧХ дир:

$$A(f) = \exp[-0,35(f/f_{\text{ю}})]. \quad (10.20)$$

Осциллографнинг меъёрландиган параметри канал  $Y$  оғдириш коэффицентининг калибрланган қийматлари бўлади. Оғдириш коэффицентининг максимал ва минимал қийматлари (ёки тескари катталиқ – сезгирлик) осциллографга қўшиб бериладиган тавсифномасида келтирилади. Муҳим параметрлар канал  $Y$  нинг кириш қаршилиги  $R_{\text{кир}}$  ва кириш сиғими  $C_{\text{кир}}$  дир.  $R_{\text{кир}}$  қанча катта ва  $C_{\text{кир}}$  қанча кичик бўлса, осциллографнинг ўлчанаётган занжирга уланиш таъсири шунча кам намоён бўлади. Одатда,  $R_{\text{кир}} = 1 \text{ Мом}$ ,  $C_{\text{кир}} = 20...40 \text{ рФ}$ . Чиқариладиган санагичдан

фойдаланилганда кириш сиғими 1...10 pF гача камайтирилиши мумкин.

Осциллограф канал  $X$  ни тавсифлайдиган асосий параметр ёйиш давомийлигининг ўтказиш диапазонидан иборат.

Осциллографни танлашда канал  $Z$  нинг ҳисобга олинандиган параметрлари: модуляцияловчи сигналнинг частоталар диапазони ва кучланиши, кириш қаршилиги ва сиғимидан иборат.

**Осциллографни танлаш бўйича тавсиялар.** Гармоник тебранишларни таҳлил (анализ) қилиш учун осциллографни танлаш канал  $Y$  нинг АЧХ қуйи ва юқори частоталари ва оғдириш коэффиценти билан аниқланади. Тадқиқ қилинаётган сигналнинг частотаси канал  $Y$  нинг ишчи диапазонидан бўлиши лозим. Зарурий оғдириш коэффиценти (10.18) муносабатда аниқланади.

Импульсли сигналларни тадқиқ этишда осциллографнинг ярқилилигини канал  $Y$  нинг ўтиш тавсифи бўйича баҳолаш қулайдир. Осциллограф ўтиш тавсифининг ўсиш вақти  $\tau_{\dot{y}.o.}$  тадқиқ қилинаётган сигнал фронтининг ўсиш вақти  $\tau_{\phi}$  дан бир неча марта кичик бўлиши лозим. 10.1-жадвалда канал  $Y$  нинг ЎТ ни танлаш бўйича тавсиялар берилган. Масалан, қўнғироқсимон импульсларни тадқиқ этишда осциллографнинг ЎТ ўсиш вақти сигналнинг ўсиш вақтидан 5 марта кичик бўлиши керак. Келтирилган тавсияларга риоя қилинганида тадқиқ қилинаётган сигналлар амплитудасининг қайта тикланиши, ўсиш вақти ва давомийлиги хатоликлари 1...2% дан ошмайди.

10.1-жадвал

Импульс шакли	Қўнғироқсимон	Учбурчакли	Трапецоидал
$\frac{\tau_{\dot{y}.o.}}{\tau_{\phi}}$ нисбат	1/5	1/10	1/3

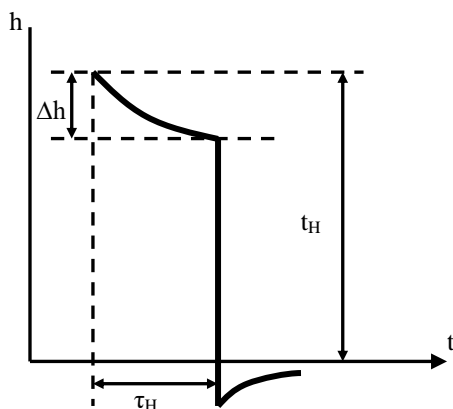
Осциллографнинг импульсли сигналларни АЧХ бўйича тадқиқ қилиш учун ярқилилигини ушбу муносабат асосида баҳолаш мумкин:

$$t_{\dot{y}} = 0,35/f_{\varepsilon} \quad (10.21)$$

бу ерда  $t_{\varepsilon}$  – канал  $Y$  нинг юқори чегаравий частотаси, мегагерц ҳисобида,  $t_{\dot{y}}$  – ЎТ нинг ўсиш вақти, микросекунд ҳисобида.

(10.21) ифодадан фойдаланиб, канал  $Y$  нинг тавсифи ўсиш вақтини унинг частота тавсифи бўйича ўрнатиш мумкин. Тадқиқ қилинаётган сигнал ясси учининг тўғри узатилиши пастки чегаравий частота  $f_{\Pi}$  га боғлиқ. Канал  $Y$  нинг ўтказиш полосасининг пастки чегаравий частотаси ва ясси учнинг пасайиши ушбу муносабат билан белгиланади:

$$f_{\Pi} = \frac{\delta}{2\pi\tau_{\Pi}}, \quad (10.22)$$



10.32-расм.

бу ерда  $\delta = \Delta h/h_{\Pi}$  – учнинг нисбий пасайиш (10.32-расм),  $\tau_{\Pi}$  – импульс давомийлиги.

Шуни қайд этиш керакки, импульслар учининг пасайиши канал  $Y$  нинг кучайтиргичининг каскадлараро боғланишларида ажратиш конденсаторларининг мавжудлиги билан боғлиқ. Очик киришли ўзгармас ток осциллографларида бундай йўналишлар

йўқдир.

### 10.10 Сигналлар амплитудасини ва вақт оралиқларини ўлчашда хатоликларни баҳолаш

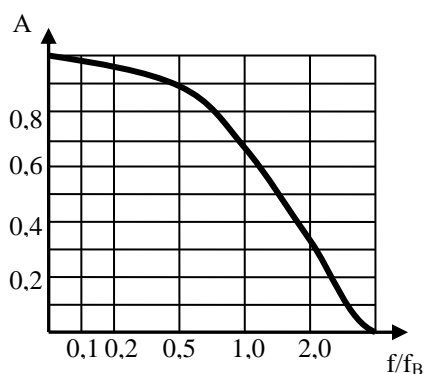
Осциллограф ёрдамида ўтказиладиган ўлчашлар хатоликларини баҳолашда куйидаги метрологик тавсифлар ва параметрларни ҳисобга олинади: нур чизиғи эни (кенглиги), оғдириш коэффициенти хатолиги, ёйиш коэффициенти хатолиги, вақт оралиқларини ўлчаш хатолиги, ўтиш тавсифи параметрлари, амплитуда-частота характеристика.

Ўтиш ва амплитуда-частота характеристикалар осциллографнинг меъёрланадиган динамик тавсифларидир. Хатоликларни ҳисоблаш учун зарур бўладиган маълумотлар конкрет турдаги осциллографнинг техник тавсифномасидан олиниши мумкин.

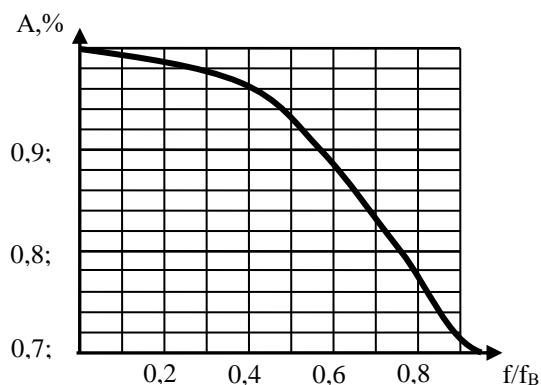
Хатоликнинг баъзи ташкил этувчиларини кузатиш натижаларига ишлов беришда бартараф этиш мумкин. Булар жумласига вертикал оғдириш каналининг АЧХ нотекислиги билан боғлиқ тизимли хатоликлар, вертикал оғдириш канали ўсиш тавсифининг чекли вақти мансубдир. Ҳозирги замон осциллографлари (10.20)

формула билан тавсифланадиган ёки унга яқинлашиб келадиган АЧХ га эга. АЧХ нинг оптималликка яқинлиги ҳақида ўтиш тавсифининг ўтиш вақти бўйича ва сакраш ўлчами бўйича хулоса чиқариш мумкин.

Ўтиш тавсифининг минимал ўтиш вақтини ва минимал сакрашни (2...3%) ҳосил қилиш шартлари асосида ясалган кўп каскадли кучайтиргичларда юқори чегаравий частота соҳасида АЧХ нинг пасайиши 10.33-расмда тасвирланган Гаусс эгри чизиғига жуда яқинлашиб келади. Бу ерда вертикал ўқ бўйлаб АЧХ пасайишининг нисбий қиймати, горизонтал ўқ бўйича эса нисбий частота  $f/f_{ю}$  қўйилган. Юқори чегаравий частота  $f_{ю}$  нинг таърифига кўра унга АЧХ нинг 0,7 га бўлган пасайиши мос келиши керак. Шунинг учун 10.33-расмда 0,7 пасайиш (яъни 30%)  $f/f_{ю} = 1$  га мос келади. Шундай қилиб, синусоидал сигнал кучланишини ўлчашда вертикал оғдириш канали АЧХ нинг пасайиши туфайли ўлчаш хатолигининг мунтазам хатолиги 30% гача етиши мумкин, бу эса бошқа омиллар билан боғлиқ ўлчаш хатоликларидан анча ортиқдир. Бу хатоликни тузатма кўпайтувчидан, (10.20) формуладан ёки тегишли графикдан (10.34-расм) фойдаланиб бартараф этиш мумкин. Тузатма кўпайтувчининг ўлчами  $x = 1/A$  муносабат билан аниқланади, бу ерда  $A$  – АЧХ пасайишининг ўлчанаётган тебраниш частотасига мос қиймати.



10.33-расм.



10.34-расм.

Импулсларнинг  $Y$  канал ўтиш тавсифининг ўсиш давомийлиги билан ўлчовдош бўлган fronti ва қирқимининг давомийлигини ўлчашда осциллограф вертикал оғдириш каналининг ўтиш тавсифининг ўсиш ва камайиш чекли вақти билан боғлиқ бўлган хатолик юзага келади. Тузатма киритиш бу мунтазам хатолик турини бартараф этиш имконини беради. Бунда тадқиқ этилаётган импульс фронтининг давомийлиги

$$\tau_{\delta} = \sqrt{\tau_{\delta.i}^2 - \tau_{\epsilon}^2}$$

формула билан ифодаланади, бу ерда  $\tau_{\phi.o.}$  – импульсинг осциллограф экранндаги тасвири бўйича аниқланган fronti давомийлиги,  $\tau_{\dot{y}}$  – осциллограф ўтиш тавсифининг ўсиш вақти.

Осциллограф ва унинг ички занжирларининг тавсифлари билан аниқланадиган хатоликлардан ташқари асбобнинг ўлчаш занжирига уланиши билан боғлиқ мунтазам хатоликлар юзага келиши ҳам мумкин. Бунда бу хатоликларнинг қийматлари осциллографнинг тўла кириш қаршилиги билан аниқланади. Бундай турдаги мунтазам хатоликларнинг ҳисоби вольтметрларнинг уланиши билан боғлиқ хатоликларнинг ҳисобига ўхшашдир.

Осциллографик ўлчашларда, ҳисобга олиниши ва бартараф этилиши мумкин бўлган мунтазам хатоликлардан ташқари оғдириш коэффициенти, ёйиш коэффициенти, ўтиш тавсифининг нотекислиги билан боғлиқ ҳисобга олинмаган хатоликлар ҳам хосдир. Кўрсатмаларни олишда осциллограмма чизиқларининг шкала белгилари (хавфлари)ни устма-уст тушириш хатоликларидан ва чизиқнинг шкала бўлимларига нисбатан ҳолатини санаш хатоликларидан ташкил топган тасодифий визуал хатолик юзага келади.

Хатоликларни ҳисоблаш услубияти электрон нурли осциллографлар учун Давлат стандартларида келтирилади. Устма-уст тушириш хатолиги 1/5 қисмини, санок хатолиги эса нур эни (кенглиги)  $b$  нинг 1/3 қисмини ташкил этади, деб ҳисобланади.

Импульслар амплитудасини ўлчашда нисбий визуал хатолик:

$$\delta_{\dot{a}e\epsilon.U} = \sqrt{\left(\frac{b/5}{h}100\right)^2 + \left(\frac{b/3}{h}100\right)^2} \approx \frac{0.4b}{h} \times 100\% ,$$

бу ерда  $b$  ва тасвир ўлчами  $h$ , миллиметр ҳисобида.

Импульслар амплитудасини ўлчашда, визуал хатоликдан ташқари, ўтиш тавсифининг нотекислиги билан боғлиқ бўлган  $\delta_H$  хатолик ва оғдириш коэффициенти хатолиги  $\delta_{k.o}$  ҳисобга олинади. Жами (йиғинди) хатолик ушбу муносабат билан аниқланади:

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{\delta_{k.o}^2 + \delta_H^2 + \delta_{\dot{a}e\epsilon.U}^2} .$$

Агар осциллограф тавсифида кучланишни ўлчашнинг статик хатолиги ҳақидаги  $\delta_U$  билан белгиланадиган маълумотлар

келтирилган бўлса, у ҳолда жами хатоликни  $\delta_{\Sigma} = \sqrt{\delta_U^2 + \delta_H^2}$  формула билан ҳисоблаш мумкин. Бироқ  $\delta_U$  нинг қиймати, одатда, осциллографнинг маълум ўлчам диапазони учун, масалан, 2,4 дан 6 см гача қилиб берилади.

Тўғри бурчакли шаклдаги импульслар давомийлигини ўлчаш хатолиги иккита ташкил этувчини аниқлаш йўли билан баҳоланади.

1) 0,5 амплитуданинг даражасини топишнинг аниқлиги билан юзага келган хатолик:

$$\begin{aligned} \delta_{0.5U} &= \sqrt{2(\delta_{\text{оно.о}} \times \text{tg} \alpha_1)^2 + 2(\delta_{\text{оно.о}} \times \text{tg} \alpha_2)^2} = \\ &= 2\left(\frac{bl5}{h} \times 100\right) \sqrt{\text{tg}^2 \alpha_1 + \text{tg}^2 \alpha_2} = \frac{0.4b}{h} \sqrt{\text{tg}^2 \alpha_1 + \text{tg}^2 \alpha_2} \times 100\%, \end{aligned}$$

бу ерда  $b$  – чизик эни, миллиметр ҳисобида;  $h$  – вертикал бўйича тасвир ўлчами, миллиметр ҳисобида;  $\alpha_1$  ва  $\alpha_2$  – мос равишда импульс фронти ва қирқими билан шкала вертикал чизиғи орасидаги бурчаклар, градус ҳисобида;

2) визуал хатолик:

$$\delta_{\text{виз.т}} = \sqrt{\left(\frac{b}{5l} \times 100\right)^2 + \left(\frac{b}{3l} \times 100\right)^2} = \frac{0.4b}{l} \times 100\%,$$

бу ерда  $\delta_{\text{виз.т}}$  – вақт оралиқини аниқлашда визуал хатолик, процент ҳисобида;  $b$  – чизик кенглиги, миллиметр ҳисобида;  $l$  – тасвирнинг 0,5 даража бўйича ўлчами, миллиметр ҳисобида.

Тўғри бурчакли шаклдаги импульснинг давомийлигини ўлчаш хатолиги ушбу формула бўйича ҳисобланади:

$$\Delta_t = \sqrt{\delta_{\text{ёк}}^2 + \delta_{0.5U}^2 + \delta_{\text{виз.т}}^2},$$

бу ерда  $\delta_{\text{ёк}}$  – ёйиш коэффициенти хатолиги.

Агар вақт оралиқларини ўлчаш хатолиги  $\delta_t$  берилган бўлса, у ҳолда жами хатоликни ушбу формула бўйича ҳисоблаш мумкин:

$$\Delta_t = \sqrt{\delta_t^2 + \delta_{0.5U}^2}.$$

**Мисол.** Осциллограф экранида тўғри бурчакли шаклдаги импульс осциллограммаси бор. Осциллограмма баландлиги  $h = 20$  мм, 0,5 $l$  даражадаги кенглиги 30 мм,  $\alpha_1 = 9^\circ$ ;  $\alpha_2 = 10^\circ$ . Осциллографнинг техник маълумотлари: чизик эни  $b = 0,8$  мм, оғдириш коэффициенти хатолиги  $K_{\text{к.оф.}} = 5\%$ , ёйиш коэффициенти хатолиги:

$$K_{\text{к.ё}} = 6\%, \delta_H = 3\%.$$

Ўлчаида аниқланди: оғдириш коэффициентини  $K_{к.о} = 10 \text{ mV/sm}$ ,  
 ёйиш коэффициентини  $K_{к.ё} = 100 \text{ ms/sm}$ .

Импулслар параметрларини ва хатоликлар қийматлари аниқлансин.

Импулслар амплитудаси:  $U = K_{к.о} \cdot h = 10 \cdot 2 = 20 \text{ mV}$ ;  
 визуал хатолик:

$$\delta_{\text{аёс}U} \approx \frac{0.4b}{h} \times 100 = \frac{0.4 \times 0.8}{20} \times 100 = 1.6\%;$$

умумий хатолик:

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{\delta_{к.о}^2 + \delta_H^2 + \delta_{\text{виз}U}^2} = \sqrt{5^2 + 3^2 + 1.6^2} = 6.05\%;$$

импулслар давомийлиги:

$$t_H = K_{к.ё} \cdot l = 100 \cdot 3 = 300 \text{ мс};$$

санок хатолиги:

$$\delta_{0.5U} = \frac{0.4b}{h} \sqrt{\text{tg}^2 \alpha_1 + \text{tg}^2 \alpha_2} = \frac{0.4 \times 0.8}{20} \sqrt{\text{tg}^2 9^\circ + \text{tg}^2 10^\circ} = 0.3\%;$$

визуал хатолик:

$$\delta_{\text{виз}t} = \frac{0.4b}{l} \times 100 = \frac{0.4 \times 0.8}{30} \times 100 = 1.06\%;$$

умумий хатолик:

$$\Delta_t = \sqrt{\delta_{\text{ёк}}^2 + \delta_{0.5U}^2 + \delta_{\text{виз}t}^2} = \sqrt{6^2 + 0.3^2 + 1.06^2} = 6.1\%.$$

## 10.11 Рақамли осциллографлар

Рақамли осциллограф бир вақтда сигнални экранда кузатиш ва унинг бир қатор параметрларининг сон қийматларини одатдаги осциллограф экранидан миқдорий катталикларни санаш йўли билан топишдан кўра кататроқ аниқлик билан ҳосил қилиш имконини беради. Бу сигналнинг параметрлари бевосита рақамли осциллографнинг киришида ўлчаниши туфайли мумкин бўлади, чунки вертикал оғдириш канали орқали ўтган сигнал жиддий хатоликлар билан ўлчаниши мумкин. Бу хатолар 10% гача етиши ҳам мумкин.

Ҳозирги замон рақамли осциллографлари билан ўлчанадиган параметрлар куйидагилардир: сигнал амплитудаси, унинг частотаси ёки давомийлиги. Осциллограф экранида, осциллограммаларнинг ўзларидан ташқари бошқарув органларининг ҳолати ҳам акс эттирилади (сезгирлик, ёйиш давомийлиги ва ҳ.к.). Осциллографдан ахборотни босишга чиқариш ва бошқа функционал

имкониятлар кўзда тутилган. Бироқ рақамли осциллографларнинг имкониятлари шу билан чекланиб қолмайди. Рақамли осциллографларни микропроцессорлар билан бириктириш сигнал кучланишининг амалдаги қийматини аниқлаш ва ҳатто исталган турдаги сигнал учун Фурье алмаштиришларини ҳисоблаш ва экранда акс эттириш имконини беради.

Рақамли осциллографлар қурилмаларида сигнални тўла рақамли қайта ишлаш амалга оширилади, шунинг учун, одатда уларда энг янги индикаторли панелларда акслантиришдан фойдаланилади.

Рақамли осциллографларда ўлчаш натижасини акс эттириш уч усул билан ўтказилади:

– сигналнинг динамик тасвирини экранда кузатиш билан параллел равишда унинг сонли параметрлари таблода ёритилади;

– оператор сигналнинг экрандаги тасвирига ўлчанаётган параметрни белгилаш учун ёруғлик нишонларини шундай яқин келтириладики, кейин тегишли ростлашдаги рақам бўйича параметрнинг қийматини аниқлайди;

– текширилаётган сигналларнинг тасвирини ва рақамли ахборотни шакллантириш учун махсус кинескоплар (масалан, матрицавий индикаторлар) ва растрли усуллардан фойдаланилади.

Ҳозирги замон осциллографларида трубканинг экранда тасвирнинг оптимал ўлчамлари автоматик ўрнатилади. Қуйида замонавий рақамли автоматлаштирилган осциллографнинг параметрлари келтирилади.

Рақамли осциллографнинг тузилиш схемаси қуйидагиларни ўз ичига олади: кириш сигнали аттенюатори; вертикал ва горизонтал оғдириш кучайтиргичлари; амплитудалар ва вақт оралиқларини ўлчагичлар; сигнал ва ўлчашларнинг интерфейслари; микропроцессорли контроллёр; ёйиш генератори; синхронлаш схемаси ва электрон-нурли трубка.

Замонавий-рақамли осциллографнинг техник тавсифлари:

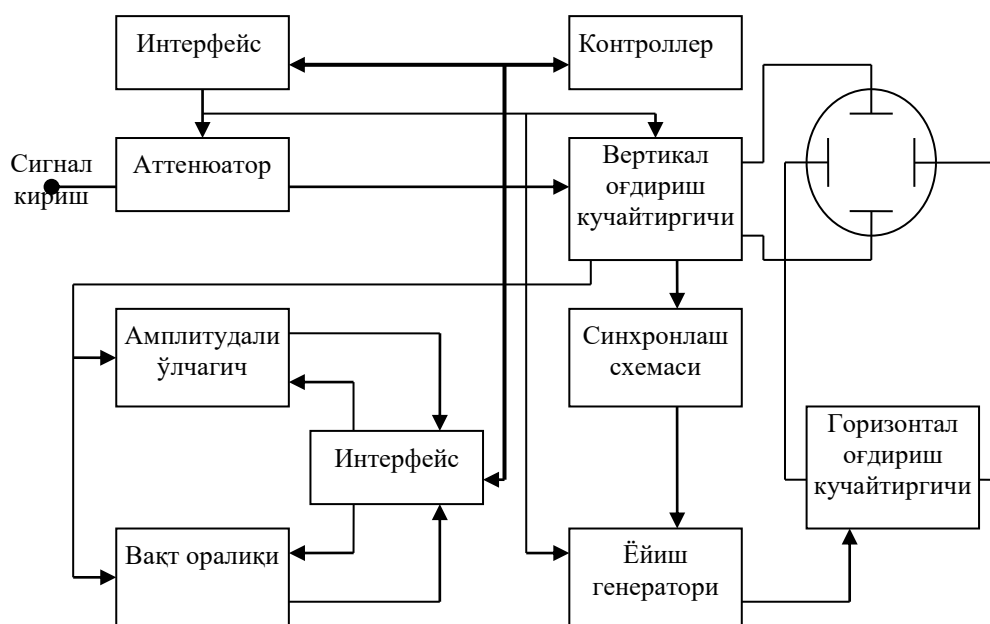
- ўтказиш полосаси 0...100 МГц;
- оғдириш коэффициентлари 0,02...10 V/bol.;
- ёйиш коэффициентлари 20 ns/bol ... 20 ns/bol.;
- оғдириш ва ёйиш коэффициентларининг хатолиги 2...4%;
- рақамли ўлчашлар хатолиги 2...3%;
- экраннинг ўлчами 80x100 mm.

**Функционал имкониятлари:**



- тасвир ўлчамларининг автоматик ўрнатилиши;
- автоматик синхронлаш;
- иккита нишон орасида айирмали ўлчашлар;
- сигналлар амплитудасининг қулочи, максимум ва минимум, импульслар даври, давомийлиги, паузаси, фронти ва пасайишини автоматик ўлчаш;
- умумий фойдаланиш каналига кириш.

10.35-расмдаги тузилиш схемасидан кўришиб турибдики, текширилаётган сигналнинг амплитудавий ва вақт параметрлари асбобга ўрнатилган ўлчашлар ёрдамида аниқланади. Мазкур ўлчашлар асосида микропроцессорли контроллер талаб қилинадиган оғдириш ва ёйиш коэффициентларини ҳисоблашни ўтказди ва интерфейс орқали бу коэффициентларни вертикал ва горизонтал оғдириш каналларининг аппаратли қисмига ўрнатади. Бу тасвирнинг вертикал ва горизонтал бўйича ўлчамлари ўзгармас бўлишини ва сигналнинг автоматик синхронланишини таъминлайди.



10.35-расм.

Микропроцессорли контроллер шунингдек олд панелдаги бошқарув органларининг ҳолати ҳақида ва сўров натижалари кодлашдан сўнг яна контроллерга келади ва у интерфейс орқали тегишли автоматик ўлчаш режимини улайди. Ўлчаш натижалари махсус ёруғлик таблосида индуктивланади (у трубка экранига

ўрнатилиши ҳам мумкин), шу билан бирга сигналнинг амплитудавий ва вақт параметрлари бир вақтда акс этади.

### **Назорат саволлари**

1. Осциллографлар қандай мақсадлар учун ишлатилади?
2. Ўлчаш масалаларини ҳал этишда қандай осциллограф турлари ишлатилади?
3. Универсал осциллографнинг тузилиш схемасига қандай қисмлар киради?
4. Электрон осциллографда ёймани синхронлаш нима учун ишлатилади?
5. Синхронлашнинг асосий турларини санаб ўтинг.
6. Осциллографларда амплитуда калибраторлари нима учун ишлатилади?
7. Горизонтал пластиналарга бериладиган бир текис ўзгарадиган кучланишнинг вазифаси нимадан иборат?
8. ЭНТ қурилиши, ишлаш тамойили, параметрлари ва тавсифлари.
9. Аррасимон кучланиш генератори қандай ишлайди?
10. Ўймалар турларини санаб ўтинг.
11. Осциллограф ёрдамида сигнал амплитудаси қандай ўлчанади?
12. Стробоскопик осциллографнинг ишлаш тамойили нимадан иборат?
13. Кўп нузли осциллографнинг ишлаш тамойили нимадан иборат?
14. Рақамли осциллографларни асосий тавсифлари ва имкониятлари.

---

---

# XI БОБ. СИГНАЛ ВА ЧАСТОТА-ВАҚТ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ЎЛЧАШ ВА СПЕКТРИ ТАҲЛИЛИ

## 11.1 Частотани ўлчашнинг аналогли усуллари

Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида кенг частоталар диапазонидан – бир неча юз килогерцдан ўнлаб гигагерцгача фойдаланилади. Частотани ўлчаш кенг тарқалган масаладир.

Частота  $f$  ва вақт  $T$  тескари катталиклардир:  $f = 1/T$ , бу ерда  $f$  – герцларда,  $T$  – секундларда ўлчанади. Бундан ташқари, частота тўлқин узунлиги билан маълум  $f = c/l$  ифода орқали боғланган, бу ерда  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с – бўшлиқ фазода ёруғлик тезлиги,  $l$  – тўлқин узунлиги, метр ҳисобида. Демак, частота, вақт ёки тўлқин узунлигини ўлчаш назарий жиҳатдан бир хил аҳамиятлидир, бироқ амалда кўпчилик ҳолларда частоталар ва вақт оралиқлари ўлчанади. Тўлқин узунлиги зарурат бўлганда осон ҳисобланади.

Частота ва вақт оралиқларини ўлчаш хатолиги абсолют қийматлари билан, масалан,  $\pm 10^{-2}$  Hz, 10 ns каби ифодаланади, бироқ кўпинча нисбий қийматларда берилади. Берилган қурилма частотасини ўлчашнинг рухсат этиладиган хатолиги бу частотани рухсат этиладиган ўрнатиш хатолигидан камида 3 марта кичик бўлиши керак. Масалан, радиостанциянинг элтувчи частотаси  $f_{\text{элт}} = 1,5 \text{ MHz} \pm 3 \text{ Hz}$ . Частотани ўрнатиш хатолиги  $\Delta f / f_{\text{элт}} = \delta_{\text{элт}} = 3 / 1,5 \cdot 10^6 = 2 \cdot 10^{-6}$ . Бу ҳолда частотани ўлчаш учун асбобнинг хатолиги  $10^{-6}$  дан кичик бўлиши керак. Бундай асбоб яна ҳам аниқроқ қурилма билан қиёсланиши керак. Бу қурилманинг хатолиги  $2 \cdot 10^{-7}$  дан ортмаслиги керак. Частотани  $10^{-9}$  хатолик билан ва ҳатто бундан ҳам яхшироқ ўлчайдиган асбоблар мавжуд. Паст частоталарни ўлчаш, одатда, анча катта хатолик билан бажарилади. Вақт оралиқларини ўлчаш  $10^{-4} \dots 10^{-5}$  хатолик билан бажарилади.

Частотани қиёслаш усули, резонанс усули ва дискрет санок усули билан ўлчаш мумкин. Дискрет санок усули асосида рақамли индикацияловчи электрон-санок частотамерлари яратилган бўлиб,

улар телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида частотани ўлчаш учун бошқа усулларга асосланган асбобларни амалда сиқиб чиқаради. Шу сабабли аналогли усулларни, бундай асбобларнинг бир қисми ҳозирда ҳам ишлаётганлиги сабабли, умумий тарзда кўриб чиқамиз.

**Қиёслаш усули.** Номаялум частотани қиёслаш усули билан ўлчаш учун намунавий частота сигнали генератори ҳамда ўлчанаётган ва намунавий частоталарнинг тенглиги ёки уларнинг карралилигини аниқлашга ёрдам берадиган индикаторга эга бўлиш лозим. Агар индикатор сифатида осциллографдан фойдаланиладиган бўлса, ўлчаш усулини осциллографик усул, частоталарнинг устма-уст тушишини қайд қиладиган телефон, магнитоэлектрик микроамперметр ёки электрон-оптик индикатордан фойдаланиладиган бўлса, нолинчи тепкилар усули ёки гетеродинли усул деб аталади.

Қиёслаш усули паст ва юқори частоталарни ўлчаш учун яроқлидир. У содда ва анча аниқдир.

Частотани ўлчашнинг осциллографик усулини чизиқли, синусоидал ва доиравий ёйишларда қўллаш мумкин. Чизиқли ёйишда намунавий частота сифатида мазкур осциллограф ёйиш генератори частотасидан фойдаланилади. Номаялум частота кучланиши осциллографнинг вертикал оғдириш канали киришига берилади, ёйиш генератори частотасини эса (синхронлаш кучланишининг чиқарилган дастаси ёрдамида), токи экранда битта давр тасвири ҳосил бўлмагунигача ўзгартирилади. Бунда ўлчанаётган частота ўрнатилган ёйиш частотасига тенг. Кўпчилик осциллографларда ёйиш частотаси калибрланган ва ўлчаш хатолиги калибрлаш хатолигига мос бўлади. Осциллограф экранда бир неча даврларнинг тасвирини ҳосил қилиш мумкин, бунда номаялум частота ёйиш частотасидан  $n$  марта катта бўлади, бу ерда  $n$  – даврлар сони. Амалда  $n$  5...6 дан ошмаслиги керак.

*Синусоидал ёйишда* номаялум частота вертикал оғдириш киришига, намунавий частота кучланиши эса горизонтал оғдириш киришига берилади. Осциллографнинг ёйиш генератори узиб қўйилади. Намунавий частотани ўзгартира бориб, қўзғалмас ёки секин ҳаракатланаётган Лиссажу шакллари ҳосил қиламиз. Агар у тўғри чизиқ, эллипс ёки айлана шаклида бўлса, у ҳолда частоталар тенг:  $f_x = f_o$ . Агар қўзғалмас осциллограмма мураккаброк шаклли бўлиб чиқса, бу номаялум ва намунавий частоталарнинг

каррали эканлиги ҳақида гувоҳлик беради, уни бундай усул билан аниқлаш лозим.

Ҳосил бўлган шаклни фикран вертикал ва горизонтал чизиқлар билан кесиш (11.1-расм) ҳамда уларнинг шакл тармоқларини вертикал бўйича кесиб ўтишлари сони  $n_B$  ни ва горизонтал бўйича кесиб ўтишлари сони  $n_T$  ни санаш керак. Бу сонларнинг нисбати намунавий ва ўлчанаётган частоталар нисбатига тенг:  $n_B/n_T = f_H/f_X$ , бу ердан

$$f_X = f_H \frac{n_T}{n_B}. \quad (11.1)$$

Частотани ўлчашда ўлчанаётган сигнални  $X$  канал киришига бериш ҳам мумкин.  $Y$  ҳолда намунавий частотани  $Y$  канал киришига бериш лозим бўлади. Бунда ўлчаш натижасини аниқлайдиган (11.1) формулада намунавий частотани тескари нисбат  $n_B/n_T$  га кўпайтириш лозим бўлади.

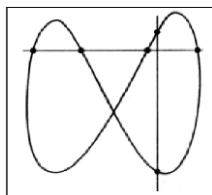
Синусоидал ёйишдан 10 дан кичик каррали частоталарга қўлланилади, чунки кўп сондаги кесишишларни санаш қийин бўлади. Ўлчанаётган частотанинг юқори чегараси осциллограф каналларидаги кучайтиргичларнинг ўтказиш полосаси билан аниқланади. Ўлчанаётган частоталарнинг кучланишлари 10V ва ундан юқори бўлганда, кучайтиргичларни четлаб ўтиб, бевосита ЭНТ пластиналарига узатиш мумкин. Бунда частота ўлчашнинг юқори чегараси 100 MHz га етади.

Ўлчаш хатолиги намунавий частотани ўрнатиш хатолиги ва шкала частотасининг ностабиллиги билан аниқланади. Улардан исталган бирининг ностабиллиги қанча катта бўлса, Лиссажу шакли шунчалик тезроқ айланади ва частоталар карраллигини санаш қийинлашади.

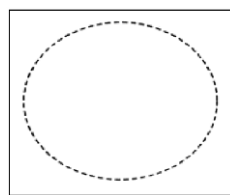
*Доиравий ёйишда* намунавий частотани фаза майдалагич орқали, илгари 9.10-расмда кўрсатилганидек, осциллографнинг иккала киришига берилади. Осциллограф экранда ёйиш линияси айлана шаклида пайдо бўлади ва у намунавий частотага тенг частота билан айланади, яъни битта айланиш вақти давр давомийлигига тенг. Номаблум частотали сигнал кучланишини ЭНТ модуляторига берилади ва ёйиш чизиғи ёрқинлигини ўлчанаётган частота даври давомидида 1 марта ўзгартиради.

Агар  $f_X = f_H$  бўлса, у ҳолда айлананинг ярми ёрқин (ёруғ), ярми эса қора бўлади. Агарда  $f_X > f_H$  бўлса, у ҳолда айлана штрихлардан

ташқил топиб (11.2-расм), уларнинг (ёрқин ва қора штрихлар) сони  $n$  номаълум ва намунавий частоталар карралигига тенг:



11.1-расм.



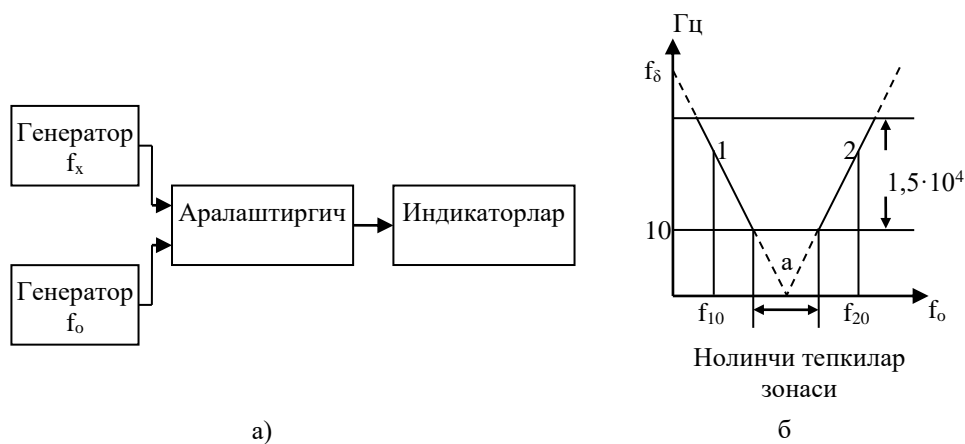
11.2-расм.

$n = f_x/f_H$ , бу ердан  $f_x = nf_H$ . Агар частоталар каррали бўлмаса, у ҳолда осциллограмма айланади ва ўлчаш қийинлашади. Доиравий ёйиш карралиги синусоидал ёйишдагидан анча катта бўлган частоталарни ўлчашга имкон беради, чунки штрихларни санаш кесимчаларни санашдан қулайроқдир. Бунда намунавий частотадан паст частотани ҳам ўлчаш мумкин, бунинг учун ўлчанаётган частотани фазатилгич орқали осциллографнинг иккала киришига берилади ва ёйилма чизиғини айлана кўринишида ҳосил қилинади, намунавий частота кучланишини эса трубканинг модуляторига берилади. Осциллограмма кўзгалмас бўлганида  $f_x = f_H/n$ . Ўлчаш хатолиги ва ўлчанадиган частоталар чегаралари синусоидал ёйишдаги каби аниқланади.

Нолинчи тепкилар усулини юқори частоталарни ўлчаш учун қўлланилади. Иккита кучланиш:  $U_1 = U_1 \cos \omega_1 t$  ва  $U_2 = U_2 \cos \omega_2 t$  ни нозизиқли элемент – аралаштиргичга берилади. Аралаштиргич чиқишида кўп частоталар:  $nf_1, mf_2$  – гармоник ташқил этувчилар ва  $nf_1 \pm mf_2$  – комбинацион ташқил этувчилар кучланиши пайдо бўлади. Комбинацион частоталар жумласида биринчи гармоникалар айирмаси бўлади ва у тепкилар частотаси  $f_{\text{теп}} = |f_1 - f_2|$  деб аталади. Агар  $f_1$  ва  $f_2$  частоталар бир-бирига тенг бўлса, у ҳолда тепкилар частотаси нолга тенг бўлади, шунинг учун иккита частотани тепкилар ёрдамида ўлчаш нолинчи тепкилар усули деб аталади.

Частотани нолинчи тепкилар усули билан ўлчаш схемаси 11.3-а расмда тасвирланган. Намунавий частота  $f_H$  ва ўлчанаётган частота  $f_x$  кучланишларини аралаштиргич киришига берилади. Унинг чиқишига тепкилар частотаси индикатори уланади, бундай индикатор сифатида бошга тақиладиган телефондан фойдаланиш мумкин. Агар намунавий частотани текис ўзгартирилса, у ҳолда

тепкилар частотаси 20 kHz дан паст бўлганида ( $f_{\text{теп}} = |f_x - f_H| < 20$  kHz) телефонда айирма частотасининг товуши (тони) эшитилади, бу товуш  $f_H$  частота ўлчанаётган  $f_x$  частотага яқинлашгани сари пасаяди.



11.3- расм.

11.3-б расмда тепкилар частотаси  $f_{\text{теп}}$  нинг ўлчанаётган частота  $f_x$  ўзгармас бўлганда намунавий частота  $f_H$  нинг ўзгаришига боғлиқ равишда ўзгариши кўрсатилган.  $a$  нуқтада тепкилар частотаси нолга тенг ва ўлчанаётган частота қиймати намунавий частота қиймати билан устма-уст тушади. Бироқ  $f_x = f_H$  бўладиган моментни телефонда товуш йўқлигига қараб аниқлаш мумкин эмас, чунки одам қулоғи 5–6 Hz дан паст товушларни пайқамайди. 10–12 Hz гача абсолют хатоликка олиб келадиган «нолинчи тепкилар» зонаси пайдо бўлади.

Бу хатоликни камайтириш учун бир неча йўллардан фойдаланиш мумкин. Айрили саноқ усулидан тез ва оддий фойдаланиш мумкин, у қуйидагидан иборат. тепишлар товушини хотирлаб қолиш учун қулай бўлган бирор  $f_{10}$  частота, масалан, 1 нуқтада ўрнатилади (11.3-б расм). Сўнгра нолинчи тепкилар зонасини ўтиб, намунавий частотани олдинги тепкилар товуши эшитиладиган  $f_{20}$  қийматга ўрнатилади (2 нуқта). Равшанки, намунавий частотанинг нолинчи тепкилардан чап ва ўнг томондаги иккита қийматининг ўрта арифметици ўлчанаётган частотага тенг:

$$f_x = (f_{10} + f_{20})/2.$$

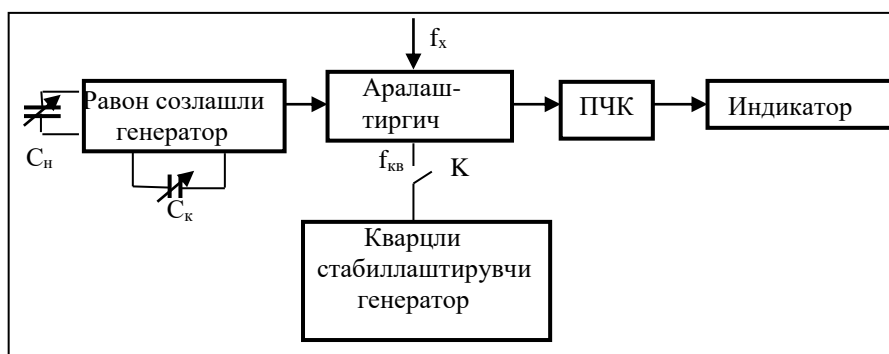
Айрили саноғда тепкилар частотаси тенглигини аниқлашнинг ноаниқлиги ҳисобига юзага келадиган қўшимча хатолик унчалик катта эмас ва ўлчашни бажараётган операторнинг муסיкий эшитиш қобилияти қанча юқори бўлса, шунча камдир.

Хатоликни камайтиришнинг иккинчи йўли телефонни магнитоэлектрик миллиамперметрга, яъни товуш индикаторини визуал индикаторга алмаштиришдан иборат. Тепкили тебранишлар частотаси 10 Hz дан кам бўлганида асбоб стрелкаси тепкили тебранишлар частотаси билан тебранади ва  $f_x = f_n$  бўлганда нолда тўхтайди. Нолинчи тепкили тебранишларни визуал кузатиш учун осциллограф ёки электрон-оптик индикаторни қўллаб, яхши натижаларни олиш мумкин.

Шуни назарда тутиш керакки, намунавий ва ўлчанаётган частоталарнинг кучланишлари гармоникаларга эга бўлса, у ҳолда нолинчи тепкили тебранишлар  $nf_x = mf_n$  тенглик бажарилган шароитда ҳам ҳосил бўлишини назарда тутиш керак. Бу ҳодиса ноаниқликни юзага келтиради, уни бартараф этиш учун  $f_x$  нинг тақрибий қийматини билиш фойдалидир. Маълумки, гармоникаларнинг жадаллиги уларнинг номерлари ортиши билан камаяди ва юқори гармоникаларда тез камаяди.

*Гетеродинли частотаўлчагичлар* нолинчи тепкили тебранишлар тамойили бўйича ишлайди. Ўлчанаётган частота калибрланган генератор частотаси билан таққосланади, нолинчи тепкили тебранишлар эса телефон ёки бошқа индикатор билан қайд этилади. Ўлчанаётган частота генератор шкаласи бўйича ёки тегишли жадваллар бўйича аниқланади.

11.4-расмда энг содда гетеродинли частота ўлчагичнинг тузилиш схемаси келтирилган.



11.4-расм.

Равон (бир текис) созланадиган генератор юқори сифатли генераторлардан тайёрланади, унинг таъминот токи стабиллашган ва шу сабабли ҳар бир диапазон ост чегараларида частотасининг ностабиллиги кам. Генератор ўзгарувчан сиғимли конденсатор  $C_n$



билан созланади, унинг пластиналари шундай ишланганки, частота ўзгаришининг конденсатор ротори вазиятининг ўзгаришига чизиқли боғлиқлиги таъминланади. Бу созлаш шкаласи бўлимлари орасидаги санокларни интерполяциялаш имконини беради.

Гетеродинли частота ўлчагич ёрдамида частотани ўлчашдаги хатоликларнинг бош манбаси  $C_n$  конденсатор шкаласи даражаланишининг бузилишидир. Гетеродинли частота ўлчагичда даражаланишни тиклаш учун таянч (намунавий) частота манбаси – кварцли стабилловчи генератор мавжуд. Бу частота бўйича ҳар бир ўлчаш олдида созлаш шкаласи созловчи конденсатор  $C_k$  ёрдамида текширилади ва калибрланади. Калибрлаш учун кварцли стабилловчи генератор кучланиши калит  $K$  орқали ва равон созлаш шкаласи таянч частота  $f_{кв}$  га мос маълум қийматга ўрнатилади. Агар паст частота кучайтиргич ПЧК чиқишида тепкили тебранишлар эшитилаётган бўлса, уларни  $C_k$  конденсатор ёрдамида нолга келтириш лозим.

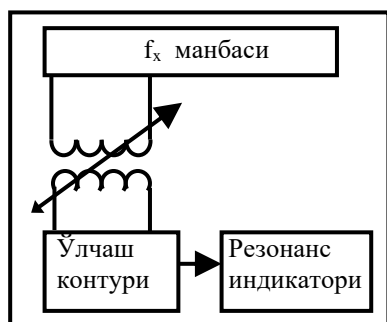
Ўлчанаётган частоталар диапазонини кенгайтириш учун равон созланадиган генераторнинг юқори гармоникаларидан, калибрлаш учун эса иккала генераторнинг юқори гармоникаларидан фойдаланилади, натижада равон созланадиган генераторни созлашда кўплаб нолинчи тепкилар пайдо бўлади, бу эса ўлчанган частота саноғини олишни қийинлаштиради. Бундай аниқмасликларни бартараф этиш учун гетеродинли частотаўлчагичлар даражалаш жадваллари ёки графиклари билан таъминланади. Частота ўлчагичнинг созлаш шкаласи одатда катта секинлатиш билан икки ёки уч босқичли қилиб тайёрланади, бу эса катта сондаги санок нуқталарини олиш имконини беради.

Частотани ўлчаш услубияти ишлатилаётган гетеродинли частота ўлчагичнинг тузилиш схемасига боғлиқ бўлиб, унинг тавсифномасида берилади. Частотани ўлчаш аниқлиги юқори. Хатолик манбалари: кварцли стабилланувчи генератор частотаси қийматларининг хатолиги; бу таянч частотасининг ностабиллиги; равон созланадиган генератор частотасининг ностабиллиги; унинг шкаласи даражаланишининг хатолиги.

Саноатда рухсат этиладиган хатоликлар чегаралари  $5 \cdot 10^{-4}$ ,  $5 \cdot 10^{-5}$  ва  $5 \cdot 10^{-6}$  бўлган уч аниқлик синфидаги гетеродинли частота ўлчагичлар ишлаб чиқарилган. Ҳар бир частота ўлчагичнинг таянч частоталари хатолиги бир тартибга кичикдир. Гетеродинли частота

ўлчагичлар тўплами ёрдамида 125 kHz дан 80 GHz гача диапазондаги частоталарни ўлчашга эришиш мумкин. Частотани гетеродинли частота ўлчагичлар билан ўлчаш жараёни анча узок давом этади; у операторнинг малакали ва эътиборли бўлишини талаб этади.

**Резонанс усули.** Частотани резонанс усули билан ўлчаш тебраниш контурида юзага келадиган электр резонанси ҳодисасига асосланади. Бу усул юқори ва ўтаюқори частоталарда қўлланилади. Частотани ўлчашнинг тузилиш схемаси 11.5-расмда келтирилган.



11.5-расм.

Ўлчанаётган  $f_x$  частота кучланиш манбаси резонансли частота ўлчагич билан боғланади. Бу частота ўлчагич юқори сифатли ўлчаш контуридан иборат бўлиб, резонанс индикаторини соzлаш учун аниқ даражалаш механизмига эга. Частотани ўлчаш учун контурни  $f_x$  частота билан резонансга индикатор кўрсаткичининг максимал

оғиши бўйича соzлаш керак, яъни частота саноғини соzлаш механизми шкаласи ёки жадвал (график) бўйича олиш керак. Ўлчаш контурининг конструкцияси частоталар диапазонига боғлиқ: 50 kHz...200 MHz частоталар диапазонида индуктивлик ғалтаклари ва ўзгарувчан сиғимли конденсаторлардан иборат параметрлари ғужланган (тўпланган) контурлар қўлланилади; бундан юқори частоталарда параметрлари тақсимланган контурлардан, яъни коаксиал линиялар кесмалари ёки ҳажмий резанаторлардан фойдаланилади. Частотани резонанс усули билан ўлчаш радиотехниканинг пайдо бўлишидан бошлабоқ кенг қўлланилган эди, бироқ унда жиддий камчиликлар мавжудлиги сабабли дискрет санок усули томонидан сиқиб чиқарилмоқда. Резонанс усулининг камчиликлари жумласига қуйидагилар киради: ўлчанаётган катталиқ манбаси ва частота ўлчагич боғланишини танлаш зарурлиги; соzлашни диққат билан бажариш зарурлиги ва 0,05...0,5% ни ташкил этувчи анча катта хатолик борлиги. Частотани резонанс усули билан ўлчаш хатолиги частота ўлчагич ўлчаш контурининг яхшилигига, индикаторнинг сезгирлигига, ўлчаш контурини соzлаш механизми шкаласининг даражаланиши аниқлигига ва ундан санокни олиш аниқлигига, атрофдаги ҳавонинг температурасига ва намлигига, частота ўлчагичнинг ўлчанаётган частота манбасига боғланиш даражасига боғлиқ.

Резонансли частота ўлчагичларнинг асосий тавсифлари қуйидагилардан иборат: ўлчанадиган частоталар диапазони, ўлчаш хатолиги ва сезгирлик.

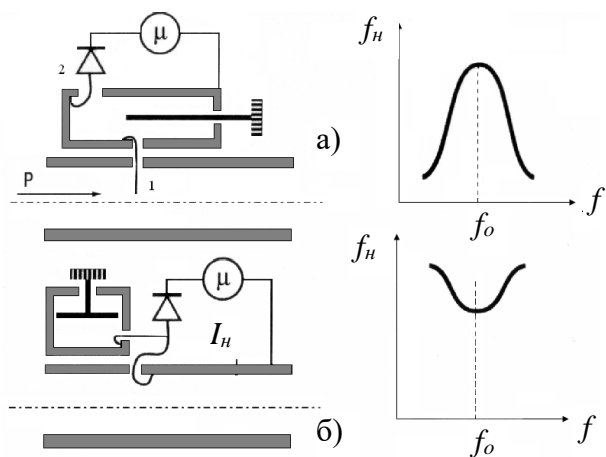
Частота ўлчагичнинг сезгирлиги деб унинг томонидан резонанс momenti саноғини ишонч билан олиш зарур бўладиган минимал ютиладиган (сарфланадиган) қувватга айтилади.

Резонансли частота ўлчагичлар, асосан, ўта юқори частоталарни ўлчаш учун ЎЮЧ ўлчаш генераторларининг ичига жойлаштирилган бўғинлар сифатида ёки кўчма асбоблар сифатида ишлатилади.

Частота ўлчагичнинг ўлчанаётган частота манбаси билан боғланиши унча катта бўлмаган штирли, ёки рупорли аттенюатор, ёки ҳалқа, зонд, тирқиш, ёки тешик шаклидаги алоқа элементлари орқали амалга оширилади. Боғланишни камайтириш учун частота

ўлчагич олдидан, кўпинча, сусайтириши одатда 10 dB бўлган аттенюатор уланади.

Резонанс индикатори сифатида детектор (германийли ёки кремнийли нуқтавий диод) ва магнитоэлектрик микроамперметр қўлланилади. Сезгирликни ошириш учун ўзгармас ток кучайтиргичлари, ЎЮЧ сигнални импульсли модуляциялашда эса импульсларни



11.6-расм.

кенгайтирадиган интегралловчи каскад, паст частота кучайтиргичи ва детекторли вольтметр ёки осциллограф қўлланилади. ЎЮЧ ни резонансли частота ўлчагичлар ўлчанаётган занжирга уланиш усули бўйича ўтишли ва ютишли турларга бўлинади. Ўтишли частота ўлчагичнинг тебраниш контури иккита алоқа элементи билан таъминланган: энергияни узатиш линиясидаги электромагнит майдон билан боғланиш учун кириш элементи ва индикатор билан боғланиш учун чиқиш элементи.

Резонансга созланиш моментини индикаторнинг максимал кўрсатиши бўйича аниқланади (11.6-а расм); агар частота ўлчагич резонансга созланмаган бўлса, кўрсатишлар бўлмайди.

Ютувчи частота ўлчагичдан фойдаланилганда детекторни ЎЮЧ тебранишлари манбаси ва частота ўлчагич резонатори

орасига уланади. Детектор токини ўлчайдиган асбобнинг кўрсатишлари трактдаги қувватга пропорционалдир. Частота ўлчагич контури линия орқали ўтаётган электромагнит майдон частотасига ҳали созланмаган вақтда индикатор кўрсатишлари максимал бўлади; созланганида майдон энергиясининг бир қисми ютилади ва индикатор кўрсатишлари камаяди (11.6-б расм). Частота ўлчагичнинг бундай уланиш варианты афзалроқдир, чунки унинг ишини узлуксиз кузатиш имконини беради.

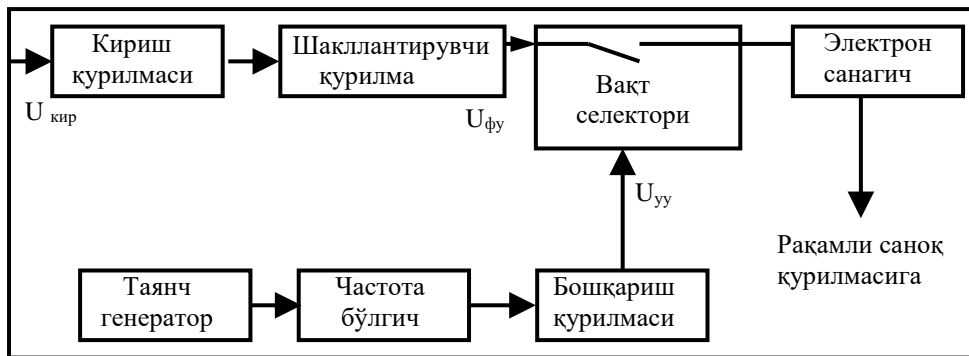
## 11.2 Рақамли частота ўлчагичлар ва вақт оралиқларини ўлчагичлар

Даврий сигналнинг частотаси  $f_x$  ни ўлчаш учун унинг маълум вақт оралиқи  $\Delta t_0$  даги даврлари сони  $N$  ни санаш етарлидир. Ўлчаш натижаси  $f_x = N/\Delta t_0$  нисбат билан аниқланади.

Иккинчи томондан, номаълум вақт оралиқи  $\Delta t_x$  ни ўлчаш учун маълум  $f_0$  частотали сигналнинг ўлчанаётган  $\Delta t_x$  оралиқи ичидаги  $T_0$  даврлари сони  $N$  ни санаш етарлидир. Ўлчаш натижаси  $\Delta t_x = N/f_0 = NT_0$  билан ифодаланади. Маълум частотали сигналнинг  $T_0$  даври мазкур усулда, ишнинг моҳиятига кўра, номаълум вақт оралиқини ўлчашга ёрдам берувчи «электрон чизғич»нинг бўлим қийматини аниқлайди. Бу айтилган бевосита санок усуллари электр сигналларининг частота-вақт характеристикаларини ўлчашнинг кўпчилик рақамли усуллари асосида ётади. Сигналнинг частотаси ва даври ўзаро боғлиқлиги сабабли, равшанки, бу катталикларнинг ҳар бири, иккинчисини ўлчаш натижаси бўйича билвосита усул билан аниқланиши мумкин.

**Бевосита санок усулига асосланган рақамли частота ўлчагичлари.** Рақамли (электрон-санокли) частота ўлчагичнинг частотасини ўлчаш режимидаги тузилиш схемасини кўриб чиқамиз (11.7-расм).

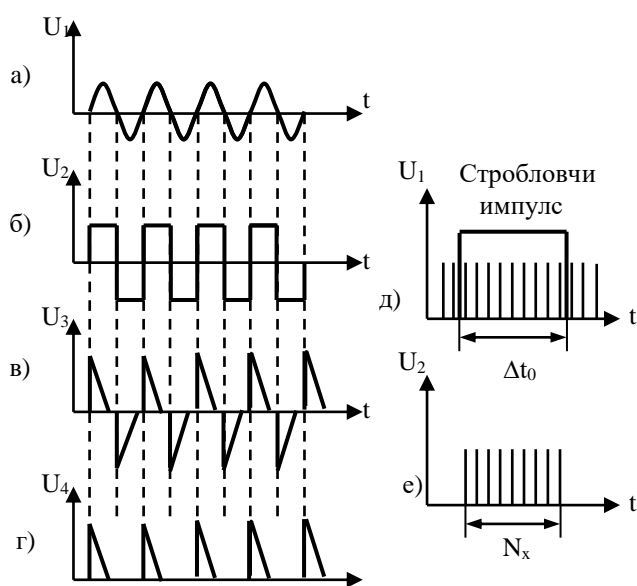
Тадқиқ қилинадиган  $U_{\text{кир}}$  сигнал қуриш қурилмасига келади, бу ерда зарурий кучайтириш (ёки, аксинча, сусайтириш) ва филтрлаш амалга оширилади. Шакллантирувчи қурилма тадқиқ қилинаётган сигнални частотаси шу сигнал частотасига тенг импульслар кетма-кетлиги  $U_{\text{чик}}$  га ўзгартиради.



11.7-расм.

Селектор бошқариладиган электрон калитдан иборат бўлиб, у фақат бошқарувчи киришидан фақат стробловчи импульс  $u_{\text{бк}}$  мавжуд бўлгандагина номаълум частотали шаклланган импульс-ларни электрон счётчикка ўтказди, бу стробловчи импульснинг давомийлигини ўлчаш вақти  $\Delta t_0$  аниқлайди. Стробловчи импульсни бошқариш қурилмаси таянч юқори стабил генератор сигналидан частота бўлгичлар ёрдамида ишлаб чиқаради ва унинг давомийлиги  $10^k$  s га каррали қилиб танланади, бу ерда  $k$  – бутун сон.

Электрон счётчик томонидан селектор чиқишида саналган ва рақамли санок қурилмаси (РСҚ) томонидан қайд этилган импульслар сони  $N_x$  кириш сигнали частотасига пропорционал бўлади.  $\Delta t_0 = 10^k$  s бўлганлиги учун частота:  $f_x = N_x / \Delta t_0 = N_x \cdot 10^{-k}$



11.8-расм

Hz.  $10^{-k}$  кўпайтувчининг қиймати РСҚ даги ўнлик вергулнинг ўрни билан олинаётган натижанинг ўлчамини (Hz, kHz) кўрсатиб ҳисобга олинади.

Одатда, синусоидадан сигнал частотасини ўлчашда ундан шакллантирувчи қурилмада қисқа импульслар яратилади. Қисқа импульслар рақамли санок қурилмаларининг ишлаши учун кўпроқ қўлланилади.

Синусоидадан қисқа ўткир учли импульсларнинг шаклланиш 11.8-а, б, в, г-расмларда кетма-кет кўрсатилган.

Синусоидал шаклдаги  $U_1$  сигнал зарурий катталиқкача кучайтирилганидан сўнг икки томонлама чегараланишга дучор бўлади ва  $U_2$  сигналга – меандрга айланади. Кейин дифференциалловчи занжир ёрдамида икки кутбли ўткир учли импульслар кетма-кетлигига айланади. Мусбат кутбли импульсларни ажратилганидан сўнг, чегаралагич ёрдамида частотаси бўйича бошланғич сигналлар билан устма-уст тушадиган импульслар кетма-кетлигини ҳосил қиламиз, улар шундан кейин счётчик томонидан саналади.

Селекторнинг ишлаши 11.8-д, е-расмларда тушунтирилган. Шакллантирувчи қурилма чиқишидаги импульслар 11.8-д расмда кўрсатилган. Ўша расмнинг ўзида стробловчи импульс ҳам кўрсатилган бўлиб, уни баъзан вақт дарвозалари деб аталади. Стробловчи қурилма чиқишидаги импульслар  $N_x$  импульслар пакети кўринишида тасвирланади.

Частотани бевосита санок усули билан ўлчашдаги хатоликнинг иккита асосий ташкил этувчисини келтирилган диаграммалар асосида (11.8-д расм) ажратиш ва уларни баҳолаш қийин эмас. Биринчидан, бу вақт селектори импульсларни ўтказадиган намунавий вақт оралиқи  $\Delta t_0$  нинг шаклланиш хатолиги  $\delta_d$  дан иборат. Бу хатолик асосан таянч кварцли генератор частотасининг бошланғич ўрнатилиш ноаниқлиги ва нотурғунлиги билан аниқланади. Одатда, рақамли частота ўлчагичларда  $f_0 = 0,1-1$  МГц ли термостатланган кварцли генераторлар ўрнатилади, улар частоталарининг максимал нисбий хатолиги  $10^{-7} \dots 10^{-4}$  ни ташкил этади. Бу етарлича кичик хатолик бўлиб, уни кўпчилик амалий ҳолатларда иккинчи ташкил этувчи – дискретлик хатолиги билан таққослаганда, ҳисобга олмаслик ҳам мумкин бўлади. Ҳақиқатан ҳам, частотанинг ўзгаришини счётчик томонидан қайд этилиши ҳеч бўлмаганда битта импульснинг пайдо бўлиши (ёки йўқолиши) содир бўлгандагина амалга ошиши мумкин.

Агар тадқиқ қилинаётган сигнал ва стробловчи импульс вақт бўйича ўзаро боғланмаганлигини ҳисобга олинса, импульсларни санашдаги мумкин бўлган хатолик  $\pm 1$  импульсни ташкил этади. Натижада частотани ўлчашда дискретликнинг максимал нисбий хатолиги учун  $\delta_d = \pm 1/N = \pm 1/f_x \Delta t_0$  ифодани ҳосил қиламиз. Агар ўлчашнинг бошланиш моментини, яъни стробловчи импульснинг пайдо бўлиш моментини тадқиқ қилинаётган сигнал билан

синхронлаштирилса, дискретлик хатолигини камайтириш мумкин. Бунда дискретлик хатолиги доимо мусбатдир:  $\delta_d = 1/f_x \Delta t_o$ .

Келтирилган бу формулалардан кўриниб турибдики, ўлчанаётган частота  $f_x$  ва ўлчаш вақти  $\Delta t_o$  нинг ошиши билан дискретлик хатолиги камаяди. Бу катталиклардан исталган иккитаси берилганида учинчи катталикни ҳисоблаш мумкин. Частота диапазонининг юқори частоталар томонига кенгайиши элементлар базасининг, хусусан, вақт селектори ва счётчик схемалари элементларининг тезкорлиги билан чегараланади. Шунинг учун юқори частоталарни ўлчашда кириш сигнали частотасини дастлаб маълум сон марта бўлиш ва кейин нисбатан қиммат бўлмаган ўртача тезкорликдаги селекторлардан фойдаланиш ва натижани дастлабки бўлиш коэффициентига кўпайтириш мақсадга мувофиқ бўлади. Шунини ёдда тутиш муҳимки, юқори частоталарни ўлчашда дискретлик нисбий хатолигининг қиймати камаяди ва таянч генератор хатолиги  $\delta_o$  билан таққосланадиган даражада яқин бўлади. Шу сабабли бу ерда фавқулодда юқори стабил кварцли генераторлардан фойдаланиш зарур бўлади. Бундан ҳам юқори частоталарда (1 GHz ва ундан юқори) ишлаш учун частотани гетеродинли ўзгартиришдан фойдаланилади ҳамда тадқиқ қилинаётган сигнал ва юқори частотали қайта созланадиган гетеродин частоталарнинг айирмасини рақамли усул билан ўлчанади.

Электрон-санокли частота ўлчагич абсолют хатолигининг рухсат этиладиган чегараси

$$\Delta_{\text{чез}} = \pm \left( \delta_o f_{\text{ўлч}} + \frac{1}{\Delta t_o} \right) \quad (11.2)$$

ифода билан тавсифланади, бу ерда  $\delta_o$  – ўлчовнинг (намунавий гетеродиннинг) умумий хатолиги.

Бунга мос равишда рухсат этиладиган нисбий хатолик чегараси

$$\delta_{\text{чез}} = \Delta_{\text{чез}} \times \frac{1}{f_{\text{ўлч}}}$$

ушбу кўринишда ёзилади:

$$\delta_{\text{чез}} = \pm \left( \delta_o + \frac{1}{N} \right) = \pm \left( \delta_o + \frac{1}{f_{\text{ўлч}} \Delta t} \right). \quad (11.3)$$

Бу келтирилган формулалардан келиб чиқадики, паст частоталар соҳасида дискретлик хатолиги асосий (белгиловчи)

хатолик бўлади. Масалан,  $f_{\text{ўлч}} = 10 \text{ Hz}$  да ( $\Delta t_0 = 1 \text{ s}$  ва  $\delta_0 = 10^{-7}$ ) дискретликнинг абсолют хатолиги  $1 \text{ Hz}$  ни ташкил этади. Мазкур ҳолда кварцли генератор хатолигини ҳисобга олмаслик мумкин. Нисбий хатолик  $10\%$  ни ташкил этади ва бунга рухсат этиб бўлмайди.

Дискретликни камайтиришнинг оддий усули  $\Delta t_0$  ни орттиришдан иборат бўлиб, бунинг ижобий натижа бериши (11.2)дан келиб чиқади. Бироқ,  $10 \text{ Hz}$  ни  $0,001\%$  хатолик билан ўлчаш учун вақт дарвозаси ва, демак, ўлчаш вақти  $3$  соат атрофида бўлиши зарурлигини ҳисоблаб топиш қийин эмас.

Яна шуни ҳам ҳисобга олиш керакки, вақт дарвозаси давомийлигини ҳаддан зиёд оширишда ўлчаш жараёнида тадқиқ қилинаётган сигнал частотасининг мумкин бўладиган ўзгариши билан боғлиқ услубий хатолик ўсиши мумкин, чунки бу кўриб чиқилган усул билан сигнал частотасининг  $\Delta t_0$  вақт ичидаги ўртача қиймати ҳисобланади. Частота ўлчагичларда, одатда, вақт дарвозасини  $10 \text{ s}$  дан ортиқ оширишнинг иложи йўқ.

Паст частоталарни ўлчашда хатоликни камайтиришнинг яхши усули ўлчаш ўзгартгичлари – частоталарни кўпайтиргичдан фойдаланишдан иборат. Ўлчанаётган сигнал частотасини ошириш хатоликни бир неча тартиб чамасида пасайтириш имконини беради.

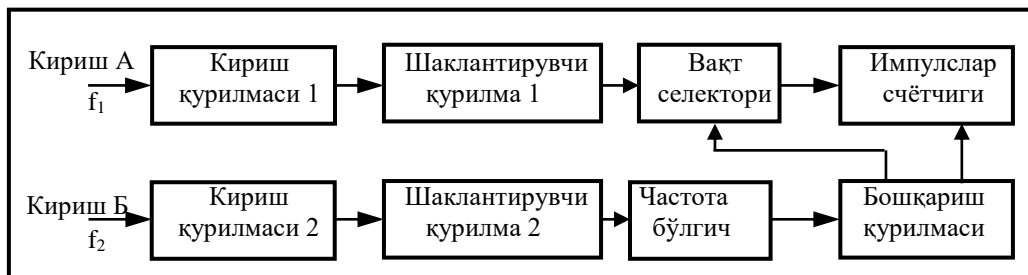
Бунга муқобил (алтернатив) ечим частотани билвосита ўлчаш усулини қўллашдан иборат. Бунда тадқиқ қилинаётган сигналнинг битта даври ёки маълум соҳадаги даврларининг давомийлиги ўлчанади, частота эса бунга тесқари катталиқ сифатида аниқланади.

Бундай ўлчашлар келгусида кўриб чиқиладиган вақт ораликларини ўлчаш усуллариининг хусусий ҳолларидир.

Электрон санокли частота ўлчагичлар икки сигналнинг частоталари нисбатини ўлчаш режимида ҳам ишлаши мумкин. Бу режимда ишлайдиган частота ўлчагичнинг тузилиш схемаси 11.9-расмда келтирилган.

