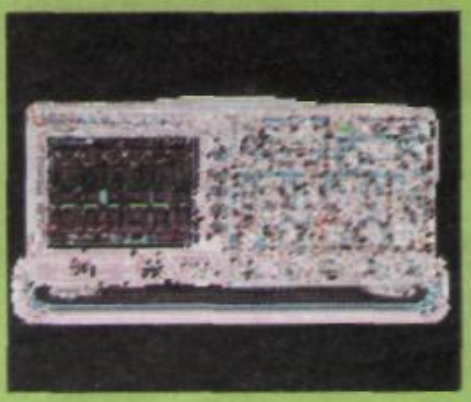
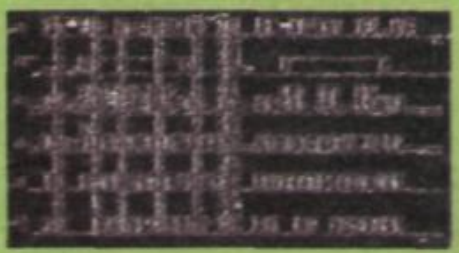
Р.И. ИСАЕВ; У.Н. КАРИМОВА

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТЛАШТИРИШ ВА СЕРТИФИКАТЛАШТИРИШ









ТОШКЕНТ

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ЎЗБЕКИСТОН АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ АГЕНТЛИГИ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

Р.И.ИСАЕВ, У.Н.КАРИМОВА

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТЛАШТИРИШ ВА СЕРТИФИКАТЛАШТИРИШ

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

12061

ТОШКЕНТ – 2011

УДК: 621.39:006.9 (075) 004:006.9 (075)
ББК 30.10Ця73
М45

Р.И.ИСАЕВ, У.Н.КАРИМОВА. Метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш (Дарслик). –Т.: «Fan va texnologiya», 2011, 496 бет.

ISBN 978–9943–10–538–6

Ушбу дарслик алоқа ва ахборотлаштириш соҳасига оид метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш фани бўйича таълим стандартларига мос равишда ва фаннинг истиқболлари эътиборга олиниб тайёрланди.

Метрология бўйича – алоқа техникасида қўлланилиб келинаётган метрология асослари, ўлчаш усуллари, ўлчаш воситалари, ўлчов бирлигини таъминлаш тизими, соҳанинг асоси-метрология хизматининг вазифалари, ўлчаш хатоликлари, ўлчаш ноаниқлигини баҳолаш, ахборот ўлчаш асбоблари ва тизимлари ва интеллектуал ўлчаш тизимлари тўғрисида баён этилади.

Стандартлаштириш бўйича – давлат ва алоқа ва ахборотлаштириш 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 киритилган. Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасини Халқаро ташкилотларига, Европа институтига аъзолик вазифалари ва ҳамкорлик ишлари ҳақида сўз боради.

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 5111000 Касб таълими, 5330200 Информатика ва ахборот технологиялари (тармоқлар бўйича), 5220200 Ахборотлаштириш ва кутубхонашунослик (соҳалар бўйича), 5311200 Телевидение, радиоалоқа ва радиоэшиттириш, 5311300 Телекоммуникация, 5311400 Мобиль алоқа тизмилари, 5320600 Аудио-видео технологиялар, 5320700 Махсус ёритиш технологиялари, 5330100 Ахборот тизимларининг математик ва дастурий таъминоти, 5330300 Ахборот хавфсизлиги, 5330400 Компьютер графикаси ва дизайн, 5610600 Хизмат кўрсатишнинг техникаси ва технологияси (соҳалар бўйича), 5620300 Почта алоқаси технологияси йўналишлари талабалари учун ишлаб чиқилган. Дарслик соҳа инженер-техник ходимларига ҳам фойдалидир.

УДК: 621.39:006.9 (075) 004:006.9 (075)
ББК 30.10Ця73

ISBN 978–9943–10–538–6

© «Fan va texnologiya» нашриёти, 2011.

АСОСИЙ ҚИСҚАРТМАЛАР РЎЙХАТИ

АМХ – Асос метрология хизмати
АРТ – Автоматик ростлаш тизими
АРЎ – Аналог-рақамли ўзгартгич
АрИ – Аррасимон импульс
АСТ – Асос стандартлаштириш ташкилотлари
АЧХ – Амлитуда-частота характеристика
АЧХЎ – Амплитуда-частота характеристикасини ўлчагич
ДАИ – Давлат алоқа инспекцияси
ДК – Даража кўрсаткичлар
ДСТ – Давлат стандартлаштириш тизими
ДЎ – Даража ўлчагичлар
ИТҲ – Илмий-техник ҳужжат
КАР – Кучайтиришни автоматик ростлаш
ККМ – Компенсацияловчи кучланиш манбаси
ЛК – Логарифмик кучайтиргич
МХ – Метрологик хизмат
НҲ – Меъёрий ҳужжатлар
ОЧК – Оралиқ частота кучайтиргичи
ПЧ – Паст частота
ПЧГ – Ппаст 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 импульс
ТТК – Турғун тўлқин коэффициенти
ТТҲКК – 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 импульс

ФДЎ – Фурье дискрет ўзгартириш алгоритми
ФТМТМ – Фан-техника ва маркетинг тадқиқотлари Маркази
ФТЎ – Фурье тез ўзгартиришлари
ХС – Халқаро стандартлар
ХҚ – Хотирловчи қурилма
ЧЎ – Частота ўзгартиришлари
ШГ – Шовқин генераторлари
ЭЮК – Электр юритувчи куч
ЮЧ – Юқори частота
ЎВ – Ўлчаш воситаси
ЎзААА – Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги
ЎТК – Ўзгармас ток кучайтиргичи
ЎХ – Ўтиш характеристикаси
ЎЮЧ – Ўта юқори частоталар
ҚИ – Қўнғироқсимон импульс
ҚЭ – Қиздириш элементи

СЎЗ БОШИ

«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» деб таъкидланади Ўзбекистон Президенти Ислом Абдуғаниевич Каримовнинг «Жаҳон молиявий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари» деб номланган асарида [1].

Ўзбекистон тараққиётида ахборот-коммуникация соҳасининг тутган ўрни ва аҳамияти улкандир. Алоқа воситалари орқали узатиладиган ахборот жамият ривожининг энг муҳим шартларидан бири бўлиб қолди. У ишлаб чиқариш ресурси, инсонлар орасидаги алоқани 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 иқтисодиётида алоҳида муҳим аҳамиятга молик, такомиллашиб бораётган комплексдир.

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

Алоқа соҳасининг кейинги ривожи борган сари янги, юқори частоталар диапазонини ўзлаштириш йўлидан боряпти. 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 зарурати юзага келди. Бу билан ёнма-ён равишда частотавий зичланишли кўп каналли оптик алоқа тизимлари ривожланди. Бу тизимларнинг ўзига хос хусусиятларига

асосан уларни қуриш ва ишлатиш жараёнида созлаш учун махсус ўлчаш воситаларигина эмас, балки янги атамашуносликхам 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 типдаги 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 муаммолари пайдо бўлди. Жумладан, масалан, хатоликлар коэффициенти ўлчагичи маълум вақт интервалида хато қабул қилинган символлар сонини қабул қилинган символлар сонига нисбатини ўлчаш учун мўлжалланган бўлиб, физик катталик эмас (бундай эталон йўқ), бироқ мазкур параметр рақамли узатиш тизими ишлаш сифатини белгиловчи асосий параметрлардан бири. 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 Тошкент ахборот технологиялари университетида тўплаган амалий тажрибаларидан келиб чиқиб, ҳозирги замон алоқа техникасининг метрологик масалаларини ўрганишни икки босқичга ажратилди. 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 ҳизматларни стандартлаштириш ишларига алоҳида эътибор берилди. Шунингдек, Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш 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 алоқа ва ахборотлаштириш агентлигига 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 соҳанинг 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 Республикаси метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш 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 алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида тизим яратилиб, кўп корхоналар сифат тизими сертификатини олишди. Бу жараён соҳа корхоналарини жаҳон бозори

талабларига сифат тизими жиҳатидан мос равишда иш юритаётганини кўрсатади.

Ушбу дарслик бакалавриатуранинг 5340100 – иқтисодиёт; 5340200 – менеджмент; 5840200 – почта хизмати; 5522200 – телекоммуникация; 5521900 – информатика ва ахборот технологиялари; 5523500 – ахборот хавфсизлиги; 5522100 – радиотехника; 5524400 – мобил алоқа тизимлари; 5140900 – касбий таълим (информатика ва ахборот технологиялари); 5140900 – касбий таълим (телекоммуникация) йўналишлари талабалари учун ишлаб чиқилган. Дарсликдан соҳа мутахассислари ҳам фойдаланиши мумкин.

Дарслик Тошкент ахборот технологиялари университети «Телекоммуникация узатиш тизимлари» кафедраси ўқитувчилари – кафедра мудири, техника фанлари номзоди, доцент Р.И.Исаев (Сўз боши, 1, 2, 3, 5, 11, 13 боблар) ва катта ўқитувчи У.Н.Каримова (4, 6, 7, 8, 9, 10, 12 боблар) томонидан тайёрланди.

Дарсликда Москва алоқа ва информатика университети кафедра мудири т.ф.д., 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 З.Б.Ғиёсов, С.Ш.Қутбитдинов, Е.В.Петрова, Ж.Ш.Мақсудов, Н.П.Перепада, А.В.Дурельга, университет талабалари Д.Р.Джураев, Ф.З.Усмонов, С.И.Тошпўлатовларга чуқур миннатдорчилик билдирамиз.

«Метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш» фани бўйича биринчи марта ёзилган ва нашрга тайёрланган ушбу дарслик муайян камчиликларга эга бўлиши мумкин. Шу муносабат билан муаллифлар бу ҳақида ўз фикр мулоҳазаларини билдирган ўқувчиларга олдиндан миннатдорчилик билдирадилар.

Муаллифлар

I БОБ. АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ 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 йўлларини таъминлайдиган фан. Метрологиянинг асосий йўналишларига ўлчашларнинг умумий назарияси, физик катталиклар бирликлари ва уларнинг тизимлари, ўлчаш усуллари ва воситалари; ўлчов аниқлигини баҳолаш усуллари, ўлчовлар бирлигини таъминлаш асослари; эталонлар ва намунали 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. Бир хил ҳолларда фундаментал метрология атамаси ҳам ишлатилади.

Жамият манфаатлари йўлида ўлчаш бирлигига ва талаб қилинган ўлчаш аниқлигига эришиш йўллари, физик катталиклар 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 катталикнинг қийматини махсус техник воситалар ёрдамида тажриба йўли билан топиш.

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

Ўлчаш хатолиги – ўлчаш натижасининг ўлчанаётган катталикнинг асл қийматидан оғиши.

Ўлчаш аниқлиги – ўлчаш натижасининг ўлчанаётган катталикнинг 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 катталикни қайта тиклаш ва/ёки сақлаш учун мўлжалланган ўлчаш воситаси. Ўлчовлар қуйидаги турларга эга:

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

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

ўлчовлар тўплами – битта ёки бир нечта физик катталикнинг ҳар хил ўлчамдаги ўлчовлари комплекти бўлиб, амалиётда алоҳида, ҳам биргаликда ҳам 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 аломати бўйича таснифланади.

Қатор асбоблар синаш қурилмаси бўйича қайд қилинган катталикнинг қийматини аниқлашга имкон беради. Бу асбоблар **кўрсаткичли асбоб** деб номланади. Кўрсатишларини 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 – ЭЎМ ва қўшимча қурилмалар, ўлчаш тизими таркибида аниқ ўлчаш масаласини ечиш учун мўлжалланган ўлчаш воситаларининг биргаликдаги функционал йиғиндиси.

Ўлчаш ўзгартгичи – катталикни ўзгартириш, ишлов бериш 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 оралиқдаги 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 характерига асосланиб амалга оширилади.

Ўлчаш катталигининг ўлчаш вақтига боғланиш характери бўйича статик ва динамик ўлчашларга 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 ўлчашларга 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. Қидирилаётган катталикни бевосита ўлчаш мураккаб ёки мумкин бўлмай қоладиган ҳолларда билвосита ўлчашлардан фойдаланилади. Масалан, тўртқутблик киритаётган сўниш кириш ва чиқиш кучланишлари бўйича ҳисобланади.

Мажмуий ўлчашлар – бир нечта бир хил номли катталикларни бир вақтнинг ўзида амалга ошириладиган ўлчашлар бўлиб, бунда катталикларнинг изланаётган қийматлари шу катталикларнинг турли бирикмаларини бевосита ўлчашда олинадиган тенгламалар тизимини ечиб 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 фунционал боғланишни топиш учун бир вақтда ўтказиладиган ўлчашлар. Мисол учун, резисторнинг 20°С даги қийматини ва температура коэффициентини турли температураларда ўлчаб топиш.

Ўлчаш натижаларини ифодалаш бўйича ўлчашлар абсолют ва нисбий ўлчашларга ажратилади. **Абсолют ўлчаш** бир ёки бир неча асосий катталикларни бевосита ўлчаш 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 катталикка нисбатан номдош катталикнинг ўзгаришини ўлчаш. Мисол, линияда қайтариш коэффициентини ўлчаш.

Ўлчаш учун турли методлардан фойдаланилади. Ўлчаш методи деганда ўлчаш қонун-қоидалари ва ўлчаш воситаларидан фойдаланиб, катталикни унинг бирлиги билан солиштириш усулларини тушунамиз.

Бевосита баҳолаш методи – ўлчаш асбобининг санаш қурилмаси ёрдамида ўлчанаётган катталикнинг қийматини бевосита топишдир.

Ўлчов билан таққослаш (солиштириш) методи – ўлчанаётган катталикни ўлчов орқали яратилган катталик билан таққослаш (солиштириш)дир.

Бу метод қуйидаги модификацияларга эга: нолга келтириш методи, ўриндошлик методи, тўлдириш методи, дифференциал метод.

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

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

Дифференциал метод – ўлчов асбобига ўлчанаётган катталик ва маълум катталикнинг айирмаси таъсир этадиган ўлчов билан таққослаш усули.

1.3. Ўлчашларнинг асосий характеристикалари

Ўлчашларни асосий характеристикалари бўлиб, ўлчаш принципи, ўлчаш усули, хатолик, аниқлик, тўғрилик ва ўлчаш ишончлилиги ҳисобланади.

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

Ўлчаш хатолиги – ўлчаш натижасининг ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қийматидан оғиши.

Физик катталикнинг 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 катталик ўлчов томонидан тикланаётган маълум катталик 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 – систематик хатоликнинг нолга яқинлигини акс эттирувчи ўлчаш сифати (яъни бирор катталикни қайтадан ўлчашда ўзгармас ёки қонуният бўйича ўзгарадиган хатоликлар).

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

Ўлчаш ишончлилиги – ўлчаш натижаларига ишонч даражаси. Ўлчаш натижаларининг ҳақиқий қийматдан оғишининг эҳтимолли характеристикалари маълум бўлган ўлчашлар ишончли ўлчашлар категориясига 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 услуб ва воситалар билан) бажариладиган ўлчаш натижаларининг бир-бирига яқинлигини акс эттирувчи ўлчаш сифати.

1.4. Физик катталиклар ва бирликлар

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

Физик катталиклар деб, физик ҳодисаларни, материянинг ҳаракат шакллари ва хусусиятларини миқдорий характерловчи катталикларга айтилади.

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

Халқаро бирликлар системаси фан ва техниканинг барча соҳалари учун физик катталикларнинг универсал системаси бўлиб, у 1960 йилнинг октябр ойида ўлчов ва тарозилар XI Бош конференциясида қабул қилинган. Бу конференциянинг қарорига биноан Халқаро бирликлар системасида еттита 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 электррадио ўлчовларда кўп ишлатиладиган бирликлар 1.1-жадвалда келтирилган.

СИ системасида 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 ёхуд 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 намунали 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)	TI	кулон	C	Kl
Электр кучланиш, электр потенциали, электр потенциаллари айирмаси, электр юритувчи куч	$L^2MT^{-3}I^{-1}$	волт	V	V
Электр сиғими	$L^{-2}M^{-1}T^4I^2$	фарад	F	F
Электр қаршилиги	$L^{-2}M^{-3}T^4I^{-2}$	ом	Ω	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 индукция	$MT^{-2}I^{-1}$	тесла	T	Tl

Магнит индукция оқими, магнит оқими	$L^2MT^{-2}I^{-1}$	вебер	Wb	Vb
Частота	T^{-1}	герц	Hz	Gs
Электр токи кучи	I	ампер	A	A

Ҳозирги замон метрологиясининг бош вазифаси бўлиб ўзаро боғланган табиий эталонлар тўлиқ тизимини фундаментал физик константалар ва юқоридаркарор 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 ёндошишда 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 намунали ўлчаш воситалари

Ўлчашлар бирлигини таъминлаш учун битта физик катталикни ҳамма ўлчаш воситалари даражаланган бирликлари айнан бўлиши зарур. Бунинг учун физик катталиклар 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 берилади.

Мамлакатда энг юқори аниқлик билан бирликни тикланишини таъминловчи эталон (шу бирликни бошқа эталонлари билан

12061

солиштирганда) бирламчи деб номланади. Бирламчи эталон давлат ўлчашлар тизимининг асосини ташкил этади.

Давлат бирламчи эталони – давлат ҳудудида бу бирламчи эталон бўлиб, вакил қилинган 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 8.027-89) 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 бир хил ҳолларда идоравий 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 метрологик органларда ишлатилади. Ишчи эталонлар зарур бўлганда бўйсуниш 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 эталон 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 метрологик хизмати ёки шунга ваколатланган алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг метрологик хизматлари томонидан бажариладиган амалларнинг мажмуи. Хатолик ўлчаш воситасини қиёслашда аниқланадиган асосий метрологик характеристика. У ишчи эталон ва қиёсланган ўлчаш воситасининг кўрсатишларини солиштириш орқали топилади.

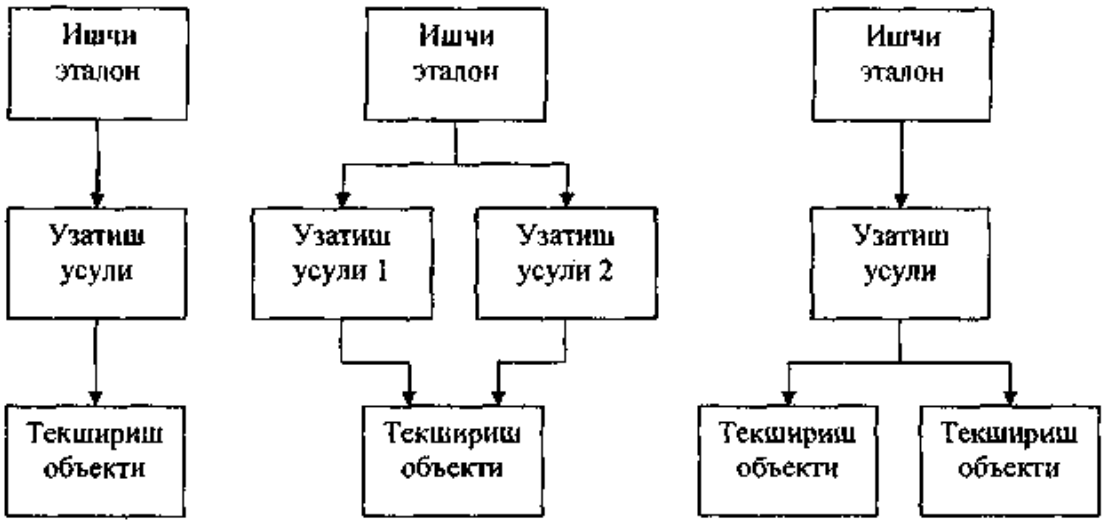
Қиёслаш бирламчи, даврий, навбатдан ташқари, инспекцион, комплексли, элементли ва танлаш бўйича ажратилади [1]. Қиёслашни олиб бориш ва ташкил этишнинг асосий талаблари метрология қоидаларида ва тавсияларида кўрсатилган. Қиёслаш уни олиб бориш ҳуқуқига эга бўлган метрологик хизматлар томонидан бажарилади. 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 катталикни аниқланган қийматини ишчи ўлчаш воситаси шкаласидаги белгиларга мос кўрсаткичи бўйича аниқланади.

Ўлчаш воситаларини калибрлаш – ўлчаш воситаларини ҳақиқий метрологик характеристикаларини 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 воситасининг ҳақиқий қиймати аниқланади ёки унинг кўрсатишига тузатмалар киритилади. Калибрлаш ўлчаш воситасининг хатолигини ва қатор метрологик характеристикаларни 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 намунали ўлчаш воситасидан ишчи ўлчаш воситаларига узатиш воситалари, услублари ва аниқлигини кўрсатувчи белгиланган тартибда тасдиқланган ҳужжат. Қиёслаш схемалари тўғрисидаги асосий маълумот ГОСТ 8.061-80да [1] келтирилган.



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

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

1.6. Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида метрологик таъминотнинг меъёрий-ҳуқуқий асоси

Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида метрологик таъминотни (МТ) шакллантиришнинг қонунчилик асослари Ўзбекистон

Республикасининг «Метрология тўғрисидаги» қонуни орқали аниқланган.

Ўзбекистон Республикасида ўлчашларнинг бирлилигини таъминлаш давлат тизими ўлчашлар аниқлигини баҳолаш ва таъминлаш бўйича ишларни ташкил қилиш ва ўтказиш методикасини 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 бирлилигини таъминлаш тизимини стандартлаштиришнинг асосий объектлари қуйидагилардан иборат:

– физик катталиклар бирликлари;

– атамалар ва таърифлар;

– ўлчаш воситаларини қиёслаш ва калибрлаш;

– ўлчаш воситалари типларини синаш ва тасдиқлаш;

– физик катталиклар эталонлари;

– ўлчашларни бажариш методикалари ва бошқа норматив ҳужжатлар.

Стандартлар алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг метрологик таъминоти доирасида кўрсатиладиган хизматларга қўйиладиган талабларни, шунингдек, қоидалар, меъёрлар (нормалар), талабларни ўрнатади.

Метрологик хизматларнинг фаолиятини регламентловчи (тартибга солувчи) тармоқ стандартларига қуйидагилар тааллуқлидир:

– лойиҳавий конструкциялик ва технологик ҳужжатларнинг метрологик экспертизаси;

– ўлчашларни бажариш методикалари;

– хўжалик юритувчи субъектларнинг метрологик таъминотини такомиллаштириш бўйича ишларнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш методлари;

– хўжалик юритувчи субъектларда метрологик таъминотнинг ҳолати ва метрологик хизматларнинг фаолияти устидаги идоравий назорат ва кузатиб бориш;

– ўлчашлар турлари бўйича локал қиёслаш схемалари;

– алоқа ва ахборотлаш 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 ҳалқаро стандартлар билан уйғунлаштириш техник воситалар, хизматлар кўрсатиш жараёнларининг ўзаро алмашинувчанлигини таъминлаш ва ўлчашлар натижаларини ўзаро тан олиш талаблари асосида қурилиши лозим.

Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг ўлчаш воситаларидан фойдаланадиган хўжалик юритувчи субъектлари учун ахборот олишнинг муфассал манбай техник шартлардир.

Корхоналарнинг стандартлари фақат шу стандарт ишлаб чиқилаётган 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 характеристикаларини, технологик жараёнлар ва жиҳозлар параметрларини талаб қилинадиган аниқликда аниқланишини таъминлайдиган, ишлаб чиқарилаётган маҳсулот ва кўрсатилаётган хизматлар сифатининг анча оширилишига имкон берадиган ташкилий-техникавий тадбирлар мажмуидир.

Метрология бўйича ишларни ташкил этишнинг меъёрий асоси бўлиб, Давлат ўлчашлар бирлилигини таъминлаш тизими (ДЎТ), тармоқ ўлчашлар бирлилигини таъминлаш стандартлари, корхоналар стандартлари, метрология бўйича ишларни ташкил этишнинг қуйидаги қоидалари ва низомларини регламентловчи ташкилий-методик 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 методикалари билан таъминлаш, бу методикаларни аттестациялаш ва стандартлаштириш. Ишлаб чиқилаётган ўлчашларни бажариш методикалари мажмуига меҳнат хавфсизлиги ва муҳофазасини таъминлайдиган методикалар ҳам кириши лозим.

Стандартлаштирилган ёки аттестацияланган ўлчашларни бажариш методикасидан фойдаланиш талаб қилинадиган аниқликни олиш ва шу билан махсулот, 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 типавий ўлчашларни бажариш методикаларини тўлиқ стандартлаштиришга имкон бермайди, бу эса жиддий иқтисодий йўқотишлар ва ишлаб чиқариш жараёнларида узилишларга ва шунингдек хизматлар кўрсатиш сифатининг пасайишига олиб келиши мумкин.

3. Алоқа ва ахборотлаштириш соҳаси корхоналарини зарурий ўлчаш воситалари, шу жумладан, махсус вазифали ўлчаш воситалари билан таъминлаш, ўлчашлар натижаларини ишлаб чиқиш ва ўлчашлар натижалари ҳақида ахборот бериш.

4. Метрологик хизмат кўрсатиш ва, энг аввало, ўлчаш воситаларини O‘z DSt 8.062:2002 га мувофиқ таъминлаш. Бу стандарт ишлаб чиқаришдан, таъмирлашдан чиқаётган, импорт бўйича етказиб берилаётган, алоқа ва ахборотлаштириш соҳаси корхоналарида фойдаланилаётган ўлчаш воситалари устидан назоратнинг асосий коидаларини ўрнатади.

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

6. Ишлаб чиқариш персоналини (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 метрологик хизматлар 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 методик раҳбарликни давлат ва тармоқ метрологик 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 экспериментал аниқланадиган метрологик характеристикалар 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 киради) ишлаб чиқариш, уларнинг ҳолати ва қўлланилиши устидан, аттестация қилинган ўлчаш методикалари, метрологик қоидалар ва

меъёрларга риоя қилиниши устидан амалга ошириладиган фаолиятдир.

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

Амалдаги конунчиликка биноан давлат метрологик текшируви ва импортидан ўтиши лозим бўлган ўлчаш воситалари ишлаб чиқаришдан чиққанида ёки таъмирдан кейин, импорт қилинганида ва ишлатиш жараёнида қиёсланиши керак. Қиёсланиши лозим бўлган ўлчаш воситалари гуруҳлари рўйхатини «Ўзстандарт» агентлиги O‘zDSt 8.003:2005 га мувофиқ тасдиқлайди. Қиёслаш синов натижалари бўйича тасдиқланадиган меъёрий 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 воситаларига қўйилади. Тамғалар қўлланилиши O‘zDSt 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.

Тамга шакли ва қиёслаш ҳақидаги гувоҳнома, қиёслаш тамғасини қўйиш тартиби O‘zDSt 8.008:2000 ва O‘zDSt 8.003:2005 да белгиланган.

Қиёслашнинг бешта тури кўзда тутилган. ўлчаш воситаларини бирламчи (бошлангич), 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 воситаларининг 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 ўтказаётганларида бу рўйхатларнинг тўғри тузилганлигини текширадилар. Ўлчаш воситаларининг ҳар бир нусхаси даврий қиёслашдан ўтиши лозим. Узоқ вақт сақланишга қўйилган ўлчаш воситалари бундан мустасно бўлиши мумкин. Бундай қиёслаш натижалари қиёслашлар ўртасидаги оралиқ давомида ҳақиқийдир. Биринчи оралиқ ўлчаш воситалари типини тасдиқлашда белгиланади. Кейинги қиёслаш оралиқлари эса МИ 2187-91 асосида аниқланади.

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

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

– қиёслаш тамғаси бузилганида ёки қиёслаш ҳақидаги гувоҳнома йўқотилганда;

– 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 метрологик хизмат органлари томонидан, ўлчаш воситаларининг ҳолати ва қўлланилиши устидан

давлат назорати ёки идоравий текширувни амалга ошириш чоғида ўтказилади. Уни қиёслаш методикасида кўзда тутилган тўла ҳажмдан камроқ даражада ўтказишга йўл қўйилади. Инспекцион қиёслаш натижалари далолатномада акс эттирилади.

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

1.8.2. Ўлчаш воситаларини қиёслаш даврийлиги

Ўлчаш воситаларини даврий қиёслашни регламентловчи асосий ҳужжат: O'zDSt 8.003:2005. Бу ҳужжат қуйидаги асосий қоидаларга таянади:

– мамлакатда ўлчашлар бирлилигини таъминлашнинг энг муҳим воситаси ўлчаш воситаларни 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 бузуқ асбобларнинг ўз вақтида аниқланишини таъминлаши лозим;

– қиёслаш махсус тайёрланган шахслар томонидан қиёслаш бўйича илмий-техникавий 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 оралиқда амал қилади.

Биринчи қиёслашлар ўртасидаги оралиқ асбоб типини тасдиқлашда белгиланади. Давлат метрология хизмати органлари ва юридик шахслар даврий қиёслашлар натижаларини, қиёслашлар ўртасидаги оралиқларни уларни қўлланиш хусусиятларини ҳисобга олиб, уларни корректирлаш (тартиблаш) бўйича тавсияларни ишлаб чиқишлари лозим. Қиёслашлар орасидаги оралиқларни аниқлаштириш Давлат метрология хизмати томонидан юридик шахснинг метрологик хизмати билан келишилган ҳолда ўтказилади. Томонлар келиша олмаган ҳолда қиёслашлар ўртасидаги оралиқларни ўзгартириш ҳақида хулоса чиқаришга имкон берадиган тадқиқот натижалари Давлат метрология марказларига берилади ва улар тегишли хулоса чиқарадилар.

Даврий қиёслаш фойдаланувчи, Давлат метрологик хизмати 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 воситаларини 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 методикаси, 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 катталик 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 метрологик хизматга эга бўлган корхона (ташкилот)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 метрологик хизмат раҳбари зиммасига юкланади. Индикаторлар мақомига ўтказилган ўлчаш воситалари махсус рўйхатга киритилади ва унда ўлчаш

воситаларининг типи, 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, метрологик хизмат 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 ишончлилиги 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.

Оптимал 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 классидан ошиб кетиши мумкин. Шу муносабат билан баъзи мамлакатларнинг (АҚШ, Канада) миллий метрология хизмати лабораторияларида қиёслаш натижаларининг

амал қилиш муддати кўрсатилмайди ва бу билан киёслашда 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 оралиқларни аниқлашнинг бир неча методларидан фойдаланилади. Буларнинг ҳаммаси қуйидагига асосланади: ўлчаш воситалари жорий хатоликлари ўзгаришининг математик кутилиши ва дисперсияси вақт ичида ўзгарадиган тасодифий ностационар жараёндир. Бу жараённинг параметрлари ўлчаш воситасининг фақат типига эмас, балки ишлатиш шароитларига, ишлатилиш интенсивлигига ҳам боғликдир. Қиёслаш оралиғининг қиймати рухсат этиладиган ишламай қолиш эҳтимоллигига (метрологик яроқлилик коэффициентига) ҳам боғликдир. Бу тўртта асосий омилни қиёслашлар ўртасидаги ҳисоблашда асос қилиб олиниши мумкин.

Баъзи ўлчаш воситалари учун бу омиллар бир хилдир. 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 типига боғлиқ. Ишламай қолишнинг рухсат этиладиган эҳтимоллиги ишончлилик эҳтимоллигининг функцияси бўлиб, қиёслаш схемаси билан аниқланади. Шу сабабли ишчи эталонлар учун қиёслашлар ўртасидаги оралиқлар, бу воситалар давлат метрология органларида ёки идоралар метрологлар 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 оралиқни белгилаш учун бошланғич асослар, юқорида кўрсатиб ўтилганидек, асбоб типи, ишлатилиш шароити, рухсат этиладиган метрологик яроқлилик коэффициентидир. Бу коэффициент 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 коэффициенти $K_{\text{рухс}}$ ни идоравий метрологик хизмат аниқлайди.

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

Қўлланиш шароитлари бўйича гуруҳланган бир типли ўлчаш асбоблари тўплами учун ўлчашлар ўртасидаги оралиқни биринчи марта, тахминан, олдинги ишлатиш тажрибасига асосланиб белгиланади. Оралиқ қийматини 0,25; 0,5; 0,75; 1; 2; 3; 4; 6; 9; 12n қаторидан танланади, бу ерда n – бутун мусбат сон. Кейинчалик, қиёслашлар ўртасидаги оралиқ 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 йўлларидан узоқлаштириш лозим. Шу мақсадда қиёслаш лабораториялари хоналарини биринчи қаватда жойлаштириш мақбулдир.

Ишлаб чиқариш бинолари юзасининг ҳисоби санитария меъёрларига мувофиқ равишда бир ишчига 10–12 m^2 ҳисобидан амалга оширилади. Битта ходим бир вақтда 2–3 қурилмага хизмат кўрсатадиган ҳолларда юзани битта қурилмага 4,5–6 m^2 ҳисобидан аниқланади. Хоналарнинг баландлиги 3 m 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 lk дан, люминесцентли лампаларда эса 300 lk дан кам бўлмаслиги керак. Оптик санок курилмалари билан ишлашда коронғулаштирувчи курилмалар қўлланиши кўзда тутилиши лозим. Хоналарнинг деворларини ёркин 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.

Электр - радиоўлчаш асбобларини қиёслашдаги ўзига хос талаб – магнит ва электр майдонлар титрашининг бўлмаслигидан иборат. Шу максадда 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 копламалар қўлланилган тақдирда статик зарядларни чиқариб олиш (бартараф этиш) учун курилмалар 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 курилмалар атрофидаги бўш фазо 1 m дан кам эмас; курилмалардан ва асбоблар ўрнатилган столлардан деворлар, дераза ва иситиш тизимларигача бўлган масофа 0,2 m 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 меҳнатини режалаштириш ва ҳисобга олишда вақт меъёрини илмий асосда танлаш катта аҳамиятга эга. Ўлчаш воситаларини қиёслашга ажратиладиган ўртача вақтни ҳисоблаш методикаси МИ185-79 да берилган.

Вақт меъёрларини ишлаб чиқилаётганда, ўлчаш воситаларини қиёслаш турли методлар 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 методикаси МИ2322-99ГСИ. «Методик 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 киради) 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 типларга оид ўлчаш воситаларини қиёслашни ўтказиш ўзига хос хусусиятларга эга. Бироқ қиёслашни ўтказишнинг методик 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 ИТҲ га амал қилади.

Қиёслаш жараёни айрим босқичлардан иборат бўлади. **«Қиёслаш операцияси»** босқичида қиёсловчи операцияларни ўтказиш кетма-кетлиги текширилади. Бунда шуни 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 характеристикалари, яъни мазкур ўлчаш воситаларига оид стандарт номерлари (тартиб рақамлари), типларининг 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 характеристикалари, уларга оид ИТҲ да қабул қилинган белгилашлари ёки стандарт номерлари кўрсатилади. Қиёсланаётган ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикаларини талаб қилинаётган аниқлик билан топиш учун рўйхатга битта операциянинг 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 физик-кимёвий хоссалари: таъминот токининг частотаси ва кучланиши; титраш ва силкиниш; магнит ва электр майдонлари; гармоникаларининг 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 очиқ 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 класслари ва физик катталиклар бирликларининг белгилари, саноқ 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 ИТҲ 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 ИТҲ га бирор-бир ўзгартириш киритдими-йўқлигига алоҳида эътибор бериши керак.

«Ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш» босқичи, одатда, қийинчилик туғдирмайди, чунки бутун операция мос ИТҲ 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 тақиқлаш 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 (далолатномаларга, кузатиш натижаларига ишлов бериш бўйича ҳисоб-китобларга уларга жадваллар,

графиклар ва бошқа ҳисоблаш маълумотлари илова қилиниши мумкин) киритилади,.

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 характеристикаларининг 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 бирлилигини таъминлашга йўналтирилган субъектлар фаолияти ва калибрлаш ишлари мажмуасидир. Калибрлаш тизими калибрлаш ишларини ташкил этиш ва ўтказишга қўйиладиган талабларни белгилаб беради. Калибрлаш тизими фаолияти O‘zDSt 8.018:1997 билан тартибга солинади [72].

Ўлчаш воситаларининг калибрлаш тизимининг асосий йўналишлари:

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

- юридик шахслар метрологик хизматларининг калибрлаш ишларини ўтказиш бўйича ҳуқуқини аккредитлаш;

– ўлчаш воситаларини калибрлаш;

– Ўзбекистон Республикаси калибрлаш Тизимининг асосий принциплари ва қоидаларини белгилаш, ташкилий методик ва ахборот фаолиятини таъминлаш;

– аккредитланган метрологик хизматларнинг калибрлаш ишларини ўтказиш тартибларига риоя қилишлари устидан инспекцион назорат ўрнатиш.

Калибрлаш ишларини ўтказишга доир талаблар РД Ўз 51-071-98 ГСИ да келтирилган [74].

Калибрлаш ишларини бажарадиган ташкилот қуйидагиларга эга бўлиши лозим:

– киёсланган 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 муолажаси (тартиботи) ва унинг маълумотларидан фойдаланишга доир давлат меъёрий 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 характеристикаларини кўрсатиш билан унинг метрологик хоссаларини синчиклаб тадқиқ қилиш асосида қўллаш учун қонунлаштирилган деб тан олишдир. Метрологик аттестация O‘zDSt 8.011:2004 асосида ўтказилади [64].

Ўлчаш воситасини аттестациялашнинг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат:

– метрологик характеристикаларни аниқлаш ва уларни норматив ҳужжатларга мувофиқлигини ўрнатиш;

– қиёслашда текширилиши лозим бўлган метрологик характеристикалари рўйхатини белгилаш.

Метрологик аттестация давлат ёки идоравий метрологик хизматлар 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 характеристикаларини экспериментал аниқлаш ва унинг фойдаланиш учун яроқлилигини тасдиқлашдан иборат. Аниқланиши лозим бўлган техник ва метрологик характеристикаларни ҳужжатларда меъёрланган ва белгиланган характеристикалар 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 методикасига 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;

– жиҳозни аттестациялашда қиёсланиши лозим бўлган параметрлар рўйхати, шунингдек, уни қўллаш методлари, воситалари ва даврийлиги.

Даврий аттестацияни синаш қурилмасини ишлатиш жараёнида, унинг характеристикаларининг синов методикасига оид меъёрий 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 методини танлаш

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

Ўлчов билан солиштириш методи ўлчанаётган физик катталикни қайта тикланадиган ўлчов катталиги билан солиштириш принципидан фойдаланишни назарда тутади. Мазкур метод турли кўринишларга эга: нолинчи, дифференциаллаш, тўлдириш, устма-уст тушиш методлари.

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

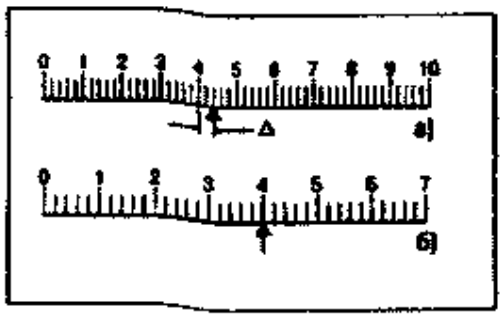
Мазкур метод билан қиёслашда талаб қилинаётган X қиймат ўрнатилади, кейин эса қиёсланаётган асбоб кўрсатишлари $X_к$ намуна асбоб кўрсатишлари $X_н$ билан солиштирилади ва $\Delta = X_к - X_н$ айирма аниқланади. Δ айирма қиёсланаётган асбобнинг абсолют хатолигига тенг бўлиб, келтирилган хатоликни топиш учун уни меъёрланган қиймат X_N га келтирилади:

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

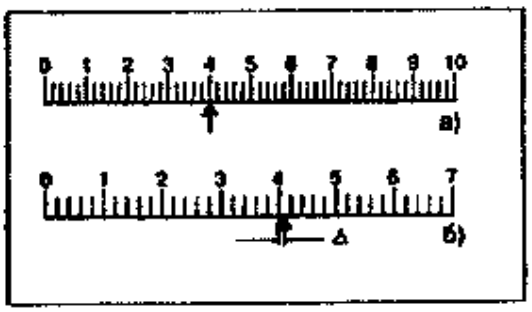
Бу метод икки усул билан амалга оширилиши мумкин:

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

Мазкур методлар 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.

Қаршилик, сиғим, индуктивлик ўлчовларини солиштиришда компараторлар сифатида ўзгармас ёки ўзгарувчан ток кўприкларидан, қаршилик 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 методлари учун умумий бўлган нарса, солиштирилаётган катталик 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 метод нолинчи метод деб аталади. Агарда компаратор ёрдамида физик катталиклар ўлчамларининг айирмаси баҳоланадиган бўлса, у дифференциал метод деб аталади. Дифференциал метод физик катталиклар айирмаси камайганида нолинчи методга айланади.

Компараторга иккита физик катталик кетма-кет таъсир қилганида ўрнини босиш методи амалга ошади.

Ўрнини босиш усули юқори аниқликда қиёслаш имконини беради, бироқ унинг нолинчи вариантини амалга ошириш физик катталикнинг исталган қийматини аниқликни жиддий камайтир-

масдан қайта тиклашга имкон берадиган ўлчаш воситасини таққослашнинг ишончли натижаларини ҳатто айирмани ўлчаш учун нисбатан кўпол воситалар қўлланилганда ҳам олиш имконини берувчи дифференциалли методга ҳам хосдир. Шу билан бирга бу методни амалга ошириш номинал қиймати таққосланаётган ўлчовнинг номинал қийматига яқин бўлган юқори аниқликдаги намуна ўлчовни талаб этади.

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

Бевосита солиштириш методидаги 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 Δ ни ўлчаш воситаси кўрсатиши $X_к$ ва ўлчовнинг ҳақиқий қиймати $X_н$ орасидаги айирма сифатида аниқлаш билан;

- ўлчовнинг мазкур қиёсланаётган ўлчаш воситаси учун номинал қийматга тенг бўлган $X_н$ ўлчамга олдиндан ўрнатиб ва кейин унинг саноқ қурилмаси бўйича $X_к$ ни олиш ва хатолик Δ ни $X_к - X_н$ айирма сифатида топиш билан.

Бир қатор афзалликларга эга бўлган биринчи усулни қайта тикланаётган физик катталикни 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 катталикни ўлчанади ва уни ўз навбатида намуна ўлчов қиймати билан

бевосита таққосланади. Масалан, волтметрларни уларнинг кўрсатишларини ЭЮК ўлчови билан ўзгармас ток потенциометри ёрдамида бевосита солиштириш йўли орқали қиёслаш.

Қиёслаш ишида ўлчов ёки ўлчанаётган катталик билан қайта тикланадиган катталикни ўлчашда *билвосита ўлчашлар методи* кенг қўлланилади. Бу методни амалга оширишда ўлчовнинг ҳақиқий қиймати ва бу асбоб билан ўлчанадиган қиймати ҳақида изланаётган катталик билан маълум боғланишда бўлган бир неча катталикларни бевосита ўлчашлар асосида қарор қабул қилинади. Бу метод катталикларнинг 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 катталикнинг қиймати аниқланади, яъни билвосита ўлчаш натижаси топилади. Қиёслашни қиёсланаётган асбоблар билан ўлчанадиган ёки қиёсланаётган ўлчов билан қайта тикланаётган катталикларни билвосита ўлчашлар методи билан бажаришда, шу нарсани ҳисобга олиш керакки, билвосита ўлчаш натижасида доимо бевосита ўлчашлар хатолигининг ташкил этувчилари бўлади.

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

Қиёслаш методлари комплектли ёки элементлар бўйича қиёслаш йўли билан амалга оширилади.

Комплектли текширишда ўлчаш воситаси унинг таркибий қисмларининг тўла комплектида (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 комплектли 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 метод ҳисобланади.

Элементлар бўйича қиёслашнинг жиддий камчилиги унинг сермеҳнатлиги ва комплектли қиёслашга қараганда амалга оширилиши мураккаброқлигидир.

1.8.9. 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 воситалари рўйхати берилади. Кўпинча, тавсия қилинган ўлчаш воситалари мавжуд бўлмайди ва эквивалент (тенг кучли) алмаштириш масаласи юзага келади.

Ўлчаш воситаларни қиёслашда унинг хатолиги белгиланган нормалардан четга чиқиш-чиқмаслиги аниқланади, яъни аслида қиёслаш муолажаси 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 $x_{п},...,x_{ю}$ ва, шунингдек, частотавий диапазонлари;
- ҳар бир текширилаётган параметрлар учун хато ва пайқалмаган бузилишлар эҳтимолликларининг рухсат этиладиган $\alpha_{\delta 1 рухс}$ ва $\beta_{\delta 1 рухс}$ қийматлари;
- текширилаётган параметрларнинг қийматлари учун рухсат этиш майдони чегаралари.

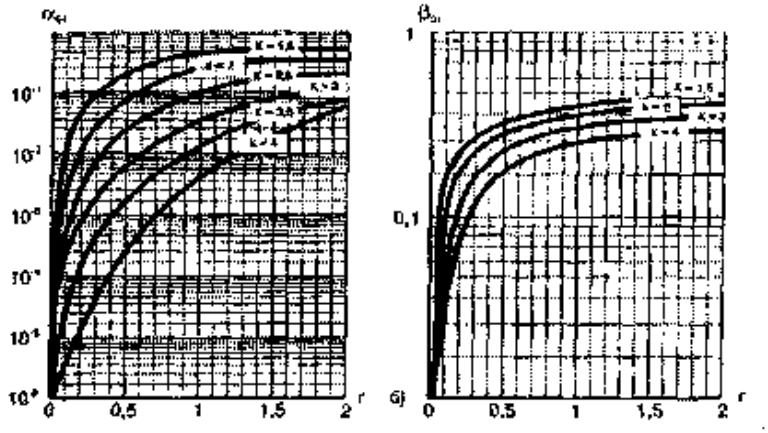
Қурилманинг параметрини текшириш учун ўлчаш воситаларини танлашда ўлчашларнинг рухсат этиладиган хатоликлари чегараси $\Delta_{рухс}$ ни хато ва пайқалмаган бузилишлар шартли эҳтимолликларининг берилган қийматларига асосланиб топилади. Текширилаётган параметрнинг ва ўлчашлар хатоликларининг қийматлари Гаусс тақсимоти қонунлари бўйича тақсимланганда, текширув ва техник (бузилиш) рухсат этишлар $\alpha_{\delta 1рухс}$ ва $\beta_{\delta 1рухс}$ лар тенг бўлганда ушбу муносабатлар ҳисобланади:

$$r = \sigma_y / \sigma_x, \tag{1.6}$$

$$K_{1(2)} = \Delta_{н1(2)} / \sigma_x, \tag{1.7}$$

бу ерда σ_x – текширилаётган параметрнинг ўртача квадратик оғиши; σ_y – шу параметрни ўлчашлар хатолигининг ўртача квадратик оғиши; $\Delta_{н1(2)}$ – текширилаётган параметрнинг унинг номинал қийматидан рухсат этиш майдонининг чап (ўнг) чегарасигача бўлган рухсат этиш майдони энининг ярми.

α_{δ_1} ва β_{δ_1} нинг r ва K ларнинг турли қийматлари учун қийматлари 1.4-расмдаги номограммада келтирилган. Намойиш этиш мақсадида аниқлик класси 2,0 ва юқори ўлчаш чегараси 150 бўлган волтметрни 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 σ_x = 2,1 V бўлган Гаусс қонуни бўйича тақсимланган;

в) хато бўлиши шартли эҳтимолликларининг рухсат этиладиган қийматлари

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

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 $\alpha_{01} \le \alpha_{01рухс}$;

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

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

$$\sigma_{хрухс} = \sigma_ч \cdot r = 0{,}1 \cdot 0{,}17 = 0{,}36;$$

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

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

и) ишчи эталоннинг талаб қилинадиган аниқлик класси:

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

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

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

$$\Delta_{НАМ} = \frac{K_{НАМ} \cdot X_N}{100} = \frac{0{,}5 \cdot 150}{100} = \pm 0{,}75V;$$

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

$$\Delta / \Delta_{НАМ} = 3 / 0{,}75 = 4.$$

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 классига 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.

1.8.10. Ўлчаш воситаларини қиёслаш методикаси

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

Маълум типдаги ўлчаш воситаларини қиёслаш методикасини 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 методикасини ишлаб чиқишдир. Бу типдаги асбоблар электр ўлчаш асбобларининг асосий қисмини ташкил этади. Бу гуруҳга амперметрлар, волтметрлар, 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; кўрсаткич шкаланинг нол белгисига қайтмаслик катталигини аниқлаш;

– асбоб кўзғалувчан қисмининг тинчланиш вақтини аниқлаш;

– контакт 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.

1.9. Ўлчашлар бирлилигини 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, техникавий салоҳияти, ижтимоий ишлаб чиқаришнинг эришилган даражаси, жамият аъзолари эҳтиёжларининг қаноатлантирилишини акс эттирувчи бошқа ахборотни олиш учун фойдаланиладиган асосий жараёндир.

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 ўлчаш натижаларининг таққосланувчанлиги, яъни мамлакатда *ўлчашлар бирлигига* 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 бирлигига эришиш маҳсулот, хизматлар, технологияларнинг сифатини ва рақобатбардошлилигини таъминлаш бўйича барча ишлар, энергосамарадорлик ва энерготежамкорлик ва бошқа кўплаб масалаларни ҳал этиш учун асос бўлади.

1.9.1. Ўлчашлар тизими бирлигини таъминлаш тизимининг асосий элементлари

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

Ўзбекистонда ўлчашлар бирлигига ўлчашлар бирлигини таъминлаш тизими (ЎБТТ)нинг амал қилиши билан эришилади ва унинг асосий қоидалари Ўзбекистон Давлат стандарти O‘zDSt 8.001-98 билан ўрнатилган [73].

Бу тизимнинг мақсади, халқ хўжалиги комплексининг барча фаолият соҳаларида мамлакатда ўлчашлар бирлиги ва талаб қилинадиган аниқлигига 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 *рақобатбардошлигини таъминлашга* кўмаклашишдан иборат.

Ўлчашлар бирлигини таъминлаш бўйича ишларнинг илмий асоси метрология – ўлчащлар 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, 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.

ЎББТ нинг техник асослари қуйидагилардан иборат:

– катталиклар 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.

ЎББТ нинг ташкилий асоси Ўзбекистон метрология хизмати бўлиб, у давлат метрология хизмати ва юридик шахсларнинг метрологик хизматларидан ташкил топган. Метрологик хизматнинг раҳбарий ва мувофиқлаштирувчи Маркази Миллий метрология органи – Ўзбекистон Республикаси стандартлаштириш 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 метрологик хизмат, стандарт намуналари марказларини ўз ичига олади.

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

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

Юридик шахснинг хизмати ҳақидаги бир типли 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 катталиклар бирликларига қўйиладиган талаблар, ўлчаш воситалари ва муолажаларига 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 бироз 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 қонунчилик асослари – Ўзбекистон Республикасининг «Метрология тўғрисидаги» қонунидир.

Қонунларнинг 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 бирлилигига эришиш механизми давлат метрологик хизмати органлари ва юридик шахслар метрологик хизматлари томонидан амалга ошириладиган метрологик текширув ва назоратдан иборат.

Давлат метрологик текширув ва назоратининг асосий қоидалари Ўзбекистон Республикасининг «Метрология тўғрисидаги» Қонуни ва O‘zDSt 8.002-92 стандарти билан регламентланган [59]. 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, 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, махсулот, 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 сохасидан ташқарида ўтказиладиган ўлчаш жараёнларига, масалан, махсулотни 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 муносабатларининг шаклланишига ёрдам беради.

Ҳалқаро 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 шериклар билан ҳам, унинг ташқарисидаги шериклар билан ҳам муносабатларни шакллантиришда ўзаро тушуниш ва ҳамкорликда ишлашда муҳим омил бўлади.

Ўзбекистонда метрологик атамалар ва уларнинг таърифлари Давлат стандарти O‘z DSt 8.0101999 ва халқаро тавсиявий ҳужжат РМГ29 да берилган [76].

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

1.10. Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг асос - метрология хизмати

Ўзбекистон Республикаси алоқа ва ахборотлаштириш соҳаси ҳозирги вақтда гуркираб 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. Республикамизнинг 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 12 миллиондан ошди. Кўрсатилаётган алоқа ва ахборотлаштириш хизматлари ҳажмлари, сифати ва рўйхати сезиларли даражада ўсиб бормоқда.

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

Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида метрологик таъминот бўйича асосий вазифалар қуйидагилардан иборат:

– алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг хўжалик юритувчи субъектларида ўлчашларнинг бирлилигини ва талаб этиладиган аниқлигини таъминлаш учун ташкилий тузилмани такомиллаштириш;

– метрология бўйича ахборотни узатиш ва қабул қилиш сифатини таъминлайдиган нормалар, қоидалар ва талабларни аниқлаш, меъёрий ҳужжатлар жамғармасини шакллантириш;

– ўлчаш воситаларини қиёслаш (калибрлаш), таъмирлаш ва ҳисоботини ташкил этиш ва ўтказиш;

– метрологик назоратни такомиллаштириш;

– мутахассисларнинг метрологик тайёрлигини ташкил этиш;

– метрологик шаҳодатлаш (аттестация) ва бошқалар.

Алоқа ва ахборотлаштириш соҳаси метрологик таъминотнинг ташкилий асосини қуйидагилар ташкил этади:

– Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги (ЎзААА);

– Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштириш бўйича техник қўмита (ТҚ);

– Асос метрология хизмати (АМХ);

– Давлат алоқа инспекцияси (ДАИ);

– Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг метрологик хизматлари;

– Хўжалик юритувчи субъектларнинг метрологик таъминоти учун масъул шахслар.

АМХ ҳамда алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг метрологик хизматлари «Ўзстандарт» агентлиги ва «Ўзстандарт» агентлигининг стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаш илмий-тадқиқот институти (СМС ИТИ) билан функционал ўзаро алоқани амалга оширадилар.

АМХ алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг хўжалик юритувчи субъектларининг метрологик таъминоти вазифаларини амалга ошириш ишларига илмий-техникавий ва ташкилий-методик раҳбарликни амалга оширади, ўлчашларнинг бирлиги ва талаб қилинадиган аниқлигини таъминлаш бўйича меъёрий ҳужжатларни ишлаб чиқади. Хўжалик юритувчи субъектлар томонидан қўлланилаётган ўлчаш воситалари ҳолатининг тизимли таҳлилини 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 типи 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 характеристикаларнинг экспериментал тадқиқотини ўтказади, мазкур тадқиқотлар асосида метрологик шаҳодатлаш дастурлари ва методикаларини 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 таҳлилини ўтказади, 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 алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг хўжалик юритувчи субъектлари учун техникавий машғулотлар ўтказади.

Алоқа соҳасида метрологик назоратни доимий такомиллаштириш бўйича ишлар ўтказилади. АМХ мутахассислари Давлат алоқа инспекцияси (ДАИ) 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;

– алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида қўлланиладиган ўлчаш воситалар каталоги;

– метрологик шаҳодатлаш методикалари;

– метрология таъминоти тузилмаси;

– норматив-ҳуқуқий актлар.

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

– алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида параметрлар ва хизматларни ўлчашлар бирлигини ва талаб қилинадиган аниқликларини таъминлаш ишларини бажаришнинг талаб қилинадиган даражасини шакллантириш бўйича ишларни такомиллаштириш;

– алоқа ва ахборотлаштириш соҳаси метрологик таъминотининг норматив базасини (асосини) метрология соҳасидаги халқаро нормалар, қоидалар ва талаблар билан уйғунлаштириш;

– алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида метрологик назорат ва текширувни такомиллаштириш;

– алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида ўлчашлар бирлилигини таъминлаш бўйича илмий тадқиқотлар ўтказиш, метрология бўйича дастурлар, методикалар 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;

– алоқа ва ахборотлаштириш соҳасига замонавий ўлчаш воситаларини, ахборот-ўлчаш тизимларини ва ўлчаш методларини 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;

– алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг ўлчашлар билан шуғулланадиган метрологик хизматлари, ўлчаш лабораториялари ва мутахассислари амалиётига «ўлчашларнинг аниқмаслиги» тушунчасини киритиш;

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

– маънавий эскирган ўлчаш воситалар паркини босқичма-босқич алмаштириш;

– метрологик хизматларни замонавий намунавий ўлчаш воситалари билан, шу жумладан, оптик диапазонни ўлчаш воситаларини қиёслаш учун намунавий ўлчаш воситалари билан жиҳозлаш;

– ўлчашлар бирлигини таъминлаш соҳасидаги халқаро тажрибанинг принциплари ва методларини таҳлил қилиш ва фойдаланиш, уни алоқа ва ахборотлаштириш соҳасига жорий этиш;

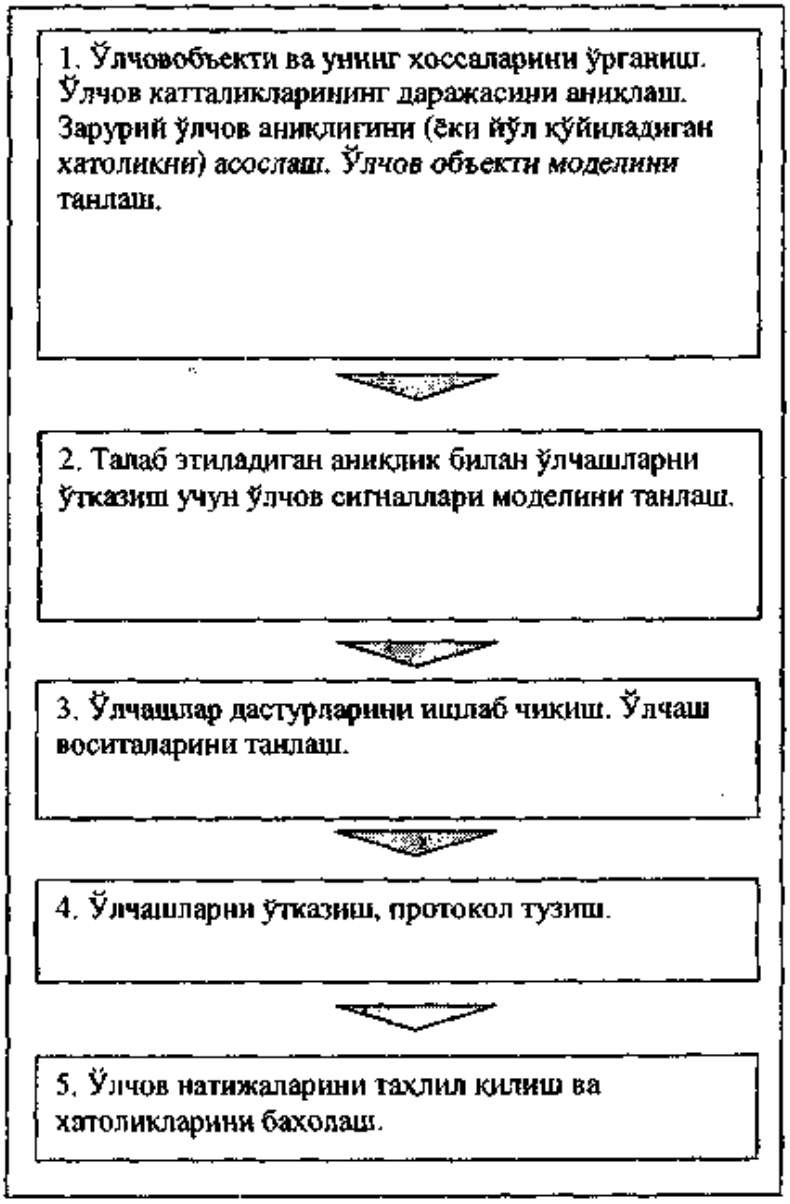
– алоқа ва ахборотлаштириш соҳаси мутахассисларини метрология соҳаси бўйича ўқитиш дастурларини такомиллаштириш.