Кириш  $A$  га сигнал  $f_1$  частота билан, кириш  $B$  га эса  $f_2$  частота билан берилади.  $f_1 > f_2$  шартига риоя қилиниши лозим.  $f_2$  частотали сигналдан вақт дарвозаси шаклланади.  $f_1$  частотали сигналдан санок импульслари шаклланади ва уларни счётчик вақт дарвозаси берадиган оралик давомида санайди.





11.9-расм.

Счётчик кўрсатиши бевосита  $f_1:f_2$  нисбатни беради, чунки  $N = f_1 \Delta t_0$  ва  $\Delta t_0 = 1/f_2$ . Демак,  $N = f_1/f_2$ .

$n \frac{f_1}{f_2}$  кийматни ўлчаш ҳам мумкин, бу ерда  $n = 10^k$ . Бунда вақт дарвозаси  $f_2$  частотали сигнал каналига уланган декадали бўлғич ёрдамида кенгайтирилади. Частоталар нисбатини ўлчашнинг нисбий хатолиги таққосланаётган частоталардан пасти синусоидал шаклда бўлганида  $\delta_{f_1/f_2} = \pm \left( \frac{\delta_{\text{и.т.}}}{n} + \frac{f_2}{nf_1} \right)$  га тенг, бу ерда  $f_1$  – таққосланаётган частоталарнинг юқориси,  $f_2$  – пастки,  $\delta_{\text{и.т.}}$  – частотаси  $f_2$  бўлган сигналга ишлов беришда ишга тушириш ностабиллиги.

**Вақт оралиқларини ўлчаш.** Электрон-санокли частота ўлчагич ёрдамида даврни ўлчашни кўриб чиқишдан олдин вақт оралиқини ўлчаш масаласини кўриб чиқамиз, у сигнал даврини ўлчаш билан кўпгина умумий жиҳатларга эга. Илгари вақт оралиқларни осциллографик турдаги ўлчагичлар кенг қўлланилар эди. Юқорида, 8-бобда қайд этилганидек, калибрланган ёйишли одатдаги осциллографдан бу мақсадда фойдаланилиши мумкин. Оралиқларни осциллографик ўлчагичларда ўлчашда катта қулайлик яратадиган ва хатоликни камайтириш имконини берадиган махсус чоралар қўлланилар эди. Хусусан, экрандаги чизиқ узунлигини узайтириш ва вақт оралиқига мос нишонлар (меткалар) орасидаги масофани чўзиш имконини берувчи спирал ёйишдан кенг фойдаланилар эди.

Бевосита санок усулига асосланган оралиқларни рақамли ўлчагичлар синусоидал тебранишлар даврини, импулсларнинг келиш даврини, бошланиш («старт») ва тугаш («стоп») импулслари билан берилган вақт оралиқларини ўлчаш учун мўлжалланган.

Бевосита ўлчаш усулига асосланган асбобнинг тузилиш схемаси (11.10-а расм) илгари кўриб чиқилган рақамли частота ўлчагич (11.7-расм) схемасига кўп жиҳатдан ўхшашдир. Одатда, рақамли частота ўлчагичлар частотани ўлчаш режимида ҳам, вақт оралиқини ўлчаш режимида ҳам ишлаши мумкин. Даври ёки давомийлиги ўлчаниши лозим бўлган сигнал  $U_{\text{кпр}}$  шакллантирувчи қурилмага келади. Шакллантирувчи қурилма ва бошқариш қурилмасининг вазифаси – тадқиқ қилинаётган сигналдан тик фронтли импульс  $U_{\text{бошк}}$  ни шакллантиришдан иборат, унинг давомийлигини вақт селекторининг очиқ ҳолати вақти белгилайди. Бу вақтда селектор орқали электрон сўтчикка даврлари юқори стабилли таянч генераторлар билан бериладиган ва баъзан вақт нишонлари (белгилари) деб аталадиган  $U_{\text{от}}$  импульслар ўтади. Шундай қилиб, рақамли частота ўлчагич схемаси (11.7-расм) даврни ўлчаш учун фойдаланилиши мумкин. Бу ерда фақат унинг санок импульслари шакллантирган қисмини вақт дарвозасини шакллантириш учун, таянч генераторни эса санок импульсларни шакллантириш учун қўллаш лозим.

11.10-а расмда даврлар ва вақт оралиқларини ўлчагичларнинг умумлаштирилган схемаси кўрсатилган. Қаралаётган асбобда синусоидал сигнални ўткир учли импульсларга ўзгартириш частота ўлчагичдаги (11.8-расм) каби амалга оширилади. Тўғри бурчакли импульснинг давомийлиги ўлчанаётган ҳолда дифференциаллаш операциясини қўллаш етарли бўлади. Фронтдан юзага келадиган ўткир учли импульс таянч импульс  $U_{\text{таянч}}$ , ўлчанаётган сигналнинг пасайишидан юзага келадиган импульс оралиқи импульс  $U_{\text{инт}}$  бўлади. Бу импульслар симметрик триггернинг иккита киришига 11.10-а расмда кўрсатилганидек келади.

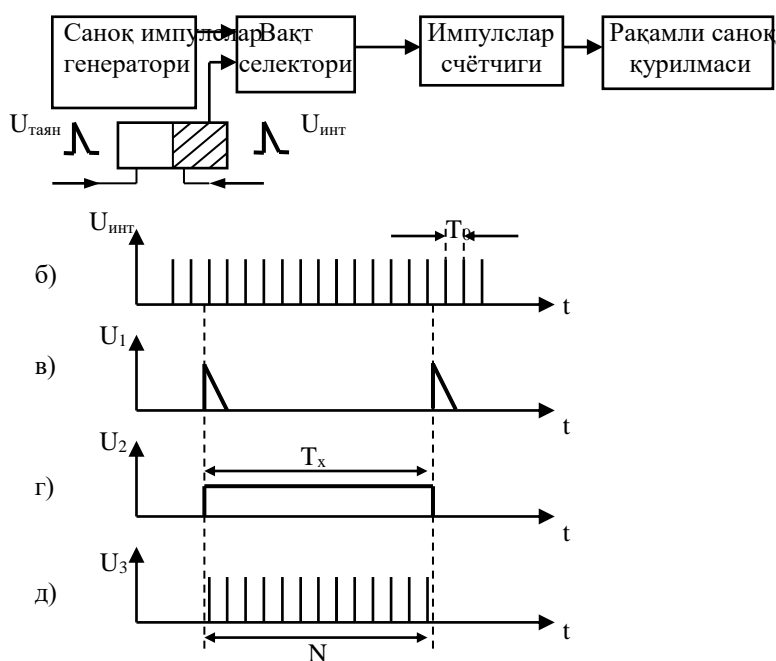
Триггер вақт дарвозасини шакллантиргичга мумкин бўлган мисол сифатида фойдаланилади.  $U_{\text{таянч}}$ ,  $U_{\text{инт}}$  ва вақт дарвозаси импульсининг ўзаро жойлашиши (вазияти) 11.10-в, г расмда келтирилган.

Ўлчанаётган вақт оралиқи  $T_x$  энди  $T_x = NT_n$  каби аниқланади, бу ерда  $T_n$  – санок импульслари шакллантирадиган намунавий сигнал даври (11.10-а расм).

Таянч генератор частотасининг нисбий ностабиллиги  $\delta_0$  вақт оралиқини ўлчаш хатолигининг ташкил этувчиларидан бирини

бевосита аниқлайди. Шу сабабли таянч генераторлар сифатида рақамли частота ўлчагичлардаги каби термостатланган кварцли генераторлардан фойдаланилади.

Вақт нишонлари даврининг мумкин бўлган минимал қиймати  $T_0$  бир каррали вақт оралиқларини ўлчашда асбоб дискрет-лигининг абсолют хатолигини аниқлайди.  $T_0$  даврни камайтириш учун таянч генератор частотасини частота кўпайтиргич ёрдамида бир неча марта кўпайтирилади.



11.10-расм.

Дискретликнинг тегишли максимал нисбий хатолиги ушбу ифода билан аниқланади:

$$\delta_0 = \pm 1/N = \pm T_0/\Delta t_x.$$

Одатда, ҳозирда тарқалган асбоблар учун  $f = 10 \text{ MHz}$  ва  $T_0 = 100 \text{ ns}$ . Частотали ўлчашдаги каби, вақт нишонини ўлчанаётган оралиқнинг бошланиши билан синхронлаштириб, дискретлик хатолигини камайтириш мумкин, у ҳолда  $\delta_d = T_0/T_x$ , яъни формулага  $\pm$  ўрнига  $+$  киради ва дискретлик хатолиги 2 марта камаяди. Бу ҳолда дискретлик хатолиги мусбат бўлганлиги сабабли, вақт нишонини ўлчанаётган оралиқ бошланишига нисбатан  $T_0$  даврининг ярмига суриш йўли билан бу хатоликнинг максимал қийматини яна икки марта қисқартириш мумкин, яъни  $\delta_d = T_0/2T_x$ .

Етарлича катта вақт оралиқларини ўлчашда дискретлик хатолиги жуда кичик ва таянч генератор частотасининг ностабиллиги орқали юзага келадиган хатоликка таққосланадиган бўлиши мумкин. Мана шунинг учун ҳам паст частотали сигналларнинг келиш частоталарини ўлчашда частотани эмас, балки даврни ўлчаш мақсадга мувофиқ бўлади.

Ниҳоят, қаралаётган асбоб хатолигининг учинчи ва энг муҳим ташкил этувчиси ўлчанаётган оралиқ  $T_x$  ни аниқлайдиган импульсни шакллантиришда юзага келади. Шакллантиргичларда, одатда, Шмитт триггери туридаги бўсага қурилмаларидан фойдаланилади, улар эса ишга тушиш бўсағасининг маълум стабиллигига эга. Бундан ташқари, ўлчанаётган сигналда флуктацион шовқин ва бошқа характердаги халақитлар бўлиши мумкин. Буларнинг ҳаммаси шаклланаётган сигнал давомий-лигининг тасодифий ўзгаришига ва, мос равишда, ўлчаш хатолигининг ишга тушириш даражаси хатолиги деб аталадиган ташкил этувчиси  $\delta_{ит}$  нинг пайдо бўлишига олиб келади. Бу хатоликнинг қиймати, табиийки, таҳлил қилинаётган сигнал  $u_{кир}(t)$  нинг шаклига, биринчи навбатда, унинг шакллантирувчи қурилманинг ишга тушиш зонасида ўзгариши  $S - dU_{кир}(t)/dt$  нинг тиклигига боғлиқ бўлади. Кириш сигналида  $U_m$  қулочли шовқиннинг мавжудлиги туфайли шакллантирувчи бўсага қурилмасининг ишга тушиш вақтининг максимал тарқоқлиги  $\Delta t \approx U_m/s$  ифода билан аниқланади.

Равшанки, тик фронтли импульслар даврини ва давомийлигини ўлчашда ишга тушириш даражасининг хатолиги муҳим даражада намоён бўлмайди. Шу сабабли фронтининг давомийлиги вақт нишонлари даврининг ярмидан катта бўлмаган импульс шаклидаги кириш сигнали учун вақт оралиқини рақамли ўлчагич натижавий (жами) хатолигини меъёрлашда фақат таянч генератор хатолиги ва дискретлик хатолигини ҳисобга олинади:

$$\delta = \pm \left( \delta_0 + \frac{T_0}{T} \right).$$

Тадқиқ этилаётган сигнал фронтларининг давомийлиги вақт нишонлари даврининг ярмидан ортиқ бўлганида ишга тушириш даражасининг ностабиллиги туфайли хатолик

$$\delta_{и.т.} \leq (\Delta t_{\phi} + \Delta t_{\kappa}) / \Delta t_x$$

бўлади, бу ерда  $\Delta t_{\phi}$  ва  $\Delta t_{\kappa}$  – санокнинг боши ва охири аниқлайдиган импульслар fronti ва кесилишининг давомийлиги  $U_c$

амплитудали сигнал бўлганида ишга тушириш даражасининг нисбий хатолиги  $\delta_{и.т.} = \pm \Delta t / \Delta t_x = \pm U_M / \pi U_c$  бўлади, даврни аниқлашдаги натижавий хатолик эса

$$\delta = \pm \left( \delta_0 + \delta_{и.т.} + \frac{T_0}{T_x} \right) \quad (11.4)$$

бўлади.

Сигналга қўшилиб кетган шовқинлар мавжуд бўлганида ишга тушириш даражасининг нисбий хатолиги

$$\delta_{и.т.} = \frac{U_{ш}}{3U_c}$$

билан аниқланади, бу ерда  $U_{ш}$  – шовқиннинг чўққи қиймати,  $U_c$  – сигналнинг максимал қиймати.  $\delta_{и.т.}$  нинг  $U_c / U_{ш}$  нисбатга боғлиқ равишдаги қийматлари 11.1-жадвалда децибел ҳисобида берилган:

11.1-жавдал

$U_c / U_{ш}$ , dB	20	40	60
$\delta_{и.т.}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-4}$

Агар ўлчанаётган вақт оралиқи такрорланувчи сигналлар билан боғланган бўлса, у ҳолда дискретлик ва ишга тушириш хатоликларини даврни ўрталаш усули билан ўлчашда анча камайтириш мумкин, бу усулда тадқиқ қилинаётган сигнал киришдаги шакллантирувчи қурилмадан кейин декадали бўлгичлар занжирига берилади, булар эса частотанинг такрорланишини  $n = 10^k$  марта пасайтиради, бу ерда  $k$  – коэффициент 1 дан 5 гача чегараларда танланади. Сўнгра бу сигнал селекторга берилади ва электрон счётчик тадқиқ қилинаётган сигналнинг  $n$  та даврига тўғри келадиган эталон вақт нишонларини қайд этади.

Рақамли индикаторнинг кўрсатишлари ўлчанаётган даврга мос бўлиши учун рақамли ўлчаш асбоби вергулини чап томонга  $k$  тартибга суришдан фойдаланилади – санок натижасини  $10^k$  марта бўлиш шундай амалга оширилади. Хатоликни кўп карра ўлчашлар ва ўлчаш натижаларининг ўртача қийматини топиш йўли билан камайтириш мумкин.

Синусоидал сигнал даврини ўлчашнинг нисбий хатолиги  $n$  та ўлчаш натижаларининг ўртача қийматини топилганида

$$\delta = \pm \left( \delta_0 + \frac{\delta_{и.т}}{n} + \frac{T_0}{nT_x} \right) \quad (11.5)$$

ифода билан аниқланади.

Ўртачалаштириш усули давомийлиги эталон вақт нишонлари даври билан қиёсланадиган етарлича кичик такрорланувчи (даврий бўлиши шарт эмас) вақт оралиқларини ўлчаш аниқлигини ошириш учун ҳам қўлланилиши мумкин. Бунда селектор киришига, одатдаги бевосита санок усулидаги каби, тадқиқ қилинаётган сигнал ва эталон импульслар берилади, бироқ счётчик бирор, тегишли қайта ҳисоблаш схемаси ёрдамида берилган сондаги эталон импульсларни санаш режимида ишлайди. Одатда  $n = 10^k$ , бунда  $k = 1...5$  бўлади. Бунда шунга эътибор бериш керакки, бу ҳолатда ўлчаш вақти ўлчанаётган сигнал давридан  $10^k$  марта ортиқ бўлади. Қисқа такрорланувчи импульсларни ўлчашнинг нисбий хатолиги ўртачалаштириш усулини қўлланилганда

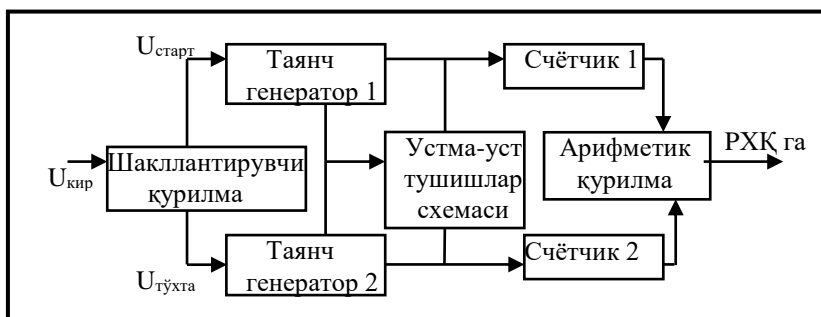
$$\delta = \pm \left( \delta_0 + \frac{T_0}{nT_x} \right) \quad (11.6)$$

ифода билан аниқланади, бу ерда  $n$  – санок вақтида ўртачаланадиган вақт оралиқлари сони.

Шуни ёдда тутиш муҳимки, агар сигналлар такрорланса ва такрорланиш частотаси таянч генератор частотаси билан синхронлаштирилмаган бўлса, ўртачалаштириш усулини қўллаш мумкин.

Шундай асбоблар мавжудки, уларда ўрталаштириш усули дискретлик хатолигини бир каррали оралиқларни ўлчашда 100 ns дан, даврий вақт оралиқларини ўлчашда 10 ns гача пасайтириш имконини беради.

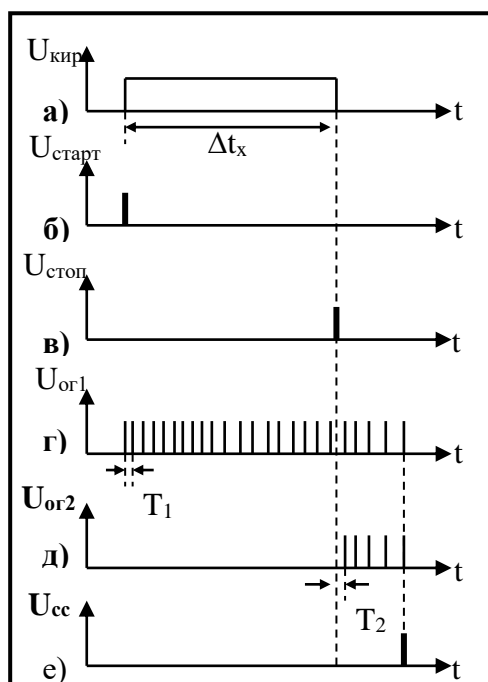
**Вақт оралиқларини нониусли ўзгартирадиган рақамли ўлчагичлар.** Қисқа бир каррали вақт оралиқларини бевосита санок усулига асосланган асбоблар билан ўлчашда фойдаланилаётган элементлар базасининг тезкорлигига боғлиқ бўлган дискретлик хатолиги ҳал қилувчи аҳамиятга эга бўлади. Вақт оралиқини нониусли ўзгартирадиган рақамли ўлчагичлар (11.11-расм) тезкорлиги чегараланган счётчиклардан фойдаланилганда катта аниқликка эришиш имконини беради.



11.11-расм.

Шакллантйривчи қурилма давомийлигини ўлчаш зарур бўлган кириш сигнали  $U_{кир}$  дан старт импулси  $U_{старт}$  ва тўхта импулси  $U_{тўхта}$  ни шакллантиради (11.12-а, б, в расм). Старт импулси такрорланиш даври  $T_1$  бўлган таянч генераторни ишга туширади ва унинг импулслари счётчик 1 га келади. Вақт ораликларини таянч генератор 1 давридан кичик дискретлик хатолиги билан ўлчаш усули схемасига даври  $T_2$  ва ишга тушириш импулси  $U_{тўхта}$  бўлган яна бир таянч генератор 2 киритилган.  $U_{чег}$  импулсларнинг такрорланиш даври  $U_{ог}$  1 импулсларнинг такрорланиш давридан биров кичик ва  $\Delta T = T_1 - T_2$  айирма, ишнинг моҳиятига кўра, квант-лаш қадамини ва, мос равишда, нониусли ўзгартиришни дискрет-лаш хатолигини аниқлайди.

Генераторлар импулслари ҳар бир давр билан бир-бирига токи устма-уст тушгунига қадар вақт бўйича яқинлашади (11.12-г, д расм).



11.12-расм.

Бу момент генераторлар ишини тўхтатадиган  $U_{ус}$  сигнални ишлаб чиқарувчи устма-уст тушиш схемаси томонидан қайд этилади. Арифметик қурилма счётчик 1 нинг кўрсатишлари  $N_1$  ва счётчик 2 нинг кўрсатишлари  $N_2$  ни ушбу алгоритм бўйича бир-лаштириши керак:

$$\Delta t_x = (N_1 - 1)T_1 - (N_2 - 1)T_2 + \Delta T(N_2 - 1).$$

Бу ифодадаги биринчи кўшилувчи ўлчанаётган ораликнинг старт генератори 1 давлари сонини санаш билан аниқланган «бутун қисми»ни ифодалайди. Иккинчи

қўшилувчи генератор  $I$  нинг ҳали ўлчанаётган вақт оралиқи чегараларида бўлган импульси билан стоп импульси орасидаги «ҳисобга олинмаган» вақт оралиқининг давомийлигини аниқлайди. Арифметик қурилмадан натижа коди рақамли санокни олиш қурилмаси РСҚ га келади.

Қаралаётган асбобда бошқариладиган старт таянч генераторининг қўлланилиши таянч импульсларни ўлчанаётган оралиқнинг бошланиши билан синхронлаш ва нониусли усул билан фақат битта «ҳисобга олинмаган» оралиқни ўлчашга имкон беради. Бироқ нониусли ўзгартгичларнинг таянч генераторлари стабиллиги бўйича узлуксиз иш режимига эга генераторларга нисбатан пастроқ бўлиб, уларни кварцли резанаторлар билан стабиллаш мумкин. Шунинг учун нониусли ўзгартирадиган асбобда квантлаш даражалари сони  $T_1/\Delta T$  ни одатда 100 дан ортиқ қилиб олинмайди ва бундай асбоблардан нисбатан катта бўлмаган оралиқларни ўлчаш учун фойдаланилади. Нониусли ўзгартгич-ларнинг квантлаш қадамини стабиллаш учун старт ва тўхташ генераторларининг частоталари айирмасини автосозлашдан ёки уларни юқори стабил ЎЮЧ сигнал билан мажбурий синхронлашдан фойдаланилади.

Катта вақт оралиқларини аниқ ўлчаш учун иккита нониусли ўзгартгичли рақамли асбоблардан фойдаланилади, бунда асосий таянч генератор узлуксиз режимда ишлайди. Бундай асбобларда ўлчанаётган вақт оралиқининг «бутун қисмини» узлуксиз ишловчи стабил таянч генераторининг импульсларини бевосита санаш усули билан аниқланади. Бир нониусли ўзгартгич таянч генераторининг импульсини биринчи ўлчаш бошланишидан олдинги «ҳисобга олинмаган» вақт оралиқини, иккинчиси эса иккинчи «ҳисобга олинмаган» вақт оралиқини ўлчайди. Арифметик қурилма учта сўтчикнинг кўрсатишларини бирлаш-тиради ва натижа кодини РСҚ га беради. Бундай асбоб схемаси етарлича мураккаб бўлади.

**Вақт оралиқларини секинлатиш линияси билан рақамли ўлчагичлар.**

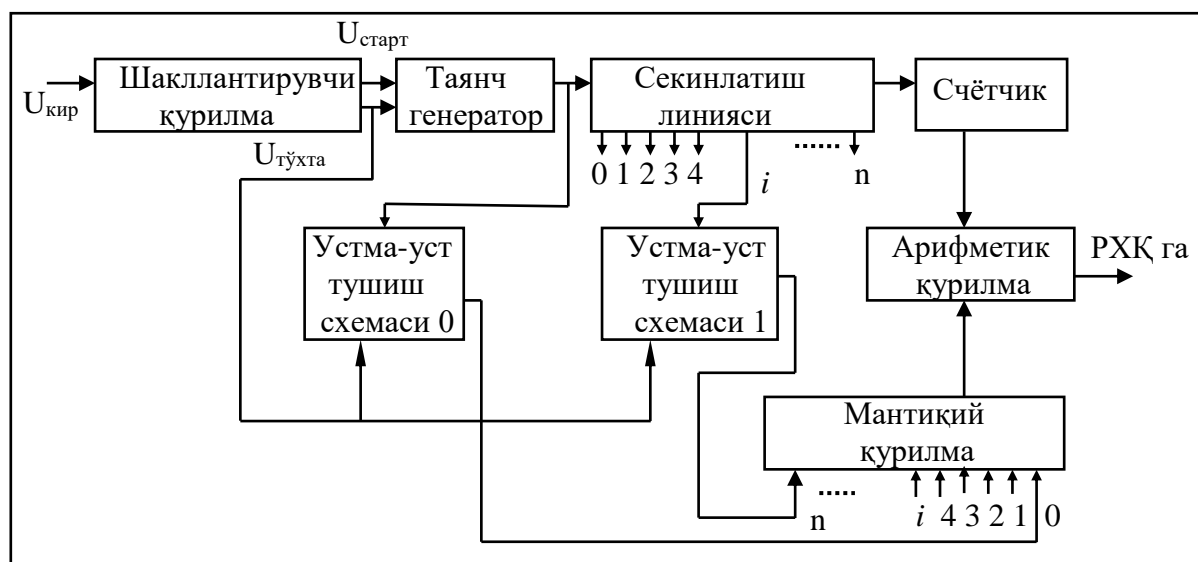
Вақт оралиқларини ўлчагичнинг яна бир тури – бу калибрланган секинлатиш линиясидан фойдаланувчи ўлчагичлар бўлиб (11.13-расм), тезкорлиги чекланган сўтчиклардан фойдаланилганда етарлича юқори вақт ечимига эришиш имконини беради, бунда шакллантирувчи қурилма старт  $U_{\text{старт}}$  ва тўхташ  $U_{\text{тўхташ}}$  импульсларини ишлаб чиқаради ва улар тескари алоқа занжиридаги



секинлатиш линиясига эга бошқариладиган таянч генераторга келади.

Секинлатиш линияси генератор импульсларининг такрорланиш даврини, шакллантирувчи қурилмадан келадиган бошқарувчи сигналлар эса сериядаги импульслар сонини аниқлайди. Счётчик ўлчанаётган оралиқ давомийлигини таянч генератор даврига тенг дискретлик хатолиги билан иккилик кодда қайд этади.

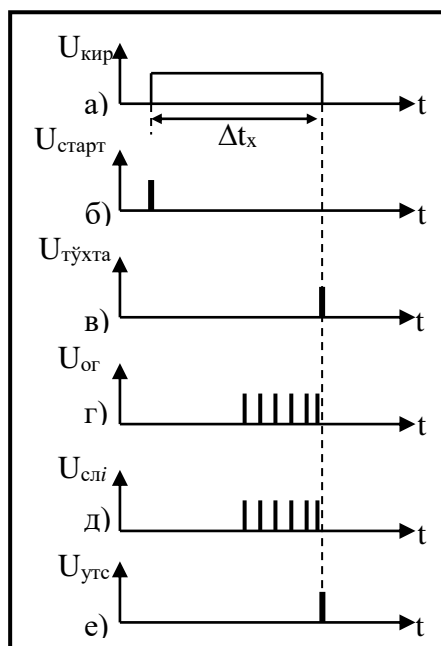
Сериянинг сўнгги импульси (11.14-г расм) ва стоп импульси орасидаги вақт оралиқи секинлатиш линияси чиқишларига (отвод) уланадиган устма-уст тушиш схемалари ёрдамида энди каттароқ аниқлик билан ўлчанади. Чиқишлар ва устма-уст тушиш схемалари сони талаб қилинадиган квантлаш даражалари сонига боғлиқ бўлади. Масалан, квантлаш қадами 10 ns бўлганида саккиз даражани ҳосил қилиш учун 8 та чиқишли ва 8 та устма-уст тушиш схемали 80 ns га мўлжалланган секинлатиш линиясидан фойдаланиш лозим бўлади.  $U_{утс}$  сигналлар бўйича мантиқий қурилма ишга тушган устма-уст тушиш схемаларидан охиригисининг (одатда импульслар энининг чеклилиги туфайли бир нечта устма-уст тушиш схемалари ишлаб кетади) тартиб рақами кодини ишлаб чиқаради. Арифметик қурилма счётчик ва мантиқий қурилма чиқишларидаги кодларни бирлаштиради ва натижани РХҚ га беради.



11.13-расм.

Вақт оралиқларини кечиктириш линияси билан рақамли ўлчагичларнинг афзаллик жиҳатларига квантлаш қадамининг секинлатиш линияси параметрларининг стабиллиги билан

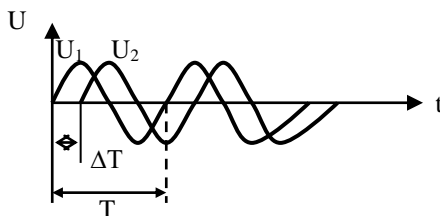
белгиланадиган стабиллигини ва вақтни юқори ажратишни таъминлаш имкониятини киритиш мумкин. Бундай турдаги асбобларнинг квантлаш қадами 5 ns бўлгани маълум. Камчиликларидан квантлаш сонининг кичиклигини кўрсатиш мумкин (катта сондаги чиқишли калибрланган секинлатиш линиясини конструктив мулоҳазаларга кўра амалга ошириш қийин).



11.14-расм.

### 11.3 Фаза силжишини ўлчаш

Фаза силжиши  $\varphi$  деб бир хил частотали иккита гармоник сигнал  $U_1=U_1\sin(\omega t+\varphi_1)$  ва  $U_2=U_2\sin(\omega t+\varphi_2)$  нинг аргументлари айирмасининг, яъни бошланғич фазалар айирмаси  $\varphi_1 - \varphi_2$  нинг модулига айтилади (11.15-расм).



11.15-расм.

Фаза силжиши ўзгармас катталик бўлиб, санок моментига боғлиқ эмас. Сигналлар бир хил фазаларда, бўлган моментлар, масалан, манфий қийматлардан мусбат қийматларга нол орқали

ўтишларда бўлган моментлар орасидаги вақт оралиқини  $t$  орқали белгилаймиз. У ҳолда фаза силжиши, ёки

$$\varphi = 360\Delta T/T, \quad (11.7)$$

бу ерда  $T$  – гармоник сигналлар даври.

Фаза силжиши электр сигнали занжирдан ўтаётганида секинлашиши туфайли пайдо бўлади. Тебраниш контури, филтрлар, фазаайлантиргичлар ва бошқа тўрткутбликлар кириш ва чиқиш кучланиши орасида фаза силжиши  $\varphi = \omega t_{\text{сек}}$  ни киритади, бу ерда  $t_{\text{сек}}$  – секинлашиш давомийлиги, секунд ўлчамида. Одатдаги турли кучайтириш каскади  $\pi$  га тенг фаза силжишини киритади.

Кўпгина радиотехника қурилмалари – барча вазифали радиолокацион, радионавигацион, телевизион, кенг полосали кучайтиргичлар бошқа параметрлари билан бир қаторда фаза-частота тавсифи, яъни фаза силжишининг частотага боғлиқлиги билан ҳам тавсифланади.

Фаза модуляцияси ва манипуляцияси телеметрия ва алоқа аппаратурасида кенг қўлланилади; бу қурилмалардаги фаза силжишини ўлчаш солашда ҳам, ишлатиш вақтида ҳам ҳал қилувчи аҳамиятга эга.

Агар бир хил частотали кучланишлар носинусоидал шаклга эга бўлса, у ҳолда фаза силжиши уларнинг биринчи гармоникалари орасида қаралади; ўлчашда юқори гармоникалар кучланиши паст частоталар филтрлари ёрдамида филтрлаб ажратилади. Бундай кучланишларни вақт силжишини  $\Delta T$  билан тавсифлаш мумкин.

Фаза силжишини ўлчашда осциллографик, компенсация ва дискрет санок усуллари энг кўп қўлланилади.

Осциллографик усулни чизиқли, синусоидал ва доиравий ёйиш усуллари билан амалга ошириш мумкин. Биринчи икки усул энг кўп тарқалганлиги сабабли, уларни кўриб чиқиш билан чегараланамиз.

Чизиқли ёйиш усули икки нурли ёки икки каналли осциллограф томонидан амалга оширилиб, унинг вертикал оғдириш каналига  $U_1 = U_1 \sin(\omega t + \varphi_1)$  кучланиш, горизонтал оғдириш каналига эса  $U_2 = U_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$  кучланиш берилади. Осциллографнинг ёйиш генератори уланган бўлади. Иккала кучланиш тенглаштирилганидан сўнг осциллограмма 11.15-расмда кўрсатилган кўринишга эга бўлади. Фаза силжишини (11.7)

формула бўйича  $T$  ва  $\Delta T$  га мос кесмаларнинг ўлчанган узунликлари  $l$  ва  $\Delta l$  ни қўйиб ҳисобланади.

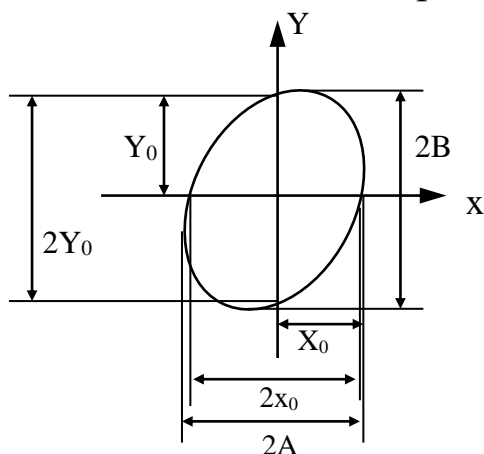
Синусоидал ёйиш усули бир нурли осциллограф билан амалга оширилади. Вертикал оғдириш каналига  $U_y = U_y \sin(\omega t + \varphi)$  кучланиш, горизонтал оғдириш каналига эса  $U_x = U_x \sin \omega t$  кучланиш берилди; ёйиш генератори узиб қўйилган. Осциллограф экранида эллипс шаклидаги осциллограмма (11.16-расм) пайдо бўлади, унинг тенгламаси

$$y = \left(\frac{B}{A}\right)(X \cos \varphi) + \sqrt{A^2 - X^2} \sin \varphi \quad (11.8)$$

қўринишга эга, бу ерда  $A$  ва  $B$  – мос равишда вертикал ва горизонтал бўйича максимал оғишлар,  $x = 0$  деб олсак, вертикал кесма  $y_0 = B \sin \varphi$  ни,  $y = 0$  деб олсак, горизонтал кесма  $x_0 = A \sin \varphi$  ни ҳосил қиламиз. Бу ердан  $\sin \varphi = \pm y_0 / B = \pm x_0 / A$ . Ўлчашлар олдидан вертикал ва горизонтал бўйича оғишларни тенглаб олинса, қулай бўлади:  $A = B$ , у ҳолда  $y_0 = x_0$ . Фаза силжишини ҳисоблаш учун осциллограмма бўйича координата ўқларида кесиладиган  $2x_0$  ёки  $2y_0$  кесмани эллипсга ички чизилган тўғри тўртбурчакнинг томони  $2A$  ёки  $2B$  ни ўлчаб олинади:

$$y = \pm \arcsin(2y_0 / 2B) = \pm \arcsin(2x_0 / 2A) \quad (11.9)$$

Синусоидал ёйиш усули фаза силжишини бир қийматли аниқлаш имконини бермайди. Эллипс ўқлари координата ўқлари



11.16-расм.

билан устма-уст тушганида  $\varphi$  фазавий силжиш  $90^\circ$  ёки  $270^\circ$  га тенг бўлади. Агар эллипснинг катта ўқи биринчи ва учинчи квадрантларда жойлашган бўлса, у ҳолда фаза силжиши  $0^\circ < \varphi < 90^\circ$  ёки  $270^\circ < \varphi < 360^\circ$ , агар иккинчи ва тўртинчи квадрантларда жойлашган бўлса,  $90^\circ < \varphi < 180^\circ$  ёки  $180^\circ < \varphi < 270^\circ$  бўлади. Бир қийматли эмасликни бартараф этиш учун қўшимча  $90^\circ$  ли силжишни киритиш лозим ва осциллограмма қўринишининг

ўзгариши бўйича ҳақиқий фаза силжишини осон аниқлаш мумкин. Масалан,  $30^\circ$  ёки  $330^\circ$  га тенг  $\varphi$  ни ҳосил қилган бўлайлик. Қўшимча  $+90^\circ$  ни киритайлик. Агар осциллограмма ўша квадрантлар ичида

қолса,  $\varphi = 330^\circ$ , агар иккинчи ва тўртинчи квадрантларга кўчса, у ҳолда  $\varphi = 30^\circ$ .

Осциллографик усулда ҳеч қандай қўшимча асбоблар талаб этилмайди ва ғояси ҳам содда. Бироқ у билвосита усул бўлиб, чизиқли ўлчашларни ва ҳисоблашларни талаб этади, бу эса анча катта хатоликларга олиб келади. Умумий хатолик ушбу тасодифий хатоликлар: кесмаларнинг узунликларини ўлчаш; нур изини масштаб тўри билан ва осциллограф экрандаги ёруғ доғ диаметрининг охирги қийматини устма-уст тушириш ҳамда мунтазам хатоликлар: асбобий ва услубий хатоликлардан қўшилиб ҳосил бўлади. Услубий хатолик тадқиқ қилинаётган кучланишларда гармоникаларнинг мавжудлиги билан боғлиқдир.

Кесмаларни ўлчаш хатолигини нурни кичик ёрқинликда пухта фокуслаш ва масштаб тўри экранининг ички сиртига чизилган ЭНТ ли осциллографдан фойдаланиб камайтириш мумкин. Битта кучланишнинг ўзини осциллографнинг иккала киришига бериб, осциллограф каналларида фаза силжишини осон топиш мумкин. Фаза силжиши йўқ бўлганида экранда тўғри чизиқ пайдо бўлади. Агар эллипс пайдо бўлса, у ҳолда фаза силжиши қийматини (11.9) формула бўйича ўлчаш ва ўлчаш натижасига тегишли тузатмани киритиш лозим. Агар тузатмани аниқ топишнинг иложи бўлмаса, у ҳолда хатоликни компенсациялаш усули билан йўқотиш мумкин. Бунинг учун қуйидаги икки ўлчашни ўтказиш лозим:

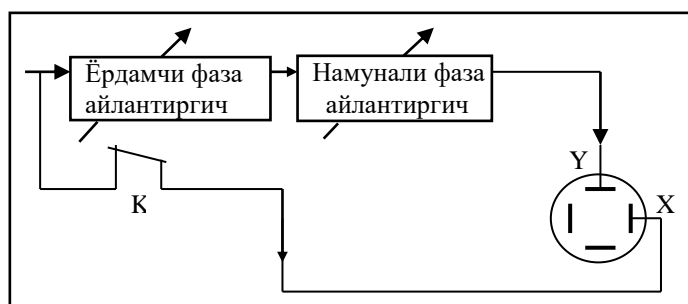
биринчи ўлчаш одатдагича бажарилади, иккинчи ўлчашни эса ўлчанаётган кучланишларни осциллографларни қарама-қарши киришларига бериб ўтказилади. Биринчи ўлчаш натижасида  $\varphi_1 = \varphi + \Delta\varphi$  ни ҳосил қиламиз, бу ерда  $\Delta\varphi$  – осциллограф каналларидаги номаълум фаза силжиши. Иккинчи ўлчаш натижасида  $\varphi_2 = (360^\circ - \varphi) + \Delta\varphi$  ни оламиз.  $\varphi_2 - \varphi_1 = 360^\circ - 2\varphi$  дан изланаётган фаза силжиши

$$\varphi = 180^\circ - [(\varphi_2 - \varphi_1)/2]$$

ни ҳосил қиламиз.

Осциллографик индикациялашли компенсацион усул бир нурли осциллограф, намунавий  $\varphi_n$  ва ёрдамчи  $\varphi_\epsilon$  фазаайлантиргичлардан иборат ўлчаш қурилмаси (11.17-расм) орқали амалга оширилади.

Дастлаб қурилмадаги хусусий фаза силжишини бартараф этилади. Бунинг учун калит  $K$  ни ёпилади ва  $U_1$  кучланишни



11.17-расм.

осциллограммани иккала киришига берилади. Намунали фазаайлантиргич шкаласининг кўрсаткичи нолга келтирилади, ёрдамчи фазаайлантиргич эса осциллограф экранида тўғри чизиқ ҳосил бўлгунига

қадар ростланади. Бунда ёрдамчи фазаайлантиргич томонидан ўлчаш қурилмасининг хусусий фаза силжиши компенсацияланади. Яхши компенсациялаш учун осциллограф иккала каналининг кучайтирилиши максимум қилиб ўрнатилади. Бунда осциллограмма экран ташқарисига чиқади, бироқ бу муҳим эмас. Сўнгра калит узилади ва  $U_1$  кучланишни  $Y$  каналга,  $U_2$  кучланишни эса  $X$  каналга берилади, экранда эллипс ёки унинг марказий қисми икки параллел чизиқ кўринишида пайдо бўлади. Фазаайлантиргични ростлаш билан бу чизиқларнинг битта тўғри чизиқ бўлиб қўшилиб кетишига, яъни умумий нол фаза силжишига эришилади.

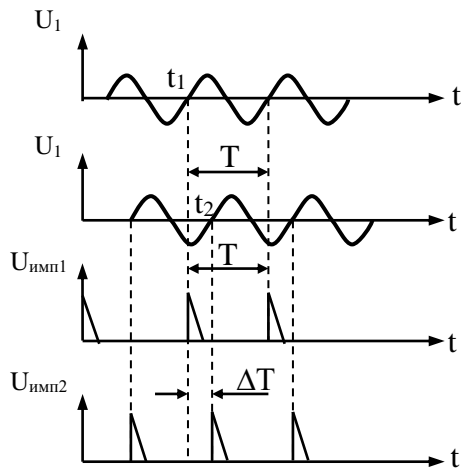
$U_1$  ва  $U_2$  кучланишлар орасидаги фаза силжишининг қиймати намунавий фазаайлантиргич шкаласининг кўрсатиши бўйича қуйидагича аниқланади. Агар  $U_1$  кучланиш фаза бўйича  $U_2$  кучланишдан илгари кетса, у ҳолда фазаайлантиргич шкаласи кўрсатиши фаза силжишига тенг:  $\varphi = \varphi_n$ . Агар  $U_1$  кучланиш орқада қоладиган бўлса, у ҳолда  $\varphi = 360^\circ - \varphi_n$ .

Ўлчаш хатолиги асосан намунавий фазаайлантиргич шкаласининг даражаланиши хатолиги бўйича аниқланади.

**Аналоги фазаметрлар.** Усулнинг моҳияти иккала синусоидал кучланишни даврий қисқа импульслар кетма-кетлигига ўзгартиришдан иборат. Бу кучланишларнинг бир хил ишорали ташкил этувчилари билан нол орқали ўтиш моментларига мос. Энг яқин импульслар орасидаги вақт оралиқлари аниқланаётган фазалар айирмасига тенг (11.18-расм). Ўзгартиришдан сўнг вақт оралиқининг (даврга нисбатан) нисбий қиймати аниқланади. Маълум  $\varphi = \omega t$  ва  $\omega = 2\pi/T$  ифодалардан фойдаланиб, фаза силжиши  $\varphi$  ва нисбий вақт оралиқи орасидаги муносабатни аниқлайдиган ушбу формулани ёзишимиз мумкин:

$$\varphi^\circ = 360^\circ \frac{\Delta T}{T}. \quad (11.10)$$

Шуни қайд этиш керакки, фаза силжишини вақт оралиқига ўзгартиришда шовқин халақитларининг таъсири туфайли тасодифий хатоликлар юзага келиши мумкин.



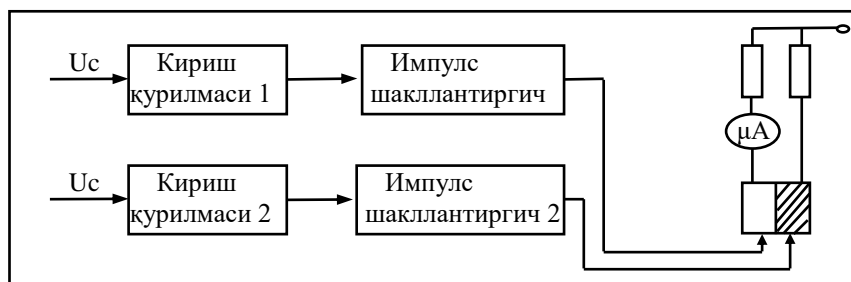
11.18-расм.

Бу баён қилинган усул кенг тарқалди. Бу усул бир-биридан асосан нисбий вақт оралиқини ўлчаш усули билан фаркланадиган турли фазаметрларда учрайди.

**Магнитоэлектрик ўлчагичли фазаметр.** Ҳар бир канали кучайтиргич-чеклагич, дифференциалловчи занжир ва бир томонлама чеклагичдан иборат шакллантирувчи қурилма (11.19-расм) гармоник тебранишларни, 11.18-расмда кўрсатилганидек, синусоиданинг бир хил

ишорали ташкил этувчилари билан нол орқали ўтиш моментига мос тик фронтни қисқа импульслар сериясига ўзгартиради. Қўшни импульслар жуфтликларидан триггер ёрдамида  $\Delta T$  давомийликдаги тўғри бурчакли импульслар шаклланади. Нисбий вақт оралиқи  $\Delta T/T$  триггернинг тармоқларидан бирига уланган магнитоэлектрик асбоб ёрдамида ўлчанади.

Ўлчаш кетма-кетлиги қуйидагича. Ўлчанаётган сигналлар берилишига қадар триггер токи асбоб орқали оқиб ўтмайдиган ҳолатда бўлади. Иккала киришга синусоидал шаклдаги сигналлар берилганидан кейин (сигнал  $U_1$  сигнал  $U_2$  дан илгари кетади), каналларнинг чиқишларида мусбат импульсларнинг даврий кетма-кетлиги пайдо бўлади (11.20-а, б расм).

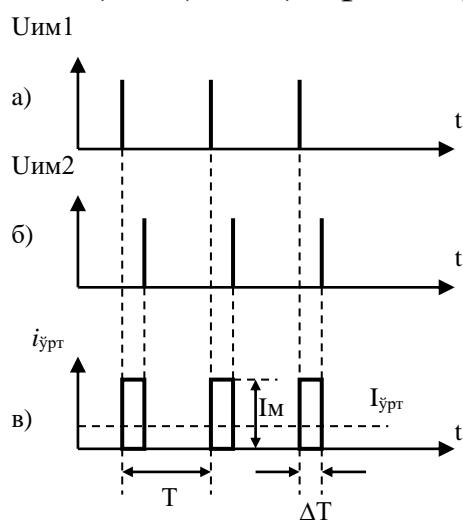


11.19-расм.

1-каналнинг биринчи импульси триггернинг елкасини ўзгартиради, бунинг натижасида ток схеманинг магнитоэлектрик асбоб уланган чап қисмида пайдо бўлади. Ўлчанаётган фаза силжишига пропорционал бўлган  $\Delta T$  ораликдан кейин иккинчи каналдан иккинчи импульс келиб, триггерни дастлабки ҳолатига қайтаради. Асбоб орқали ўтаётган ток тўхтайтиди.  $T$  даврдан сўнг жараён такрорланади ва ҳ.к. Триггер  $\Delta T$  давомийликдаги тўғри бурчакли импульсларни шакллантиради (11.20-в расм). Магнитоэлектрик асбоб токнинг бир давр ичидаги ўртача қийматини кўрсатади:

$$I_{\text{ўрт}} = \frac{\Delta T}{T} I_M. \quad (11.11)$$

(11.10) ва (11.11) ифодаларни таққослаш



11.20-расм.

$$\varphi^{\circ} = 360^{\circ} \frac{I_{\text{ўрт}}}{I_H} \quad (11.12)$$

формулага олиб келади, бундан кўришиб турибдики,  $\varphi^{\circ}$  ва  $I_{\text{ўрт}}$  катталиклар орасидаги боғланиш чизиқлидир. Индикаторли асбоб шкаласини бевосита градусларда даражалаш мумкин, чунки  $I_M = \text{const}$  (транзисторнинг тўйиниш токи билан аниқланади).

Асбобнинг ажратиш қобилияти

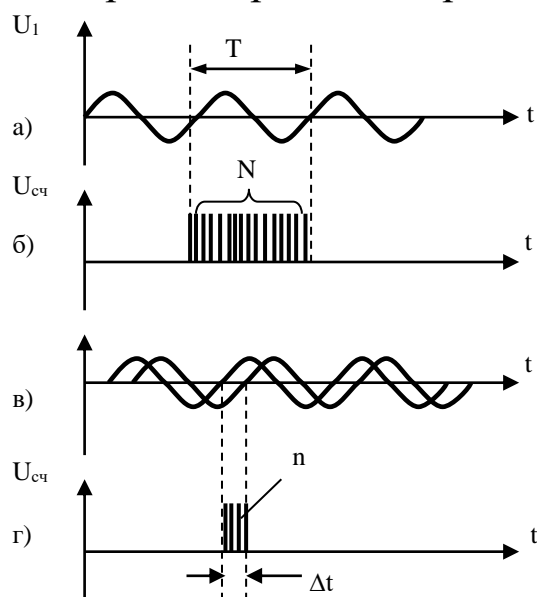
$$\Delta\varphi = \frac{360^{\circ}}{I_M} \Delta I_{\text{ўрт}}. \quad (11.13)$$

Баён қилинган бу усул фақат ўртача (ўлчаш вақтидаги) фаза силжишини ўлчашга имкон беради.

Хатоликлар ҳақида ва уларни ташкил этувчилари бўйича гап юритаётиб қуйидагини қайд этадилар. Тавсифланган қурилма схемасини иккита қурилма тўплами сифатида қараш мумкин: ўлчанаётган фаза силжишини  $\Delta T$  давомийликдаги тўғри бурчакли импульсларга ўзгартирадиган ўлчаш ўзгартгичи ва ўлчаш асбоби – магнитоэлектрик микроамперметр. Демак, фазаметрнинг электрон қисми ўзгартириш хатолигини белгилайди (унинг келтирилган қиймати 1–2% ни ташкил этади). Ўлчов ва қиёслаш хатолиги қўлланилаётган ўлчаш асбобининг аниқлик синфига боғлиқ (агар таққослаш хатолигининг субъектив ташкил этувчисини ҳисобга олинмаса). Фазаметрнинг умумий келтирилган хатолиги 1–3%.



Электрон-санокли фазаметр (11.2)да кўрсатиб ўтилганидек, вақт оралиқларини дискрет санок усули билан ўлчаш мумкин. У,



11.21-расм.

табийки, маълум фаза силжишига мос нисбий вақт оралиқларини ўлчаш учун ҳам қўлланилиши мумкин. Бу усулни вақт оралиқларини рақамли ўлчагич ёрдамида амалга ошириш мумкин. Дастлаб бир давр ичида фаза силжишини ўлчаш принципини кўриб чиқамиз. У қуйидаги ишларни бажаришга келтирилади. Тадқиқ қилинаётган синусоидал кучланишнинг даврини ўлчанмоқда. Бу ҳолда ундан вақт дарвозалари шакллантирилади

ва улар  $F_{сан}$  частота билан келаётган санок импульслари билан тўлдирилади (11.21-б ва в-расм). Счётчик томонидан бир давр ичида саналган импульслар сони

$$N = F_{сан} T \quad (11.14)$$

га тенг.

Ораларидаги фаза силжишлари ўлчаниши лозим бўлган  $U_1$  ва  $U_2$  синусоидал кучланишлар қисқа бир қутбли импульслар жуфтликларига ўзгартирилади. Импульслар жуфтликларидан асбобда  $\Delta T$  га тенг вақт дарвозалари шакллантирилади (биринчи импульс фронтни, иккинчи импульс эса вақт дарвозалари қирқимини аниқлайди). «Дарвозалар» очик бўлганда счётчик ўша  $F_{сан}$  билан келаётган импульсларни санайди (11.21-г расм). Уларнинг сони

$$n = F_{сан} \Delta T \quad (11.15)$$

га тенг. (11.14) ва (11.15) формулаларни (11.10) формула билан таққослаб,

$$\varphi^0 = 360^\circ \frac{n}{N} \quad (11.16)$$

ни ҳосил қиламиз.

Бу услубият паст ва инфрапаст частоталарда юқори аниқликка эришиш имконини беради.

Кичик фаза силжишларини ўлчашда ёки тадқиқ қилинаётган синусоидал кучланишларнинг частотаси юқори бўлганида келиш

частотаси тадқиқ қилинаётган кучланишлар частотасида анча ортик бўлган санок частоталари кварцли генератори ҳамда катта сиғимли ва санок тезлиги жуда юқори счётчик талаб қилинади.

Дискретлик хатолигини фаза силжиши  $\varphi$  нинг градусларида ифодалаб бу айтилган фикрларга ишонч ҳосил қилиш қийин эмас.  $\Delta T$  нинг қийматини (11.15) ифодадан топиб (11.7) формулага қўямиз ва унда изланаётган кучланишнинг  $T$  даврини  $f = 1/T$  частотага алмаштирамиз. У ҳолда

$$\varphi^0 = \frac{360^0}{F_{\text{сан}}} fn = c^0 n, \quad (11.17)$$

бу ерда  $C = \frac{360^0}{F_{\text{сан}}} f$ .

(10.10) ифодадан  $\Delta\varphi^0 = C^0 \Delta n$  ни ҳосил қиламиз.

Дискретликнинг санок кичик разряди плюс-минус бирга тенг хатолигига, яъни  $\Delta n = \pm 1$  га фаза силжишини ўлчаш хатолиги

$$\Delta\varphi^0 = \pm C^0 \quad (11.18)$$

мос келади.

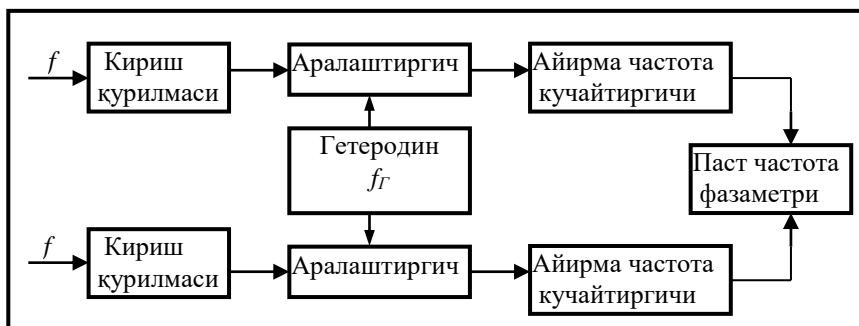
$f = 1$  МГц частотали иккита синусоидал кучланиш орасидаги фаза силжишини абсолют дискрет хатолик  $\Delta\varphi = \pm 0,1^0$  билан ўлчаш учун зарур бўладиган  $F_{\text{сан}}$  частота (11.17)дан аниқланиши мумкин. Бунда  $C^0 = 0,1^0$  бўлганлиги учун (11.17)га асосан

$$F_{\text{сан}} = \frac{360^0 f}{C^0} = 3600 \text{ МГц}$$

бўлади.

**Гетеродинли ўзгартириш.** Частотани гетеродинли ўзгартириш радиоприёмникларда кенг қўлланилади. Бироқ мазкур ҳолда иккита сигналнинг частотасини улар орасида фаза силжиши сақланадиган қилиб жуда аниқ ўзгартириш зарур. 11.22-расмда бундай ўзгартиргичнинг тузилиш схемаси кўрсатилган.

Ораларидаги фаза силжиши ўлчаниши лозим бўлган сигналлар иккита бир хил аралаштиргичга берилади. Бу билан бир вақтда иккала аралаштиргичга битта гетеродиннинг ўзидан  $f_r$  частотали кучланиш келтирилади. Аралаштиргичлар чиқишларида  $f_r - f$  айирма частота кучланишлари ҳосил бўлади.



11.22-расм.

Агар иккала канал идентик (айнан) бўлса, у ҳолда кучайтиргичлар чиқишларида ҳосил бўлган кучланишлар орасидаги фаза силжиши  $\varphi$  га тенг бўлади. Уни паст частотали фазаметр билан ўлчанади.

Частотани ўзгартириш зарурат туғилган ҳолда икки босқичли бўлиши мумкин.

Хатоликлардан қутилиш учун схемани шундай ростланадики, бунда битта манбанинг ўзидан фазаметрнинг иккала киришига кучланиш берилганида у нол силжишни кўрсатсин. Манба кучланишини қарама-қарши киришларга қайта уланганда ҳам кўрсатишлар ўзгармаслиги керак.

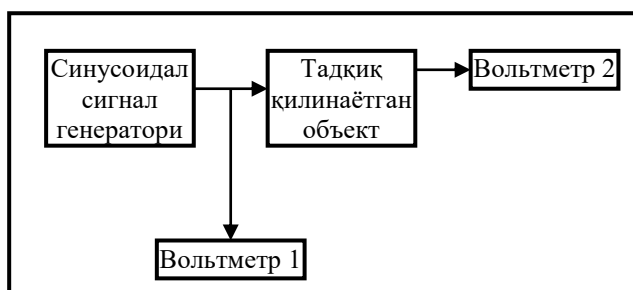
Фазаметрнинг кенг частоталар диапазонида ишлашига берилган диапазонда созланадиган гетеродин, кенг полосали аралаштиргичлар; аттенюаторлар ва схеманинг бошқа элементларидан фойдаланиш билан эришилади.

## 11.4 Амплитуда-частота характеристикаларни ўлчаш

### 11.4.1 Амплитуда-частота характеристикаларини нуқталар бўйича ўлчаш

Амплитуда-частота характеристикаларини (АЧХ) мазкур ўлчаш усули ихтисослашган асбобларни талаб этмайди ва етарлича аниқдир. Унинг камчилиги паст иш унумдорлигидир. У нисбатан кам қўлланилади, бироқ ўлчаш услубияти нуқтаи назаридан аҳамиятлидир. Бу усулнинг тамойили 11.23-расмда тушунтирилган.

Тадқиқ қилинаётган объектга (у, масалан, кучайтиргич ёки фильтр бўлиши мумкин) генератордан синусоидал сигнал берилади. Генераторнинг параметрлари: частоталар диапазони, чиқиш кучланиши, тадқиқ қилинаётган объектнинг кутилаётган характеристикаларига мувофиқлаштирилган тарзда танланиши



11.23-расм.

лозим. Объектнинг кириши ва чиқишида ўлчанаётган сигналнинг амплитудасини ўлчайдиган вольтметр исталган тури бўлиши мумкин, бироқ тадқиқ қилинаётган объект актив элементларга эга бўлса ва сигналнинг нозизиқли бузилишлари ва бунинг оқибатида энг юқори (олий) гармоникалар пайдо бўлишини кутиш мумкин бўлса, чиқишдаги сигнални ўлчаш учун танловчи (сайланма) вольтметрни қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади.

Ўлчаш жараёни тадқиқ қилинаётган объект киришида синусоидал сигналнинг турли частоталарини кетма-кет ўрнатиш, кириш ва чиқиш сигналларини ўрнатиш ҳамда ҳар бир частота учун узатиш коэффициенти

$$k(f) = U_{\text{чик}} / U_{\text{кир}}$$

ни ҳисоблашдан иборат.

Бу усулни амалиётда бажариш маълум ўлчаш малака-ларини талаб этади.

Масалан, агар АЧХ катта фарқланишларга эга (режекторли ва резонанс частоталарнинг мавжудлиги) бўлса, кириш сигналини танлашда эътиборли бўлиш лозим. Бошланғич кириш сигнали сифатида қабул қилинган сигнал режекция частоталарида жуда ҳам кичик бўлиб қолиши мумкин ва чиқиш сигнали вольтметр 2 томонидан ўлчанмаслиги ҳам мумкин. Кириш сигнали жуда ҳам катта ва резонанс частотасида тадқиқ қилинаётган объектда нозизиқли бузилишлар юзага келиши ҳам мумкин, бу эса АЧХ нинг кўтарилиш жойида унинг «ялпоқланишига» олиб келади. Частоталар қадамини ҳам тўғри танлаш лозим. Танлаш дискретлиги қанча катта бўлса, ўлчашни шунча тезроқ бажариш мумкин, бироқ графикда тажрибавий АЧХ ясаладиган нуқталар сийрак жойлашган бўлса, тавсифнинг қандайдир деталларининг йўқолиш эҳтимоллиги шунча кўп бўлади.

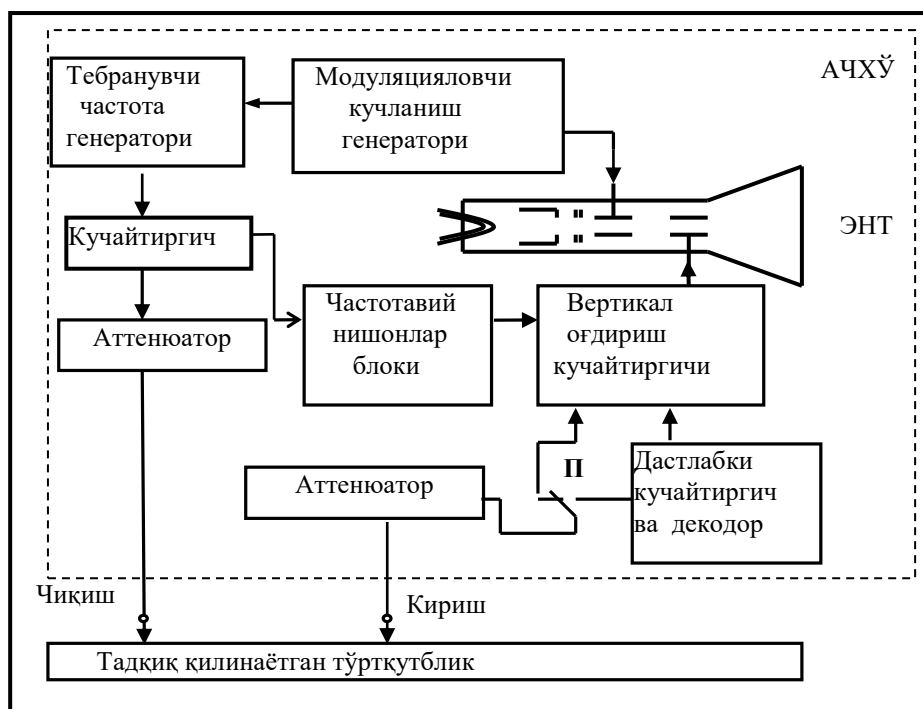
Шундай қилиб, бу жараён сермехнат, учта асбоб кўрса-тишларининг саноғини кўп марта олиш, ҳисоблаш операцияларини бажариш ва АЧХ графигини график итерполяциялаб кўлда чизилишини талаб этади. Ўлчаш иши анча вақт давом этиши туфайли таъминот кучланиши ва температуранинг ўзгариши билан боғлиқ хатоликлар бўлиши мумкин. Бирор-бир элементини алмаштирилганидан сўнг, аппаратурани созлашда ўлчаш тартибини қайтаришга тўғри келади, бу эса таъмирлаш ва созлаш ишлари кам унумли бўлишига олиб келади. Шу сабабли АЧХ ни ўлчаш жараёнини автоматлаштириш зарурати юзага келди.

#### **11.4.2 Амплитуда-частота тавсифларини автоматлаштирилган ўлчагичларнинг тузилиш тамойлари**

АЧХ ни ўлчаш жараёнини частотаси керакли частоталар полосасида равон ўзгариши мумкин бўлган генератордан ва осциллограммик индикатордан фойдаланиш ҳисобига автоматлаштиришга эришиш мумкин бўлади. Шундай қилиб, энг содда блок-схемаси 11.24-расмда тасвирланган амплитуда-частота тавсифини ўлчагич (АЧХЎ) юзага келади.

Ўлчаш сигнали тебранувчи частота генератори (ТЧГ) томонидан ишлаб чиқарилади, генераторнинг ўзи эса модуляцияловчи кучланиш генераторидан келадиган аррасимон кучланиш билан бошқарилади. Шу кучланишнинг ўзидан электрон-нурли трубклар (ЭНТ)да нурни оғдириш учун фойдаланилади. ТЧГ нинг синусоидал тебраниш частотаси 11.25-расмда кўрсатилганидек,  $f_{\text{макс}}$  дан  $f_{\text{мин}}$  гача чизикли қонун бўйича ўзгаради. Ўртача частота  $f_{\text{ўрт}}$  эса модуляцияловчи кучланиш берилмаганида ТЧГ нинг хусусий созланиш режимига тўғри келади. Модуляцияловчи тебранишнинг бир даври тугаганидан сўнг ТЧГ нинг частотаси  $f_{\text{мин}}$  қийматига қайтади ва яна чизикли қонун бўйича ўсади.

Шуни қайд этамизки, ТЧГ частотавий модуляцияланган тебранишни паразит амплитудавий модуляциясиз ишлаб чиқарилиши лозим, чунки АЧХ ни ўлчашда ўлчаш сигналининг фақат частотаси ўзгариши керак. Бу АЧХЎ ни ясашда маълум қийинчиликлар яратади.

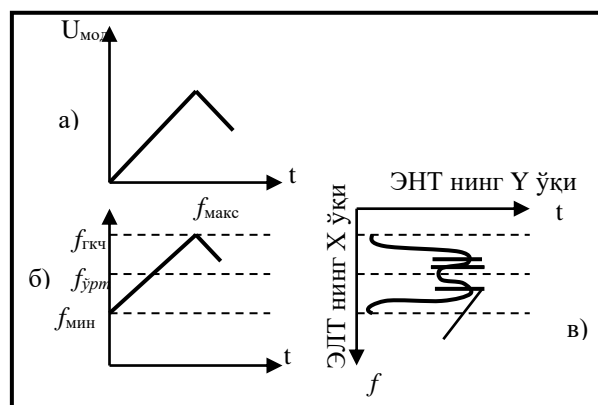


11.24-расм.

Модуляцияловчи сигналнинг шаклига келадиган бўлсак, у муҳим эмас ва фақат аррасимон эмас, балки учбурчак шаклига ҳам, синусоидал шаклда ҳам бўлиши мумкин. Муҳими фақат шуки, частотанинг ўзгариш қонуни ЭНТ нурининг горизонтал бўйича оғиш қонуни билан устма-уст тушсин, чунки фақат шу ҳолдагина «Х» ўқи бўйлаб чизиқли частотавий масштаб яратилади. Ночизиқли модуляцияловчи кучланиш бўлганда АЧХ нинг айрим участкаларининг ёрқинлиги бир хил бўлмайди, бироқ синусоидал кучланишда бу бирхилмаслик зўрға сезилади.

Частотаси бўйича модуляцияланган сигнал ТЧГ да кучайтиргич ва аттенюаторга келади. Кучайтиргич ўлчанадиган сигнални кучайтириш ва, шунингдек, аттенюаторнинг ТЧГ га таъсирини бартараф этиш учун хизмат қилади. Аттенюатор кучайтиргич билан биргаликда сигнал частотасини кенг чегараларда ўзгартириш имконини беради, бу зарурдир, чунки ҳар бир тадқиқ қилинаётган тўрткутблик ўз узатиш коэффициентига эга бўлиши мумкин. Масалан, тўсувчи филтрнинг АЧХ ни ўлчашда катта амплитудали ўлчанадиган сигнални узатишга тўғри келиши мумкин.

Катта кучайтириш коэффициентига эга бўлган кучайтиргич АЧХ ни ўлчашда, аксинча, асбобнинг чиқиш сигнали кичик бўлиши керак. Тадқиқ қилинаётган тўрткутбликнинг кириши ўлчаш асбобининг чиқиши билан уланади.



11.25-расм.

Сигнал унинг чиқишидан яна ўлчаш асбобига қайтади. Агар ўлчанадиган тўрткутблик детекторга эга бўлса (масалан, детектор билан кучайтиргич), у ҳолда сигнал аттенюатор ва переключател орқали ЭНТ нинг вертикал оғдириш кучайтиргичи ва пластиналарига келади. Агар тадқиқ қилинаётган тўрткутблик детекторга эга бўлмаса, у ҳолда сигнал переключател орқали дастлабки кучайтиргичга келади, унда сигнал детекторланади, кейин эса вертикал оғдириш кучайтиргичига узатилади.

Частотавий модуляцияланган сигнал тадқиқ қилинаётган тўрткутблик орқали ўтишида амплитудавий модулланади, шу билан бирга ўрама эгри чизик тадқиқ қилинаётган объектнинг АЧХ ҳақида ахборотни сақлайди. Детекторланган сигналнинг вертикал оғдирувчи пластиналарга таъсири натижасида ЭНТ экранида АЧХ тасвири ҳосил бўлади. ТЧГ учун модуловчи кучланиш ва ЭНТ нинг ёйиш кучланиши битта генератор томонидан шакллантирилади, шу сабабли нурнинг экранда оғиши ва тадқиқ қилинаётган тўрткутбликка таъсир қилаётган тебранишлар частотасининг ўзгариши синхрон равишда амалга ошади. Шундай қилиб, ЭНТ экранидаги X ўқ бир вақтда ҳам частоталар ўқи, ҳам вақт ўқи бўлади.