1.11. Ўлчаш экспериментини режалаштириш. Объект ва ўлчаш сигналлари моделлари

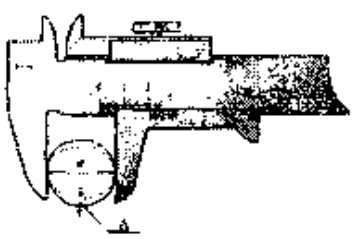
Ўлчаш сигналлари ва объект моделлари ҳар қандай ўлчаш муолажаси ўлчаш объектининг хусусиятини экспериментал текшириш мақсадида амалга оширилади. Тўғри қўйилган эксперимент олдиндан режалаштирилган бўлиши керак. 1.5-расмда экспериментни ўтказиш ва режалаштириш босқичлари кетма-кетлиги келтирилган. Объектни ўрганишни ўлчашни ўтказишдан олдин бошлаш зарур. Албатта, гап жуда мураккаб объектлар тўғрисида кетяпти. Баъзи 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 бемаъно 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 диксретлиги мавжуд. Сўзсиз, иккинчи ечим рационал ва шунинг учун амалиётда шундай қилинади.

Мураккаб объектлар ҳолатида алоқа соҳасида кўп учрайдиган, оптимал ечимни танлаш аниқ эмас ва реал объект унинг модели билан алмаштирилади. Афсуски, ўлчовлар билан иш юритувчи кўп

мутахассислар шуни эсдан чиқариб қўядиларки, ўлчаш методикасини ишлаб чиқиб, улар ҳақиқатда объект модели билан иш олиб борадилар, лекин у абсолют аниқ бўлмайди ва унинг ҳамма хусусиятлари акс этмайди.



1.5-расм.



1.6-расм.

Моделлаштиришда идеаллаштириш ва абстрактланган муолажаларни ишла-тадилар. 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 детерминаллашган функцияни ва Фурье, Лаплас, Котельников ўзгартиришлари, реал жараёнлар моделлари билан иш олиб борилади.

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, хатто метрологияни ўрганиш бошланғич даражасида содда мисолда баҳолаш мумкин. Тасаввур этамиз, мабодо токарлик станогида тайёрланадиган баъзи деталлар катталикларини ўлчаш лозим. Биринчи тасаввурда детал модели бўлиб доиравий цилиндр хизмат қилади. Талаб қилинган ҳужжатдаги аниқлик билан (±10 mm тартибда) диаметрини ўлчаш талаб қилинади. Агар ±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 ±1 mkm дан ортмайди.

1.6-расмдан кўриниб турибдики, объект ҳақиқий шакли пунктир чизиғи билан акс эттирилган, эллипс шаклида ва модел диаметри d, оғиши Δ орқали белгиланган, йўл қўйилган оғиш 1 mkm дан ортади. Қўйилган масаланинг ечими йўқ, чунки детални айлантирганда ҳар гал янги натижа олинади. Ўлчов 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.



1.7-расм.

Ўлчаш усулини ҳеч қандай мукаммаллаштиришсиз диаметрни топиш мумкин эмас, чунки у табиатан мавжуд эмас.

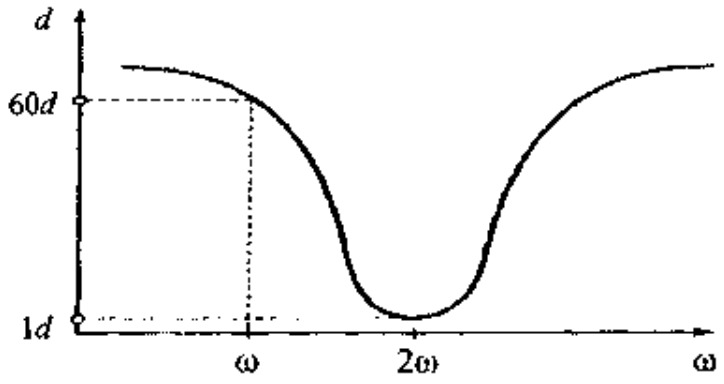
Алоқа техникасида ўлчашларни олиб борганда электрик сигналлар кенг ишлатилади. 1.7-расмда ўлчаш сигналларини қўллаш асосий ғояси намойиш қилинди. 1.7-расмда кўрсатилгандек текшириш объектига генератордан қабул қилинадиган ўлчаш сигнали таъсир этади.

Генератор типини танлаш ва мос равишда ўлчов сигнали ўрганилиши зарур бўлган объект хусусиятлари билан белгиланади. Масалан, объект сифатида аналог сигналларнинг кучайтиргичи қабул қилинса, унда эҳтимолга яқин генератор сифатида мос частота диапазони ва талаб қилинган амплитудаси билан гармоник сигналлар генераторини қўллаш мумкин. Сигнални танлаб, биз унинг ҳақиқий моделини танлаймиз, чунки гармоник сигнални мутлақ аниқ ишлаб чиқарувчи генераторни тузиш мумкин эмас.

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

Олиб борилган иш натижаси текширилаётган объект хусусиятлари тўғрисидаги маълумотлар, яъни аниқлик, ишончлилик бўлиб, ўлчов сигнали қабул қилинган моделга мос келиши ёки келмаслиги каби муҳим даражага боғлиқ бўлади. 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 фильтрнинг частота характеристикасини, яъни фильтр сўнишининг частотага боғлиқлигини ўлчаш олиб борилади. Шундай қилиб, фильтр тадқиқот объекти бўлиб қолади. Бу ҳолатда сигнал манбаи сифатида частота бўйича қайта созланадиган гармоник сигнал генератори ва ўлчов воситаси сифатида оддий волтметр ишлатилади. Тахмин қиламиз, фильтр сўниш характеристикаси 1.8-расмдаги кўринишга эга.



1.8-расм.

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

$$a = 20\lg U_{кир} / U_{чик}.$$

Тахмин қиламиз, кириш сигнали қуйидаги ифодадан аниқланади: $U_{кир}=100\sin\omega_1 t$. Фараз қилайлик, сигнал амплитудаси 100 mV ни ташкил этади. ω_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

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

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

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

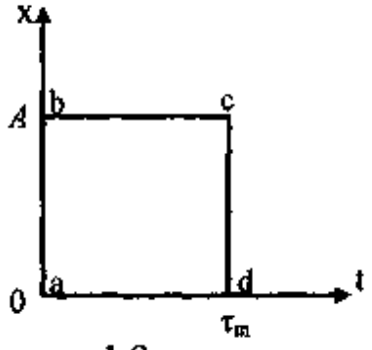
Маълум бўладики, ўтказилган экспериментни қониқарли деб бўлмайди. Олинган натижа 60 dB га тенг тўғри қийматидан анча йироқ. Реал сигналнинг унинг моделидан кам йироқлигини эътиборга олиш керак. Иккинчи гармоника амплитудаси асосий гармоникадан атиги 2% ни ташкил этади. ўлчашнинг катта хатолиги тадқиқот 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 волтметрга тааллуқли. Агар генераторни ўзгартирмасдан, тадқиқот объекти чиқишидаги кучланишни ўлчайдиган восита сифатида танловчи (селектор) волтметрни танлаб, ўлчашларни олиб боришда уни биринчи гармоника частотасига созланса, ўлчаш хатолигини анча камайтириш мумкин.

Ўлчаш сигналлари моделлари

1. Тўғри бурчакли импульс

График усулда аниқлаш



1.9-расм.

Аналитик усулда аниқлаш

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

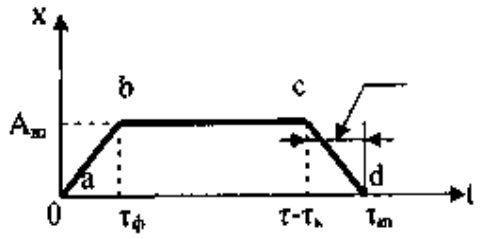
$\tau_т$ – тўғри бурчакли импульс (ТБИ) давомийлиги;

$A_т$ – тўғри бурчакли импульснинг пик қиймати;

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

2. Трапециясимон импульс

График усулда аниқлаш Аналитик усулда аниқлаш



1.10-расм.

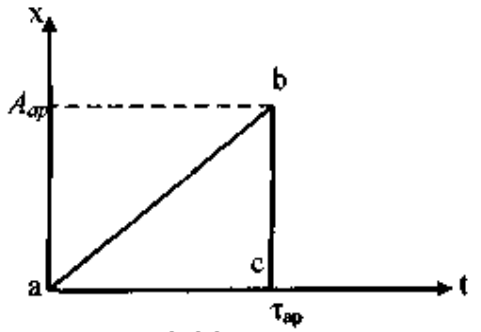
$$X(t)=\begin{cases} A_T\dfrac{1}{t_\phi}; & 0\le t\le \tau_\phi;\\ A_T; & \tau_\phi\le t\le \tau_\phi-\tau_к;\\ A_T\left(1-\dfrac{t-\tau_T+\tau_K}{\tau_K}\right); & \\ \tau_T-\tau_K\le t\le \tau_T;\\ 0; & t\ge\tau_T \end{cases}$$

A_m – трапециясимон импульс (ТИ) нинг пик қиймати;

$\tau_т$ – давомийлиги; $\tau_ф$ – ТИ фронт давомийлиги; $\tau_к$ – ТИ кесими давомийлиги.

3. Аррасимон импульс

График усулда аниқлаш Аналитик усулда аниқлаш

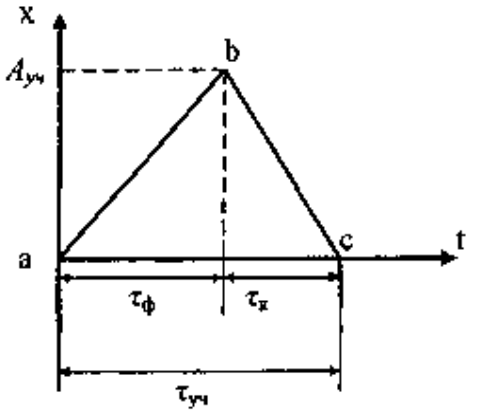


1.11-расм.

$$X(t)=\begin{cases} 0; & t<0;\\ \dfrac{A_{ap}t}{t_{ap}}; & 0\le t\le\tau_{ap};\\ 0; & t\ge\tau_{ap} \end{cases}$$

A_{ap} – аррасимон импульс (АрИ) нинг пик қиймати;

τ_{ap} – АрИ давомийлиги; *ab* бўлак АрИ нинг тўғри йўли, *bc* – тескари йўли.



1.12-расм.

4. Учбурчак импульс

График усулда аниқлаш
Аналитик усулда аниқлаш

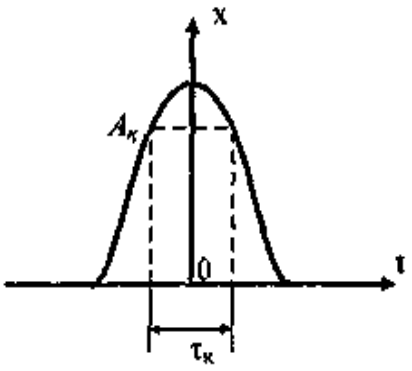
$$X(t)=\begin{cases}0;t<0;\\ \dfrac{A_{yu}t}{t};0\le t\le \tau_{\phi};\\ A_{yu}\left(1-\dfrac{t-\tau_{\phi}}{\tau_{\kappa}}\right);\\ \tau_{\phi}\le t\le \tau_{yu};\\ 0,t>\tau_{yu}\end{cases}$$

ab бўлак – учбурчак импульс (УИ) нинг фронти;

bc – УИ кесими деб номланади.

5. Қўнғироқсимон импульс

График усулда аниқлаш



Аналитик усулда аниқлаш

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

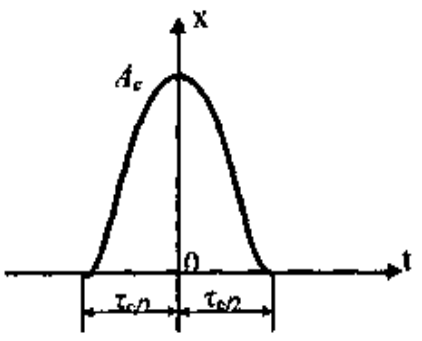
1.13-расм.

$A_к$ – қўнғироқсимон импульс (ҚИ) нинг пик қиймати;

$2\tau_к$ – қўнғироқсимон импульс эгилиш нуқталари орасидаги вақт оралиғи ($0{,}606A_к$ даражаси бўйича аниқланади).

6. Косинус квадратли импульс

График усулда аниқлаш



Аналитик усулда аниқлаш

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

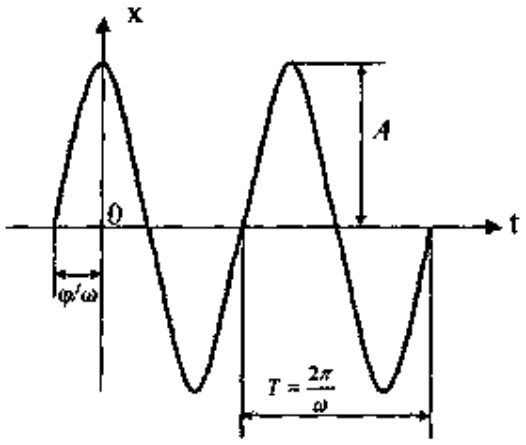
1.14-расм.

A_c – косинус квадратли импульснинг пик қиймати;

τ_c – косинус квадратли импульснинг давомийлиги (τ_c параметрнинг қиймати A_c даражаси бўйича аниқланади).

7. Гармоник сигнал

График усулда аниқлаш



1.15-расм.

Аналитик усулда аниқлаш

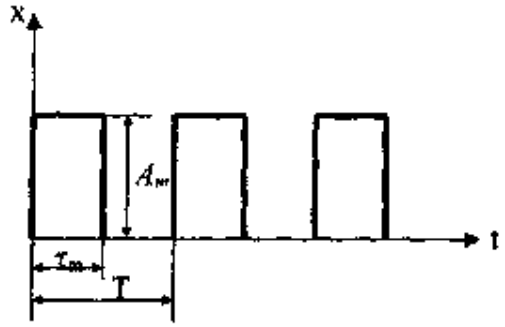
$$X(t) = A\sin(\omega t + \varphi);$$

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

A – гармоник сигнал амплитудаси;
ω – доиравий частота;
φ – бошланғич фаза.

8. Тўғри бурчакли импульсларнинг даврий кетма-кетлиги

График усулда аниқлаш



1.16-расм.

Аналитик усулда аниқлаш

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

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

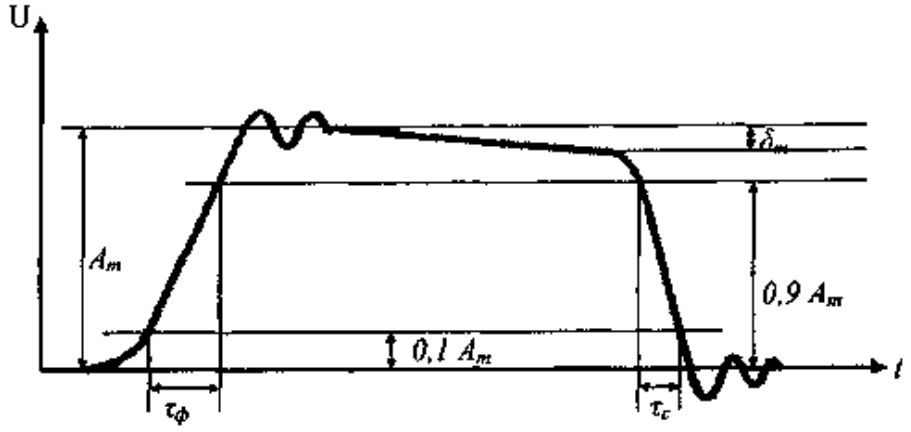
9. Реал ўлчаш сигналлари ва уларнинг моделдан фарқи

Ўлчашларни режалаштириш ва ўтказишда реал сигналнинг олдин кўриб чиқилган сигналдан фарқини ҳисобга олиш керак. Шакллантириш жараёнида ва сигнални ҳар хил ўзгартириш жараёнларида унинг шакли бузилиши мумкин. 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 сиғимлар 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 вақтда мавжуд бўлади.

Сигналларни кучайтиришда чизиқли, фазали ва нотекис бузилишлар пайдо бўлади. Сигналлар бу бузилишлар таъсирига ҳар хил жавоб беради. Шуни мисол қилиш мумкинки, частота бузилишлари (частота характеристикасининг тушиши ва кўтарилиши) импульс шаклини кераклигича ўзгартириши 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 характеристикаси 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 одатдагидай ишлаб чиқарилишини кўриб чиқамиз.

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

1.17-расмдан кўриниб турибдики, импульс осциллограммаси фронт импульсидан кейин ҳам, уни сўнишидан кейин ҳам чайқалади. 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. Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг метрологик таъминотини шакллантирилишининг асослари нимадан иборат?
2. Алоқа ва ахборотлаштириш 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, навбатдан ташқари, испекцион ва эксперт қиёслашлар 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 оралиқ нима?

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

21. «Метрологик яроқлилик коэффициенти» нима?

22. Қиёслаш лабораториялари хоналари учун қандай талаблар қўйилади?

23. Қиёслашни ўтказишда қиёсловчи қайси ҳужжатларга амал қилинади?

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 қаров» 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) воситаларини метрологик шаҳодатлаш нима?

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

43. Ўлчаш методларини қандай гуруҳларга ажратиш мумкин?

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

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

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

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

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

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

50. «Ўлчов билан қиёслаш» методи қайси усуллар билан амалга оширилиши мумкин?

51. «Билвосита ўлчашлар» методини қайси ҳолларда қўлланилади?

52. «Боғлиқлик қиёслаш» нима?

53. «Элементлар бўйича қиёслаш» нима?

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

55. Ўлчашларнинг рухсат этиладиган хатоликлари чегарасини қайси кийматлардан аниқланади?

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

57. Қиёслаш методлари ва воситаларини қайси ҳужжатлар белгилаб беради?

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

59. Бевосита таъсирга эга асбоблар нуқсонларига нималар киради?

60. Бевосита таъсирга эга асбобларни синашда қандай мақсадлар қўйилади?

61. Бевосита таъсирга эга асбоблар огишлигининг таъсирини аниқлашда қандай операциялар ўтказилади?

62. Бевосита таъсирга эга асбобларнинг элект мустаҳ-камлигини текшириш ва изоляция қаршилигини аниқлашда қайси операциялар ўтказилади?

63. Асос метрология хизмати қандай мақсадда тузилган?

64. Асос метрология хизматининг асосий вазифаларини айтиб беринг.

65. Алоқа ва ахборотлаштириш соҳаси метрология таъмино-тининг ташкилий асосига нималар киради?

66. Ўлчашлар бирлигини таъминлаш тизими нима учун керак?

67. Ўлчовлар тизими бирлигини таъминлаш тизими-нинг асосий элементларига нималар киради?

68. Ўлчовлар бирлигини таъминлашнинг норматив-ҳуқуқий асосига қандай ҳужжатлар киради?

69. Объект ва ўлчаш сигналлари моделларини тушунтириб беринг.

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

71. Ўлчаш сигналлари моделлари – учбурчак импульс, қўнғироксимон импульс ва косинус квадратли импульс.

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

II БОБ. АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ СОҲАСИДА СТАНДАРТЛАШТИРИШ

2.1. Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштиришнинг тузилиши ва ривожланишининг норматив-ҳуқуқий асоси

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 1992 йил 2 март «Ўзбекистон Республикасида стандартлаштириш бўйича ишларни ташкил этиш тўғрисидаги» 93-сон 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-техникавий ва бошқа муносабатларни сақлаб қолиш, дунё мамлакатлари билан савдо-иқтисодий ва илмий-техникавий 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.

Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштириш бўйича ишларни ташкил этиш ва такомиллаштириш учун 1997 йилда Ўзбекистон Республикаси Алоқа Вазирлигининг 15.04.97 даги 145-сонли буйруғи билан алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштириш бўйича Асос ташкилот тузилди.

Стандартлаштириш бўйича Асос органни тузишдан мақсад алоқа ва ахборотлаштириш соҳаси корхоналарида стандартлаштириш бўйича илмий-техникавий ва ташкилий-методик ишларни амалга ошириш ва бу ишлар бўйича талабларнинг бирлигини таъминлашдан иборат бўлди.

Стандартлаштириш бўйича Асос органнинг функциялари (вазифалари) Ўзбекистон Республикаси алоқа вазирлиги – ҳозирги Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлигининг Фан-техника ва маркетинг тадқиқотлари Маркази (ФТМТМ) 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-техникавий 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 Даваархитектурақурилиш, Давлат табиатни асраш қўмитаси, Соғлиқни сақлаш вазирлиги амалга оширади.

Республикада қўлланиладиган норматив ҳужжатлар рўйхати:

– халқаро (давлатлараро, ҳудудий), хорижий стандартлар O‘zDSt 1.7 бўйича;

– Ўзбекистон давлат стандартлари;

– тармоқ стандартлари;

– техник шартлар;

– корхона стандартлари.

Маҳсулотни норматив ҳужжатларсиз ишлаб чиқариш ва сотиш таъқиқланган. Норматив ҳужжатларнинг маҳсулотнинг аҳоли ҳаёти, соғлиғи, мулки учун хавфсизлигини таъминлайдиган, маҳсулотнинг уйғунлиги ва ўзаро алмашинувчанлиги, уларнинг назорат қилиш методларининг бирлиги, марказлашнинг бирлилигини таъминлаш талабларига риоя қилиш учун мажбурийдир.

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

Ўзбекистонда алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштириш бўйича ишлар асосан Ўзбекистон алоқа ва ахборот-

вазирлиги агентлиги тасарруфидаги, қуйидаги ташкилотлар томонидан амалга оширилади:

Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштириш бўйича техник қўмита. 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» Унинг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат:

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

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

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

Фан-техника ва маркетинг тадқиқотлари Маркази - UNICON.UZ қошидаги стандартлаштириш бўйича асос орган. У алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштириш бўйича ўтказиладиган ишларни, техникавий алоқа воситаларини ишлаб чиқиш ва эксплуатация қилишда техникавий талабларнинг бирлилигини таъминлаш, алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида 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, техникавий алоқа воситаларини стандартлаштиришнинг асосий йўналишларини аниқлаш, стандартларда ва бошқа норматив ҳужжатларда белгиланадиган кўрсаткичлар ва нормаларнинг ҳозирги замон илмий-техникавий даража ва

Ўзбекистон Республикасининг амалдаги қонунчилилига мувофиқлигини таъминлаш бўйича ишларда иштирок этади.

Компьютер ва ахборот технологияларини ривожлантириш Маркази - UZINFOCOM.

Унинг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат:

– ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш соҳасида Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлигининг 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 ахборот-коммуникация технологиялари, бу соҳадаги ҳозирги замон халқаро стандартлари тўғрисида ҳар чоракда маърузалар ва ҳисоботлар тайёрлаш.

2.2. Ўзбекистон Республикасининг «Техник жиҳатдан тартибга солиш тўғрисида»ги Қонуни бўйича моддаларига тушунтириш

Ўзбекистон Республикасининг «Техник жиҳатдан тартибга солиш тўғрисида»ги Қонуни 2009 йил 3 апрелда қабул қилинган. Қонун IV бобдан ва 28 моддадан иборат.

Қонунинг 1-бобида умумий қоидалар келтирилган.

1-моддада Қонуннинг 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 ишлаб чиқариш, ишлатиш (ундан фойдаланиш), сақлаш, ташиш, реализация килиш ва утилизация қилиш жараёнларининг, бажариладиган ишлар, кўрсатиладиган хизматларнинг ҳолати бўлиб, бунда инсоннинг ҳаётига, соғлигига, атроф муҳитга, юридик, жисмоний шахсларнинг ва давлатнинг мол-мулкига зарар етказилиши эҳтимоли билан боғлиқ йул қўйилмайдиган хавф мавжуд бўлмайди;

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

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

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

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

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

Қонуннинг 4 - моддасида асосий вазифалар – инсон ҳаёти ва соғлиги, юридик, жисмоний шахсларнинг ва давлатнинг мол-мулки

хавфсизлигини таъминлаш, атроф-муҳитнинг 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 истеъмолчиларнинг ҳуқуқларини олдиндан ҳимоя қилишга қаратилган.

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

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

II боб Давлат органларининг ва бошқа органлар ҳамда ташкилотларнинг ваколатларига бағишланган.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг ваколатларига қуйидагилар 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 алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги давлат бошқарув органи сифатида ўз ваколатлари доирасида – техник регламентларни ишлаб чиқиш дастурлари лойиҳалари юзасидан Ўзбекистон стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш 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 фондини 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 хузурида 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 ваколати доирасида давлат органлари томонидан шакллантирилади ва давлат фондини шакллантириш ва юритиш тартиби Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси томонидан белгиланади.

Амалдаги, ишлаб чиқилаётган 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 маълумотларни, маҳсулотлар, ишлар ва хизматларнинг норматив ҳужжатлар талабига мувофиқлигини баҳолаш тартиб-таомили тўғрисидаги маълумотларни, Ўзбекистон Республикасининг халқаро ташкилотларга аъзолиги ва халқаро шартномалардаги иштироки тўғрисидаги маълумотларни, ишлаб чиқилаётган, қабул қилинган техник регламентларни ва бошқа норматив ҳужжатларни эълон қилишнинг расмий манбалари тўғрисидаги маълумотларни тақдим этади.

Қонуннинг III боби техник регламентларга бағишланган. Техник регламентлар турлари умумий ва махсус техник регламентларга бўлинади.

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

Хавфсизлик – йўл қўйиб бўлмайдиган риск, 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 уларнинг ушбу вазиятда ўзаро таъсири.

Ядро ва радиация хавфсизлиги – кириб ўтувчи радиация – гамма – нурлар ва нейтронлар оқимли.

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 ҳ.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 намунасини олиш ва уларни синовдан ўтказиш қоидалари; давлат назоратини амалга ошириш тартиби; маҳсулотлар, ишлар ва хизматларнинг техник жиҳатдан тартибга солиш соҳасидаги норматив ҳужжатлар талабларига мувофиқлигини баҳолаш учун зарур бўлган синовлар, ўлчов 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 етказилиш 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 килинишини 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 жихатдан тартибга солиш соҳасидаги бошқа ваколатли давлат органларининг ҳамда давлат ва хўжалик бошқаруви органларининг ўз ваколатлари доирасидаги таклифлари 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 хақидаги 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 йуналиши 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 IV боби якунловчи 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 халкаро ташкилотлардаги аъзолиги билан боғлик харажатлар.

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

Техник жиҳатдан тартибга солиш тўғрисидаги қонун ҳужжатларини бузганликда айбдор шахслар административ 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 ва тармоқ стандартлаштириш тизимлари

Стандартлаштириш – бу маълум соҳада тартиблаштиришга йўналтирилган фаолиятдир, шунинг учун стандартлаштириш олий даражада тартибланган бўлиши лозим. Бунга стандартлаштириш бўйича ишларни тизимлаштириш, яъни стандартлаштириш соҳасидаги фаолиятнинг барча босқичларида: норматив ҳужжатни режалаштириш, ишлаб чиқиш, жорий қилиш, риоя қилиш қоидаларини ўрнатиш билан эришилади.