Тўрткутбликнинг частотавий параметрларини ўлчаш учун горизонтал ўқнинг ажратилган нуқталарига мос частоталарни билиш зарур, бунинг учун махсус нишонлардан фойдаланилади. Уларни шакллантириш учун АЧХ ў да частота нишонлари блоки кўзда тутилган (11.24-расм). Нишонлар таянч ва тебранувчи частоталар сигналларини аралаштириш йўли билан ҳосил қилинади. Частота нишонлари блоки кварц билан стабилланган таянч частоталар генераторига эга. Резанаторни узиб-улаш йўли билан таянч генератор бир неча таянч частоталарига, масалан, 1, 10

ва 100 kHz га соланади. Таянч генераторидан сигнал бўлгичга келади, унда асосий частота сигнали (масалан, 1 kHz) ҳам, унинг гармоникалари (2, 3, 4 kHz ва ҳ.к.) ҳам кучаяди. Шундай қилиб, частоталар тўри ҳосил бўлади. Асосий частотани қайта улаб-узиш билан 10 ва 100 kHz дискретли частоталар тўри ҳосил бўлишига эришиш мумкин. Таянч частоталар ва гармоникаларнинг танланиши асбоб мўлжалланган частота диапазониға боғлиқ.

Частота нишонлари блокида таянч частоталар сигнали аралаштиргичға келади, унга ТЧГ дан ҳам сигнал узатилади. ТЧГ частотаси таянч частоталар гармоникалари билан устма-уст тушганида аралаштиргич чиқишида сигналлар ҳосил бўлади ва улардан паст частоталар филтри ёрдамида частота нишонлари шаклланади. Нишонлар кучайтирилганидан сўнг вертикал оғдириш кучайтиргичға келади ва ЭНТ экранида вертикал чайқалишлар кўринишида кузатилади (11.25-в расм).

Тадқиқ қилинаётган тўртқутблик чиқишидан келаётган ўлчаш сигналининг динамик диапазони етарлича катта бўлиши мумкин, чунки тўртқутбликнинг узатиш коэффиценти тадқиқ қилинаётган частоталар полосасида минг марта ўзгариши мумкин. Бу ҳолда АЧХ ни ЭНТ экранида логарифмик масштабда тасвирлаш мақсадға мувофиқдир. Вертикал ўқ бўйича логарифмик масштаб логарифмик шаклдаги амплитудавий характеристикали кучайтиргич билан таъминланади. Масштаб нозикли масштабға айланиши сабабли узатиш коэффицентини аниқлаш учун калибратордан фойдаланилади, ундан сигнал вертикал оғдириш кучайтиргичға берилиши мумкин.

АЧХ ни ўлчаш жараёнида асбобда қуйидагича ростлашлар амалға оширилади:

– ТЧГ ўртача частотасини тадқиқ қилинаётган тўртқутблик АЧХ ўртача частотаси билан мувофиқлаштириш учун;

– АЧХ нинг етарли кўриниш энини ҳосил қилиш учун тебраниш даврини;

– кириш ва чиқиш сигналлари даражаларини аттенюаторлар ёрдамида.

АЧХ ўларда махсус бўлган бу ростлагичлардан ташқари, одатдаги осциллографлардаги каби тасвир ёрқинлиги, нурнинг фокусланиши, тасвирнинг горизонтал ва вертикал йўналишларда кўчиши ростланади.



Кўриб чиқилган бу схема соддалаштирилгандир. Замонавий АЧХЎ лар мураккаброқдир ва шунга мувофиқ равишда экспериментлар ўтказишда катта имкониятга эга. Масалан, ТЧГ одатда иккита генератордан иборат бўлиб, улардан бири фиксирланган частотада ишлайди, иккинчиси эса қайта созланади. АЧХЎ нинг ишчи диапазони кичик диапазонларга бўлинади. Бир кичик диапазондан бошқасига ўтиш фиксирланган частота генератори элементларини қайта улаш билан амалга оширилади.

Ҳозирги замон АЧХЎларида частота тебранишининг турли режимлари кўзда тутилган. Масалан, частотанинг тебраниш даврлари 0,01 дан 40 с гача ўзгариши мумкин. Масалан, частотани кўлда тебранириш ва қайта созлаш, кўлда ишга тушириш билан частотани бир марта тебранириш кўзда тутилиши мумкин.

Тебраниш полосасининг қиймати бўйича АЧХЎ лар тор полосали, ўрта полосали, кенг полосали, комбинацияланган турларга бўлинади. Масалан, 20 дан  $30 \cdot 10^6$  Hz гача бўлган частота диапазонида ишлайдиган АЧХЎ лар, агар тебраниш полосаси диапазон максимал частотасининг 0,01 қисмидан ортиқ бўлмаса, тор полосали, агар тебраниш полосаси  $0,6f_{\max}$  дан кичик бўлса, ўртача полосали, агар тебраниш полосаси бутун частота диапазонини қамраса, кенг полосали ҳисобланади.

Частотавий параметрларнинг рухсат этиладиган хатоликлари бўйича АЧХЎ лар беш синфга, амплитудавий хатоликларининг рухсат этиладиган қийматлари бўйича уч синфга бўлинади. Шунинг қайд этиш керакки, частотавий ва амплитудавий хатоликларининг рухсат этиладиган қийматлари бўйича АЧХЎ турли синфларга мансуб бўлиши мумкин.

Частотавий характеристикаларни ўлчагичларнинг меъёрланадиган тавсифларига қуйидагилар киради: элтувчи частоталар диапазони; элтувчи частоталар шкаласи хатолиги; тебраниш частотаси, чиқиш кучланиши; тебраниш полосасида хусусий АЧХ нинг нотекислиги (динамик тавсиф); тебраниш даврлари ва ҳ.к.

Ўлчагич экранида бузилмаган АЧХ ни тиклаш учун бир қатор шартлар бажарилиши лозим. Актив тўрткутбликларни (масалан, кучайтиргичларни) тадқиқ қилишда уларнинг амплитудавий тавсифларининг нозичиқлиги туфайли АЧХ шаклининг бузилиши юз бериши мумкин. Бундай турдаги бузилишни, ТЧГ дан олинаётган кучланишни ошириб, аниқлаш осон. Агар энди АЧХ

шакли ўзгарса, у ҳолда ночизикли бузилишлар мавжуд. Бунда киришдаги кучланиш минимал бўлиши лозим.

Катта сўнишли тўрткутбликларнинг АЧХ сини ўлчашда чиқиш кучланиши кичик бўлади ва АЧХ шаклининг детекторнинг ночизиклилиги билан боғлиқ бўлган бузилишлари пайдо бўлади. АЧХЎ ларда қўлланиладиган кўпчилик детекторлар учун меъёрий детекторлаш режими кучланиш  $0,2 \text{ V}$  дан кам бўлмаганда таъминланади.

Агар тўрткутбликнинг чиқиш кучланиши кичик бўлса, кенг полосали кучайтиргич қўлланилиши зарур.

ТЧГ нинг меъёрий ишлаши асбоб мувофиқлаштирилган юкламага ишлаганидагина бўлиши мумкин. Паст частоталарга мўлжалланган ТЧГ нинг чиқиш қаршилиги одатда  $600 \text{ Ом}$  ни, юқори частоталарда эса  $50$  ёки  $75 \text{ Ом}$  ни ташкил этади. Агар тадқиқ қилинаётган тўрткутбликнинг қаршилиги бу кўрсатилган қийматлардан жиддий (катта) фарқ қилса, муфовиқлаштирувчи қурилмалардан фойдаланилади.

АЧХЎ ларда чиқиш сигналининг частотаси вақт бўйича ўзгаради. Агар ўлчаш сигналининг тадқиқ қилинаётган тўрткутбликнинг ўтказиш полосаси ичида бўлиш вақти унинг вақт доимийси билан ўлчовдош бўлса, у ҳолда ўтиш жараёнлари туфайли АЧХ шаклининг бузилиши содир бўлиши мумкин. Бундай динамик хатоликларнинг мавжудлигини, одатда, аррасимон шаклдаги модулловчи кучланиш частотасини ёки частотанинг тебраниш полосасини камайтириб аниқланади. Агар бунда АЧХ максимум вазиятининг ёки унинг қийматининг ўзгариши кузатилмаса, у ҳолда динамик хатоликлар кичикдир.

АЧХЎ хатоликларининг бошқа турлари Давлат стандартлари билан меъёрланади. Улар жумласига қуйидагилар киради: АЧХЎ нинг экранда частотавий масштабнинг берилган қонундан оғиши; хусусий АЧХ нинг нотекислиги ва бошқалар.

### **11.4.3 АЧХЎ ларга қўйиладиган талаблар**

Частота селектив қурилмаларнинг жуда хилма-хиллиги туфайли ҳозирги замон алоқа тизими томонидан АЧХЎ ларга бир қатор талаблар қўйилади.

Ҳозирги вақтда радиотехника ва техниканинг қўшни соҳалари томонидан бир герцнинг улушларидан ўнлаб гигагерцгача бўлган

частота диапазони ўзлаштирилди. АЧХЎ ларнинг ясалиш принциплари ва АЧХ ларни ўлчаш услубияти частота диапазонига боғлиқ равишда катта фарқ қилади. Шу сабабли бу китобда товуш частоталаридан 1500 MHz гача бўлган диапазон, яъни товушни ёзиш ва қайта эшиттириш техникаси, радио ва телевизион узатиш техникаси, шунингдек, коаксиал ва оптик алоқа узатиш линиялари ва уларнинг боғламаларини қамраб оладиган кенг қўлланилаётган диапазон қаралади.

Радиоқурилмалар частоталар полосаси бўйича тор полосали, яъни марказий частота процентининг улушларини ва бирликларини ташкил қиладиган полосали ва кенг полосали – ўнлаб ва ундан ортиқ процентларини ташкил қиладиган полосали қурилмаларга бўлинади.

Битта АЧХЎ да ҳам кенг полосали, ҳам тор полосали АЧХ ларни ўлчашни бирлаштириш жуда қийин, чунки биринчи ҳолда асосий вазифа – тебраниш частотаси полосасида АЧХЎ нинг чиқиш кучланишининг доимий ушлаб туриш бўлса, иккинчи ҳолда биринчи ўринга частотанинг ва паразит частотавий модуляциянинг стабиллик масалалари чиқади. Шунга мос равишда тор полосали ва кенг полосали АЧХЎ ларнинг ясалиш тамойиллари фарқ қилади.

АЧХЎ га қўйиладиган асосий талаблар АЧХ нинг исталган нуқтасининг частотаси ва амплитудасини минимал хатоликлар билан ўлчаш талабларидир.

Илгари қайд этилганидек, частотани ўлчаш учун АЧХЎ да частота нишонлари шаклланади ва улар АЧХ эгри чизиғида бевосита кузатилади. Улар ёрдамида АЧХ айрим нуқталарининг частотасини ўлчаш хатолиги ҳозирги замон АЧХЎ ларда  $1 \cdot 10^{-4}$  тартибидаги ва бундан ҳам яхшироқ катталиқка келтирилиши мумкин.

Ўлчанаётган тўртқутбликдан кейинги кучланиш амплитудасини ўлчаш учун кичик кириш кучланишларида амплитудавий характеристика ночизиқли бўлган детектор каллагидан фойдаланилади. Бу ҳолат кўпинча АЧХ нинг айрим нуқталари амплитудаларининг ҳақиқий нисбатини уларнинг АЧХЎ экранида жойлашиши бўйича аниқлашни қийинлаштиради.

Ҳозирги замон радиотехникаси диапазони юқори селектив қурилмаларни тадқиқ қилишда динамик диапазони 60–80 dB ни ва ундан ҳам ортиқни ташкил қиладиган кучланишларнинг катта даражалар фарқини АЧХЎ экранида бир вақтда кузатиш талабини

қўяди. Бунинг учун амплитуда бўйича логарифмик масштабга эга бўлиш лозим. Детектор каллагига кучланишни логарифмланса, бу кириш кучланишларининг исталган частота диапазони учун битта тор полосали логарифмик кучайтиргич билан чекланишга имкон берар эди, у ҳолда, мутлақо равшанки, бирлик сондаги децибеллардан ортиқ бўлмаган рухсат этиладиган хатоликларда унинг амплитудавий тавсифининг участкаларидан фақат биттасида – чизиқли ёки ночизиқли участкада ишлаш мумкин бўлади.

Биринчи ҳолда синалаётган тўрткутблик чиқишида чизиқли участка бошидан талаб қилинаётган логарифмлаш динамик диапазонига тенг катталиқка ортиқ бўлган кучланишга эга бўлиш зарур. Иккинчи ҳолда каллак амплитудавий тавсифининг динамик диапазони унинг кириш кучланиши бўйича берилади. Қўпчилик ҳолларда уни ҳам, буни ҳам амалга оширишнинг имкони бўлмайди.

Шу сабабли АЧХЎ да амплитуда бўйича логарифмик масштаб синалаётган тўрткутблик ва детектор каллагига орасида ўрнатилган кенг полосали логарифмик кучайтиргичлар ёрдамида ҳосил қилиниши мумкин. Бунда уларнинг кучайтириши каллак амплитудавий характеристиканинг фақат чизиқли участкасида ишлайдиган қилиб танланган.

Ночизиқли бузилишларнинг йўқлиги, юқори сезгирлик ва логарифмик амплитудавий характеристикани ҳосил қилиш имконияти супергетеродинли ўлчаш қабул қилувчиларга (приёмник) хосдир. Бироқ ҳар бир частота учун гетеродинни созлаш зарур бўлади, шу сабабли уларни АЧХЎ билан биргаликда қўллаш мумкин бўлмайди, чунки АЧХЎ да частота узлуксиз ўзгаради. Шу сабабли АЧХЎ лар билан ишлаш учун кенг полосали кучайтиргичлар билан бир қаторда махсус автоматик кучайтиргичлар ҳам мавжуд бўлиб, улар ишлаш тамойили бўйича супергетеродинли қабул қилгичдан иборат. Унинг гетеродини кучайтириладиган кучланиш частотаси билан шундай синхрон автоматик созланишга қодирки, бунда улар орасидаги айирма ўзгармас ва оралиқ частотага тенг бўлганича қолади. Оралиқ частота кучайтиргичининг амплитудавий тавсифига чизиқли ёки логарифмик характер берилиши мумкин.

Тўрткутбликлар ўз узатиш коэффициентлари модулининг миқдори бўйича кўп марта фарқ қилишлари мумкин бўлганлиги учун бу нарса АЧХЎ нинг чиқиш кучланиши катталигига турлича талаблар қўяди. Актив тўрткутбликлар, масалан, кучайтириш

коэффициенти 60 dB ва ундан юқори бўлган оралик частота кучайтиргичлари, кейинги каскадларнинг ўта (ортиқча) юкланишларига йўл қўймаслиги учун киришига минимал кучланиш берилишини талаб қилади.

Пассив тўрткутбликлар эса, аксинча, киришига имкони борича катгароқ, бироқ ўтказмаслик полосасида ҳам, ундаги ўтиш 60 dB га ва ундан ҳам кўпроқ ёмон бўладиган ҳолда, яъни индикатор нуруни оғдириш учун етарли рухсат этиладиган кучланишга эга бўлиши керак. Бироқ кўпчилик ҳолларда катта сўндиришли тўрткутбликлар учун рухсат этиладиган кучланиш бир вольтнинг улушларидан ошмайди ва, табиийки, АЧХЎ экранида бундай тўрткутбликларнинг ўтказиш ва ўтказмаслик полосасаларини бир вақтда кузатиш учун яна логарифмик кучайтиргичлар ҳам зарур бўлади. Фақат ўтказиш полосаларини чизиқли масштабда тадқиқ қилиш учун киришда АЧХЎ нинг етарлича юқори даражали кучланишига ёки тадқиқ қилинаётган қурилма чиқишида АЧХЎ нинг детектори олдида юқори частотали кучайтиргичга эга бўлиши лозим.

#### **11.4.4 АЧХЎ нинг асосий параметрлари**

АЧХЎ лар, ёки индикаторлар, ёки генераторлар бўлган бошқа бир қатор радиоўлчаш асбобларидан фарқли ўлароқ, гарчи АЧХЎ нинг ТЧГ си ва индикатор битта асбоб қилиб ясалган бўлса, ҳам АЧХЎ лар уларнинг иккаласининг вазифасини ўзида мужассамлаштиради. Шу сабабли АЧХЎ нинг параметрлари асосан ТЧГ ни тавсифлайдиган чиқиш параметрларига, индикаторга оид бўлган кириш параметрларига; ТЧГ ва индикаторнинг бирликда ишлашини тавсифлайдиган умумий параметрларга ажратилган.

Кириш параметрлари:

– ишчи частоталар диапазони – ичида мазкур АЧХЎ ёрдамида ўлчашларни ўтказиш мумкин бўлган диапазон;

– максимал ва минимал тебраниш полосалари ТЧГ нинг тузилиш тамойилига боғлиқ равишда ё марказий частотанинг процентларида, ёки абсолют катталикларда берилиши мумкин. Максимал тебраниш полосаси – бу ишчи частоталар диапазонининг АЧХЎ индикатори экранида бир вақтда кузатилиши мумкин бўлган энг катта участкаси (қисми). Минимал полоса эса АЧХЎ нинг ажратиш қобилиятини аниқлайди;

– марказий частотанинг қисқа вақтли стабиллиги минимал тебраниш полосасининг нисбий бирликларида берилади ва тадқиқ қилинаётган АЧХ эгри чизиғи индикатор экрани чегараларида АЧХ ни ўлчаш вақти (одатда 1–3 мин) давомида қанчалик турғунлигини аниқлайди;

– частота нишонлари, улар белгилайдиган частоталар катталиклари ва карраликлари АЧХЎ нинг АЧХ айрим нуқталарининг частоталарини ўлчаш нуқтаи назаридан имкониятларини тавсифлайди;

– давр ёки тебраниш частотаси индикатор экранда эгри чизиқ чизилиш вақтини аниқлайдилар. Улар, мос равишда, секунд ёки герц ҳисобида берилади;

– АЧХЎ нинг чиқиш кучланиши, бошқа ўлчаш генераторлари каби, унинг максимал катталиги, ўрнатилиш аниқлиги, ростлаш чегаралари ва ночизиқли бузилишлар билан тавсифланади;

– АЧХЎ нинг чиқиш қаршилиги ўлчанаётган радиоқурилмаларнинг кириши билан мувофиқлаштириш учун мазкур частота диапазонида энг кенг тарқалган тўлқин қаршиликка тенг катталикка эга: мегагерц бирликларигача ишчи диапазонли АЧХЎ лар учун 600 Ом ва қолган диапазонда 75 ва 50 Ом;

– чиқиш қаршилигининг нотекислиги АЧХЎ нинг специфик параметридир. У маълум тебраниш полосасида ёки бутун ишчи диапазонда аниқланади ва

$$\delta = \pm \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}} 100\%$$

формула билан аниқланади, бу ерда  $U_{\min}$  ва  $U_{\max}$  – чизиқли кучланишнинг тебраниш полосасидаги мос равишда минимал ва максимал қийматлари.

### **Кириш параметрлари:**

– вертикал оғдириш каналлари ва уларнинг сезгирлиги, у юқори частота бўйича ҳам (айниқса, ўрнатилган детекторли каллақлар мавжуд бўлганда), паст частота бўйича ҳам берилиши мумкин;

– вертикал оғдириш каналининг ўтказиш полосаси ва унинг амплитудавий тавсифининг ночизиқлилиги;

– АЧХЎ индикатори горизонтал оғдириш каналининг шунга ўхшаш параметрлари фақат индикатор ТЧГ дан алоҳида тайёрланган ҳолдагина берилади;

– АЧХЎ индикаторининг тавсифи экранда бир вақтда кузатиладиган амплитудалар диапазони бўлиб, децибел ҳисобида берилади. Логарифмик кучайтиргичлар бўлмаган ҳолда у, одатда, 20–30 dB дан ошмайди;

– экран ўлчашлари ҳам АЧХЎ нинг муҳим характеристикасидир, чунки улар минимал девиация ва индикатор экранда бир вақтда кузатиладиган амплитудалар динамик диапазони билан биргаликда АЧХЎ нинг ажратиш қобилиятини тавсифлайди;

– АЧХЎ нинг кириш қаршилиги унинг ўлчанаётган радиоқурилманинг АЧХ га уланиш нуқтасидаги таъсирини тавсифлайди. Мегагерцнинг улушларигача бўлган диапазонда ўлчанаётган кучланиш бевосита АЧХЎ индикаторига берилиб, кириш қаршилиги катталиги ўнлаб пикофарада тартибидаги параллел сифимда юзлаб килоОм тартибида бўлади. Бундан юқорироқ частоталарда ўлчанаётган кучланиш детекторли каллақларга берилади, улар эса мувофиқлаштириш трактларда параллел сифим 2–5 pF бўлганда бирор ёки ўнлаб килоОм тартибида кириш қаршилигига эга.

АЧХЎ нинг асосий кириш параметрлари кўп жиҳатдан осциллографик индикаторларнинг параметрларига ўхшаш ва унинг индикатор қисмини тавсифлайди.

#### **11.4.5 ТЧГ нинг тузилиш тамойиллари**

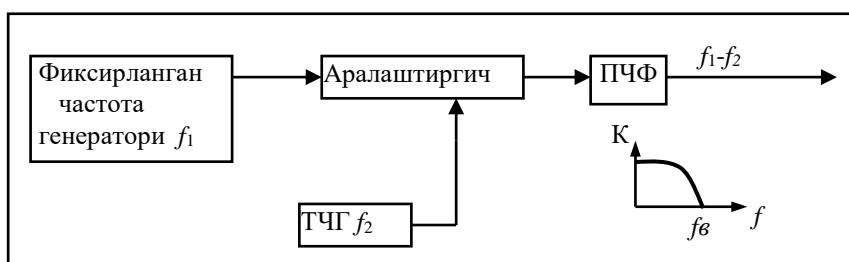
ТЧГ – бу АЧХЎ нинг асосий қисмидир. Тебраниш полосасининг тор ёки кенг бўлиши, АЧХЎ катта ёки кичик кириш қувватини беришини унинг асосий қисми – ТЧГ аниқлайди. ТЧГ нинг сифати асосан ушбу параметрлар билан аниқланади: чиқиш кучланишининг тебраниш полосаси чегараларида ва бутун частоталар диапазонида нотекислиги билан; частота тебранишининг модуляцион тавсифи, ўртача частотанинг стабиллиги, чиқиш кучланишининг паразит частотавий ва ночизикли бузилишлари катталиклари.

Паразит частотавий модуляция, одатда, таъминот тармоғи частотасига эга бўлади ва унинг катталиги тўртқутбликнинг АЧХ ни тадқиқ қилиш мумкин бўлган минимал частоталар полосасини аниқлайди. Марказий частотанинг ностабиллиги тор полосали филтрларни тадқиқ қилишда индикатор экрандаги АЧХ

тасвирининг нотурғун бўлишига сабабчи бўлади. ТЧГ сифатини баҳолашнинг бошқа параметрлари билан индикатор экрандаги АЧХ нинг бузилиш даражаси ва АЧХ ни ўлчаш хатолиги аниқланади.

ТЧГ га қўйиладиган талабларга боғлиқ равишда унинг тузилишининг икки тамойили мавжуд. ТЧГ дан чиқиш кучланишининг нозичикли бузилишлари кичик бўлгани ҳолда катта қувват ва ўртача частота юқори стабил бўлиши талаб қилинадиган ҳолларда тебранишлар тебранувчи частота автогенератори томонидан бевосита ҳосил қилинади.

Бу тамойил бўйича яратилган ТЧГ лар одатда ўртача частотанинг 40% идан ортиқ частота тебраниш полосаси ҳосил қилиш имконини бермайди ва уларнинг частоталар диапазони бўйича қоплаш коэффициенти (диапазон максимал частотасининг минимал частотага нисбати) одатда 3–4 тартибидаги катталиқдан ортиқ бўлмайди.



11.26-расм.

Кенг тебраниш полосасида кенг частоталар полосасини, уни айрим кичик диапазонларга ажратмасдан қоплаш ТЧГ ни аралаштириш тамойили бўйича яратиш билан таъминланади. Бунда қоплаш коэффициенти битта диапазонда  $10^3-10^4$  катталиқка эришади. 11.26-расмда бундай ТЧГ кўрсатилган. Аралаштиргичга генератордан  $f_1$  частотали кучланиш ва  $f_2$  тебранувчи частотали кучланиш беради. Бошқа частоталар билан аралаштириш натижасида аралаштиргич чиқишида  $f_1 - f_2$  айирма частотали кучланиш ҳосил бўлади, у аралаштиргич чиқишига уланган паст частоталар филтри (ПЧФ) билан ажратилади. ПЧФ чиқиш кучланишининг частоталари филтрнинг қирқиш частотаси  $f_{\text{в}}$  дан юқори бўлган ташкил этувчиларни йўқотади. Бу тамойил бўйича яратилган ТЧГ ёрдамида ўртача частотага боғлиқ бўлмаган кенг тебраниш полосасини ҳосил қилиш мумкин. ТЧГ ўртача частотасининг ўзгаришида тебраниш полосасининг доимийлиги тебранувчи частота фиксирланган



ўртача частотада ишлаши билан таъминланади. Аралаштиргич чиқишида қайта созлаш диапазон генератори частотаси  $f_1$  ни қайта созлаш йўли билан эришилади.

ТЧГ да тебранувчи частота автогенераторига нисбатан аралаштиришда чиқиш кучланиши ҳам, стабиллиги ёмонроқ ва ночизикли бурилишлар кўпроқ бўлади.

Аралаштириш тамойили бўйича яратилган ТЧГ нинг катта камчилиги, юқорида кўрсатиб ўтилганидек, ўртача частотанинг кичик стабиллигидир. Стабилликнинг ёмонлашуви аралаштирилаётган тебранишлар частотасининг абсолют ностабиллиги айирма частота  $f_1 - f_2$  га ўтиши натижасидир. Аралаштирилаётган кучланишларнинг ҳар бири частотасининг ностабиллиги бир хил катталиққа ва ишорага эга бўлганда аралаштиргич чиқишида частота ностабиллиги бўлмайди.

Шу сабабли АЧХЎ ни лойиҳалашда генераторларнинг схемалари ва конструкцияси бир хил бўлиши ва иккала генератор битта манбадан таъминланиш чоралари кўрилади. Частотанинг температурага боғлиқ бўлган ностабиллигидан қутилиш учун иккала генераторни асбоб ичига ёнма-ён қўйилади ёки битта термостат ичига жойлаштирилади. Аралаштиргичли ТЧГ ларни кўпчилик ҳолларда фақат кенг тебраниш полосали АЧХЎ ларни яратиш учун қўлланилади.

ТЧГ да қўлланиладиган аралаштиргичларнинг радиоқабул қилиш қурилмаларида қўлланиладиган аралаштиргичлардан фарқли хусусияти шундаки, улардан нисбатан катта чиқиш кучланиши талаб қилинади. Бу аралаштиргич чиқишида соф синусоидал шаклдаги айирма частота ҳосил қилишни қийинлаштиради. Аралаштириш тамойили бўйича ясалган ТЧГ ларда  $f_1 - f_2$  айирма частотали фойдали кучланишдан ташқари  $2(f_1 - f_2)$ ,  $3(f_1 - f_2)$  гармоникалар ва, шунингдек,  $f_1 - 2f_2$ ,  $2f_1$ ,  $-3f_2$ ,  $3f_1$ ,  $-4$  ва ҳ.к. кўринишдаги тоқ паразит комбинациялар ҳам бўлади. Улар аралаштиргичдан кейин ўрнатилган филтрнинг ўтказиш полосасига тушиб қолиши мумкин. Тадқиқ қилинаётган тўртқутбликка уланган детектор каллагининг киришига тушаётган айрим ташкил этувчилар орасида бир вақтда частотанинг устма-уст тушиши содир бўлганида индикатор экранда амплитудавий нишонлар кўринишидаги тепкили тебранишлар пайдо бўлади ва бу нишонлар шу частоталар соҳасида АЧХ ни кузатишни қийинлаштиради.

Аралаштиргич чиқишида паразит комбинацион ташкил этувчиларнинг даражасини пасайтириш мақсадида генераторларнинг аралаштириш учун частотасини  $f_b$  га нисбатан етарлича юқори қилиб танлаш лозим. Бу унча юқори бўлмаган тартибли паразит комбинацияларнинг ПЧФ нинг ўтказиш соҳасига тушиш имкониятини бартараф этади. Бироқ аралаштирилаётган кучланишлари частотасини, бошқа шароитлар бир хил бўлган ҳолда, ошириш ТЧГ чиқиш кучланишининг нисбий ностабиллиги ва паразит частотавий модуляцияси ошишига олиб келади.

### 11.4.6 Частотани тебрантириш усуллари

ТЧГ нинг энг содда схемаси автогенератордан иборат бўлиб, унинг тебранишлар частотаси маълум қонун бўйича даврий тебранади. Тебранувчи частота тебранишларини ҳосил қилиш учун, одатда, параметрлари контурларда тўпланган ёки тақсимланган бир контурли LC автогенераторларидан фойдаланилади. ТЧГ лар бир контурли схемаларининг икки контурли схемаларидан устунлиги шундаки, частотани тебрантириш учун фақат битта контурнинг частотасини бошқариш талаб этилади.

Товуш частоталари диапазонида RC ва RL генераторларидан фойдаланилади, бироқ у ерда улар, одатда, LC генераторларини қўллаб аралаштириш тамойили бўйича қурилган ТЧГ лар билан алмаштирилади. Бунга сабаб аралаштиришли ТЧГ га нисбатан частотани қайта созлаш диапазонининг торлигидир.

LC генераторларининг резонанс тизими тебраниш контури кўринишида тасвирланиши мумкин бўлиб, унинг параметрлари индуктивлик ғалтагидаги исрофларни ҳисобга олганда ушбу формула билан аниқланади:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \sqrt{1 - \frac{R^2C}{L}}.$$

Бу ердан келиб чиқадики, частотани тебрантириш усуллари  $L$ ,  $C$  ва  $R$  ни ўзгартиришга асосланиши мумкин. Частота, одатда, контурнинг сиғими ёки индуктивлигини ўзгартириш йўли билан тебрантирилади. Контурнинг сиғими ва индуктивлигини бир вақтда ўзгартирилиши ҳам мумкин. Бу частотанинг тебраниш полосаси кенг бўлишини таъминлайди, бироқ амалиётда кам қўлланилади, чунки ТЧГ конструкциясини мураккаблаштиради. Бундай генераторларни созлаш қийинлашади. Шунингдек, қаршилиқни

ўзгартириш билан частотани қайта созлаш мумкин, бироқ амалиётда бу усулдан фойдаланилмайди.  $R$  ни ҳатто жуда кичик миқдорга ўзгартириш ҳам, контурнинг асслигини жуда пасайтиради ва автогенератор тебранишларининг бузилиши (узилиши)га олиб келади.

$RC$  ва  $RL$  генераторларининг частоталари фазасилжитувчи занжир ( $R, L, C$ )нинг бирор элементи катталигини ўзгартириш йўли билан қайта соланади.

Генератор частотасини яримўтказгичли диодлар (варикаплар), транзисторлар, ферритли ўзаклар, сегнетоэлектриклар ва, шунингдек, электромеханик модуляторлардан фойдаланиб қайта созлаш мумкин. Феррит ўзаклардан фойдаланишга асосланган усуллар кенг тарқалган. 400 МГц гача бўлган частоталар диапазонидаги кўпчилик АЧХЎ лар феррит частота модуляторларига эга.

Илгари ишлаб чиқарилган асбобларда 400–1500 МГц диапазонида частотани электромеханик тебратиш усуллари кенг қўлланилар эди. Частотани электромеханик тебратиш усуллари вибрацияланувчи роторли ўзгарувчан конденсаторлар ёки резонанс контурнинг магнит майдонида жойлаштириладиган ғалтакнинг вибрацияланувчи қисқа туташтирилган ўрама ёрдамида амалга оширилар эди. Дециметрли диапазонда ҳозирги вақтда ҳам частотани вибрацияланувчи конденсаторлар ёрдамида электромеханик тебратиш усуллари кенг қўлланилмоқда, чунки кенг тебраниш полосасини бошқа усуллар билан ҳосил қилиш анча қийиндир. 400 МГц дан юқори частоталарда феррит ўзаклар, варикаплар тебраниш контурига катта исрофлар олиб киради. Бу частоталарда мазкур элементлар частотани унча катта бўлмаган тебратиш учун фойдаланилади.

200–500 МГц частоталар диапазони частотани хилма-хил усуллар орқали тебратилиши билан ажралиб туради. Бу мазкур частоталарда тўпланган ва тақсимланган параметрли резонанс контурлардан фойдаланиш мумкинлиги билан тушунтирилади. Генератордан кичик қувват (10–20 МВт) талаб қилинадиган ҳолда частотани модуляциялаш учун кичик ўлчамли феррит ўзаклардан фойдаланилади.

1500 МГц дан юқори частоталарда ТЧГ лар тескари тўлқин лампаларида ёки частотани кенг диапазонда электрон созулувчи магнетронларда ясалади. Бу асбоблар тугал генераторлар бўлиб, уларни ишга тушириш учун таъминот кучланишини бериш

етарлидир. Частотани электродлардан биридаги кучланишни ўзгартириш билан бошқарилади.

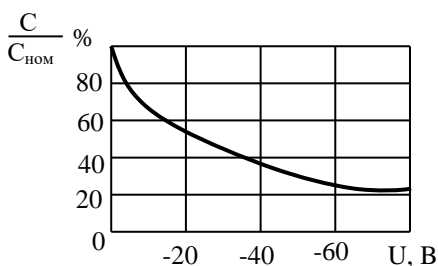
**Частотани  $p-n$  ўтиш сиғимидан фойдаланиб тебратиш.** Яримўтказгичли асбоб (ЯЎА) ўзгарувчи сиғим сифатида АЧХЎ да кенг қўлланилади. Бундай сиғимнинг афзалликлари жумласига катта частоталар диапазолида бошқаришнинг амалда инерциясизлиги, шунингдек, бошқариш учун кам қувват истеъмол қилишини киритиш мумкин. ЯЎА лардаги модуляторлар схемалари частотани  $LC$  генераторларда ҳам,  $RC$  генераторларда ҳам тебратиш учун қўлланилиши мумкин.

Частотавий модуляция учун ЯЎА дан фойдаланиш асосида  $p-n$  ўтишда ундаги тескари кўчиш катталиги ўзгарганида сиғимнинг ўзгариш ҳодисаси ётади.

$p-n$  ўтишли сиғим тескари кўчиш катталиги ўзгаришида

$$C = \frac{A}{(U + \varphi_k)^n}$$

формула билан ифодаланади, бу ерда  $A$  – пропорционаллик коэффиценти бўлиб, аралашмалар концентрацияси ва  $p-n$  ўтиш юзасига боғлиқ;  $\varphi_k$  –  $p-n$  потенциаллар унинг контактли айирмаси,  $0,4-0,7$  В га тенг;  $U$  – шу  $p-n$  ўтишга қўйилган кўчиш кучланиши;  $n$  – ўтишдаги аралашмалар тақсимотида боғлиқ коэффицент.  $C = f(U)$  боғланишнинг ўзгариш характери ЯЎА нинг конструктив ўлчамлари ва технологик хусусиятлари билан аниқланади. Агар сиғимдаги ўзгармас кўчиш кучланишини юқори частотали тебранишлар амплитудасидан 4–5 марта катта қилиб ушлаб турилса, у ҳолда сиғимнинг катталиги асосан кўчиш кучланишининг қиймати билангина аниқланади деб ҳисоблаш мумкин.



11.27-расм.

Варикап сиғим нисбий катталигининг унга қўйилган кўчиш кучланишига боғлиқлиги 11.27-расмда кўрсатилган.

11.27-расмда варикаплар учун  $C/C_{ном}$  нинг кўчиш кучланишига боғлиқлиги кўрсатилган.

Варикап сиғимидан фойдаланишнинг частотавий диапазоли ТЧГ нинг схемаси ва унга қўйиладиган талабларга, биринчи навбатда, тебратиш полосасига қўйиладиган талабларга боғлиқ. Варикапнинг муҳим параметрларидан бири унинг асслигидан

иборатдир. Асликнинг кўчиш кучланишига боғлиқлиги монотонлик характериға эға, шу билан бирға кўчиш кучланиши ошиши билан аслик ортади. Варикапнинг  $p$ - $n$  ўтиши юқори частоталарда  $LC$  контурларға қиёслаганда паст асликка эға бўлганлиги сабабли, уни тебраниш тизимиға қисман уланади. Варикапнинг бошқа муҳим хоссаси унинг сифимининг температураға боғлиқлигидир. Қўйилган кучланиш ортиши билан сифимнинг температураға боғлиқлиги камаяди.

$LC$  контурнинг резонанс частотаси сифим билан ночизикли боғланган, варикапнинг сифими эса, ўз навбатида, кучланиш ўзгаришида ночизикли ўзгаради, шунинг учун модуллаш характеристикаси (частотанинг қўйилган кучланишға боғлиқлиги) ҳам ночизиклидир. Модуллаш тавсифининг ночизиклилиги муносабати билан частотани кенг тебратиш полосасини ҳосил қилишнинг иложи бўлмайди. Контур параметрларининг оптимал қийматларини, варикап турини, варикапни контурға улаш коэффициенти ва бошланғич ишчи нуқтасини танлаш етарлича мураккаб масаладир. Бунда модуллаш тавсифи ночизик-лилигича қолади ва ЭНТ нинг частоталар ўқи бўйича масштабнинг текислигини ва унинг экранда АЧХ нинг бузилмаган тасвирини қайта тиклаш учун махсус чоралар кўришға тўғри келади.

**АЧХЎ нинг частотавий масштабининг чизиклилигини яхшилаш усуллари.**

АЧХЎ частотавий масштабининг чизиклилиги ҳақида калибрацион частотавий нишонларнинг индикатор экранда жойлашиши бўйича хулоса чиқариш мумкин. АЧХЎ да ТЧГ частотасини ўзгартириш ва индикатор ЭНТ сининг нуруни ёйиш битта кучланишнинг ўзи билан амалға оширилиши сабабли бу модуллолчи кучланишнинг шакли муҳим аҳамиятға эға эмас. Фақат модуллолчи кучланиш ва ТЧГ частотаси орасида чизикли боғланишни сақлаш зарур.

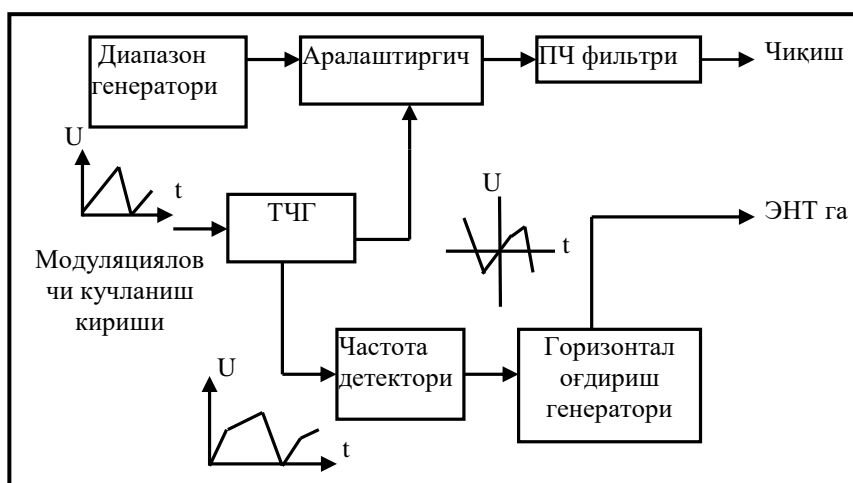
Албатта, частотавий масштабнинг ночизиклилигини ҳисобға олишда индикаторнинг горизонтал кучайтиргичининг ночизиклилигини ҳамда индикатор трубкасининг ўзининг ҳам ночизиклилигини ҳисобға олиш лозим. Бироқ АЧХЎ да ТЧГ модуляция тавсифининг ночизиклилиги, айниқса, катта тебратиш полосаларида, ҳал қилувчи аҳамиятға эға бўлади.

Частотавий масштаб ночизиклилигини асосий сабаби бўладиган модуляция тавсифининг ночизиклилиги АЧХ нинг

индикатор экранида бузилишига олиб келибгина қолмайди. Иккита частотавий нишон орасида частота бўйича интерполяциялашда частотавий масштабнинг нозизиқли бўлиши частотани аниқлаш хатолиги манбаси бўлади.

Модуляция тавсифларини модуляцияловчи кучла-нишнинг шаклини танлаш йўли билан яхшилаш қўлланиладиган усулдир, бироқ у муҳим камчиликка эга. Қўлланилаётган генераторнинг турига қараб, масалани яқка тартибда ҳал қилишга тўғри келади.

Частотани тебрантиришнинг нозизиқлилигини камайтиришнинг бошқа усули 11.28-расмда намоён этилган.



11.28-расм.

Бу схема нозизиқлиликни частотани тебрантириш усулига боғлиқмас равишда камайтириш имконини беради.

Бу ерда ЭНТ нуруни горизонтал бўйича ёйиш учун кучланиш ТЧГ чиқишида ўрнатилган частотавий детектор-дискриминатор (ЧД) ёрдамида шакллантирилади.

Частотавий детектор тавсифи етарлича чизикли бўлганида унинг чиқишидаги сигналнинг шакли ТЧГ нинг модуляция тавсифига мос бўлади. Шундай қилиб, частотанинг тебраниши гарчи нозизиқли қонун бўйича рўй берса ҳам, частоталар шкаласининг (ЭНТ экранидаги  $X$  ўқининг) чизикли бўлишига риоя қилинади, частотавий нишонлар бир хил масофада жойлашади ва улар орасидаги интерполяция сезиларли хатоликсиз амалга ошади. Шунинг қайд этиш муҳимки, агар температуралар таъсири ёки режимнинг ностабилилиги туфайли ТЧГ нинг модуляция тавсифи ўзгарса, бунга мос равишда частотавий детектор чиқишидаги

кучланиш шакли ўзгаради ва ЭНТ нинг горизонтал ёйиш кучланишининг чизиқлилиги ҳам, частота-лар шкаласининг чизиқлилиги ҳам сақланади.

### **ТЧГ чиқиш кучланиши амплитудасини стабиллаш.**

АЧХЎ ларга кўйиладиган талаблардан бири чиқиш кучланишининг тебраниш полосаси чегараларида ва бутун частоталар диапазонида доимий бўлишидан иборат. Акс ҳолда ЭНТ экранида АЧХ шакли бузилади.

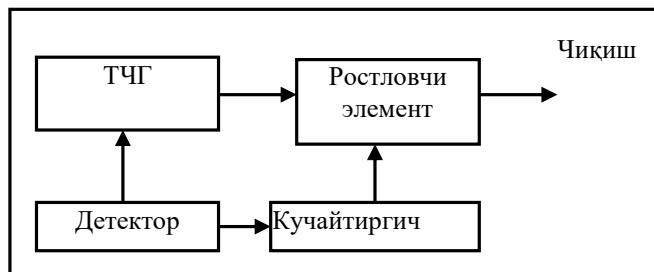
Юқори частотали кучланишни стабиллашнинг икки усули энг кўп тарқалган.

– Амплитудани генераторни қамраб олувчи тескари алоқали ростлаш схемаси (ААР), бунда чиқиш кучланишини бошқариш генератор режимини ўзгартириш билан амалга оширилади. Камчилиги шундаки, бунда генератор частотаси ўзгаради ва частотавий масштабнинг кўшимча ночизиқлилиги юзага келади.

Ижро қурилмалари сифатида ўзларининг чиқишларида ЮЧ сигналини бошқарувчи сигнал таъсирида ўзгартиришга қодир бошқариладиган аттенюаторлардан, кучайтиргичлардан ва бошқа элементлардан фойдаланиладиган ААР схемалари.

Иккинчи турдаги ААР тизимининг ишлаш схемаси 11.29-расмда тушунтирилган.

ТЧГ дан чиқувчи ўзгарувчан амплитудали сигнал детекторланади ва кучайтиргич томонидан кучайтирилади, унинг чиқишидан ростловчи эле-ментга келади. Бу элемент сифатида кўпинча ростла-нувчи аттенюатордан фойда-ланилади. Шундай қилиб, ААР тизими детектор ва кучайтиргич ёрдамида генера-тор кучланишининг доимийлигини ушлаб туради.



11.29-расм.

### 11.4.7 Частотавий нишонлар блоки.

#### Частотавий нишонларни шакллантириш тамойиллари

Тадқиқ қилинаётган тўртқутбликлар АЧХ сининг частотаси ишлаб чиқиладиган частотавий нишонлар ёрдамида ҳисобланади. Улар ЭНТ экранида электрон нурни ёруғликли ёки амплитудали модуляциялаш йўли билан қайта тикланади. Биринчи ҳолда частотавий нишон импульсининг кучланиши бошқарувчи электродга келтирилади ва кутбига боғлиқ равишда электрон нурни ўчиради ёки, аксинча, унинг ёруғлигини оширади. Иккинчи ҳолда кучланиш ЭНТ нинг вертикал оғдириш пластиналарига берилади ва частотавий нишон вертикал чақнаш кўринишида пайдо бўлади.

Ишлатиш нуқтаи-назаридан иккинчи усул қулайроқ ва шунинг учун у замонавий АЧХУ ларда энг кўп тарқалган.

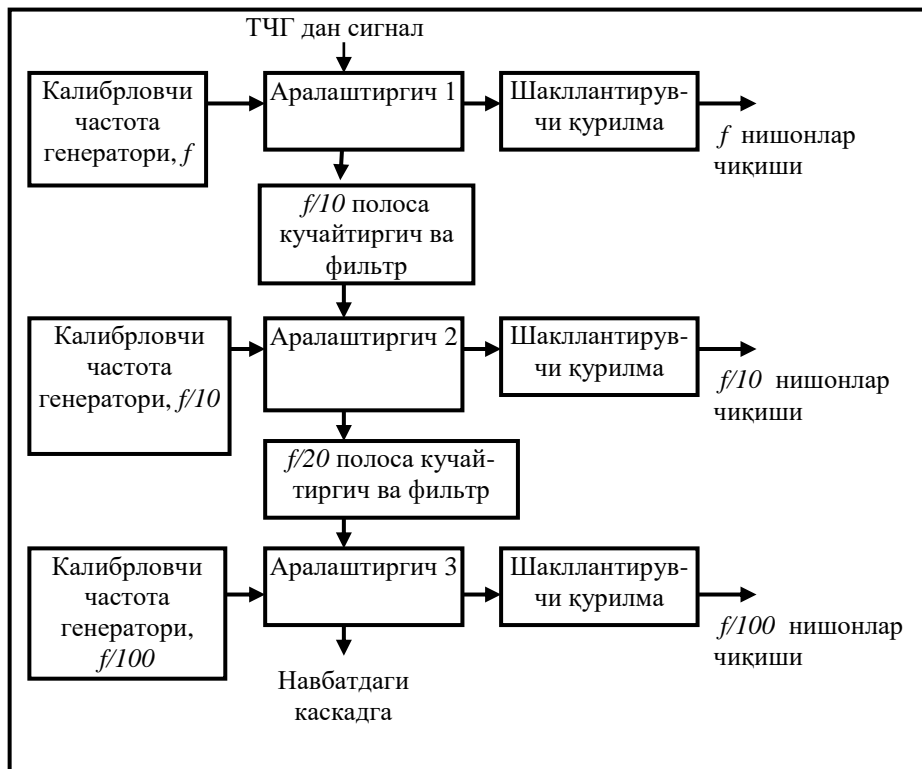
Усулнинг ғояси ТЧГ дан кучланишни алоҳида аралаштиргичга узатишдан иборат бўлиб, унга бир вақтда калибрловчи частоталар ҳам берилади. Нишонлар «нолинчи тепкили» тебранишлардан ҳосил бўлади ва вертикал оғдирувчи пластиналарга ёки уларга вертикал оғдириш кучайтиргичи орқали берилади.

Нишонлар генераторидан кенг частотавий спектрли гармоник ташкил этувчиларга бой бўлган сигнални частотавий нишонларнинг маълум аниқлигида яратиш талаб этилади. Частотавий шкала масштабини ўзгартириш учун нишонлар блокида калибрловчи частоталарнинг турли манбаларини улаш имконияти кўзда тутилади.

Нисбатан тор полосали тўртқутбликларни тадқиқ этишда кенг частоталар диапазонида имкони борича кичик ораликлар билан келадиган частотавий нишонларни ҳосил қилиш зарурати юзага келади. Кўпинча, бу частоталарнинг ҳаммаси битта фиксирланган частотали кварцли генератордан частотани частотавий нишонлар блокининг тегишли каскадларида кўпайтириш ва бўлиш йўли билан ҳосил қилинади. Частотавий нишонларни шакллантиришнинг бошқача варианты 11.30-расмда тасвирланган.

Частотавий нишонларни ҳосил қилиш учун ТЧГ нинг сигналдан ва сигналларни частоталари муносабати 100:10:1 шаклида ишлаб чиқарадиган бир неча калибрловчи сигналлар генераторларидан фойдаланилади. Схеманинг чиқишларидаги калибрловчи нишонлар ҳам шундай частоталар муносабатига эга.

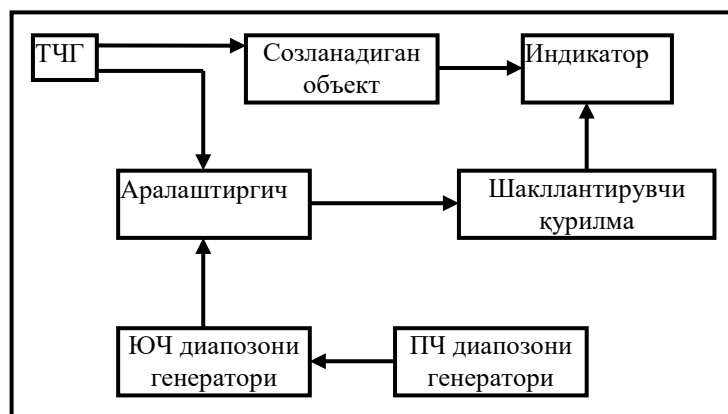




11.30-расм.

**Оралиқли ўлчашлар учун частотавий нишонларни шакллантириш.** Созланаётган тўртқутбликларнинг полосаларини ўлчаш учун ораларидаги масофа зарурий чегараларда етарлича аниқликда ўзгарадиган иккита нишондан фойдаланиш қулайдир. Бу, айниқса, тор полосали қурилмаларни сошлаш учун муҳимдир, чунки бу ерда частотавий нишонларнинг майда масштабини яратиш бир қатор техник қийинчиликлар билан боғлиқдир. Бу вазифани 11.31-расмда тасвирланган блок-схема ёрдамида ҳал этилиши мумкин.

ТЧГ частоталар диапазонида ишлайдиган диапазон генератори ПЧ генераторидан келадиган сигнал билан амплитуда бўйича  $f_m$  частота билан модуляцияланади. Бунинг натижасида аралаштиргичга ЮЧ генераторидан элтувчи частота ва частота оралиқи  $2f_m$  га тенг иккита ёнбош ташкил этувчилар келади. Шундай қилиб, индикатор экранида ЮЧ генератори шкаласи бўйича санағи олинadиган марказий частотавий нишон ораларидаги оралиқ ПЧ генератори шкаласи билан берилadиган иккита ёнбош нишон қайта тикланади.



11.31-расм.

Иккита ёнбош нишон орасидаги частотавий ораликни мазкур ҳолда ПЧ диапазон генератори шкаласининг частотавий хатолиги билан аниқланадиган етарлича аниқликда ўлчаш мумкин, зарурат бўлганда ПЧ генераторининг частотаси рақамли частоталар орқали назорат қилиниши мумкин.

#### **Частотавий нишонлар хатоликлари.**

Частотавий нишонларни «нолинчи тепкили» тебранишлардан шакллантириш усули, яъни аралаштиргичга тебранувчи частота генераторидан кучланиш берилиши билан бир қаторда калибрлаш генераторидан ҳам кучланиш бериладиган усул энг кўп тарқалган. ТЧГ частоталари ва калибрлаш частотаси устма-уст тушганида аралаштиргичнинг чиқишида «нолинчи тепкили» тебранишлар пайдо бўлади ва улардан паст частотали филтр томонидан ўзининг АЧХ сига мувофиқ айирма частотали кучланиш ажратилади.

Айирма частотали кучланишнинг частотаси чизиқли қонун билан ўзгаришида аралаштиргич чиқишида

$$U(t) = \cos[\pi\gamma(t-t_0)^2 + \varphi_0] \quad (11.19)$$

бўлади, бу ерда  $\gamma$  – частотанинг ўзгариш тезлиги,  $t_0$  – калибрлаш генератори ва ТЧГ частоталари тенг бўлишига мос вақт моменти;  $\varphi_0$  – бошланғич фаза.

Натижавий  $u(t)$  тебраниш  $t = t_0$  нуктага нисбатан жуфт функция бўлади. Натижавий тебранишнинг  $t = t_0$  нукта атрофидаги шакли бошланғич фаза қийматига боғлиқ бўлиб, у ТЧГ ишлаётганида ҳар бир тебраниш даврида тасодифий характерга эга бўлади. Шундай қилиб, натижавий тебраниш шакли «нолинчи тепкили» тебранишлар соҳасида тасодифий бўлади, бироқ барча

ҳолларда ҳам бу тебранишлар  $t = t_0$  нуқтага нисбатан симметрик бўлади.

Частотавий нишоннинг ўрама эгри чизиғи шакли паст частоталар филтрининг узатиш коэффициенти билан аниқланади. Бир бўғинли паст частоталар  $RC$  филтри ишини кўриб чиқайлик.

Частотавий нишоннинг эни (кенглиги) деб, филтрнинг қирқиш частотаси  $f_B$  билан чегараланган частотавий ораликни ҳисоблашга келишиб оламиз, бу 11.32-расмда кўрсатилган бўлиб, у ерда абсциссалар ўқи бўйлаб «тепкили» тебранишлар частотаси  $f_T$  кўйилган.

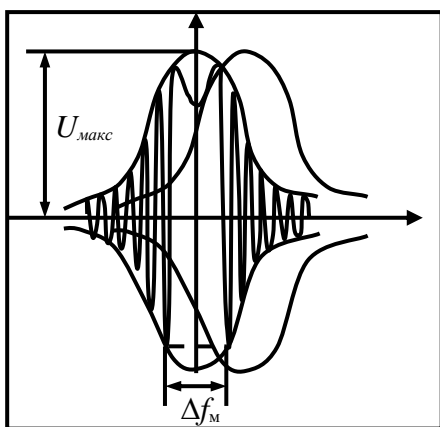
Бир бўғинли паст частоталар  $RC$  филтри учун

$$\Delta f_H = 2f_B = \frac{1}{\pi RC}. \quad (11.20)$$

Ҳар қандай селектив тўрткутбликдаги каби, биз қараётган филтрда ҳам, унинг динамик АЧХ си (ДАЧХ) статик АЧХ сидан жуда фарқ қилиши мумкин. Частотавий нишонларнинг шаклланиш ҳоли учун АЧХ даги муҳим ўзгариш ўрама эгри чизиқнинг частота ўзгариши йўналишида кўчишидан иборат бўлиб (11.32-расмга қ.), бу частотани частотавий нишонлар бўйича ўлчашда хатоликларга олиб келади. Нишоннинг кўчиш даражаси жараённинг динамикаси, яъни частотанинг тебраниш тезлиги билан аниқланади ва биз қараётган паст частоталар  $RC$  филтри учун АТ максимумининг кўчиши ушбу ифодадан топилиши мумкин:

$$\delta_D = \frac{\varphi}{\pi f_B}. \quad (11.21)$$

Индикатор экранда частотавий нишонларнинг қайта



11.32-расм.

тиккланишидан уларнинг ҳар бири экранда  $\Delta f_H = 2f_B$  га пропорционал кесмани эгаллайди. Тадқиқ қилинаётган АЧХ нинг қизиқтираётган нуқтасининг частотаси экрандаги частотавий нишон бўйича маълум визуал хатолик билан ўлчанади, бу хатолик частотавий нишон энига пропорционал бўлади. Визуал санокнинг аниқлигини ошириш йўлларида бири  $\Delta f_H$  ни камайтиришдан иборатдир. Нишоннинг минимал эни ЭНТ индикаторининг

ажратиш қобилияти (фокусланган нурнинг ўлчамлари) билан чегараланади.

Нишоннинг экрандаги эни санок хатолигини аниқлайди. Санок хатолиги деб, нишоннинг индикатор экрандаги энининг ярмини ҳисоблаш қабул қилинган, яъни бу шартлашувда

$$\delta_0 = 0.5 \frac{\Delta F}{L} d. \quad (11.22)$$

бу ерда  $\Delta F$  – тебраниш полосаси,  $L$  – экраннинг ишчи қисми узунлиги, mm;  $d$  – частотавий нишоннинг 0,7 mm даражадаги эни.

Агар генератор калибрлаш частотасининг ўлчанаётган нуқтадаги абсолют хатолиги  $\delta_3$  бўлса, у ҳолда частотавий нишоннинг максимал хатолиги ёмон ҳолда

$$\delta_H = \delta_0 + \delta_D + \delta_3 \quad (11.23)$$

бўлади.

$\delta_0$  ни таҳлил қилиш учун унинг частотасининг тебраниш тезлиги билан боғлиқлигини топиш лозим. Бунда шуни ҳисобга оламизки, бир хил  $t_b$  да частотанинг тебраниш тезлиги ошиши билан  $f_T$  тепкили тебранишлар частотали кучланишнинг ПЧФ полосаси чегараларидаги даврлари миқдори (сони) камаяди. Бу миқдорни аниқлаймиз. (11.20)га мурожаат қилиб,  $\varphi_0 = 0$  ва  $t_0 = 0$  ҳол учун фазанинг  $t$  вақт ичидаги йиғилишини аниқлаймиз:

$$U(t) = \pi \gamma^2 t^2. \quad (11.24)$$

Частотавий нишоннинг шаклланиш вақти  $t_n$  ичида  $n$  та тўла тебраниш ҳосил бўлади деб қабул қилсак (11.32-расм),

$$n2\pi = \pi \gamma^2 t_n^2 \quad (11.25)$$

ни ва частотавий нишоннинг вақт ичидаги эни

$$t_H = 2t_n = 4 \sqrt{\frac{n}{2\gamma}} \quad (11.26)$$

ни ҳосил қиламиз.

Тебраниш даври  $T$  бўлганида частотавий нишон экранда ушбу узунликдаги кесмани эгаллайди:

$$d = \frac{L}{T} t_h = \frac{4L}{T} \sqrt{\frac{n}{2\gamma}}, \quad (11.27)$$

чунки чизикли аррасимон тебраниш қонунида  $\gamma = \frac{\Delta F}{T}$  бўлганлиги учун

$$\delta_0 = \sqrt{2n\gamma} = f_B. \quad (11.28)$$

Тебраниш тезлиги  $\gamma$  ортиши билан нишоннинг сифати, яъни унинг тўлдирилиши ўзгармасдан ( $n = \text{const}$ ) қолиши учун  $f_B$  ни ошириш зарур. Натижада  $\gamma$  ортиши билан частота саноғи хатолиги  $\delta_0$  ортади.

Шундай қилиб, нишоннинг максимал жами хатолиги ушбу муносабатдан топилиши мумкин:

$$\delta_H = f_B + \frac{\gamma}{\pi f_B} + \delta_{\exists} = \sqrt{2\pi\gamma} + \frac{4\sqrt{\gamma}}{\pi\sqrt{2n}} + \delta_{\exists}. \quad (11.29)$$

Маълум  $f_B$  га эга бўлган конкрет ПЧ филтри билан ишлаганда частотанинг тебраниш тезлигининг ошиши сифатнинг ёмонлашувига, яъни частотавий нишоннинг тўлдирилишининг камайишига олиб келади. Тажрибавий олинган натижаларга асосланиб, чегаравий йўл қўйиладиган деб  $n = 1$  ни, яъни частотавий нишон полосаси  $\Delta f_H$  да тебранишларнинг камида иккита тўла даври жойлашишини ҳисоблаш мумкин. Частотавий нишоннинг динамик хатолиги берилган  $f_B$  да тебраниш тезлигининг ошиши билан ўсади.

Тор полосали АЧХЎ ларда етарлича тор нишонлар тўринининг ҳосил бўлиши тебраниш даврини ҳаддан ташқари ошириш билан боғлиқдир. Бу фикрни аниқ бир мисолда намоиш этиш мумкин. Айтайлик, 1 kHz ли частотавий оралик билан келадиган камида 10 та нишон талаб қилинаётган бўлсин, яъни  $\Delta F = 10$  kHz. Агар нишоннинг эини фокусланган нурнинг қалинлиги билан чегараласак, у ҳолда (11.22) га асосан  $L = 100$  mm ва  $d = 1$  mm ли экран учун

$$\delta_0 = f_B = 0.5 \frac{10000}{100} = 50 \text{ Hz}.$$

Энди  $n = 2$  деб қабул қилиб, (11.28)га асосан частотанинг тебраниш тезлигини аниқлаймиз:

$$\gamma = \frac{\delta_0^2}{2n} = \frac{25 \times 10^2}{4} = 625 \text{ Hz/s}.$$

тебраниш даври

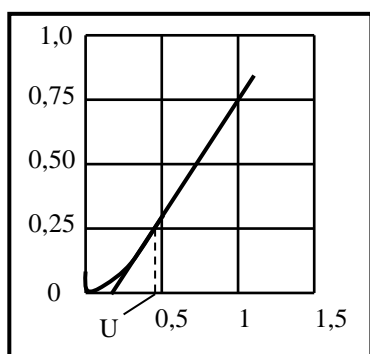
$$T = \frac{\gamma}{\Delta F} = 16 \text{ s}.$$

Динамик хатоликни (11.21) формула бўйича топамиз:  $\delta_d = 16$  Hz. Ишлатишда қулайлик яратиш учун, узок сўнг ёруғланишли ЭНТ мавжуд бўлганида 10 s тартибидаги максимал давр билан чекланиш мумкин. Тебраниш даврини, фақат нишоннинг энини ошириб ёки  $n$  ни камайтириб, кичрайтириш мумкин.

Частотани тебрантиришда юзага келадиган динамик хатоликлар АЧХЎ ларда кичик ёйишдан ва люминофор узок ёруғланадиган ЭНТ лардан фойдаланишнинг асосий сабабидир.

### 11.4.8 АЧХ юқори частотали ва паст частотали қисмларининг хусусиятлари

**Детекторли каллақлар.** Ўнлаб килогерцдан юқори частоталарда ҳамда метрли ва ундан қисқарок тўлқинлар диапазонида тадқиқ қилинаётган тўрткутбликни ўлчаш учун



11.33-расм.

диодли детекторли каллақларнинг ушбу турларидан фойдаланилади: ўтишли, мувофиқланган, юқори омли. Уларнинг ҳаммаси АЧХЎ да ишлаши учун зарурий бўлган ушбу хоссага эга: уларнинг чиқиш кучланишининг кириш кучланишига АЧХЎ нинг бутун ишчи частоталар диапазонида боғлиқлиги камдир. 11.33-расмда мувофиқлаштирилган детекторли каллақнинг амплитуда тавсифи тасвирланган. Назарий

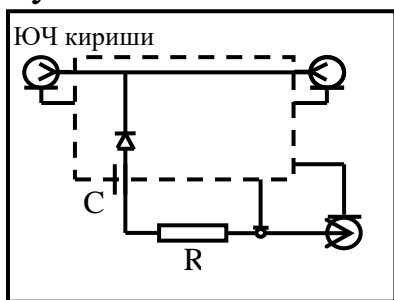
жиҳатдан бу эгри чизик экспоненциал характерга эга. Бирок амплитуда тавсифини амалиёт учун етарли бўладиган аниқликлар билан икки участкага (қисмга) бўлиш мумкин: кириш кучланишлари  $U_{кир} > U_A$  бўлган чизикли участка ва  $U_{кир} < U_A$  лар учун ноцикликли (квадратик) участка.

Шу сабабли, агар АЧХЎ лар билан ўлчашда тадқиқ қилинаётган тўрткутбликнинг чиқишидаги кучланиш  $U_A$  кучланишдан кичик бўлса, у ҳолда унинг АЧХ сининг индикатор экрандаги тасвири бузилган бўлади. Бу бузилишларнинг мавжудлиги амплитуда-данинг ҳақиқий қийматларини АЧХ нинг тасвири бўйича турли частоталарда аниқлаш имконини бермайди.

Германийли яримўтказгичли диод-ларда йиғилган детекторли каллақларда  $U_A$  нинг катталиги 0,2–0,5 V чегараларда бўлади.  $U_A$

нинг 10–20 mV дан ортиқ бўлмайдиган паст катталиги каллақларда туннелли диодлардан фойдаланилганда ҳосил қилиниши мумкин, бироқ бундай каллақларнинг максимал рухсат этиладиган кириш кучланиши 30–50 mV билан чекланади.

Ўтишли ва мувофиқлаштирилган детекторли каллақларга қўйиладиган асосий талаблар АЧХ нинг текислиги ва турғун бўлишига кенг частоталар диапазонида ишлай оладиган юқори



11.34-расм.

частотали диодларнинг қўлланилиши, диоднинг конструкцияси ва уланиш жойини танлаш билан эришилади.

Кичик тик диоднинг кириш сиғимини юқори частотали коаксиал тракт билан мувофиқлаштириш орқали таъминланади. Мувофиқлаштирилган детекторли каллақ

учун яна юкламанинг ютувчи қаршилиги юқори частотали тракт билан яхши мувофиқлаштирилган бўлиши талаб этилади.

Ўтишли турдаги детекторли каллақлар (11.34-расм) юқори частотали трактда кучланишни назорат қилиш учун хизмат қилади ва АЧХЎ лар ёрдамида ўлчаш имкониятларини кенгайтиради.

Ўтишли каллақ юқори частотали кириш ва чиқишга ҳамда қўшимча ПЧ ли чиқишга эга бўлиб, бу чиқишдан детекторланган сигнал АЧХЎ нинг киришига келади. Ўтишли детекторли каллақ мавжуд бўлганида ТТК ни тадқиқ қилинаётган тўртқутбикнинг киришида ўлчаш мумкин.

Радиоқурилмалар мувофиқлаштирилган юкламага ишлаётганида уларнинг АЧХ сини тадқиқ қилиш учун мувофиқлаштирилган детекторли каллақлардан фойдаланилади. Мувофиқлаштирилган детекторли каллақ электр схемаси ва конструкцияси бўйича юкламанинг мувофиқлаштирилган қаршилиги ва детектор бирикмасидан иборат. У юқори частотали кириш ва паст частотали чиқишга эга.

Юқори Ом ли детекторли каллақ, асосан, оралиқ частота кучайтиргичларини, видеокучайтиргичларни, частота дискриминаторларини ва турли радиотехника аппаратураларини камдан кам ҳолларда 50–100 MHz дан ошадиган частоталарда созлаш учун ишлатилади. Муҳими, юқори Ом ли детекторли каллақ юқори кириш қаршилигига, текис АЧХ га ва кичик кириш сиғимига эга бўлиши керак. Ишлашда бундай каллақларни, кўпинча, бир неча

вольт амплитудали кучланишларни детекторлаш учун занжирларга уланади, шунингдек, юқори Ом ли синагичга (пробникка) ўрнатиладиган диодлар катта рухсат этиладиган тескари кучланишларга эга бўлиши лозим.

### **АЧХЎ нинг логарифмик кучайтиргичлари.**

Юқори селектив радиоқурилмаларнинг АЧХ сини ўлчашда АЧХЎ лар индикатори экранда амплитудаларнинг катта фарқини кузатилиши зарур бўлади (100 марта, баъзан эса, масалан, кварцли ёки электромеханик филтрлар учун 1000 марта ва ундан кўп марта ортиқ).

Одатда, АЧХ ни АЧХЎ ёрдамида ўлчашда ўлчанаётган тўртқутбликнинг чиқишидан юқори частотали кучланиш детекторли каллакка келади, кейин эса детекторланган кучланиш вертикал оғдириш кучайтиргичига келади. Одатдаги детектор, кучланишни, агар у 200–300 mV дан кичик бўлса, уни чизикли детекторлайди. Кичик кучланишларда детекторлаш ночизикли бўлади ва бу ЭНТ экранда қайта тикланадиган АЧХ нинг бузилишига олиб келади. Иккинчи чекланиш экраннинг нисбатан унча каттамас ўлчамлари ва нур қалинлигининг чеклагичидан иборат. Агар даражалар фарқи 30 dB дан юқори бўлса, экрандаги тасвир қурилма АЧХ сининг деталларини кўриб чиқиш имконини бермайди.