Бошқача айтганда, O'zDSt 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-техникавий даражасини

баҳолаш методларини; халқаро, давлатлараро, ҳудудий, хорижий ва ҳ.к. стандартларни қўллаш усулларини белгилайди.

O'zDSt асосий норматив ҳужжатлар мажмуасидан иборат бўлиб, улар ташкилий-методик ва умумтехникавий стандартларга бўлинади:

Ташкилий-методик 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.

Умумтехникавий стандартлар қуйидагиларни ўрнатади:

– халқ хўжалигининг барча соҳаларидаги илмий-техникавий 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 техникавий, шу жумладан, метрологик таъминоти учун зарурий умумтехникавий катталиклар, талаблар ва нормалар. Хусусан, бу стандартлар қуйидагиларни белгилайди: ўлчашларнинг аниқлик нормалари, афзал (мақбул) сонлар, электр токининг номинал частоталари ва кучланишлар, допусклар ва ўтиришлар; зарарли моддаларнинг чегаравий йўл қўйиладиган концентрацияси; шовқин, вибрация, радиацион нурланиш, радиохалақитлар даражасининг чегаравий йўл қўйиладиган қийматлари; техникавий эстетика ва эргономика талаблари ва бошқа ягона техникавий талаблар ва нормалар.

Сўнгра барча даражалардаги стандартлаштириш объектлари рўйхати келтирилган:

Давлатлатлараро стандартлаштириш объектлари ГОСТ-1.0-92 бўйича аниқланади [11].

Давлат стандартлаштириш объектлари қуйидаги ташкилий-методик ва умумтехникавий 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-техникавий дастурлари объектлари (элементлари).

Тармоқ стандартлаштириш объектлари бўлиб, тармоқни ташкил этиш ва бошқариш, сифатни таъминлаш бўйича нормалар ва қоидалар, тармоқ вазифасидаги маҳсулот хизмат қилади.

Маъмурий-ҳудудий стандартлаштириш объектлари ҳудудни бошқариш, сифатни таъминлаш бўйича нормалар ва қоидалар ҳудуд учун хос маҳсулот бўлиши мумкин.

Корхоналардаги стандартлаштириш объектлари қуйидагилар бўлиши мумкин:

– чет истеъмолчиларга 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‘zDSt;

– умумдавлат таснифлагичи – O‘zDT;

– Ўзбекистон раҳбарий ҳужжати – O‘zRH;

– Ўзбекистон тавсияномалари – O‘zT;

б) тармоқ даражасидаги:

– тармоқ стандарти – TSt;

– тармоқ таснифлагичи – TT;

– техник шартлар – TSh;

– раҳбарий ҳужжат – RH;

– тавсияномалар – T;

в) маъмурий-ҳудудий даражасидаги:

– маъмурий-ҳудудий стандарт – MHSt;

– раҳбарий ҳужжат – RH;

– тавсияномалар – T;

г) корхона даражасидаги:

– техник шартлар;

– корхона стандарти.

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

O‘z – Ўзбекистон;

D – Давлат;

T – Таснифлагич, тармоқ, тавсиянома;

R – Раҳбарий;

H – Ҳужжат, ҳудудий;

Sh – Шарт;

K – Корхона;

M – Маъмурий;

St – Стандарт.

Давлатлараро стандартнинг белгиланиши рус тилида (ГОСТ) сақлаб қолинади.

Озиқ-овқат халқ 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‘zDSt 1.4:1998 га мувофиқ амалга оширилади [35].

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

Давлат стандартлаштириш тизимининг ривожи сифатида тармоқ стандартлаштириш тизими яратилган бўлиб, унинг доирасида 13 та норматив ҳужжат ишлаб чиқилган ва амалга киритилган. Булар жумласига стандартлаштириш бўйича корхоналар фаолиятини тартибга солувчи «Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштириш тизимини ривожлантириш концеп-

цияси», 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; типлар; сортамент; маркалар; конструкциялар; назорат (синов, ўлчаш, таҳлил қилиш) методлари; қабул қилиш қоидалари; маркалаш, штрихли кодлаш билан бирга; тахлаш, ташиш, сақлаш, эксплуатация, таъмирлаш, утиллаштириш қоидалари.

Маҳсулотга оид норматив ҳужжатнинг даражасини ва турини тўғри танланганлиги юзасидан назорат «Ўзстандарт», давлат бошқарув органлари, корхоналар бирлашмалари, стандарт-

лаштириш 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 иш дастурларига таклифлар тайёрлашда амалга оширилади.

2.5. Норматив ҳужжатларни жорий қилиш

Ўзбекистон давлат стандарти O‘zDSt1.14:1999 да стандартларни ва бошқа норматив ҳужжатларни жорий қилишда амал қилиниши лозим бўлган бир қатор таърифлар келтирилган [41]:

норматив ҳужжатни жорий қилиш – норматив ҳужжатга риоя қилинишини таъминлайдиган ташкилий-техникавий 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.

O‘zDSt1.14:1999 га мувофиқ, норматив ҳужжатни жорий қилиш тўғрисида буйруқ чиқарилади ва иккита ташкилий-техникавий тадбирлар режаси ишлаб чиқилади [41]:

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-техникавий 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 методи 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 йўлларидан биридир.

Бироқ ХС ни шундайлигича олиб, уни миллий норматив ҳужжат сифатида қўллай бошлаш мумкин эмас. Бундан олдин бир қатор шартлар ва тегишли муолажалар (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» (Даварҳитектурақурилиш, Давтабиатқўм, 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 экспериментал ишларда фойдаланишлари мумкин.

Халқаро (ҳудудий) стандартлар халқаро стандартлаштириш амалиётида кенг қўлланилади. Бундай стандартларда жаҳон илмий-техникавий 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 кўламда 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 стандартлар аниқланади:

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

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

3. Ноэквивалентлик – аниқ идентиклик йўқ бўлган ҳолда, техникавий 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 методи белгиланган:

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

Халқаро стандарт асосида қабул қилинган миллий стандартни белгилашнинг бир қатор усуллари мавжуд. Маъқуллаш методи билан қабул қилинган давлат стандарти O‘zDSt ISO/IES21 да белгилаш тартиби келтирилган.

Давлатлараро стандартлар (ГОСТ) Ўзбекистоннинг миллий мулки ҳисобланади ва ҳеч қандай қайта расмийлаштирилмасдан «Ўзстандарт», Давархитектурақурилиш, Давлат табиатни қўриқлаш 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 расмийлаштирмасликка рухсат этилади (бевосита қўллаш). Бунда Ўзбекистон Республикаси норматив ҳужжатларининг мажбурий талабларининг тайёрлаш, сақлаш ва ташиш жараёни 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 методи 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 манбаи сақланади.

Давлатлараро стандарт (ГОСТ) ҳеч қандай расмий-лаштиришни талаб этмайди – «Ўзстандарт»нинг (Даварҳитектуракурилиш, Давтабиат қўмитаси, 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

O'zDSt 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 қўмиталар ва асос ташкилотлар, зарурат бўлганда буюртмачи-ташкилот (асосий истеъмолчи), бошқа манфаатдор ташкилотлар иштирокида ўтказадилар. Текширувни ҳайъат (комиссия) амалга оширади.

Текширувнинг мақсади илмий-техникавий 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 чиқилаётган норматив ҳужжатлар учун ўрнатилган 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 охирги ўзгариш амал қилади.

Норматив ҳужжат матнини янги эементлар 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. Ҳалқаро 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 10 та ТҚ бўлиб, улар орасида алоқа ва ахборотлаштириш 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-техникавий салоҳиятга эга бўлган илмий-тадқиқот ва бошқа ташкилотлар негизида ташкил этилади.

Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлиги Халқаро электралоқа иттифоқ (ХЭИ) да, Умумжаҳон почта иттифоқи (УПИ) да ҳамда алоқа ва аҳборотлаштириш соҳасидаги бошқа халқаро ташкилотларда Ўзбекистон Республикасининг ваколатли вакили ҳисобланади.

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

- Ўзбекистон Республикасининг халқаро стандартлаштиришда иштирокини кенгайтиришга, алоқа ва ахборотлаштириш 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 Агентликнинг Атамашунослик ва луғатлар хизмати ишчи органи ҳисобланувчи Телекоммуникацияларни стандартлаштириш бўйича қўмита;
- «UNICON.UZ» ДУК қошидаги Агентликнинг 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 алоқа ва ахборотлаштириш агентлигининг 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 ассамблея (ТСБА) ларига ҳиссаларини тайёрлашни ташкил этиш;
- ТСБА га хорижий мамлакатлар, халқаро ва ҳудудий ташкилотларнинг ҳиссаларини 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, МДҲ ва бошқа мамлакатларнинг миллий алоқа маъмуриятлари билан ҳамкорликда мувофиқлаштирилган позицияларни ишлаб чиқиш бўйича таклифларни тайёрлаш;
- ТСБА га ҳиссани тайёрлаш бўйича илмий-тадқиқот ишларининг натижаларини кўриб чиқиш;

- ITU-T конференциялари, форумлари ва бошқа тадбирларига Ўзбекистон Республикасининг ҳиссалари 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 қўмита

Қўмитанинг асосий вазифалари қилиб, қуйидагилар киритилган:

- телекоммуникацияларни ривожлантириш бўйича Бутунжаҳон конференция (ТРБК) ларга ҳиссаларни ташкил қилиш ва тайёрлаш;

- ТРБК га хорижий мамлакатлар, халқаро ва ҳудудий ташкилотларнинг ҳиссаларини 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 ҳиссалари 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 қўмита

Қўмитанинг асосий вазифалари қилиб, қуйидагилар киритилган:

- радиоалоқа бўйича Бутунжаҳон конференцияларга (РБК) ҳиссаларни ташкил қилиш ва тайёрлаш;

- РБК га хорижий мамлакатлар, халкаро ва ҳудудий ташкилотларнинг ҳиссаларини ўрганиш ва кўриб чиқиш;

- ITU-R тавсияларининг лойиҳалари бўйича таклифларни тайёрлаш;

- ITU-R фаолиятида иштирок этганда Ўзбекистон Республикаси манфаатларини ҳимоя қилишни ҳисобга олган ҳолда МДҲ 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 чикиш;

- ITU-R конференциялари, форумлари ва бошқа тадбирларига Ўзбекистон Республикаси ҳиссалари 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 ҳиссаларини ташкил этиш ва тайёрлаш;

- УПИ Конгрессларига хорижий мамлакатлар, халқаро ва ҳудудий ташкилотларнинг ҳиссаларини ўрганиш ва кўриб чиқиш;

- УПИ Конгресслари, конференциялари ва бошқа тадбирларига Ўзбекистон Республикаси ҳиссалари 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, МДҲ 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, 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, МДҲ ва бошқа мамлакатларнинг миллий Алоқа маъмуриятлари билан ҳамкорликда мувофиқлаштирилган позицияларни ишлаб чиқиш бўйича таклифларни тайёрлаш;

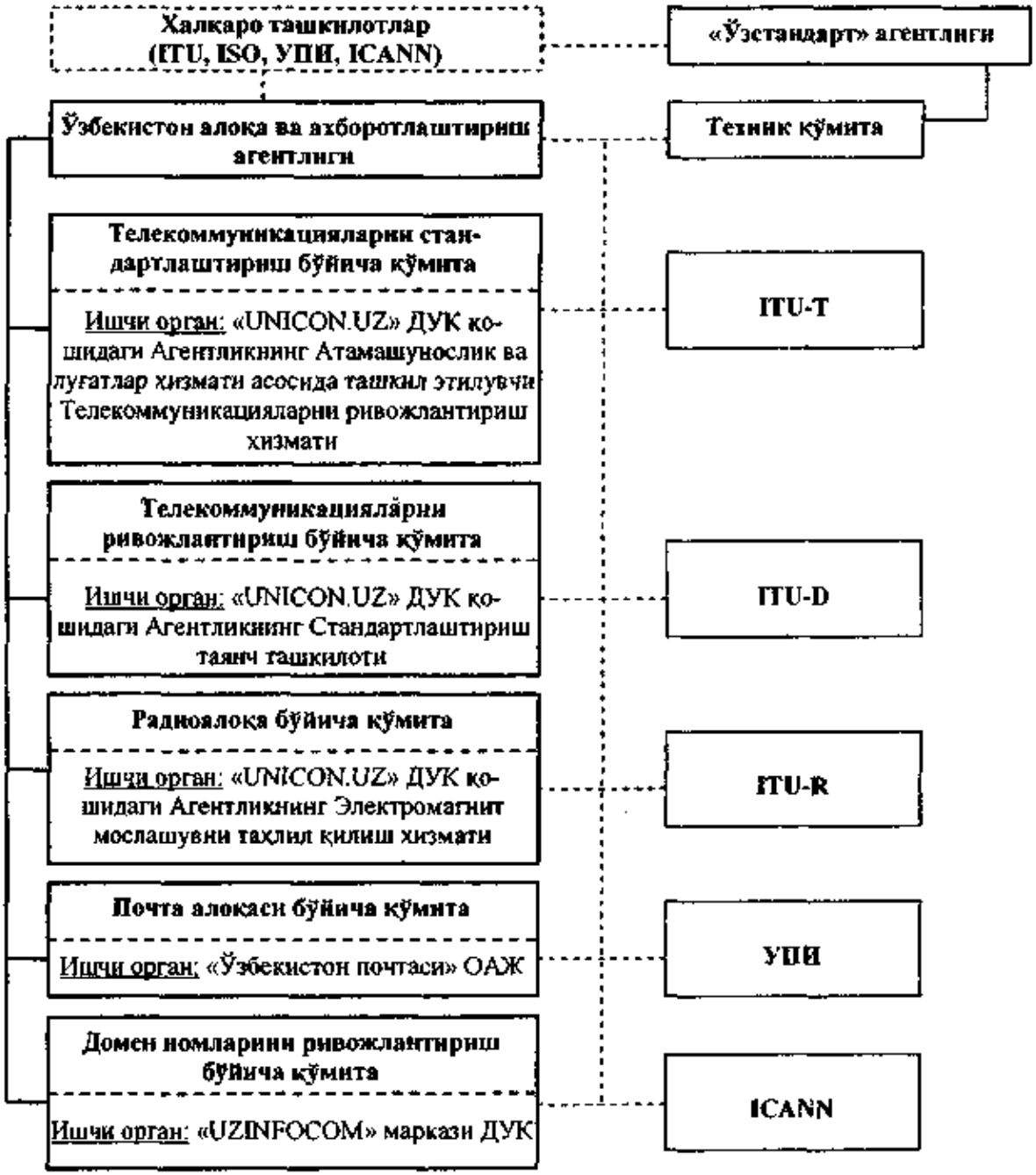
- ICANN йирик тадбирларига ҳиссани тайёрлаш бўйича илмий-тадқиқот ишларининг натижаларини кўриб чиқиш;

- 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-расмда Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлигининг стандартлаштириш бўйича техник қўмитасининг тузилиш схемаси келтирилган.



2.1-расм. Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштириш бўйича техник қўмитанинг тузилиш схемаси.

2.8. Асос стандартлаштириш ташкилотлари (АСТ)

O'zDSt 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-техникавий ва ташкилий-методик раҳбарликни амалга ошириш, бу ишлар бўйича техник бирликни таъминлаш учун тузилади.

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-техникавий, 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 техникавий бирлиликни таъминлаш;

– бириктирилган маҳсулот гуруҳи бўйича стандартлаштиришни ривожлантиришнинг мажмуавий ва илгариловчи 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-методик 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 методик 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-техникавий 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.

Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштириш бўйича ишларни ташкил этиш ва янада ривожлантириш учун 1997 йили Ўзбекистон Республикаси Алоқа вазирлигининг 15.04.97 145-сонли буйруғи билан алоқа ва ахборотлаштириш соҳасини стандартлаштириш бўйича таянч орган тузилди.

Стандартлаштириш бўйича таянч органни тузишдан мақсад алоқа ва ахборотлаштириш соҳаси корхоналарида стандартлаштириш ишлари бўйича илмий-техникавий ва ташкилий-методик ишларга раҳбарликни амалга ошириш ва бу ишлар бўйича талабларнинг бирлилигини таъминлашдан иборат.

Стандартлаштириш ишлари бўйича таянч орган функциялари Ўзбекистон алоқа ва ахборотлаштириш агентлигининг Фан-техника

ва маркетинг тадқиқотлари Маркази - UNICON.UZ 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-техникавий дастурларга маҳсулотнинг техникавий даражаси ва сифат 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 ҳисобинии юритиш, уларга ўзгаришларни киритиш, бекор қилинганларини олиб қўйиш;

– корхонада қўлланиладиган норматив ҳужжатларнинг халқаро, давлатлараро ҳудудий стандартлар ва етакчи хорижий

мамлакатлар (фирмалар) стандартлари талабларига мослигининг илмий-техникавий экспертизасини ташкил этиш;

– корхонада иқтисодий хизмати билан биргаликда стандартлаштиришнинг техникавий-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 хизматига қуйидаги ҳуқуқлар берилиши мумкин:

– стандартлаштириш бўйича иш 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 Техникавий-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 тўлдириш кераклигини билишади.

Техникавий-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 техникавий-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 ТҚЯТ 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 ТҚЯТ 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 техникавий-иқтисодий ва ижтимоий ахборотни таснифлаш ва кодлаш;

– таснифлагичларни ишлаб чиқиш ва олиб бориш соҳасида методик 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 тизимини халқаро таснифлаш тизимлари билан уйғунлаштириш.

1995 йилдан 2001 йилгача бўлган даврда ҳисоб, статистика амалиётида бозор иқтисодиёти шароитларида қўллаш учун мўлжалланган. Ўзбекистон Республикасининг қуйидаги умумдавлат 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 умумдавлат 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 машғулотларнинг миллий стандарт таснифлагичи бўлиб, маҳсулотларнинг касблар ва мансабларнинг барча йириклаштирилган, таркибли ва таянч гуруҳлари бўйича тавсифидан иборат.

МШК (КФС) – бозор муносабатлари ва эркин тадбиркорликнинг ривожланиш даврида мулкнинг тури ва хўжалик юритиш субъектларини тавсифловчи асосий мезонлардан биридир. Шунга асосан ва Ўзбекистон Республикаси Фуқаролик кодексининг мулк тўғрисидаги ва корхоналар тўғрисидаги қоидасига 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) – машғулотлар сони бўйича корхона турлари таснифлагичи, унда корхоналарнинг тўрт тури белгиланган: микрофирмалар; кичик корхоналар, ўрта корхоналар, йирик корхоналар.

ИСТ (КСЭ) – иқтисодиёт секторлари таснифлагичи – унда иқтисодиётнинг қуйидаги сектор 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;

ЎББТ (СОЕЙ) – ўлчов бирликларининг белги тизимлари таснифлагичи; у ўлчов бирликларининг халқаро таснифлагичи ЕЭК ООН, ISO31–0:1992 стандартлари асосида яратилган.

Таснифлагичларни яратиш бўйича ишларнинг муҳим йўналиши техникавий 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 методик материаллар комплектини 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 методик материалларни ишлаб чиқиш;

– хўжалик юритувчи субъектларни штрихли кодларнинг турли ташувчилардаги оригинал-макетлари билан таъминлаш.

2.12. Штрихли кодлашни жорий этишнинг норматив асоси

Штрихли кодлашга амал қилиш учун норматив ҳужжатлар комплекти ишлаб чиқилди.

1. O'zDSt 6.17.01:1999 да маҳсулотни штрихли кодлаш тизимининг асосий қоидалари, атамалар ва таърифлар, кодлаш объектлари, кодлаш объектларини EAN штрихли символи кўринишида тасвирлашнинг умумий тамойиллари ва ўрнатилган стандартнинг 4-бўлимида қуйидагилар қайд этилган [44]:

– 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 методик 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'zDSt 6.17.03:1999 қуйидаги тартибни белгилаб берган [46]:

– 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 кодини 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 O‘zDSt 6.17.01:1999, O‘zDst 6.17.03:1999 ва O‘zDSt 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.

O‘zDSt 6.17.01:1999, O‘zDSt 6.17.03:1999, O‘zDSt 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. O‘zDSt 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.

O‘zDSt 6.17.05:1999 стандартида EAN штрихли символларини истеъмол товарлари ва ташув упаковкаларида жойлаштиришга доир талаблар, шу жумладан қуйидаги умумий талаблар берилган [47].

1. Штрих-кодли символни идентификация объектининг бевосита сиртига ҳам, оралиқ ташувчида ҳам қўйишни O‘zDSt 6.17.03:1999 да баён қилинган шартларга риоя қилинганида 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 символи 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 бирликлари тахланадиган сиртлари бўлмайдиган ва уларни автоматик идентификация тизимининг ўқиш қурилмаси

сканерлаётганда очиқ бўладиган, иложи борича бир неча сиртига жойлаштириш зарур.

6. Етказиб бериш бирлиги 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 бирликлари тахланадиган сиртнинг горизонтал томонига параллел бўлиши лозим.

9. Штрих-кодли символ қаварик сиртга уни текис сиртга жойлаштириш мумкин бўлмаган ҳолда ёки текис сирт етказиб бериш бирликларини тахлашда штрих-кодни ўқиш мумкин бўлмайдиган ҳолда жойлаштирилади.

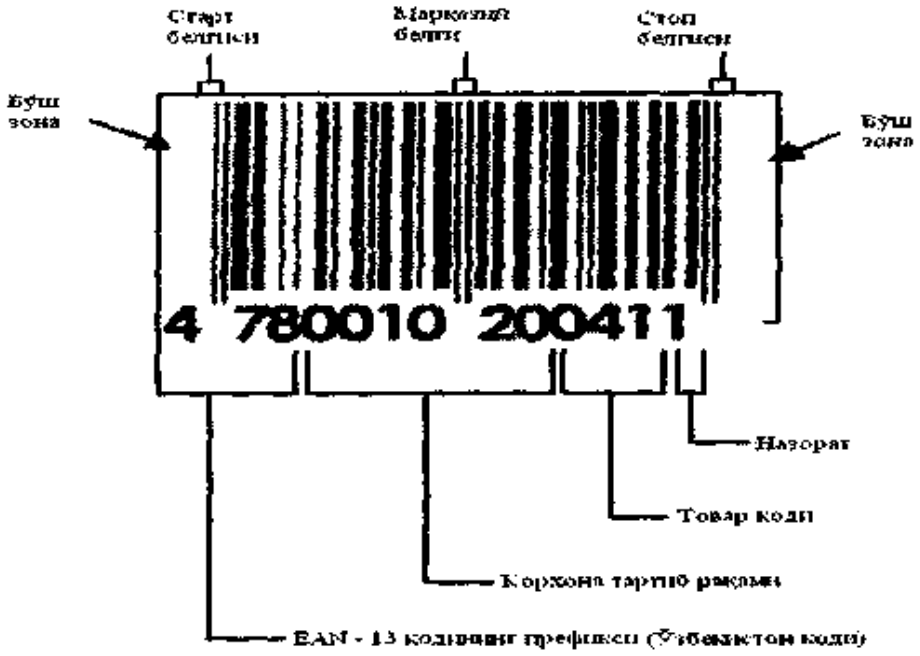
Штрихли кодлаш. *Штрих-код* – бу турли кенгликдаги параллел штрихлар тўпламидан иборат белгиларни ифодаловчи код бўлиб, улар сканерлаш нури ёрдамида кўндаланг оптик кўринишда ўқилади. Штрихли код – ахборотни компьютерга тез ва аниқ киритиш учун бу сонлар, ҳарфлар, белгиларни турли кенгликдаги штрихлар 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) нурини 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 заҳираларни 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, киши 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.

Киши ўқийдиган белгилар

Киши ўқийдиган белгилар – штрихлар ва пробеллар билан кодланган маълумотларни киши ўқиши учун мати 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 бошлашидан олдин ёруғ зона учун қийматни аниқлаб олиши лозим. Штрихли код ёруғ зонасиз ўқилиши мумкин бўлмайди. Ёруғ зона аслида кодни ўраб турган

бўлса-да, ундан пастдаги ва юқоридаги тоза майдон кўпчилик символикаларнинг ўқилиши учун унчалик муҳим эмас (2.2-расм).

Назорат рақами

Назорат рақамли маълумотлар тўғри ўқилаётганлигини 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 кенгаяётганлиги сабабли уларнинг турли типлари пайдо бўлмоқда ва жорий қилинмоқда.

Штрихли кодларнинг турли типлари *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 наборлари (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 наборни 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 варианти учун товарнинг типи, 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 символи 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 кўл йўналишда ўқилиш хоссасини йўқотади. Бу эса, ўз навбатида, газначи (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 ёзяпти 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 кодининг ўнг ва чап ёруғ майдонлари 2,31 mm дан кичик бўлмаслигини назарда тутади.

Штрихли кодни қаердан олиш мумкин?

Товар ишлаб чиқарувчи штрихли коднинг оригинал-макетини «Ўзстандарт»нинг Штрихли кодлаш Марказидан олиши мумкин, шу ернинг ўзида бу штрихли код Давлат штрихли код реестрига киритилади. O‘zDSt 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. Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштириш иши қандай ташкил этилган?

8. O'zDSt қандай асосий вазифаларни ҳал этади?

9. O'zDSt асосий қоидаларининг аҳамияти нималардан иборат?

10. Стандартлаштириш бўйича техник қўмиталар ва стандартлаштириш бўйича асос ташкилотларнинг роли ва аҳамияти.

11. Корхоналарда стандартлаштириш хизматларининг зарурлиги нималардан иборат?

12. O'zDSt да стандартлаштиришнинг қандай даражалари амал қилади?

13. Барча даражаларда стандартлаштириш объектлари.

14. Алоқа ва ахборотлаштириш 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 келаб 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 категориялари мавжуд?

37. Таснифлаш, кодлашнинг моҳияти нималардан иборат?

38. Техникавий-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'zDSt 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 муолажадир». 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 муолажа қоидалари бўйича учинчи томоннинг мажбурий иштирок этишини назарда тутади. 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 муолажаси 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 айни шу маҳсулотга тааллуқли бўлган стандартлар, қоидалар ва муолажани қўллайди.

Ҳар қандай сертификатлаштириш тизими мувофиқликни баҳолаш учун қўлланиладиган норматив ҳужжатлардан (НҲ) фойдаланади. НҲ 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), айни шулар сертификатлаштирилган товар ҳақида барча манфаатдор томонларга ахборот бериш учун ҳизмат 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 характеристикаларига 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 иш 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 МДҲ мамлакатларининг 1993 йили стандартлаштириш, метрология, сертификатлаштириш ва акредитлаш бўйича ЕвроОсиё давлатлараро кенгаши доирасида қабул қилинган битим тааллуқлидир.

Сертификатлаштиришнинг бош ташкилий ва методик 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 методларнинг хилма-хиллиги ва профессионаллиги (касбийлиги);

– сертификатлаштириш бўйича фаолиятда НСО/ХЭКда 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») 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 ҳуқуқи 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 тутади, 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 тутади. Мажбурий сертификатлаштирилиши лозим бўлган маҳсулотни сотганлик учун сотилган маҳсулотнинг қиймати миқдорида жарима солинади. Жарима «Ўзстандарт» агентлигининг давлат инспектори томонидан ундирилади. Жаримаининг 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 – товарни, ишни ёки хизматни шахсан истеъмол қилиш ёки шахсий хўжаликда фойда олиш билан боғлиқмас фойдаланиш мақсадларида сотиб олаётган, буюртма бераётган ёки сотиб олиш ёки буюртма беришни мўлжаллаётган

фуқаронинг (жисмоний шахснинг) манфаатларини ҳимоя қилишга қаратилган.

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 хавфли 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, Давлат табиатни қўриқлаш 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 ҳолларда 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 мувофиклик сертификатисиз сотганлик, маҳсулотни тақиқлашга 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 тартибини кўзда тутади.

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 сертификатисиз ва шунингдек, мувофиқлик нишони билан ноҳуқуқий нишонланган маҳсулотни сотиш;

– мувофиқлик сертификатига эга бўлмаган маҳсулотни реклама қилиш;

– назорат органининг буйруғи бўйича тўхтатиб қўйилган ёки тақиқланган маҳсулотни сотиш.

Сертификатлаштириш қоидаларининг бузилиши сертификатнинг ва мувофиқлик нишонининг амал қилинишини тўхтатиб қўйилиши ва бекор қилинишини кўзда тутади.

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 холда 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) курилмаларни 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 типли 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 тутади.

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 тутади. Ишлаб чиқариш жараёнини ёки сифат менеджменти тизими баҳоланмайди. Мувофиқлик сертификати муддати кўрсатилмай берилади. Инспекция назорати ўтказилмайди. Мувофиқлик белгиси талабнома берувчининг ихтиёрига қараб берилади.