Шуни қайд этиш керакки, частотавий характеристикаларни қоғозда тасвирлашда биз шунга ўхшаш қийинчиликларга дуч келамиз, уларни одатда логарифмик масштабни қўллаш билан четлаб ўтишга эришилади. АЧХЎ ларда бу масалани логарифмик кучайтиргичларни (ЛК) қўлланиш ҳисобига ҳал этилади.

ЛК – бу ночизикли кучайтиргичлар бўлиб, уларнинг кучайтириш коэффицентлари бирор яқинлашиш билан кириш сигнали катталигига тескари пропорционал бўлади. Чиқиш ва кириш кучланишлари орасидаги боғлиқлик

$$U_{\text{чиқ}} = A \lg U_{\text{кир}} + B$$

тенглама билан ифодаланади.

АЧХЎ ларда қўлланиладиган ЛК лар баъзи хусусиятларга эга. Улар қуйидагиларни таъминлаши керак:

- кичик хусусий частотавий бузилишлар;
- динамик бузилишлар бўлмаслигини таъминлаш учун кичик инерционлик.



ЛК ясалишининг асосий усули «кучланишларни кетма-кет қўшишдан» иборатдир. Мазкур усул бир неча чизикли кучайтиргич каскадлари чиқишларидаги кучланишларни қўшишдан иборатдир. Ночизикли амплитудавий характеристикали қурилмаларнинг яратилиш тамойиллари илгари, кучланишни ўлчашга бағишланган бўлимда (8.13-расм) қаралган эди. Логарифмик тавсифни ҳосил қилиш масаласи моҳияти бўйича кучланишнинг ўртача квадратик қийматларини ўзгартгичдаги квадраторнинг ампли-тудавий тавсифини шакллантириш масаласига ўхшашдир.

#### **11.4.9 АЧХ ни ўлчагичлар билан ишлашдаги амалий усуллар**

АЧХЎ ёрдамида ўлчашларни тавсифлашдан олдин бу асбобнинг ишлатилишида жуда қулайлик яратадиган битта хоссасини қайд этиш лозим: ичига ўрнатилган индикаторли АЧХЎ нинг иш қобилиятини текшириш учун бошқа асбоблар талаб қилинмайди. Бунинг АЧХЎ индикаторининг киришини детекторли каллак орқали унинг чиқиши билан улаш кифоя. Бунда индикатор экранда АЧХЎ чиқиш кучланиши ўрами эгри чизигининг тасвири ҳосил бўлади ва у бўйича кучланишнинг ўрнатилган тебраниш полосасидаги нотекислигини, частотавий нишонлар ёрдамида бу полосанинг ва частотавий диапазоннинг катталигини баҳолаш мумкин.

АЧХ ни олиш шундан иборатки, бунда АЧХЎ да керакли частоталар диапазони ва тебраниш полосаси ўрнатилади, чиқиш кучланиши тадқиқ қилинаётган қурилманинг киришига берилади, бу қурилманинг чиқиши эса детектор орқали индикаторнинг вертикал оғдириш кучайтиргичининг кириши билан уланади. АЧХ ни олишда, бу операциялардан ташқари, яна бир қатор чораларни кўриш лозим бўлади, уларга риоя қилмаслик эса тадқиқ қилинаётган қурилмаларнинг АЧХ сини қайта тиклашнинг бузилишига олиб келади. Бу чораларнинг характери частотавий диапазонга ҳам, ўлчанаётган объектнинг турига ва уни АЧХЎ га уланиш усулларига ҳам боғлиқдир.

Чиқиш кучланиши ва унинг тебраниш полосасидаги нотекислиги АЧХЎ нинг чиқишини унинг чиқиш қаршилигига тенг қаршилик билан юклаш орқали таъминланади. Агар бирликлар ва ўнлаб мегагерцларгача бўлган паст частоталарда юклама

қаршилигининг номувофиклиги, одатда, тадқиқ қилинаётган қурилма киришидаги кучланишнинг ўзгаришигагина олиб келса, юқори частоталарда бу кучланишнинг тебраниш полосасида нотекис бўлишига ҳам, қаршиликларнинг номувофиклиги катта бўлганда эса асбоб ишининг бузилишига ҳам олиб келади.

АЧХЎ ларнинг чиқиш қаршилиги, одатда, катта эмас. Кўпинча, у паст частоталарда 600 Ом га ва юқори частоталарда 75 ёки 500 Ом га тенг бўлади. Шунинг учун тадқиқ қилинаётган қурилманинг АЧХЎ дан кучланиш берилиши зарур бўлган участкаси ўзгармас кучланиш остида бўлса, у ҳолда АЧХЎ бузилишининг олдини олиш учун ажратиш конденсатори орқали улаш лозим. Шунингдек, ўлчанаётган объектнинг кириши транзистор базасидан иборат бўлса ҳам конденсатор керак, акс ҳолда унда ўрнатилган ишчи нуқтаси бузилиши мумкин.

Мувофиқлаштириш сифати ҳақида АЧХЎ чиқиш кучланишининг нотекислиги бўйича, уни АЧХЎ чиқишида ўтишли детекторли каллак ёрдамида ўлчаб, хулоса чиқариш мумкин.

Агар тадқиқ қилинаётган қурилма АЧХЎ нинг чиқиш қаршилигидан фарқли тўлқин қаршиликли паст Ом ли киришга эга бўлса, у ҳолда уни АЧХЎ билан тегишли мувофиқлаштирувчи қурилмалар орқали улаш лозим.

Тадқиқ қилинаётган қурилмаларнинг кириши ва чиқиши орасидаги АЧХ нинг бузилишларига олиб келиши мумкин бўлган кераксиз боғланишлардан қочиш учун улаш калитининг пухта экранланганлигини ва унинг экранининг ўлчаш қурилмасининг бевосита кириш олдида энг қисқа йўл билан ерга пухта уланганлигини кузатиб туриш лозим.

Актив тўрткүтбликларнинг АЧХ сини ўлчашда бу тўрткүтбликларнинг ортиқча юкланишлари сабабли юзага келадиган бузилишлар бўлиши мумкин. Бу, айниқса, кучайтиргичлар учун хосдир, чунки уларнинг амплитуда тавсифи ночизиқлилиги туфайли, АЧХ нинг учлари катта чиқиш кучланишларида яссироқ бўлиб қолади.

Бундай бузилишларни АЧХЎ чиқиш кучланишининг АЧХ камайганида унинг эгри чизигининг шакли ўзгариши бўйича ўзгаришига қараб пайқаш мумкин. Тадқиқ қилинаётган қурилманинг киришига шундай минимал зарурий кучланиш берилиши керакки, унинг камайтирилиши АЧХ эгри чизигининг ҳеч қандай ўзгаришига олиб келмаслиги керак.

АЧХ нинг кучайтиргичлар амплитуда характеристикаларининг ночизиклилиги билан юзага келадиган шунга ўхшаш бузилишлари бу кучайтиргичларда кучайтиришни автоматик ростлагичлар мавжуд бўлганида ҳам юзага келади. Бу, хусусан, телевизорларнинг оралик частота кучайтиргичларига ҳам тўла тааллуқлидир. Бундай кучайтиргичлар АЧХ сини ростлашни ўзгармас кўчиш кучланишини автоматик ростлаш ва узатишни узиб қўйилган ҳолатда ўтказиш лозим. Иккинчи томондан, ўлчанаётган тўртқутбликнинг киришига бериладиган кучланишнинг ҳаддан зиёд камайтирилиши унинг чиқишида уланган детекторли каллак амплитуда тавсифининг ночизикли участкасида ишлашга олиб келиши мумкин. Детекторли каллак туфайли АЧХ нинг ночизикли бузилишларидан қутилиш учун унинг амплитуда тавсифининг фақат чизикли участкасида ишлашга интилиш лозим, бунга эса ҳар доим ҳам эришиб бўлавермайди. Кўпчилик ҳозирги замон АЧХ ўларнинг максимал чиқиш кучланиш даражаси юзлаб мегагерцларда юқори диапазонда 0,5–1 V дан ортиқ эмас. Шу сабабли чизикли участкада ишлаш учун, айниқса, пассив тўртқутбликларни ўлчашда каллак олдида кенг полосали кучайтиргичлар ўрнатилиши лозим. Бироқ бундай кучайтиргичлардан фойдаланилганда улар АЧХ сининг нотекислиги ўлчанаётган тўртқутбликнинг АЧХ сига тўлиқ ўтади, бу ҳам қўшимча хатоликларга олиб келади.

Детекторли каллакнинг ночизикли бузилишларидан келиб чиқадиган хатоликларни бартараф этишнинг билвосита усуллари ҳам мавжуд. Булардан бири АЧХ ў нинг чиқиш аттенюаторидан фойдаланишдан иборат. Бунда АЧХ нинг иккита нуқтаси амплитудаларининг нисбатини ўлчаш учун тўртқутбликнинг киришига бериладиган кучланиш АЧХ ў нинг чиқиш аттенюатори ёрдамида шунчалик ўзгартириладики, индикаторнинг ўзгармас кучайтиришида биринчи нуқта иккинчи нуқта даражасида бўлсин. Изланаётган амплитудалар нисбати аттенюатор кўрсатишлари айирмасига тенг бўлади.

АЧХ ў ларда ўрнатилган аттенюаторлардан тадқиқ қилинаётган қурилмаларнинг кучайтириши ёки сусайтиришини ўлчаш учун ҳам фойдаланиш мумкин. Бунинг учун, одатдагидек, маълум детекторли каллакли қурилманинг АЧХ си олинади. Кейин шу детекторли каллакнинг ўзини тадқиқ қилинаётган қурилманинг бевосита киришига уланади ва индикаторнинг шу кучайтиришида аттенюаторларнинг сусайтириши шунчалик ўзгартириладики,

натижада АЧХЎ чиқиш кучланишининг ўрама эгри чизиғи индикатор экраннда, АЧХ нинг кучайтириш ёки сусайтириш ўлчанаётган нуқтаси қандай вазиятни эгаллаган бўлса, шундай вазиятни эгалласин.

Аттенюаторларнинг ҳолатлари орасидаги айирма айни шу кучайтириш ёки сусайтиришни беради. Агар АЧХ ни олиш учун юқори Ом ли каллақдан фойдаланилган бўлса, АЧХЎ нинг чиқиш кучланишини ўлчашда ўлчанаётган объектнинг кириши АЧХЎ га уланган ҳолатда қолиши лозим.

Ўлчашларда доимо шуни ҳисобга олиш керакки, детекторли каллақнинг амлитуда тавсифи бошланғич участкасининг нозизиқлилиги АЧХЎ нинг сезгирлигини анча камайтиради, масалан, 10 mV га бўлган кириш кучланишларида унинг узатиш коэффициенти 0,1 дан ошмайди.

Ўлчанаётган объект чиқишида ўрнатилган детектор бўлганида кучланишни ўлчанаётган объектнинг чиқишидан индикаторга узатиш энг қулайдир. Бундай объектлар жумласига телевизор ва приёмникларнинг оралик частота кучайтиргичлари киради. Бунда индикаторнинг паст частотали киришини бевосита ёки омлик ажратгич орқали детектор кириши билан улаш керак. Бу йўлда ажратиш конденсаторини ўрнатмаслик лозим, чунки АЧХ ни бузилган ҳолатда қайта тиклаш учун вертикал оғдиришнинг бутун тракти (детектор диоддан бошлаб) давомийлиги модуляцияловчи кучланишнинг иш йўлига тенг ва фронти индикатор экранндаги нур қалинлигининг давомийлигига мос бўлган видеоимпульсларни бузмаслиги лозим. Бундай уланишда АЧХ нинг фон (шовқин) билан бузилиши содир бўлиши мумкин. Бу фон детектор чиқиши ва ўлчанаётган объектни индикаторнинг кириши билан улайдиган кабел экраннинг ерга уланиш нуқтаси орасидаги қиздириш кучланиши ёки бошқа кучланишларнинг тушувидан пайдо бўлади.

Агар АЧХЎ нинг модуляцияловчи кучланишининг частотаси тармоқ кучланишининг частотасига тенг ёки каррали бўлса, у ҳолда фон кузатилаётган АЧХ нинг эгри чизиғига нисбатан кўзгалмасдир ва хато созлашларга олиб келиши мумкин. Фонни бу ҳолда пайқаш учун ТЧГ нинг частотасини ўзгартириш билан АЧХ эгри чизиғини экран бўйлаб кўчириш лозим. Агар бунда эгри чизиқнинг шакли ўзгармаса, у ҳолда фон йўқдир. Модуляцияловчи кучланиш частотаси тармоқ частотасига тенгмас ва каррали бўлмаса, у ҳолда фон экранда равшан кўринади.

Филтрлар, телевизион антенна кучайтиргичлари, коаксиал узатиш линияларидаги каби тадқиқ қилинаётган қурилманинг чиқиши паст омли бўлганда уни индикаторнинг кириши билан мувофиқлаштирилган детекторли каллак орқали улаш лозим. Агар қурилманинг чиқиш қаршилиги детекторни каллак юкмаси қаршилигидан фарқ қилса, у ҳолда улар орасида тегишли мувофиқлаштирувчи қурилмалар ўрнатилиши лозим.

Кўп каскадли объектларни сошлашда ҳар бир каскаднинг АЧХ сини алоҳида кўриб чиқиш зарур бўлганда ёки тадқиқ қилинаётган қурилмада ичига ўрнатилган детектор бўлмаганида олинadиган юқори омли детекторли каллаклардан фойдаланилади.

Бироқ юқорироқ частоталарда детекторли каллакларнинг тадқиқ қилинаётган қурилмаларнинг АЧХ сига таъсири каттадир. Шунинг учун етарлича кучланиш мавжуд бўлганда уларнинг уланишини унча катта бўлмаган сиғимлар ёки ажратувчи катодлар орқали амалга ошириш лозим. Бундай каскадлар сифатида ўлчаш объектларининг ўзининг кейинги каскадларидан фойдаланиш мумкин, бироқ бунда бу каскаднинг частотавий боғлиқ элементлари тадқиқ қилинаётган олдинги каскадларнинг АЧХ ларини бузмаслигини кузатиб туриш зарур бўлади. Агар, масалан, контурларнинг фақат резонанс частотасини аниқлаш лозим бўлса, буни детекторли каллакни ўлчанаётган объектга бевосита эмас, балки ундан бирор масофада улаб, амалга ошириш мумкин. Бунда каллакнинг объектга таъсири минимал бўлади.

Юқори омли детекторли каллаклар билан ишлаганда каллак корпусини ўлчаш ўтказилаётган нуқтанинг бевосита чиқишида ерга пухта улаш лозим. Акс ҳолда кузатилаётган АЧХ ларнинг анча катта бузилишлари юзага келиши мумкин. Бундай бузилишлар мавжудлигини детекторли каллакни индикатор кириши билан улайдиган кабелга қўлни теккизиш ёки вазиятни ўзгартириш билан пайқаш мумкин.

Частота ўзгартириладиган қурилмаларнинг АЧХ сини қайта тикланаётган ҳолда шуни ҳисобга олиш керакки, экранда кузатиладиган частотавий нишонлар АЧХЎ чиқиш кучланишининг частотаси калибрлаш частоталари билан устма-уст тушган моментда ҳосил бўлади, кузатилаётган АЧХ ўзгартирилган частотага мос бўлади. Шунинг учун бу нишонларнинг абсолют қиймати, тадқиқ қилинаётган қурилма чиқишида айирма частота ажратилаётган ҳолда, гетеродин частотасига камайтирилиши

лозим. Частотавий нишонлар орасидаги масофа, агар объектда частота бўлинаётган ёки кучайтирилади бўлмаса, ўшандайлигича қолади. Частотани маълум сон марта бўлинаётган ёки кўпайтирилади ҳолда нишонлар билан қайд қилинадиган частоталарни шунча марта бўлиш ёки кучайтириш керак. Бу айтилган фикрларнинг ҳаммаси АЧХЎ да ташқи генератор томонидан ҳосил қилинган частотавий нишонлар учун тўла тааллуқлидир. АЧХЎ экранида ўзгартирилган частотага мос частотавий нишонларни ҳосил қилиш учун детектор киришига кучланишни ташқи генератордан ўзгартирилган частота диапазонида берилиши лозим. Бу ҳолда экранда шу детекторда шакллантирилган нишонлар кузатилади.

АЧХЎ да ташқи частотавий нишонни бериш имконияти ундан частотани ўлчаш учун фойдаланишга имкон беради. Бунинг учун унга ўлчанаётган частота кучланишини ва бу кучланиш билан ҳосил қилинган нишон частотасини берилади; АЧХЎ нинг хусусий нишонлари частотаси билан таққослаш йўли орқали аниқланади. Ўлчанаётган частота нишони АЧХЎ нишони билан устма-уст тушганида бутун экран бўйлаб горизонт бўйлаб ёйиладиган паст частотали тебранишлар пайдо бўлади (бу тебранишлар частотаси устма-уст туширилади нишонлар частоталари айирмасига мос бўлади). Агар АЧХЎ нишонлар блокиннинг калибрлаш частоталари кварцли резонатор билан синхронланган бўлса, у ҳолда частотани бундай ўлчаш хатолиги  $1 \cdot 10^{-4}$  тартибли бўлади. Агар ўлчанаётган частота бирор-бир калибрлаш частотаси билан устма-уст тушмаса, у ҳолда унинг қиймати АЧХЎ нинг энг яқин иккита частотавий нишони орасидаги частоталар участкасини интерполяциялаш билан аниқланиши мумкин.

## **11.5 Электр занжирлардаги нозизиқли бузилишларни ўлчаш**

Электр занжирлар нозизиқли, нозизиқли ва параметрик занжирларга бўлинади. Кейинги икки турдаги занжирлардан шуниси билан фарқ қиладики, улар кириш сигнали спектри билан таққосланганда акс-садо спектрида янги гармоник ташкил этувчиларни яратишлари мумкин. Бу ҳодисадан мазкур занжирни ўз ичига олмаган қурилмада фойдаланилмаган ҳолда у жуда номақбулдир, чунки кўпинча зарарли қўшимча эффеқтлар яратади.

Сигналнинг у юзага келтирган ўзгаришлари ночизиқли бузилишлар деб аталади.

Ночизиқли бузилишлар манбаси занжирнинг токи қўйилган кучланишга нопропорционал бўлган элементлари бўлади. Булар, одатда, диодлар, транзисторлар ва микросхемалардир.

Алоқа техникасида ночизиқли бузилишлар, айниқса, каналлар частотавий ажратиладиган кўп каналли алоқа тизимлари трактларида ва электроакустик қурилмалар трактларида номақбул дир. Биринчи ҳолда ночизиқли бузилишлар каналлар орасида ўтиш халақитларига, иккинчи ҳолда эса ёқимсиз товуш туйғусига олиб келади. Иккала ҳолда ҳам ночизиқли бузилишлар асосан электрон кучайтиргичларда юзага келади, уларни ўлчашда айна шу кучайтиргичлар асосий объект бўлади.

Ночизиқли бузилишлар сигнал ва занжирнинг кўплаб параметрларига боғлиқ бўлиб, улар кўп хил тарзда намоён бўлади. Жумладан, ночизиқли бузилишлар сигналнинг амплитудаси ва шаклига боғлиқ. Амплитудага боғлиқлиги энг муҳим бўлиб, унинг ортиши билан ночизиқли бузилишлар ўсади. Шаклининг ночизиқли бузилишлар даражасига таъсири ушбу далил билан тасдиқланади: иккита горизонтал участкали тўғри бурчакли кўринишдаги сигнал ноинерцион занжирнинг ночизиқлилик даражаси исталганча бўлганида ҳам унинг томонидан бузилиши мумкин эмас.

Ночизиқли бузилишлар катталигига сигнал частотаси бирор даражада таъсир этиши мумкин. Одатда, кучайтиргичлардаги ночизиқли бузилишлар частота ўсиши билан ортади. Бу схеманинг паразит сиғимлари орқали ўсадиган токнинг ортиши билан боғлиқдир.

Кучайтиргичлардаги ночизиқли бузилишлар юкламанинг характериға боғлиқ равишда турлича намоён бўлиши мумкин. Резонанс кучайтиргичда чиқиш кучланиши шакли фақат кириш ва чиқиш сигналлари амплитудалари орасидаги боғлиқликнинг (амплитуда тавсифи) ночизиқли характерда намоён бўладиган исталган ночизиқли бузилишларда ҳам амалда синусоидаллигича қолади.

Шундай қилиб, ночизиқли бузилишлар анча мураккаб ҳодисадир. Шу билан бирга турли электр занжирларнинг қайси бири бошқасидан уларга хос чизиқли бузилишлар ўлчами бўйича яхшироқ ёки ёмонроқ эканлигини оддий ва бир қийматли ҳал этиш мақсадида уларни ана шу ўлчамлар бўйича қиёслаш учун амалий

зарурат мавжуддир. Буни ночизиқли бузилишлар даражаси фақат биргина сон билан баҳоланганида турли усуллари юзага келди. Бу энг аввало ўлчаш сигналининг тикланишига хосдир. Бундай сигнал сифатида гармоник сигнал, икки ёки ундан кўп сондаги гармоник сигналлар йиғиндиси, шовқин сигнали қўлланилиши мумкин. Сигнал турига ночизиқли бузилишларни ўлчаш усуллари: икки частотали, кўп частотали усуллар ва шовқинли юклаш усули (у статистик усул деб ҳам аталади) мос келади. Бундан ташқари, усуллар чиқиш сигнаliga ишлов бериш усули бўйича ҳам фарқланишлари мумкин. Бу белги бўйича усуллар графоаналитик, филтрли ва компенсацион усулларга бўлинади. Ҳозирги вақтда бир частотали, икки частотали ва уч частотали филтрлаш усуллари энг кўп тарқалган.

Айрим усулларни батафсил кўриб чиқиш учун ночизиқли бузилишларга эга бўлган занжирдаги кириш ва чиқиш сигналлари орасидаги баъзи миқдорий муносабатларни кўриб чиқиш талаб қилинади. Бунда биз фақат реактив элементларга эга бўлмаган инерциясиз занжирларни ва даврий ўлчаш сигналларини қараймиз.

Кириш ва чиқиш сигналларининг оний қийматлари орасидаги боғланишни ушбу даражали полином кўринишида ифодалаш қулайдир:

$$U_{\text{чик}} = a_0 + a_1 U_{\text{кир}} + a_2 U_{\text{кир}}^2 + a_3 U_{\text{кир}}^3 + \dots \quad (11.30)$$

Кириш кучланишини умумий ҳолда каррали частотали гармоник тебранишлар йиғиндиси кўринишида ифодалаш мумкин:

$$U_{\text{кир}} = \sum_{k=1}^n U_{mk} \cos \omega_k t.$$

бу ерда  $U_{mk}$  ва  $\omega_k$  – кириш кучланиши  $k$ -гармоникасининг амплитудаси ва частотаси.

У ҳолда

$$U_{\text{чик}} = a_0 + a_1 \sum_{k=1}^n U_{mk} \cos \omega_k t + a_2 \left( \sum_{k=1}^n U_{mk} \cos \omega_k t \right)^2 + a_3 \left( \sum_{k=1}^n U_{mk} \cos \omega_k t \right)^3. \quad (11.31)$$

Косинуслар йиғиндиларини даражага кўтариш натижасида бирдан юқори даражали косинусларни ва турли частоталар косинусларининг турли даражалари кўпайтмаларини ҳосил қиламиз. Энди бу ифодаларга косинуслар даражалари ва кўпайтмалари учун формулаларни қўллаб, (11.31) қаторни ўзгармас



ташқил этувчи ва кириш сигнали ташқил этувчиларининг частотасини, кириш сигнали ташқил этувчилари частоталарига каррали частотали ва

$$\omega = p_1\omega_1 \pm q\omega_2 \pm r\omega_3 \quad (11.32)$$

туридаги комбинацион частотали гармоник қўшилувчилар йиғиндиси кўринишида ифодалаш мумкин.

Охирги турдаги қўшилувчиларнинг мавжудлиги икки ва уч частотали усуллардаги чиқиш (бузилган) сигнали спектрини бир частотали усулдаги шунга ўхшаш спектрдан фарқлайди. Комбинацион частоталар сони кириш сигналидаги гармоник ташқил этувчилар сони ортиши билан ва (11.31) полиномнинг даражаси ортиши билан тез ўсади. Кириш сигналидаги учта гармоник ташқил этувчи ва чиқиш кучланишидаги 3-даражали полином учун частоталари ва амплитудалари 11.2-жадвалда келтирилган гармоник ташқил этувчилар ҳосил бўлади.

Агар кириш занжиридаги 11.2-жадвал формулаларидаги битта ёки иккита частота учун чиқиш сигнали спектрини олиш керак бўлса, у ҳолда мос равишда  $U_{m1} = 0$ ,  $U_{m2} = 0$  ёки  $U_{m3} = 0$  деб олиш керак.

11.2-жадвалдан ушбу хулосаларни чиқариш мумкин:

– чиқиш сигналининг ўзгармас ташқил этувчиси ва жуфт гармоникаларнинг амплитудалари (11.31) полиномнинг фақат жуфт даражали ҳадлари билан аниқланади;

– чиқиш сигналининг тоқ гармоникалари амплитудалари (11.31) полиномнинг фақат тоқ даражали ҳадлари билан аниқланади;

– полиномнинг жуфт даражали ҳадлари (11.32) ифодадаги коэффицентлари йиғиндиси жуфт сон бўлган комбинацион частоталарни вужудга келтиради, тоқ даражали ҳадларда эса ана шу йиғинди тоқ сон бўлган комбинацион частоталарни яратади;

– чиқиш сигналидаги энг юқори гармониканинг тартиб рақами ва (11.32) ифодадаги коэффицентлар йиғиндисининг энг катта қиймати (11.31) полиномнинг даражасига тенг.

## 11.2-жадвал

Полином ҳадлари	Тебранишлар частотаси	Тебранишлар амплитуда
$\alpha_0$	0	$\alpha_0$
$\alpha_1 U_{\text{кир}}$	$\omega_1$ $\omega_2$ $\omega_3$	$\alpha_1 U_{m1}$ $\alpha_2 U_{m2}$ $\alpha_3 U_{m3}$
$a_2 U_{\text{кир}}^2$	0 $2\omega_1$ $2\omega_2$ $2\omega_3$ $\omega_1 \pm \omega_2$ $\omega_1 \pm \omega_3$ $\omega_2 \pm \omega_3$	$\alpha_2(U_{m1}^2 + U_{m2}^2 + U_{m3}^2)/2$ $a_2 U_{m1}^2 / 2$ $a_2 U_{m2}^2 / 2$ $a_2 U_{m3}^2 / 2$ $\alpha_2 U_{m1} U_{m2}$ $\alpha_2 U_{m1} U_{m3}$ $\alpha_2 U_{m2} U_{m3}$
$a_3 U_{\text{кир}}^3$	$\omega_1$ $\omega_2$ $\omega_3$ $2\omega_1 \pm \omega_2$ $2\omega_1 \pm \omega_3$ $2\omega_2 \pm \omega_3$ $\omega_1 \pm 2\omega_2$ $\omega_1 \pm 2\omega_3$ $\omega_2 \pm 2\omega_3$ $3\omega_1$ $3\omega_2$ $3\omega_3$	$3\alpha_2 U_{m1}(U_{m1}^2 + 2U_{m2}^2 + 2U_{m3}^2)/4$ $3\alpha_3 U_{m2}(2U_{m1}^2 + U_{m2}^2 + 2U_{m3}^2)/4$ $3\alpha_3 U_{m3}(2U_{m1}^2 + 2U_{m2}^2 + 2U_{m3}^2)/4$ $3\alpha_3 U_{m1}^2 U_{m2}/4$ $3\alpha_3 U_{m1}^2 U_{m3}/4$ $3\alpha_3 U_{m2}^2 U_{m3}/4$ $3\alpha_3 U_{m1} U_{m2}^2 / 4$ $3\alpha_3 U_{m1} U_{m3}^2 / 4$ $3\alpha_3 U_{m2} U_{m3}^2 / 4$ $\alpha_3 U_{m1}^3 / 4$ $\alpha_3 U_{m2}^3 / 4$ $\alpha_3 U_{m3}^3 / 4$

Кўп частотали ўлчаш усулларида ночизикли бузилишлар маҳсулотлари тартиб билан аниқланади. Бу эса (11.32) ифодадаги коэффицентларнинг абсолют қийматлари йиғиндиси орқали ифодаланади.

11.2-жадвалдан кўриниб турибдики, ночизиклилик маҳсулотлари тартиби (11.31) полиномнинг ҳади билан аниқланади. Шу сабабли иккинчи тартибли маҳсулотлар квадратик маҳсулотлар,

учинчи тартиблари эса кубик маҳсулотлар деб аталади. Бунга мос равишда бузилишларнинг ўзлари ҳам квадратик, кубик бузилишлар деб аталади.

Бундан ташқари, ночизиқли бузилишлар маҳсулотлари тури билан фарқ қилинади. Биринчи турдаги маҳсулотларга (11.32)нинг ўнг томонидаги коэффициентлар алгебраик йиғиндиси бирга тенг бўлган маҳсулотлар киради. Ночизиқли бузилишларнинг қолган барча маҳсулотлари иккинчи турга мансуб бўлади. Биринчи турдаги маҳсулотларнинг хусусияти шундаки, улар узун электр трактининг турли жойларида юзага келиб, трактнинг фаза-частота тавсифи чизиқли эканлиги шартида синфаз, яъни арифметик кўшилади. Қолган барча ҳолларда бир хил частоталарнинг ночизиқли бузилишлари битта трактнинг турли нуқталарида юзага келиб, векторли, яъни турли фаза бурчаклари билан кўшилади.

Квадратик маҳсулотлар, умуман, жуфт тартибли маҳсулотлар каби биринчи турдаги маҳсулот бўлиши мумкин эмаслиги равшан. Юқорида баён қилинган мулоҳазаларга кўра кубик бузилишлар кўп каналли алоқа тизимларида энг хавфлидир ва уларни алоҳида ажратиб баҳолаш ўлчаш усулининг муҳим афзаллиги бўлади.

Айрим ўлчаш усуллари батафсилроқ кўриб чиқамиз.

**Бир частотали ўлчашлар усули.** Бу усулда ночизиқли бузилишлар маҳсулотлари фақат энг юқори гармоникалар бўлади. Уларнинг амплитудалари, одатда, тартиб рақами ўсиши билан тез камаяди. Бунга асосан, ночизиқли бузилишларни баҳолашда учинчидан юқори барча гармоникаларни ҳисобга олмаслик мумкин. Ночизиқли бузилишларнинг тегишли коэффициенти гармоникалар коэффициенти деб аталади ва ушбу формулалардан бири орқали аниқланади:

$$K_{\Gamma} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots}}{U_1}, K'_{\Gamma} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots}}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \dots}}. \quad (11.33)$$

бу ерда  $U_1, U_2, U_3$  – чиқиш сигнали айрим гармоникаларининг ўртача квадратик қиймати. Одатда коэффициент бевосита ўлчанади, чунки бунда чиқиш кучланишининг биринчи гармоникасини филтр билан ажратиш талаб этилмайди.  $K_{\Gamma}$  коэффициент эса

$$K_{\Gamma} = \frac{K'_{\Gamma}}{\sqrt{1 + K'_{\Gamma}{}^2}}. \quad (11.34)$$

формула билан ҳисобланиши мумкин.  $K'_r < 0,2$  бўлганида 2% дан кам хатолик билан  $K_r \approx K'_r$  бўлади.

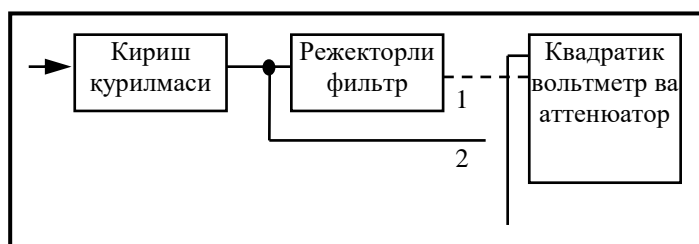
Симли алоқада, шунингдек, ночизиклилик сўниши ҳам қўлланилади:

$$\alpha_n = 20 \lg 1/K_r, \text{ dB.}$$

11.2-жадвалдан фойдаланиб, гармоникалар коэффициентини (11.39) полиномнинг (3-даражали) коэффициентлари ва кириш кучланиши амплитудаси орқали ифодалаш мумкин:

$$K_r = \frac{U_{m1} \sqrt{\alpha_2^2 + \alpha_3^2 U_{m1}^2 / 4}}{2\alpha_1}. \quad (11.35)$$

Гармоникалар коэффициентини ўлчаш учун частотали-танловчи вольтметрлардан фойдаланиш мумкин, бунинг учун унинг тадқиқ қилинаётган объектнинг чиқишига уланади ва кетма-кет биринчи, иккинчи, учинчи гармоникаларга (агар зарурат бўлса, бундан юқорироқ гармоникаларга) соланади. Гармоникалар коэффициентлари қийматларини ҳисоблаш йўли билан топилади.



11.35-расм

Ўлчашларни махсус ночизикли бузилишларни ўлчагичлар ёрдамида ўтказиш қулайроқдир. Бундай асбобнинг энг содда схемаси 11.35-расмда кўрсатилган.

У кириш қурилмаси, қайта соналандиган режекторли филтър ва равон аттенюаторли квадратик вольтметрга эга. Режекторли филтър идеал ҳолда ўлчанадиган сигналнинг биринчи гармоникаси частотасида чексиз сўнишга, юқори гармоникалар частота-ларида эса нол сўнишга эга бўлиши лозим. Одатда, бу филтър резисторлар ва конденсаторларда тузилган ва частотага боғлиқ мувозанат шартига, хусусан, қўшалок Т-симон кўприк ёрдамида эга бўлган кўприк схемаси ёрдамида амалга оширилади. Энг юқори частоталарда кичик сўнишларни ҳосил қилиш учун актив, яъни электрон кучайтиргич ва тескари алоқа занжирига эга бўлган филтрдан фойдаланилади.

Квадратик вольтметрни дастлаб переключател ёрдамида кириш қурилмасининг чиқиши билан уланади ва шундан кейин аттенюаторни солаш билан вольтметр стрелкасини шкаланинг 100% га мос оғишига ўрнатилади. Шундан сўнг вольтметр

киришини режекторли филтр чиқиши билан уланади. Бунда вольтметрнинг кўрсатиши ўлчанаётган қийматга мос келади.

Ночизиқли бузилишлар ўлчагичлари одатда битта таъинланган (фиксирланган) 1 kHz частотали ўлчаш сигнали генератори билан таъминланади. Частоталар диапазонида ўлчаш учун ташқи генератордан фойдаланиш назарда тутилади. Гармоникалар коэффицентини бундай асбоб билан ўлчаш хатолиги бир неча манбаларга эга:

- генераторнинг чиқиш кучланишида энг юқори гармоникаларнинг мавжудлиги;

- ўлчаш сигналининг асосий частотасида режекторли филтрнинг чекли сўниши;

- кучланишнинг ўртача квадратик қийматини вольтметр билан ўлчаш хатолиги;

- энг юқори частоталарда режекторли филтрнинг турлича сўниши.

Биринчи иккита манбадан келадиган нисбий хатолик ўлчанаётган қийматнинг камайиши билан ўсади. Бу хатолик манбалари кичик ночизиқли бузилишларни ўлчаш имкониятларини чеклайди ва бундай хатоликларни камайтириш воситалари катта амалий аҳамиятга эга бўлади.

Генераторнинг энг юқори гармоникалари унинг чиқишида уланган паст частоталар филтри билан сусайтирилиши мумкин. Режекторли филтрнинг биринчи гармоника частотасида етарлича сўндириши икки усулдан бири билан таъминланаши мумкин. Биринчи усул генератор частотасини ва кўприкнинг мувозанат частотасини стабиллаштиришдан, иккинчи усул эса режекторли филтрнинг максимал сўндириш частотасини генераторнинг биринчи гармоникаси частотасига автоматик созлашдан иборат. Иккинчи усул фақат хатоликнигина эмас, балки сермеҳнат қўлда созлашдан халос этиб, ўлчаш вақтини ҳам камайтиради.

**Икки частотали усул.** Бў ўлчаш усулида ўлчаш сигнали частоталари ўзаро каррали бўлмаган иккита гармоник сигнал йиғиндисидан иборат бўлади. Бу ҳолда ночизиқли бузилишлар маҳсулотлари дастлабки частоталарнинг энг юқори гармоникалари ва комбинацион частотали сигналлар бўлади.

Ночизиқли бузилишлар коэффицентини аниқлашнинг умумий тамойили аввалгидек қолади: чиқиш сигналидаги ночизиқли бузилишлар йиғиндиси ўртача квадратик қийматининг

унинг бузилмаган қисмининг шунга ўхшаш қийматига нисбатидан фойдаланилади. Бироқ усулни амалиётда қўллаш қулай бўлиши учун ночизиқли бузилишларнинг барча маҳсулотлари ўрнига комбинацион частоталар сигналлари (ва ҳатто уларнинг бир қисми), чиқиш сигналининг бузилмаган қисми ўрнига бутун сигнал ўлчанади.

Иккинчи вариантда  $f_1$  частота тадқиқ қилинаётган объект ўтказиш полосасининг пастки қисмида,  $f_2$  частота эса юқори қисмида танланади, шу билан бирга  $f_2$  частота  $f_1$  частотадан бир неча марта катта бўлиши керак.  $f_2$  частотали сигналнинг амплитудаси  $f_1$  сигнал амплитудасидан 4...5 марта кичик қилиб олинади. Синалаётган объектнинг ночизиқлилиги таъсирида катта частотали сигналнинг  $f_1$  частотали сигнал билан модуляцияланиши рўй беради. Ночизиқли бузилишлар коэффиценти сифатида юзага келаётган амплитудали модуляция коэффиценти қабул қилинади. Бу усулда натижа квадратик бузилишлар билан ҳам, кубик бузилишлар билан ҳам аниқланади, бироқ уларни алоҳида баҳолаш амалга оширилмайди.

Ўзаро модуляциялаш усули бир частотали усул билан қиёсланганда сезгирлик жиҳатидан 3 мартадан кўпроқ ютуқ беришини кўрсатиш мумкин. Модуляцияланган сигнал нисбатан тор ўтказиш полосасига эга бўлган филтр томонидан ажратилиши сабабли усулнинг шовқинларга сезгирлиги кам.

Усулни нисбатан тор ўтказиш полосасига эга трактлар учун қўллаш мумкин эмаслиги унинг камчилигидир.

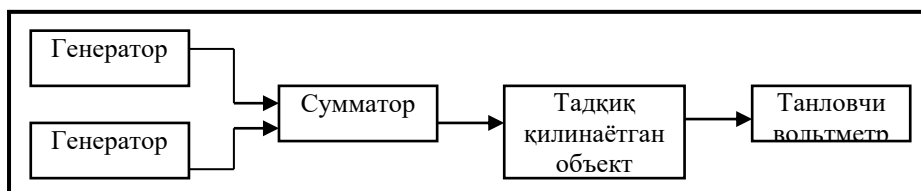
Усулнинг биринчи вариантыни амалга оширишда танловчи вольтметр ва иккита генератордан фойдаланилади (11.36-расм). Иккинчи вариантни амалга оширишда 11.37-расмдаги схема амалга оширилади, унинг ўнг томони қўшалок детекторлаш усули билан амплитудали модуляцияланган ўлчагичдан иборат.

Ўзаро модуляциялаш усули учун хатоликнинг қуйидаги икки манбасини кўрсатиш мумкин:

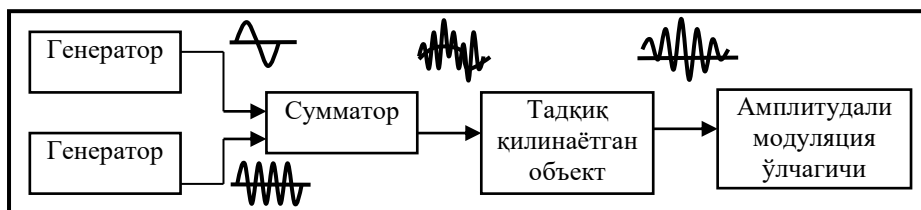
–  $f_2$  частотали генераторнинг паразит амплитудали модуляцияси;

– модуляция коэффиценти ўлчаш схемасининг хатолиги.

Кичик ночизиқли бузилишларни ўлчаш имкониятини фақат биринчи манба чеклайди.  $f_2$  генератор чиқишида тор полосали филтрни улаб, бу манба таъсирини сусайтириш мумкин.



11.36-расм.



11.37-расм.

**Уч частотали усул.** Бу усул биринчи турдаги нозизиқлилиқ маҳсулотлари бўйича кубик бузилишларни баҳолаш учун қўлланилади. Ўлчаш сигнали амплитудалари тенг ва  $f_1, f_2, f_3$  частоталари яқин бўлган учта гармоник сигнал йиғиндисидан иборатдир. Биринчи турдаги нозизиқлилиқ маҳсулотлари частоталари бошланғич частоталарга яқин бўлган  $f_1+f_2-f_3, f_1-f_2+f_3, -f_1+f_2+f_3$  частотали учта ташкил этувчига эга. Бу частоталарнинг ҳеч бири бошланғич частоталардан бирортаси билан устма-уст тушмаслиги учун  $f_2-f_1 \neq f_3-f_2$  ( $f_1 < f_2 < f_3$ ) шартнинг бажарилиши зарур. Бу ҳолда бузилишлар натижасида юзага келган учта ташкил этувчидан исталган бири танловчи вольтметр билан ўлчаниши мумкин.

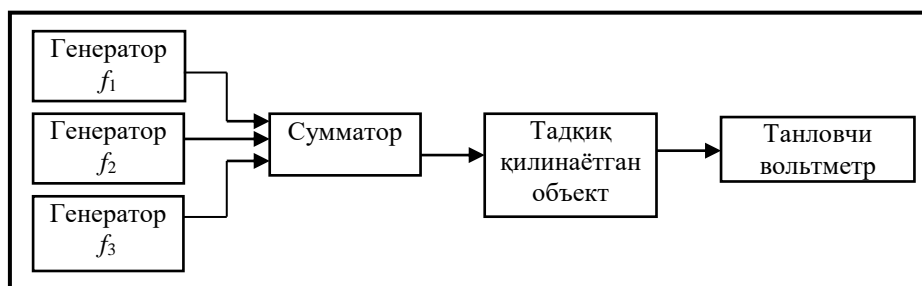
Комбинацион частотали бир ташкил этувчининг ўртача квадратик хатолигини  $U_k$  орқали, бутун чиқиш кучланишининг ўртача квадратик қийматини  $U_\Sigma$  билан белгилаб, кубик нозизиқли бузилишлар коэффиценти учун қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$K_{н\dot{e}} = 4U_k / U_\Sigma, \quad (11.45)$$

4 коэффицент комбинацион частотали ва тенг амплитудали 16 та ташкил этувчининг қийматини ҳисобга олади.

Уч частотали ўлчаш учун схема 11.38-расмда кўрсатилган.

Квадратик бузилишларни уч частотали усул билан ўлчашнинг маъноси йўқ, чунки талаб қилинаётган комбинацион частотали ташкил этувчиларнинг ҳеч бири ўлчаш сигналининг учта ташкил этувчисининг ҳаммасига боғлиқ эмас.



11.38-расм.

Уч частотали усулнинг хатолиги вольтметрнинг хатолигига ва унинг частотавий танловчилигининг охириги қийматига боғлиқ. Бу ерда кейинги қийматга қўйиладиган талаблар жуда юқоридир, чунки ўлчаш учун фойдаланиладиган нозизиқлилик маҳсулотлари ўлчаш сигналининг бошланғич ташкил этувчилари частоталарига яқин частоталарга эга.

**Мисол.** Агар  $U_k$  ва  $U_\Sigma$  кучланишлар  $\Delta U_k$  ва  $\Delta U_\Sigma$  хатоликлар билан ўлчанган бўлса,  $K_{HK}$  коэффициентни ўлчаш хатолиги аниқлансин.

Ўлчашлар билвосита эканлиги сабабли,  $K_{HK}$  ни ўлчаш хатолиги ушбу умумий ифода билан аниқланади:

$$\Delta K_{HE} = \frac{\partial K_{HE}}{\partial U_k} + \frac{\partial K_{HE}}{\partial U_\Sigma}.$$

Ҳосилалар учун

$$\frac{\partial K_{HE}}{\partial U_k} = \frac{4}{U_\Sigma}; \quad \frac{\partial K_{HK}}{\partial U_\Sigma} = \frac{4U_k}{U_\Sigma^2}.$$

ни ҳосил қиламиз.

Демак,

$$\Delta K_{HK} = \left( \frac{4}{U_\Sigma} \right) \Delta U_\Sigma + \left( \frac{4U_k}{U_\Sigma^2} \right) \Delta U_\Sigma.$$

Бу ифода йўқотилмаган мунтазам хатоликнинг максимал қийматини аниқлайди.

**Шовқин юклаш усули.** Бу усулда ўлчаш сигнали сифатида оқ шовқин қўлланилади. Бундай сигнални кўп частотали сигналнинг лимити (чегаравий ҳолати) сифатида қараш мумкин ва у бу жиҳатдан алоқа тизимларида узатиладиган реал сигналларга энг катта даражада яқинлашиб келади.

Шовқин сигналининг нозизиқли ўзгартириш маҳсулоти яна шовқин бўлиб, уни ўлчаш учун кириш сигналининг бузилмаган қисмидан ажратиш лозим. Бунинг учун кириш шовқин сигнали



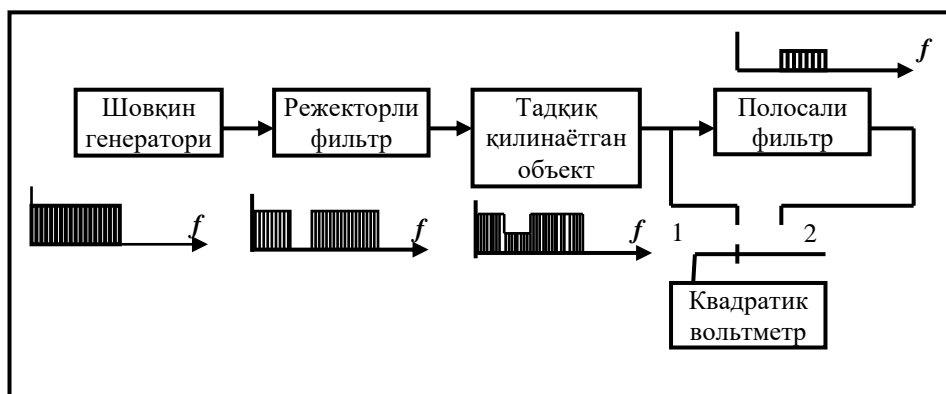
спектрида полосали тўсувчи филтр ёрдамида нисбатан тор «дарча», яъни сигналдан холи частоталар полосаси ажратилади. Бундай шовқин сигнали ўлчаш сигнали сифатида синалаётган объект киришига боғлиқ.

Чиқиш сигнали спектрида «дарча», ночизиқли бузилишлар қанча кўп бўлса, шунча кўп даражада тўлган бўлади. Бу шовқиннинг  $U_{\text{ш.чик.}}$  кучланиши тегишли полосали филтр билан ажратилади ва квадратик вольтметр билан ўлчанади. Шу вольтметр билан чиқиш сигналининг жами кучланиши  $U_{\text{ш.чик}}$  ҳам ўлчанади.

Ночизиқли бузилишлар коэффициентининг қиймати бу икки кучланишнинг нисбати каби аниқланади:

$$\Delta K_{i\phi 1} = \frac{U'_{\phi-\delta\delta}}{U_{\phi-\delta\delta}}.$$

Ўлчашлар схемаси ва шовқин спектрлари 11.39-расмда кўрсатилган.



11.39-расм.

Бу усул билан ўлчаш хатоликларининг қуйидаги манбаларини кўрсатиш мумкин:

- шовқин кучланишини вольтметр билан ўлчаш хатолиги;
- филтрларнинг частотавий сўндириш характеристикаларининг идеал тавсифидан оғиши.

## 11.6 Рақамли спектр таҳлиллагичлар

Ҳозирги замон рақамли таҳлиллагичи сифат жиҳатидан янги турдаги аппаратура бўлиб, унда кўп сонли асбобларнинг ўзига хос функциялари компьютер дастурлари тўплами ёрдамида моделлаштирилади: ишлаш характерини ўзгартириш учун қурилмаларни қайта созлашни амалга оширмасдан тегишли қайта ишлаб чиқиш дастурини чақириш кифоядир. Ҳозирги замон

рақамли спектр таҳлиллагичининг дастурлари мажмуаси турли сигналлар ва жараёнларнинг параметрларини ҳар томонлама текшириш учун барча функционал имкониятларини битта асбобда тўплашга имкон беради.

Рақамли спектр таҳлиллагичининг иш тамойили турли сигналлар ва жараёнларнинг параметрлари ва тавсифларини тартиботларига (тартибларига асосланган). Ҳозирги замон рақамли таҳлиллагичининг функционал имкониятларига (11.40-расм) қуйидаги алгоритмлар қўйилган:

– сигналнинг спектри бўйича унинг ўзини қайта тиклаш, яъни Фурье тескари алмаштиришини ҳисоблаш;

– электр занжирларнинг тавсифларини таҳлил қилиш ва синтез қилиш: параметрлари ғужланган занжирларнинг импульсли (занжирнинг элементар сигналларга реакцияси), узатиш ва фазавий тавсифларини аниқлаш; Вольперт-Смитт диаграммаларини (доимийлари тақсимланган занжирларнинг тавсифлари ва параметрларини) таҳлил қилиш: текари алоқали бўғинли занжирларнинг турғунлиги – Найквист диаграммаларини (турғунлик мезони) таҳлил қилиш;

– сигналларни рақамли қайта ишлаш ва филтрлаш ҳамда спектрлар кўпайтмасини ҳисоблаш (ўрамага тескари операция);

– аниқланган (детерминирланган) ва тасодифий сигналларнинг корреляцион таҳлили: корреляцион ва ўзаро корреляцион функцияларни ҳисоблаш; сигналларнинг фазавий муносабатларини аниқлаш (сигналларни идентификациялаш);

– даврий, импульсли ва тасодифий сигналларнинг спектрал таҳлили: квадратурали ташкил этувчиларнинг таҳлили – спектр модулини, фазавий спектрни, комплекс спектрни аниқлаш; тасодифий жараённинг қуввати спектрини ва унинг когерентлик функциясини аниқлаш; ўзаро спектрни аниқлаш; спектрни частоталар полосаси бўйича ўртачаштириш; сигналлар кепстрини аниқлаш – у мултипликатив сигналларнинг умумлаштирилган ёки гомоморф (гомоморфизм – бир қийматлили) чизиқли таҳлили деб аталади;

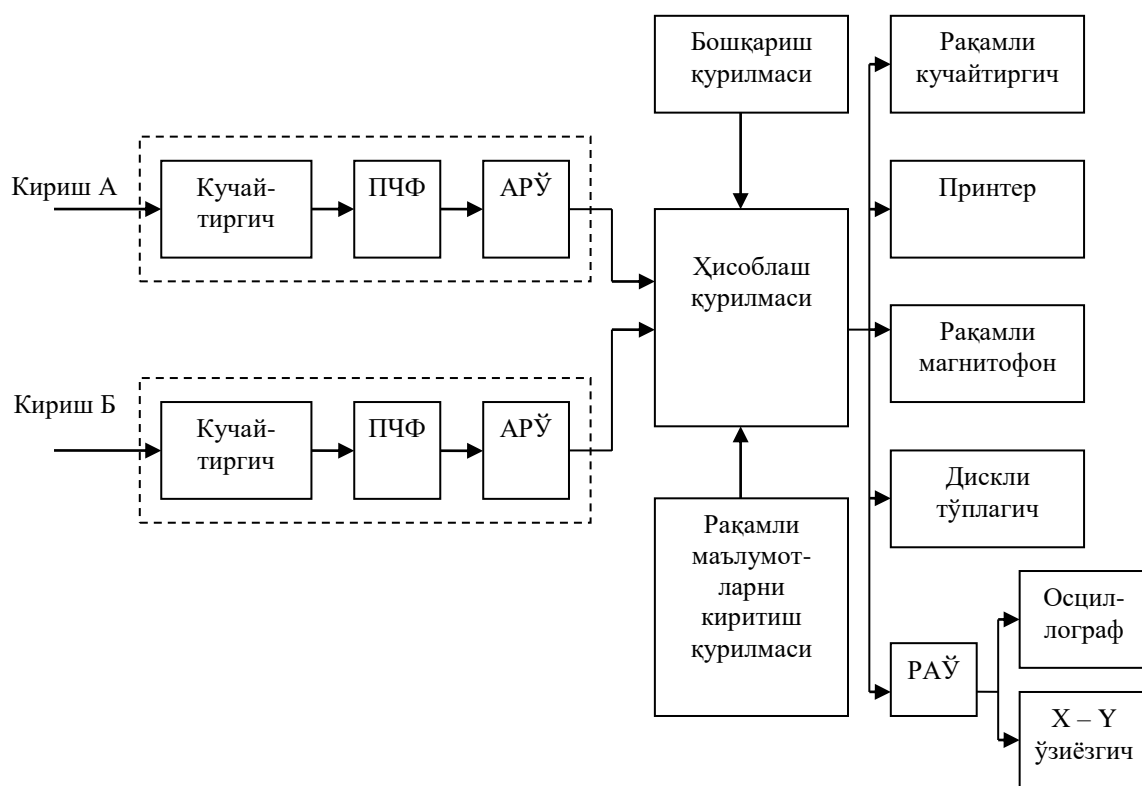
– сигналларнинг параметрларини аниқлаш (амплитудаси, частотаси, фаза, модуляция коэффиценти ёки индексини, сигналлар частотасининг девиациясини (оғишини) импульсли сигналларнинг параметрларини – амплитудаси, давомийлиги, олд

ва орқа фронтлари давомийликлари, келиш даври ва ҳ.к. ларни аниқлаш);

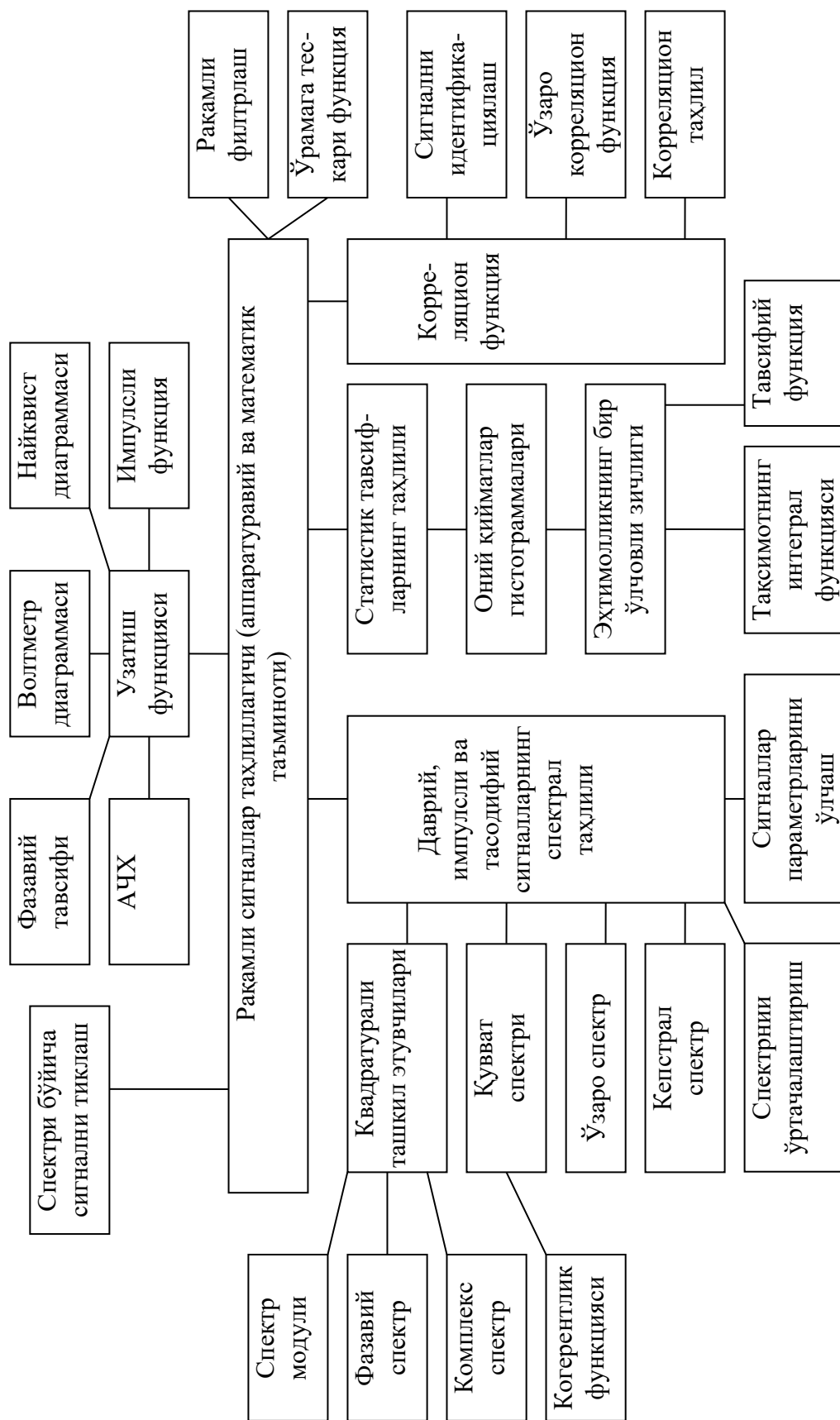
– тасодифий жараёнларнинг статистик тавсифларининг таҳлили; сигналларнинг оний қийматлари гистограммасини (катталикларнинг устунли тақсимотларини) яшаш; тасодифий жараёнларнинг бир ўлчовли эҳтимоллик зичлиги ва интеграл функциясини, характеристик функциясини аниқлаш.

Ҳозирги замон рақамли спектр таҳлиллагичининг тузилиш схемаси 11.41-расмда келтирилган.

Текшириладиган аналог сигналлар битта канал (А) ёки иккита канал (А, Б) бўйлаб ўзгарувчи кучайтириш коэффициентли тегишли кучайтиргичларга узатилади, улар турли даражали (0,01 дан 10 V гача) кириш сигналларини кейинги трактлар меъёрий ишлаши учун зарур бўладиган стандарт қийматга келтирадилар. Сўнгра сигналлар ПЧФ га келади ва унда таҳлил қилиниши лозим бўлган частоталар полосаси ажралади. Сигналлар филтрларнинг чиқишларидан АРЎ га келади ва у ерда улар параллел ўн хонали иккилик кодга ўзгартирилади. Битта канал ҳам, иккала канал ҳам ишлаши мумкин.



11.41-расм. Ҳозирги замон рақамли таҳлиллагичининг тузилиш схемаси



11.40-расм. Ҳозирги замон рақамли спектр таҳлиллағичининг функционал имкониятлари

Кейинги ҳолда сигналнинг оний қийматлари танланмаси бир вақтда иккала канал бўйлаб ўтади, бу эса ўзаро тавсифларни ўлчаш учун зарур бўладиган сигналларнинг фазавий муносабатлари ҳақидаги ахборотни рақамли кодда сақлаш имкониятини беради.

Танланма частотаси кварцли генератор билан аниқланади ва тадқиқотчи томонидан 0,2...100 kHz чегараларда ўлчаниши мумкин. Бу частота асбобнинг вақт ва частота соҳаларидаги санок масштабини аниқлайди.

Текширилаётган сигналнинг кучайтиргичларнинг киришларидан АРЎ чиқишигача ўтиш тракти бутун частоталар диапазонида ва кучланишлар даражаларида узатиш коэффициентининг калибрланган қийматига эга. Узатиш коэффициентининг қиймати ҳақидаги ахборот ва танланма частотаси рақамли ҳисоблаш қурилмасига (микропроцессорга) киритилади ва охирги натижанинг шаклланишида ҳисобга олинади. Микропроцессор унга киритилган дастур асосида ишлайди. Дастур у ёки бу ҳисоблаш операциясини (спектрни ҳисоблаш, корреляцион функцияни ҳисоблаш; гистограммани яшаш ва ҳ.к.) ташкил этувчи кичик дастурлардан ташкил топади. Зарурий кичик дастурни чақириш бошқариш қурилмасидан амалга оширилади. Ҳисоблаш натижалари индикаторли ёки қайд қилувчи қурилмага чиқарилади, бундай қурилма сифатида график ясагич, принтер, рақамли магнитофон, дискли тўплагич, осциллограф ёки ўзиёзгичдан фойдаланилиши мумкин. Бунда охирги иккита қурилма РАЎ орқали уланади. Барча натижалар уларни физик бирликларга ўтказиш учун масштаб коэффициенти билан бирга берилади.

Сонли (сонли қатор) кўринишида ифодаланган сигналларни таҳлил қилишда маълумотлар рақамли санок қурилмасига рақамли маълумотларни киритиш қурилмаси ёрдамида бошқариш пултининг териш таблосидан ўнлик кодда киритилади.

Рақамли спектр таҳлилагичнинг асосий иш режимлари:

- спектрал, статистик ва корреляцион таҳлил;
- амплитуда, фаза спектрларини ўлчаш;
- электр сигналларнинг узатиш функцияларини ўлчаш;
- иккита сигналнинг ўрамасини ўлчаш;
- корреляцион функцияларни ўлчаш;
- амплитуда гистограммасини ўлчаш.

### 11.6.1 Рақамли филтрли спектр таҳлиллагичлари

Сигналларни рақамли қайта ишлаш усуллариининг ўлчаш техникасининг жорий этилиши рақамли филтр асосидаги самарали ва юқори тезкор спектр таҳлиллагичларининг яратилишига олиб келди. Рақамли филтр стабил частотавий тавсифга эга, элементларининг эскириши туфайли ноаниқликни компенсацияловчи созлашга муҳтож эмас ва унинг универсаллиги аналог филтрдан анча юқори. Рақамли филтрни қайта созлашда элементларни алмаштиришга зарурат йўқ бўлиб, уни қайта дастурлаш кифоядир. Бироқ ўлчаш техникасида рақамли филтрлашнинг бош афзаллиги юқори аниқликли рақамли детекторлар ва ўртачаштириш қурилмаларининг (рақамли интеграторларнинг) қўлланилишидир. Рақамли детектор таҳлил қилинаётган сигналнинг амалда асл ўртача квадратик қийматини унинг амплитуда қиймати билан боғлиқ ҳеч бир чеклашларсиз ўлчайди.

Рақамли ўртачаштириш қурилмаси таҳлил қилинаётган сигнални чизиқли ва экспоненциал (ёки кўрсаткичли) қонунлар бўйича ўртачаштирилишини таъминлагани ҳолда аналог ўртачаш қурилмалари эриша олмайдиган универсаллик ва самарадорликка эга.

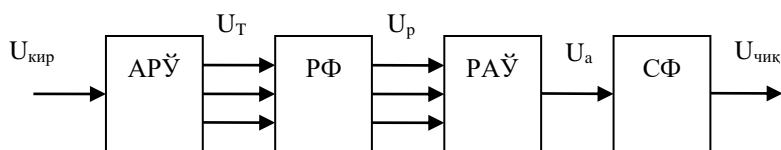
### 11.6.2 Спектр таҳлиллагичларида сигналларни рақамли қайта ишлаш

Ҳозирги замон ўлчаш техникасида ва, хусусан, спектр таҳлиллагичларида сигналларни рақамли ишлаб чиқишнинг энг муҳим усулларида бири рақамли филтрлашдир. Унинг моҳияти кириш сигналнинг сонли саноклари кетма-кетлиги  $\{u(kDt)\}=\{u_k\}$  ни чиқиш сигналнинг сонли саноклари кетма-кетлиги  $\{y(kDt)\}=\{y\}$  га ўзгартиришдан иборат.

Сигналларни рақамли қайта ишлаб чиқишнинг содда-лаштирилган тузилиш схемасини кўриб чиқайлик (11.42-расм). Узлуксиз сигнал  $u_{\text{кир}}(t)=u_{\text{кир}}$  (бундан кейин  $t$  аргумент тушириб қолдирилади) АРЎ киришига келади, унинг чиқишида иккилик сон кўринишидаги рақамли код  $\{u(kDt)\}=\{u_T\}=u_T$  яратилиб, бунда унинг фиксирланган хоналари сони кириш сигналнинг тегишли дискрет санокларига мосдир.

Маълум рақамли саноклар билан кодланган кетма-кетлик  $\{u_T\}$  рақамли фильтр (РФ)га келади, у моҳияти бўйича ихтисослашган микрокомпьютердир (олдинги номи – махсус ҳисоблагич). Рақамли филтлда сигнални маълум алгоритмга мувофиқ равишда рақамли қайта ишлаш амалга оширилади, бунинг натижасида унинг чиқишида филтланган кириш сигналига мос янги рақамли кодлар  $\{u(kDt)\}=\{u_T\}=u_T$  пайдо бўлади.

Одатда, қайта ишланаётган сигнал рақамли филтрдан РАЎга келади, унда сигналнинг рақамли шакли аналог сигнал  $u_a(t)=u_a$  га ўзгартирилади. Бироқ ўлчаш техникасида кўпинча ўзгартирилган сигнал бевосита рақамли шаклда фойдаланилади ва бунда РАЎ га зарурат қолмайди. Агарда РАЎ ишлаб чиқиш схемасига киритилган бўлса, у ҳолда унинг чиқишида паст частотали синтезловчи филтър зарур бўлади (бу аслида ПЧФ дир), у ҳосил бўлган аналог сигнални текислашни ўтказди. Текислаш натижасида чиқиш сигнали  $u_{чик}(t)=u_{чик}$  эгри чизиғининг шакли поғонали эмас, балки силлиқ бўлади.



11.42-расм. Сигналларни рақамли қайта ишлаб чиқишнинг соддалаштирилган тузилиш схемаси

### 11.6.3 Чизиқли рақамли филтърларнинг тузилиш схемалари

Рақамли филтърлар иккита катга синфга бўлинади: норекурсив ва рекурсив филтърлар. Рекурсив атамаси маълум математик услуб – рекурсия, яъни математик операцияларнинг олдинги босқичларида ҳисобланган маълумотларга циклик муурожаат қилиш билан боғлиқдир.

**Норекурсив рақамли филтърлар.** Норекурсив ёки *трансверсал* (ингл. *transverse* – кўндаланг – уларнинг график тузилиши нуқтаи назаридан) рақамли филтърларда жавоб фақат кириш кетма-кетлигининг қийматларига боғлиқ бўлиб,  $k$ -чиқиш саногини ҳосил қилиш учун кириш санокларининг олдинги

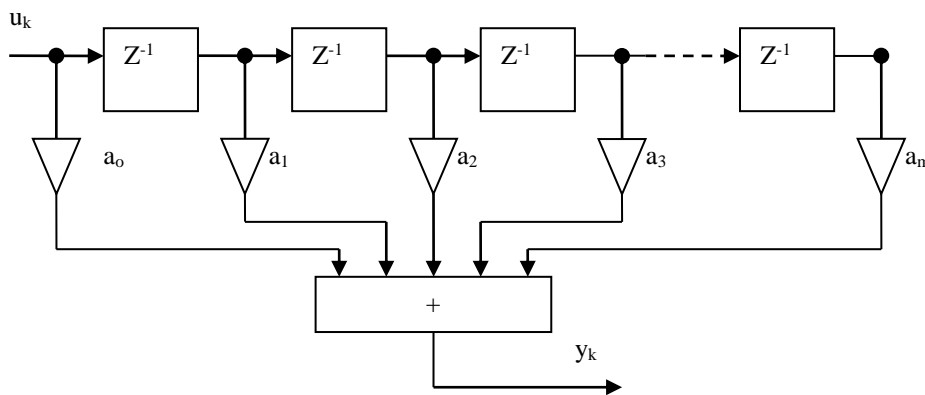
қийматларидангина фойдаланилади. Бундай филтрлар кириш дискрет сигнали  $\{u_k\}$  ни ушбу алгоритмга мувофиқ қайта ишлайди:

$$y_k = a_0 u_k + a_1 u_{k-1} + a_2 u_{k-2} + \dots + a_m u_{k-m}, \quad (11.46)$$

бу ерда  $y_k$  – кириш сигнали;  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$  – ҳақиқий ўзгармас (вазний) коэффициентлар;  $m$  – норекурсив филтрнинг тартиби, яъни хотирлаб қолинадиган сонларнинг максимал қиймати.

Қайта ишлаш алгоритми (11.46)нинг аналитик жиҳатини рақамли филтрнинг 11.43-расмда тасвирланган тузилиш схемаси кўргазмали тавсифлайди.