8 – схема кўп функцияли мураккаб ТТТ нинг партиясини сертификатлаштиришда қўлланилади. ТТТ нинг ҳар бир нусхаси СО томонидан тасдиқланган сертификатлаштириш дастурига мувофиқ синовларга тутади. Ишлаб чиқариш жараёни ёки сифат менеджмент тизимини баҳолаш кўзда тутилмаган. Мувофиқлик сертификати муддати кўрсатилмасдан берилади. Инспекция назорати ўтказилмайди. Мувофиқлик белгиси талабнома берувчининг ихтиёрига қараб берилади.

9 – схема ТТТ ни сертификатлаштиришда қўлланилади ва ТТТ нинг хавфсизлигига мувофиқлигини декларациялашни кўзда тутади. Мувофиқлик белгиси талабнома берувчининг ихтиёрига қараб берилади.

Қуйидаги жадвалда «Телекоммуникация» сертификатлаштириш тизимининг схемалари келтирилган.

«Телекоммуникация» сертификатлаштириш тизимларининг схемалари

Сертификация схемаси номери	ТТТ ларини синовдан ўтказиш ва бошқа мувофиқликни исботлайдиган (тасдиклайдиган) усуллари	Ишлаб чиқариш шароитлари ёки сифат менеджментини баҳолашни ўтказиш	Инспекция назорати
Схема №1	Лаборатория(вий) ёки линия синовлари типидаги синовлар	–	–
Схема №2	Лаборатория синовлари типидаги синовлар	–	Савдо соҳасида олинган (истеъмолчидан) ТТТ нинг намунасини синовдан ўтказиш
Схема №3	Лаборатория(вий) ёки линия синовлари, заводдаги синовлар типидаги синовлар	Ишлаб чиқариш жараёнини текшириш	Ишлаб чиқарувчидан олинган ТТТ нинг намуналарини синовдан ўтказиш. Ишлаб чиқариш жараёнини текшириш
Схема №4	Лаборатория(вий) ёки линия синовлари, заводдаги синовлар типидаги синовлар	Ишлаб чиқариш жараёнини текшириш	Савдо соҳасидан қандай олинган бўлса (истеъмолчидан), шундай ишлаб чиқарувчидан олинган ТТТ нинг намуналарини синовдан ўтказиш
Схема №5	Лаборатория(вий) ёки линия синовлари, заводдаги синовлар типидаги 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 хар бир намунасини синовдан ўтказиш	–	–
Схема №9	Мувофиқлик декларациясини кўриб чиқиш	–	–

3.3. Сертификатлаштириш бўйича органлар ва синов лабораторияларининг фаолиятини аккредитациялаш

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 муолажадир.

Аккредитлаш – халқаро амалиётда одам фаолиятининг турли соҳалар: иқтисодий, ҳуқуқий, техникавий 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 истеъмолчи 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 белги-

ланган. Бу қоидалар ватанимиз ва хорижнинг сертификатлаштириладиган барча объектларига жорий этилади.

Бу қоидалар Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2004 йил 6 июлдаги «Маҳсулотни сертификатлаштириш муолажасини 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 регламентланади (тартибга солинади).

Мазкур қоидаларга биноан маҳсулотни, жумладан, дастурий ва бошқа илмий-техникавий 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 (НҲ) ўрнатилган талабларга мувофиқлигини амалга оширилади, бунда НҲ ларда сертификатлаштиришда текширилиши лозим бўлган характеристикаларни (кўрсаткичлар назорат ва синовлар рўйхатини) ўз ичига олади.

НҲ да сертификатлаштириш синовлари ёки давлатлараро стандартни қўллаш ҳақидаги бўлим йўқ бўлган тақдирда НҲ да ёки халқаро стандартларда кўрсатилган барча характеристикалар 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 характеристикалари 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 методлари, сифатни назорат қилиш методлари 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 (критерийсини) қўллаш ва мувофиқлик нишонидан фойдаланиш ҳуқуқини бериш тўғрисида битим тузилади. Мазкур битимда сертификатлаштирилган маҳсулотни мувофиқлик нишони билан маркалаш усуллари ва инспекцион назорат шартлари айтилган 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 (қадоқ, ўрама) эса бу маҳсулотнинг ҳар бир упаковкаланган 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 техникавий 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 партиясидан (ёки сериясидан) танлаб олинган намуналар устида ўтказилади.

Буюртмачи СО га маҳсулотни ишлаб чиқариш 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 уни 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 комплекти 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 олдидан 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 олдидан 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 методикалари сертификатлаштириш органи томонидан тасдикланади.

Текширувни ўтказиш қуйидаги муолажаларни ўз ичига олади:

– дастлабки кенгаш;

– текшириладиган ташкилотни ўрганиш;

– текширув санаси;

– сифат тизимининг меъёрий 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 тизимини сертификатлаштиришда тасдиқланган талабларга мувофиқлигини аниқлаш учун даврий ва режадан ташқари текширишлар шаклида ўтказади.

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 методикасига 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 текширищи мумкин.

Инспекцион назорат объектлари қуйидагилар бўлиши мумкин:

– маҳсулотга оид норматив ҳужжатлар, синов методлари 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 алоқа ва ахборотлаштириш 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 корхонанинг 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 ҳамда ўз маҳсулотига истеъмолчиларнинг талабларини билар эдилар.

Ривожланаётган жамият эҳтиёжларининг тобора ўсиб бориши, якка тартибда ишлаб чиқарувчиларнинг кооперациялашуви меҳнат унумдорлигининг ошиши ва маҳсулот таннархининг пасайишига имкон беришини англанишигача узоқ 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 категорияларини биринчи марта Аристотель «категориялар» 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 мантиқий, 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 даражаланади, 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, категория 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 яхшилайди, 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 сифатининг 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 биринчи серияли 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:

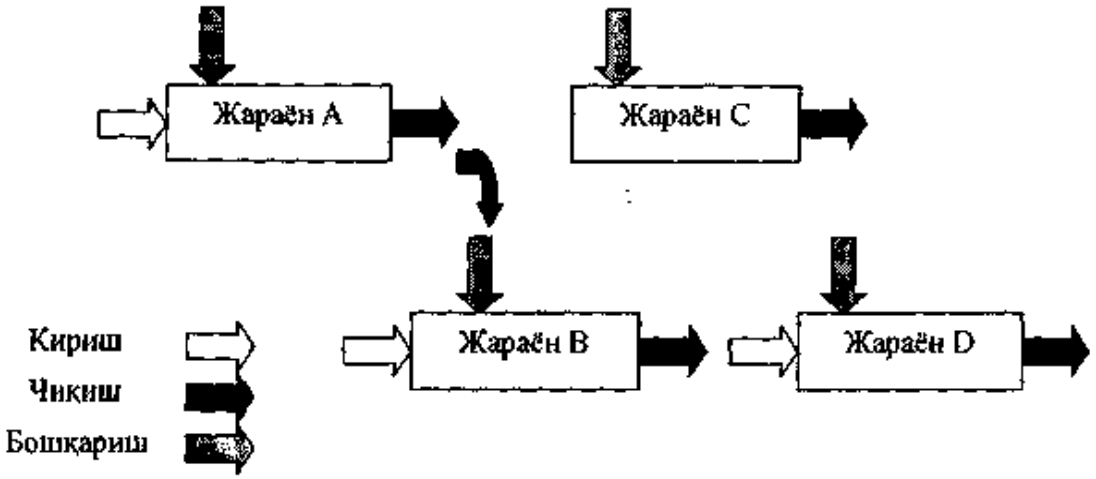
ISO 9000:2005 «Сифат менежменти тизимлари. Асосий қоидалар ва луғат». Бу стандарт сифат менежментининг концепцияси, умумий тамойиллари, назарий қоидалари ва атамаларни белгилаб беради;

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 менеджменти. Сифат менеджменти асосида ёндашиш.

ISO 9000 стандартининг серияларида методологик 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).

«Жараёнли бошқарув»нинг афзаллиги бошқарувнинг узлуксизлигидан иборат бўлиб, у айрим жараёнларни умумий мақсадга эришиш – истеъмолчиларни қониқтирилганлигини таъминлашга йўналтирилган ягона тизим доирасида боғлайди.



3.4-расм. Жараёнларнинг ўзаро таъсирлашувига оид мисол.

Жараёнли ёндошув, жараёнларни маҳсулотнинг қўшимча қиймати нуқтаи назаридан, объектив ўлчашлар асосида жараёнларни доимий яхшилашни назарда тутади.

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 Шуҳарт-Деминг циклини (3.5-расм) ҳам изчил қўлланилишини назарда тутади.

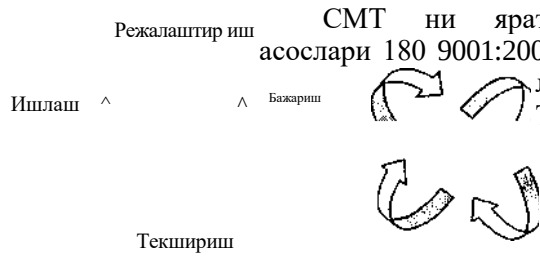
Шуҳарт-Деминг цикли (PDCA цикли), амалга ошириладиган ҳар қандай фаолият турини изчил қўлланиладиган тўртта босқичга бўлишдан иборат бўлиб, уларнинг бажарилиши амалга оширилаётган фаолият ёки жараён кўрсаткичларининг доимий яхшиланишини таъминлайди:

– режалаштириш (Plan);

– бажариш (Do);

– текшириш (Check);

– ишлаш (Action).



3.5-расм. Шухарт-Деминг (РБСА) цикли.

СМТ ни яратиш услу-биётининг асослари 180 9001:2008 (4.1-модда)да белгиланган:

Ташкилот:

а) сифат менгтизими учун зарурий жараёнларни ва уларнинг бутун ташкилотда кулланилишини аниклаш;

б) ходимларни махсус укув курсларида укитиш;

в) бу жараёнларнинг кетма-кетлигини ва узаро ишлашини аниклаш;

г) амалга оширишда хам, бу жараёнларни бошкаришда хам самарадорликни таъминлаш учун зарурий мезонлар ва усулларни аникдаш;

д) бу жараёнларни ушлаб туриш ва учун
зарурий ресурслар ва ахборотнинг мавжудлигини таъминлаш;

е) режалаштирилган натижаларга эришиш ва бу жараённинг доимий яхшиланиши учун зарурий чораларни кабул килиши зарур.

Шу банднинг узида «Ташкилот - сифат менежменти тизимини хужжатлаштириши зарур» деб айтилган.

Шунга мувофик равишда, СМТ ни ишлаб чикиш боскичлари СМТ нинг куйидаги мажбурий хужжатларини ишлаб чик;иш учун зарурий ишлар билан тулдирилади:

а) сифат сохасидаги сиёсат ва максадлар хакида хужжатли расмийлаштирилган баённомалар;

б) сифат буйича кулланма;

в) мазкур стандарт билан талаб килинадиган хужжатлаштирилган муолажалар;

г) самарали режалаштириш, жараёнларни амалга ошириш ва уларни бошкаришни таъминлаш учун ташкилотга зарур буладиган хужжатлар.

Зарурий ишлар таркибига, шунингдек, турли ташкилий тадбирлар - рахбариятнинг сифат буйича масъул вакили, корхона ходимлари орасидан СМТ ни ишлаб чикиш буйича ишчи гурухни тузиш, СМТ ни сертификатлаш буйича маслахатчилар ва органни танлаш, СМТ буйича ходимлар учун катор укув курсларини ташкил этиш («ИСО 9001 га асосан СМТ асослари», «СМТ нинг

ҳужжатларини ишлаб чиқиш», «Ички аудитларни тайёрлаш ва ўтказиш тартиби»). СМТ 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‘zDSt) 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 қилингани каби мазкур масалани ҳал этиш учун телекоммуникациялар воситаларининг энг йирик операторлари ва ишлаб чиқарувчилари бирлашмаси QUEST-Forum томонидан ISO 9001:2008 халқаро стандартининг ривожи 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, Британ Телеком, Моторола, Алкатель, 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 қўядиган 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 усулларини 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 қуйидагича идентификацияланади):

C – TL-9000 нинг телекоммуникациялар соҳасидаги СМТ га қўядиган 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 мурожаатлар 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 муолажаларда (ИСО 9001:2008 га асосан талаб қилинадиган 6 та муолажага қўшимча равишда).

Булардан:

– 10 та қўшимча ҳужжатлаштирилган муолажаларнинг мавжудлиги телекоммуникациялар билан боғлиқ ҳар қандай корхоналар учун мажбурийдир;

– иккита муолажа жиҳоз ва ДТ ишлаб чиқарувчилар учун мажбурийдир;

– битта муолажа жиҳозни ишлаб чиқаришда ва хизматлар кўрсатишда қўшимча талаб қилинади;

– тўртта муолажа фақат жиҳоз ишлаб чиқарувчилар учун ўринлидир;

– олтита муолажа ДТ ни ишлаб чиқарувчилар учун зарурийдир;

– битта қўшимча муолажа фақат телекоммуникация хизматлари кўрсатишда мажбурийдир.

Ўзбекистон Алоқа ва ахборотлаштириш агентлигининг (ЎзААА) 2007 йил 17 августдаги №18-Б қарорида алоқа ва ахборотлаштириш соҳаси ташкилотлари ва корхоналарида СМТ ни ISO 9000 серияли халқаро стандартлар асосида жорий этилиши жуда муҳим вазифа деб қабул қилинган.

ЎзААА томонидан 2008 йил 5 декабрда алоқа ва ахборотлаштириш 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 телекоммуникация 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 алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида бир қатор тармоқ норматив ҳужжатлари ишлаб чиқилган:

– Тавсиялар Т45-192:2007. «Сифат менежменти тизимлари. Сифат менежменти фойда бериши ва самарадорлигини таҳлил қилиш бўйича услубий тавсиялар»;

– Раҳбарий ҳужжат RH 45-184:2006. «Сифат менежменти тизимлари. Тартибот ҳужжатларини тузиш ва расмийлаштириш бўйича услубий кўрсатмалар»;

– Тармоқ стандарти TSt 45-078:2008. «Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида сифат менежменти тизимларини яратиш бўйича қўлланма. Асосий талаблар». (Халқаро стандарт TL-9000 га эквивалент).

Мавжуд норматив база Алоқа ва ахборотлаштириш 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 маҳсулотлар 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 ўтказади?
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. Маҳсулотларнинг қандай турларига сифат тизими турлари фаолияти тарқалади?
21. Сифат тизимини киритгандан кейин корхона қандай афзалликларга эга бўлади?
22. Сифат тизими сертификатлаштиришини ким ўтказади?

IV БОБ. ЎЛЧАШ ХАТОЛИКЛАРИ

Асосий тушунчалар

Ҳар хил сабабларга кўра ўлчашларда ўлчаш натижасининг ҳақиқий қийматдан оғиши муқаррар. Ўлчаш объектининг баҳоланиши ўлчаш натижаси орқали топилган ҳақиқий қиймат билан белгиланади. Улар ўлчаш усулига, ўлчаш воситасига, операторига боғлиқ.

Ўлчаш хатолиги – ўлчаш натижасининг ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қийматдан оғишидир. Хатоликлар абсолют ва нисбий хатоликларга ажратилади. Ўлчашнинг абсолют хатолиги – ўлчанаётган катталикнинг бирликларида ифодаланган хатолигидир, яъни

$$\Delta = A - X, \qquad (4.1)$$

бу ерда Δ – *ўлчашнинг абсолют хатолиги*; A – *ўлчаш натижаси*; X – *ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қиймати*.

Ўлчашнинг нисбий хатолиги – ўлчаш абсолют хатолигининг ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қийматига нисбатидир (фоизда), яъни

$$\delta = \Delta / X. \qquad (4.2)$$

Хатоликни бу ифодалар бўйича аниқлаш учун ўлчанаётган катталик X нинг ҳақиқий қийматини билиш керак. Ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қиймати номаълум бўлганлиги учун юқорида кўрсатилган ифодаларга хатолик тўғрисида тақрибий маълумотларни ифодага таъсир этувчи қиймати қўйилади. Катталикнинг ҳақиқий қиймати, катталикнинг тажриба йўли билан топилган қиймати; у асл катталикнинг қийматига шунчалик яқинки, мазкур мақсад учун унинг ўрнига фойдаланиш мумкин.

Ўлчашнинг абсолют хатолиги ўлчанаётган катталикнинг ўлчов бирликларида ифодаланади, нисбий хатолик ўлчамсиз катталик. Хатоликларни келиб чиқиш сабабларига ўлчаш методикасини мукаммал бўлмаслиги ва операторнинг сезги органларининг мукаммал бўлмаслигини келтириш мумкин.

Алоҳида гуруҳга ташқи муҳит шароитларига боғлиқ хатоликлар киритилади. Атроф-муҳит температураси, намлик ва бошқа ташқи факторлар (омиллар) ўлчаш катталигига ва ўлчаш

асбобларининг ишига таъсир этади. Ўлчаш хатоликлари тасодифий ва систематик 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 камайтирилади. 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.

Методик хатолик – ўлчаш хатолигининг ўлчаш усулини мукаммал 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 бўйсунади, ўлчаш воситасини ишлаб чиқишда ва ўлчаш аппаратурасининг комплектациясида ёки ўлчаш экспериментини тайёрлаш ва олиб боришда аниқланади. Ўлчаш воситаларини, ўлчаш усулларини мукаммаллаштириш, такомиллашган материалларини қўллаш керакли даражада систематик хатоликни камайтириш имконини беради ва айрим ҳолларда минимумга олиб келадики, 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. Методик хатоликлар

Методик 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 методик хатолик пайдо бўлади. Алоқа соҳасида бундай муаммолар узоқ масофага чўзилган объектларни, масалан, кабелларнинг параметрларини ўлчашда пайдо бўлади.

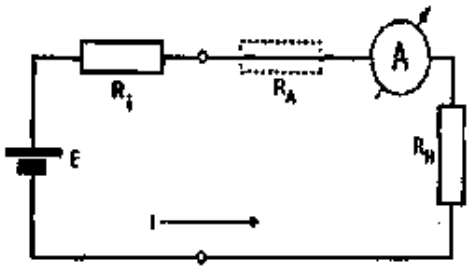
Ўлчаш аппаратурасининг ўлчаш объекти хусусиятларига таъсирини ҳам методик хатоликларга киритиш керак бўлади. Бунда олинган натижалар, ўлчаш воситаси ўлчаш объектидан узилиши

биланоқ, жуда тақрибий ва хатто нотўғри бўлиб қолади. Ўлчаш воситасининг ўлчанаётган объект билан ўзаро таъсири натижасида келиб чиқадиган методик 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 қаршиликни 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:

$$\delta = \frac{i - i_1}{i} 100 = \left(1 - \frac{R + R_{ю}}{R_i + R_{ю} + R_A}\right) 100.$$

Бу ифодадан кўриниб турибдики, R_A қаршилик 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 бўлмайдиган бўлса, 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. Шуни таъкидламоқ керакки, ушбу мисолда токни амперметр ёрдамида ўлчашнинг типик схемаси келтирилган. Мисолдан келиб чиқадики, ҳатто ўлчаш асбобларини ўз вазифаси бўйича ишлатганда ва типик схемалардан фойдаланилганда ҳам мумкин бўлган методик хатоликларни эътибор билан баҳолаш керак бўлади.

Таъкидламоқ зарурки, агар Ом қонунидан фойдаланиб, амперметр шкаласидан олинган натижани бирор катталикка 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 ЎВ (ўлчаш воситалари) хусусиятлари билан белгиланади. ЎВ ни ишлаб чиқаришда ахборий ўлчаш сигналини 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 носозлиги, 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 бўлагида 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 ножўя ҳисобланади.

Эскириш бўйича аҳвол бошқача. Эскириш бу маълум вақт ичида материални қандайдир хусусиятларининг ўзгариши ва баъзи 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 қаршиликка эга бўлиши билан бирга шу вақт ичида қаршиликнинг 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 тўхтайди 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 материалида 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 бир-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 пайқалмасдан қолиши мумкин.

Бошқа ўлчаш воситаларини қиёслашда ишлатиладиган намунали ўлчаш воситаларида мунтазам хатоликларнинг пайдо бўлиши айниқса хавфлидир. Бунинг устига, бундай намунали 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 намунали ЎВ мунтазам хатолиги келтириб чиқарадиган зарарни ифодаловчи ифодани кейинги, пастроқ разрядли намунали 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 принципи 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 таъсирига олиб келиши мумкин. Ўлчаш жараёнида узлуксиз таъсир этувчи катталиклар энг катта хавф туғдиради. Улар мунтазам хатоликларни киритади ва ўзгармаслиги натижасида кайд 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 манбаи амалда ҳар жойда бор.

Бу марказий иситиш радиаторлари, иссиқ сув трубалари, қишда совуқ ҳаво оқими манбаи бўлган ойналар, кўп энергияни истеъмол қилувчи ёнма-ён жойлашган аппаратуралардир. Қатор ЎВ ўз кўрсаткичларини бир томонлама сал қизиганида кўп томонлама иситишдан кўпроқ ўзгартириб боради. 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 хоналар ажратилади, у ерда йилнинг ҳар қайси фаслида температурани ўзгармас ёки жуда кичик тебранишлар (бир даража чегарасида) билан ушлаб туриш мумкин бўлади. Аммо бундай хоналарда температуранинг катта ўзгармаслиги туфайли одам бўйи баландлиги билан полнинг температуралар айирмаси бир неча даражани 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 ҳодисалари 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 принципига, конструкциясига ва магнит майдонининг кучланганлигига боғлиқ. Айниқса, ёпиқ ўтказилган симлар (ўтказгичлар), цилиндрик реостатлар ўтказгичлари, кам қувватли трансформаторлар симлари кўпинча кўзга кўринмас магнит майдонлар манбаи 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. Хатто 50 Gs частотада ҳам аниқ ўлчашларда бегона майдонлар таъсиридан ва, шунингдек, ўлчаш бошқа занжирларига таъсир кўрсатишидан сақланиш мумкин бўлмай қолади.

Электр майдони 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 инсоннинг индивидуал хусусиятларининг натижаси бўлиб, организм хусусиятларига, нотўғри шаклланган малакаларига 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, паст 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, қаршилик 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 камаядиган хатоликлар ҳисобланади. Бундай хатоликларнинг пайдо бўлиш сабабларидан бири ўлчаш жараёнида, масалан, аккумулятор манбаининг разряди ёки ўлчаш натижасида батареянинг разрядланиш сабабларидан бири бўлиши мумкин.

Ўз қиймати ва белгисини даврий ўзгартирувчи даврий хатоликлар доиравий шкалали ўлчаш воситаларини ишлатишда пайдо бўлади, уларнинг иккаласи ўлчашда бир нечта айланиш бажаради, масалан, соат типидаги индикаторлар, ўлчаш генераторининг частотасини бошқариш органлари. Қачонки кўрсаткич айланиш ўқи шкала доираси маркази билан мос бўлмаганда даврий типдаги мунтазам хатоликлар, мураккаб қонун бўйича ўзгарадиган хатоликлар ифода ёки график кўринишда ифодаланиши мумкин. Бундай типдаги 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 гурухга 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 манбаини 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 манбаини йўқотиш деганда уни бевосита чиқариб ташлаш (масалан, иссиқлик манбаини 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 манбаи, 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 кондиционирлаш билан алмаштирилади. Ҳавони кондиционирлашда нафақат температура, балки намлик ҳам талаб қилинган даражада ушлаб турилади. Аммо бу тадбирлар натижаси иссиқликни биртекис тақсимланганда самарали натижани беради, чунки ЎВ ҳажми бўйича иссиқликнинг тақсимланиши бир текис бўлмаганда хатоликлар юзага келади. Корпуси ичида кучли иссиқлик манбаига 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 магнитюмшоқ 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 токлар 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 – қаршиликлар, 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: қаршиликлар 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, Δ – мунтазам хатолик, унинг табиати маълум, аммо катталиги номаълум; x_Δ – ўлчанаётган катталикнинг мазкур ташкил этувчисиз қиймати. У ҳолда $x_1 = x_\Delta + \Delta; x_2 = x_\Delta - \Delta$. Ўрта қиймат қуйидагига 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 кўп ишлатилади. Берилган усул Ер магнит майдонининг таъсири билан боғлиқ хатоликларни чиқариб ташлаш учун кўп ишлатилади. Биринчи ўлчашни ЎВ ихтиёрий ҳолатда жойлашганда олиб бориш мумкин. Иккинчи ўлчашни олиб боришдан олдин ЎВ горизонтал текисликда 180° га бурилади. Агар биринчи ҳолатда Ернинг магнит майдони асбобнинг магнит майдони билан қўшилиб, мусбат ишорали хатоликни юзага келтирса, у ҳолда 180° 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 типдаги магнит майдонлар одатда фазода бир текис эмас.

Мунтазам хатоликнинг 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 катталик, 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 катталикнинг 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 келадики, 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. Шуни 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 ривожи шуни кўрсатадики, 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 карра ўлчаш натижалари асосида ΔX 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 чапрокда 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 ΔX интервал ичига тушиш эҳтимоллигининг бу интервал узунлигига нисбатига, у нолга интилади деган фаразда, тенг:

$$f(x) = F'(X) \tag{4.3}$$

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 интервалли баҳоси деб аталадиган баҳо қабул қилинган. Бу ҳолда ўлчанаётган катталикнинг энг эҳтимолли қиймати ва айрим ўлчаш натижаси маълум эҳтимоллик билан тушадиган бирор интервал (плюс-минус билан) аниқланади. Бу эҳтимолликни аниқлаш ушбу маълум теорема асосида амалга оширилиши мумкин: «X узлуксиз тасодифий миқдорнинг (a, b) интервалга тегишли қийматни қабул қилиш эҳтимоллиги тақсимот зичлигидан a дан b гача чегараларда олинган аниқ интегралга тенг:

$$P(a < X < b) = \int_a^b f(x)dx. \tag{4.4}$$

Эҳтимоллик зичлик функциясининг конкрет (аниқ) кўринищи фойдаланилаётган ўлчаш воситаси хоссаларига боғлиқ. Ўлчаш хатолигини баҳолаш учун кўпинча нормал тақсимот қонуни

$$f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-a)^2/2\sigma^2} \tag{4.5}$$

(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, σ – ўртача квадратик оғиши.

Математик кутилиш ушбу интеграл орқали аниқланади:

$$M(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx. \tag{4.6}$$

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

$$\Delta(X) = \int_{c}^{d} \left[x - M(X)^2\right] f(x)dx. \tag{4.7}$$

(4.5) формулага кирган ўртача квадратик оғиши

$$\sigma(x) = \sqrt{D(x)} \tag{4.8}$$

тенглик билан аниқланади.

(4.5) формулани ўлчашлар хатолиги эҳтимоллик зичлигининг тавсифига татбиқ этиб,

$$p(\Delta X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(\Delta X)^2/2\sigma^2} \tag{4.9}$$

ни ҳосил қиламиз, бу ерда $p(\Delta X)$ – тасодифий хатолик $\Delta X = X_i - X$ нинг эҳтимоллик зичлиги, σ – ўртача квадратик оғиш – айрим кузатишлар натижаларининг X нинг асл қийматига нисбатан тасодифий сочилиш (таркоқлик) даражасини тавсифлайдиган параметр.

Ўлчаш хатолигининг ўртача квадратик оғиши миқдорини ушбу муносабатдан аниқланади:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n}(X_i - X)^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n}(\Delta X_i)^2}{n}}, \tag{4.10}$$

бунда X_i – айрим ўлчаш натижаси, n – ўлчашлар сони, X – ўлчанаётган катталикнинг асл қиймати.

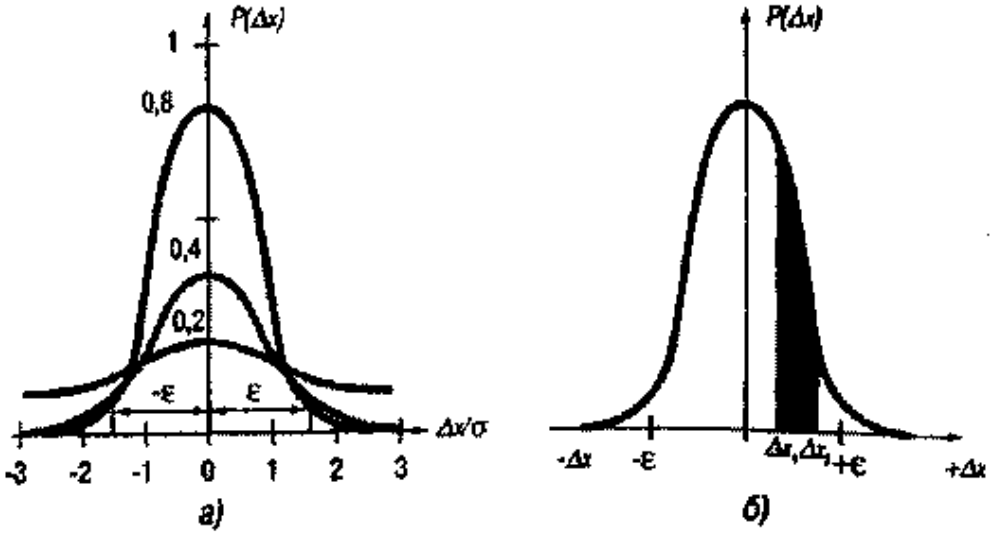
(4.9) ифода билан тавсифланадиган функциянинг графиклари 4.2-*а* расмда s нинг учта қиймати учун кўрсатилган. Горизонтал ўқ бўйлаб $\Delta X/\sigma$ меъёрланган катталик, яъни хатоликнинг ўртача

квадратик оғишга бўлинган (тарқалган) миқдори қўйилган. (4.9) функция графиги ординаталар ўқига нисбатан симметрик, абсциссалар ўқига асимптотик яқинлашувчи қўнғироқсимон эгри чизиқ билан тасвирланади. Бу эгри чизиқнинг максимуми $\Delta X = 0$ нуқтада бўлади, бу максимумнинг катталиги эса. $p(\Delta X) = 1/\delta\sqrt{2\pi}$ 4.2-*а* расмдан кўриниб турибдики, σ қанча кичик бўлса, эгри чизиқ шунча торроқ бўлади, ва, демак, катта оғишлар камроқ учрайди, яъни ўлчашлар аниқроқ бажарилади. Хатоликнинг ΔX_1 ва ΔX_2 орасидаги чегараларда пайдо бўлиш эҳтимоллиги 4.2-*б* расмдаги штрихланган юза билан аниқланади, яъни $p(\Delta X)$ функциядан олинган ушбу аниқ интегралга тенг:

$$p(\Delta X_1 \le \Delta X \le \Delta X_2) = \int_{\Delta X_1}^{\Delta X_2} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta X}{\sigma}\right)^2} d(\Delta X). \qquad (4.11)$$

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 интервалда рўй бериш эҳтимоллиги бирга тенг.