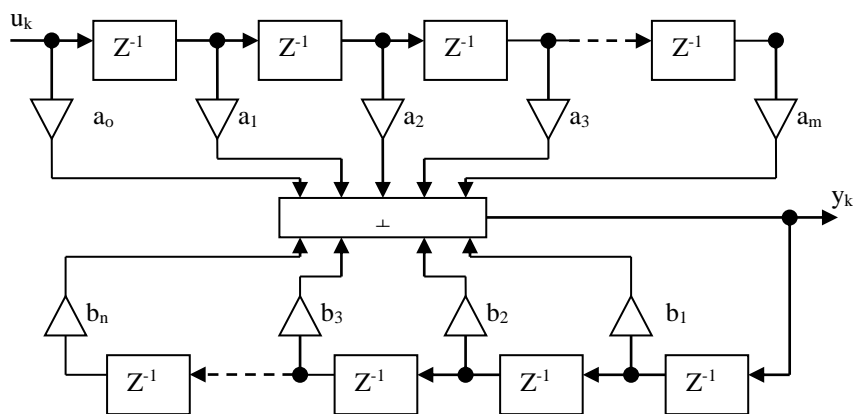
Ҳар қандай рақамли филтрнинг асоси кириш рақамли кетма-кетлиги  $\{u_k\}$  ни дискретлаш оралиғи  $Z^{-1}$  га кечиктириш элементлари (математикада умум қабул қилинган  $Z$ -алмаштиришлар символида сигнални  $\Delta t$  оралиққа кечиктириш) ва, шунингдек, мос коэффициентларга кўпайтириш операциясини масштабли (вазний) блоklar  $a_m$  дир. Кўпинча, ва моҳияти бўйича, кечиктириш элементларини хотира ячейкалари деб аталади. Сигнал масштаб блоklarидан сумматор (+)га келади, унинг чиқишида чиқиш сигнали саноклари кетма-кетлиги  $\{y_k\}$  ҳосил бўлади.



11.43-расм. Норекурсив рақамли филтрнинг тузилиш схемаси

Батафсил таҳлил қилиб ўтирмасдан,  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$  коэффициентлар рақамли филтрнинг импульсли тавсифи деб аталувчи саноклар  $h_0, h_1, h_2, \dots, h_m$  билан устма-уст тушишини қайд этамиз.





11.44-расм. Рекурсив рақамли филтрнинг тузилиш схемаси

**Рекурсив рақамли филтрлар.** рақамли норекурсив филтрларнинг схемасига тескари алоқалар киритилганида унинг имкониятлари жиддий кенгайди, бу алоқалар  $k$ -чиқиш саноғини ҳам кириш ва ҳам чиқиш дискрет (рақамли шаклда ифодаланган) сигналларнинг олдинги қийматларидан фойдаланиш йўли билан қуйидагича шакллантиришга имкон беради:

$$y_k = a_0 u_k + a_1 u_{k-1} + a_2 u_{k-2} + \dots + a_m u_{k-m} + b_0 y_{k-1} + b_1 y_{k-2} + \dots + b_n y_{k-n}, \quad (11.47)$$

бу ерда  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$  коэффициентлар ишлаб чиқиш алгоритми (11.47) даги каби рақамли филтрлаш алгоритмининг норекурсив қисмини,  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$  коэффициентлар эса рекурсив қисмини ифодалайди, шу билан бирга бу кейинги коэффициентлар бир вақтда нолга тенг эмас. Бундай рақамли филтрнинг тартиби қайта ишлаш алгоритми норекурсив қисмининг коэффициенти  $m$  билан аниқланади. Рақамли рекурсив филтрнинг тузилиш схемаси 11.44-расмда кўрсатилган.

Рақамли филтрлар асосида сигналлар спектрининг турли таҳлиллагичларини, хусусан, кетма-кетли ва параллел таҳлил асосидаги таҳлиллагичларни яратиш мумкин.

### Назорат саволлари

1. Частотани ўлчашнинг асосий усулларини санаб ўтинг.
2. Частотани Лиссажу шакли бўйича қандай ўлчанади?
3. Частотани резонанс усули билан ўлчаш қачон қўлланилади?
4. Гетеродин частоталарнинг ишлаш тамойили нимадан иборат?

5. Рақамли частотамернинг ишлаш тамойилини тушунтириб беринг.
6. Рақамли частоталарда вақт диаграммаларини тушунтириб беринг.
7. Рақамли асбобларда паст ва юқори частоталарда дискрет хатолиги ўлчаш натижасига қандай таъсир этади?
8. Частотани ва вақт оралиқини ўлчаш жараёни қандай автоматлаштирилади?
9. Сигнал «фаза»си тушунчасининг маъносини тушунтириб беринг.
10. Иккита сигнал фаза силжиши деб нимага айтилади?
11. Фаза силжишининг асосий усулларини тушунтириб беринг.
12. Фаза силжишининг осциллографик усуллар ўрдамида ўлчаш хусусиятлари.
13. Рақамли фазометр қандай ишлайди? Хатоликлари.
14. Чизикли занжирларнинг тадқиқоти қандай амалга оширилади?
15. АЧХ панорам ўлчагичининг тузилиш схемасини келтиринг.
16. Электр занжирларидаги нозикли бузилишларни ўлчаш усулларини тушунтириб беринг.

---

## ХII БОБ. ЎЛЧАШ СИГНАЛЛАРИ ГЕНЕРАТОРЛАРИ

### 12.1 Генераторларнинг таснифи. Асосий параметрлари

Ўлчаш сигналларини шакллантириш учун мўлжалланган асбоблар кичик гуруҳи Г ҳарфи билан белгиланади. ГОСТ 15094-86 га мувофиқ бу кичик гуруҳга етти турдаги асбоблар киради. Г1 туридаги асбоблардан генераторларни текшириш учун фойдаланилади. Г2 турига шовқин сигналлари генераторлари, Г3 турига синусоидал сигналларни шакллантирадиган, 20 Hz дан 300 kHz гача бўлган паст частотали генераторлар киради. Бу диапазонни пастга герцнинг улушларигача ва юқорига бир неча мегагерцгача кенгайтиришга бўлган ҳаракатлар мавжуд. Г4 турига юқори частотали синусоидал генераторлар киради ва 300 MHz дан 18 GHz гача бўлган диапазонда ЎЮЧ генераторлар номи билан юритилади. Г5 тури импульслар генераторларини, Г6 тури эса махсус шаклли сигналлар генераторларини бирлаштиради. Г7 турига тебранувчи частота генераторлари (сви́пгенераторлар) мансубдир.

Ўлчаш генераторларининг метрологик ва ишлатиш (эксплуатация) хоссаларини тавсифлайдиган асосий меъёрланадиган параметрлари конкрет турдаги генератор учун давлат стандартлари билан белгиланади (жорий қилинади). Одатда, қуйидаги параметрлар кўрсатилади:

– ўлчаш генератори сигналининг шакли (синусоидал, импульсли ва ҳ.к.);

– мазкур шаклли сигналнинг параметрлари (такрорланиш частотаси, тўғри бурчакли импульснинг давомийлиги ва чуқурлиги, fronti ва қирқимнинг давомийлиги, гармоникалар ва ҳ.к.);

– сигнал параметрларини ростлаш чегаралари (частоталар диапазони, сусайтиришни ростлаш чегаралари, давомийликни ўрнатиш чегаралари ва ҳ.к.);

– сигнал параметрларини ўрнатишнинг (импульслар частотасини, амплитудасини, давомийлигини ўрнатишнинг) рухсат этиладиган чегаралари;

– сигнал параметрларининг бирор вақт оралиқидаги ностабиллиги (ташқи параметрларнинг, таъминот кучланишининг маълум ўзгаришларида, сигналнинг бошқа параметрларининг ростланишида кўрсатилади).

## 12.2 Синусоидал сигналлар генераторларининг хусусиятлари

Бу генераторлар алоқа техникасидаги ўлчашларда энг кўп тарқалган. Уларнинг меъёрланадиган параметрларига қўйиладиган талаблар тўла ишлаб чиқилган. ГОСТ 9788-89 га мувофиқ, бу генераторларнинг асосий параметрлари қуйидагилардан иборат:

– генерацияланадиган (ишлаб чиқариладиган) тебранишлар частоталари диапазони. Диапазоннинг минимал ва максимал частотаси кўрсатилади. Бутун диапазон, одатда, бир неча кичик диапазонларга (қисм диапазонларга) бўлинади. Диапазоннинг кенглиги қоплаш коэффициенти билан тасвирланиб, у генерацияланадиган максимал частотанинг минимал частотага нисбатига тенг. Қоплаш коэффициенти диапазонининг юқори чегараси ўсиши билан жуда камаяди ва паст частоталар генератори учун 10000 дан ЎЮЧ генераторлари учун 1,1...2,0 гача ўзгаради;

– частотани ўрнатиш хатолиги. Бу параметр ё бутун асбоб учун, ёки ҳар бир кичик диапазон учун алоҳида кўрсатилади; у асосий хатолик ва қўшимча хатолик бўлиши мумкин. Частотани ўрнатишнинг қўшимча хатолиги атроф-муҳит температурасининг ўзгаришига ва чиқиш сигнали даражасининг ўзгаришига боғлиқ. Частотани ўрнатишнинг кириш сигнали даражасининг энг катта қийматида энг кичик қийматигача ростлаш билан боғлиқ бўлган қўшимча хатолик 250 МHz гача бўлган частоталарда  $\pm 0,1\%$  дан ошмайди. Ҳозирги замон генераторларининг баъзи намуналарида ўрнатиладиган частотани индикациялаш учун ўрнатилган рақамли турдаги частота ўлчагичлардан фойдаланилади. Фиксирланган частоталар дискрет тўпламига эга бўлган прецизион ўлчаш генераторлари (синтезаторлар)нинг частотани ўрнатиш хатолиги 10–4...10–5% бўлиши мумкин;

– частотанинг ностабиллиги. Бу тавсиф частотанинг рухсат этиладиган ўзгариш чегараси сифатида меъёрланади. Частотанинг қисқа вақтли ностабиллиги, масалан, ўзгармас ташқи шароитларда ва ўзгармас таъминот кучланишида генераторнинг иш режими

ўрнатилганидан кейин 15 минут ишлаши ичида ностабиллиги ва узоқ вақтли ностабиллиги (масалан, 3 соат ишлашида) кўрсатилади.

Частотанинг ностабиллиги ташқи шароитларга ва таъминот кучланиши, шунингдек, берувчи генераторларнинг тебраниш контурлари, резонаторлари ва актив элементларининг механик ва электр параметрларига боғлиқ. Частотаси равон қайта созланувчи генераторларнинг қисқа вақтли ностабиллиги одатда  $10^{-3} \dots 10^{-4}$  ни ташкил этади. Частотаси ичига ўрнатилган кварцли генераторлар бўйича фазавий автосозланадиган генераторларда қисқа вақтли ностабилликни  $10^{-7}$  гача камайтириш мумкин. Рақамли синтезаторларнинг суткалик частота ностабиллиги  $10^{-9}$  га тенг;

– чиқиш кучланиши параметрлари. Чиқиш кучланиши генераторнинг вазифаси билан аниқланади. Паст частотали генераторлар нисбатан катта чиқиш кучланишини таъминлайди;

– чиқиш қуввати (кучланиши) даражасини ўрнатиш хатолиги. У даражани ўрнатишнинг рухсат этиладиган асосий ва қўшимча хатоликлари чегараси сифатида меъёрланади. Бу хатолик ўлчаш генератори ичига ўрнатиладиган ва калибрланган бошланғич даражани ўрнатиладиган асбоб (вольтметр) хатолиги ва, шунингдек, аттенюатор хатолиги билан аниқланади;

– чиқиш қуввати даражасининг ностабиллиги. Таянч даражанинг бирор маълум вақт оралиқи (15 мин, 3 соат ва ҳ.к.) ичидаги рухсат этиладиган ўзгаришининг чегараси сифатида аниқланади.

Бу параметр ташқи шароитларнинг, таъминот кучланишининг ўзгаришига, сигналнинг бошқа параметрларининг ростланишига боғлиқ. Амалиёт учун айниқса генератор частотасини қайта созлашда чиқиш даражасининг рухсат этиладиган ўзгариши, яъни унинг амплитуда-частота тавсифининг нотекислиги муҳимдир;

– гармоник ташкил этувчилар даражаси. Синусоидал сигнал шаклининг бузилишини гармоникалар коэффицентининг рухсат этиладиган чегаравий қийматини кўрсатиш билан меъёрланади. Умумий вазифали генераторлар учун гармоникалар коэффиценти  $0,3 \dots 2\%$  ни ташкил этиши мумкин. Алоҳида юқори сифатли генераторлар  $0,02 \dots 0,05$  гармоникалар коэффицентига эга;

– чиқиш сигналини модуляциялаш параметрлари. Чиқиш сигналини модуляциялаш ЮЧ ва ЎЮЧ генераторда амалга оширилади. Қуйидагилар меъёрланади: модуляция тури, модуляция параметрларини ростлаш чегаралари ва саноғини олиш хатолиги;

– генераторни экранлаш сифати. Генераторни экранлаш электромагнит энергия кучланишини, яъни халақитларни сусайтириш учун зарурдир. Айрим қисмларни экранлашнинг қўлланилиши халақитлар даражасини жиддий пасайтиради, бироқ уларни тўла бартараф эта олмайди. Генераторнинг паспорт маълумотларида, одатда, асбоб ташқарисида қувват оқимининг зичлиги ва таъминот тармоғи симларида генерацияланадиган (уйғотиладиган) частота кучланиши кўрсатилади;

– чиқиш қаршилиги. Ўлчаш генераторлари маълум чиқиш қаршилигига эга бўлади. Рчққ нинг энг кўп тарқалган қийматлари 600, 75, 50, 15, 10, 5 Ом дир. Чиқиш қаршилигининг керакли қиймати ўлчаш масаласининг ечиш шартларидан, масалан, уланаётган кабелнинг тўлқин қаршилиги билан мувофиқлаштириш шартларидан танланади.

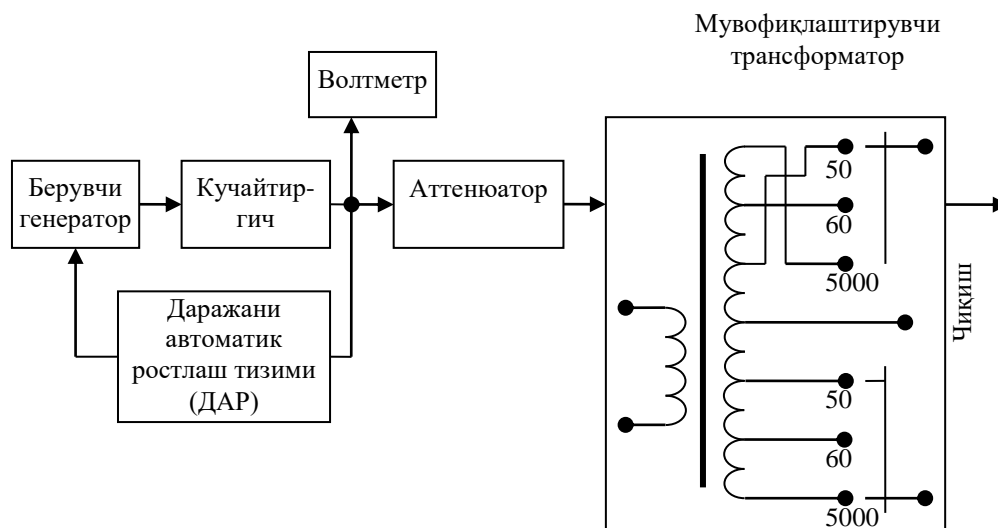
### 12.3 Паст частотали генераторлар

Паст частотали генераторларнинг асосий параметрлари рўйхати (номенклатураси) ГОСТ 9788-89 нинг кўриб чиқилган параметрларига ва шунингдек, махсус ГОСТ 10501-74 «Паст частотали ўлчаш генераторлари. Асосий параметрлари. Техник талаблар. Синаш усуллари»га тўғри келиши керак. Бу стандарт паст частотали генераторларни частотавий меъёрлари ва чиқиш кучланиши параметрлари бўйича аниқлик синфларига ажралади. Синфнинг индекси сифатида частотани ўрнатиш асосий хатолигининг ва чиқиш кучланиши даражасининг процентлардаги қийматлари қабул қилинади. Частотавий параметрлар бўйича 5 та аниқлик синфи ( $F_{0,1}$ ;  $F_{0,5}$ ;  $F_{1,5}$ ;  $F_{2,0}$ ;  $F_{3,0}$ ) ва чиқиш кучланиши параметрлари бўйича 5 та аниқлик синфи ( $U_{1,0}$ ;  $U_{2,0}$ ;  $U_{3,5}$ ;  $U_{4,0}$ ;  $U_{6,0}$ ) белгиланган. Масалан, генератор синфининг  $F_1U_{2,5}$  каби белгиланиши частотани ўрнатишнинг асосий хатолиги 1% дан, чиқиш кучланиши даражасининг саноғини олиш асосий хатолиги 2,5% дан ошмаслигини билдиради. Генераторнинг ҳар бир аниқлик синфи учун меъёрлар белгиланган бўлиб, генераторнинг бошқа параметрлари: гармоникалар коэффициенти, частота ностабиллиги, аттенюаторнинг сусайтириши; частотанинг ва чиқиш кучланиш даражасининг қўшимча хатоликлари улардан четга чиқмаслиги лозим. Бундан ташқари, ГОСТ 10501-74 метрологик тавсифлари яна ҳам юқорироқ ўлчаш генераторларини ишлаб чиқарилишига

йўл беради, уларнинг синфлари индекслари кўрсатилган индекслардан  $10^n$  марта ( $n$  – бутун сон) фарқ қилиши мумкин. Масалан, частотани ўрнатишнинг асосий хатолиги  $10^{-4}$  % бўлган генераторни  $F_1 \cdot 10^{-4}$  синфига киритиш лозим.

Паст частотали ўлчаш генераторларини одатда 12.1-расмдаги тузилиш схемаси бўйича яратилади. Бу схеманинг асосий бўғини берувчи генератор бўлиб, унинг схемавий ва конструктив ечими бутун асбобнинг метрологик тавсифлари: частоталар диапазони, частотанинг ўрнатилиш хатолиги ва ностабиллиги, чиқиш кучланиши даражасининг ностабиллиги, синусоидал сигнал шаклининг бузилишларини кўп даражада аниқлайди.

Берувчи генератордан кейин уланган кучайтиргич генерацияланаётган синусоидал тебранишларнинг кучланиши ва қувватини кучайтиришни таъминлайди, берувчи генераторни юкламадан ажратади. Бундай кучайтиргичларнинг амплитуда-частота характеристикасининг яхши текислигини, кучайтириш коэффициентининг юқори стабиллигини, ночизиқли бузилишлар даражасининг кичик бўлишини таъминлаш учун уни чуқур манфий тескари алоқа билан қамраб олинади.



12.1-расм.

Кучайтиргич чиқишига уланган вольтметр кучланишининг калибрланган бошланғич даражасини аттенюатор чиқишида назорат қилиш имконини беради. Ўлчаш генераторларига ўрнатиладиган вольтметрлар сифатида, одатда, ўртача тўғриланган қийматли электрон вольтметрлардан фойдаланилади. Бу

вольтметрнинг хатолиги бевосита даражани ўрнатиш хатолигини аниқлайди.

Аттенюатор ўлчаш генератори чиқишида сигналнинг 0 дан 60...120 dB гача диапазонда сусайишини поғоналаб (одатда, 10 dB оралатиб) ўзгартиришга имкон беради. Аттенюаторнинг хатолиги чиқиш кучланиши даражасини ўрнатиш хатолигига ўз ҳиссасини қўшади ва, одатда, 0,5...1,0 dB ни ташкил этади.

12.1-расмдаги тузилиш схемасидан ўрин олган мувофиқлаштирувчи трансформаторни юқори чиқиш қувватли (5 Vt тартибда) ва кучланишли (600 Ом ли юкламада 5 V) генераторларда қўлланилади. Бундай генераторларда сигналнинг ночизикли бузилишлари кичик бўлишига эришиш учун ва кучайтиргичнинг чиқиш каскади ҳисобий иш режимини таъминлаш учун чиқиш қаршилигини юкломанинг қаршилиги билан пухта мувофиқлаштириш талаб этилади. Намунавий чиқиш генераторлари 5, 50, 600 ва 5000 Ом ли юкломаларда ишлаш имкониятини беради.

20 Hz...300 kHz диапазонда текис амплитуда-частота характеристикали мувофиқлаштирувчи генераторни яратиш амалда мумкин эмаслиги сабабли одатда икки трансформатордан фойдаланилади: бири 20 Hz... 20 kHz полосада, иккинчиси 20 kHz...200 kHz полосада. Трансформаторларни берувчи генераторнинг мос кичик диапазонларини қайта улаш билан бир вақтда қайта уланади. Узун линияларда ўлчашлар ўтказишда генератор қаршилигини юклама қаршилиги билан мувофиқлаштириш айниқса муҳимдир. Линия фақат кириши ва чиқишида мувофиқлаштирилганидагина сигналнинг бузилишлари ва узатиладиган қувват нуқтаи назаридан унинг меъёрий иш режими амалга ошади, сўнишни ўлчаш хатолиги минималлашади ва ҳ.к. Генераторнинг чиқиш қаршилигини юклама қаршилиги билан аниқ мувофиқлаштириш учун генераторнинг чиқишига кетма-кет ёки параллел уланадиган қўшимча ўзгарувчан резистордан фойдаланиш мумкин.

Мувофиқлаштирувчи генераторнинг чиқиш қисқичлари уларни мос равишда коммутациялаш йўли билан ҳам симметрик, ҳам носимметрик чиқиш сигналени, шунингдек, амплитуда бўйича бир хил ва фаза бўйича қарама-қарши иккита кучланишни олиш имконини беради. Бироқ шуни қайд этиш керакки, чиқиш кучланишини аттенюатор ёрдамида ўрнатиш аниқлигининг барча

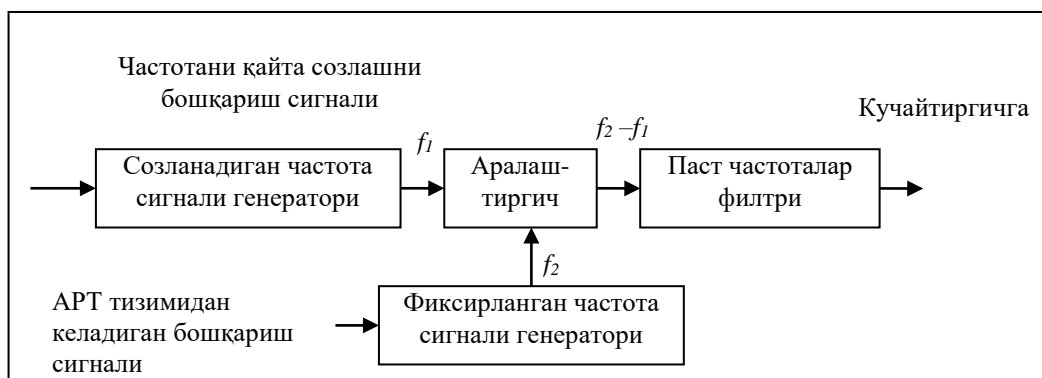


тавсифлари ва вольтметр шкаласи одатда фақат 600 Ом ли носимметрик юкламага ишлаганда даражаланади.

Ҳозирги замон ўлчаш генераторларининг асосий кўпчилиги мувофиқлаштирувчи чиқиш генераторига эга эмас. Улар 600 Ом юкламада 5...10 чиқиш кучланишига эга. Бундай генераторларнинг чиқиш қаршилиги (ростланмайди ва 600 Ом га тенг) аттенюатор конструкцияси орқали аниқланади.

Чиқиш кучланишининг ўрнатилиш аниқлигига юқори талаблар қўйиладиган паст частотали синусоидал тебранишлар генераторларининг тузилиш схемасида чиқиш сигнали даражасини автоматик ростлаш тизими (АРТ, 12.1-расм) киритилиши мумкин. АРТ тизими генераторнинг чиқиш сигналени детекторлайди, уни таянч кучланиш манбаси билан таққослайди ва берувчи генераторнинг иш режимини шундай ўзгартирадики, натижада частотанинг ўзгариши ва бошқа нотурғунлаштирадиган омилларда чиқиш сигнали даражасининг ўзгаришини компенсацияланади, АРТ ни қўллаш натижасида сигналнинг чиқиш даражасини ўрнатиш хатолигини 4...6% дан 0,4% гача камайтириш мумкин. Баъзи ўлчаш генераторларида АРТ тизими ташқи киришга эга ва асбобни, масалан, тадқиқ қилинаётган объектни қамраб олувчи сигнални стабиллаш умумий занжирига уланишига имкон беради.

Паст частота диапазонидаги берувчи генераторларда учта схемавий ечимдан фойдаланилади: RC-генераторлар, тепкили тебранишлар генераторлари, частота диапазонли-кварцли стабилланадиган генераторлар (синтезаторлар). Содда ва арзон асбобларда RC-генераторлар энг кўп тарқалган. Мазкур турдаги берувчи генераторнинг афзаллик жиҳатларига тебранишлар шаклининг нисбатан кичик бузилишларини (гармоникалар коэффициенти 0,02...2%), амплитуданинг частотага, таъминот кучланишига боғлиқлигининг кичиклигини ва ҳ.к. ларни киритиш мумкин. Одатда, бир кичик диапазондан бошқасига ўтиш конденсаторларни қайта улаш, частотани кичик диапазон чегараларида равон ўзгартириш эса резистор ёрдамида амалга оширилади. Тепкили тебранишлар берувчи генераторлари (12.2-расм) частота диапазонини катта қоплаш коэффициентига эга бўлган паст частотали генераторларда фойдаланилади. Берувчи генератор иккита RC-генераторга эга, бири фиксирланган  $f_2$  частотада ишлайди, иккинчиси эса равон соланади.



12.2-расм.

Тепки тебранишлар генераторининг афзалликлари қуйидаги мисолдан кўриниб турибди. Частоталар диапазони 20 дан 40000 Hz га бўлган генераторни қуриш талаб қилинаётган бўлсин. Қоплаш коэффиценти  $40000/20=2000$  ни ташкил этади.  $f_1=400$  kHz,  $f_2=400\dots360$  kHz қилиб танлаймиз. Бу генераторларнинг сигналлари аралаштиргичга келади, унда комбинацион частоталар, шу жумладан  $F=f_2-f_1$  ҳам ишлаб чиқарилади. Генераторни 400 дан 360 kHz гача созлашда  $F$  частота 0 дан 40 kHz гача ўзгаради.  $f_1$  частотали сигнални шакллантирувчи генератор бор-йўғи  $400/360=1,1$  қоплаш коэффицентиға эға бўлади. Чиқиш кучланишини стабиллаш учун баъзи ҳолларда фиксирланган частотали сигнал генераторининг чиқиш кучланишини бошқарувчи АРТ тизимидан фойдаланилади.

Тепкили тебранишлар генераторлари частоталарининг стабиллиги асосий конструктив чоралар билан таъминланади, чунончи фиксирланган ва қайта созланадиган частота сигналлари генераторлари, барча ностабилловчи факторлар частотаға бир хил таъсир этадиган қилиб ясалади.

## 12.4 Юқори частоталар генераторлари

30 kHz...300 MHz диапазонли юқори частоталар генераторлари, биринчи навбатда, радиоэшиттириш ва алоқа аппаратураларининг радиоқабуллаш қурилмаларини синаш ва созлаш учун зарурдир. Бундай генераторларни икки гуруҳға ажратиш мумкин:

– прецизион генераторлар, улар частотани ўрнатиш хатолиги ва қисқа вақтли ностабиллиги 10–6 дан ортиқ бўлмаслиги лозим

бўлган магистрал ва радиотелефон алоқаси қурилмаларини синаш учун мўлжалланган. Бундай генераторлар турли кўринишдаги сигнални модуллаш, шу жумладан бир полосали модуляциялаш ва, шунингдек, чиқиш сигналининг кўп частотали тузилмасини амалга ошириш имконини бериши лозим. Юқори частоталар прецизион генераторларини яратиш учун диапазонли-кварцли стабиллаш ва келгусида кўриб чиқиладиган частоталарни синтезлаш усулларидан фойдаланилади;

– умумий қўлланиладиган генераторлар, уларнинг частотасини ўрнатиш хатолиги 0,01...1,5% чегараларда, частотанинг қисқа вақтли ностабиллиги 10–6 дан юқори бўлади. Бундай генераторлар ёрдамида радиоэшиттириш приёмникларининг сезгирлиги ва танловчанлигини, кучайтиришни автоматик ростлаш ишининг сифатини, филтрлар ва кучайтиргичларнинг частотавий характеристикаларини ўлчашларни бажариш мумкин ва ҳ.к.

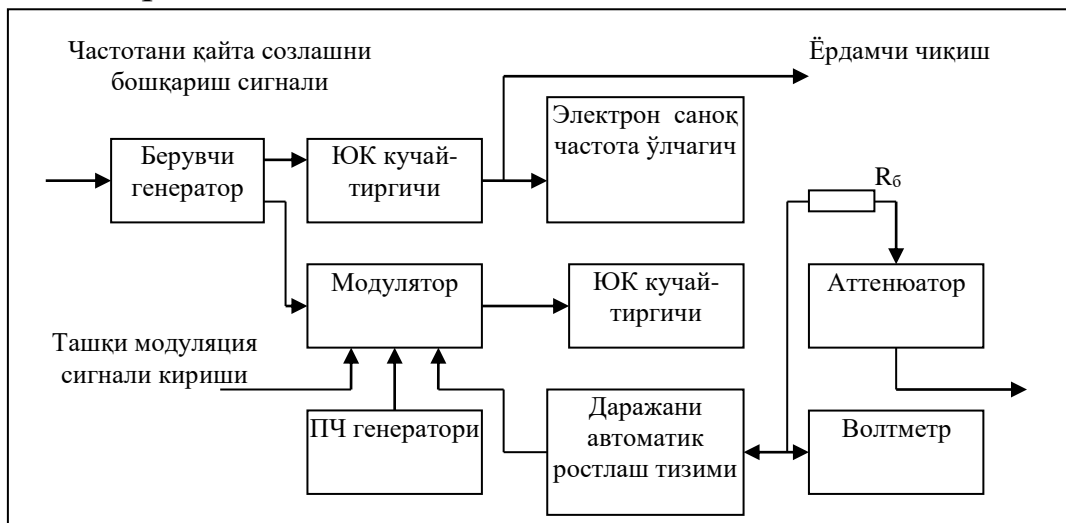
Бундай генераторларда модулланган сигналнинг ўрама эгри чизиғига етарлича юқори талаблар қўйилганда амплитудавий ва (камроқ ҳолларда) частотавий ҳамда импульсли модуляция режими зарур бўлади. Улар учун калибрланган чиқиш сигналининг қиймати кичик бўлиши (0,1...1,0 V) ва чиқиш сигналининг аттенюатор томонидан сусайтирилишини катта чегараларда ростланиши хосдир. Фақат айрим генераторлар, масалан, ўртача аниқлик вольтметрларини қийслаш учун мўлжалланган генераторлар юқори чиқиш кучланиши 30...100 V га эга бўлиши мумкин.

Юқори частоталар генераторларининг параметрларига қўйиладиган меъёрлар ГОСТ 1426-42 «Коаксиал чиқишли ўлчаш сигналлари генераторлари. Техник талаблар ва синов усуллари» билан белгиланар эди. Бундай генераторларнинг аниқлик синфи тушунчасидан ҳозирги вақтда фойдаланилмайди, балки сонлар қатори кўрсатилади ва метрологик тавсифларни меъёрлашда улардан фойдаланиш лозим бўлади. Масалан, частотани ўрнатишнинг рухсат этиладиган асосий хатолиги чегараларини санок қурилмаси бўйича  $\pm 0,01\%$  дан  $\pm 1,5\%$  гача бўлган қатордан, иш режими ўрнатилганидан кейинги исталган 15 минут вақт ичида частотанинг ностабиллигини  $\pm 1 \cdot 10^{-6}$  дан  $\pm 5 \cdot 10^{-4}$  гача қатордан танлаш лозим. Қолган метрологик тавсифларни меъёрлашга қўйиладиган талаблар ҳам шунга ўхшаш ифодаланган.

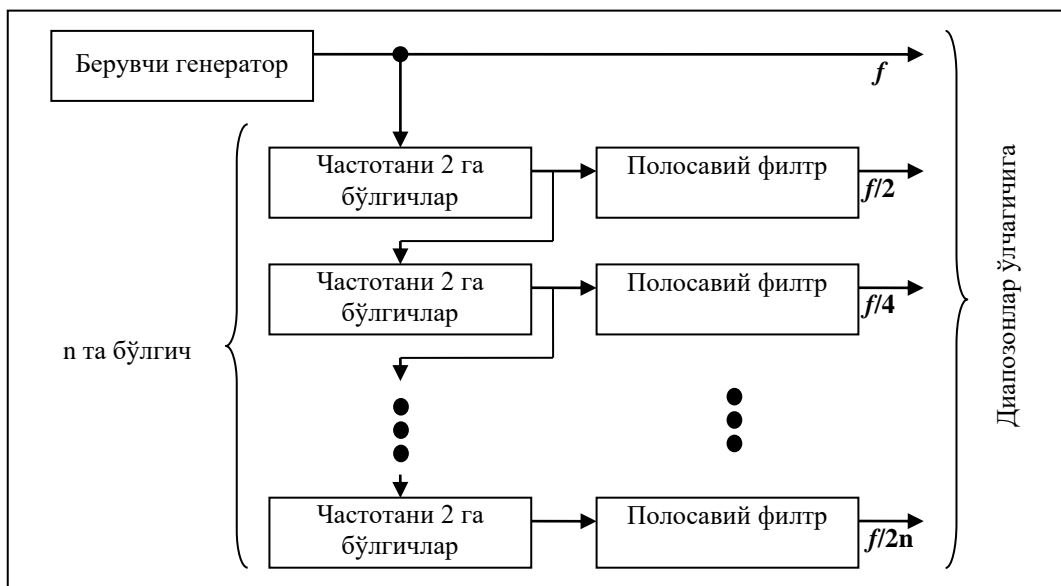
Амплитудавий модуляцияли умумий қўлланиладиган юқори частоталар генераторининг оддий схемаси 12.3-расмда тасвирланган.

Берувчи генератор, одатда, LC-контур ва уч нуқтали схема бўйича сиғимли тескари алоқа билан уланган транзистор асосида яратилади ва  $f = 1/2\pi\sqrt{LC}$  частотада ишлайди. Кичик диапазон чегараларида частотани равои созлаш ўзгарувчан сиғимли конденсатор ёрдамида, бир диапазондан бошқасига ўтиш эса индуктивлик ғалтакларини коммутациялаш билан амалга оширилади.

Генерация частотаси, одатда,  $\sqrt{c}$  га тескари пропорционал бўлганлиги учун, частота бўйича қоплаш коэффициенти, одатда, 2...3 дан ортиқ эмас, бу эса, масалан, RC-генераторларга қараганда жуда кичикдир.



12.3-расм.



12.4-расм.

Баъзи ҳозирги замон кенг диапазонли юқори частотали ўлчаш генераторларининг кичик диапазонларини шакллантириш берувчи генераторнинг LC-контурларини коммутациялаш билан эмас, балки частотани бўлиш билан амалга оширилади (12.4-расм). Бу ҳолда берувчи LC-генераторнинг юқори кичик диапазон 150–300 МHz да равон созланадиган сигнал частотани 2 га бўлиш бўлгичлари занжирчасига ва фақат шундан кейин филтрлар тўплами орқали модуляторга келади. Берувчи генератор контуридан коммутациялаш занжирларининг чиқариб юборилиши стабиллигини оширади, бир кичик диапазондан бошқасига амалда инерциясиз ўтишга имкон беради, чунки элементларнинг ўзининг қизишига вақт талаб этилмайди ва шу билан бир вақтда генераторни ишлаб чиқарилаётган барча кичик диапазонларнинг шкалаларини тўғрилашга имкон беради. Бунда генераторнинг шовқин хоссалари жиддий яхшиланади. Бироқ кенг диапазонли берувчи генераторларнинг бундай яратиш усули бир қатор камчиликларга ҳам эгадир. Бўлгичлар чиқишидаги сигнални пухта филтрлаш талаб этилади, чунки унинг шакли синусоидал шаклдан анча фарқ қилади. Частотавий модуляция режимида элтувчи частотанинг кенгайиши билан бир вақтда частота девиацияси ҳам пасаяди. Бу эффектни бартараф этиш учун частотавий модуляцияни амалга ошириш схемасини мураккаблаштиришга тўғри келади.

Берувчи генераторнинг тавсифлари асбобнинг барча частотавий параметрларини ва, шунингдек, анча катта даражада чиқиш сигналининг шаклини ҳам белгилайди. Шу сабабли LC-контур элементларини лойиҳалашда ғалтаклар, конденсаторлар ва созлаш бўғинлари параметрларининг механик ва температуравий стабиллиги юқори бўлиши таъминланади. Баъзи ҳозирги замон ўлчаш генераторларининг берувчи генераторлари фақат частотавий модуляциялаш режимидагина эмас, балки ташқи синхронлаш режимида ҳам ва, шунингдек, контурга уланган варикапга узатиладиган аналогли сигнал ёрдамида частотани ташқи бошқариш (одатда, 0,1% дан ортиқмас чегараларда) режимида ҳам ишлашига имкон беради.

Бундай ўлчаш жараёнларидан частотани ташқи фазавий автосозлаш ҳалқасида ишлатиш учун фойдаланиш имконини беради, бунинг учун ёрдамчи юқори частотали чиқиш кўзда тутилади. Бу чиқишга ташқи ёки ичига ўрнатилган электронли санок частота ўлчагични улаш мумкин.

Ҳозирги замон ўлчаш генераторларида, одатда, кенг полосали модуляторлардан ва (илгари қабул қилинганидек) резонанс кучайтиргичлардан эмас, балки кенг полосали кучайтиргичлардан фойдаланилади. Бундай техник ечим берувчи генератор ва резонанс кучайтиргични соzлашнинг мураккаб ва катта механик бўғинларини бартараф этиш имконини беради. Бунда, бироқ, берувчи генератор сигналининг шаклига ҳамда филтёрлаш хоссаларига эга бўлмаган модулятор ва кучайтиргичнинг шовқинлари даражасига юқорироқ талаблар қўйилади.

Паст частотали модуляцияловчи сигнални ўзгартириш ва ўлчаш билан модуляциялаш чуқурлигини ўзгартириш ва ўлчаш мумкин. Бунда модуляция чуқурлигини ўлчаш хатолиги бири паст частотали модуланган сигнални ажратадиган, иккинчиси эса элтувчи частота сигнални ажратадиган икки детектор чиқиш кучланишларининг нисбати бўйича баҳоланади.

Аттенюатор чиқишидаги сигнал даражасини ўзгармас қилиб сақлаш учун модулятор ва юқори частота кучайтиргичини қамраб оладиган ДАР тизимидан фойдаланилади, бунда модулятордан тизимнинг ижрочи элементи сифатида фойдаланилади. ДАР тизимининг вақт доимийси тизим товуш диапазонидаги сигнал таъсирига жавоб бермайдиган қилиб танланади.

ДАР генератор чиқиш кучланишининг фақат стабиллигини таъминлабгина қолмасдан, балки юқори частота кучайтиргичининг детекторнинг уланиш нуқтасидаги чиқиш қаршилиги нолга яқин бўлишини ҳам таъминлайди.

Юқори частота кучайтиргичи чиқишида кетма-кет  $R_6=50 \text{ Ом}$  балласт қаршилик уланади, у аттенюаторнинг нол сусайтиришида чиқиш трактини тегишлича мувофиқлаштириш имконини беради. Юқори частотали сигналнинг аттенюатор чиқишидаги таянч даражасини ДАР тизимининг детекторидан фойдаланадиган ўрнатма вольтметр шкаласи бўйича, ёки ДАР тизимининг таянч ўзгармас кучланиши калибрланган ростлагичнинг (потенциометр) шкаласи бўйича ҳисобланади.

Босқичли резистив аттенюатор ёрдамида асбоб чиқиш кучланишининг даражасини чуқур ростлаш амалга оширилади. Кўпинча, иккита ростлаш босқичи: 20 ва 1 дВ дан фойдаланилади. Аттенюаторларни дистанцияли ростлаш учун баъзи ҳозирги замон ўлчаш генераторларида кичик габаритли герконли релелар қўлланилади.

## 12.5 ЎЮЧ генераторлари

300 МГц...40 GHz диапазондаги сигналларни ўлчаш генераторлари ЎЮЧ диапазонли қабул қилиш қурилмалари сезгирлигини ўлчаш, антенналарнинг йўналганлик диаграммаларини тадқиқ қилиш, радиореле линиялари ва телевизион ретрансляторлар юқори частотали трактлари элементларининг параметрларини ўлчаш учун мўлжалланган. ЎЮЧ ўлчаш генераторлари элтувчи частотанинг модуляциялашнинг турли кўринишлари билан ишлашни таъминлаши лозим, уларга ЎЮЧ нурланишни экранлаш бўйича етарлича қаттиқ талаблар қўйилади. ЎЮЧ ўлчаш генераторининг оддий структуравий схемаси 12.5-расмда кўрсатилган. Берувчи генераторнинг актив элементи сифатида ҳозирги вақтгача қайтарувчи клистронлардан фойдаланилади, улар тебраниш контурининг эквиваленти бўлган ташқи (7...8 GHz диапазонда) ёки ички ҳажмий резонаторлар билан таъминланган.

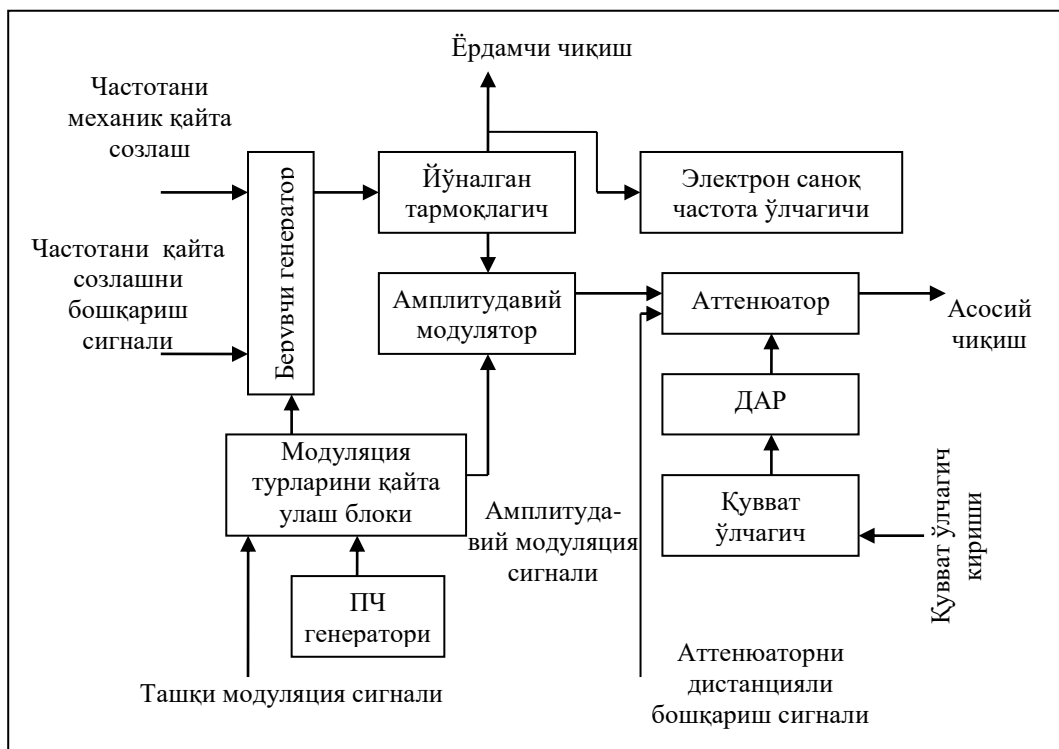
Резонаторнинг шакли, ўлчамлари ва материали генерациялаш частотасини аниқлайди.

Частотани қайта созлаш резонаторнинг геометрик ўлчамларини унинг ичида уловчи перемишчаларни (улагичларни) кўчириш йўли билан ёки резонаторнинг ўзининг эластик деформацияланиш йўли билан амалга оширилади.

Частотани кичик чегараларда ўзгартиришни электр йўли билан, клистрон қайтаргичидаги кучланишни ўзгартириб бажариш мумкин. Клистронларда ясалган ЎЮЧ генераторлари учун частота бўйича унча катта бўлмаган қоплаш коэффициенти (1,1...2) хосдир, бу эса ҳажмий резонаторли берувчи генераторлар частотасини қайта созлаш имкониятларининг чекланганлиги билан боғлиқдир. Шу сабабли бундай генераторларни ё бутун ЎЮЧ диапазонининг талаб этиладиган участкаларига мўлжалланган бир турдаги асбоблар серияси сифатида ёки бир неча берувчи генераторли битта асбоб шаклида ишлаб чиқарилади.

Қайтарувчи клистронли берувчи генераторлар анча катта конструкцияга эга ҳамда катта ва стабил таъминот кучланишларини талаб қилади. Берувчи генераторларнинг актив элементлари сифатида кейинги вақтларда Ганн диодларидан – галлий арсениди асосидаги ярим ўтказгичли асбоблардан борган сари кўпроқ фойдаланилмоқда.

Маълум таъминот кучланишида Ганн диоди манфий қаршилиқдан иборат бўлиб, бу эса диодга уланган ҳажмий резонаторда ЎЮЧ тебранишлари уйғотилишига олиб келади.



12.5-расм.

Қаралаётган частоталар диапазонининг пастки қисмида (8...10 GHz дан пастда) ишлаш учун ҳозирги вақтда ЎЮЧ транзисторлари ҳам яратилган бўлиб, улардан берувчи генераторларнинг актив элементлари сифатида фойдаланилмоқда.

ЎЮЧ берувчи генераторлар частотасининг стабиллиги ҳажмий резонаторларнинг механик параметрлари, актив элементнинг электр ва температура режимлари билан аниқланади. Латундан тайёрланган кўп ишлатилувчи коаксиал резонаторлар учун частотанинг қисқа вақтли стабиллиги  $10^{-4}$  тартибидадир. Ҳозирги замон техник ечимларидан бири магнит майдонга жойлаштирилган темир-иттрийли гранат ферромагнит кристалдан ясалган сферик ферритли ҳажмий резонаторлардан (ЖИГ-резисторлардан) фойдаланишдан иборатдир. Бундай генераторларнинг қисқа вақтли ностабиллиги  $10^{-6}$  дан кичик. Ташқи магнит майдон кучланганлигини ўзгартириш билан ЖИГ-резонаторларни кенг қайта созлаш (қоплаш коэффиценти 2 гача) ва частотавий модуляцияни бажариш мумкин.

Одатда, ЎЮЧ диапазонида модуляциянинг жуда хилма-хил турларидан фойдаланилади: паст частотали сигнал билан



амплитудавий ва частотавий модуляциялаш, импульсларнинг ўтказишга мойиллиги турлича бўлганида амплитудавий-импульсли ва частотавий-импульсли модуляциялаш ва ҳ.к. Шунини қайд этиш керакки, элтувчи частотани берувчи генераторнинг иш режимини ўзгартириш билан модуляциялаш одатда, паразит модуляциянинг пайдо бўлиши билан боғлиқ: масалан, амплитудавий модуляция паразит частотавий модуляция пайдо бўлишига олиб келади ва аксинча. Шу сабабли ҳозирги замон ўлчаш генераторларида амплитудавий модуляцияни асбоб чиқишида амалга оширилади.

Ўрнатиш аттенюатори ёрдамида йўналтирилган тармоқлагич киришига келувчи сигнал даражасини ростланади, тармоқлагич юқори частотали энергияни икки қисмга бўлади. Ўлчаш генераторининг калибрланган чиқиши бўлмиш йўналтирилган тармоқлагичнинг бир чиқишига гетеродин туридаги ўрнатма (ёки ташқи) частота ўлчагич уланади. Йўналтирилган тармоқлагичнинг бошқа чиқишидан сигнал асбобнинг асосий калибрланган чиқишига берилади.

ЎЮЧ аттенюаторларини яратиш учун, одатда, чегаравий тўлқин киритичи деб аталувчи қурилмада сўниш ҳодисасидан фойдаланилади. Ҳозирги вақтда ЎЮЧ аттенюатори сифатида ярим ўтказгичли *p-i-n*-диодлардан борган сари кенг фойдаланилмоқда. Бундай аттенюаторнинг ишлаш тамойили қуйидагича: бошқарувчи ток таъсирида *p-i-n*-диод очилади ва ЎЮЧ сигнали қувватини бошқарувчи ток қийматига пропорционал равишда шунтлайди. Бошқарувчи ток йўқ бўлганида *p-i-n*-диод ёпилади ва ЎЮЧ трактига жуда кичик бошланғич сусайиш беради.

Қувват ўлчагич ўрнатиш аттенюатори билан биргаликда таянч чиқиш нурланиши даражасини ўрнатишга имкон беради, унга нисбатан чиқиш сигналининг калибрланган аттенюатор билан сусайтириш амалга оширилади. ЎЮЧ диапазонида чиқиш сигнали даражасини кучланиш ёки ток бўйича эмас, балки айти қувват бўйича баҳоланади, чунки асбобларнинг кириш ва чиқиш занжирлари ўлчамлари тўлқиннинг узунлиги билан ўлчовдошдир. Манба ва юклама тўлиқ қаршилиқларининг узатувчи трактнинг характеристик қаршилигидан биров фарқ қилиши узатиш линияси бўйлаб кучланишнинг баҳоси бир қийматли бўлмаслигига олиб келади. Тўлқин киритгичларда кучланишни ўлчаш амалда маъносиздир. Юкламага исрофларсиз узатиладиган қувват эса ЎЮЧ трактининг исталган кесимида ўзгармас катталиқдир, шу

сабабли сигнал даражасини юқорироқ аниқлик билан баҳолаш имконини беради.

ЎЮЧ сигнал қувватини ўлчагич ўлчаш генераторининг ичига жойлаштирилади, бироқ одатда алоҳида чиқишга эга бўлади. Уни асосий чиқишга ташқи улагич (разъём) орқали кабел ёрдамида уланиши мумкин. Қувват ўлчагичдан фойдаланиб, ДАР тизими учун бошқарувчи сигнални ажратиш мумкин. ДАР эса *p-i-n*-аттенюаторга таъсир этиб, ўзгармас қувватни ё генератор чиқишида, ёки тадқиқ қилинаётган объект ўз ичига олган ўлчаш схемасининг талаб қилинаётган нуқтасида ушлаб туради.

## **12.6 Юқори турғун частотали ўлчаш сигналлари манбалари (прецизион ўлчаш генераторлари)**

Фан ва техника, хусусан, каналлар эффектив зичланган магистрал алоқа соҳасида кўплаб ўлчаш турларини таъминлаш учун инфрапаст частоталардан ЎЮЧ гача бўлган диапазондаги ўлчаш сигналлари манбалари зарур бўлиб, уларнинг частотани ўрнатиш хатолиги жуда кичик ( $0,1 \dots 0,001$  Hz) ва қисқа вақтли ва узок вақтли ностабиллиги жуда кичик (15 минут ичида  $10^{-7}$  дан бир сутка ичида  $10^{-10}$  гача) бўлиши лозим. Буларга мос асбоблар кварцли-диапазонли стабилланадиган ўлчаш генераторлари ёки частота синтезаторлари деган ном олди. Бу атамалар синонимдир, бироқ илмий адабиётда улардан иккинчиси кўпроқ қўлланилмоқда. Шунини қайд этиш керакки, Давлат стандартига мувофиқ  $\Gamma$  кичик гуруҳ доирасида (ўлчаш генераторлари) ҳам, 4 қисм группа доирасида ҳам (частоталар синтезаторлари) ишлаб чиқарилмоқда.

Синтезатор туридаги ўлчаш генераторининг йириклаштирилган схемаси 12.6-расмда тасвирланган. Таянч частота сигналининг манбаси кварцли генератор блокidan иборат бўлиб, унинг муҳим элементи термостатлаш тизимидан иборат. Бу тизим кварцли резонатор температурасининг  $0,1^\circ\text{C}$  тартибидаги хатолик билан ўзгармас қилиб ушлаб туради. Термостатлаш кварцли генераторнинг юқори стабил бўлишига эришишнинг узлуксиз шартидир. Таянч частота ташқи сигналини (масалан, частотасининг квант-механик стандартида) улаш ҳам мумкин. Таянч частоталар блоки бир неча таянч частоталар сигналларини шакллантиради, улар частоталарни синтезлаш блокига бир вақтда келади. Синтез блоки генераторлар частоталари тўпламини (тўпламини) берилган

диапазонда берилган дискретлик билан ишлаб чиқаради. Интерполяция генератори чиқиш сигнали частотасини дискретлик қадами чегараларида равон қайта созлаш имконини беради.

Частоталарни қайта улашни бошқариш блоки частотани қўлда ҳам, дистанциядан ҳам (аналогли ёки рақамли сигналлар ёрдамида), шу жумладан элтувчи частотани частотавий модуляциялашни ҳам бошқаришга имкон беради. Чиқиш қурилмасида сигнални қуввати бўйича зарурий кучайтириш, таянч чиқиш даражасини стабиллаш, аттенюатор ёрдамида ростланадиган сусайтириш, шунингдек, сигнални амплитудавий модуляциялаш амалга ошади.

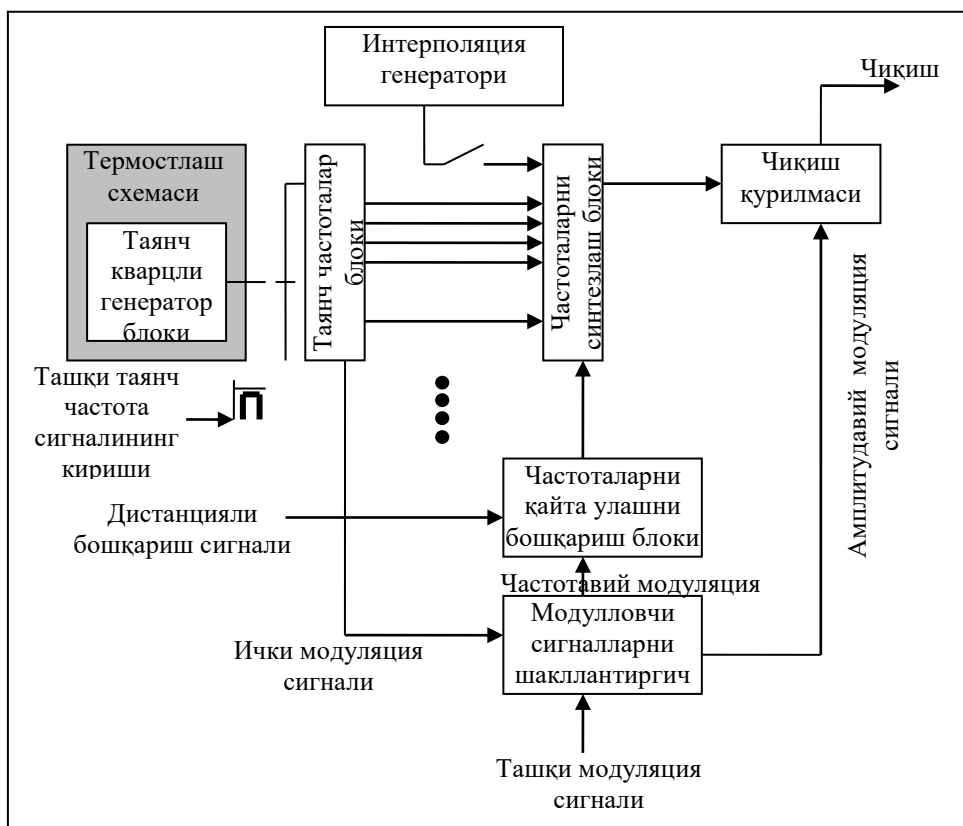
Частоталарни қайта улашни рақамли сигналлар билан бошқариш ва элтувчи частотани модуляциялашнинг мураккаб турларини амалга ошириш имкониятлари синтезаторларнинг катта афзаллигидир. Шу сабабли улар ўлчашларни автоматлаштириш, алоқа каналларининг тавсифларини иш жараёнида автоматик қайд этиш, адаптив (ўз-ўзидан созланадиган) алоқа каналларини яратиш учун зарурдир.

Барча ўлчаш генераторлари учун умумий бўлган характеристикалардан (диапазон, стабиллик ва ҳ.к.) ташқари, синтезаторлар частотани ўрнатишнинг дискретлиги, чиқиш сигналида чиқиш кучланишига нисбатан қўшимча ташкил этувчилар ва шовқинлар даражасининг сусайтирилиши (децибел ҳисобида), частотани қайта улашда сигналларнинг ўрнатилиш вақти билан тавсифланади. Бу тавсифларга қўйиладиган аниқ миқдорий талаблар ва шунингдек, нархи, массаси, габарит ўлчамлари ва истеъмол қиладиган қувват частоталарни синтезлашнинг у ёки бу усулни танлашни белгилаб беради.

12.6-расмдан кўриниб турганидек, синтезатор ўз таркибига таянч частоталар блокин ва частоталарни синтезлаш блокин олади. Таянч частоталар блоки таянч генератор сигналидан частота бўлгичлар ва кўпайтиргичларни қўллаш ҳисобига фиксирланган частоталар сигналлари қаторларини шакллантиради. Частотани синтезлаш тизими чиқишда частотанинг қиймати дастурланадиган сигнал яратади. Частоталарни синтезлаш тизимининг асосий элементи частотавий декада бўлиб, у таянч частоталар блокиннинг частоталари устида мос арифметик амаллар бажарадиган узеллардан (боғламалардан) ва фиксирланган ёки ўзгарувчан созлаш частотаси филтрларидан иборат.

Санок декадалари яратишнинг икки усули мавжуд. Частоталарни бевосита синтезлаш усулида чиқиш сигналлари таянч частоталарни аралаштиргичлар, кўпайтиргичлар ва бўлгичлар ёрдамида бевосита ўзгартириш натижасида ҳосил бўлади. Частотавий декадалар частотани 10 марта бўлади ва кетма-кет уланади. Декадалар сони частотани ўрнатиш дискретлигини белгилайди. Ҳақиқатан, битта декада частотани 10 марта бўлганлиги сабабли кетма-кет уланган  $N$  та декада частотани  $k=10^N$  марта бўлади.

Айтайлик, бир-биридан 1 МГц га фарқ қиладиган иккита бошланғич частота  $f_1=1$  МГц ва  $f_2=2$  МГц мавжуд бўлсин. Кетма-кет уланган бешта декадада  $k=10^5$  марта бўлиш коэффициентига эга бўламиз ва бошланғич частоталар чиқишда 10 ва 20 Нз қийматларга эга бўлиб, бир-биридан 10 Нз га фарқ қилади. Олтита декада кетма-кет уланганда частоталар 1 Нз га, еттита декадада 0,1 Нз га ва ҳ.к. фарқ қилади. Равшанки, декадалар сонини ошириш билан сигналлар частоталари орасидаги айирмани истаганча кичик қилиш мумкин. Частотавий диапазонни кенгайтириш учун синтезаторларда частотани кўпайтиргичлар ҳам қўлланилади.



12.6-расм.

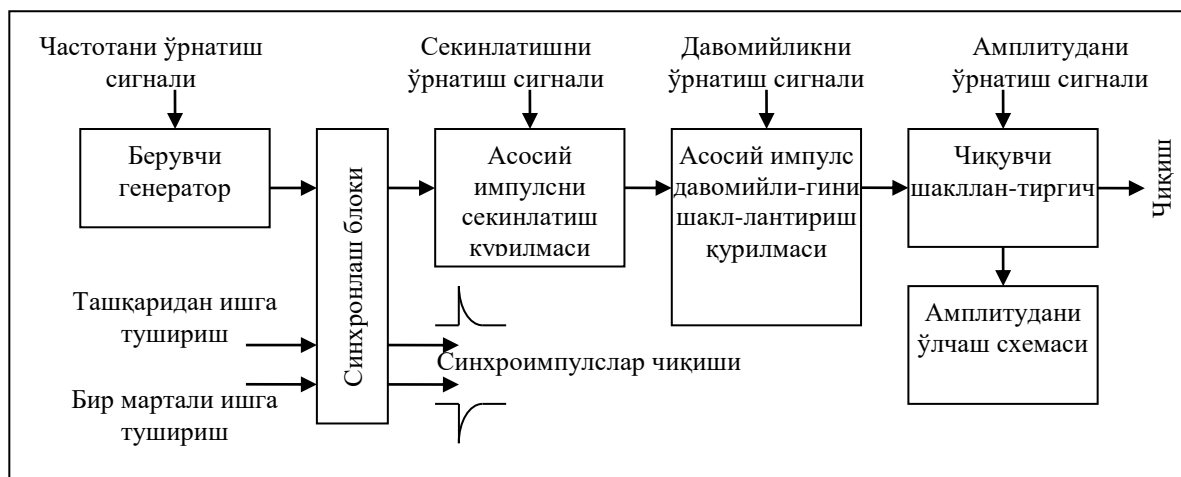
Частоталар синтезаторларини билвосита синтезлаш усули билан яратишда бошланғич сигналлар частотасини кўпайтириш ва бўлиш частотани фазавий автосозлаш (ЧФАТ) тизими ёрдамида амалга оширилади.

ЧФАТ нинг қўлланилиши кўпайтириш (бўлиш) коэффициенти ўзгарувчан бўлганида юқори каррали (100...120) кўпайтириш ва бўлишни ҳосил қилиш имконини беради. Частоталар синтезаторларининг иш тамойили бўйича кенг қўлланиладиган прецизион генераторлар ясалади.

## 12.7 Импулслар генераторлари

Тўғри бурчакли импулслар генераторлари қўлланиш доираси бўйича фақат синусоидал сигналлар генераторларидан кейинда туради. Улар импулсли-кодли модуляцияли алоқа аппаратураси узелларини, радиолокация тизимлари ва ҳ.к.ларни созлаш учун фойдаланилади. Тўғри бурчакли импулслар генераторларини, якка импулслар, жуфт импулслар, импулслар сериялари, кодли импулслар кетма-кетликлари, псевдотасодифий кетма-кетликлар генераторларини фарқ қилинади. Якка ва жуфт импулслар генераторларининг Давлат стандарти белгиладиган асосий параметрлари қуйидагилардан иборат: давомийлик, амплитуда, частота, импулсинг (синхроимпулсга нисбатан) вақт бўйича сурилиши, фронт ва қирқим давомийлиги, учининг нотекислиги. Параметрларни ўрнатиш хатолиги ва асосий импулслар параметрларининг ностабиллиги меъёрланади. Генераторнинг аниқлик синфи сигнал параметрларининг рухсат этиладиган хатолиги чегараси ва сигналнинг бузилиш қийматларининг рухсат этиладиган чегаралари билан аниқланади.

Содда импулслар генераторининг оддий тузилиш схемаси 12.7-расмда келтирилган. Берувчи генератор ё синусоидал, ёки импулс генератори схемаси бўйича ишланади. Унинг частотаси ва стабиллиги чиқиш сигнали частотаси ва стабиллигини аниқлайди.



12.7-расм.

Барча импульс генераторлари амалда ташқаридан ишга тушириш режимида ҳам, олд панелидаги тугма орқали бир марта ишга тушириш режимида ҳам ишлаши мумкин. Бунда берувчи генератор узилади. Амплитудани ўлчаш учун чўкқи ёки компенсацион вольтметрлар қўлланилади. Мазкур схема бўйича ясалган генераторлар частотасини ўрнатиш, давомийлик ва вақт бўйича секинлатиш хатолиги 3...10% бўлишини, 1 соат ишлаганда бу параметрларнинг ностабиллиги 1...3% бўлишини таъминлайди.

Частота, давомийлик ва вақт бўйича секинлатилишли прецизион импульслар генераторларини яратиш учун кварцли таянч генератордан, частоталарни синтезлаш усули ва чиқиш сигналинини шакллантиришнинг тўла рақамли тамойилидан фойдаланилади.

Бу ҳолда чиқувчи импульсли сигналнинг даври, давомийлиги ва вақт бўйича секинлатилиши таянч частота даврига тенг қадам билан дискрет ўрнатилади. Бу барча параметрларнинг ностабиллиги ҳам таянч кварцли генераторнинг ностабиллик тавсифлари билан тўла аниқланади. Бундай ясалган генераторларнинг катта афзаллиги асбобни рақамли сигналлар ёрдамида дистанцияли ва дастурли бошқариш имкониятидан иборат.

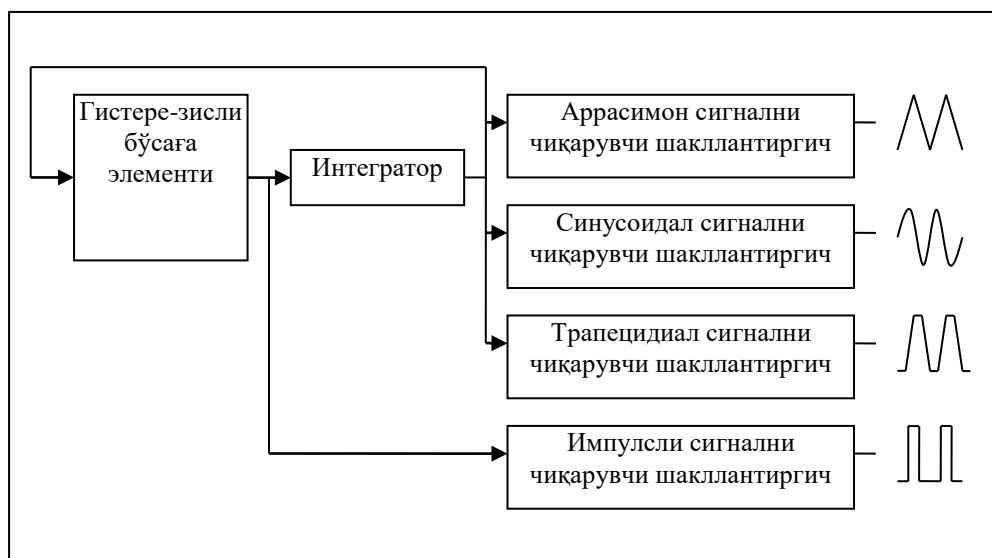
## 12.8 Махсус шаклли сигналлар генераторлари

Махсус шаклли сигналлар генераторлари (ГОСТ 15094-69 бўйича Г6 тури) шакли тўғри бурчаклидан фарқли яқка ёки даврий сигналлар манбаларидан иборат. Сигналларнинг энг кўп тарқалган шакллари аррасимон, учбурчакли, трапецеидал, қўнғироқсимон ва шунга ўхшаш шакллари дир. Бундай сигналлар каналларини,

геофизика, тиббиёт ва ўлчаш асбобларини сошлаш ва синашларда кириш таъсирларини моделлаштириш учун зарурдир.

Бундай генераторларнинг параметрларини меъёрлашдаги умумий ёндошув барча ўлчаш генераторларининг параметрларини меъёрлашдаги ёндошувга ўхшашдир: сигнал шаклини, шаклни тавсифлайдиган параметрлар, шу жумладан, бузилиш параметрлари, параметрларни ростлаш чегаралари, параметрларни ўрнатиш хатоликларининг рухсат этиладиган чегаралари, параметрларнинг ностабиллиги кўрсатилиши зарур ва ҳ.к.

Етарлича содда ва арзон махсус шакли сигналлар генераторларини яратиш учун, гистерезисли бирор бўсаға элементи (масалан, Шмитт триггери) орқали ўтадиган нозичикли тескари алоқали интеграторларнинг асосидаги схемалардан фойдаланилади. Бундай генераторнинг функционал схема деб аталадиган тузилиш схемаси 12.8-расмда кўрсатилган. Шмитт триггери чиқишида доимо мавжуд бўлган ўзгармас кучланишни интеграллаш жараёнида интегратор чизикли ўзгарувчи кучланишни шакллантиради. Интеграторнинг чиқиш кучланиши триггернинг ишга тушиш бўсағасига етганида, триггер қайта уланади, унинг чиқиш кучланиши ишорасини ўзгартиради. Бунинг натижасида интегратор чиқишидаги кучланиш қарама-қарши томонга, токи триггернинг куйи ишга тушиш бўсағасига етгунига қадар ўзгара боради.



12.8-расм.