Ҳисоблашларни ўтказишда ΔX_1 ва ΔX_2 катталикларни кўпинча миқдори бўйича тенг ва ишораси бўйича қарама-қарши деб қабул қилинади, бу эса уларнинг ўрнига кулайроқ *е* символни киритиш ва эҳтимоллик баҳоланадиган интервални е билан белгилаш имконини беради. Мазкур интервал 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 ишончлилик интервали, хатолик бу интервалга жойлашадиган P эҳтимолликни эса *ишончлилик эҳтимоли* деб аташ қабул қилинган. Ўлчаш натижасини $\overline{A} \pm \epsilon; P$ 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:

$$p(-x \le k \le x) = 2\Phi(X) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-t^2/2} dt. \qquad (4.12)$$

(4.12) формулани келтириб чиқаришда нормал тақсимот функциясининг вертикал ўққа нисбатан симметриклиги ҳисобга олинган, бу эса интегралланишнинг қуйи чегарасини нол қилиб олиш ва интеграл олдида 2 коэффициентни киритиш имконини берган.

Эҳтимолликлар интеграли 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:

$$p(-\sigma \le \Delta X \le \sigma) = 0.68269; p(-3\sigma \le \Delta X \le 3\sigma) = 0.99730. \qquad (4.13)$$

Шундай қилиб, ўлчашнинг тасодифий хатоликлари 0,68269 эҳтимоллик билан ±σ чегаралардан ташқарига чиқмайди. Тасодифий хатолик ±3σ 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 ±3σ 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 жараёндир. 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 қийматдир. 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 кичикдир.

Бу статистик қонуниятлар ўлчашлар кўп карра такрорлангандагина ўринлидир. Ўлчаш натижалари ишлаб чиқилганидан сўнг мутлақ муқаррар натижа эмас, балки энг эҳтимолли натижа

ҳосил бўлади ва бу натижа ўлчашлар қаторининг ушбу ўрта арифметик қиймати бўлади:

$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}, \qquad (4.14)$$

бу ерда n – ўлчашлар сони.

Тасодифий хатолик $\Delta X_i = X_i - X$ ни аниқлаш учун ўлчанаётган катталикнинг асл қийматини билиш керак, бироқ у номаълумдир. Бироқ ўртача арифметик қиймат ўлчанаётган катталикка 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 $X_i - \overline{X} = U_i$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:

$$\sum_{1}^{n}(X_i - \overline{X}) = \sum_{1}^{n} U_i = 0$$

– ўртача арифметик қийматдан оғишлар квадрати йиғиндиси

$$\sum_{1}^{n}(X_i - \overline{X})^2 = \sum_{1}^{n} U_i^2$$

энг кичик қийматга эга бўлади.

Юқорида келтирилган формулалар кузатишларда $n \to \infty$ 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 $\overline{X}$ ва X борган сари бир-бирига яқинлашади ва лимитда тенг бўлади. Бу эса тасодифий хатоликлар ΔX га оид барча хулосаларни (хусусан, Гаусс қонуни) ўртача арифметик қийматдан оғишларига ҳам қўлланиш мумкинлигини кўрсатади. Агар X ўрнига ўртача ни ва ΔX_i ўрнига U_i ни киритилса, у ҳолда (4.10) формула ушбу кўринишни олиши математик статистикада исботланади:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n} U_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n}(X_i - \overline{X})^2}{n-1}}. \qquad (4.15)$$

Тақрибий ҳисоблашларда, ΔX ўрнига U, X ўрнига эса $\bar{X}$ олинганида ўртача квадратик оғишни одатда S нинг ўрнига δ билан белгиланади.

Юқоридаги муносабатдан $n \geq 10$ бўлганда фойдаланиш мумкин. (4.15) ифодалардан кўриниб турганидек, ўлчашларни 100 марта кўп ўтказилганда натижани ўша эҳтимоллик билан битта қўшимча 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, $n \to \infty$ 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 интервалида 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 катталикнинг фақат энг муқаррар қийматигинадир. Ўртача арифметик қийматнинг ўзини аниқлаш хатолигини баҳолаш қизиқиш уйғотади. Агар ўлчашлар сериялари ўтказилса ва ҳар бир серия учун ўртача арифметик қийматни ҳисобланса, у ҳолда $1,2,3,\ldots,n$ қийматлар ҳосил қилинади. Бу катталиклар 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 бўйсунади. Ўртача қийматларнинг тарқоқлиги айрим кузатиш натижаларининг тарқоқлигидан кичикдир. Эҳтимоллик назариясида ушбу теорема исботланган: n та бир хил тақсимланган ўзаро эркли тасодифий катталиклар ўртача арифметик қийматининг ўртача квадратик оғиши бу катталиклардан ҳар бирининг ўртача квадратик оғишидан Δ марта кичик. Бу теорема асосида ўртача арифметик қиймат учун ўртача квадратик оғишнинг ушбу ифодасини ҳосил қиламиз:

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i}^{n} U_i^2}{n(n-1)}}, \qquad (4.16)$$

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 ишончлилигини ва аниқлигини баҳолаш зарур. Бу мақсадда ишончлилик интервали ва ишончлилик эҳтимоллигидан фойдаланилади. Ишончлилик эҳтимоллиги деб, бирор қабул қилинган чегаралардан чиқмайдиган хатоликнинг пайдо бўлиш эҳтимоллигини тушунилади. Бу интервал *ишончлилик интервали*, уни характерлайдиган эҳтимоллик p эса *ишончлилик эҳтимоллиги* деб аталади.

Гаусс тақсимот қонунида эҳтимоллик интеграли жадвали бўйича ишончлилик интерваллари чегараларини аниқлаш мумкин. Ишончлилик интерваллари ортганида (кенгайганида) ишончлилик эҳтимоллиги қиймати ўсади ва ўзининг 1 га тенг лимитига интилади. Юқорида қайд этилганидек, $\pm 3\delta$ интервал учун эҳтимоллик қиймати 0,9973 ни ташкил этади. Киритилган янги тушунчалар орқали буни бундай талқин этиш мумкин: -3δ дан $+3\delta$ гача бўлган ишончлилик интервали учун ишончлилик эҳтимоллиги 0,9973 га тенг. Айрим ўлчашнинг хатолигини баҳолаш учун, шунингдек, эҳтимолий хатолик р дан фойдаланилади, бунда бу катталикнинг хусусияти шундаки, у мазкур n та ўлчаш қаторининг барча тасодифий хатоликларини иккита тенг қисмга ажратади; бирида та p дан ортик тасодифий хатоликлар, иккинчисида эса та

р 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:

$$\rho = \frac{2}{3}S = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sum_{1}^{n} U_i^2}{n-1}}. \qquad (4.17)$$

Ишончлилик интерваллари (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 ишончлилик интервалининг пасайган қийматини беради, яъни ўлчаш аниқлигининг баҳоси ҳаксиз равишда оширилган бўлиб чиқади. Бу ҳолда ишончлилик интервалини бериладиган ишончлилик эҳтимоллиги p ва ўлчашлар сони n га боғлиқ бўлган Стьюдент коэффициентлари t_n лар орқали аниқлаштириш мумкин.

Ишончлилик интервалини аниқлаш учун ўртача квадратик хатоликни Стьюдент коэффициентига кўпайтириш лозим. Пировард натижани бундай ёзиш мумкин:

$$X = \bar{X} + t_n \times S_{\bar{x}}.$$

t_n катталик Стьюдент тақсимоти билан аниқланади. Исталган $n \geq 2$ сондаги ўлчашлар учун Стьюдент тақсимоти деб эҳтимоллик зичлиги $p(t,n)$ бўлган ушбу тақсимотга айтилади:

$$S(t,n) = \frac{1}{\sqrt{\pi(n-1)}} \frac{\Gamma(n/2)}{\Gamma((n-1)/2)} \left(1 + \frac{t^2}{n-1}\right)^{-n/2}, \qquad (4.18)$$

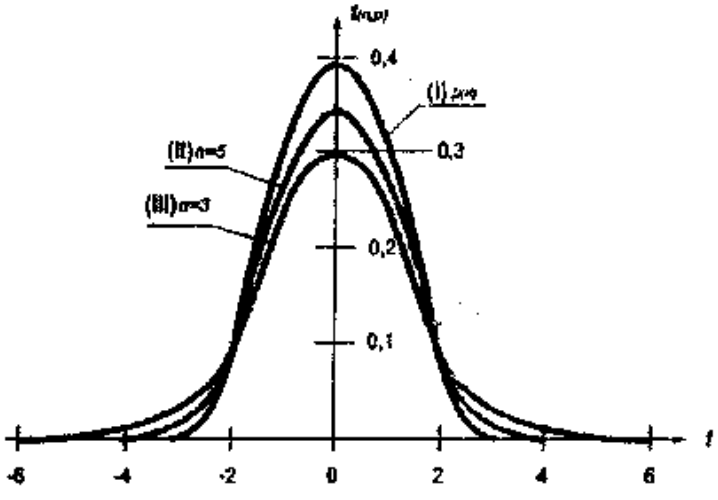
бу ерда n – ўлчашлар сони, Γ – гамма функция;

$$t = \sqrt{n}\frac{\bar{X} - X}{S_{\bar{X}}}, \qquad (4.19)$$

X – тасодифий катталикнинг 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 ўлчаш натижалари хатоликларнинг кўпроқ таркоқлигини 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 $X = \overline{X} + t_n \times S_{\overline{x}}$ формула бўйича ифодалашда зарур бўладиган Стьюдент коэффициентлари t_n ларнинг қийматлари, одатда, жадвалларда келтирилади. Уни математикадан маълумотномалардан 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 кўриниб 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

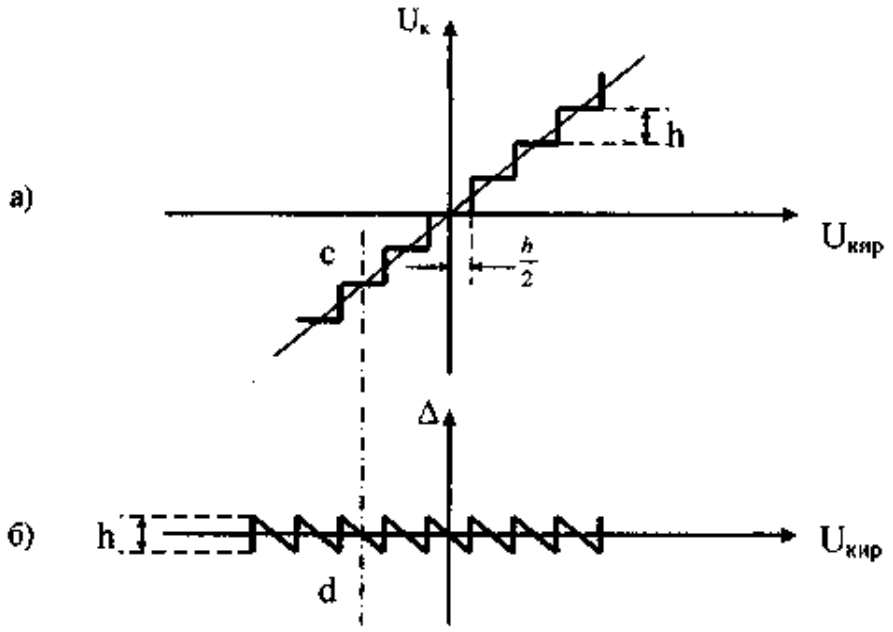
Текис тақсимот қонунига ўлчаш сигналини квантлаш ва дискретлашда юзага келадиган хатоликлар, стрелкали ўлчаш асбоблари таянчларидаги ишқаланиш билан боғлиқ ва гистерезис ҳодисаси деб аталадиган хатоликлар бўйсунади.

Алоқа 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 характеристикаси (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 характеристикаси берилган бўлиб, унинг графиги 4.4-*б* расмда тасвирланган.

Δ квантлаш хатолиги $U_{кир}$ сигналнинг квантлаш поғонавий характеристикаси ва идеал чизиқли характеристиканинг 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 ($U_{кир}$) 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:

$$p(\Delta) = 1/h, |\Delta| \le h/2,$$
$$p(\Delta) = 0, |\Delta| > h/2.$$



4.4-расм.

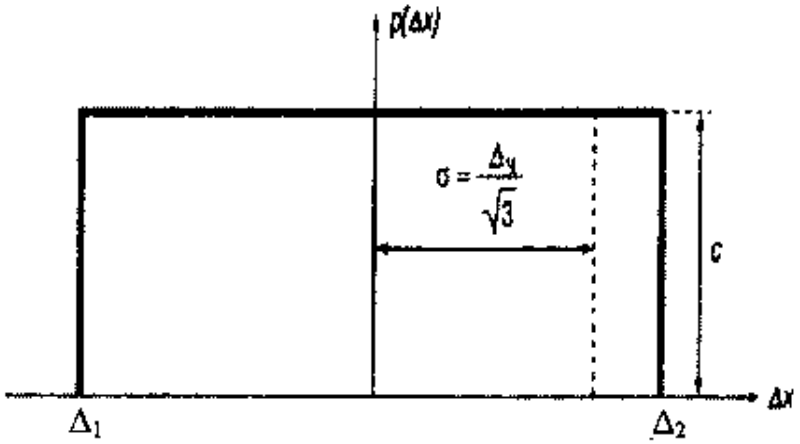
У ҳолда тасодифий хатолик дисперсияси қуйидагига тенг:

$$D = \int_{-h/2}^{+h/2} \Delta^2 p(\Delta) d\Delta = h^2 / 12.$$

Мос равишда ўртача квадратик оғиш:

$$\delta = \sqrt{D} = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{\Delta_ч}{\sqrt{3}},$$

бу ифодада $\Delta_ч$ – чегаравий хатолик бўлиб, $h/2$ га тенг.



4.5-расм.

Хатоликларнинг текис тақсимот қонуни учун эҳтимоллик зичлигини бундай ёзиш мумкин:

$$p(\Delta X)=\begin{cases} c, \Delta_1 < \Delta < \Delta_2 бўлганда, \\ 0, \Delta < \Delta_1 ва \Delta > \Delta_2 бўлганда, \end{cases}$$

бу ерда $c=\frac{1}{\Delta_2-\Delta_1}$.

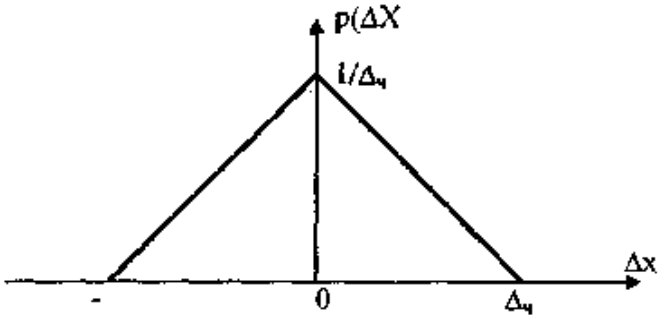
Бу боғланиш графиги 4.5- расмда тасвирланган.

Хатоликлар тақсимотининг учбурчакли қонуни. Бу тақсимот қонуни рақамли асбобларда учрайди. Учбурчакли тақсимот қонуни бир хил дисперсияли иккита текис тақсимот қонунининг композициясидан иборатлигини кўрсатиш мумкин.

Тасодифий хатоликлар эҳтимолликлари учбурчакли тақсимот қонунининг зичлиги графиги 4.6-расмда кўрсатилган.

Эҳтимоллик зичлиги ушбу аналитик формула билан ифодаланади:

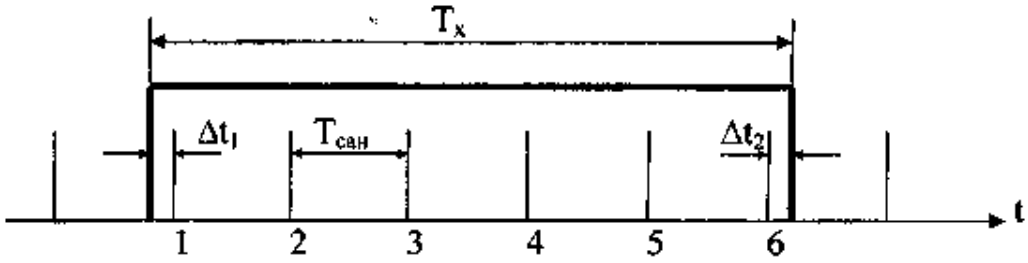
$$p(\Delta X)=\begin{cases} \frac{\Delta X}{\Delta_ч^2}+\frac{1}{\Delta_ч}, -\Delta_ч \le \Delta X \le 0 & бўлганда, \\ \frac{-\Delta X}{\Delta_ч^2}+\frac{1}{\Delta_ч}, 0 \le \Delta X \le \Delta_ч & бўлганда, \\ 0, \Delta X < -\Delta_ч; \Delta X > \Delta_ч & бўлганда. \end{cases}$$



4.6-расм.

Хатоликлар эҳтимоллари тақсимоти зичлигининг учбурчакли қонуни дискрет саноқ методи қўлланиладиган рақамли асбоблар учун хосдир. 4.7-расмда мисол сифатида вақт интервалини рақамли ўлчаш методи принципи шу метод орқали кўрсатилган. Ўлчанаётган интервал тўғри бурчак шаклли импульс билан тасвирланиб, унинг давомийлиги $T_х$ ни ўлчаш зарур вақт интервалини ўлчаш учун $T_{сан}$ давр билан келадиган қисқа саноқ импульсьлари шакллантирилади. Импульсларнинг келиш даври

калибрланган (асбобларда улар кварцли генераторнинг синусоидал сигналидан шаклланади) ва демак, улар ўлчов бўлади. Ўлчаш T_x ни $T_{сан}$ ўлчов билан қиёслаш методи орқали амалга оширилади. Бу методнинг дискрет санок методи деб аталишига сабаб шуки, ўлчанаётган вақт интервалига (у баъзан *«вақт дарвозаси»* деб аталади) тўғри келадиган импульслар миқдорини санаш амалга оширилади. Бу мақсадда электрон калит принципи бўйича ишлайдиган схемадан фойдаланилади: унинг киришига бошқарувчи сигнал ($T_{ўлч}$ узунликли тўғри бурчакли импульс) берилганида санок импульслари унинг чиқишига ва кейин электрон счётчикка келади.



4.7-расм.

4.7-расмдан кўриниб турибдики, счётчик қайд этадиган импульслар сони 6 га тенг ва ўлчаш натижаси $T_{ўлч}=NT_{сан}=6T_{сан}$. Натижа битта 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 $T_{сан}$ даврлар сони саналиши ва «тушиб қолган» участкалар, яъни Δt_1 ва Δt_2 ни ҳисобга олиш керак эди. Шундай қилиб, вақт интервалининг асл қиймати $T_x=(N-1)T_{сан}+\Delta t_1+\Delta t_2$, ўлчанган қиймати эса $T_{ўлч}=NT_{сан}$. Ўлчаш хатолиги $\Delta T_{ўлч}=T_{ўлч}-T_x=\Delta t_1+\Delta t_2$.

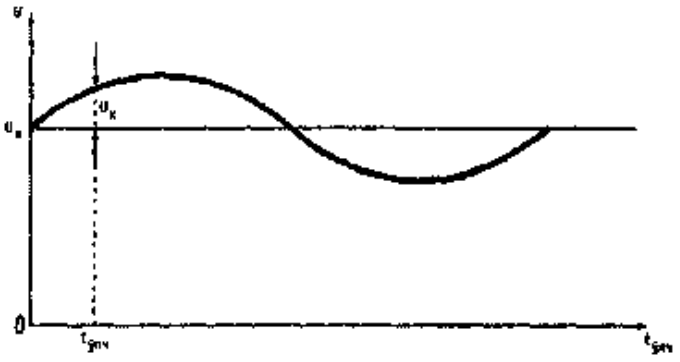
Бу мисолдан кўриниб турибдики, хатоликнинг Δt_1 ва Δt_2 ташкил этувчилари бир-бири билан боғланмаган. Уларнинг хатоликлари тасодифийдир, чунки фронтнинг ҳолати ва узунлиги санок импульсларни нисбатан ўлчанадиган импульснинг тушуви ҳам тасодифийдир. Равшанки, Δt_1 ва Δt_2 ни катталикларнинг ҳар бирининг эҳтимоллик зичлиги текисдир.

Эҳтимоллик назариясида исбот қилинадики, иккита эркли 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 Δ_x – хатоликнинг максимал қиймати. Қаралган ҳолда $s = T_{сан} / \sqrt{6}$, чунки Δt_1 ва Δt_2 хатоликларнинг максимал қийматлари бир хил ва $T_{сан}$ га тенг.

Арксинус қонуни. Ўзгармас кучланишни вольтметр билан ўлчашда асбоб киришига ўлчанаётган кучланиш U_x дан ташқари таъминот тармоғидан келадиган кучланиш туфайли яратиладиган халақит кучланиши $U_x = U_x \cos\omega t$ ҳам келиши мумкин (4.8-расм).

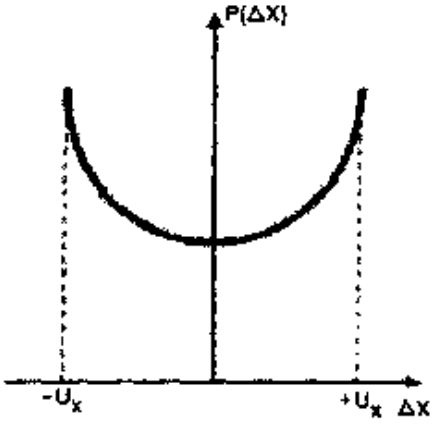


4.8-расм.

Агар вольтметрнинг ўлчаш вақти халақит 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 $t_{ўлч}$ халақитга нисбатан тасодифийдир, шу сабабли халақитни тасодифий жараённинг, яъни ён чегараларга текис тақсимланган тасодифий фазали гармоник кучланишнинг амалга оширилиши деб ҳисоблаш мумкин. Бу шартларда халақит 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 $-u_x < X < u_x$.



4.9-расм.

Унинг графиги 4.9-расмда кўрсатилган.

Ўртача квадратик оғиш $\delta = u_x / \sqrt{2}$, яъни гармоник халақитнинг ўртача квадратик оғишига тенг.

4.2.3. Тасодифий хатоликларни ўз ичига олган ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш

Кўп каррали ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш методи-каси 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. Кузатиш натижалари кўпол хатоликларга эга бўлмаслиги лозим, уларни ҳисоблашларга киритилмайди.

Ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш алгоритмини тўғри танлаш учун хатоликларнинг тақсимот қонунини билиш зарур, уни экспериментал натижалар бўйича баҳоланади. Тақсимот қонунини танлаш учун асос бўладиган маълумотларни гистограммадан ҳосил қилинади. Уни ясаш учун кўп карра ўлчаш натижалари бўйича вариацион қатор тузилади – натижаларни ўсиб бориш тартибида жойлаштирилади ҳамда ўлчанаётган катталикнинг минимал ва максимал қийматлари танланади. Сўнгра $X_{max} - X_{min}$ интервални кенглиги ΔX_i ($i = 1, 2, ..., r$) бўлган r та интервалга бўлинади ва ҳар бир интервалда 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- интервалга тушишининг нисбий чегаралари деб аталади. Частоталарнинг интерваллар бўйича тақсимоти ўлчаш натижаларининг статистик тақсимотини ташкил қилади. Улар ўлчаш натижасининг i-интервалга тушиш эҳтимоллигининг статистик баҳоларини ифодалайди. Агар ўлчашлар натижасининг интервалга тушиш частотасини интервал узунлигига бўлсак, у ҳолда тақсимотнинг ΔX_i интервалдаги ўрта зичлиги баҳосини оламиз:

$$p_i^* = \frac{1}{\Delta X_i} P_i^* = \frac{m_i}{n\Delta X_i}.$$

Горизонтал ўқда ΔX_i интерваллларни i индекснинг ўсиб бориш тартибида қўямиз ва ҳар бир интервалда баландлиги бўлган тўғри тўртбурчак ясаймиз. Ҳосил бўлган график статистик тақсимотнинг гистограммаси деб аталади. Барча тўғри тўртбурчак 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 интерваллар сонини камайтириш мумкин. Интерваллрнинг ўзи кичраяди ва гистограмма бирлик юзни чегаралаб турган силлиқ эгри чизиққа, яъни кузатишлар натижалари эҳтимоллари тақсимоти зичлигига борган сари кўпроқ яқинлашади.

Гистограммани ясашда ушбу тавсиялардан фойдаланиш мумкин.

1. Интерваллар 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

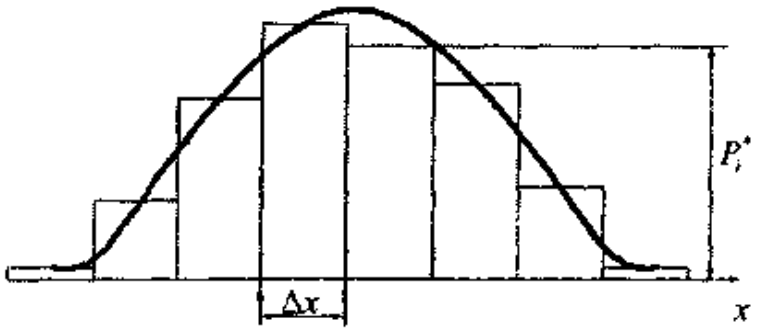
2. Интерваллар узунлигини тенг қилиб олиш қулайроқ бўлади.

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 натижаси 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 интервалларга бўлиш қулайдир. 4.4-жадвалда статистик тақсимотнинг m_i частоталари, i-интервалга 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 экспериментал натижалар ҳажмининг етарлича эмаслиги билан боғлиқ барча

тасодифий оғишларини силлиқлаб кетадиган назарий силлиқ тақсимот эгри чизиғини танлаш лозим. Аналитик функцияни аниқлаш унинг шундай параметрларини танлашга келтириладики, бу параметрларда унинг ўлчаш натижалари статистик тақсимотнинг энг кўп мувофиқлигига эришилади.



4.10-расм.

Жумладан, агар биз гистограмма билан аниқланадиган статистик тақсимотни нормал тақсимотнинг зичлик эгри чизиғи билан тавсифламоқчи бўлсак, унинг математик кутилиши ва дисперсияси экспериментал маълумотлар бўйича ҳисобланган ўрта арифметик қиймат ва дисперсия билан устма-уст тушишини талаб қилишимиз табиийдир. Бу мисолда, 4.4-жадвалдаги маълумотлар асосида X= 9,93646 mV, s_x = 0,0055 mV ни оламиз.

4.4-жадвал

i	X_i, mV	X_{i+1}, 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

Эксперимент маълумотлари билан мос келадиган эҳтимолликлар тақсимотининг зичлик эгри чизиғи ушбу формула билан аникланади:

$$p(X)=\frac{1}{0.0055\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-9.93646}{0.0055}\right)^2}.$$

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 методлари жавоб бериши мумкин. Ғояси шундан иборатки, кузатишлар натижалари $p_x(x)$ зичликли $F_x(x)$ тақсимотга бўйсунади деган гипотеза қўйилади. Гипотезани текшириш учун назарий ва экспериментал тақсимотларнинг тавофути ўлчови U танланади. Тавофут ўлчови сифатида ҳар бир интервалга тушадиган, нисбий частоталар ва назарий эҳтимолликлар квадратларининг бирор коэффициентлар билан олинган йиғиндисини қабул қилиш мумкин:

$$U=\sum_{i=1}^{r}C_i\left(P_i^*-P_i\right)^2,$$

бу ерда C_i – разрядлар вазифалари деб аталувчи коэффициентлар; 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) тақсимотига эга. Шуниси эътиборлики, U ўлчов бошланғич тақсимотга боғлиқ бўлмаган ҳолда x^2 тақсимотга бўйсунади. Шундай қилиб, назарий ва экспериментал маълумотлар тафовутини баҳолашга бундай ёндошув универсалдир.