Шундан сўнг бу жараён даврий такрорланади ва схема чиқишида ўсиш ва тушиш вақти бир хил бўлган учбурчак шаклли симметрик кучланиш шаклланади. Бу кучланишнинг қулочи ва унинг стабиллиги асосан триггернинг ўрнатилиши ва мос равишда ишга тушиш бўсағаларининг стабиллиги билан аниқланади. Прецизион схемалардан фойдаланилганда сигнал қулочининг ностабиллиги бир неча соат ишлашида 0,1% гача пасайтирилиши мумкин.

Шаклланаётган кучланиш частотасини инфрапаст частоталардан бир неча ўн килогерцларгача бўлган кенг диапазонда интеграторнинг вақт доимийсини ўзгартириш билан қайта созлаш мумкин. Частотани қайта созлашни электр йўли билан, чунончи интегратор киришида Шмитт триггери коммутациялайдиган кучланишни ростлаш билан амалга ошириш мумкин. Бу кучланишни ростлаш схемасини мураккаблаштириб, ўсиш ва пасайиш вақти ростланадиган носимметрик учбурчакли (аррасимон) кучланиш шаклланишига эришиш мумкин.

Ҳосил қилинган учбурчакли кучланиш асосида трапецедиал, қўнғироқсимон ва синусоидал шаклли кучланишларни ҳосил қилиш мумкин. Бунинг учун учбурчак шаклли сигнални ўзгартиришнинг зарурий тавсифини бўлакли-чизиқли аппроксимацияланишини таъминловчи диодли-резистив схемалар ёрдамида ночизиқли ўзгартирилади. Бундай схемалар етарлича содда ва арзон, бироқ шаклланадиган сигналлар тўплами чегараланган, созлашга қийин, аниқлиги ва стабиллиги юқори эмас.

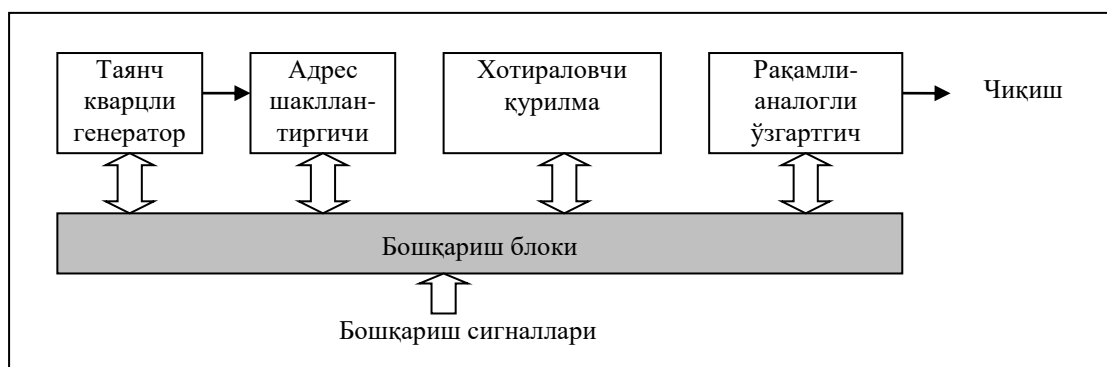
Ихтиёрий шаклли сигналларни шакллантириш учун кейинги вақтларда учбурчакли сигнални ўзгартириш тавсифини эмас, балки сигналнинг ўзини бевосита бўлакли-чизиқли синтезлаш асосида ишлайдиган функционал генераторлар қўлланила бошланди. Бундай қурилмалар асосида давомийлиги ва ампли-тудасини бошқариш мумкин бўлган чизиқли ўзгарувчи кучланиш генератори ётади. Равшанки, ҳар бири олдингиси тугаган жойдан бошланадиган бундай элементар чизиқли, ўзгарувчи сигналлар сериясидан ихтиёрий кўринишдаги (турдаги) сигнални шакллантириш мумкин.

Одатда, бундай генератор ишини микропроцессор бошқаради. Унинг хотирасига ҳар бир элементар сигналнинг параметрлари (давомийлиги ва амплитудаси) олдиндан берилган дискрет қийматлар тўпамидан киритилади. Сигналнинг бошланғич



қийматини ҳосил қилиш учун ҳар бир цикл охирида махсус бошланишга қайтиш сигнали шаклланади. Сигнал шаклланишининг унинг бўлакли чизиқли аппроксимацияланиш билан боғлиқ бўлган хатолиги фойдаланиладиган элементар сигналларнинг жами сони ва улар параметрларининг ўрнатилиш дискретлиги билан аниқланади.

Кенг чегараларда ростланадиган ва параметрларининг стабиллиги юқори бўлган ихтиёрий шаклли сигналларни шакллантириш масаласининг ечими генераторларни рақамли хотирловчи қурилмалар (РХҚ) ва рақамли-аналогли ўзгартгичлар (РАЎ) асосида яратишдан иборатдир. Бундай генераторнинг тузилиш схемаси 12.9-расмда тасвирланган. Қурилма ишининг тактли частотаси сигналнинг частотавий-вақтли параметрлари юқори стабил бўлишини таъминлайдиган таянч кварцли генератор томонидан берилади. Адрес шакллантиргичда шаклланган кодли сигналлар хотирловчи қурилмага узатилади, унда берилган сигналнинг дискрет саноқлари кодлари ёзилган. ХҚ ячейкаларини кетма-кет сўров натижасида рақамли сигналлар кетма-кетлиги пайдо бўлади, у рақамли-аналогли ўзгартгич ёрдамида берилган шаклдаги зарурий аналогли сигналга ўзгартирилади. Бундай усул билан амалда исталган шаклли сигнални шакллантириш, сигналнинг бошланғич фазасини ихтиёрий ўзгартириш, сигналнинг шаклланишини вақтнинг маълум моментларида «тўхтатиш», сигналнинг зарурий вақт оралиқидаги қийматини хотирада сақлаб қолиш мумкин.



12.9-расм.

Паст частоталар томонидан бундай генераторнинг диапазони амалда ҳеч бири чекланмаган. Шаклланаётган сигналнинг максимал частотаси ХҚ ва РАЎ нинг тезкорлиги билан аниқланади. Бундай генераторнинг чиқиш кучланиши бўйича аниқлик

характеристикалари фойдаланилаётган ХҚ хотирасининг ҳажми ва разрядлиги билан, шунингдек, РАЎ нинг тавсифлари билан аниқланади.

Бундай турдаги генератор моҳиятига кўра ХҚ да ёзилган маълум сигналлар тўпламини қайта тикланадиган қаттиқ дастур бўйича ишлайдиган ихтисослаш микро-ЭҲМ дан иборат.

Бундай ихтиёрий шаклли сигналларнинг рақамли ўлчаш генераторларини келгусида ривожланиш йўналиши микро-процессорлар асосида яратилган ва дастурланадиган микро-ЭҲМ лардан фойдаланишдан иборат бўлиб, улар синтезланадиган сигналлар тўпламини чекланмаган равишда кенгайтириш, сигнал параметрларини кераклича коррекциялаш операцияларини ўтказиш ва уларнинг вақт бўйича стабиллигини реал вақт масштабида сақлаш имконини беради.

## **12.9 Шовқин генераторлари**

**Шовқин генераторларининг қўлланилиши.** Шовқин генераторлари – юкламадаги шовқин кучланишини (токи ёки қувватини) олишни таъминлайдиган узеллар ва қурилмалар тўпламидир. Шовқин генераторларини, шунингдек, тасодифий, флуктацион ёки нерегуляр сигналлар генераторлари деб ҳам аталади. Одатда, шовқин генераторлари спектрал таркиби кенг частоталар полосасида текис бўлган тебранишларни ҳосил қилиш имконини беради. Бу генераторларни амалда қўллаш учун зарур.

Шовқин генераторлари алоқа каналларидаги шовқинларни имитация, тақлид қилиш учун, қабулқилгичларнинг шовқин коэффициентини ўлчаш учун, кучайтириш қурилмаларининг чегаравий сезгирлигини ўлчаш учун кенг қўлланилмоқда. Радиоалоқада шовқин генераторлари бир-бирига нисбатан айқаш халақитларни ўлчаш учун қўлланилади. Кўп каналли телефонияда шовқин генератори юзлаб абонентлар яратадиган реал сигнални имитациялаши мумкин.

### **12.9.1 Шовқин генераторлари таснифи**

Шовқин генераторларини синфларга бўлиш асосида тасодифий сигналларнинг турли тавсифлари ётади. Сигналлар шакли бўйича шовқин генераторлари (ШГ) икки синфга бўлинади:

узлуксиз (аналогли), тасодифий сигналлар генераторлари ва дискрет (импулсли) тасодифий сигналлар генераторлари. Частота диапазони бўйича генераторлар қуйидаги гуруҳларга бўлинади: инфрапаст частотали, паст частотали, видеочастотали ва ўта юқори частотали генераторлар. Генерацияланадиган частоталар полосасининг кенглиги бўйича тор полосали (ўртача частота бутун частоталар спектрининг кенглигидан анча катта) ва кенг полосали шовқин генераторларига бўлинади.

Агар ишлатиш вақтида ҳал этувчи нарса тақсимот қонуни бўлса, у ҳолда генераторларни қонунга мос равишда таснифлаш мақсадга мувофиқдир:

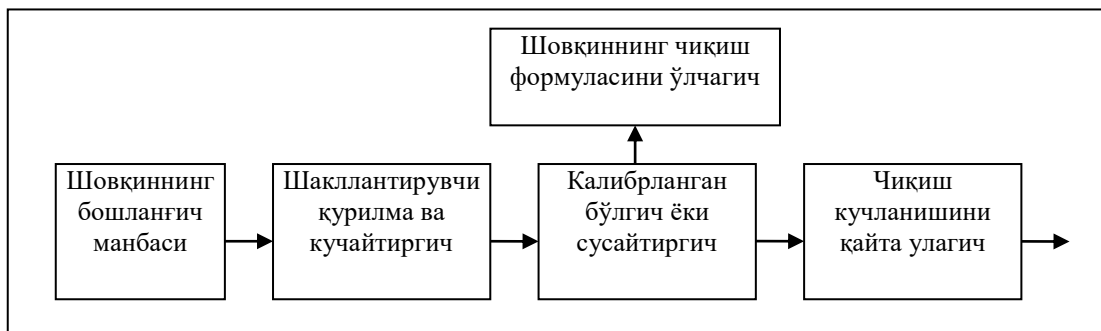
– нормал ёки Гаусс шовқини генераторлари, уларда шовқин тебранишининг вақтнинг ҳар бир берилган momentiдаги оний қийматлари нормал ёки Гаусс қонуни бўйича тақсимланади;

– Релей шовқини генераторлари, уларда чиқиш кучланишининг оний қийматлари флуктацияси Релей тақсимот қонунига бўйсунди.

**Шовқин генераторининг функционал схемаси.** Шовқин генераторлари уларни ҳосил қиладиган элементларнинг фавқулодда хилма-хиллиги билан ажралиб туради. Бу, биринчидан, шовқин бошланғич манбаларининг бойлиги ва, иккинчидан, генераторларга қўйиладиган талабнинг хилма-хиллиги билан тушунтирилади. ШГ дан энг умумий ҳолда берилган частоталар диапазонида спектрал зичлиги текис бўлган кенг полосали шовқин бериши, чиқиш қувватини ростлаш ва назорат қилиш имконини бериши ва чиқиш параметрларининг (ўртача қувватнинг ва оний қийматлар тақсимот қонунларининг) ўзгармаслигини таъминлаши талаб этилади.

Шовқин генераторларининг схематик ижроси хилма-хилдир, бироқ улар, асосан, 12.10-расмда тасвирланган блок-схемага мосдир.

Шовқиннинг бошланғич манбалари одатда турли газ-разрядли элементлар бўлади, чунки улар етарлича кенг частоталар полосасида энг катта шовқин даражасига эга бўлади. Шакллантирувчи қурилма ёрдамида шовқин қуввати спектрининг берилган тақсимот қонуни бўйича керакли частоталар спектрини ажратиш бажарилади ёки бир шовқинни бошқасига ўзгартириш амалга оширилади, масалан, тор полосали нормал шовқинни релей шовқинига ўзгартирилади. Бу мақсадда филтрлар, ночизиқли асбоблар ва бошқа қурилмалар ишлатилади.



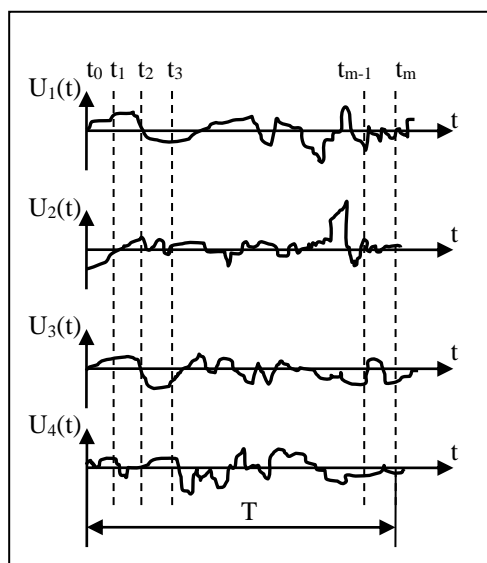
12.10-расм.

Агар шовқин генератори ўлчаш мақсадларига мўлжалланган бўлса, у ҳолда шовқиннинг чиқиш даражасини ўлчагичи калибрланган бўлғич бўлиши шарт. ШГ имитациялаш мақсадлари учун қўлланиладиган энг содда ҳолларда ҳам унинг таркибида шовқиннинг чиқиш даражасини ростловчи қурилма бўлиши лозим.

Маълумки, шовқин коэффиценти сигнал манбасининг тўла чиқиш қаршилигига боғлиқ. Бу қаршиликнинг бирор қийматида шовқин коэффиценти минимал қийматга эга бўлади. Кучайтиргичлар, частота ўзгартгичлар ва бошқа қурилмаларни минимал шовқин коэффиценти бўйича таққослашда сигнал манбасининг чиқиш қаршилигини ўзгартириш имкониятига эга бўлиши лозим.

### 12.9.2 Шовқин параметрлари ва тавсифлари

12.11-расмда шовқин ёзувларининг намуналари тасвирланган.



11.11-расм.

$T$  давомийликка эга бўлган электр тебранишлар  $u_1(t)$ ,  $u_2(t)$ , ...,  $u_k(t)$  нинг йўли намунадан намунага ўтишда ҳам,  $T$  ораликда ҳам ўзгармайди. Шовқин тебранишларининг бир-бирига боғлиқмас ҳолда олинган намуналари *танлама функциялар ёки реализациялар* деб аталади.

Шовқин генераторлари бўлган ҳолда бундай тасодифий функциялар шовқин кучланишлари ва тоқлари бўлади. Шовқин кучланишининг параметрларидан бири ўртача қиймат бўлиб,

у ушбу муносабатдан аниқланиши мумкин:

$$U(t) = M[u(t)] = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt \quad (12.1)$$

Ўртача қийматни, шунингдек, реализациялар бўйича ўртачалош билан топиш ҳам мумкин. Бунинг учун  $T$  ораликни тенг давомийликдаги бир қатор учаскталарга (қисмларга) бўламиз. 12.11-расмда улар  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_m$ .

Квантланиш нуқталаридаги ординаталарнинг қийматлари мос равишда:

биринчи реализация учун:

$$u_1(t_1), u_1(t_2), u_1(t_3), \dots, u_1(t_m),$$

иккинчи реализация учун:

$$u_2(t_1), u_2(t_2), u_2(t_3), \dots, u_2(t_m),$$

.....

$k$ -реализация учун:

$$u_k(t_1), u_k(t_2), u_k(t_3), \dots, u_k(t_m)$$

Ансамблнинг барча реализациялари бўйича ўртача қиймат

$$U(t_1) = M[u_k(t_1)] = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n [u_k(t_1)] \quad (12.2)$$

га тенг,  $t = t_1$  вақт моменти учун  $k$  бўйича ўтказилмоқда.  $t_2, t_3, \dots, t_m$  лар учун ҳам шунга ўхшаш ёзиш мумкин.

Умумий ҳолда  $U(t_1)$  танланган вақт моменти  $t_1$  нинг функцияси бўлади. Бироқ кўпчилик ҳолларда, масалан, заряд ташувчиларнинг иссиқлик ҳаракатида ўртача қиймат вақтга боғлиқ бўлмайди. Бундай тасодикий функциялар стационар функциялар деб аталади.

Амалиётда шовқинни стационар деб ҳисоблаш мумкин бўлиши учун шовқинни вужудга келтирувчи ҳодиса юз беришининг ташқи шароитлари  $U(t)$  ни кузатишнинг бутун вақти давомида ва яна ўтиш жараёнининг сўниши учун етарли бўлган бирор бир вақт оралиғида ўзгармас бўлиши етарлидир.

Стационар шовқиннинг вақт бўйича статистик бир жинсли бўлиш реализациялар бўйича ўртача қийматини топиш вақт бўйича ўртача қийматини топиш билан бир хил натижа беради деб тахмин қилишга имкон беради.

Шовқин токининг етарлича вақт оралиқида ҳосил қилинган ўртача қиймати:

$$I_0 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T i(t) dt = \text{const.} \quad (12.3)$$

$T \rightarrow \infty$  да баҳо ёки статистик ўртача қиймат шовқин функциясининг ўртача қийматига эҳтимоллик бўйича яқинлашади. Шундай қилиб, шовқин токи  $i(t)$  нинг ёки кучланиши  $U(t)$  нинг битта реализация бўйича ўртача қийматининг баҳоси мос равишда қуйидагига тенг:

$$\tilde{I}_0 = \frac{1}{T} \int_0^T i(t) dt, \quad (12.4)$$

$$U_0 = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt. \quad (12.5)$$

Шовқин функциясининг ўртача қиймати унинг ўзгармас ташкил этувчисини тавсифловчи ўзгармас сондир. Бу ташкил этувчи эса, одатдагидек, ток бўлган ҳолда амперметр билан, кучланиш бўлган ҳолда эса ўзгармас ток вольтметри билан ўлчаниши мумкин.

Навбатдаги муҳим ўртача қиймат – бу шовқин функциясининг ўртача квадрати бўлиб, у ток учун

$$\tilde{I}^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt. \quad (12.6)$$

кучланиш учун эса

$$\tilde{U}^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt. \quad (12.7)$$

Шовқиннинг ўрта квадрати – бу ўзгармас сондир. Агар токнинг ўрта квадратини занжирнинг қаршилиги ( $R$ )га кўпайтирилса, у ҳолда кўпайтма шовқиннинг тўла ўртача қувватини беради:

$$P_T = \tilde{I}^2 R.$$

Агар шовқиннинг тўла ўрта қувватидан ўзгармас ташкил этувчининг қуввати  $P_0$  ни айирилса, у ҳолда, равшанки, қолдиқ шовқин функциясининг ўзгарувчан ташкил этувчилари қуввати  $P$  га тенг бўлади:

$$P_{\sim} = P_T - P_0.$$

Соддалаштириш мақсадида, одатда, шовқин функцияси ўзгармас ташкил этувчига эга эмас деб ҳисобланади.

Шовқиннинг ўзгарувчан ташкил этувчилари токнинг ўртача квадратик (амалдаги) қиймати билан ўлчанади:

$$I_a = \sqrt{\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}. \quad (12.8)$$

Кучланишнинг ўртача квадратик (амалдаги) қиймати:

$$U_a = \sqrt{\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}. \quad (12.9)$$

### **Тор полосали ва кенг полосали шовқинлар.**

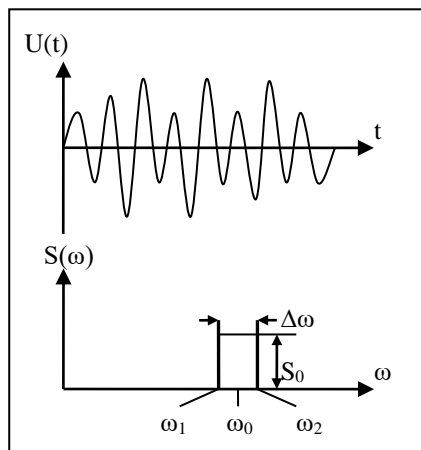
*Тор полосали шовқин* деб, қувват спектри нисбатан тор частоталар полосаси  $\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2$  да бу полосанинг марказий (ўртача) частотаси  $\omega_0 = (\omega_1 + \omega_2)/2$  атрофида тарқалган ва бунда  $\Delta\omega/\omega_0 \ll 1$  бўлган шовқинга айтилади (12.12-расм).

Айтайлик, шовқин қувватининг спектрал зичлиги  $\Delta\omega$  полосасида текис ва  $S_0$  га тенг бўлсин. Агар тор полосали шовқинни «хотирали» электрон осциллографга узатилса ва  $\Delta\omega$  дан паст частотали бир каррали ёйишни уланса, у ҳолда экранда ўрама эгри чизиғи секин флуктацияланаётган  $\omega \gg \omega_0$  частотали деярли синусоидал тебранишни 2–5 Hz полосада гўёки шовқин эмас, балки 12.12-а расмда кўрсатилганидек, «даврий» тебраниш кузатилаётгандек тасаввур туғилади.

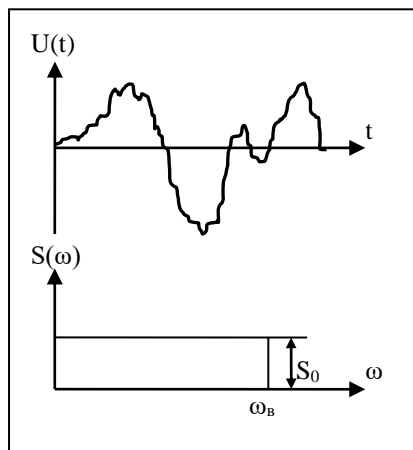
Юқори асликка эга бўлган тебраниш контурида транзисторнинг коллектори токи тебранишлари билан уйғотиладиган шовқин кучланиши шундай кўринишга эга бўлади.

Тебраниш контури қисқа шовқин импульсларидан келадиган айрим хаотик турткилар орқали тебранади. Бунда, унинг ўтказиш полосаси қанча тор бўлса, ҳар бир айрим ғалаёнланиш билан вужудга келадиган ўтиш жараёни шунча узоқ давом этади. Тебраниш контурида тартибсиз (вақт бўйича) ўтиш жараёнларининг бир-бирига устма-уст тушиши натижасида ундаги кучланиш тасодикий амплитудали ва фазали тебраниш кўринишида бўлади.

Амалиётда кенг полосали шовқин билан иш кўришга тўғри келади. Унинг қувватининг спектрал зичлиги кенг частоталар полосасида ўзгармасдир (12.13-расм). Бу ерда ўрама эгри чизиқ тезроқ флуктацияланади. Аниқроқ айтадиган бўлсак, кенг полосали шовқинлар деб, қувват спектрининг кенглиги спектрининг марказий частотасига (катталиқ тартибига) яқин шовқинларга айтилади.



12.12-расм.



12.13-расм.

Кенг полосали шовқинга идеал мисол «оқ шовқин» бўлиб, унинг қувватининг спектрал зичлиги 0 дан  $\infty$  гача бўлган барча частоталарда бир хилдир.

Оқ шовқиннинг жуда муҳим хусусияти шундаки, унинг ҳар қанча яқин олинган иккита вақт momentiда олинган қийматлари коррекцияланмаган бўлади. Оқ шовқин шовқин функцияларининг энг идеаллаштирилган ҳолидир. Амалиётда уни амалга ошириб бўлмайди, чунки унинг ўртача қуввати чексизликка тенгдир.

**Нормал ёки Гаусс шовқини.** Нормал ёки Гаусс шовқини деб, вақт ўқининг исталган нуқтасида олинган оний қийматлари ушбу эҳтимоллик зичлиги билан тавсифланадиган флуктуацияланувчи электр тебранишга айтилади:

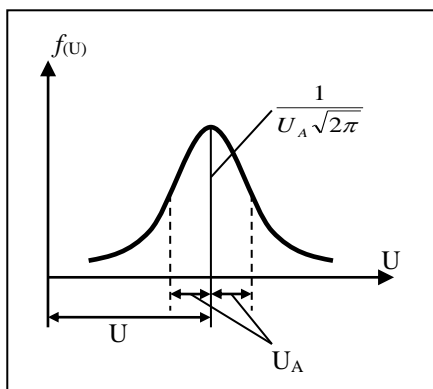
$$f(u) = \frac{1}{U_a \sqrt{2\pi}} \left[ -\frac{(u - \bar{U})^2}{2U_a^2} \right]. \quad (12.10)$$

Бу ифодада

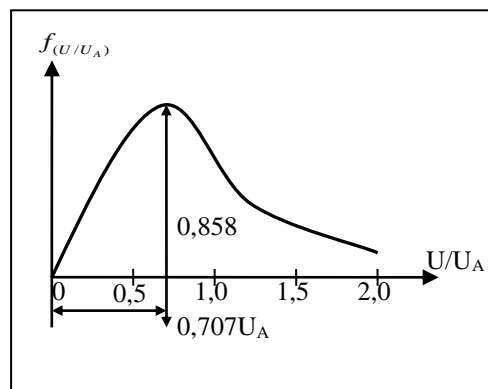
$$\bar{U} = M[u] = \int_{-\infty}^{\infty} uf(u)du \quad \text{ва} \quad D(U) = -\int_{-\infty}^{\infty} (u - \bar{U})f(u)du = \sigma^2 = U_a^2. \quad (12.11)$$

Нормал тақсимот эгри чизиғи 12.14-расмда тасвирланган. Ўртача қиймат ўзгарганида эгри чизиқ фақат сурилади, дисперсия ортганида эса, аксинча, эгри чизиқ тикроқ бўлади. Дисперсия тебранишлар амплитудалари мумкин бўлган қийматларининг ўртача қиймат атрофида тарқоқлигини тавсифлайди.





12.14-расм.



12.15-расм.

Нормал шовқин оний қийматларининг  $\pm \epsilon$  оралик чегараларида ётиш эҳтимоллиги тақсимот функциясини шу чегараларда интеграллаш билан аниқланади. Интеграллаш қуйидагиларни беради:

$$P[\bar{U} - U_a < U(t) < \bar{U} + U_a] \approx 0,68;$$

$$P[\bar{U} - 2U_a < U(t) < \bar{U} + 2U_a] \approx 0,95;$$

$$P[\bar{U} - 3U_a < U(t) < \bar{U} + 3U_a] \approx 0,997.$$

Шундай қилиб, шовқиннинг 95% оний қийматлари  $\pm U_a$  ораликда ўртача қийматнинг икки томонида, 99,7% қийматлари  $\pm 3U_a$  ораликда жойлашган.

Нормал шовқин ҳозирги замон алоқа техникасида катта аҳамиятга эга. У радиотехник қурилмаларнинг кўплаб элементлари: резисторлар, транзисторлар, диодлар ва х.к. томонидан генерацияланади. Бундан ташқари, бошқа тақсимот қонунларига эга бўлган шовқинлар нисбатан тор полосали чизиқли занжирлардан, масалан, филтрлар ва кучайтиргичлардан ўтганида нормал шовқинларга айланади.

**Релей шовқини.** Релей шовқини деб, вақтнинг ҳар бир берилган momentiдаги оний қийматлари Релей тақсимот қонунига бўйсунадиган стационар шовқинга айтилади.

Релей шовқини кўпчилик амалий масалаларда учрайди. Нормал шовқиннинг тор полосали танловчи тизим чиқишидаги ўрама чизиғининг оний қийматлари шу қонун бўйича тақсимланади. Бу ўрама эгри чизиқ ўрама эгри чизиқнинг чизиқли ёки квадратик детектори юкламасида ажратилиши мумкин. Радио-локацияда Релей қонуни нишондан қайтган сигналлар амплитудалари тебранишларини тавсифлайди.

Радиолоқада ионосферадан ёки тропосферадан сочилиш воситасида қабул қилинадиган сигнал майдонининг кучланганлиги ҳам Релей қонуни бўйича тебранади, радиорелели линияларда сигналнинг сўнишини ҳам шу қонун бўйича тавсифлаш мумкин.

Тор полосали тасодифий жараён ўрама чизиғининг эҳтимоллик зичлиги

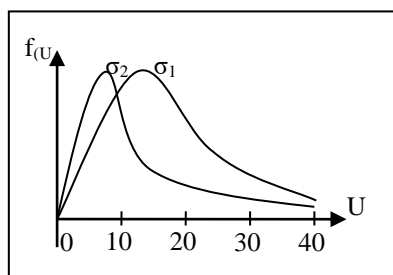
$$f\left(\frac{U}{U_a}\right) = \frac{U}{U_a} \exp\left(-\frac{U^2}{2U_a^2}\right) \quad (12.12)$$

ифода билан аниқланади. Бу ифодада  $U$  – силжишнинг оний қиймати,  $U_a$  – амалдаги қиймати.

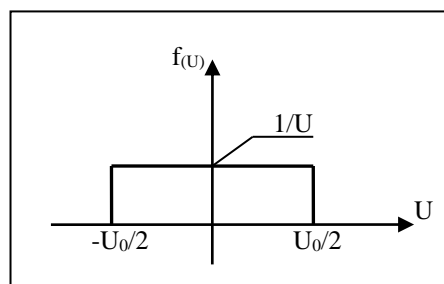
**Логарифмик нормал шовқин.** Логарифмик нормал қонун билан баъзан атмосфера халақитлари кучланганлик майдони ўрама эгри чизиғининг оний қийматлари характери тавсифланади. Бу ҳолда халақитларнинг кучланиши  $U$  учун эҳтимоллик зичлиги ушбу боғланиш билан ифодаланади:

$$f(U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}U^2} \exp\left[-\frac{(\log U - \log U_m)^2}{2\sigma^2}\right], \quad (12.13)$$

бу ерда  $U_m$  – ўртадаги қиймат ( $U$  нинг медианаси),  $f(U)$  – эҳтимоллик зичлиги,  $\delta$ – шу  $\log U$  нинг стандарт оғиши, у нормал тақсимланган.



12.16-расм.



12.17-расм.

### **Хаотик импульсли ёки Пуассон шовқинлари.**

Узлукли, вақт ичида дискрет ишлайдиган шовқин манбалари мавжуд. Масалан, радиоприёмник чиқишида двигателнинг ўт олдириш тизимидан келадиган халақитлар ана шундайдир.

Агар шовқин импульслари фақат бир-бирига боғлиқмас равишда пайдо бўлибгина қолмасдан, балки исталганча кичик вақт оралиқида пайдо бўлиш моменти бўйича устма-уст тушмаса (қопламаса), у ҳолда уларнинг исталган фиксирланган вақт оралиғи  $T$  даги сони  $m$  Пуассон эҳтимоллик тақсимоти қонунига бўйсунди. Бу тақсимот математик жиҳатдан ушбу ифода билан тасвирланади:

$$F(m; T) = \frac{(nT)^m}{m!} e^{-nT}, \quad (12.14)$$

бу  $F(m; T)$  – шу  $T$  вақт ичида  $m$  та импульсинг пайдо бўлиш эҳтимоллиги,  $n$  – вақт бирлигида юзага келадиган импульсларнинг ўртача сони.

Пуассон шовқинларининг фарқли хусусияти шундаки, уларни ҳосил қилувчи импульслар пайдо бўлиш вақти бўйича тасодифийдир, шу билан бир вақтда импульсларнинг кучланиши ва импульсларнинг давомийлиги ўзгармас катталиқ бўлиши мумкин. Пайдо бўлиш моментлари бўйича тасодифий импульслар кучланишининг эффектив қиймати ўрта қувватдан олинган квадрат илдизга пропорционал. Вақт бирлиги ичидаги импульслар сони  $n$  катта бўлганида Пуассон тақсимооти нормал тақсимоотга яқин бўлади.

Пуассон импульс жараёнлари импульсли алоқа тизимла-рининг халақитга турғунлигини текширишда қўлланилади.

**Амплитудалари тенг эҳтимолли қонун бўйича тақсимланган шовқин.**

Бу шовқин тури аналогли сигналлар дискрет ёки рақамли шаклга ўзгартирилганида пайдо бўлади. Ўзгартириш эҳтимоллик зичлиги 12.17-расмда тасвирланган шовқиннинг пайдо бўлиши билан бирга содир бўлади.

Тенг эҳтимолли шовқин кучланиши нозичикли қурилма томонидан амплитудалари исталган бошқа қонун бўйича тақсимланган кучланишга нисбатан осон ўзгартирилади.

### 12.9.3 Бошланғич шовқин манбаларига қўйиладиган талаблар

Исталган шовқинлар генераторининг асосий қисми бошланғич шовқин манбасидир. Бошланғич шовқин манбаси дейилганда чиқиш кучланиши кейинги каскадларда кучайтирилиши ва частота бўйича ўзгартирилиши мумкин бўлган берувчи шовқин генератори тушунилади. Шовқин манбасини умуман шовқин генераторига қўйиладиган вазифаси ва талабларга мос равишда танланиши лозим.

Шовқин манбаси қаноатлантириши лозим бўлган умумий талаблар қуйидагилардан иборат:

– шовқин қувватининг берилган частоталар диапазонида спектрал зичлиги текис бўлиши (нотекислик, одатда,  $\pm(1-2)\%$  гача бўлиши мақбулдир);

– шовқин кучланиши (қуввати) берилган частоталар полосасида етарлича катта бўлиши. Бунинг натижасида оралик кучайтириш каскадлари сони анча қисқаради;

– ЎЮЧ шовқинлар манбаларидан яна унинг чиқиш қаршилиги узатиш линиясининг тўлқин қаршилигига тенг бўлиши талаб этилади;

– шовқин тавсифларининг вақт ичида ва ташқи шароитлар (температура, босим, намлик) ўзгаришида ўзгармас ва қайта тикланувчан бўлиши;

– шовқин манбаларининг бутун генератор ишини қайта қурмасдан ўзаро алмаштирувчанлиги.

Бу талаблар муносабати билан равшанки, шовқин манбасининг энг муҳим тавсифлари қуйидагилардан иборат бўлади:

– қувватнинг спектрал зичлиги текис деб ҳисоблаш мумкин бўлган частоталар диапазони;

– берилган частоталар диапазонида қувватнинг спектрал зичлиги ёки кучланишининг ишлаётган қуввати;

– шовқин тавсифларининг бир шовқин манбасидан бошқасига ўтишида қайта тикланувчанлиги ва, демак, уларнинг ўзаро алмаштирувчанлиги.

Бошланғич шовқин манбаларининг қарор топган таснифланиши мавжуд эмас. Шу сабабли шовқин манбаларини уларни электр шовқинларнинг пайдо бўлиш манбалари (иссиқлик шовқини, питравий шовқин ва ҳ.к.) бўйича ҳам, шовқинни генерациялаётган асбоб (тиратрон, стабилитрон вап ҳ.к.) бўйича ҳам таснифлаймиз.

#### **12.9.4 Иссиқлик шовқини**

Маълумки, иссиқлик шовқини электронларнинг хаотик ҳаракати натижасида юзага келади. Ҳаракатланаётган заряд – электрон электр токининг элементар импульсини ҳосил қилади. Ҳар бир элементар импульс бошқасига боғлиқ бўлмаган ҳолда юзага келади, мусбат ва манфий импульсининг вазияти эса тенг эҳтимолликдир. Шу сабабли ўтказгичнинг кўндаланг кесими орқали чапдан ўнгга ва, аксинча, ўнгдан чапга ўтаётган

электронларнинг ўртача сони нолга тенг бўлади. Бироқ вақтнинг конкрет моменти учун бундай баланс бўлмайди.

Агар шовқиннинг осциллограф экранда олинган реализацияларини статистик ишлаб чиқилса, у ҳолда иссиқлик шовқинининг характери ҳақида қуйидаги хулосаларни чиқариш мумкин:

– токнинг ўзгармас ташкил этувчиси нолга тенг. Агар бу бундай бўлмаганида эди, қандайдир битта йўналишдаги ток ортик бўлиши керак эди, бироқ битта қаршилиқнинг занжири қуйидагидан ҳам келиб чиқади: электронларнинг металлдаги ҳаракати мутлақо хаотикдир ва шунинг учун бирор кўндаланг кесим орқали етарлича катта вақт оралиғида ўнгдан чапга ва аксинча ўтадиган электронлар сони бир хил бўлади;

– токнинг оний қийматлари нормал қонун бўйича тақсимланган.

Токнинг оний қийматлари эҳтимолликлари зичлигининг нормал тақсимот қонунига мос бўлиши статистиканинг марказий лимит теоремасини электр занжирлар бўлган ҳолга маълум умумлаштирилишидан келиб чиқади. Бу теоремага мувофиқ, электр занжирларида юзага келадиган шовқиннинг оний қийматлари ушбу шартлар бажарилганида нормал тақсимотга эга бўлади:

– шовқин анча катта сондаги ташкил этувчилар қўшилишидан ҳосил бўлиб, улардан ҳар бирининг ўртача квадратик қийматлари бир-бири билан ўртача таққосланувчи ва улардан ҳеч бири чексиз катта қувватга эга эмас;

– барча ташкил этувчилар статистик боғлиқ эмас (эркли);

– жараённинг ўртача қиймати нолга (ёки бирор чекли миқдорга) тенг;

– иссиқлик шовқинлари ток ташувчиларнинг хаотик ҳаракатига боғлиқ бўлганлиги сабабли улар, резистор бир жинсли материалдан ясалганлик шартида, материалга боғлиқ эмас;

– иссиқлик шовқинлари модданинг атом тузилиши, электр токининг дискретлик табиати билан боғлиқдир.

Электр майдон таъсирида ўзларига таъсир этаётган кучлар йўналишида ҳаракатланаётган эркин электронлар тезлашади, уларнинг қарама-қарши томонга ҳаракати эса секинлашади. Натижада электронларнинг хаотик ҳаракатига уларнинг электр майдон бўйлаб тартибланган ҳаракати (дрейфи ёки диффузияси) ўзгармас ток деб аталади. Бироқ электр майдоннинг ҳар бир электронга таъсири фақат эркин югуриш йўлида рўй бериши

мумкин, шунинг учун электр майдон ўзаро урилишлар орасида иссиқлик ҳаракати тезлигини ва электроннинг энергиясини жуда арзимас (кичик) даражада ўзгартиришга улгуради, гарчи айти шу ўзгариш токка сабабчи бўлади.

Иссиқлик шовқинининг ток оқишига боғлиқмаслиги айти шу электронларнинг ташқи ЭЮК электр майдони таъсири остидаги дрейфи тезлиги электронларнинг иссиқлик ҳаракати тезлигига таққосланганда жуда кичиклиги билан тушунтирилади. Бу металллар учун доимо тўғри бўлиб, тажрибавий тасдиқланган, бироқ у металлларга қараганда ташувчилар ҳаракатчанлиги жуда юқори бўлган ярим ўтказгичлар учун энди тўғри бўлмайди (ҳаракатчанлик деб, маълумки, ташувчининг бирлик кучлан-ганликка эга бўлган электр майдонда оладиган қўшимча тезлиги тушунилади). Бунинг натижасида ярим ўтказгичларда тезлаштирувчи электр майдон таъсири остида ташувчиларнинг дрейфи тезлиги иссиқлик ҳаракати тезлиги билан таққосланадиган қийматларга эришиши мумкин.

Микроэлектроникада қўлланиладиган юпқа металл қатлам ва плёнкаларнинг шовқинлари ўтказгич қатлам температураси ўзгармас бўлганида оқиб ўтаётган ток катталигига боғлиқ бўлади.

**Иссиқлик шовқинининг қувват спектри.** Тажрибанинг кўрсатишича, иссиқлик шовқинининг қувват спектри жуда кенг бўлиб, юқори чегараси  $10^{13}$ – $10^{14}$  Hz частоталар соҳасида бўлар экан. Қувват спектри яхлит ва жуда катта частоталаргача текисдир, бу эса ўзаро устма-уст тушадиган импульслар кетма-кетлиги учун хосдир. Иссиқлик шовқини спектрал жиҳатдан оқ шовқин, эҳтимоллик нуқтаи назаридан нормал шовқиндир.

**Шовқин катталиги.** Резисторнинг иссиқлик шовқини катталиги учун Найквист томонидан ушбу содда формула таклиф қилинган:

$$U_a^2 = 4kTRdf. \quad (12.15)$$

Шовқиннинг бошқа идеал (шовқинланмайдиган) қаршилиқдаги номинал қувватини юкламанинг қаршилиги шовқин манбаси қаршилиги билан мувофиқлаштирилган, яъни манба ва юклама қаршилиқлари тенглаштирилган деб фараз қилиб топиш мумкин. Бу ҳолда  $P_H = P_{\max} = U_a^2 / 4R = kTdf$  номинал спектрал зичлик эса  $S_H(f) = P_H / df = kT$ .

Кейинги формуладан кўришиб турибдики, шовқиннинг номинал спектрал зичлиги қаршилиқ катталигига боғлиқ эмас ва

температура билан аниқланади. Бу ифодада  $k$  – Болцман доимийси. Нормал температура  $T_0 = 290$  К да қаршилиги бўйича исталган резисторлар шовқинининг интенсивлиги бир хил ва  $kT_0 \approx 4 \cdot 10^{-21}$  [Vt/Hz] га тенг. Шу сабабли шовқин интенсивлигини шовқин температураси билан тавсифлаш қабул қилинган.

Умумий ҳолда, резистор қаршилиги частотанинг функцияси бўлиши мумкин, у ҳолда иссиқлик шовқинлари

$$U_a^2 = 4kT \int_{f_1}^{f_2} R(f) df, \quad (12.16)$$

формула бўйича ҳисобланиши лозим, бу ерда  $f_1$  ва  $f_2$  – ўтказиш полосасининг мос равишда қуйи ва юқори частоталари.

Агар ўтказиш полосасида  $R(f) = R = \text{const}$ , яъни резисторнинг қаршилиги частотага боғлиқ бўлмаса, у ҳолда

$$U_a^2 = 4kTKR \int_{f_1}^{f_2} df = 4kTRP. \quad (12.17)$$

бу ерда  $P = f_1$  ва  $f_2$  – ўтказиш полосаси. Ўтказиш полосалари чегаралари аниқ кўрсатилмаган бўлса, у ҳолда интеграллаш нолдан чексизликгача бажарилиши лозим. Масалан, ички актив қаршилиги  $R(f)$  бўлган сигнал манбаси юкламага узатиш коэффиценти модули  $|K(f)|$  бўлган тўрткүтбик орқали уланади. Равшанки, унинг чиқишидаги кучланишнинг ўртача квадрати

$$U_a^2 = 4kT \int_0^{\infty} R(f) |K(f)|^2 df \quad (12.18)$$

бўлади. Иссиқлик шовқинининг ўртача квадрати (12.15) термодинамик мулоҳазалар асосидагина олинган, шу сабабли у исталган пассив қурилма ва тизимга қўлланилиши мумкин. Бунда қурилмалар ва тизимлар иссиқлик мувозанатида бўлишлари, уларнинг электр тавсифлари эса тўла (комплекс) қаршилиқлар билан ифодаланиши лозим.

Жумладан, (12.15) формула акустик тизимларга (микрофонлар ва бошқа қурилмаларга), сезгир электр ўлчаш асбобларига, хусусан, гальванометрларга, барча антенна қурилмаларига ва бошқаларга қўлланилиши мумкин.

### 12.9.5 Шовқинловчи резистор – эталон шовқин манбаси

Найквист формуласининг тажрибавий текширилиши ҳисоблаш билан шунчалик яхши устма-уст тушишини кўрсатдики, резисторнинг иссиқлик шовқини шовқин қувватининг ва температурасининг бошланғич эталони сифатида бир қатор масъул ўлчашларда қўлланилмоқда. Турли асбобларда шовқин генераторини калибрлашда қиздирилган ёки совитилган резистор асосий шовқин эталони бўлади. Резистор яна иссиқлик шовқини генераторларидан ташқари, улардан қувватлироқ ва амалда қулайроқ бўлган диодли, яримўтказгичли, тиратронли ва бошқа шовқин генераторларини калибрлаш учун ҳам ишлатилади. Резисторнинг иссиқлик шовқини, шунингдек, шовқин коэффициенти ёки температура коэффициентини ва бошқаларни ўлчашда ҳам қўлланилади.

Юқори температурали ёки паст температурали эталон иссиқлик шовқини манбалари ёки генераторларини фарқ қилинади. Уларнинг температурасини катта аниқлик даражасида ҳисоблаш ёки унчалик каттамас хатолик билан аттестациялаш ва кейин ишлатиш жараёнида ўзгармас қилиб ушлаб туришга эришилади. Юқори температурали иссиқлик шовқини генераторларини шовқинни генерациялайдиган элементи бўйича: 1) плёнкали ҳажмий резисторли ёки ютувчи юкламали ва 2) қиздириладиган ип кўринишидаги резисторли генераторларга бўлинади. Резистив нурлатгични ё керамикага ўралган юқори омли симдан ясалган спирал кўринишида ёки юқори температурада турғун материалдан, масалан, қалай (II) оксид ёки тантал нитридини шиша ёки керамик асосга вакуумда юпқа плёнка (парда) кўринишида пуркалиб тайёрланади. Резистив нурлатгич тўлқин қаршилиги 50 ёки 75 Ом бўлган коаксиал узатиш линиясига бевосита боғланади ва унинг юкламаси бўлиб хизмат қилади; бунда юкламадан линияга қайтаришсиз ўтиш таъмин этилиши лозим.

Нурлатгичнинг температураси бир хил бўлиши учун у бутун ҳажми бўйича бир хил қизиши лозим, бу эса температурани резистор билан бевосита контактда бўлган термопаралар ёрдамида ўлчаш аниқлигини кафолатлайди. Қиздириш термоэлементлар томонидан 500–1000 К гача  $\pm(5-10^\circ)$  аниқлик билан амалга оширилади.



Радиосаноат томонидан юқори температурали иссиқлик шовқини генераторлари, масалан, Г2-26, Г2-27 ва бошқалар ишлаб чиқарилган. Генераторнинг номинал шовқин даражаси 460 °С. Хатолиги  $\pm 0,05$  дВ.

Юқори температурали эталон шовқин манбаларига, шунингдек, қиздириладиган ипли асбоблар, масалан, болометрлар киради. Болометрлар ўта юқори частоталарда эталон шовқин манбаси сифатида қўлланилади.

Болометр иккита платина кириш ва бу киришлар орасида тортилган ипдан (кўпинча, волфрамдан) иборат. Ипнинг диаметри 8–10 мкм, узунлиги 14–30 мм, қаршилиги 1–250 Ом чегараларида ётади, рухсат этиладиган токи 10 мкА дан 25 mA гача ва истеъмол қуввати 0,1 дан 100 мВт гача. Иш вақтида болометр ипи ўзгармас ток билан қиздирилади, унинг температураси эса оптик пирометр билан ўлчанади. Болометр шовқин манбаси сифатида коаксиал линиядаги шовқин генератори конструкциясида энг кўп қўлланилади. Бунинг учун уни узатиш линиясининг марказий ўтказгичи узилишига жойлаштирилади.

### 12.9.6 Симсиз резисторларнинг токли шовқинлари

Радиоаппаратлар ясашда қўлланиладиган реал резисторлар: ВС, УЛМ, УЛК, БЛГП туридаги углеродли, МЛТ, МЛП туридаги металланган, ТО, КЛМ, КЛВ туридаги композицион ва бошқа резисторларнинг ҳамда плёнкали резисторларнинг шовқинларини (12.15) формула бўйича ҳисоблаш мумкин эмас. Конструкцияси ва технологик тайёрланишига боғлиқ равишда улар иссиқлик шовқинидан анча катта бўлиши мумкин, бунда уларнинг резисторда тушаётган кучланишга ва ундан оқиб ўтаётган токка кучли боғлиқлиги кузатилади.

Резисторнинг қаршилиги ўз-ўзидан кучланиш ва токнинг нозизиқли функцияси бўлади. Шунини қайд этиш керакки, одатдаги резисторларнинг нозизиқлилиги жуда кичик ва уни тажрибавий ҳосил қилинган вольт-ампер характеристикасини оддий график ясаш билан топиш қийин. Буни юқори сезгир селектив микро-вольтметрлар ёки махсус гармоникалар таҳлиллагичлари билан қилинади. Нозизиқлилики резисторга бузилмаган синусоидал тебраниш асосий частотасининг фиксирланган кучланишини берилганида учинчи гармоника кучланишининг мавжудлиги

бўйича аниқланади. Резисторнинг нозизиқлилиги кубик боғланиш билан яхши аппроксимацияланиши топилган.

Резистор нозизиқлилигининг асосий манбаси резистор материалида ёки резистив қатламида мавжуд бўлган ёки янгидан пайдо бўладиган ва  $p$ - $n$ -ўтишлар ҳосил қиладиган потенциал тўсиқлар деб ҳисобланади. Бу билан қаттиқ жисмли ва плёнкали резисторларнинг кузатиладиган омик нозизиқлилигини тушунтиришнинг уддасидан чиқилади.

Резисторларнинг нозизиқлилиги радиотехника схемаларида сигналнинг шовқин модуляциясига сабаб бўлиши мумкин: бу ҳодиса резисторларда электр-ёйли микротешилишлар натижасида кучайиши мумкин.

Яримўтказгичли қаттиқ ва плёнкали резисторларнинг шовқин даражаси юқори бўлиши улар структурасининг баъзи хусусиятлари ва шу муносабат билан улар орқали ток ўтиш хусусиятлари билан тушунтирилади. Шу хусусиятлар туфайли симсиз резисторлардаги шовқинлар «ток шовқинлари» номини олган.

Симсиз резистор шовқини тўла қаршилигининг ўрта квадратини иссиқлик ва кўшимча шовқинлар квадратлари йиғиндиси шаклида ифодалаш мумкин:

$$U_D^2 = U_{D.и.ш.}^2 + U_{D.к.ш.}^2 \quad (12.19)$$

Ўз навбатида, кўшимча шовқин квадрати:

$$U_{D.к.ш.}^2 = q_{D.ш.} U_{D.к.ш.}^2 \quad (12.20)$$

бу ерда  $q_{к.ш.}$  – кўшимча шовқин коэффиценти бўлиб, у  $R$  қаршиликлари симсиз резистордаги шовқин шундай катталиқдаги симли резистордаги шовқиндан қанча катталигини кўрсатади.

### 12.9.7 Питравий шовқин

Питравий шовқин электр вакуумли асбоблар учун хос бўлиб, қиздирилган катоднинг ипи сифатида бўладиган электрон эмиссияга нисбатан ўрганилган эди. Бироқ у ярим ўтказгичли асбобларда ҳам мавжуд бўлиб, бу ерда унга яримўтказгичларга хос бошқа жараёнлар ҳам кўшилади. Шу сабабли питравий эффектни у соф тарзда намоён бўладиган электрон лампа мисолида кўриб чиқамиз.

Электрон лампада, масалан, бевосита қиздириш диодида электронлар юқори температура ва анод томонидан тортиш таъсирида қиздирилаётган ипдан учиб чиқади, катод (қиздириш

ипи) – анод оралиғидан учиб ўтаётиб анод майдони таъсири остида тезлашади ва ниҳоят анодга етиб келади. Термоэлектрик эмиссия жараёнида катоддан ҳар бир электроннинг ушбу чиқишини эрки (боғлиқмас) тасодифий ҳодиса деб ҳисоблаш мумкин. Агар диодда ҳажмий заярд ҳосил бўлмаса, у ҳолда катодни тарк этган барча электронлар анодга етиб келади. Диод бу ҳолда, одатда айтилишича, тўйиниш режимида ишлайди. Келгусида анодга ҳар бир электроннинг ташқи занжир (анод юкламаси) орқали учиб ўтиши анод токи импульсини вужудга келтиради. Импульснинг давомийлиги электроннинг катод ва анод орасидаги масофани босиб ўтиш вақтинча мос бўлади, импульс эгри чизиғи остидаги юза эса электрон заряди  $e$  га тенг бўлади. Анодга вақт бирлиги ичида келадиган элементар ток импульслари катоддан анодга лампанинг ўртача анод токини аниқлайдиган зарядни ташийди. Агар у, айтайлик, 3 mA га тенг бўлса, у ҳолда анодга бир секунд ичида келадиган электронларнинг ўртача сонини ҳисоблаш мумкин. Унда  $10^{16}$  та электрон бўлади.

Кўпчилик электр-вакуумли диодлар учун ўтиш вақти тақрибан  $10^{-9}$  ни ташкил этади. Ўртача ток 3 mA бўлганда бу вақт ичида анод токида пайдо бўладиган элементар импульслар сони  $10^7$  тани ташкил этади. Равшанки, бундай шароитларда импульслар бир-бирининг устига тушади.

Импульслар шакли экспоненциал бўлиши лозим. Бу диоднинг юкламаси диоднинг «анод-катод» паразит сиғими ва монтаж сиғими билан шунтланган резистордан иборат бўлган ҳолга мос келади. Сиғим импульс келганида тез зарядланади, кейин эса резисторга секин разрядланади. Электронларнинг ўртача сонидан оғиш анод токининг флуктуациясига ёки шовқинларга сабаб бўлади.

Диоднинг анод токи шовқинларнинг спектрал зичлиги:

$$S_I = 2eI_0 \left( \frac{A^2}{\Gamma_{\text{ц}}} \right). \quad (12.21)$$

Бу ифодадан кўришиб турибдики, анод токи ортиши билан шовқин ҳам ортади. Шовқин юқоридан электроннинг югуриб ўтиш вақти  $\tau_{\text{ц}}$  га тескари катталиқ билан чегараланади, яъни  $1/\tau_{\text{ц}} \approx 1/10^{-9} = 1000 \text{ MHz}$ . Диод шовқин токи қийматининг квадрати частоталар полосаси  $\Pi = (f_2 - f_1)$  да:

$$I_D^2 = \int_{f_1}^{f_2} S_1(f) df = 2eI_0\Pi ; \quad (12.22)$$

бу ерда  $I_0$  – ампер ҳисобида,  $\Pi$  – герц ҳисобида.

Келтирилган формулалар катоди бевосита қиздириладиган диодлар учун ўринлидир ва уларни оксид катодли диодларга қўллаб бўлмайди, чунки уларнинг шовқини кўп даражада катоднинг милтиллаш эффекти билан боғлиқдир.

**Газ-разрядли трубкалар.** ЎЮЧ да шовқинни генерациялаш учун бирор инерт газ (аргон, гелий ёки неон) билан тўлдирилган ва тўлқин киритгичли ёки коаксиал узатиш линиясига жойлаштирилган газ разрядли трубкалардан фойдаланилади.

Шу нарса тажрибавий тасдиқланганки, газтўлдиргич, атроф температураси, плазма устуни ва разряд токи трубканинг бир намунасидан бошқасига ўтилганда ўзгаришсиз (фиксирланган) қолса, у ҳолда ЎЮЧ да нурлантирилаётган шовқин амалда ўзгармас ва қайта тикланадиган бўлади. Газ разрядли шовқин манбасининг шовқин температураси (фойдаланилаётган газга боғлиқ равишда) 10000 дан 20000 К га тебраниши мумкин. Газ-разрядли шовқин манбасини калибрлаш хатолиги 0,1–0,3 dB.

Газ-разрядли трубка генерациялайдиган шовқинларнинг частотавий диапазони жуда кенг – ҳозирги вақтда қўлланилаётган энг юқори частоталаргачадир.

**Яримўтказгичли диодлар.** Яримўтказгичли диодлар одатдаги тўғри ток режимида (ва тескари ток, бироқ унча каттамас тескари кучланишларда) ишлаганида, уларнинг шовқинлари ток ташувчилар зарядининг дискретлиги, яъни электронлар ва тешиқлар (тешиқ заряди мусбат ва сон жиҳатдан электрон заярдига тенг) ва заряд ташувчилар эмиссиясининг узлуклиги, яъни уларнинг юзага келиши ва йўқолишининг тасодикийлиги билан боғлиқ. Биринчи сабаб яхлит энергетик спектрга эга бўлган питравий шовқиннинг пайдо бўлишига олиб келади, иккинчи сабаб эса яримўтказгич шовқинини яратади, бу шовқин унинг қувватининг спектрал зичлиги частота тескари пропорционал пасайиш билан тавсифланади. Иккинчи турдаги частота паст частоталарда жуда камаяди ва фақат питравий шовқин қолади. Яримўтказгичли асбобларда иссиқлик шовқини камроқ рол ўйнайди, чунки яримўтказгичларда ток ташувчиларнинг ҳаракатчанлиги нисбатан катта ва уларнинг дрейфи тезлиги (ташқи

электр майдон мавжуд бўлганда) ток ташувчилар иссиқлик ҳаракати дрейфидан анча катта бўлиши мумкин. Равшанки, бу ҳолда Найквист формуласини қўллаб бўлишлиги ташқи тезлаштирувчи электр майдон катталигига боғлиқ. Масалан, иссиқлик шовқинини нормал температурада германийда ташқи майдон кучланганлиги  $10^3$  V/sm ва кремнийда  $5 \cdot 10^3$  V/sm бўлганида, ҳисобга олмаслик мумкин. Шунини айтиб ўтамизки, майдон кучланганлиги электрон-тешикли *p-n*-ўтишда бу қийматлардан анча ортиқ бўлиши мумкин. Шу сабабли Найквист формуласининг яримўтказгичларда ўтишлар шовқинларининг миқдорий тавсифи учун қўлланилиши камроқдир. Маълумки, диоддаги токни иккита ток – тўғри ва тескари тоқлар йиғиндиси кўринишида ифодалаш мумкин. Тоқнинг ташкил этувчиларини статистик боғлиқмас деб ҳисоблаш мумкин, чунки тўғри ток  $I_1$  тешиқлар диффузияси билан аниқланади, тескари ток ( $-I_2$ ) эса кўрсатилган диффузияга тўсқинлик қилувчи янги ташувчилар жуфтларининг электрон ўтказувчанлиги соҳасида узлуксиз генерация билан тушунтирилади, яъни бу тоқларни яратадиган сабаблар мутлақо ҳар хилдир.

Питравий тоқнинг умумий квадрати:

$$I_D^2 = 2(I_1 + 2I_2)P, \quad (12.23)$$

бу ерда  $P$  – ўтказиш полосаси.

Энг интенсив шовқинлар тескари кўчишга эга бўлган ва қуюнли тешилиш режимида ишлайдиган германийли *p-n*-ўтишларда юзага келади. Атенюаторда германийли қуюнли-учиб ўтишли диоддаги шовқин манбаси тавсифланган бўлиб, у метрли тўлқин диапазонида  $10^6$ – $10^7$  К гача шовқин температурасига, сантиметрли диапазоннинг қисқа тўлқинли қисмида эса  $10^5$ – $10^6$  К га эга, шу билан бирга манбанинг шовқин температураси диод тоқини ўзгартириш билан ростланади.

Шовқин қуввати спектрал зичлигининг температура коэффиценти 0,02 dB/град дан ошмайди. Қуюнли учиб ўтишли диоддаги шовқин манбаси микросекунд давомийликдаги импульслар билан модуляциялашга имкон беради. Туннелли тешилиш режимида ишлайдиган яримўтказгичли диодлар ҳам шовқин манбалари сифатида ишлатилади. Туннелли диод қуюнли диодга зид ўлароқ, қувватнинг унча катта бўлмаган спектрал зичлигига эга ва уни электр вакуумли диоддаги каби осон

ҳисоблаш мумкин. Умумий шовқиннинг асосий қисмини питравий шовқин компоненти (90% дан ортиқ) ташкил қилади. Шунинг учун етарлича катта частоталарда ярим ўтказгичли ва иссиқ шовқинларнинг ташкил этувчиларини эътиборга олинмайди ва бу билан шовқин токининг таъсир қилаётган қиймати квадратини ҳисоблашда катта хатоликка йўл қўйилмайди.

Ўтиш тешилиши – бу кучланишнинг тешилиш кучланиши деб аталадиган критик катталиқка эришганида тескари токнинг кескин ортиш ҳодисасидир. Электр тешилишнинг икки тури – туннелли ва қуюнли тешилишлар маълум. Туннелли (ёки зерер) тешилиш металл сиртида яратиладиган кучли электр майдони таъсири остида ундан электронларнинг электростатик ёки автоэлектрон эмиссиясига ўхшашдир. Туннелли эффект ўтиш полосаси тор ва аралашмалар концентрацияси катта бўлган диодлар учун хосдир. Тешилиш кучланиши икки волтдан кичик бўлганида тешилиш сабаби электростатик эмиссия эканлиги кўрсатилган.

Қуюнли тешилиш, одатда, нисбатан юқори кучланишда 7 V дан ортиқ бўлганда юз беради. У микроплазма ҳосил бўладиган кўндаланг каналлар бўйлаб юз беради. Ясси параллел *n-p*-ўтишларда микроплазма бутун ўтиш сиртини эгаллайди ва шу сабабли бундай ўтишли турдаги диодларда тешилиш кучланиши микроплазмаси каналлар ҳосил бўладиган ҳолга қараганда юқорирокдир.

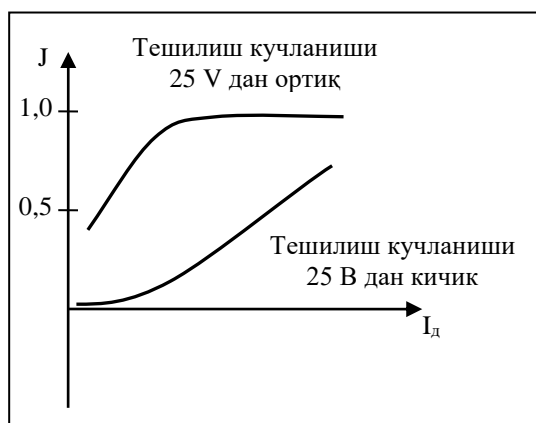
Шундай қилиб, қуюнли тешилиш режимида диодларнинг шовқинлари даражасининг юқори бўлиш сабаби газ-разрядли шовқин манбаларида плазманинг флуктацияларига ўхшашдир. Шовқин даражаси диоднинг кўчиш токига боғлиқдир: шовқиннинг оний қийматлари тақсимоти нормал қонунга яқин ва у ҳам токка боғлиқ. Шовқин манбалари сифатида стабилитронлардан ёки таянч диодлардан фойдаланилади. Стабилитронлар одатда нисбий шовқин температурасининг ўртача қийматига эга бўлади. Шовқин спектри бир неча килогерцдан 30–40 MHz гача диапазонда  $\pm 1,5$  dB нотекисликка эга.

Қуюнли диодлар тешилиш кучланиши бўйича тешилиш кучланиши 25 V дан кам ва ортиқ диодларга бўлинади. Диодларни бундай ажратилиши чиқишдаги шовқиннинг диод токига турлича боғлиқлигига асосланади (12.18-расмга қ.). Бу расмда абсциссалар ўқи бўйлаб диод токи  $I_d$  катталиги, ординаталар ўқи бўйлаб эса шовқин кучланишининг нисбий катталиги  $J$  қўшилган.

Шовқининг абсолют даражаси тешилиш кучланиши 25 V дан ортиқ бўлган диодларда тешилиш кучланиши 25 V дан кам диодларга қараганда 10–15 dB га ортиқдир ва улар кенгрок полосалидир.

Диод шовқинининг температуравий стабиллик коэффициенти етарлича юқоридир. Нисбий шовқин температурасининг температура коэффициенти бир Целсий градусида 0,04 dB га тенг (диоддан ўтишда токнинг ўзгармас сақланиши шарида).

Яримўтказгичли диодлар – шовқин манбаларининг асосий камчилиги бу ўзаро алмашинувчанликнинг йўқлигидир. Бу талабни қаноатлантириш учун диодларни нисбий шовқин температураси ва ишчи ўтиш токи бўйича якка тартибда танлаш лозим. Яримўтказгичли диодларнинг афзалликлари қуйидагилардан иборат: кам истеъмол, пухталиқ, кичик оғирлик ва ўлчаш. Бир неча бирлик герцдан бир неча минг мегагерцгача диапазонда шовқин диодлари ва газ-разрядли трубклар ўрнига яримўтказгичли диодлардан туннелли ва қуюнли режимларда фойдаланиш афзалроқдир.



12.18-расм.

Базиси бўш, эмиттер ва коллектор чиқишлари эса диоднинг электродлари сифатида фойдаланиладиган *n-p-n* туридаги кремнийли транзистор ҳам қуюнли режимда ишлаши мумкин, бунда бир неча килогерцдан юзлаб мегагерцгача бўлган диапазондаги етарлича бир жинсли ва яхлит шовқин энергетик спектри ҳосил бўлади.

Бироқ шовқин даражасининг ўтиш орқали токка боғлиқлиги қуюнли диодларга қараганда кўпроқ нотекисдир.

### 12.9.8 Шовқин генераторларнинг тузилиш хусусиятлари

Одатда, шовқин генераторига қуйидаги талаблар қўйилади:

- 1) ишчи частоталар диапазони (у тадқиқ қилинадиган тизимларнинг частота диапазони билан мувофиқлаштирилиши лозим);
- 2) шовқин қувватининг спектрал зичлиги;
- 3) шовқин оний қийматларининг тақсимот қонуни;

4) шовқин генераторининг уланган ва узилган ҳолатлардаги чиқиш қаршилиги (одатда, уларнинг, масалан, шовқин коэффицентини ўлчашдаги каби, тенг бўлиши талаб қилинади);

5) чиқиш қаршилигини берилган частоталарда ростлаш мумкинлиги, у кучайтиргич ва бошқа тўртқутбликларнинг минимал шовқин коэффицентини ўлчашда зарурдир;

б) шовқин даражаларини ростлаш чегаралари;

7) чиқишдаги шовқин даражасининг атроф-муҳит шароитлари (температура, намлик ва ҳ.к.) ва таъминот кучланишлари ўзгаришидаги ностабиллик меъёри;

8) шовқин даражасини берилган чиқиш қаршилигида калибрлаш хатолиги меъёрлари.

Одатда, 1 ва 2-бандлардаги талабларни қаноатлантириш қийинчилик туғдирмайди. Зарурий шовқин даражаси доимо, масалан, чизиқли кучайтиргич ёрдамида ҳосил қилиниши мумкин. Албатта, кучайтиргич катта бўлмаслигига интилиш лозим, бунинг учун бошланғич шовқин манбасини етарлича интенсив қилиб олиш лозим. Амалда уч ёки беш каскадли кучайтиргич ўлчаш техникаси эҳтиёжини тўлиқ қаноатлантиради.

Кўпчилик манбалар оний қийматлари нормал тақсимот қонуни бўйича тақсимланган шовқинлар беради, бироқ улар (иш режимига боғлиқ равишда) кучли бузилган (чегараланган, ўртача қийматга нисбатан носимметрик ва бошқ.) Гаусс шовқинини ёки вақт бўйича вазиятлари Пуассон қонунига яқин бўлган хаотик импульслар кетма-кетлигини ҳам генерациялаши мумкин. Шовқин оний қийматларининг бошқа тақсимот қонунларини ҳосил қилиш учун ночизиқли ўзгартиришларга мурожаат қилишга тўғри келади. Назарий жиҳатдан, нормал шовқинни оний қийматлари бошқача тақсимот қонунига эга бўлган шовқинга ўзгартириши мумкин бўлган функционал ўзгартгични доимо танлаш мумкин.

Шовқин даражасини одатдаги усул билан – ё кучайтиргич чиқишида ёки бошланғич шовқин манбасида ростланади. Шовқин даражасига қаттиқ талаблар қўйилганида кучайтиришни автоматик ростлаш занжирини киритиш ва бошланғич шовқин манбасини стабиллашга тўғри келади.

4 ва 5-бандлар талабларини қаноатлантириш асбобни яшашнинг умумий вазифасидир. 8-банд талабларини қаноатлантириш – метрология масаласидир.



**Шовқин кучайтиргичлари.** Шовқин кучайтиргичлари видеокучайтиргич ишидан энг аввало жараёнлар динамикаси билан фарқ қилади. Агар осциллографда, масалан, эмиттерли такрорлагичдан ўтган шовқинларни кузатилса, у ҳолда айрим (энг катта) мусбат ва манфий чайқалишлар чегараланишини пайқаш мумкин. Чегараланиш эмиттерли такрорлагичнинг амплитудавий характеристикаси ёпилиш ёки тўйиниш токига боғлиқ бўлган юқори ва қуйи букикликларга (букилган жойларга) эгаллиги оқибатида рўй беради.

Бундан ташқари, эмиттерли такрорлагичнинг амплитуда тавсифи нолинчи кучланишга нисбатан носимметрик.

Амплитуда коэффицентлари, максимал қийматининг ўртача квадратик қийматига нисбати энг кўп тарқалган шовқин турлари – нормал ва релей шовқинлари учун 12.1-жадвалда келтирилган. Маълумки, синусоидал тебраниш учун амплитуда коэффиценти 1,4 га тенг. Буни 12.1-жадвалдаги катталикларга таққослаб, кўрамизки, шовқинлар анча катта амплитуда коэффицентига эга.

Демак, одатдаги кучайтиргич ва шовқин кучайтиргичи орқали шовқин кучланишлари мусбат ва манфий чайқалишларнинг катта фарқини (тушишни) ўтказишга тўғри келади. Шу сабабли шовқин кучланиши кучайтиргични ҳисоблашдаги асосий вазифа шовқин кучланишининг энг катта оний қийматларини тўғри бериш ва улар бўйича яроқли кучайтириш элементини танлашдан иборат.

12.1-жадвал

Шовқиннинг таъсир қийматидан чайқалишнинг ортик бўлиш эҳтимоллиги	Шовқин учун амплитуда қиймати	
	Нормал шовқин	Релей шовқини
$10^{-1}$	1,645	1,517
$10^{-2}$	2,576	2,146
$10^{-3}$	3,291	2,558
$10^{-4}$	3,890	3,034
$10^{-5}$	4,417	3,392
$10^{-6}$	4,892	3,675

Нормал шовқин бўлган ҳолда, қатъий айтганда, шовқин кучланишлари баъзан чексиз катта қийматларга эришиши мумкин, бироқ уларнинг пайдо бўлиш эҳтимоллиги йўқ даражада кичик. Масалан, шовқиннинг оний қиймати унинг эффектив қийматидан 3

марта ортиқ бўлиш эҳтимоллиги бор-йўғи 3% гагина тенгдир. Шовқиннинг бундай қиймати одатда максимал қиймат сифатида олинади. Бунга ўхшаш шартни бошқа турдаги шовқинлар билан ишлаганда ҳам қўллаш мумкин, лекин ҳар доим ҳам ўзини оқлавермайди. Масалан, релей шовқини бўлган ҳолда кучайтиргич орқали фақат мусбат чайқалишларни ўтказиш талаб этилади. Табиийки, ҳисоблашни аниқ турдаги шовқин учун ўтказиш тўғрироқ бўлади.

### **12.9.9 Шовқин қувватини стабиллаш**

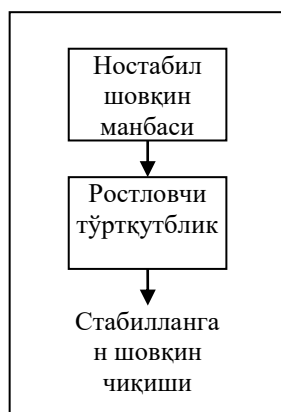
Шовқин генераторларида қувватни ва чиқиш кучланишини стабиллаш муаммоси уларнинг бошланғич манбаларидаги ностабиллиги ва, шунингдек, кучайтириш коэффиценти, шакллантириш занжирлари ва таъминот манбалари кучланишларининг ўзгариши муносабати билан юзага келади. Масалан, шовқинли диод манбасидаги шовқин қуввати қиздириш кучланишига, тиратронли манбада эса вақт бўйича эскиришга кучли боғлиқдир ва ҳ.к. Шовқин қувватини стабиллаш берилган параметрни стабиллашнинг маълум тизимларини қўллаш билан ҳал этилиши лозим. Бу тизимларни икки гуруҳга – параметрик тизимларга ва автоматик тизимларга ажратиш мумкин. Параметрик тизимларда тескари алоқа ҳалқаси йўқ бўлиб, лекин у автоматик ростлаш тизимлари учун хосдир; параметрик тизимларда (12.19-расм) ностабил манбадан келаётган шовқин бирор тўртқутбликдан ўтказилади. Унинг вазифаси чиқишда шовқин қувватини доимий ушлаб туришдан иборат. Чизиқли тизимларда кириш ва чиқишдаги қувватлар тўғри пропорционал боғланиш билан боғланган. Улар чиқиш қувватининг доимийлигини ушлаб туришга тамойил жиҳатидан қодир эмас.

Демак, ростловчи тўртқутблик албатта ночизиқли бўлиши шарт.

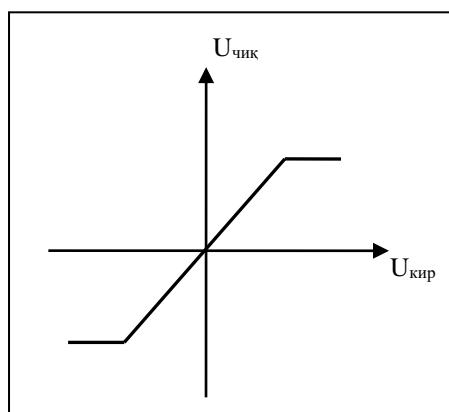
Тўртқутбликнинг тавсифи 12.20-расмда тасвирланганидек бўлганида яхши натижалар олиш мумкин.

Бу тўртқутблик икки томонлама симметрик чеклагич (чегаралагич)дан иборат. Равшанки, чеклагич чегаралашининг нисбий бўсағаси қанча кичик бўлса, чеклагич чиқишидаги қувват стабиллиги шунча яхши бўлади.

Чеклагичнинг чиқишидаги шовқин оний қийматларининг тақсимот қонуни киришидаги тақсимот қонунидан жиддий фарк қилади. Нормал шовқин бўлган ҳолда тақсимот қонунини сақлаб қолиш учун чеклагич чиқишидаги шовқинни тор полосали филтрдан ўтказилади (чеклагич киришидаги спектр полосаси филтрнинг ўтказиш полосасидан 5–10 марта катта).



12.19-расм.



12.20-расм.

Автоматик тизимлардан кучайтиришни автоматик ростлаш (КАР) тизими қўлланилиб, у юкламада (истеъмолчи киришида) шовқин ўртача квадратик кучланишининг доимийлигини ушлаб туриши мумкин. Бу мақсадда кенг тарқалган, оммавий радиоқабул қилиш қурилмаларида кўпинча ишлатиладиган КАР схемасини қўллаш қийинчилик туғдиради, чунки унда чуқур ростлаш кучайтиргичида тиклиги ўзгарувчан амплитуда характеристикали нозикли элементлар мавжуд бўлгандагина амалга оширилиши мумкин; бу элементлар эса кучайтириладиган шовқиннинг оний қийматлари тақсимотини албатта бузади.

Шу муносабат билан қаралаётган мақсадлар учун актив асбобнинг (транзисторнинг ва ҳ.к.ларнинг) токи эмас, балки аттенюаторнинг ёки кучланиш бўлгичининг сусайтириш коэффициенти ростланадиган КАР схемалари кўпроқ ярайди. Бу схемаларни баъзан КАР нинг пассив тизимлари деб аталади.

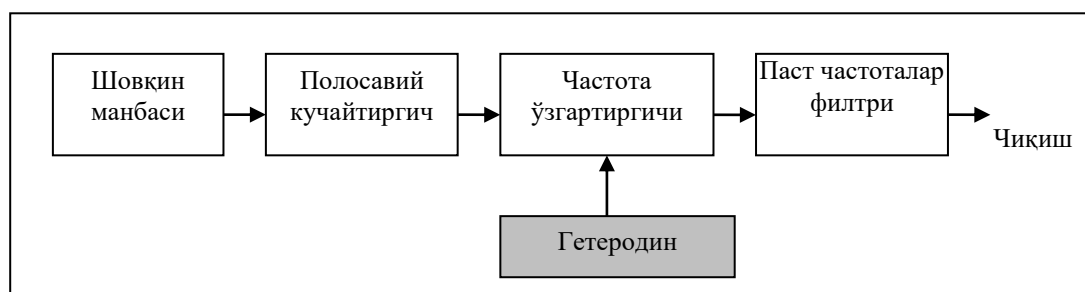
Унчалик катта бўлмаган юқори частоталарда ростланувчи аттенюаторни ёки кучланиш бўлгичини, яъни тизимнинг ижрочи қурилмасини нуқтавий диодлар асосида бажарилади. Бундай бўлгич асосидаги КАР тизими кучайтиришни 20–30 dB чегараларида ўзгартириши мумкин.

Шовқин кучланишини стабиллаш учун фақат секинлатилган КАР яроқлидир, у маълумки, юкламадаги шовқин кучланиш

берилган катталиқдан фақат оша бошлаганидагина ишлай бошлайди. Секинлатиш самараси кам. Унда ижро қурилмасини бошқарувчи тўғриланган ўзгармас кучланиш шовқиннинг эффеқтив қиймати ошганида равон ўсади, бунинг оқибатида ростлашнинг статик тавсифида кескин синиш бўлмайди. Шу сабабли, одатда, кучайтирилган КАР схемасидан фойда-ланилади.

### 12.9.10 Видеочастотали ва юқори частотали шовқин генераторлари

Видеошовқин генераторлари 5–10 Нз дан 6–10 МНз гача бўлган диапазонда ишлайди. Улар, кўпинча, бошланғич манба шовқинини қуйи ва юқори частоталарни ўтказиш филтрлари ва шу кабилар кўринишидаги турли шакллантириш занжирлари билан тўлдирилган бевосита кучайтириш схемаси бўйича яратилади. Генераторнинг функционал схемаси 12.21-расмда тасвирланган. Шакллантириш филтрлари частотавий характеристикаларининг шакли бошланғич манба шовқини спектрал зичлигининг тақсимотини ҳисобга олиб (унинг нотекислигини коррекциялаш мақсадларида) танланиши лозим.



12.21-расм.

Спектри кўчирилган видеошовқин генератори (12.21-расм) ясалиши бўйича қизиқарлидир. Бу ҳолда бошланғич манба бўлиб, одатда, шовқин диоди хизмат қилади у юқори частотали, айтайлик, 60 дан 70 МНз гача полосада, шовқин беради, бу полоса гетеродинлаш билан нолинчи частоталар соҳасига кўчирилади, кейин эса филтрлар ва кучайтиргичлар тизими орқали берилган видеошовқин спектри шакллантирилади.

### 12.9.11 Паст ва инфрақизил частотали шовқин генераторлари

Паст частотали ва инфра частотали нормал шовқин генераторлари техникада кенг қўлланилади. Кўпинча, генератор нолдан 10–20 Hz га бўлган диапазонда текис спектр бериши талаб этилади.

Инфра паст частотали шовқин ҳосил қилишнинг қуйидаги усуллари маълум:

- 1) уни электроакустик усул билан бевосита ҳосил қилиш;
- 2) спектрни диаграмма усули билан кўчириш;
- 3) шовқин спектрини гетеродинлаш усули билан паст частоталар соҳасига кўчириш;
- 4) шовқин спектрини кенг полосали шовқинни ночизиқли ўзгартириш усули билан ўзгартириш;
- 5) шовқиннинг бошқа турларини комбинациялаш.

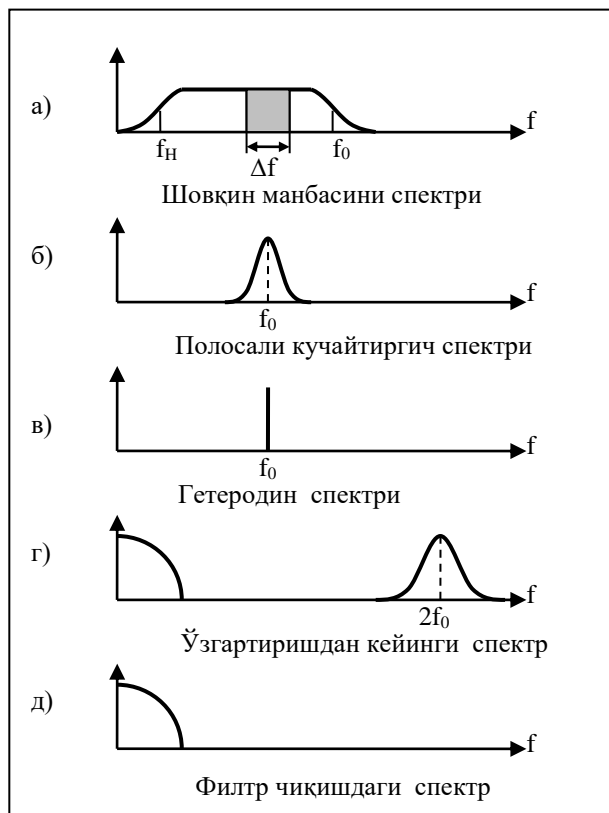
Гетеродинлаш усули энг кўп тарқалган. Унинг моҳияти 12.21-расмда тушунтирилади.

Кенг полосали шовқин манбаси текис спектрал зичликка эга бўладиган қилиб гетеродинладиган сигнални ҳосил қилиш учун зарур. Бундай манба, одатда, резистор ёки шовқин диоди бўлади. Полосавий кучайтиргич шовқинни частота ўзгартгичнинг нормал ишлашини таъминлайдиган даражагача кучайтириш учун хизмат қилади. Бунинг учун унинг киришидаги кучланиш тахминан 0,3–0,6 V чегараларда ётиши керак. Бундан ташқари, полосавий кучайтиргич кучайтиргичларнинг ўтказиш полосасидан ташқарида ётадиган барча ташкил этувчиларни филтрлаш учун зарурдир. Полосавий филтрнинг ўтказиш полосаси унчалик талабчан эмас, бироқ гетеродин частотаси стабиллигига қўйиладиган талабларни кучайтирмаслик учун уни унчалик тор қилинмайди. Муҳими, кучайтириладиган шовқинларнинг спектрал тавсифи чиқишда текис бўлиши лозим.

Гетеродин частотаси шовқин спектрини нолга яқин частоталар соҳасига кўчирилишини таъминлайдиган қилиб танланади. Бу 12.22-расмда кўрсатилган.

Частота ўзгартгич ночизиқли қурилмадир. Яхши маълумки, унинг чиқишида комбинацион частоталар тўплами ҳосил бўлади. Кириш шовқини спектрини ўзгартириш натижасида ўзгартирилган частота-ларнинг бир қатор қуюқланиш соҳалари ҳосил бўлади.

Соҳалардан бирининг ташкил этувчилари нол частота атрофида, бошқалари эса марказий частотага каррали частоталар атрофида гуруҳланади.



12.22-расм.

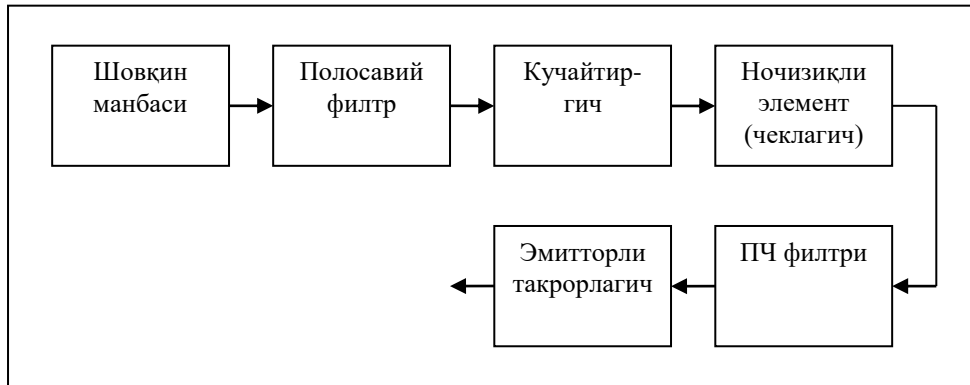
Шовқиннинг нолинчи частоталар соҳасига тушган ташкил этувчиларни ажратиш пировард мақсаддир. Бунинг учун шовқин частота ўзгартгич чиқишидан паст частоталар филтрига берилади ва у бирор чегаравий частотадан юқори барча частоталарни ушлаб қолиб, паст частоталарни ўтказди. Гетеродин частотаси стабил бўлиши лозим, чунки бундай бўлмаса, част частоталар филтр чиқишидаги шовқин вақт бўйича ностационар бўлади.

Паст частотали шовқинни генерациялаш учун, частота ўзгартгичдан ташқари

шовқинлар спектрини ўзгартирувчи бошқа қурилмалардан ҳам фойдаланиш мумкин. Бундай қурилма чеклагич бўлиши мумкин.

Шовқин ҳақида юқорида айтилган фикрлардан шуни эслатамизки, шовқин катта сондаги турли частотали ва тасодифий фазага кичик синусоидал тебранишлар йиғиндиси сифатида қаралади. Шовқин чегараланганида, чеклагич чиқишида спектр бойийди. Спектрлари нолинчи частоталар соҳасида ётадиган ва кириш спектрининг ўртача частотасига каррали частоталар соҳасида ётадиган шовқинлар пайдо бўлади. Нолинчи частота яқинидаги спектрал полоса частота бўйича яқин ташкил этувчилари орасида нозикли элементда ўзаро таъсирлашувида ҳосил бўладиган тепкили тебранишлар натижасида ҳосил бўлади. Қолган полосалар биринчи, иккинчи ва юқори гармоникаларга боғлиқ.

Паст частотали шовқинни ҳосил қилиш учун нолинчи частота атрофидаги спектрал полосасидан фойдаланилади.



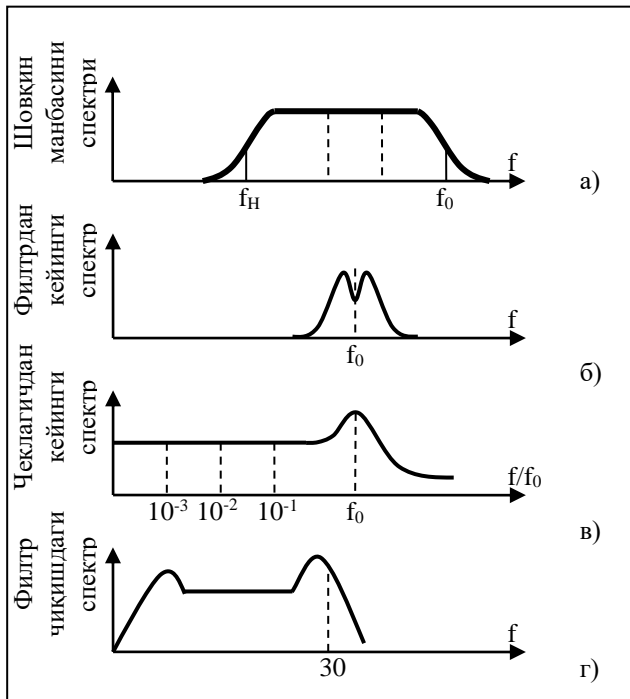
12.23-расм.

Шовқин қувватининг спектрал зичлиги берилган частоталар полосасида текис бўлганлиги учун тепкили тебранишлар қувватининг спектрал зичлиги ҳам нолинчи частотага қадар кенг полосада текис, яъни ўзгармас ташкил этувчи бўлади.

Спектр ночизиқли ўзгартириладиган шовқин генера-торининг функционал схемаси 12.23-расмда, тегишли спектрал диаграммалар эса 12.24-расмда келтирилган. Бу расмдан кўриниб турибдики, чеклагич чиқишидаги спектр  $f/f_0 < 10^{-1}$  дан паст барча частоталарда деярли текис бўлади. Демак, агар 0–30 Hz полосада текис спектрни олиш зарур бўлса, у ҳолда ночизиқли элементга полосавий филтрдан ўтган ва ўз таркибида 200–350 Hz диапа-зондаги

спектрнинг ташкил этувчиларини олган шовқин кучланиши берилиши лозим.

Агар бунда чеклагичга таъсир этувчи қиймати ўрнатилган чегаралаш бўсағасидан бир неча марта катта бўлган кучланиш бериладиган бўлса, у ҳолда тор полосали шовқиннинг қиймати бу ҳолда ўзгармайди, яъни ҳосил бўлган шовқин кучланиш вақт бўйича, ҳатто киришдаги шовқин даражаси унча каттамас чегараларда ўзгарадиган ҳолда ҳам стационар бўлади. Амалда тавсифланган шовқин генератори кучай-



12.24-расм.

тирувчи элементлар сони бўйича ва спектрни гетеродинланадиган шовқин манбасидаги кодини созлаш бўйича ҳосил бўлади, бу ерда фарқ шуки, унинг чиқишидаги кучланиш стабилроқ бўлади.

Паст ва инфрапаст частоталар соҳасидаги нормал шовқинни бошқа тақсимот қонунли шовқинларнинг кучланишларини комбинациялаб ҳам ҳосил қилиш мумкин. Масалан, иккита релей шовқини йиғиндиси нормал шовқинга жуда яқиндир.

## 12.10 Частота стандартлари ва синтезаторлари

Юқорида қайд этилганидек, частотаси ва фаза бўйича стабил сигнални яратиш учун частотаси юқори стабилликка эга бўлган кварцли генераторлардан фойдаланилади. Частотанинг кварцли стандартлари стабиллик бўйича юқорироқ кўрсаткичларга эга ва уларда частотанинг ностабиллиги  $10^{-8} \dots 10^{-9}$  тартибида бўлади.

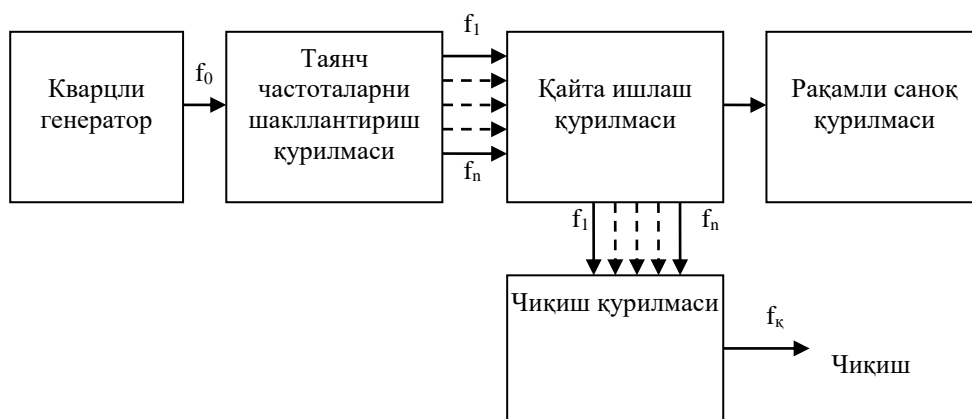
Частотанинг яна ҳам яхшироқ стабиллигини (ностабиллик  $10^{-12}$  тартибида) квантомеханик частота стандартлари таъминлайди, уларнинг ишлаши маълум кимёвий элементлар атамаларининг бир энергетик ҳолатдан бошқа энергетик ҳолатга ўтганида уларнинг электромагнит нурланишига асосланган. Шу асосда водородли, цезийли ва рубидийли генераторлар яратилган.

Барча санаб ўтилган кварцли генераторлар ва частота стандартлари юқори стабил сигналларнинг шаклланишини частотанинг фақат бир нечта (3 та) қийматларида таъминлайди. Генерацияланадиган частоталарнинг катта тўпламига эга бўлиш зарур бўлганда кварцли частота синтезаторларидан фойдаланилади.

*Частота синтезаторлари* деб, частотаси дискрет қайта созланадиган ва стабиллиги энг яхши кварцли генераторлар частотасининг стабиллигига тенг бўлган махсус гармоник тебранишлар генераторларига айтилади. Улар юқори синусоидал шакл, юқори спектрал «софлик», ўрнатишнинг юқори аниқлиги ва частотани дастурий қайта созланишини таъминлайди. Синтезаторлар фиксирланган частоталар кучланишларини бир герцнинг юздан бир улушларигача дискретлик (частоталар *тўри*) билан ҳосил қилиш имконини беради. Частотани ўрнатиш аниқлиги ва стабиллиги бўйича синтезаторлар одатдаги частота равон қайта ростланадиган ўлчаш генераторларидан устундир. Улар автоматлаштирилган ахборот-ўлчаш тизимлари билан осон бириктирилади.



*Кварцли частота синтезаторлари* – бу частотаси дискрет қайта созланадиган кўп частотали гармоник тебранишлар генераторларидир. Аналог частота синтезаторининг соддалаштирилган тузилиш схемаси 12.25-расмда берилган. Унга  $f_0$  частота кварцли генератори, таянч частоталар  $f_1, \dots, f_m$  ни шакллантириш қурилмаси, керакли частотали сигнал чиқишига уловчи улаш қурилмаси, рақамли санок ва чиқиш қурилмаларидан иборат.

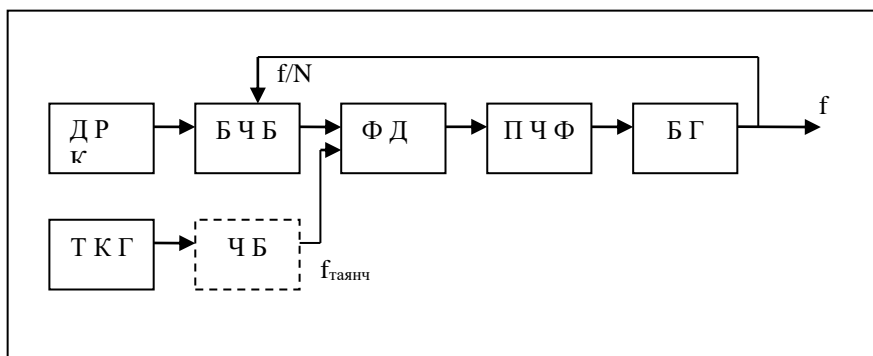


12.25-расм.

Ҳозирги замон кенг диапазонли ўлчаш генераторларида частотанинг юқори стабил бўлишлиги талаби ва уни тез қайта созлаш имконияти бир-бирига қийин мос келадиган вазифадир. Шунинг учун частота синтезаторларини ишлаб чиқишда частта диапазонини дискрет қоплаш (ёпиш)га ўтилади, яъни бунда *дискрет тўр қадами* деб аталувчи маълум фиксирланган оралик билан бир-биридан кейин келадиган исталган частоталар тўпламидан сигналларни генерациялашга йўл қўйилади.

12.26-расмда рақамли бошқариладиган аналог частота синтезаторининг тузилиш схемаларидан бири келтирилган. Синтезатор таянч кварцли генератор (ТКГ), бошқарилувчи частота бўлгич (БЧБ), бошқарилувчи генератор (БГ), частотани фазавий автоматик созлаш (тўғрилаш) занжирига эга бўлган фаза детектори (ФД) ва дастурланадиган рақамли қурилмани ўз ичига олади.

Фаза детекторига иккита тебраниш берилади: биринчиси таянч кварцли генератордан стабил частота  $f_{\text{таянч}}$  билан; иккинчиси эса бошқариладиган генератордан бошқариладиган частота бўлгич орқали бўлиш коэффиценти  $N$  билан  $f/N=f_{\text{таянч}}$  частотали бўлиб келади.



12.26-расм.

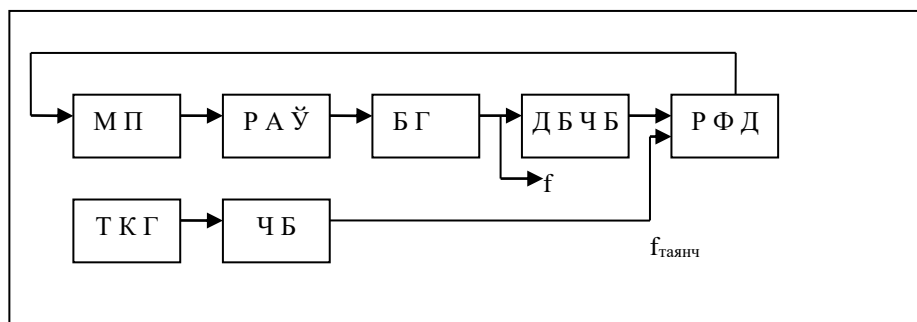
Фаза детекторининг чиқишидаги кучланиш паст частоталар филтри (ПЧФ) орқали бошқариладиган генераторга таъсир қилади ва уни  $f/N$  ва  $f_{\text{таянч}}$  частоталар тенг бўлиши таъминлангунига қадар созлайди. ДРҚ ёрдамида бўлиш коэффициенти  $N$  ни ўзгартириб, талаб қилинаётган  $f_{\text{таянч}}$  қадамли частоталар тўрини ҳосил қилиш мумкин. Синтезаторнинг чиқиш частотаси кварцли генераторнинг таянч частотаси билан  $f = Nf_{\text{таянч}}$  каби боғланганлиги учун бу частоталарнинг нисбий ностабилликлари тенг. Агар бундай синтезаторда жуда паст частотани стабиллаш лозим бўлса, у ҳолда таянч кварцли генератор ва фаза детектори орасига қўшимча частота бўлгич (ЧБ) киритиш керак.

Частота синтезаторининг бу кўрсатилган энг содда варианты жиддий камчиликларга эга. Улардан биринчиси бошқариладиган генератор синхронлаштириш полосаси кенглигининг чеклилиги билан боғлиқ бўлиб, у генераторнинг боғшқарувчи элементлари ҳамда ФД ва ПЧФ нинг узатиш коэффициентларига боғлиқ. Шу сабабли кенг частоталар тўрини ҳосил қилиш учун бошқариладиган генераторнинг хусусий (ўзининг) частотаси  $f$  ни ўзгартиришга тўғри келади. Иккинчи камчилик, одатда, санагич асосида ясаладиган БЧБ нинг тор имкониятлари билан боғлиқдир. Частота бўлгичда тескари алоқани киритиш билан унинг бўлиш коэффициенти ни ўзгартириш мумкин, шу билан у санагичнинг хоналиги билан йўл қўйиладиган исталган бутун сон қийматларни қабул қилиш мумкин бўлади.

**Ўлчаш сигналларининг рақамли синтезаторлари.** Микропроцессор техникаси соҳасидаги тараққиёт сигналлар янгича тамойиллар бўйича шакллантириладиган ўхшаш генераторларининг пайдо бўлишига олиб келди. Рақамли синтезлаш усулларининг афзаллиги қайта созлашда тебранишлар частотасини ўрнатиш вақтининг камчилиги (бу тезкор автоматлаштирилган

тизимларнинг ишида муҳимдир) ва частоталарни алмаштиришда узилишнинг йўқлигидир.

Ҳозирги замон узаткичларида кўпинча частотани бўлиш коэффициентининг каср қийматларидан фойдаланиш талаб этилади. Частотани касрли ўзгартириш учули рақамли синтезаторларнинг базавий (таянч) схема бўйича амалга ошириладиган энг янги ишланмаларида фойдаланилади (12.27-расм).



12.27-расм.

Бундай синтезаторда дастурий-бошқариладиган частота бўлгичнинг (ДБЧБ нинг) бўлиш коэффициенти вақт ичида ўзгариб, маълум давомийликдаги вақт цикллари кетма-кетлигини ҳосил қилади. Ҳосил қилинган цикл ҳам бир неча қуйи (кичик) цикллarga бўлинади ва уларнинг ҳар бирининг давомида бўлиш коэффициенти доимийдир. Бўлиш коэффициентини ўзгартириш бир қуйи циклдан бошқасига ўтиш momentiда цикл вақти ичидаги ўртача бўлиш коэффициенти берилган бўлиш коэффициентига тенг бўладиган қилиб бажарилади. Рақамли частота синтезатори схема-сида рақамли фаза детектори (РФД), РАЎ ва микропроцессордан (МП) фойдаланилади.

Чиқиш частотасини тўғрилаш (созлаш)ни ҳар бир циклнинг охирида ўтказилади. Бунинг учун бошқариладиган генератордан фойдаланилади, унга частотани созлаш кучланиши РАЎ дан берилади. Бошқариш (хато, келишмовчилик) сигнали рақамли фаза детектори томонидан ишлаб чиқарилади ва унинг даражаси таянч кварцли генератор ва бошқариладиган генератордан олинadиган тебранишлар фазалари айирмасининг цикл вақти ичидаги ўртача қийматига мос бўлади. Сўнгра бошқариш сигнали фаза детекторидан микропроцессорга берилади, у РАЎ орқали талаб қилинаётган частотанинг берилган коди бўйича ДБИБ схемасини дастурий бошқаришни амалга оширади.

## Назорат саволлари

1. Генераторларнинг асосий турларини санаб ўтинг.
2. Частота характеристикалари бўйича генераторлар қандай бўлинади?
3. Генераторнинг тузилиш схемасини келтиринг.
4. Генератор ўз-ўзидан уйғониши режими шарти нима билан характерланади?
5. Нима учун паст частоталарда RC-генераторлар ишлатилади?
6. RC-генераторларнинг Вин кўприги билан схемасини келтиринг.
7. Генераторлар схемаларида частотани барқарорлаштиришнинг қандай усуллари ишлатилади?
8. ЎЮЧ генераторларининг конструктив хусусияти нимадан иборат?
9. Махсус шаклли генераторнинг ишлаш тамойили нимадан иборат?
10. Халақит генераторлари схемасини келтиринг.
11. Халақит генераторлари таснифини келтиринг.
12. Халақит генераторларнинг қурилиш хусусиятлари нимадан иборат?

---

---

## ХШ БОБ. АХБОРОТ-ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ ВА ТИЗИМЛАРИ. ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ЎЛЧАШ ТИЗИМЛАРИ

### 13.1 Асосий маълумотлар

Анъанавий ўлчаш асбобларининг функционал имкониятлари уларни қайта созлаш ёки ўлчаш каналларининг сонини ўзгартириш ва таҳлил қилиш етарлича муаммолидир. Ишлаб чиқарувчи реал тадқиқот масалаларининг кўп хиллигини қамраб олиш имкониятига эга эмаслиги сабабли бу талаб қилинадиган параметрли жиҳознинг оптимал тўпламини танлаш ва уни созлашни қийинлаштиради. Ўлчаш тизимлари ва виртуал асбоблар бу чекловни бартараф этади.

Ахборот технологиялари ўлчаш техникасини янги даражага кўтардики, ахборот-ўлчаш асбоблари ва тизимларини турли мураккабликдаги: параметрларни киритишдан олдин ўлчаш ва видеотасвирларни қайта ишлаб чиқишни натижаларини ташқи тармоқ орқали истаган масофаларга узатиш билан тезроқ ва камроқ харажатлар билан яратиш имконини берди.

Ўлчаш ахборот комплекслари ва тизимларининг, шунингдек, ихтисослаштирилган микропроцессор, компьютер ва виртуал технологияларни қўллайдиган асбобларнинг пайдо бўлиши қуйидаги жиҳатлар билан юзага келган:

– юқори тезкорлик, катта хотира ҳажми, стандарт интерфейслар, амалда чекланмаган график имкониятларга эга бўлган, реал вақт масштабида ишлайдиган, у ёки бу физик асбоблар ва тизимларни юқори даражада ўхшашлик билан қайта такрорловчи виртуал ўлчаш қурилмаларини яратиш имконини берувчи ихтисослашган кўп вазифали микропроцессорлар ва шахсий компьютерларнинг кенг тарқалиши билан;

– илмий тадқиқотлар ва комплекс синовлар, физик ва космик объектлар ва бошқалар каби турли вазифали автоматлаштирилган ахборот-ўлчаш тизимларининг яратилиши билан;

– ўлчаш асбоблари ва модулларини жуда ихчам (тўплам) шаклда амалга ошириш имконияти билан;

– ўлчаш дастурлашининг пайдо бўлиши билан, бунда ахборот-ўлчаш техникаси ва тизимлари учун, улар образларини

ўлчаш, назорат қилиш, ташхислаш ёки танишни ўтказишларига ва ўлчаш ахборотини тўплаш, узатиш, қайта ишлаш, тасвирлаш ва ўлчаш тажрибасини бошқаришга имкон берадиган дастурлаштириш тушунилади.

### 13.2 Ўлчаш тизимлари

Ҳар қандай ўлчаш тизимининг вазифаси, унинг зарурий имкониятлари, техник параметрлари ва тавсифлари асосан у яратилаётган тадқиқот объекти билан аниқланади. Замонавий ЎТ ларнинг тузилиши фавқулодда хилма-хил, тез ривожланмоқда ва ҳал қилинадиган масалаларга боғлиқ бўлиб, уларнинг бўлиниши ҳозирги вақтда ҳали етарлича тўла талқинга эга эмас.

Ўлчаш тизимларини *бажарадиган функцияларига боғлиқ* ва шартли равишда учта асосий турга ажратиш мумкин: ўлчаш ва ахборотни сақлаш ўлчаш тизимлари (уларни *тўғри вазифали ўлчаш тизимлари* деб атаيمиз), *назорат ўлчаш* ва *телеўлчаш тизимлари*. Ўлчаш тизимлари жумласига образларни таниш тизимлари ва техник ташхислаш тизимлари ҳам мансуб бўлиб, булар радиоўлчашлар курсида ўрганилмайди.

Ўлчаш тизимлари ўлчаш каналлари сони бўйича бир, икки, уч ва кўп каналли (кўп ўлчовли) тизимларга бўлинади. Биргаликдаги ва мажмуавий ўлчашларда кўпинча кўп каналли, аппроксимацияловчи тизимлардан фойдаланилади.

Ҳозирги вақтда тўғри вазифали ЎТ лар энг кўп яратилмоқда ва жорий қилинмоқда. Уларнинг асосий хусусияти турли физик катталикларни ўлчашлар учун дастурли усул билан қайта сошлаш ва ўлчашлар режимида ўзгартириш имкониятидир. Бунда аппаратли қисмда ўзгаришлар талаб этилмайди.

Тўғри вазифали ўлчаш тизимлари шартли равишда қуйидагига бўлинади:

- ахборот-ўлчаш тизимлари (уларни кўпинча ўлчаш-ахборот тизимлари ҳам дейилади – АЎТ);
- ўлчаш-ҳисоблаш комплекслари (ЎҚК);
- виртуал ахборот-ўлчаш асбоблари (виртуал асбоблар ёки компьютерли-ўлчаш тизимлари).

### 13.2.1 Ахборот ўлчаш тизимлари

Тўғри вазифали ўлчаш тизимларининг энг кенг синфи АЎТлардир. АЎТ нинг вазифасини *ўлчаш жараёнини* мақсадга йўналтирилган ҳолда оптимал олиб бориш кўшни тизимларни юқори даражали ҳақиқий ахборот билан таъминлаш деб таърифланади.

АЎТ нинг асосий функциялари тадқиқот объектлари ўлчаш ахборотини олиш, уни қайта ишлаб чиқиш, узатиш, ахборотни операторга ёки (ва) компьютерга тақдим қилиш, хотирада сақлаш, акс эттириш ва бошқарувчи таъсирларни шакллантиришдан иборат.

АЎТ ўлчаш жараёни ёки тажрибани қабул қилинган ишлаш мезонига мувофиқ равишда бошқариш, унга юкланган функцияларни вазифа ва мақсадга мос равишда бажариши, аниқлик, халақитбардошлик, тезкорлик, ишончлилик, ўтказиш қобилияти, мослашувчанлик (адаптацияланиш), мураккабликнинг талаб қилинадиган кўрсаткичлари ва тавсифларига эга бўлиши; ахборотни бериш усуллари ва шакллари: техник воситаларнинг жойлаштирилишига қўйиладиган иқтисодий талабларга жавоб бериши, кўшни иерархия даражасидаги ва бошқа АЎТ лар билан ишлашга мослашган бўлиши лозим.

АЎТ нинг асосий функцияси, бошқа ҳар қандай техник тизимдаги каби, кириш ахборотини чиқиш ахборотига мақсадли ўзгартиришдан иборат. Бу ўзгартириш техник таъминот аппаратураси ёрдамида ё автоматик, ёки мураккаб АЎТ, ЎЎК ва виртуал асбобларда персонал ва техник таъминот аппаратураси томонидан биргаликда бажарилади.

Ҳозирги замон рақамли схемотехника воситаларининг қўлланилиши АЎТ ларнинг яратилиш тамойилларини тубдан ўзгартириб юборди. Бундан ташқари, ахборот оқимларини асосли тақсимлаш ва йўналтириш усуллари уларнинг керагидан ортиқча бўлишини камайтириш имконини беради. Бу ўлчаш ахборотини қайта ишлаб чиқишни унинг шаклланиши жойига иложи борича максимал кўчиришни, яъни АЎТ да тақсимланган ўлчаш ахборотини конвейерли ишлаб чиқишга ўтиш масаласини қўйишга имкон беради. Бундай тизим умуман қуйидаги асосий қисмлардан иборат бўлади: бирламчи ўзгартиргичлар (датчиклар) тизимлари, ахборотни йиғиш ва бирламчи ишлов бериш қурилмалари; ахборотга иккиламчи ишлов бериш воситалари, бошқариш ва

назорат қурилмалари, объектнинг бошқа тизимлари билан алоқа қурилмалари, ахборот тўплагичлар.

Ишлаш алгоритми бўйича АЎТларнинг қуйидаги турларини ажратилади:

– олдиндан берилган иш алгоритми; уларнинг ишлаш қоидалари ўзгармайди, шунинг учун улардан фақат доимий режимда ишлайдиган объектларни тадқиқ этишда фойдаланиш мумкин;

– дастурланувчи, уларда иш алгоритмини тадқиқот объектнинг ишлаш шароитларига мувофиқ равишда тузиладиган дастур бўйича ўзгартирилади;

– адаптив, уларнинг иш алгоритмлари, кўпинча тузилиши ҳам ўлчанадиган катталиклар ва объектнинг иш шароитлари ўзгаришига мослашиб ўзгаради;

– интеллектуал, улар ўзгарувчан ишлаш шароитларига мувофиқ равишда қайта созланиш қобилиятига эга ҳамда барча ўлчаш ва нazorat функцияларини реал вақт масштабида бажаришга қодир бўлади.

Математик, дастурий ва ахборот таъминоти фақат ҳисоблаш комплексига эга бўлган АЎТ лар таркибига киради.

*Математик таъминот* – бу тадқиқот (ўлчаш) объектнинг аналитик (математик) моделлари ва ҳисоблаш алгоритмларидир.

Ўлчаш объектнинг математик моделига барқарорлашган ва ўтиш ҳолатлари учун кириш ва чиқиш ўзгарувчилари орасидаги ўзаро таъсирнинг тавсифи, яъни статика ва динамика моделлари ҳамда жараён ўзгарувчиларининг чегаравий шартлари ва йўл қўйиладиган ўзгариши киради.

Математик моделнинг ёзилиш шакли турлича бўлиши мумкин: алгебраик ва трансцендент тенгламалар, дифференциал тенгламалар ва хусусий ҳосилали тенгламалар. Ўтиш ва узатиш функцияларидан, частотавий ва спектрал тавсифлардан фойдаланилиши мумкин. АЎТ тадқиқоти математик моделларни ҳосил қилишнинг учта асосий усулини фарқ қилинади: аналитик усул, тажрибавий усул ва тажрибавий-аналитик усул.

Кейинги йилларда ЎТ ларни яратишда кўпинча қуйидаги занжирни амалга оширувчи математик моделлаштиришдан фойдаланилмоқда: *объект – модел – ҳисоблаш алгоритми – компьютер учун дастур – компьютерда ҳисоблаш – ҳисоблаш натижалари таҳлили – тадқиқот объектини бошқариш.*



Ўлчаш алгоритми *дастурий, сўзли, аналитик, график усулларда* ёки бу усулларнинг бирикмаси орқали ифодаланиши мумкин. Бунда амаллар тартиби ихтиёрий бўлмасдан, балки масалани ечишнинг у ёки бу усулини амалга оширади. Барча ҳолларда ҳам, қўйилган масала турли икки маъноликларга (мужмалликларга) ўрин қолмайдиган қилиб аниқ таърифланиши лозим.

*АЎТ нинг дастурий таъминоти* ўз ичига тизимли ва умумий татбиқий дастурий таъминотни ўз ичига олади ва у биргаликда тобе дастурий тизим билан амалга ошириладиган математик таъминотни ҳосил қилади.

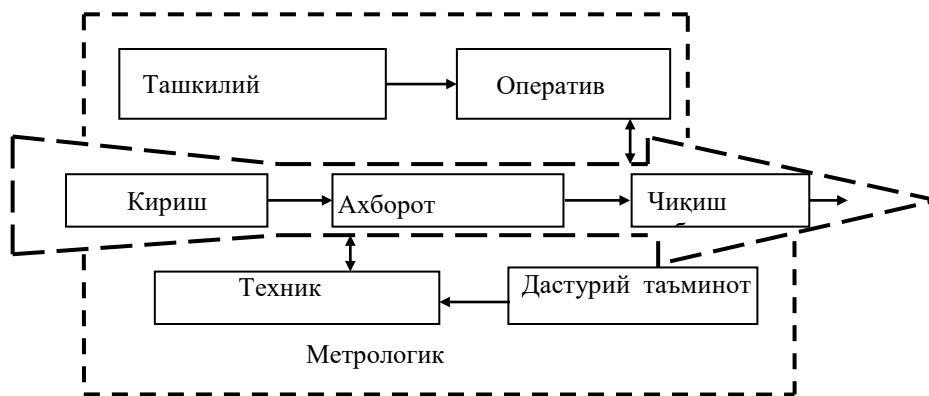
Тизимли дастурий таъминот – бу АЎТ да фойдаланиладиган компьютернинг дастурий таъминоти ва қўшимча дастурий таъминот воситалари тўпламидан иборат; бу қўшимча воситалар диалогли режимда ишлаш, ўлчаш компонентларини бошқариш, комплекснинг тобе (қуйи) тизимларида ахборот алмашилиш, техник ҳолатнинг ташхисини (диагностикасини) автоматик ўтказиш имконини беради.

АЎТ нинг дастурий таъминоти аслида қуйидаги ишларни амалга оширадиган ўзаро тўлдирувчи, ўзаро ишлайдиган тобе дастурлар тўпламидир:

- ўлчаш ахборотини самарали тасвирлаш, тажрибани ва бошқа ўлчаш тартиботларини режалаштириш алгоритмлари;
- ўлчашлар маълумотларини архивлаштириш;
- комплекснинг метрологик тавсифлари (меъёрланадиган метрологик тавсифларни аттестациялаш (шаҳодатлаш), қиёслаш, эскпериментал аниқлаш ва шу кабилар).

*Ахборот таъминоти* тадқиқот объектининг ҳолатини хизмат кўрсатувчи персонал ва компьютерга келгусида бошқаришда фойдаланиш учун ҳужжатлар, диаграммалар, графиклар, кўп сигналли кўринишида тақдим этишда ахборотли акс эттиришнинг усуллари ва аниқ шаклларини аниқлайди.

Бутун ўлчаш тизимини метрологик таъминот қамраб олади (13.1-расм).



13.1-расм. АЎТ таъминотининг тузилиши.

АЎТ техник тобе тизимига қуйидагилар киради:

- бирламчи ўлчаш ўзгартиргичлари блоки;
- электр катталикларни ҳисоблаш воситалари (ўлчаш компонентлари);
- рақамли қурилмалар ва компьютер техникаси (ҳисоблаш компонентлари) мажмуаси;
- жорий вақт ва вақт оралиқлари ўлчовлари;
- иккиламчи ўлчаш ўзгартиргичлари блоки;
- меъёрланган метрологик тавсифларга эга аналог ва рақамли сигналларни киритиш-чиқариш қурилмаси;
- таққослаш элементлари, ўлчовлар ва тавсифлаш элементлари мажмуаси;
- сигнални ўзгартиргичлар, дисплейлар, хотира элементлари ва бошқа блоклар;
- турли ахборот тўплагичлар.

АЎТ нинг тобе тизимларига юқорида кўрсатилган элементлардан ташқари, текширилаётган объектнинг рўйхатли тизимлари, телеметрия ва бошқалар билан мослаштирувчи бир қатор қурилмалар ҳам кириши мумкин.

АЎТ ни ишлатишда дисплей ва бошқарувчи элементларнинг эргономик, самарали ва аниқ тузилиши муҳим аҳамиятга эга. Булар операторнинг шахсий (ёки ихтисослашган) компьютер билан ўзаро ишлашини таъминловчи *фойдаланувчи интерфейси* деб аталади. Умумий ҳолда эса *интерфейс* деб шахсий компьютерни ўлчаш воситалари ёки бошқа ҳар қандай ташқи техник тизимлар билан боғлаш (бириктириш) қурилмасига айтилади (баъзан бу тушунчага ўлчаш тизимининг дастурий таъминоти ҳам киритилади).

Қаралаётган интерфейснинг самарали ишлаши фойдаланувчидан АЎТ билан имкони борича тез ўзаро ишлаш концептуал моделини ривожлантиришдан иборат. Фойдаланувчи интерфейснинг бошқа муҳим тавсифлари унинг аниқлиги, дизайни ва равшанлиги бўлиб, бу кетма-кет очиладиган ойналар ёрдамида ичма-ич жойлашган менюларнинг ва буйруқ сатрларининг функционал «ишга тайёр» клавишларни кўрсатиб оз очилиши билан таъминланади.

АЎТ ларнинг қисқа ривжланиш тарихида бир неча авлодларни қайд этиш мумкин.

**Биринчи авлод** АЎТ концепциясининг шаклланиши ва миқдорий ахборотни олиш, қайта ишлаб чиқиш ва узатиш воситаларининг тизимли ташкил этилиши билан тавсифланади. Булар, асосан, ўлчаш ахборотини марказлаштирилган цикларда олиш ва ҳисоблаш элементларига эга бўлган тизимлар эди. Мазкур давр (ўтган асрнинг 50-60-йиллари) детерминизм даври деб аталади, чунки АЎТ да тадқиқотлар учун аналитик математика аппаратида фойдаланилган эди.

АЎТ ларнинг ривожланиш ва жорий этилишининг *иккинчи авлоди* ахборотни адресли тўплаш ва уни ўрнатилган компьютер ёрдамида қайта ишлаб чиқиш билан боғлиқдир. Бундай тизимларнинг элемент базаси кичик ва ўрта даражада интеграллашган микроэлектрон схемалардан иборат эди. Бу давр (ўтган асрнинг 70-йиллари) тизимлар назариясининг бир қатор масалаларини тасодифий жараёнлар ва математик статистика назарияси доирасида ҳал этилиши билан тавсифланади, унинг учун уни *стохастиклик даври* деб аташ қабул қилинган.

**Учинчи авлод** АЎТ ларига ахборот, конструктив, энергетик ва ишлатиш тавсифлари бўйича ўзаро бириккан КИСлар, микропроцессорлар, микроЭХМлар ва саноат функционал блокларининг киритилиши ва, шунингдек, тақсимланган ва адаптив АЎТ ларнинг яратилиши билан тавсифланади.

**Тўртинчи авлод** мослашувчан қайта созланадиган дастурланувчи АЎТ ларнинг пайдо бўлиши билан ажралиб туради, бу эса ҳисоблаш техникасининг ривожланиши билан боғлиқдир. Мослашувчан АЎТ лар энг аввало фойдаланувчининг тизимнинг вазифасини эркин белгилаши билан ажралиб туради. Мослашувчан тизимни унинг компонентларини ишлаб чиқарувчи эмас, балки фойдаланувчи ўз масалаларига мувофиқ равишда яратади ва дастурлайди. Мослашувчан АЎТ ларнинг элементлар базасида

катта ва ўта катта даражада интеграл микросхемаларнинг улуши кескин ортади.

**Бешинчи авлод** ҳозирги вақтда гуркираб ривожланмоқда, бу эса шахсий компьютерлар ҳамда замонавий математик ва дастурий таъминот базасида яратилган адаптив, интеллектуал ва виртуал АЎТ ларнинг пайдо бўлиши билан боғлиқдир.

### 13.2.2 Ўлчаш-ҳисоблаш комплекслари

АЎТ ларнинг турларидан бири ўлчаш-ҳисоблаш комплексларидан иборатдир.

Ўлчаш тизимининг ЎХК га оидлигининг асосий белгилари компьютер, метрологик дастурий таъминот, ўлчаш воситаларини дастурий бошқариш, техник (аппаратли) ва дастурий (алгоритмик) тобе тизимлардан иборат блокли-модулли тузилишнинг мавжудлигидир.

Вазифаси бўйича ЎХК лар намунавий, муаммовий ва ихтисослашган тизимларга бўлинади.

*Намунавий ЎХК лар* ўлчашлар, синашлар ёки тадқиқотларни қўллаш соҳасидан қатъий назар кенг доирада автоматлаштириш масалаларини ҳал этиш учун мўлжалланган.

*Муаммовий ЎХКлар* ўлчашларни автоматлаштиришнинг аниқ соҳасидаги махсус масалаларни ечиш учун қўлланилади.

*Ихтисослашган ЎХК лар* ўлчашларни автоматлаштиришнинг намунавий ва муаммовий комплексларни яратиш иқтисодий томондан мақсадга мувофиқ бўлмаган ноёб масалаларини ечиш учун яратилади.

ЎХК лар қуйидаги вазифалар учун мўлжалланади:

– физик катталикларни бевосита, билвосита, биргаликда ва мажмуавий ўлчаш усулларини амалга ошириш;

– ўлчаш натижаларини операторга керакли кўринишда тақдим этиш, ўлчашлар жараёнини бошқариш ва ўлчашлар объектига таъсир кўрсатиш.

Бу функцияларни амалга ошириш учун ЎХК қуйидагиларни амалга ошириши лозим:

– бирламчи ўлчаш ўзгартиргичларидан сигналларни самарали қабул қилиш, ўзгартириш ва қайта ишлаши ва, шунингдек, ўзининг таркибига кирган ўлчаш воситаларини ва бошқа техник қурилмаларни бошқариши;

– объектга таъсир этиш воситалари учун кириш сигналлари бўладиган меъёрланган электр сигналларни ишлаб чиқиш, метрологик тавсифларни баҳолаш ва ўлчаш натижаларини белгиланган шаклда тақдим этиш.

### 13.3 Виртуал ахборот-ўлчаш тизимлари

Саноат автоматлаштирилиши соҳасидаги замонавий ечимлар тор ихтисосланган ечимлардан воз кечиб, АРЎ/РАЎ платалари билан жиҳозланган шахсий компьютерлар, ахборотни рақамли киритиш-чиқариш, турли кетма-кетли ва параллел бириктириш қурилмалари – интерфейслардан кенг фойдаланиш афзал кўрилади. Реал вақт режимида ишлайдиган бундай шахсий компьютерлар ихтисосланган жиҳознинг барча функцияларини бажаргани ҳолда умумий вазифали компьютер, энг аввало интерфейсининг мосланувчанлиги ва қайта созланувчанлиги каби афзаллигини сақлаб қолади.

«Виртуал асбоблар» тушунчаси ўлчаш, ахборот ва ҳисоблаш техникаси асосида пайдо бўлди. Виртуал асбоб компьютер, сигналларни киритиш-чиқариш аппаратли воситалари ва ихтисослашган дастурий таъминот комбинациясидан иборат бўлиб, ана шу таъминот тугал тизимнинг конфигурациясини ва ишлашини белгилайди. Аслида тизимнинг яратувчиси қўлларида конструктор (тўплам) бўлиб компьютер технологияларидан яхши хабардор бўлмаган муҳандис ёки тадқиқотчи ҳам истаган мураккабликдаги ўлчаш асбобини яратиши мумкин. Энди тугалланган асбобнинг функционал имкониятларини асбобнинг имкониятлари эмас, балки масаланинг талаби ва шунга мос дастурий таъминоти белгилайди.

Энг содда ҳолда виртуал асбоб – бу шахсий компьютернинг тегишли дастурий таъминот ва ўрнатилган махсус маълумотлар йиғиш платаси ёки алоҳида порт орқали ва, шунингдек, замонавий ташқи интерфейслар орқали уланадиган ташқи қурилма билан компьютер комплексиدير.

Шахсий компьютер реал асбобнинг бошқарув органларини имитациялайди ва унинг вазифаларини бажаради, бу эса шу асбоб билан ишлай оладиган мутахассисга унинг виртуал аналоги билан ишни давом эттиришга имкон беради. Виртуал асбоб фақат қўйилган масалани ечиш учун зарурий индикаторлар ва бошқариш органларинигина ўз ичига олиши мумкин. Бу ишларни

аналогларида ўтказиш мумкин, шу билан унинг ресурси сақланади ва операторнинг хатолари туфайли ишдан чиқиш хавфининг олди олинади.

Виртуал асбобларнинг микропроцессорли асбобларга нисбатан фарқли хусусиятларига қуйидагилар киради:

– кенг доирадаги амалий ўлчаш масалаларини ҳал этишга имкон берадиган стандарт амалий компьютер дастурлари фонди (сигналларни тадқиқ қилиш ва қайта ишлаш, датчиклардан маълумотларни йиғиш, турли саноат қурилмаларини бошқариш ва ҳ.к.);

– тадқиқотлар ва ўлчашлар маълумотларини локал ва глобал компьютер тармоқлари (масалан, Интернет тармоғи) бўйлаб оператив узатиш имконияти;

– фойдаланувчининг тизим билан ўзаро ишлашни тез ўзлаштиришни таъминлайдиган юқори ривожланган график интерфейс;

– катта сифимли ички ва ташқи хотирадан фойдаланиш ҳамда аниқ ўлчаш масалаларини ечиш учун компьютер дастурларини тузиш имконияти;

– ўлчаш натижаларини турли ҳужжатлаштириш қурилмаларидан оператив фойдаланиш имконияти.

### **13.3.1 Виртуал асбобларнинг тузилиш архитектураси**

Виртуал асбобни икки усул: кетма-кетли ва параллел архитектурали қилиб яратиш мумкин.

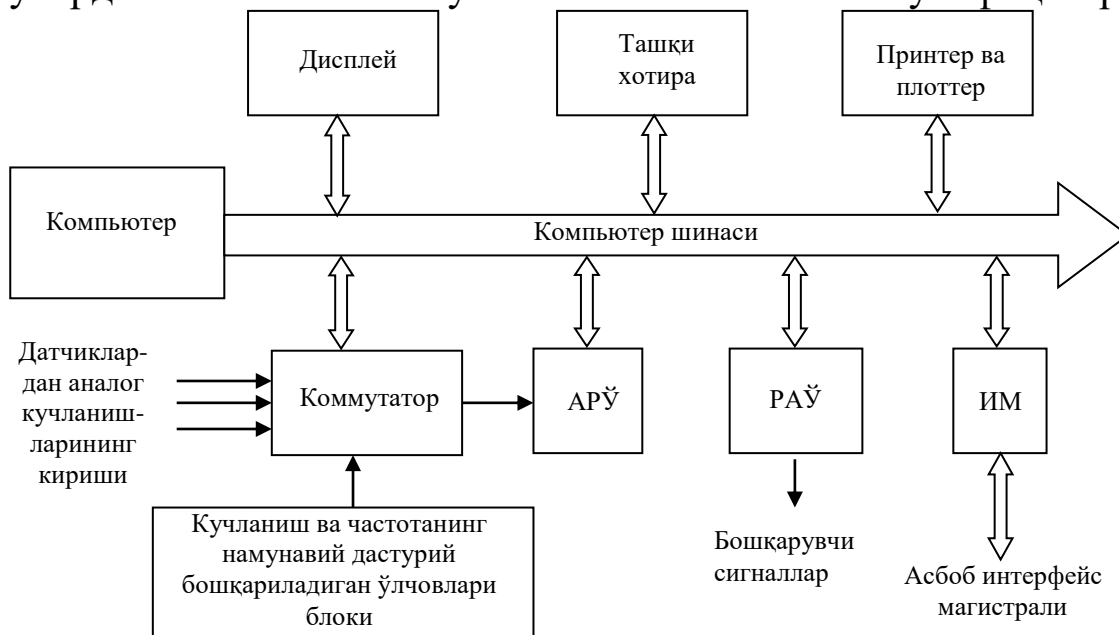
*Кетма-кетли архитектурага эга виртуал асбобда* (уни баъзан *марказланган тизим* деб аталади) тизимнинг таҳлил қилинаётган сигнални ўзгартирувчи қисмлари уларни кетма-кетли режимда ишлаб чиқади. Шунинг учун бутун тегишли электроникани компьютернинг слотларида жойлаштирилади.

*Параллел архитектурали виртуал асбоб* бир қатор ўлчаш каналларини ўз ичига олади ва уларнинг ҳар бири ўзининг таҳлил қилинадиган сигналларни ўзгартириш узелига эга бўлади ва фақат компьютернинг процессори мультиплексирлаш (яъни сигналларни бирлаштириш) режимида ишлайди. Виртуал асбобнинг бундай тузилиш тамойили сигналларни оптимал қайта ишлашни ҳар бир каналда эркин ўтказишга имкон беради. Бундай тизимда сигналларни ўзгартиришни текшириладиган сигнал манбаси

жойлашган жойда локал бажариш мумкин, бу эса сигналларни ўлчанаётган объектдан рақамли шаклда узатилишига имкон беради.

Виртуал асбобнинг иккала қурилиш архитектурасини акс эттирадиган умумлашган тузилиш схемаси 13.2-расмда кўрсатилган.

Виртуал асбобнинг айрим элементлари орасидаги ўзаро таъсирлашувни компьютернинг ички шинаси ёрдамида амалга оширилади, унга компьютернинг ташқи қурилмалари (дисплей, ташқи хотира, принтер, плоттер) ҳам, ўлчаш схемаси ҳам уланган бўлиб, бу схема коммутатор (алмашлаб улагич), АРЎ ҳамда кучланиш ва частотанинг намунавий дастурли-бошқариладиган ўлчовлари блокидан иборат. РАЎ ёрдамида бошқарувчи аналог сигналлар ишлаб чиқарилиши мумкин. Интерфейс модули ИМ ўлчаш асбобини асбобнинг интерфейси магистралига улайди. Қурилманинг коммутатори ташқи датчиклардан аналог кучланишларни тизимнинг узелларига узатилишини таъминлайди. Виртуал асбобнинг нисбатан содда узелларини шахсий компьютернинг битта платасига жойлаштириш мумкин. Виртуал асбобларнинг мураккаброқ тузилган турлари ҳам мавжуд бўлиб, уларда ечилаётган ўлчаш масаласига мувофиқ равишда



13.2-расм. Виртуал асбобнинг умумлашган тузилиш схемаси.

тизимнинг архитектурасини ўрнатилган дастур бўйича ўзгартирилади.

Виртуал асбобнинг элементларидан бири кучланиш ва частотанинг намунавий дастурли бошқариладиган ўлчовлари

блокидир. Виртуал асбобларда унинг параметрларига: ЎТК ноли дрейфига, турли элементларнинг узатиш коэффициентига температуранинг индивидуал таъсир функцияларини аниқлаш имконияти кўзда тутилган. Блоклар температурасини узлуксиз назорат қилиб турилиши юзага келадиган ўлчаш хатоликларини тўғрилаш имконини беради.

Виртуал асбобларда берилган масала учун АРЎ нинг хоналиги, аналог-рақамли каналнинг тезкорлиги ва динамик хатоликлари каби зарурий тавсифларга эга бўлган маълумотларни йиғиш платалари асосий роль ўйнайди. Бунда ўлчанаётган ахборотни тез ва самарали қайта ишлайдиган алгоритмлардан фойдаланиш, энг кенг тарқалган операцион тизимлар Windows 2000, NT, XP ва ҳ.к. учун тўғри келадиган маълумотларни тўплаш ва акс эттириш дастурини ишлаб чиқиш зарур.

Мутахассислар орасида энг машхур виртуал асбобларнинг ишланмаларидан бири National Instruments (АҚШ) компаниясининг LabVIEW, BridgeVIEW ва LookOut тизимларидир. Бундан ташқари, эркин мустақил ишлаб чиқарувчиларнинг кўп сонли виртуал асбоблар кутубхонаси ҳам мавжуд. LabVIEWдаги дастурлар виртуал асбоблар деб аталади, улар билан мулоқот қилиш реал асбобларни эслатади. Виртуал асбоблар одатдаги дастурлаш турларидаги функциялар бажарадиган ролни бажаради.

Матнли ифодалашни график ифодалаш билан алмаштириш ўлчаш маълумотлари ва тартиботларини кўргазмалироқ қилади, муомала қилиш учун тил тўсиғини яратмайди; расм ахборотнинг маъносини ихчамроқ бирликларда ифодалайди, бу LabVIEW нинг дастурий таъминотига хосдир. LabVIEW пакети – бу одатдаги дастурлаштиришга график алтернативи (муқобил) бўлиб, ЎТ ларни яратиш учун мўлжалланган ва мониторинг, синовлар ва ўлчашлар соҳасидаги ишларда талаб қилинадиган дастурий воситалардан иборатдир. LabVIEW ёрдамида анъанавий дастурларни ёзиш ўрнига график дастурлар – виртуал асбоблар яратилади.

Виртуал асбоб фойдаланувчиси график панель объектини клавиатура, сичқонча ёки ихтисосланган амалий дастур ёрдамида улайди. Виртуал асбоблар компьютернинг катта ҳисоблаш ва график имкониятларини маълумотлар йиғиш платаларидаги АРЎ ва РАЎ ларнинг аниқлиги тезкорлигини бирга қўшади. Аслида виртуал асбоблар турли радиотехник занжирларнинг амплитудавий, частотавий ва вақт тавсифларини таҳлил қилишни



бажаради ва сигналларни қўлланилган АРЎ ва РАЎ ларнинг аниқлигида ўлчайди, шунингдек, сигналларни ўлчаш жараёнининг ўзи учун ҳам, ЎТ ни автоматлаштириш учун ҳам шакллантиради.

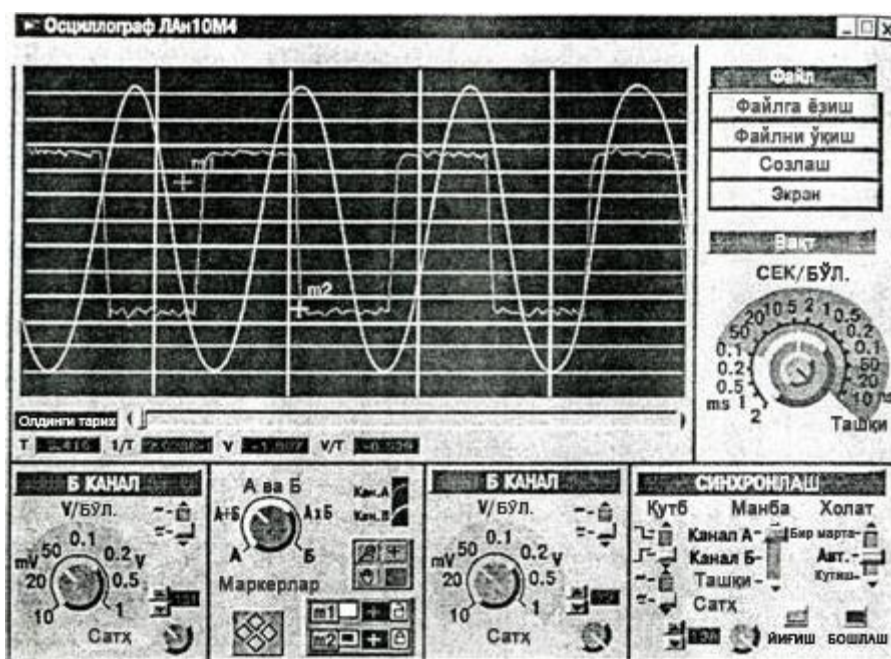
Виртуал асбобнинг дастурий қисми компьютер дисплейи экранда стационар ўлчаш асбобининг виртуал олд панелини эмуляциялари (яратиши) мумкин. Дисплей экранда шаклланган бошқарувчи панелнинг ўзи виртуал тугмалари, дастаклари, ушлаб-узгичлари билан виртуал асбобни бошқариш панели бўлиб қолади. Стационар ўлчаш асбобининг реал бошқарув панелидан фарқлироқ, виртуал панел иш жараёнида тажрибанинг аниқ шароитларига мослаштириш учун кўп марта қайта қурилиши мумкин. Плата ва дастурий таъминотга боғлиқ равишда фойдаланувчи у ёки бу метрологик вазифага мос ўлчаш асбобини ҳосил қилади.

Виртуал асбобларни дастурлаштириш ва яратиш йўлида бир неча йил аввал янги йўналиш пайдо бўлди. У IVI (Interchangeable Virtual Instruments – ўзаро алмаштирилувчан виртуал асбоблар) деб аталади. Унинг асосий ғояси қуйидагича: бир синфга оид барча асбоблар уларнинг ҳаммаси учун умумий бўлган функцияларнинг катта гуруҳига эга, масалан, ҳамма рақамли мултиметрлар (DMM) ўзгармас ва ўзгарувчан кучланишни, қаршилиқни ўлчайди, шунингдек, бошқа функцияларни бажаради. Агар DMM Class учун бу функцияларни IVI Class Driver га ажратилса, у ҳолда рақамли мултиметрнинг бошқарилишига жавоб берадиган дастурнинг бир қисми аниқ бир асбобга ва унинг драйверига боғлиқ бўлмайди. VXI «Plug & Play» («ула ва ишла») ёки «тез» (шошинч) асбобий драйверларнинг юқори сифати ва ишончилигини қайд этиш лозим, бу эса IVI Driver синфидаги драйверлар концепцияси билан боғлиқ бўлмасдан, балки бошқа воситалар билан амалга оширилади.