Пирсон тақсимотининг дифференциал функцияси ушбу кўринишга эга:

$$p_{x_k^2}(\xi)=\frac{1}{\left(\frac{k}{2}-1\right)!2^{\frac{1}{2}k}}\xi^{\frac{k}{2}-1}e^{-\frac{1}{2}\xi},$$

бу ерда k – тақсимотнинг эркинлик даражалари сони бўлиб, $n = k - 1$, яъни ўлчашлар сонидан бир бирлик 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 интерваллар учун $m_i < 5$ бўлиб қолса, у ҳолда қўшни интерваллар 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 эркли боғланишлар сони. Қаралаётган ҳолда биринчи боғланиш шундан иборатки, сўнгги интервалга тушган натижалар сонини эркли катталик деб ҳисоблаш мумкин эмас, чунки у n билан қолган $m - 1$ та интервалга 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 x_k^2 орқали белгиланади. Уни ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

$$X_k^2 = \sum_{i=1}^{r} \frac{n}{P_i}\left(P_i^* - P_i\right)^2 = \sum_{i=1}^{r} \frac{\left(m_i - nP_i\right)}{nP_i}.$$

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 сабабларига кўра тушиши мумкин. Ишончлилик интервалини қуйидаги кўринишда топиш мумкин

$$\left(X^{\,2}_{k;\frac{1}{2}q};\; X^{\,2}_{k;1-\frac{1}{2}q} \right),$$

бу ерда q – дисперсия ишончлилик интервалининг чегараларидан ташқарига чиқмаслик эҳтимоллиги. q нинг қийматлари одатда 0,01–0,1 чегараларда танланади.

Агар тажриба маълумотлари бўйича ҳисобланган тавофут ўлчови кўрсатилган интервалга тушса, у ҳолда гипотеза қабул қилинади. Агар ишончлилик интервалидан четга чиқса, у ҳолда гипотеза эксперимент маълумотларига зид ҳисобланиб, рад этилади.

Берилган статистик тақсимот $p_x(x)$ зичликли тақсимот эканлиги ҳақидаги гипотезани текширишнинг тавсифланган методикаси x^2 мувофиқлик критерийси 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 x^2 мувофиқлик критерийси ёрдамида текширишда ҳисоблашлар кетма-кетлигини келтирамиз.

1. Кузатиш маълумотларини интерваллар бўйича гуруҳланади ва кузатиш натижалари i-интервалга тушадиган m_i частоталар орқали ҳисобланади. Бештадан кам кузатиш натижаларини ўз ичига олган интерваллар қўшни интерваллар 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. Интервалнинг ҳар бири учун кузатиш натижаларининг уларга тушиш эҳтимоллиги интервал ўртасидаги назарий тақсимот зичлигининг бу интервал узунлигига кўпайтмаси сифатида аниқланади:

$$P_i = P_X\left(\frac{X_i + X_{i+1}}{2}\right)\Delta X_i.$$

4. Ҳар бир интервал учун ($i = 1, 2, 3, ..., r$) катталиклар ҳисобланади ва уларни барча i лар бўйича жамланади, бунинг натижасида тавофут ўлчови x^2 ҳосил қилинади.

5. Эркинлик даражалари сони $k = r - 3$ аниқланади ва қийматдорлик даражаси $q = 1-\alpha$ ни олиб, 4.5-жадвал бўйича $X^2_{k;\frac{1}{2}q}$ ва $X^2_{k;1-\frac{1}{2}q}$ қийматлар топилади. Агар $X^2_{k;\frac{1}{2}q} < X^2_k \le X^2_{k;1-\frac{1}{2}q}$ бўлса, у ҳолда кузатиш натижалари нормал тақсимланган ҳисобланади.

4.5-жадвал

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 ўлчаш хатоликлари

Билвосита ўлчашларда бизни қизиқтираётган катталик ўрнига бу катталик билан бирор функция орқали боғланган бошқа функциялар аниқланган. Масалан, бизни қизиқтираётган Y катталик ўрнига Y билан $Y = f(X_1; X_2; ...; X_n)$ муносабат орқали боғланган $X_1; X_2; ...; X_n$ катталиклар ўлчанади. Экспериментлар давомида $X_1; X_2; ...; X_n$ ларни ўлчаш натижасида асл қийматдан хатолик миқдорида фарқ қиладиган $x_1; x_2; ...; x_n$ 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 катталикни ўлчаш натижаси

$$y - \Delta = f(x_1 - \Delta_1; x_2 - \Delta_2; ....; x_n - \Delta_n)$$

кўринишда ёзилиши мумкин, бу ерда y – билвосита ўлчашлар натижалари, Δ – хатолиги.

Агар хатоликлар ўлчанаётган катталикларга нисбатан кичик, яъни $\Delta_i / x_i << 1$ бўлса, у ҳолда даражали қаторга ёйиш ва бунда иккинчи даражали ҳадлар билан чекланиш мумкин:

$$y - \Delta = f(X_1, X_2, ..., X_n) - \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right) \Delta_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x_i^2} \right) \Delta_i^2.$$

Бу ердан ўлчаш натижалари

$$y = f(X_1; X_2; ...; X_n), \tag{4.20}$$

хатолиги эса

$$\Delta = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)\Delta_i - \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x_i^2}\right)\Delta_i^2 \tag{4.21}$$

эканлиги келиб чиқади.

Кўпчилик ҳолларда хатоликлар катталиги 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:

$$\Delta = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)\Delta_{x_i} = \frac{\partial f}{\partial x_1}\Delta_{x_1} + \frac{\partial f}{\partial x_2}\Delta_{x_2} + ... + \frac{\partial f}{\partial x_n}\Delta_{x_n}. \tag{4.22}$$

(4.20) формуладан, кўпинча, (4.20) га кирган аргументларнинг мунтазам хатоликлари маълум бўлганда, билвосита ўлчашларнинг хатоликларини ҳисоблашда фойдаланилади. Амалиётда ўлчашлар мунтазам хатолигини кўпинча, $x_1; x_2; ...; x_n$ катталиклари билвосита ўлчашда фойдаланиладиган ўлчаш воситалари хатоликларининг чегаравий қийматига тенг деб қабул қилинади. Бу ҳолда натижавий абсолют хатолик тасодифий катталиклар сифатида қараладиган абсолют хатоликларни қўшиш билан ҳосил қилинади, яъни

$$\Delta y = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 \Delta_{x_1}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 \Delta_{x_2}^2 + ... + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 \Delta_{x_n}^2}. \tag{4.23}$$

Нисбий хатолик ушбу формула бўйича аниқланади:

$$\delta = \frac{\Delta y}{y} = \sqrt{\left(\frac{\partial(\ln f)}{\partial x_1}\right)^2 \Delta_{x_1}^2 + \left(\frac{\partial(\ln f)}{\partial x_2}\right)^2 \Delta_{x_2}^2 + ... + \left(\frac{\partial(\ln f)}{\partial x_n}\right)^2 \Delta_{x_n}^2}. \tag{4.24}$$

Билвосита ўлчашларнинг тасодифий хатолигини баҳолаш зарур бўлган ҳолда ҳисоблаш ушбу формула ёрдамида амалга оширилади:

$$\delta_y = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 \delta_{x_1}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 \delta_{x_2}^2 + ... + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 \delta_{x_n}^2}. \tag{4.25}$$

Бу ифодада $X_1; X_2; ...; X_n$ катталикларнинг ўртача квадратик хатолиги. Бу $\delta_{x_1}, \delta_{x_2}, ..., \delta_{x_n}$ формуладан, тасодифий хатоликлар корреляцияланган ҳоллардагина, уларни баҳолаш учун фойдаланиш мумкин. Акс ҳолда, корреляция коэффициентини

ҳисобга олиш лозим. Агар билвосита ўлчашларнинг жаъми тасодифий хатолиги иккита аргумент бўлган ҳолда аниқланаётган бўлса, у ҳолда ушбу формуладан фойдаланиш лозим:

$$\delta_y^2 = \delta_{x_1}^2 + 2p\delta_{x1}\delta_{x_2} + \delta_{x_2}^2, \qquad (4.26)$$

бу ерда р – корреляция коэффициенти.

Назорат саволлари

1. Ўлчаш натижалари хатоликларининг пайдо бўлиш сабабларини санаб беринг.
2. Ўлчаш хатоликлари қайси тамойиллар билан таснифланади?
3. Нималар абсолют, нисбий, келтирилган хатолик деб номланади?
4. Қўпол хатолик деб нима номланади?
5. Ўлчаш воситалари мунтазам, тасодифий хатоликларининг ташкил этувчиларини айтиб беринг.
6. Методик хатоликларга мисолларини келтиринг.
7. Хатоликларни баҳолаш принципи 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?

V БОБ. ЎЛЧАШЛАР НОАНИҚЛИГИНИ БАҲОЛАШ

Ўлчашларда «ноаниқлик» тушунчаси, ўлчаш аниқлигининг миқдорий жиҳатдан аниқланувчиси сифатида метрология амалиётида кўпдан 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 катталикка 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 сохасидаги 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 муамммога 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 қаршиликлар магазинидан бошлаб то фундаментал тадқиқотларгача бўлган ўлчашларнинг барча турларига қўлланиладиган айнан ана шундай универсал услуб француз тилида нашр этилган «Ўлчашларда ноаниқликни ифодалаш бўйича қўлланма» да (бундан кейин қўлланма) келтирилган [81].

---

* Бу ердан ва кейинги холларда ушбу ташкилотларнинг инглизча қисқартирилган номи келтирилган.

Мазкур қўлланманинг мақсади қуйидагилардир:

- ноаниқликлар тўғрисида ҳисоботларни қандай тузиш кераклиги тўғрисида тўла ахборот билан таъминлаш;
- ўлчаш 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 хамда 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 талабини қўйди.

Синов ва калибрлаш лабораторияларининг малакасига талаб қўювчи Халқаро ISO/IEC 17025:1999 [82] қабул қилиниши билан аккредитациядан ўтган лабораторияларда ноаниқликни баҳолаш бўйича талаблар халқаро мақомига эга бўлди. Мазкур стандартда синаш ва калибрлаш лабораториялари ўз ишларида менежмент системасидан фойдаланишини, ISO 9001:1994, ва ISO 9002:1994 га техник жиҳатдан хақиқий малакага эга эканликларини намойиш 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 системаларидан фойдаланишнинг ўсиши йирик ташкилотларнинг бир қисмини ташкил этувчи ёки қўшимча хизматларни таклиф этувчи лабораториялари ISO 9001, шунингдек мазкур стандарт талабларига жавоб берувчи сифатида менежмент системасида ишлаши мумкинлигининг кафолатларига бўлган эҳтиёжни орттирди. Шунинг учун ISO/IEC 17025:1999 ни ишлаб чиқарувчилар унга лаборатория менежменти системаси 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/IEK 17025:2005, IDT) Давлат стандарти қабул қилинди [84].

O'zDST 17025:2007 қабул қилингунча давлатимиздаги норматив ҳужжатларда «ноаниқлик» тушунчаси фойдаланилмаган эди ва «хатолик» хамда «хатолик тавсифлари» тушунчаларига асосланган анъанавий ва қарор топган ёндашувга мўлжалланган эди. Мазкур ҳолда текшириш услубларини, ўлчашни бажариш методикаларини, синаш услубларини, ўлчаш бирлигини таъминлашнинг давлат системаси стандартларини ва бошқаларни эслатиш етарли.

O'z DST 17025:2007 стандарти қабул қилингандан сўнг мамлакатимиз меъёрий ҳужжатларига «ноаниқлик» тушунчаси киритила бошланди ва «хатолик» хамда «хатолик тавсифлари « тушунчаларига асосланган қарор топган ёндашув ўзгарди.

5.1. Кирувчи катталикни баҳолаш

Кирувчи X_i катталикни x_i баҳолаш бир марта ўлчангандаги ўлчов асбобининг кўрсатиши, кўп марта ўлчангандаги ўртача арифметик қиймат ёки норматив ҳужжатлар, сертификат, гувоҳномалар, маълумотномалар, маҳсулот ишлаб чикарувчининг этикеткалари, хизматлари ва ҳ.к. лар бўлиши мумкин.

5.2. Ўлчанаётган катталикнинг тавсифи

Амалда ўлчанаётган катталикнинг тавсилоти ёки таърифи талаб қилинаётган ўлчаш аниқлигига боғлиқ. Ўлчанаётган катталикни ўлчаш билан боғлиқ барча амалий мақсадлар учун қиймати ягона бўлиши учун уни талаб қилинаётган аниқликка нисбатан етарлича тўлиқ аниқлаш лозим.

5.3. Ўлчанаётган катталикнинг модели

Ноаниқликни баҳолашда «ўлчанаётган катталикнинг тавсифи» нима ўлчанаётганининг фақат аниқ ва бир қийматли ифодасинигина эмас, балки ўлчанаётган катталикни у боғлиқ бўлган катталиклар билан боғловчи миқдорий ифодани, яъни ўлчанаётган катталикнинг математик моделини (бундан кейин матнда – ўлчаш модели) тақдим этилишини ҳам талаб қилади.

Бевосита ўлчанадиган X катталик ёки тўғридан тўғри ўлчанмайдиган (билвосита, жами ёки биргаликдаги ўлчашларда)

бошқа ўлчанадиган катталиклар ёки константалар шундай параметрлар бўлиши мумкин.

Тўғридан-тўғри ўлчаш – катталикнинг изланаётган қиймати бевосита олинадиган ўлчаш.

Билвосита ўлчаш – катталикнинг 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 системасини 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 $X_1,X_2,...,X_n$ катталикларга боғлиқ бўлади.

Бунда Y катталикнинг изланаётган қиймати изланаётган (чиқиш) катталиги Y билан функционал боғлиқ n та кирувчи $X_1,X_2,...,X_n$ катталикларни бевосита ўлчаш натижалари асосида аниқланади, яъни ўлчаш модели умумий шаклда бундай ифодаланади:

$$Y = f(X_1,X_2,...X_n).$$

Мисол. Занжир элементининг R актив, X реактив ва Z тўла қаршилиги 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 φ ни ўлчаш йўли билан ўлчанади. Шундай қилиб, учта кирувчи $X_i(i=1,2,3)$ катталиклар бўлиб V, I, φ ҳисобланади, учта

чиқувчи Y_i $(i=1,2,3)$ катталик бўлиб эса Z импеданснинг иккита ташкил этувчиси: R ва X ҳисобланади.

Ўлчанётган катталикларнинг кирувчи катталиклар билан функционал боғланиши, яъни ўлчанаётган катталикларнинг математик модели

$$R = \frac{V}{I}\cos\varphi; R = \frac{V}{I}\sin\varphi, R = \frac{V}{I}$$

бўлади.

Кирувчи X катталикларнинг ўзи ўз навбатида мунтазам эффектларга тузатишларни ва тузатиш коэффициентларини ҳам ҳисобга олганда бошқа катталикларга боғлиқ бўлиши мумкин, бу ҳеч қачон аниқ ёзилиши мумкин бўлмаган мураккаб функционал боғлиқликка олиб келади:

$$X_1 = g_1(w_1, w_2 ..., w_i), \quad X_2 = g_2(z_1, z_2, ...z_i)$$ ва ҳ.к.

Шунинг учун кирувчи катталик

$$Y = x + П_1 + П_2 + ... + П_n$$

каби ифодаланиши мумкин, бу ерда $П_n$ – бу тузатмалар, атроф – муҳит шароитлари, лаборатория шароитлари ва ҳ.к.

5.5. Жами ўлчашларнинг математик модели

Бир исмли бир нечта катталикларни бир вақтда ўлчашда амалга ошириладиган жами ўлчашлар катталикларнинг изланаётган қиймати катталикларни турли хил вазиятларда ўлчашда олинадиган тенгламалар системаларини ечиш йўли билан аниқланади.

Тенгламалар системасини, яъни жами ўлчашларнинг математик моделини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин [84]:

$$x_i = f_2(y_1, y_2, ..., y_m),$$

бунда m = 1,2, ..., n; $n > m$;

x_i – изланаётган $Y_1, Y_2, ..., Y_m$ катталикларнинг турли хил кўринишларини бевосита ўлчаш натижалари.

Шундай қилиб, билвосита ўлчашлардан фарқли ҳолда изланаётган бир нечта катталик ўлчанади, бунда охиргилари тенгламалар системасини 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 системаси (математик модели)

$$x_i = \sum_{j=1}^{m} C_{ij} y_j, \quad i = 1, 2, \ldots, n,$$

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 қийматни 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 катталикнинг 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

$$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_n)$$

тенгламалар системасини 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 20^0 С даги қаршилиги;

α, β - қаршиликнинг температура коэффициентлари.

R_{20}, α ва β ни аниқлаш учун n та температура нуқталарида R (t) ни ўлчаш амалга оширилади ва бу натижалар бўйича изланаётган боғланиш аниқланади.

5.7. Ўлчашларнинг ноаниқлик турлари

Ноаниқликларни ташкил этувчи турлар уларнинг пайдо бўлиши манбаларига кўра ўлчанаётган катталикнинг тавсифи ноаниқлигига, моделлаштириш, услуби, ўлчаш воситалари, атроф муҳит, оператор (шахс) ва ўлчанаётган объект ноаниқликларга бўлинади. 5.1-расмда ўлчашларнинг ноаниқлик 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 экспериментал 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 катталик тавсифининг ноаниқлиги.

Ўлчанаётган катталикнинг ўлчами дастлаб ўлчаш объектига таъсир кўрсатувчи ташқи таъсирлар параметрларига боғлиқ. Шунинг учун ўлчашга аниқ ёндашиш ўлчанаётган катталикни олдиндан тўлиқ тавсифлашни талаб этади. Ўлчанаётган катталикни чала тавсифлаш тегишли ноаниқлик пайдо бўлишига олиб келади.

Ўлчанаётган физик катталик y 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 катталик – терморезистордаги температура t бўлганда тарқаладиган, t_o температурада R_o қийматга ва қаршиликнинг температура коэффициенти α га эга бўлган ва P қувват терморезисторнинг клеммаларига узатиладиган потенциаллар фарқи V га

$$P = f(V, R_o, \alpha, t) = \frac{V^2}{R_o[1+\alpha(t-t_o)]}$$

каби боғлиқ, бунда V – кирувчи катталик; t_o, R_o, α ва t – таъсир кўрсатувчи катталиклар.

Ўлчанаётган Y катталик боғлиқ бўлган таъсир кўрсатувчи катталикларнинг ўзи ҳам бошқа катталикларга боғлиқ бўлиши мумкин, бунга мунтазам эффектларга тузатишларни ва тузатма

коэффициентларини ҳисобга олганда, бу функционал боғлиқлик P нинг мураккаблашувига 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, қаршиликнинг бўлиши мумкин бўлган температура коэффициентини, ёки қаршиликнинг атмосфера босимига мумкин бўлган боғлиқлигини ҳисобга олувчи қўшимча кириш катталиклари талаб қилиниши мумкин.

Амалда ўлчанаётган катталикнинг тавсифи талаб қилинаётган ўлчаш аниқлигига боғлиқ. Ўлчаш билан боғлиқ барча амалий мақсадлар учун унинг қиймати ягона бўлиши учун ўлчанаётган катталикни талаб қилинаётган аниқликка нисбатан етарлича тўлиқлик билан аниқлаш лозим.

5.7.1. Моделлаштиришнинг (кўриб таниб олишнинг) ноаниқлиги

Инсоннинг ўлчаш объекти тўғрисидаги тасаввури унинг онгида параметрларнинг йиғиндиси билан тавсифланувчи маълум бир модел кўринишида акс этади.

Моделлари бўйича аниқланадиган ўлчанадиган катталиклар реал объект воситаларидан доим фарқ қилади, чунки модел хеч қачон аслнинг мутлақ нусхаси бўла олмайди. Бу фарқ ўлчанаётган катталикка моделнинг адекват бўлмаслигига асосланган ноаниқлик билан ифодаланади.

Кўпгина ҳолларда ишлаб чиқилган физик назария ўлчашлар натижаларига турли хил омилларнинг таъсирини тавсифловчи етарлича яхши моделларни ясаш имконини беради. Масалан, температуранинг ҳажм ва зичликка таъсир этиши яхши ўрганилган. Бундай ҳолларда ноаниқликни мавжуд муносабатдан ноаниқликнинг тарқалиш услублари ёрдамида бевосита ҳисоблаш ёки баҳолаш мумкин.

Бошқа вазиятларда экспериментал 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. Буни 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 ўхшашлик даражаси қуйидаги омилларга боғлиқ:

- ўлчаш обекти тури ва хоссасига;
- ўлчашдан мақсад ва талаб этилаётган аниқлик;
- объект тўғрисидаги априори (тажрибага асосланмаган) 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 [85].

Танланган моделни экспериментал текшириш ўлчашларни ўтказишнинг тўғри режалаштирилган методикаси қўлланилгандагина ишончли бўлади.

5.7.2. Методик ноаниқликлар

Ўлчашлар услуби деганда, умумий шаклда тавсифланган ва ўлчашларни бажаришда фойдаланиладиган амалларнинг мантиқий кетма-кетлиги тушунилади. Ўлчаш услубий мукаммал эмаслиги методик 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 методик хатосини баҳолаш мумкин. Методик 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 методик ноаниқликнинг баҳоси ҳисобланади.

Методик хатоликларга мисоллар қараб чиқамиз.

Ўлчаш воситасининг ўлчаш объектига таъсирини баҳолашнинг ноаниқлиги. Бу ноаниқликнинг ички қаршилиги R_i бўлган кучланиш манбаига уланган вольтметр мисолида тадқиқ этамиз. Вольтметрнинг ўзи $R_{кир}$ кириш қаршилигига эга.

Мазкур ҳолда U вольтметрнинг кўрсатишлари ўлчанаётган электр юритувчи куч E билан

$$U = \frac{R_{кир}}{R_n + R_i} \cdot E$$

муносабат орқали боғланган.

Бу муносабатдан кўринадики, ўлчашнинг тузатилган натижасини олиш учун вольтметрнинг кўрсатишларини қуйидаги тузатмага кўпайтириш керак:

$$\frac{R_n + R_i}{R_{кир}}.$$

Ўлчашларга ишлов бериш алгоритмининг ноаниқлиги. Ўлчашнинг бу услубига бир қатор кузатишларнинг ўрта, ўрта квадратик ёки ўрта абсолют қийматини, ўлчанаётган катталикнинг ўзгарувчи параметрини аниқлаш, элементар функциянинг қийматини қаторга ёйиш йўли ва ҳ.к. йўллар 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 охирги натижанинг ноаниқ бўлишига олиб келади. Бу ҳолатларни олдиндан назарда тутиш қийин бўлгани учун маълум бир ноаниқликка йўл бериш ўзини оқлаши 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 $P_н$ қувватини генератор ва ваттметрни акслантиришнинг комплекс коэффициенти орқали

ифодаланувчи узатиш линияси юкламаси бўлган ютувчи турдаги микротўлқинли ваттметр ёрдамида ўлчаш натижаси [86].

Методик ноаниқликка, шунингдек, кузатишлар сони, ўлчашнинг давомийлиги, методикани ва ўлчаш воситаларини танлаш ва ҳ.к. лар киради.

5.7.3. Инструментал ноаниқликлар

Инструментал (асбоблардаги) ноаниқликлар бу ЎВ нинг номукаммаллигига боғлиқ ноаниқликлардир. Улар ўз ичига, масалан, аналитик тарозиларни аниқлик чегараларини; юкланиш эффектларига дуч келиши мумкин бўлган температура ростлагичининг мавжудлиги; ўлчаш асбоби ишлаш принципига киритилган ноаниқликлар; тайёрлаш технологияси ёки конструкциявий технологиясининг камчилиги билан боғлиқ ноаниқликлар ва ҳ.к.

Ўлчов асбобининг ишлаш принципига жойланган ноаниқликлар. Бу хатоликлар, ЎВ дан фойдаланиш режимига боғлиқ ҳолда статик ва динамик турларга бўлинади. Статик ноаниқлик – бу катталикни 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 катталикнинг ўлчашини ўзгаришсиз деб ҳисоблаш мумкин эмас. У икки омил ЎВ нинг динамик хоссалари ва ўлчанаётган катталикнинг вақт бўйича ўзгариш характери билан аниқланади.

Бу турдаги статик ноаниқликка мисол тариқасида ЎВ нинг шакл алмаштириш функциясининг ночизиқлигига боғлиқ бўлган ноаниқлик, Гук қонунининг кенг диапазондаги ночизиқлилиги, температуранинг ўлчашда температура датчикларининг ночизиқлилиги, ўзгарувчан ток вольтметрларнинг частота ноаниқликлари киради.

Барча рақамли ЎВ ларининг ишлаш принципига қўйилган, энг кўп учрайдиган ноаниқликлардан бири аналогли-рақамли шакл алмаштиришда узлуксиз катталикни квантлашдаги ноаниқлик ҳисобланади.

Квантлаш жараёнида узлуксиз ўзгарувчи X катталикнинг q босқичлар ўлчами берилган босқичли ўзгарувчи $X_n = N \cdot q$ катталикда ўлчаш алмашиши юз беради. Бунда X катталикнинг 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 катталикни акслантиришда вужудга келадиган хатолик хосдир. Квантлаш хатолиги агар ўлчов ва компаратор хатолиги нолга тенг бўлса, X катталигининг ўлчаш натижалари ва ҳақиқий қиймати орасидаги фарққа тенг:

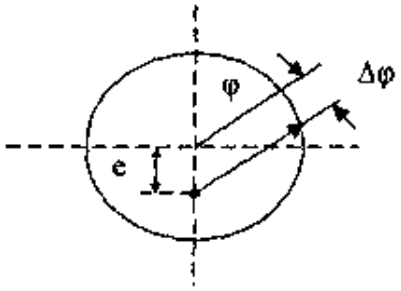
$$\Delta_k = X_N - X_i.$$

Шундай қилиб, $\Delta_к$ квантлаш хатолигининг ўлчанаётган X катталикка боғлиқлиги квантлаш қадами q чегараларида чизиқли.

Рақамли ЎВ ларда квантлашнинг иккита X_N ва X_{N-1} даражалари (сатҳлари) орасида жойлашган ўлчанаётган X катталик, одатда акслантиришнинг қуйи сон қиймати ҳисобланади. Бу ҳол квантлаш хатолиги ҳисобланади. Бу ҳолда квантлаш хатолиги $\Delta_к$ 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 ҳ.к.ларни мисол қилиб келтириш мумкин.

[87] 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); φ- 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 ҳ.к.ларни қўллаб-қувватлашни олади.

Ўлчаш воситаларининг ноаниқликларига, шунингдек калибрлашнинг ноаниқлигига, кўрсатишлар вариациясига, охирги текшириш ва калибрлаш пайтидан ўтган вақтга, сезгирлик бўсағасига ёки ЎВ нинг охирги ажратиш қобилиятига ва ҳ.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 олинишига 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 асбоблар кўрсаткичининг максимал ҳолатининг кечикишида;
- кузатувчи турган жойнинг таъсирида ва саноқ системасининг хусусиятлари (параллакс), иккита рақамланган

белгилар орасига тушадиган санок интерполяциясидаги хатоликлар ва х.к.;

- ўлчов асбобларининг пасайтирилган ёки ошириб юборилган кўрсатишларини қайд қилиш мумкинлиги;
- методикани талқин қилишда арзимас фарқларнинг мавжудлиги;
- сезиш диапазонининг чегараланиш ва сезги аъзоларининг идрок қилиш тавсифларининг ночизиқлилиги 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 катталик қийматининг мумкин бўлган ўзгарувчанлиги ва катталик тўғрисидаги мавжуд ахборотнинг турига боғлиқ ҳолда кирувчи катталикларнинг стандарт ноаниқликлари А тур ёки В тур бўйича баҳоланади.

Агар катталик тўғрисидаги ахборот статик бўлса, яъни кўп каррали ўлчашлар ёки синашлар йўли билан тажрибада аниқланган бўлса, у ҳолда кирувчи катталикларнинг стандарт ноаниқликлари А тур бўйича баҳоланади.

Агар катталик тўғрисидаги ахборот ностатик бўлса, яъни мазкур ўлчаш давомида баҳоланмаган бўлиб, қаердадир мустақил баҳолаш натижасида (катталикларнинг ўзлаштириб олинган қиймати) олинган бўлса, у ҳолда кириш катталикларининг 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 катталикларнинг 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 аппроксимакция 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 ш.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 гувҳномаларда ва бошқа сертификатларда келтириладиган маълумотлар;
- маълумотномадан олинган маълумотлар ёзиб қўйиладиган ноаниқликлар.