Ҳозирги замон дастурий тизимларни олисдан туриб фойдаланишсиз тасаввур этиб бўлмайди. Инретнетга чиқишга эга бўлмаган масъул бир тизимни тасаввур ҳам этиб бўлмайди.

Виртуал рақамли хотирловчи осциллограф турли импульсли, даврий ва тасодифий жараёнларнинг амплитудавий ва вақт параметрларини кузатиш, қайд қилиш, қайта ишлаб чиқиш, узок вақт сақлаш, таҳлиллаш ва ўлчаш учун мўлжалланган. Компьютер хотирасига қўйилган «Осциллограф» дастурий пакети асбобнинг ахборотни қайта ишлаб чиқиш *тайёрлиги* бўйича маълумотларни йиғиш платаси билан маълумотлар алмашади. Платага текшириладиган сигналларнинг параметрлари бўйича маълумотларни

Йиғиш ҳақида махсус буйруқ берганидан сўнг дастур ундан маълумотлар йиғиш платасига ўрнатилган буфер хотиранинг тўлиш тартиботининг тугаганлиги ҳақидаги хабарни кутади. Сўнгра таҳлил қилинадиган сигналлар компьютерга келади, у ерда уларга ишлов бериш ва тадқиқ этишни тўлиқ процессор бажаради. Дастур файллари компьютер ёрдамида текшириладиган жараёнларни ҳужжатлаштириш, сигналларни эталон сигналлар билан таққослаш фойдаланувчининг дастурида яратилган сигналларни акс эттириш имконини беради.



13.3- расм. Виртуал осциллограф дастурий интерфейсининг ташқи кўриниши.

Маълумотларни йиғиш платасининг ишлаш тамойили соддалашган ҳолда бундай тавсифланади. Маълумотларни йиғиш жараёнини шартли равишда икки гуруҳга бўлиш мумкин: рақамлаштирилган сигналларни маълумотларини йиғиш платасининг буфер хотирасига ёзиш (реал осциллограф нурунининг тескари йўлига мос келади) ва маълумотларни виртуал осциллографга узатиш, уларни ишлаб чиқиш ва экранга чиқариш (реал осциллографлар нурунининг тўғри йўлига мос келади). «Нурнинг тўғри йўли» (экранда тасвирнинг янгиланиш вақти) режими маълумотларни йиғиш платасининг ёзувчи буфери хотирасининг ҳажми, процессорнинг тезкорлиги ва компьютернинг оператив хотирали қурилма, осциллографнинг каналлари сонига тенг.

Текширилаётган сигналлар аналог кўринишда бўлишига қарамасдан, виртуал экрандаги (компьютернинг дисплейидаги) тасвир аналог-рақамли ўзгартиришдан сўнг шаклланади ва шунинг учун дискрет бўлади. График интерфейсининг тугмалари, дастаклари, алмашлаб улагичлари ва бошқа элементлари реал элементлардан амалда фарқ қилмайди. Уларнинг биргина ва асосий фарқи дастаклар ва алмашлаб улагичларнинг ҳолатини реал ўлчаш асбобларидаги каби кўлда эмас, балки сичқонча (ёки клавиатура) ёрдамида ўзгартиришдан иборатдир.

Виртуал рақамли хотирловчи осциллографнинг асосий афзалликлари қуйидагилардан иборат:

- сигналлар ва занжирларнинг параметрларини ўлчашнинг юқори аниқлиги;

- ҳар қандай ёйиш тезлигида ёрқин, аниқ фокусланган экран ва контурлари аниқ чизилган тавсифлар;

- кенг ўтказиш полосаси;

- сигнал эпюраларини ихтиёрий вақтга хотирлаш имконияти;

- сигналларнинг параметрларини автоматик ўлчаш;

- ўлчаш натижаларини статистик ишлаб чиқиш имконияти;

- ўз-ўзини калибрлаш ва ўзини ўзи ташхислаш воситаларининг мавжудлиги;

- жорий маълумотларни намунавий маълумотлар ёки олдиндан ёзилган маълумотлар билан солиштириш имконияти;

- ўлчашлар натижалари ҳақида ҳисоботлар яратиш учун принтер ва плоттернинг мавжудлиги ҳамда ўлчаш натижаларини соддалаштирилган архивлаштириш;

- электр занжирларда кечадиган ўтиш жараёнларини тадқиқ қилиш имконияти.

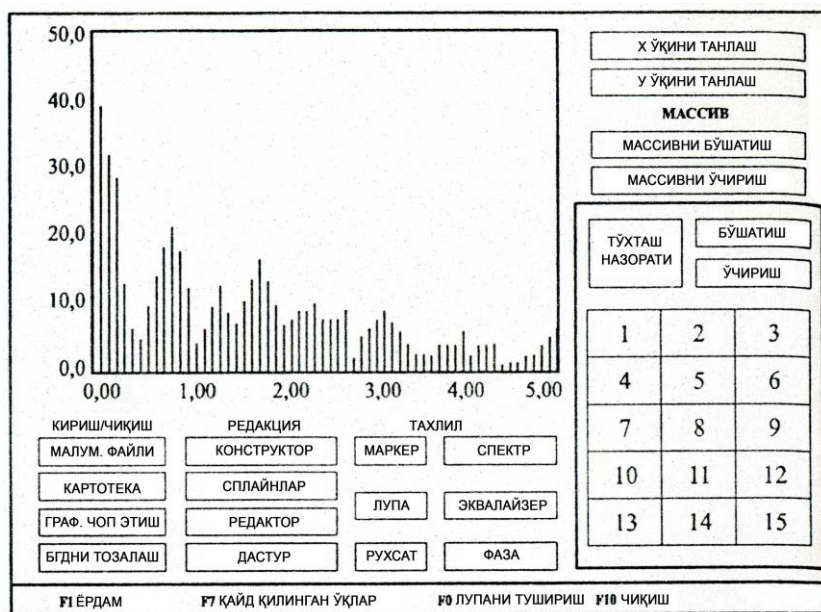
13.4-расмда виртуал рақамли спектр таҳлиллагич дастурий интерфейсининг ташқи кўриниши, 13.5-расмда эса виртуал рақамли сигналлар генератори тасвирланган.

Виртуал спектр таҳлиллагич 2 тадан 1024 гармоник ташкил этувчиларни тадқиқ этиш, гармоникаларнинг амплитудалари ва фазаларини ҳисоблаш ҳамда текширилаётган сигнал спектрал тасвирининг Фурье коэффициентларини ҳисоблашга имкон беради.

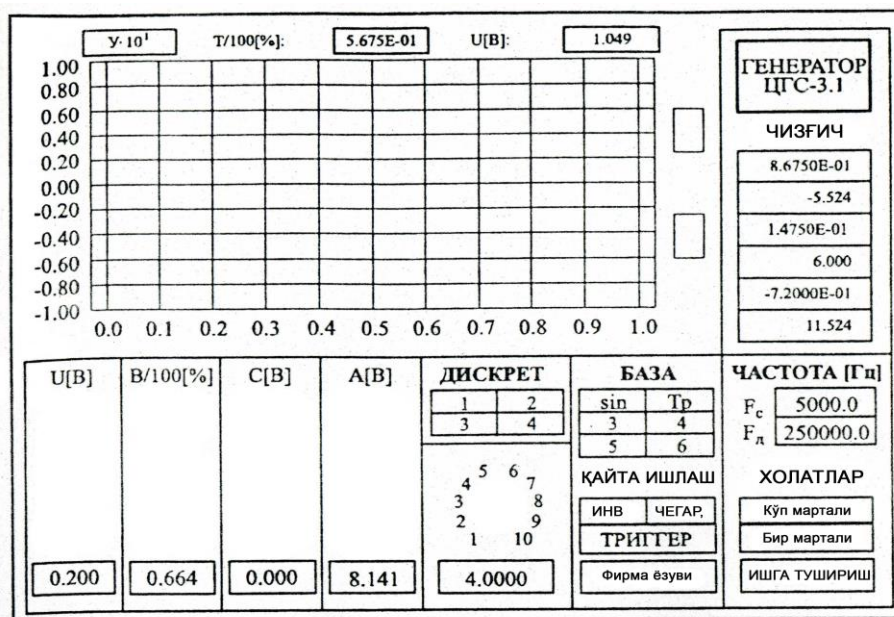
Виртуал сигналлар генератори ЦГС-31 кенг частоталар тўрини яратишга қодир ва чиқиш сигналларининг параметрларини ростлашга имкон берувчи кўп иш режимларига эга.

Шундай қилиб, виртуал асбобларнинг кенг ҳисоблаш имкониятлари ўлчашлар аниқлигини оширишнинг кўплаб масалаларини, самарадорлик ва тезкорликни дастурий воситалар билан амалга оширишга имкон беради.

Масалан, физик катталиқнинг ўлчашларда ҳосил қилинган ва экспериментатор компьютернинг дисплейида кузатаётган тақсимот гистограммаси тушиб қолган қийматларга ва текисланган шаклга эга бўлса, у ҳолда ўлчанаётган катталиқнинг чиқариб ташла-нишлари ва дрейфи ҳамда хатоликлар борлигини таҳлил қилиш мумкин.



13.4-расм. Виртуал рақамли спектр таҳлиллагич дастурий интерфейсининг ташқи кўриниши.



13.5- расм. Виртуал рақамли сигналлар генератори дастурий интерфейсининг ташқи кўриниши.

Чиқариб ташлашларни бартараф этиш учун статистик дастурларнинг биридан фойдаланиш мумкин. Ҳозирги вақтда замонавий компьютерлар, компьютер графикаси, истиқболли ўлчаш усуллари ва воситалари, ахборотни рақамли ишлаб чиқиш, дастурий ва технологик таъминотни яратишда «Plug & Play» мультимедиа-технологияларидан кенг фойдаланиладиган виртуал ўлчаш тизимларини яратиш бўйича йўналиш кенг ривожланмоқда.

Буларнинг ҳаммаси физик катталикларни ўлчаш аниқлиги ва сифатини жиддий ошириш имконини беради.

Бундай тизимлар асосида қуйидаги ишлар ўтказилади:

– виртуал ижро этилган универсал (функционал ориентирланган) асбоблар (осциллографлар, таҳлилилагичлар, генераторлар, сигналлар синтезаторлари, мультииметрлар, вольтметрлар, частота ўлчагичлар, мультиплексорлар) ва спектроскопик, акустик ва ўта ўтказгичли электроника, оптик ёруғлик диодларни қутблаштирилган текширишларда, газлар ва атмосферада электромагнит нурланишнинг тарқалишини ўрганишда, Ерни, планеталарни ва масофали зондлашда ва ҳ.к. ларда қўлланиладиган, махсус (муаммовий-ориентирланган) тизимлар кўринишида амалга ошириладиган тажрибавий илмий ўлчашлар ва тадқиқотлар:

– дастурий йўл билан синтезланган янги универсал компьютерли асбоблар оиласини яратиш; булар орасида асбоб ва ўлчашлар тавсифлари аниқлигини баҳолаш ва тақдим этиш блокига эга бўлган асбобларни ажратиш кўрсатиш мумкин;

– ўқув вазифали виртуал тизимлар: практикум ва тренажёрлар, серияли ишлаб чиқарилаётган асбобларга оид каталоглар ва йўриқномалар.

### **13.4 Интеллектуал ўлчаш тизимлари**

*Интеллектуал ўлчаш тизимлари* – бу конфигурациялаш параметрларини киритиш учун дастурланадиган терминалдан (дастурлагичдан) фойдаланиб, ўзига хос вазифаларни бажаришга яқка тартибда дастурлаш мумкин бўлган тизимдир. Бу каби тизимлар таҳлил қилинаётган ахборотни ифодалаш учун воситалар: буйруқларнинг математик сигналларини визуаллаштириш учун дисплей, операторга зарурий ахборотни тақдим этувчи рақамли индикаторлар ва иш турларини қайта улаш клавишлари билан

таъминланган. Узлуксиз таъминот блоки таъминот узоқ вақт узилганида дастурларнинг сақланишини таъминлайди.

Интеллектуал ўлчаш тизимлари барча ўтиш ва назорат функцияларини реал вақт масштабида бажаришга қодирдир. Бу юқори «даражали» ўлчаш ва назорат функцияларини катта компьютерлардан фойдаланмасдан амалга оширишга имкон беради. Бундай тизим автоном ишлаганида берилган параметрларни узлуксиз ўлчаш ва назорат қилиш, маълумотларни йиғиш ва сигналларга ишлов беришни таъминлайди.

Интеллектуал ўлчаш тизимлари анъанавий тизимларга қараганда жиддий устунликка эга, чунончи:

– ўлчаш жараёнларини бошқариш контурларининг юқори тезкорлиги ҳамда маълумотларни юқори тезликда йиғиш;

– универсаллик – стандарт интерфейслар ҳар қандай тизимлар ва жиҳозларга содда уланишни таъминлайди;

– ҳар бир тизимли даражада юқори ишончлилик – универсал усулларнинг қўлланилиши бузилмасдан ишлашни таъминлайди;

– ўзаро алмашишлик: интеллектуал тизимлар ўзининг хос функцияларига мўлжаллаб якка тартибда дастурланадиган қурилмалар бўлганлиги учун уларнинг ҳар бири ўшандай функционал вазифали бошқа қурилма билан алмаштирилиши мумкин; ҳар бир тизимни шу синфдаги тизимларнинг исталган тури учун резерв тизим деб қараш мумкин, бу эса қўшимча резерв ўлчашлар тизимлари сонини камайтиради ва бирор-бир элементнинг кам эҳтимоллик билан ишдан чиқишида ҳам авариявий даврни минимумга келтиради.

Интеллектуал ЎТларнинг қурилиш тамойиллари ва тузилишлари анъанавий ўлчаш тизимларининг энг яхши томонларини ўз ичига олади, бироқ микропроцессорли ва компьютерли техника билан кўпроқ бойитилган.

Интеллектуал ўлчаш тизимлари ўлчаш объектининг хоссалари ва ўлчаш шароитлари ҳақидаги ишчи, ёрдамчи ва оралик ахборотни ҳисобга оладиган ўлчаш алгоритмларини яратишга имкон беради. Ўзгарувчан иш шароитларига мувофиқ равишда қайта созланиш ва қайта дастурланиш қобилиятига эга бўлган интеллектуал алгоритмлар ўлчашлар тезкорлиги ва метрологик савиясини ошириш имконини беради.

## 13.5 Интерфейслар

Фақат компьютерни ўлчаш воситалари билан боғлаш (бириктириш) учун қўлланиладиган интерфейсларни кўриб чиқамиз, чунки интерфейслар бошқа қурилмаларда ҳам қўлланилади (масалан, алоқа модемларида). Ахборот-ўлчаш тизимларида одатда умумий магистралларга уланадиган ва ахборотни ташқи тармоқларга узатиш учун ҳам фойдаланиладиган *стандарт интерфейслардан* ва модуллардан фойдаланилади. Бунда янги метрологик масалани ҳал этиш учун ахборот манбаси ёки қабул қилгичи сифатида фойдаланиладиган модулларнинг бир қисмини ва дастурий таъминотни алмаштириш етарли бўлади.

ЎТ бажарадиган вазифаларга боғлиқ равишда турлича мураккаблик ва тузилишли интерфейсларни қуриш мумкин.

Ҳар бир масала ёки масалалар гуруҳи учун интерфейслар яратиш иқтисодий фойдасиз бўлганлиги учун стандарт интерфейслардан фойдаланилади. Ҳозирги замон ўлчаш асбоблари ва тизимлари архитектурасида компьютерларга турли қурилмаларни улаш учун хизмат қиладиган стандарт компьютер интерфейслари борган сари кўпроқ аҳамият касб этмоқда. Булар бошқа компьютерлар, рақамли ўлчагичлар, ахборот йиғиш қурилмалари, ташқи каттиқ дисklar, Flash-хотира (инглизча flash – «чакнаш», «флеш» деб ўқилади), CD- ва DVD-қурилмалар, сканерлар, принтерлар ва ҳ.к., лар бўлиши мумкин. Замонавий стандарт интерфейсларнинг қисқача тавсифини кўриб чиқамиз.

### RS-232-C кетма-кетли интерфейси

Ҳозирги вақтда EIA RS-232-C стандарти ва V.24 ССІТТ тавсиялари билан ўрнатилган маълумотларни синхрон ва асинхрон узатиш кетма-кетли интерфейси кенг қўлланилмоқда (13.2-жадвал).

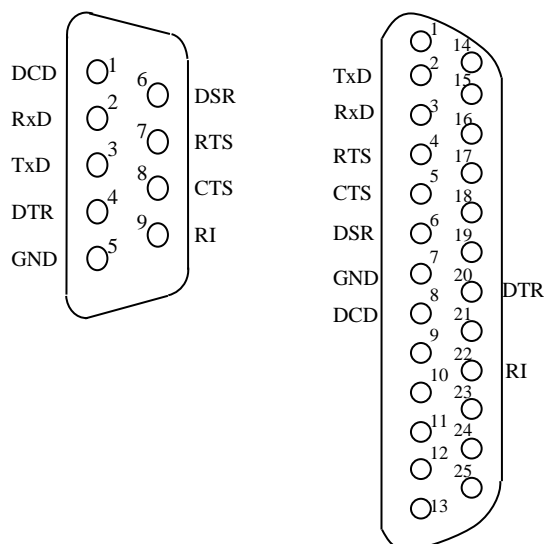
### RS-232-C интерфейси маълумотлари

*13.2-жадвал*

Узатиш тезлиги	115 kbit/c (максимум)
Узатиш масофаси	15 m (максимум)
Сигнал характери	Кучланиш бўйича носимметрик
Драйверлар сони	1

Қабул қилгичлар сони	1
Уланиш схемаси	Тўла дуплекс, нуқтадан нуқтагача

Компьютер RS-232-C интерфейсини улаш учун 25 контактли (DB25P) ёки 9 контактли (DB9P) улагичга эга (13.6-расм).



13.6-расм. RS-232-C интерфейсини улаш учун компьютернинг разъёмлари.

Контактларнинг вазифаси ва ахборот алмашилиш тартиби 13.3-жадвалда келтирилган.

RS-232-C интерфейси иккита қурилмани улайди ва компьютерларни ўзаро алоқаси учун ва, шунингдек, компьютерга стандарт ташқи қурилмаларни (принтер, сканер, модем, сичқонча ва бошқаларни) улаш учун мўлжалланган.

RS-232-C да маълумотлар кетма-кетли кодда байтлаб узатилади. Ҳар бир байт старт ва стоп битлари билан ўралади (хошияланади). Маълумотлар бир томонга ҳам, иккинчи томонга ҳам узатилиши мумкин (тўла дуплекс режими).

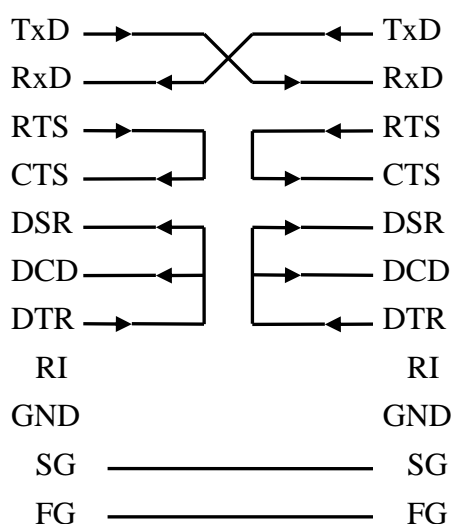
13.3-жадвал

Номи	Йўналиш	Тавсифи	Контакт (25 контактли) улагич	Контакт (9 контактли) улагич
DCD	IN	Carrie detect (Элтувчини аниқлаш)	8	1
RxD	IN	Receive Data (қабул)	3	2



		қилинадиган маълумотлар)		
TxD	OUT	Transmit Data (Узатиладиган маълумотлар)	2	3
DTR	OUT	Data Terminal Ready (Терминалнинг тайёрлиги)	20	4
GND	-	System Ground (Тизим корпуси)	7	5
DSR	IN	Data set Ready (маълумотнинг тайёрлиги)	6	6
RTS	OUT	Request to Send (Жўнатишга сўров)	4	7
CTS	IN	Clear to Send (қабул қилишнинг тайёрлиги)	5	8
RI	IN	Ring Indicator (индикатор)	22	9

RS-232-C дан фойдаланишнинг асосий афзалликлари ахборотни анча катта масофаларга узатилиш имконияти ва содда уловчи кабелдир. Уланган қурилмаларни бошқариш учун дастурли



13.7-расм. RS-232-C учун тўрт симли алоқа линияси схемаси.

тасдиқлашдан (узатиладиган маълумотлар оқимиға тегишли бошқарувчи сигналларни киритишдан) фойдаланилади. Аппаратли тасдиқлашни статус ва бошқаришни аниқлаш функцияларини таъминлаш учун қўшимча RS-232-C линияларни киритиш йўли билан ташкил этиш мумкин.

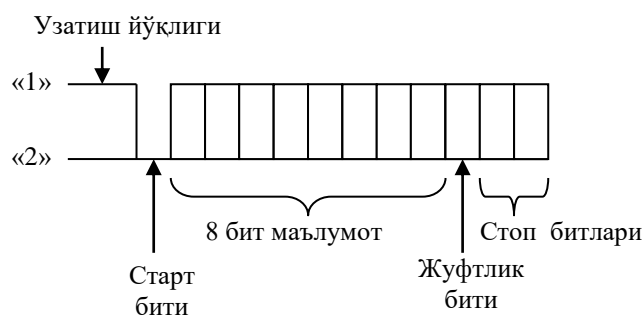
Уч ёки тўрт симли алоқа (икки йўналишда узатиш учун) энг кўп қўлланилади. Тўрт симли алоқа линияси учун RS-

232-C интерфейсини уланиш схемаси 13.7-расмда кўрсатилган.

Икки симли алоқа линия учун фақат компьютердан ташқи қурилмага узатиш бўладиган ҳолда SG ва TxD сигналларидан фойдаланилади. Интерфейсининг 10 та сигналининг ҳаммаси фақат компьютернинг модем билан уланишида ишлатилади.

RS-232-C интерфейси орқали узатиладиган маълумотларнинг формати 13.8-расмда келтирилган.

Маълумотларни ўзи (5, 6, 7 ва 8 бит) старт бити, жуфтлик бити ва битга ёки иккита стоп битлари билан қўшилиб боради. Старт битини олиб, қабул қилгич линиядан маълумотлар битларини маълум вақт ораликларидан кейин танлайди. Қабул қилгич ва узатгичнинг такт частоталари бир хил бўлиши жуда муҳимдир (фарқ 10% дан ошмаслиги руҳсат этилади). RS-232-C бўйлаб узатиш тезлиги ушбу қатордан танланади: 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 bit/s.



13.8-расм. RS-232-C маълумот формати.

RS-232-C бўйича алмашинув бунинг учун махсус ажратилган портлар COM1 (3F8h, ..., 3FFh адреслар, узиш IRQ4), COM2 (2F8h...2FFh адреслар, узиш IRQ3), COM3 (3F8h...3EEh адреслар, узиш IRQ10), COM (8E8h...2EFh адреслар, узиш IRQ11) бўйича мурожаатлар ёрдамида амалга оширилади.

Бу адреслар бўйича мурожаатлар форматларини кетма-кетли алмашинув контроллерлари микросхемалари UART нинг кўп сонли тавсифларидан, масалан, i8250, KP580BB51 дан топиш мумкин.

### RS-485 кетма-кетли интерфейси

RS-485 алоқа протоколи икки йўналишли балансланган узатиш линиясидан фойдаланадиган кенг фойдаланиладиган алоқа стандартидир.

Протокол кўп нуқтали уланишларни қўллайди ва 32 тагача тугунли тармоқларни яратишни ва 1200 м гача масофага узатишни

таъминлайди (13.4-жадвал). RS-485 такрорлагичларидан фойдаланиш узатиш масофасини яна 1200 m гача ошириш ёки яна 32 та тугун қўшишга имкон беради. RS-485 стандарти яримдуплекс алоқани қўллайди. Маълумотларни узатиш ва қабул қилиш учун ўтказгичларнинг битта ўралган жуфтлиги керак.

### RS-485 интерфейси маълумотлари

13.4-жадвал

Узатиш тезлиги	10 Mbit/s (максимум)
Узатиш масофаси	1200 m
Сигнал характери	Дифференциал кучланиш
Узатиш линияси	Ўралган жуфтлик
Драйверлар сони	32
Қабул қилгичлар	32
Уланиш схемаси	Яримдуплекс, кўп нуқтали

### USB интерфейси

USB (Universal Serial Bus – универсал кетма-кетли шина) 1996 йил яратилган. Бу стандартнинг яратилиши жуда нуфузли фирмалар: Intel, IBM, NEC, Northern Telecom ташаббуси билан амалга оширилди. Мазкур стандартнинг асосий вазифаси фойдаланувчиларга турли периферияли қурилмалар, хусусан, модемлар, қаттиқ дисклар ва Flash-хотира билан Plug&Play режимида ишлаш имкониятини яратишдан иборат бўлган. Бу шунингдек, қурилмани ишлаётган компьютерга улаш имкониятини, Plug&Play режимини қўллаш туфайли уланганидан сўнг дарҳол автоматик таниш ва конфигурациялаш ва кейин тегишли драйверлар ўрнатилишини кўзда тутиш зарур эди. Бундан ташқари кам қувватли қурилмаларнинг таъминотини шинанинг ўқидан узатиш мақбул эди.

USB интерфейсининг тезлиги периферия қурилмаларининг аксарият кўпчилиги учун етарли бўлиши лозим.

**USB интерфейсининг техник тавсифлари.** USB интерфейсининг имкониятлари унинг техник тавсифларидан келиб чиқади:

- юқори алмашинув тезлиги (full-speed signaling bit rate) – 12 Mbit/s;
- юқори алмашинув тезлиги учун максимал узунлик – 5 m;

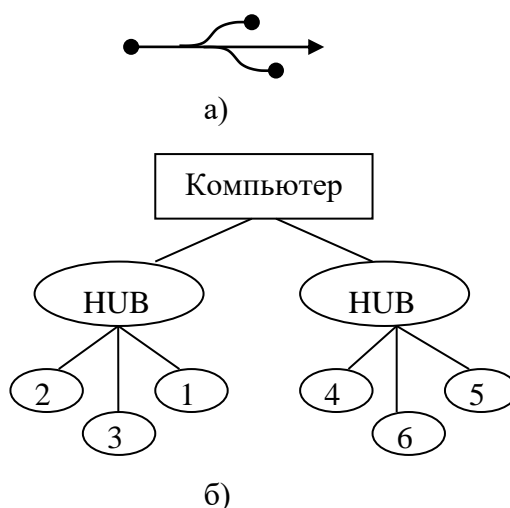
- паст алмашинув тезлиги (low-speed signaling bit rate) – 1,5 Mbit/s;
- паст алмашинув тезлиги учун кабелнинг максимал узунлиги – 3 m;
- уланган қўшимча қурилмаларнинг максимал сони – 127 та;
- турли алмашинув тезликларига эга бўлган периферияли қурилмалари уланиши мумкин;
- шахсий компьютер фойдаланувчисининг, SCSI учун терминаторлар каби қўшимча қурилмаларни ўрнатишга зарурат йўқлиги;
- периферия қурилмалари учун таъминот кучланиши – 5 V;
- битта қурилмага максимал ток истеъмоли – 500 mA.

USB интерфейсида маълумотлар алмашинувида фақат иккита тезликдан фойдаланиш имконияти бу шинанинг қўлланилишини чеклайди, бироқ интерфейс линиялари сонини жиддий камайтиради. Бевосита USB дан фақат кичик қувват истеъмол қиладиган қурилмалар: клавиатура, сичқончалар, джойстик ва ҳ.к. таъминланиши мумкин.

**USB интерфейси топологияси.** 13.9-а расмда USB интерфейсининг Windows 2000, ХТ, ХР ларда ва компьютерларнинг орқа деворларида ҳамда USB нинг барча улагичларида расмий белгиланиши келтирилган. Бу иконкача аслида USB топологияси ғоясини тўғри акс эттиради, бу топология эса ўралган жуфтликдаги компьютер тармоғининг одатда «юлдуз» деб аталадиган топологиясидан фарқ қилмайди. Ҳатто атамалари ҳам ўхшаш – шина кўпайтиргичлари ҳам HUB лар (ўзбекча – «хаб»лар) деб аталади.

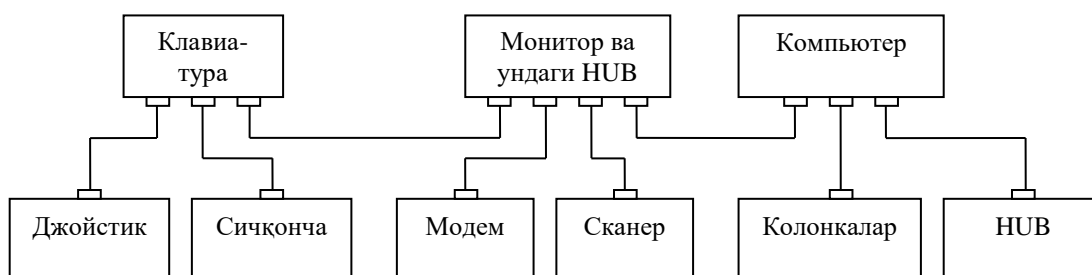
USB қурилмаларининг компьютерга уланиш дарахтини 13.9-б расмда кўрсатилганидек тасвирлаш мумкин (рақамлар билан USB интерфейсли ташқи қурилмалари белгиланган).

Компьютерга қурилмалардан истаган бирининг ўрнига ҳам HUB уланиши мумкин. USB интерфейси топологиясининг одатдаги локал тармоқ топологиясидан асосий фарқи шуки, компьютер (ёки Host-қурилма) фақат битта бўлиши лозим. HUB ни хусусий таъминот блокига эга бўлган алоҳида қурилма сифатида ҳам, ташқи қурилмага ўрнатилган қурилма сифатида ҳам улаш мумкин. Аксарият ҳолларда HUB лар компьютерларнинг мониторлари ва клавиатурасига ўрнатилади.



13.9-расм. USB интерфейсининг топологияси.  
а) иконка; б) уланиш дарахти.

13.10-расмда ташқи қурилмаларнинг шартли USB-тармоққа уланишига мисол келтирилган.



13.10- расм. Ташқи қурилманинг USB тармоққа уланишига мисол.

USB шинаси бўйича маълумотлар алмашиш фақат компьютер ва ташқи қурилма орасида бориши тугайли катта ҳажмли қабул қилиш ва (ёки) узатишга эга бўлган қурилмалар ё компьютернинг бевосита ўзига, ёки энг яқин бўш тугунга уланиши мумкин.

Яқинда бу стандартнинг янги русуми (версияси) USB 2.0 пайдо бўлди, у қуйидаги афзалликларга эга: биринчидан USB 2.0 стандарти USB 1.1 нинг барча афзалликларига эга бўлди, иккинчидан, максимал алмашинув тезлиги 40 марта ошди ва 60 Mbit/c ни ташкил этди, USB 1.1 стандартининг талабларига жавоб берадиган қурилмалар билан тескари биргаликда ишлаш сақланиб қолди.

## **FireWire интерфейси**

Ҳозирги вақтда USB 2.0 нинг рақиби FireWire интерфейси бўлиб қолди, у IEEE 1394 (Institute of Electrical and Electroning Engineers 1934) деб ҳам аталади. FireWire шинасининг маълумотлар узатиш тезлиги – 100, 200, 400 Mbit/s, узатиш масофаси 4,5 m дан кам эмас, ташқи қурилмалар сони 125 тагача. FireWire интерфейси, USB интерфейси каби, компьютерни узмасдан, яъни Plug&Play ни қўллаш туфайли «иш» режимида унинг аппарат воситаларининг қайта конфигурация қилинишини таъминлайди.

FireWire стандарти қабул қилганига мувофиқ равишда бу интерфейс кабеллари ва улагичининг тўртта варианты мавжуд.

FireWire нинг олти контактли биринчи варианты фақат маълумотларни узатишнигина эмас, балки FireWire нинг шахсий компьютернинг тегишли контроллёрига уланган қурилмаларига электр таъминот узатилишини ҳам кўзда тутди. Бунда жами ток 1,5 А катталиқ билан чегараланган. FireWire нинг тўрт контактли улагичли иккинчи варианты фақат маълумотларни узатишга мўлжалланган. Бу ҳолда уланадиган ташқи қурилмалар автоном таъминот манбаларига эга бўлиши лозим.

Турли видео ва аудио жиҳозларни (видеомагнитофонларни, видеокамераларни, CD- ва DVD-қурилмаларни улаш учун фойдаланиладиган, маълумотларни рақамли кўринишда узатишни амалга оширадиган FireWire шинаси i.LINK номи билан машҳур.

## **IrDA интерфейси**

IrDA интерфейси Wireless (симсиз) ташқи интерфейслар турига мансуб, бироқ унда, радиоинтерфейслардан фарқлироқ, ахборот узатиш канали оптик қурилмалар ёрдамида яратилади. Тажрибанинг кўрсатишича, ахборотни симсиз узатиш линиялари орасида инфра-қизил (ИК) очиқ оптик канал маълумотларни унча катта бўлмаган масофаларга (бир неча ўн метргача) узатишнинг энг арзон ва қулай усули бўлар экан.

IrDA интерфейси (порти) техник жиҳатдан компьютернинг коммуникацион СОМ-порт архитектурасига асосланган бўлиб универсал асинхрон қабул қилгич-узатгич VARTдан фойдаланади ва маълумотларни узатиш тезлиги 2,4...115,2 kbit/c тезлик билан ишлайди. IrDA интерфейсида яримдуплекс алоқа ўрнатилади,

чунки узатилаётган ИҚ-нур қабул қилгичнинг кўшни PIN-диодли кучайтиргичини ёритади. Қурилмалар орасидаги ҳаво оралиғи ИҚ-энергияни жорий моментда фақат битта манбадан олиш имконини беради.

Ҳозирги вақтда IrDA-standart очик ИҚ-канал бўйлаб ахборот узатишни ташкил этиш учун энг кенг тарқалган стандартлардан биридир.

## **Bluetooth интерфейси**

Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG) консорциуми томонидан илгари сурилаётган Bluetooth технологияси кенг фойдаланиладиган шахсий симсиз тармоқлар (personal area network) қуриш учун мўлжалланган. Bluetooth жиҳози 2,4 GHz частоталар диапазонида ишлайди, трафикни узатиш учун эса спектрни частотани сакраш билан созлашли кенгайтириш усулидан фойдаланилади.

Bluetooth тармоқларининг ўтказиш қобиляти 780 kbit/s ташкил этади. Асинхрон протоколдан фойдаланишда рақамли маълумотларни бир йўналишли максимал узатиш тезлиги 722 kbit/s ни ташкил этади. Спецификацияларнинг дастлабки вариантыда (v 1.0) Bluetooth тармоқларида уланишлар узунлиги 10 м дан ошмаслиги назарда тутилган эди, аммо 2001 йилда бир қатор ишлаб чиқарувчилар алоқа олислигини 100 м гача етказишга эришдилар (бинодан ташқарида ишлашда).

Бу технологиянинг жиддий камчиликлари жумласига Bluetooth спецификацияларининг мослашувчанлигини киритиш лозим, бунинг оқибатида турли ишлаб чиқарувчилар маҳсулотлари бир-бири билан бирикмай қолиши мумкин. Бу муаммо 2001 йилда пайдо бўлган Bluetooth v 1.1. версиясида қисман ҳал қилинган. Bluetooth спецификациясига асосан иккита бирикадиган қурилма бир-бири билан 10 м гача масофада ўзаро ишлаши лозим. Масалан, телефонни стол устида қолдириб, хонада юриб, гарнитура ёрдамида сўзлаши мумкин. Бу аслида ҳам содда ва қулайдир.

## **МЭК 625.1 интерфейси**

МЭК 625.1 интерфейсидан саноатда ҳалигача сериялаб ишлаб чиқарилаётган ва таркибига интерфейсли модуллар киритилган;

ҳам автоном, ҳам ЎТ таркибида фойдаланишга имкон берувчи рақамли вольтметрлар, частота ўлчагичлар, дастурланувчи генераторлар киритилган ўлчаш воситалари асосидаги катта бўлмаган локал ЎТ ларда фойдаланилади. Агар интерфейсли зарурий асбоблар бор бўлса, у ҳолда ЎТ нинг аппаратли қисмини яратиш барча таркибий асбобларни компьютерга стандарт улагичли махсус кабел билан улашдан иборат бўлади.

### Назорат саволлари

1. Ўлчаш тизимлари нимадан иборат?
2. Ўлчаш тизимлари қандай таснифланади?
3. Замоनावий ўлчаш тизимлари қандай тузилишга эга?
4. Тўғри вазифали ўлчаш тизимларини қандай синфларга бўлиш мумкин?
5. Виртуал ахборот-ўлчаш тизимлари нимадан иборат?
6. Виртуал ахборот-ўлчаш асбоблари ва тизимларининг пайдо бўлишига нима сабаб бўлди?
7. АЎТ лардан қандай асосий мақсадларда фойдаланилади?
8. АЎТ ларни ишлаш алгоритмининг ташкил этилиши бўйича қандай фарқланади?
9. АЎТ таркибига қандай таъминот киради?
10. ЎХК лар қандай вазифаларни ҳал этади?
11. ЎХК лар вазифаси бўйича қандай синфларга бўлинади?
12. Ҳозирги замон ўлчаш техникасида виртуал асбобларнинг вазифаси нимадан иборат?
13. Виртуал ўлчаш тизимларининг қўлланиш соҳаларини айтиб беринг.
14. Виртуал асбоблар ЎТ ларнинг бошқа турлари орасида қандай асосий хусусиятларша ва афзалликларга эга?
15. Виртуал асбоблар қандай узеллар ва қурилмалар асосида қурилади?
16. LabVIEW дастурининг имкониятларини санаб беринг.
17. Интеллектуал ўлчаш тизимлари нимадан иборат ва улар қандай мақсадларга мўлжалланган?
18. Стандарт интерфейслар қандай мақсадлар учун хизмат қилади?
19. Асосий интерфейслар қандай тузилган?



## ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. “2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича ҳаракатлар стратегияси” тўғрисидаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февральдаги №-ПҚ4947 сонли Қарори.

2. Хромой Б.П. Метрология и измерения в телекоммуникационных системах (Том 1)–М.: ИРИАС, 2007.

3. Хромой Б.П. Метрология и измерения в телекоммуникационных системах (Том 2)–М.: ИРИАС, 2008.

4. Toru Yoshizawa. Handbook of optical metrology: principles and applications, Boca Raton: Taylor & Francis, 2008.

5. A.E. Fridman. Quality of Measurements: A Metrological Reference, Springer Science+Business Media, 2012.

6. Метрология и радиосвязь. В.И. Нефедов, В.И. Хахин, В.К.Битюков и др. Под ред. В.И.Нефедова. –М.: Высшая школа, 2003.

7. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. В. И. Нефедов, В.И. Хахин, Е.В. Федорова и др.; под. ред. В. И. Нефедова. - М.: Высшая школа, 2001.

8. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация, сертификация. - М.: Логос, 2003.

9. Электрорадиоизмерения. В. И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюков и др. под. ред. А.С. Сигова. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003.

10. Клевлеев В.М., Кузнецова И.А., Попов Ю.П. Метрология, стандартизация и сертификация: - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003.

11. ГОСТ 8032-84 Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.

12. ГОСТ 6636-69 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.

13. ГОСТ 16263-70 ГСИ. Метрология. Термины и определения.

14. ГОСТ 1.0-2015 Межгосударственная система стандартизации. Основные положения.

15. O`z DSt 1.1:1992 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и регистрации государственных стандартов.

16. O`z DSt 1.2:1992 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и государственной регистрации технических условий.

17. O`z DSt 1.3:1992 ГСС Уз. Порядок разработки, утверждения и государственной регистрации стандартов предприятия.

18. РД Уз 51-011-1993 ГСИ Уз. Типовое положение о метрологической службе юридического лица в Республике Узбекистан.

19. РД Уз 51-012-1993 ГСС Уз. Типовое положение о базовой организации по стандартизации.

20. РД Уз 51-013-1993 ГСС Уз. Типовое положение о техническом комитете по стандартизации.

21. O`z RH 78-001-1993 Методика проверки нормативных документов на полноту изложения требований пожарной безопасности и порядок осуществления контроля за их внедрением и соблюдением.
22. Уз РСТ 8.010-1993 Уз УДТ. Метрология. Атамалар ва таърифлар.
23. РСТ Уз 15.001-1993 СРПП Уз. Продукция производственно-технического назначения.
24. O`z DSt 1.8:1994 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и государственной регистрации руководящих документов и рекомендаций.
25. РМГ-01-1994 Рекомендации по планированию и финансированию работ по межгосударственной стандартизации.
26. РСТ Уз 6.01.1-1995 Единая система классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации Республики Узбекистан. Основные положения.
27. РСТ Уз 6.01.2-1995 Единая система классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации Республики Узбекистан. Порядок разработки и ведения классификаторов.
28. O`z DSt 1.9:1995 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и регистрации отраслевых стандартов.
29. РД Уз 51-040-1995 ГСС Уз. Планирование республиканской стандартизации.
30. РСТ Уз 2.116-1996 Карта технического уровня и качества продукции.
31. O`z RH 51-010-1996 ГСС Уз. Формирование требований к продукции в нормативных документах.
32. O`z RH 51-050-1996 ГСС Уз. Требования к оформлению нормативных документов.
33. РД Уз 51-051-1996 ГСС Уз. Типовое положение о службе стандартизации на предприятиях (в организациях).
34. РД Уз 51-023-1997 ГСС Уз. Порядок создания и ведения Республиканского фонда нормативных документов.
35. O`z T 51-052-1997 ГСС Уз. Методика сравнительного анализа и гармонизации требований нормативных документов с требованиями международных и зарубежных нормативных документов.
36. Р Уз 51-055-1997 ГСС Уз. Рекомендации. Нормативы трудоемкости и стоимости работ по стандартизации.
37. O`z DSt 1.4:1998 ГСС Уз. Порядок обеспечения нормативными документами.
38. O`z DSt 1.7:1998 ГСС Уз. Порядок применения межгосударственных и национальных нормативных документов других государств.
39. O`z DSt 1.10:1998 ГСС Уз. Основные термины и определения.
40. O`z DSt 1.17:1998 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и регистрации технических описаний и образцов (эталонов).
41. РД Уз 51-67-1998 Каталогный лист продукции. Форма, правила заполнения, представления и регистрации.

42. РД Уз 51-077-1998 ГСС Уз. Методика оценки научно-технического уровня нормативного документа на продукцию.

43. O`z DSt 1.14:1999 ГСС Уз. Порядок внедрения нормативных документов.

44. O`z DSt 1.16:1999 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и регистрации опережающих стандартов.

45. O`z DSt 15:1999 ГСС Уз. Определение уровня и вида нормативного документа на продукцию.

46. O`z DSt 6.17-01:1999 Автоматическая идентификация. Штриховое кодирование. Система штрихового кодирования продукции. Основные положения.

47. O`z DSt 6.17-02:1999 Автоматическая идентификация. Штриховое кодирование. Термины и определения.

48. O`z DSt 6.17-03:1999 Автоматическая идентификация. Штриховое кодирование. Порядок регистрации предприятия, присвоения, пересмотра и отмены кодов EAN на продукцию.

49. O`z DSt 6.17-05:1999 Автоматическая идентификация. Штриховое кодирование. Порядок расположения штрихкоды символов EAN на потребительских товарах и транспортных упаковках. Общие требования.

50. O`z DSt 8.004:1999 ГСИ Уз. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения.

51. O`z DSt 6.17-04:2000 (ИСО/МЭК 15420) Автоматическая идентификация. Штриховое кодирование. Спецификация символики EAN.

52. O`z RH 51-100:2000 Порядок взаимодействия Узгосстандарта и его территориальных органов с общественными объединениями потребителей.

53. O`z DSt 15.000:2001 СРПП Уз. Основные положения.

54. O`z DSt ISO/IEC 21:2001 ГСС Уз. Принятие международных и региональных стандартов в качестве государственных стандартов Узбекистана (ISO/IEC 21:1999, IDT).

55. O`z DSt : 2001 ГСС Уз. Экспертиза нормативных документов.

56. O`z DSt 1.20:2001 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и государственной регистрации административно-территориальных стандартов.

57. O`z DSt 16.3:2001 С А РУз. Аккредитация юридических лиц на право изготовления, аттестации и реализации стандартных образцов. Организация и порядок проведения.

58. O`z RH 51-101:2001 ГСИ Уз. Метрологическая экспертиза нормативной и технической документации. Организация и порядок проведения.

59. ГОСТ 8.401-80 ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования.

60. ГОСТ 8.009-84 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

61. O`z DSt 8.002:2009 ГСИ Уз. Метрологический контроль и надзор. Основные положения.

62. РСТ Уз 8.003-1992 ГСИ Уз. Поверка средств измерений. Основные положения.

63. РСТ Уз 1.5-1993 ГСС Уз. Порядок проверки, пересмотра, изменения и отмены стандартов и технических условий.

64. РД Уз 51-006-1993 ГСИ Уз. Правила перевода средств измерений в разряд индикаторов.

65. РСТ Уз 8.009-1994 ГСИ Уз. Испытания по утверждению типа средств измерений. Организация и порядок проведения.

66. O`z DSt 8.011:2004 ГСИ Уз. Аттестация средств измерений метрологическая. Организация и порядок проведения.

67. РСТ Уз 8.012-1994 ГСИ Уз. Единицы физических величин.

68. РД Уз 51-019-1994 ГСИ Уз. Государственный реестр средств измерений. Основные положения.

69. РД Уз 51-022-1994 ГСИ Уз. Испытания средств измерений на соответствие утвержденному типу. Организация и порядок проведения.

70. РСТ Уз 8.016-1995 ГСИ Уз. Требования к аттестации, утверждению и регистрации методик выполнения измерений.

71. РСТ Уз 8.017-1995 ГСИ Уз. Аттестация испытательного оборудования. Организация и порядок проведения.

72. РД Уз 51-038-1995 ГСИ Уз. Порядок регистрации юридических и физических лиц на право ремонта средств измерений.

73. РСТ Уз 789-1997 Методики испытаний продукции. Порядок разработки, аттестации, утверждения и регистрации.

74. O`z DSt 8.018:97 Государственная система обеспечения единства измерений РУз. Система калибровки средств измерений. Основные положения.

75. O`z DSt 8.001:2010 ГСИ Уз. Обеспечение единства измерений. Основные положения.

76. РД Уз 51-071-1998 ГСИ Уз. Система калибровки средств измерений. Требования к выполнению калибровочных работ.

77. O`z DSt 8.006:1999 ГСИ Уз. Аккредитация на право испытаний, метрологической аттестации, поверки средств измерений.

78. O`z DSt 8.010:2002 ГСИ Уз. Метрология. Термины и определения. Часть 1. Основные и общие термины.

79. РД Уз 51-081-1999 ГСИ Уз. Система калибровки средств измерений. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право калибровки средств измерений.

80. O`z DSt 8.020:2000 ГСИ Уз. Регистрация деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, прокату и реализации средств измерений.

81. O`z DSt 1.19:2000 ГСС Уз. Знаки подтверждения соответствия. Форма, начертание, основные размеры.

82. O`z DSt 1008:2001 Услуги. Методики оценки качества услуг. Основные положения.

83. Guide to the Expression of Uncertainty in measurement. First edition ISO, Geneva, 1993.

84. ISO/IEC17025:1999 General requirements for the of testing and calibration Laboratories. ISO, Geneva, 1999.

85. Руководства по выражению неопределённости измерения (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, ISO, Geneva, 1993): Перевод с англ. под науч. ред. проф. Слаева В. А. – ГП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, С-Петербург, 1999.

86. Государственный стандарт Узбекистана. O`z DSt ISO/IEC 17025:2007. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

87. Захаров И.П., Кукуш В.Д. Теория неопределённостей в измерениях. Учебное пособие: - Харьков, Консум, 2002.

88. Кунце Х.И. Методы физических измерений. –М.:Мир, 1989. -216с.

89. Хакимов О.Ш., Латипов В.Б. Оценка неопределенности измерений. Учебное пособие. – Ташкент:НИИСМС, 2008. -110с.

90. МИ 2552-910. Рекомендация по выражению неопределённости измерений.

91. РМГ 43-2001. Применение «Руководства по выражению неопределённости измерений».

92. РСТ Уз 15.001-1993 СРПП Уз. Продукция производственно-технического назначения.

93. O`z DSt ISO 9000:2002 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

94. O`z DSt ISO 9001:2002 Системы менеджмента качества. Требования (ISO 9001:2000, IDT)

95. O`z DSt ISO 9004:2002 Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности.

96. O`z DSt ISO 10006:2005 Система менеджмента качества. Руководящие указания по менеджменту качества проекта (ISO 10006:2003, IDT)

97. O`z DSt ISO 19011:2004 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента. Взамен РД Уз 51-076-98

98. O`z DSt ISO 9004-2:1999 Административное управление качеством и элементы системы качества. Часть 2. Руководящие положения по услугам

99. O`z DSt ISO 9004-4:1999 Система качества. Административное управление качеством и элементы систем. Часть 4. Руководящие положения по улучшению качестваю.

100. O`z DSt ISO 1007:2004 Административное управление качеством. Руководящие указания по административному управлению конфигурацией.

101. O`z DSt ISO 10015:2003 Управление качеством. Руководящие указания по обучению (ISO 1005:1999, IDT)

## МУНДАРИЖА

	СЎЗ БОШИ.....	5
I БОБ.	ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ВА АХБОРОТ-КОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ СОҲАСИДА МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТ.....	10
1.1	Метрологияда қўлланиладиган асосий атамалар.....	10
1.2	Ўлчашлар таснифи.....	12
1.3	Ўлчашларнинг асосий тавсифлари.....	14
1.4	Физик катталиклар ва бирликлар.....	15
1.5	Эталонлар ва намунавий ўлчаш воситалари.....	18
1.6	Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида метрологик таъминотнинг норматив-ҳуқуқий асоси.....	21
1.7	Метрология бўйича ишларни ташкил этиш.....	23
1.8	Ўлчаш воситаларини қиёслаш ва калибрлаш.....	25
1.8.1	Ўлчаш воситаларини қиёслаш.....	25
1.8.2	Ўлчаш воситаларини қиёслаш даврийлиги.....	28
1.8.3	Қиёслаш лаборатория хоналарига қўйиладиган талаблар.....	33
1.8.4	Қиёслаш ишлари давомийлигини меъёрлаш.....	35
1.8.5	Қиёслаш ишларини олиб бориш кетма-кетлиги.....	35
1.8.6	Ўлчаш воситаларини калибрлаш.....	39
1.8.7	Ўлчаш воситаларининг метрологик аттестацияси.....	40
1.8.8	Ишчи эталонлар ва қиёслаш усулини танлаш.....	42
1.8.9	Қиёслаш ишларини қисқартириш.....	46
1.8.10	Қиёслаш ишлари учун аниқлик мезони бўйича ишчи эталонларни танлаш.....	49
1.8.11	Ўлчаш воситаларини қиёслаш услубияти.....	52
1.9	Ўлчашлар бирлигини таъминлаш тизими.....	54
1.9.1	Ўлчашлар бирлигини таъминлаш тизимининг асосий элементлари.....	55
1.9.2	Ўлчашлар бирлигини таъминлашнинг норматив-ҳуқуқий асоси.....	56
1.9.3	Метрологик текширув ва назорат.....	57
1.9.4	Метрология соҳасидаги атамашунослик.....	59
1.10	Телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасининг асос метрология хизмати.....	60
1.11	Ўлчаш тажрибасини режалаштириш. Объект ва ўлчаш сигналлари моделлари.....	65
II БОБ.	ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ВА АХБОРОТ-КОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ СОҲАСИДА СТАНДАРТЛАШТИРИШ.....	80
2.1	Соҳада стандартлаштиришнинг тузилиши ва	

	ривожланишининг норматив-ҳуқуқий асоси.....	80
2.2	Ўзбекистон Республикасининг «Техник жиҳатдан тартибга солиш тўғрисида»ги Қонуни шарҳлари.....	83
2.3	Давлат стандартлаштириш тизимлари.....	91
2.4	Норматив ҳужжатнинг даражаси ва турини таърифлаш.....	94
2.5	Норматив ҳужжатларни жорий қилиш.....	95
2.6	Норматив ҳужжатларни текшириш, қайта кўриб чиқиш, ўзгартириш ва бекор қилиш.....	100
2.7	Стандартлаштириш бўйича техник қўмиталар.....	102
2.8	Асос стандартлаштириш ташкилотлари.....	109
2.9	Корхона ва ташкилотлардаги стандартлаштириш хизматлари.....	111
2.10	Техник-иқтисодий ва ижтимоий ахборотнинг ягона таснифлаш ва кодлаш тизими.....	113
2.11	Штрихли кодлашни жорий этишнинг ҳуқуқий асослари.....	116
2.12	Штрихли кодлашни жорий этишнинг норматив асоси.....	117
III БОБ.	<b>МАҲСУЛОТ ВА ХИЗМАТЛАРНИ СЕРТИФИКАТЛАШТИРИШ АСОСЛАРИ.....</b>	<b>129</b>
3.1	Сертификатлаштиришнинг қонунчилик асослари.....	132
3.2	Сертификатлаштириш схемалари.....	137
3.3	Сертификатлаштириш бўйича органлар ва синов лабораторияларининг фаолиятини аккредитлаш.....	141
3.4	Сертификатлаштиришни ўтказиш қоидалари ва тартиби.....	141
3.5	Сертификатлаштириш синов лабораториялари ва марказлари.....	145
3.6	Сифат тизимларини сертификатлаштиришни ўтказиш тартиби.....	146
3.7	Сертификатлаштирилган маҳсулотнинг инспекцион назорати.....	149
3.8	ISO 9000 серияли халқаро стандартларнинг телекоммуникация ва ахборот-коммуникация технологиялари соҳасига жорий этилиши.....	150
IV БОБ.	<b>ЎЛЧАШ ХАТОЛИКЛАРИ.....</b>	<b>163</b>
4.1	Мунтазам хатоликлар.....	165
4.1.1	Услубий хатоликлар.....	165
4.1.2	Асбобий хатоликлар.....	167
4.1.3	ЎВ нинг бузуқлиги, ейилиши ёки эскириши натижасида пайдо бўладиган асбобий хатоликлар.....	168
4.1.4	ЎВ ни нотўғри ўрнатиш, уларни ўзаро нотўғри жойлаштириш ва ташқи муҳит таъсирлари натижасида пайдо бўладиган хатоликлар.....	169
4.1.5	Субъектив мунтазам хатоликлар.....	171
4.1.6	Мунтазам хатоликларнинг намоён бўлиш характери.....	172
4.1.7	Мунтазам хатоликларни чиқариб ташлаш ва ҳисобга олиш усуллари.....	172

4.2	Тасодифий хатоликлар.....	176
4.2.1	Тасодифий хатоликларнинг таърифланиши.....	176
4.2.2	Тасодифий хатоликларнинг математик моделлари.....	176
4.2.3	Тасодифий хатоликларни ўз ичига олган ўлчашлар натижаларини ишлаб чиқиш.....	192
4.3	Билвосита ўлчашлар хатоликлари.....	198
V БОБ.	<b>ЎЛЧАШЛАР НОАНИҚЛИГИНИ БАҲОЛАШ.....</b>	<b>201</b>
5.1	Кирувчи катталиқни баҳолаш.....	203
5.2	Ўлчанаётган катталиқнинг тавсифи.....	203
5.3	Ўлчанаётган катталиқнинг модели.....	203
5.4	Билвосита ўлчашларнинг математик модели.....	204
5.5	Жами ўлчашларнинг математик модели.....	205
5.6	Биргаликда ўлчашларнинг математик модели.....	206
5.7	Ўлчашларнинг ноаниқлиги турлари.....	207
5.7.1	Моделлаштиришнинг (кўриб таниб олишнинг) ноаниқлиги....	209
5.7.2	Услубий ноаниқликлар.....	210
5.7.3	Инструментал ноаниқликлар.....	212
5.7.4	Ўлчаш шартларининг ноаниқлиги.....	214
5.7.5	Ўлчанаётган объект (асбоб) нинг ноаниқлиги.....	214
5.7.6	Операторнинг ноаниқликлари.....	214
5.8	Стандарт ноаниқликни баҳолаш.....	215
5.8.1	A тур бўйича стандарт ноаниқликни баҳолаш.....	215
5.8.2	B тур бўйича стандарт ноаниқликни баҳолаш.....	216
5.9	Корреляциялар таҳлили.....	217
5.9.1	Кирувчи катталиқлар корреляцияси таҳлили.....	217
5.10	Чиқувчи катталиқнинг баҳосини ҳисоблаш.....	218
5.10.1	Чиқувчи катталиқнинг баҳосини ҳисоблаш. Биринчи усул.....	219
5.11	Йиғинди стандарт ноаниқликни аниқлаш.....	220
5.11.1	Ноаниқлик бюджети.....	221
5.11.2	Чиқувчи катталиқнинг йиғинди стандарт ноаниқлиги.....	221
5.12	Ноаниқлик тўғрисида ҳисобот тузиш.....	223
5.12.1	Ноаниқлик тўғрисида ҳисобот тузиш. Умумий қоидалар.....	223
5.12.2	Ноаниқлик тўғрисида ҳисобот.....	224
5.13	Хатоликлар тавсифлари ва ўлчашлар ноаниқликлари баҳоларини таққослаш.....	225
VI БОБ.	<b>ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИНИНГ ХАТОЛИКЛАРИНИ МЕЪЁРЛАШ.....</b>	<b>229</b>
6.1	Ўлчаш воситаларининг аниқлик синфлари.....	230
6.2	Ўлчаш воситаларининг метрологик тавсифларини меъёрлаш.....	237
6.2.1	Ҳал этиладиган масаланинг асосий хусусиятлари.....	237
6.2.2	Ўлчаш воситаларининг меъёрланадиган тавсифларига қўйиладиган умумий талаблар.....	239
6.2.3	Меъёрланадиган метрологик тавсифлар рўйхати (номенклатураси).....	240



6.2.4	Метрологик тавсифларни меъёрлаш усуллари.....	242
6.2.5	Меъёрланган метрологик тавсифларни тақдим этиш шакллари. ....	244
6.2.6	Ўлчаш воситалари хатоликларини реал ишлатилиш шароитларида ҳисоб-китоб қилиш имконияти.....	244
6.2.7	Ўлчаш воситаси хатолигини реал фойдаланиш шароитларида ҳисоблашнинг биринчи усули.....	246
6.2.8	ЎВ хатолигини реал ишлатилиш шароитларида биринчи усул бўйича ҳисоблашда асосий муносабатлар.....	247
6.2.9	ЎВ хатолигини реал ишлатилиш шароитларида иккинчи усул билан ҳисоблашда асосий муносабатлар.....	251
<b>VII БОБ.</b>	<b>ЎЛЧАШ СИГНАЛЛАРИ.....</b>	<b>254</b>
7.1	Ўлчаш сигналлари ҳақида умумий маълумотлар.....	254
7.2	Ўлчаш сигналларининг математик тавсифи.....	258
7.3	Импулсли ва импулсли-кодли модуляцияланган сигналлар....	267
7.3.1	Импулсли модуляциялаш.....	267
7.3.2	Импулсли-кодли модуляциялаш.....	269
<b>VIII БОБ.</b>	<b>РАҚАМЛИ ВА ОПТИК ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ.....</b>	<b>271</b>
8.1	Рақамли ўлчаш асбоблари тузилишининг асосий тамойиллари.....	271
8.2	Рақамли ўлчаш асбобининг ўзгартириш функцияси.....	274
8.3	Рақамли ўлчаш воситаларида қўлланиладиган кодлар.....	280
8.4	Аналог-рақамли ўзгартириш ва ахборотни рақамли асбобларда акс эттириш.....	283
8.5	Оптик ўлчаш воситалари.....	289
8.5.1	Оптик қувват ўлчагичлар.....	289
8.5.2	Ўлчашлар аниқлиги ва калибрлаш графиги.....	294
8.5.3	Оптик сигналнинг барқарор манбалари.....	295
8.5.4	Оптик сигналнинг лазерли манбалари.....	297
8.5.5	Ёруғлик диодли оптик манбалар.....	297
8.5.6	Оптик кабелда сўниш анализаторлари.....	298
<b>IX БОБ.</b>	<b>КУЧЛАНИШ ВА ҚУВВАТНИ ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ.....</b>	<b>300</b>
9.1	Умумий қоидалар.....	300
9.2	Электрон вольтметрларнинг умумий тавсифи ва таснифи.....	304
9.3	Электрон вольтметрларнинг тузилиш схемалари ва ишлаш тамойиллари.....	305
9.4	Ўзгарувчан кучланишни ўзгармас кучланишга ўзгартгичлар.....	307
9.5	Вольтметрлар кўрсатишларининг ўлчанаётган сигнал шаклига боғлиқлиги.....	316
9.6	Кучланиш даражаларини (сатхларни) ўлчаш.....	321
9.6.1	Даража ўлчагичларнинг тузилиш схемалари.....	322
9.6.2	Вольтметрлар ва даража ўлчагичларнинг кириш занжирлари.....	330

9.6.3	Даража ўлчагич хатолигига улаш шнурларининг таъсири.....	335
9.7	Қувватни ўлчаш.....	341
9.7.1	Умумий қоидалар.....	341
9.7.2	Қувват ўлчагичлар таснифи.....	343
9.7.3	Саноат частотали ўзгарувчан ток ва ўзгармас ток занжирларида қувватни ўлчаш.....	344
9.7.4	ЎЮЧ занжирларида қувватни ўлчаш.....	350
9.7.5	ЎЮЧ қувватини ўлчаш усуллари.....	353
9.8	Рақамли ваттметрлар.....	373
X БОБ.	<b>ЭЛЕКТР СИГНАЛЛАРИНИНГ ШАКЛИНИ КУЗАТИШ ВА ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ.....</b>	<b>376</b>
10.1	Электрон осциллографлар.....	376
10.2	Электрон-нурли осциллографик трубкалар.....	377
10.3	Осциллографнинг тузилиш схемаси.....	381
10.4	Электрон осциллограф ёйишларининг турлари.....	387
10.5	Осциллограф ёйишларини синхронлаш.....	391
10.6	Осциллограф калибраторлари.....	400
10.7	Кўп нурли осциллографлар.....	407
10.8	Стробоскопик осциллографлар.....	409
10.9	Таъриба ўтказиш учун осциллограф турини аниқлаш.....	416
10.10	Сигналлар амплитудасини ва вақт оралиқларини ўлчашда хатоликларни баҳолаш.....	419
10.11	Рақамли осциллографлар.....	423
XI БОБ.	<b>СИГНАЛ ВА ЧАСТОТА-ВАҚТ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ЎЛЧАШ ВА СПЕКТРИ ТАҲЛИЛИ.....</b>	<b>427</b>
11.1	Частотани ўлчашнинг аналогли усуллари.....	427
11.2	Рақамли частота ўлчагичлар ва вақт оралиқларини ўлчагичлар.....	436
11.3	Фаза силжишини ўлчаш.....	450
11.4	Амплитуда-частота характеристикаларни ўлчаш.....	459
11.4.1	Амплитуда-частота характеристикаларини нуқталар бўйича ўлчаш.....	459
11.4.2	Амплитуда-частота характеристикаларини автоматлаштирилган ўлчагичларнинг тузилиш тамойиллари..	461
11.4.3	АЧХЎ ларга қўйиладиган талаблар.....	466
11.4.4	АЧХЎ нинг асосий параметрлари.....	469
11.4.5	ТЧГ нинг тузилиш тамойиллари.....	471
11.4.6	Частотани тебрантириш усуллари.....	474
11.4.7	Частотавий нишонлар блоки. Частотавий нишонларни шакллантириш тамойиллари .....	480
11.4.8	АЧХ юқори частотали ва паст частотали қисмларининг хусусиятлари.....	486
11.4.9	АЧХ ни ўлчагичлар билан ишлашдаги амалий усуллар.....	489
11.5	Электр занжирлардаги нозизиқли бузилишларни ўлчаш.....	494
11.6	Рақамли спектр таҳлиллагичлар.....	505

11.6.1	Рақамли филтрли спектр таҳлиллагичлари.....	510
11.6.2	Спектр таҳлиллагичларида сигналларни рақамли қайта ишлаш.....	510
11.6.3	Чизиқли рақамли филтрларнинг тузилиш схемалари.....	511
<b>XII БОБ.</b>	<b>ЎЛЧАШ СИГНАЛЛАРИ ГЕНЕРАТОРЛАРИ.....</b>	<b>515</b>
12.1	Генераторларнинг таснифи. Асосий параметрлари.....	515
12.2	Синусоидал сигналлар генераторларининг хусусиятлари.....	516
12.3	Паст частотали генераторлар.....	518
12.4	Юқори частотали генераторлари.....	522
12.5	ЎЮЧ генераторлари.....	527
12.6	Юқори турғун частотали ўлчаш сигналлари манбалари (прецизион ўлчаш генераторлари) .....	530
12.7	Импульслар генераторлари.....	533
12.8	Махсус шаклли сигналлар генераторлари.....	534
12.9	Шовқин генераторлари.....	538
12.9.1	Шовқин генераторлари таснифи.....	538
12.9.2	Шовқин параметрлари ва тавсифлари.....	540
12.9.3	Бошланғич шовқин манбаларига қўйиладиган талаблар.....	547
12.9.4	Иссиқлик шовқини.....	548
12.9.5	Шовқинловчи резистор – эталон шовқин манбаси.....	552
12.9.6	Симсиз резисторларнинг токли шовқинлари.....	553
12.9.7	Питравий шовқин.....	554
12.9.8	Шовқин генераторларнинг тузилиш хусусиятлари.....	559
12.9.9	Шовқин қувватини стабиллаш.....	562
12.9.10	Видеочастотали ва юқори частотали шовқин генераторлари.....	564
12.9.11	Паст ва инфрақизил частотали шовқин генераторлари.....	565
12.10	Частота стандартлари ва синтезаторлари.....	568
<b>XIII БОБ.</b>	<b>АХБОРОТ-ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ ВА ТИЗИМЛАРИ.</b>	
	<b>ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ЎЛЧАШ ТИЗИМЛАРИ.....</b>	<b>573</b>
13.1	Асосий маълумотлар.....	573
13.2	Ўлчаш тизимлари.....	574
13.2.1	Ахборот ўлчаш тизимлари.....	575
13.2.2	Ўлчаш-ҳисоблаш комплекслари.....	580
13.3	Виртуал ахборот-ўлчаш тизимлари.....	581
13.3.1	Виртуал асбобларнинг тузилиш архитектураси.....	582
13.4	Интеллектуал ўлчаш тизимлари.....	589
13.5	Интерфейслар.....	591
	<b>Фойдаланилган адабиётлар.....</b>	<b>601</b>

“Метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш” фани бўйича дарслик

5350100 – «Телекоммуникация технологиялари» йўналиши талабалари учун

ТАТУ илмий-услубий Кенгаши томонидан кўриб чиқилган ва нашрга тавсия этилган (№7(98)-сонли баённома)

ТАТУ «Энергия таъминлаш тизимлари» кафедраси мажлисида кўриб чиқилган ва нашрга тавсия этилган (№17/17-сонли баённома)

ТАТУ «Телекоммуникация технологиялари» факультети илмий-услубий Кенгаши томонидан кўриб чиқилган ва нашрга тавсия этилган (№10-сонли баённома)

Муаллифлар:  
Исаев Р.И., Каримова У.Н.,  
Рахмонова Г.С.

Маъсул мухуррир:  
т.ф.н., доц. Гулътўраев Н.Х.

# «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТЛАШТИРИШ ВА СЕРТИФИКАТЛАШТИРИШ»

дарслиги

Тошкент – «\_\_\_\_\_» – 2017

Мухаррир: \_\_\_\_\_  
Тех. муҳаррир: \_\_\_\_\_  
Мусаввир: \_\_\_\_\_  
Мусахҳиҳа: \_\_\_\_\_  
Компьютерда  
саҳифаловчи: \_\_\_\_\_

Нашр.лиц. АIN№149, 14.08.09. Босишга рухсат этилди 2017 йил.  
Бичими 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times Uz» гарнитураси. Офсет усулида босилди.  
Шартли босма табоғи 38,0. Нашр босма табоғи **38**.  
Тиражи Буюртма №

«\_\_\_\_\_» да чоп этилди.

**100066, Тошкент шаҳри, Олмазор кўчаси, 171-уй.**