Калибрлаш тўғрисидаги гувохномалар ёки курилмаларни етказиб берувчиларнинг каталоглари ноаниқликларнинг кўпгина манбаларига нисбатан ахборот беришлари мумкин.

X 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);
- Стьюдент 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 катталик 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 методи тўғрисидаги билимларга ва кирувчи катталикларнинг ўзаро боғланишларнинг ўтказилган баҳолашига 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 худди шундай тузатма ҳам худди 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 катталикнинг ўзаро боғлиқлиги ёки корреяциясининг ўлчови ковариация ҳисобланади. Кирувчи икки X_i ва X_j катталикларни баҳолаш билан боғлиқ ковариация нолга тенг бўлиб қолиши ёки инобатга олинмайдиган даражада кичик катталик сифатида қаратилиши мумкин, агар:

а) икки X_i ва X_j кириш катталиклари 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 катталиклардан бири константа сифатида қараб чиқилса ёки агар:

в) бизнинг билимларимиз ва фаразларимиздан келиб чиққани ҳолда X_i ва X_j кириш катталиклари орасидаги корреляция учун хеч қандай асос бўлмаса.

Агар X_i ва X_j кириш катталиклари маълум даражада корреляцияланган бўлса,яъни улар бир-бирига бирор усул билан боғлиқ бўлса, у ҳолда йиғинди стандарт ноаниқликни баҳолашда кирувчи катталикларнинг ноаниқликлари тўпламлари орасидан уларнинг ковариацияси ҳисобга олиниши керак, у қуйидаги формула бўйича баҳоланади:

$$u(\bar{x}_i,\bar{x}_j)=u(\bar{x}_i)\cdot u(\bar{x}_j)r(\bar{x}_i,\bar{x}_j),\quad i\neq j. \tag{5.1}$$

Корреляция даражаси, корреляциянинг коэффициенти ёрдамида аниқланади.баҳоланган корреляция коэффициенти (4.1) тенгламадан олинади:

$$r(\bar{x}_i,\bar{x}_j)=u(\bar{x}_i,\bar{x}_j)/u(\bar{x}_i)\cdot u(\bar{x}_i),\quad |r(\bar{x}_i,\bar{x}_j)|\le 1. \tag{5.2}$$

Икки X_i ва X_j катталикларни эркин такрорий n кузатишлар ҳамда уларнинг X_i ва X_j ўртача арифметик қйматларидан ковариация қуйидаги формула бўйича баҳоланади:

$$u(\bar{x}_i,\bar{x}_j)=s(\bar{x}_i,\bar{x}_j)=\frac{1}{n(n-1)}\cdot\sum_{k=1}^{n}(x_{ik}-\bar{x}_i)(x_{ik}-\bar{x}_j). \tag{5.3}$$

5.10. Чиқувчи катталикнинг баҳосини ҳисоблаш

y билан белгиланадиган Y чиқувчи катталикни баҳолаш ўлчашларни ўтказишда қийматини аниқлаш зарур бўлган катталикни ўлчаш натижаси ҳисобланади. Бу баҳо қуйидаги тенгламадан икки усулда олинади:

$$Y=f(x_1,x_2,...,x_n), \tag{5.4}$$

бунда Y – ўлчанадиган катталик, у бевосита ўлчанадиган катталик эмас;

x_n – билвосита ўлчашларда, ўлчанадиган бошқа катталиклар.

5.10.1. Чиқувчи катталикнинг баҳосини ҳисоблаш. Биринчи усул

Чиқувчи катталик Y нинг баҳосини юқорида келтирилган формуладан, кирувчи X_i катталикларни уларнинг x_i баҳоси билан (ўрта арифметик $\bar{x}_i$ қийматлар билан) алмаштириб олинади:

$$y = f(x_1, x_2, ..., x_n) \text{ ёки } \bar{y} = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, ..., \bar{x}_n). \quad (5.5)$$

Бунда кирувчи катталикларнинг қийматлари уларнинг мазкур модел учун аҳамиятли бўлган таъсирлар ва эффектларга тузатилган (тузатишлар киритилган) кириш катталикларининг тўғри маънодаги энг яхши баҳолари бўлади.

Агар шундай бўлмаса, у ҳолда зарур тузатишлар моделга алоҳида кириш катталиклари сифатида киритилиши керак.

Агар моделнинг f функцияси кирувчи X_i катталикларнинг йиғиндиси ёки айирмаси билан тақдим этилса:

$$f(X_1, X_2, ..., X_n) = \sum_{i=1}^{n} p_i X_i, \quad (5.6)$$

бунда ҳар бир кириш катталиги X_i учун P_i кўпайтувчилар мусбат ёки манфий сонлар, у ҳолда чиқувчи катталикни баҳолаш (5.2) тенгликка мувофиқ натижада кириш катталиклари баҳоларининг тегишли йиғиндиси ёки айирмасини беради:

$$y = \sum_{i=1}^{n} p_i x_i. \quad (5.7)$$

Агар моделнинг f функцияси кирувчи катталикларнинг кўпайтмаси ёки бўлинмаси бўлса:

$$f(X_1, X_2, ..., X_n) = c\prod_{i=1}^{n} X_i^{P_i}, \quad (5.8)$$

бунда ҳар бир кирувчи X_i катталик учун P_i даражалар, шунингдек умумий кўпайтувчи C мусбат ёки манфий сонлар бўлади, у ҳолда чиқувчи катталик баҳоси ўз навбатида кирувчи катталиклар 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 айирмасининг 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 φ 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, φ ўлчаш натижалари ва чиқиш катталиги R ни баҳолаш

Қатор рақами, к	U(V)	I(A)	φ(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, sinα ёки cosα тригонометрик 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 ноаниқликлар айрим манбаларининг таъсирини камайтириш усулларини 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 диапазони;
- ҳар бир ноаниқлик манбаидан йиғинди ноаниқликка фоизли қўшилма ва ҳ.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, А тур бўйича ёки В 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 y кирувчи $x_1, x_2, \ldots, x_n$ баҳоларнинг қийматларининг ўзгариши билан қандай ўзгаришини кўрсатади.

Биринчи усул чиқувчи Y катталикнинг y баҳоси биринчи усулдан фойдаланиб, яъни (5.1) тенгламадан олинганда қўлланилади.

Иккинчи усул. Агар чиқувчи Y катталикда баҳо

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} y_i$$

формуладан фойдаланиб, иккинчи усулда олинган бўлса, у ҳолда унинг йиғинди стандарт ноаниқлиги А 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 катталикларнинг 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 экспериментал 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 ноаниқликларнинг йиғиндиси u_c ноаниқлик кўринишида, яъни битта стандарт узилиш кўринишида ифодаланганда ёзишнинг қуйидаги шакли тавсия этилади:

«(Натижа): стандарт ноаниқлик u_c да x (бирлик), бунда стандарт ноаниқлик битта стандарт четланишга мос келади».

Стандарт ноаниқлик кўрсатилганда ± белгисидан фойдаланиш тавсия этилмайди, чунки бу белги аниқликнинг юқори даражасига мос келувчи интервалга боғланади.

5.12.2 Ноаниқлик тўғрисида ҳисобот

Ноаниқлик тўғрисидаги ҳисоботни қуйидаги бўлимлар тўғрисида тузиш тавсия этилади:

1. Ўлчаш масаласи: ўлчанаётган Y катталик қандай аниқланишининг қисқача тавсифи; бунга ўлчаш усули ёки методикаси; 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:

$$Y = f(X_1, X_2, ..., X_n).$$

3. Кирувчи катталикларни таҳлил қилиш

Кириш катталиги _____ _____ _____ _____ _____	Ноаниқликни баҳолаш тури _____ Тақсимлаш тури _____ Баҳонинг қиймати _____ Кириш катталиги жойлашган оралиқ_____ Стандарт ноаниқлик _____
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.)	

4. Кузатиш натижалари: асбобдан бевосита ўқиб олинган кузатишлар натижаларининг рўйхати ва уларнинг статистик характеристикаларини аниқлаш: ўртача арифметик қиймат; ўртача квадратик четлашиш; (стандарт четлашиш); стандарт ноаниқлик.

5. Корреляциялар: кириш катталикларини уларнинг корреляцияси масаласида таҳлил қилиш ва барча корреляцияланган кириш катталиклари учун корреляция коэффициентларини ҳисоблаш, бунда уларни ҳисоблаш усулларини кўрсатиш.

6. Сезгирлик коэффициентлари: ҳар бир кирувчи катталик 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:

Катталик, x_i	Катталик бирлиги	x_i баҳо қиймати	±r интервал	Ноаниқлик тури	Эҳтимоллик-ларни тақсимлаш	Стандарт ноаниқлик u(x)	Эркинлик даражаси	Сезгирлик коэффициенти c_i	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 катталикни 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 МДҲ мамлакатларида ўлчашлар бирлигини таъминлаш соҳасидаги меъёрий ҳужжатларда қўлланиладиган тушунчалар ва атамаларга асосланган. Иккинчиси – [81,83] да фойдаланилган нисбатан янги атамалар ва тушунчаларга асосланган.

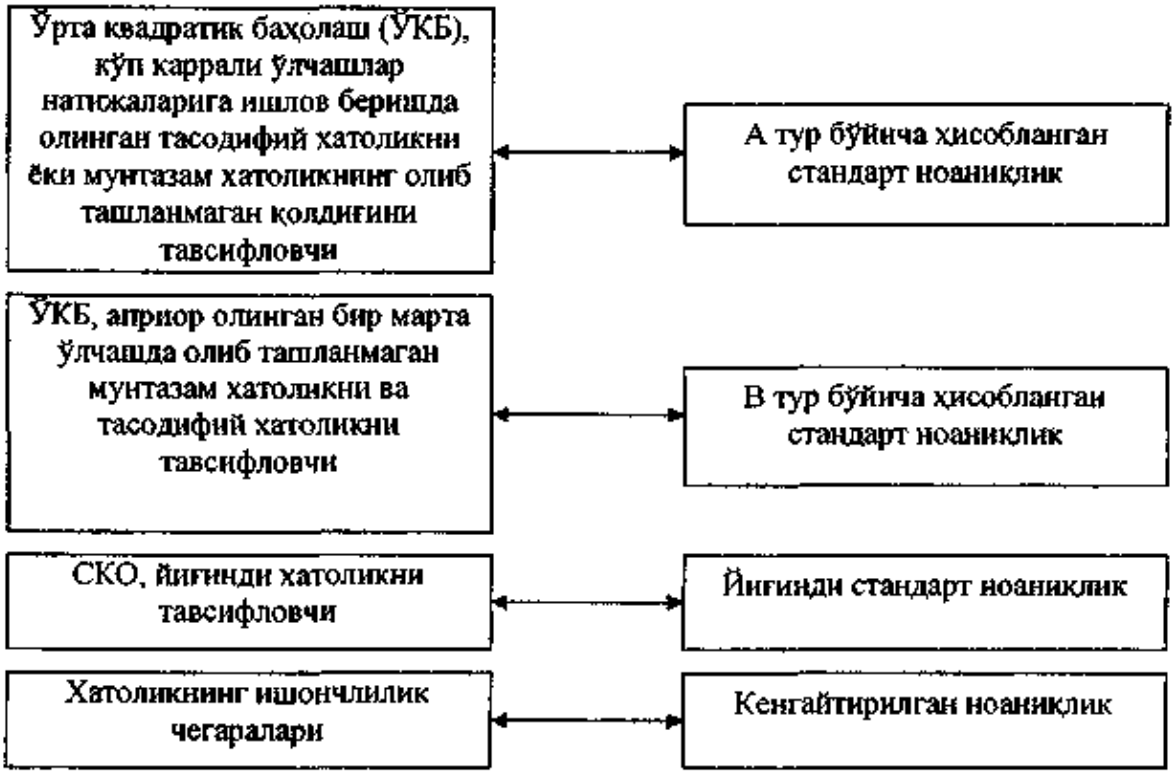
Россиянинг етакчи илмий-тадқиқот институти (Д. Менделеев номидаги ВНИИМ) қўлланмадан фойдаланиш бўйича тавсиялар ишлаб чиққан ва ўлчаш натижаларини тақдим этишнинг бу икки шакли ўзаро ҳисоблашлар услубларини кўрсатади [88,89].

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 y;
- ўлчаш чегараларининг ишончлилик чегаралари Δy;
- ишончлилик эҳтимоллиги p.



5.3-расм. Ўлчаш натижаларини қисқартирилган шаклда тасвирлаганда хатолик тавсифларини ноаниқлик тавсифларига қайта ҳисоблаш

Санаб ўтилган тавсифлардан фойдаланиб, қўлланма [83] да фойдаланиладиган қуйидаги тавсифларни ҳисоблаш мумкин:

- ўлчаш натижаси y;

- 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 $u_c = \Delta_p / t_p$, бу ерда t_p - p эҳтимолликка мос келувчи меъёридаги тақсимлаш учун ишончлилик коэффициенти (қамров (қулоч) коэффициенти).

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 $m_{сист}$;
- кузатиш натижалари сони *n*.

Юқорида санаб ўтилган тавсифлардан фойдаланиб, қўлланма [83] да фойдаланиладиган қуйидаги тавсифларни ҳисоблаш мумкин:

- ўлчаш натижаси *y*;
- А тур бўйича ҳисобланган стандарт ноаниқликнинг баҳоси $u_A = S(y)$;
- В тур бўйича ҳисобланган стандарт ноаниқликнинг баҳоси $u_B = \theta(p)/(K\sqrt{3})$, бу ерда P=0,95 бўлганда K=1,1; P=0,99 бўлганда K=1,4, агар мунтазам хатолик сони $m_{сист}=4$ деб фараз қилиш мумкин бўлса;
- йиғинди стандарт ноаниқлик баҳоси $u_c = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$;
- эркинлик даражалари коэффициенти баҳоси

$$v_{eff} = (n-1)\left\{1 + \frac{u_A^2}{u_B^2}\right\}^2;$$

- кенгайтирилган ноаниқлик баҳоси $U_p = t_p(v_{eff}) \cdot u_c$, бу ерда $t_p(v_{eff})$ – ишончлилик даражаси p учун ва эркинлик даражалари эффектив сони v_{eff} учун Стьюдент коэффициентига тенг қамров (қулоч) коэффициенти.

Назорат саволлари

1. Ноаниқликни баҳолашда ўлчанаётган катталикнинг тавсифларига нималар киради?
2. Билвосита ўлчашларнинг математик модели нима?
3. Жами ўлчашларнинг математик моделларини таърифлаб беринг.
4. Биргаликда ўлчашларнинг математик модели деганда нимани тушунасиз?
5. Ўлчашларнинг ноаниқлиги турларини санаб беринг.

6. Моделлаштиришнинг (кўриб таниб олишнинг) ноаниқлиги деганда нимани тушунасиз?

7. Методик ноаниқликларга таъриф беринг.

8. Инструментал ноаниқликларга таъриф беринг.

9. Ўлчанаётган объект (асбоб)нинг ноаниқлиги деганда нимани тушунасиз?

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 принципиал масалани ҳал этишда иккита турли ёндошув мавжуд. Биринчи ёндошув аниқ (конкрет) ўлчаш воситалари учун аниқлик классини белгилашдан иборат. Кўрсатишларнинг рухсат этиладиган хатоликларини аниқлик класслари бўйича белгилаш ГОСТ 8.401-80 ГСИ билан тартибланади [57]. ЎВ нинг аниқлик класси дейилганда уларнинг асосий ва қўшимча хатоликлар билан аниқланадиган умумлашма хатоликлари тушунилади. Аниқлик класси ўлчашлар аниқлигини бир қийматли аниқламайди. Аниқлик класси аслида мазкур типдаги 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 ГСИ да хатоликларнинг систематик ва тасодифий ташкил этувчилари учун меъёрларни алоҳида кўрсатиш кўзда тутилган ва шунингдек, уларнинг динамик характеристикаларини ҳисобга олиш зарур бўлган ЎВ учун аниқлик классларини белгиламайди. ЎВ нинг хатолиги сон билан ёки нисбатан содда формула билан ифодаланиши мумкин бўлган ҳоллардагина аниқлик класслари белгиланади (тайинланади).

ЎВ хатоликларини аниқлик класслари 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 унинг аниқлик классига мос чегаравий қийматидан фойдаланишга тўғри келади.

ЎВ хатоликларини аниқлашга оид янгича ёндошув ГОСТ 8.009-84 ГСИ «Ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикаларини меъёрлаш ва фойдаланиш»да ўз аксини топган [58]. Мазкур стандарт ЎВ ни ишлаб чиқаришда маълум бўлиши шарт бўлган метрологик характеристикаларни ўз ичига олади. Меъёрланадиган характеристикалар тўла бўлиши ва ЎВ хатоликларини фақат меъёрий шароитлардагина эмас, балки аниқ ишлатиш шароитларида ҳам ҳисобларни бажаришга имкон бериши лозим. Бу усулнинг афзалликларига қарамасдан, ЎВ хатоликларини аниқлик класси асосида баҳолаш электр ўлчов ЎВ ларида нисбатан анча кенг тарқалган ва уни батафсил кўриб чиқишимиз мақсадга мувофиқдир.

6.1. Ўлчаш воситаларининг аниқлик классари

Аниқлик классларини 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

$$\Delta_x = \pm a \qquad (6.1)$$

сон билан; аддитив хатоликни ҳам, мультипликатив хатоликни ҳам ҳисобга олувчи икки ҳадли

$$\Delta_x = \pm(a+bx) \qquad (6.2)$$

формула кўринишида.

ҳамда ушбу

$$\Delta_x = f(x) \qquad (6.3)$$

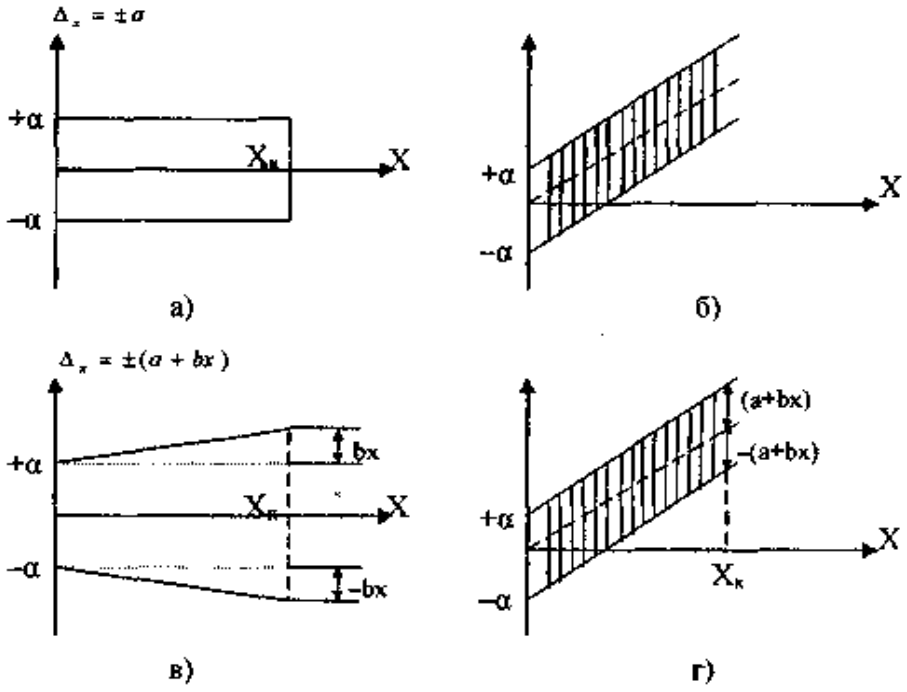
формула кўринишида.

(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 стрелкали асбобда, ўлчашлар олдидан, ноль кўрсатиш ўрнатилмаган ҳолда содир бўлади. 6.1-б расмда ўлчаш воситаларининг ўзгартириш характеристикаси $y = \varphi(x)$ кўрсатилган бўлиб, у ўлчаш воситаси кўрсатишининг кириш сигналига боғлиқлигини ифодалайди. Бу ҳолда ўзгартириш характеристикасининг мумкин бўлган оғишлари соҳаси 6.1-б расмда штрихлаб кўрсатилган. Бу соҳанинг чегаралари ўзгартиришнинг 6.1-б расмда белгиланган идеал характеристикасига 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 кўриниб 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 эгалиги назарда тутилади. Хатоликнинг ўлчанаётган катталикка 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.

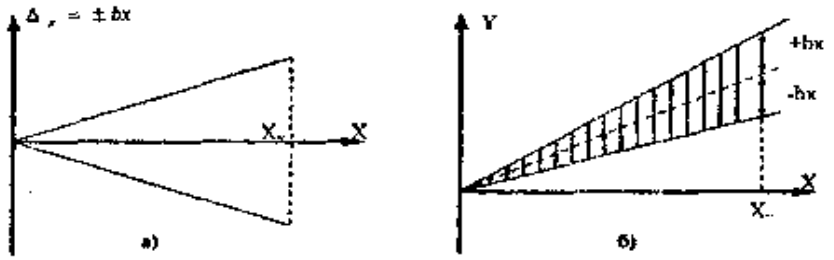


6.1-расм.

Аниқлик классларини белгилашда рухсат этиладиган нисбий хатоликлар чегараларидан ҳам фойдаланилади. (6.2) ҳол учун рухсат этиладиган нисбий хатолик чегаралари

$$\delta_X = \pm \frac{\Delta_X}{X} = \pm q \qquad (6.4)$$

формула билан ифодаланади.



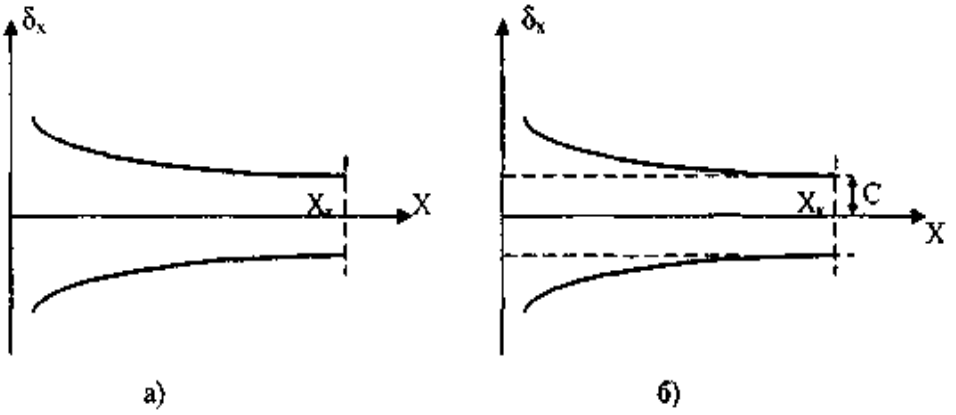
6.2-расм.

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:

$$\delta_x = \pm\left[c + d\left(\frac{X_k}{x} - 1\right)\right], \qquad (6.5)$$

бу ерда c ва d – ўзгармас сонлар, X_k – ўлчаш чегараси, x – ўлчанаётган катталик.

(6.4) ва (6.5) формулалар учун рухсат этиш майдонлари, мос равишда, 6.3-а ва 6.3-б расмларда кўрсатилган.



а) б)

6.3-расм.

6.1–6.3- расмлардаги графиклардан (6.1-а расмдаги графиклар бундан мустасно) кўриниб турибдики, абсолют ва нисбий хатоликларнинг катталиклари ўлчанаётган катталикка боғлиқ. Бошқача айтганда, ўлчаш воситаларининг хатоликлари шкаланинг турли нуқталарида турлича бўлади. Бу ҳолат ўлчаш воситалари хатоликларини аниқлик класси бўйича меъёрлашда ҳисобга олинади. Меъёрлаш қоидалари шундай белгиланадики, бунда аниқлик класси бўйича, биринчидан, ўлчаш воситаларининг бир-бири билан қиёслаш, иккинчидан, аниқ катталикни ўлчашда зарурат туғилганда хатоликни ҳисоблаш мумкин бўлсин.

Ўлчаш воситаларини аниқлик класси асосида қиёслаш меъёрлаш нисбий хатолик асосида бажарилганидагина амалга оширилиши мумкин. Ҳақиқатан, иккита частотани абсолют хатолик бўйича қиёслашда 1 MGs хатолик ўлчаш диапазони 10 MGs бўлган частоталар учун йўл қўйиб бўлмайдиган даражада катта ва диапазони 10 GGs 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:

$$\Delta_x = \frac{1}{100}\left[d \times X_k + (c-d)x\right] \qquad (6.6)$$

Агар асбоб кўрсатиши нолга тенг (яъни x=0) бўлса, у ҳолда $\Delta_\delta = \frac{1}{100} dX_k$. Бундан кўриниб 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:

$$\gamma = \frac{\Delta_\delta}{X_K} 100, \qquad (6.7)$$

бу формулада γ – асбоб шкаласи охирги қийматига тенг бўлган меъёрловчи катталик.

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 типдаги асбоб учун рухсат этиладиган хатоликнинг юқори чегараси кўрсатилади.

(6.1–6.3) формулаларга қайтайлик. Бу ерда Δ_x – рухсат этилган асосий абсолют хатоликнинг киришдаги (чиқишдаги) ўлчанаётган катталик бирликларида ифодаланган ёки шкала бўлимларида шартли ифодаланган чегаралари, x – ўлчанаётган катталикнинг 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 Δ_X – рухсат этиладиган нисбий асосий хатолик чегаралари. Одатда, нисбий хатолик процентларда ифодаланади. (6.4) формулада q – мавҳум (исмсиз сон). (6.5) формуладаги c ва d – асбоб кўрсатишларига боғлиқ бўлмаган мусбат сонлар, X_k – ўлчаш чегараларининг модули бўйича каттаси (шкаланинг охирги қиймати). q, c ва d катталикларнинг аниқ қийматлари ушбу қатордан танланади: $1\cdot10^n$; $1{,}5\cdot10^n$; $(1{,}6\cdot10^n)$; $2\cdot10^n$; $2{,}5\cdot10^n$; $(3\cdot10^n)$; $4\cdot10^n$; $5\cdot10^n$; $6\cdot10^n$; ($n = 1; 0; -1; -2$ ва х.к.).

c ва d катталиклар a ва b коэффициентлар орқали ушбу формулалар бўйича аниқланиши мумкин:

$$c = b + d, \tag{6.8}$$

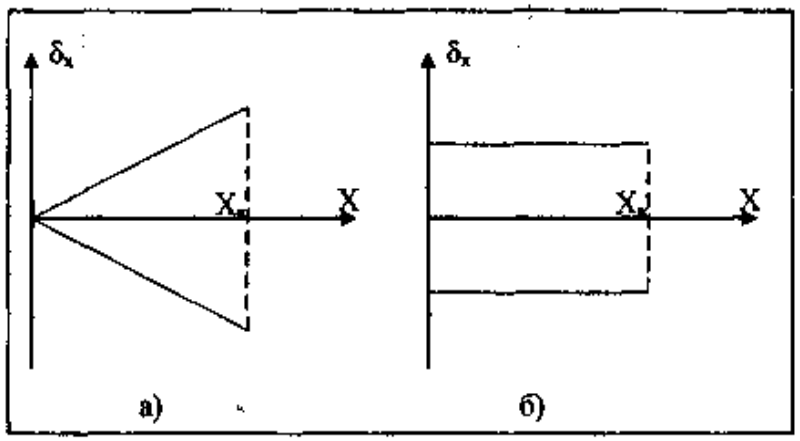
$$a = d|X_K|. \tag{6.9}$$

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 характерига боғлиқ равишда танланади. Ўлчаш воситаси фақат аддитив хатоликка эга ёки аддитив хатолик шундай каттаки, бунда мультипликатив хатоликни ҳисобга олмаса ҳам бўладиган ҳолда рухсат этиладиган абсолют хатолик Δ_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, чизиқли қонун бўйича ўзгаради.

Рухсат этиладиган нисбий хатолик чегараси $\delta_x = \pm\frac{\Delta_x}{X} = \pm b$ ўлчанаётган катталикка боғлиқ эмас (6.4-б расм) ва демак, ўлчаш воситасининг характеристикаси 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:

$$\Delta = \pm(0.5 + 150\ U) \times 10^{-6} B,$$

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.

ГОСТ 22281-82 хатоликларни меъёрлашнинг юқорида санаб ўтилган усулларидан ташқари рухсат этиладиган нисбий хатолик чегараларини қуйидагича ифодалаш усулини белгилаб беради:

$$\Delta_X = A \lg\left(1 + \frac{\Delta_X}{X_\mu}\right), \qquad (6.10)$$

бу ерда Δ_x – абсолют хатолик; X_μ – ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қийматлари; $A = 10$ – қувват, 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 чизиқли функцияси сифатида:

$$\Delta_X ; \delta_X = a_0 + a_1 x_x . \qquad (6.11)$$

Полином сифатида:

$$\Delta_X ; \delta_X = \sum_{i=0}^{n} a_i x_i^{m_i} . \qquad (6.12)$$

Δ_x ва δ_x ни, шунингдек, жадвал ёки график кўринишида ифодалашга ҳам рухсат этилади. Турли ўлчаш воситалари аниқлик класслари белгиланишлари ва хатоликларни ҳисоблаш учун формулалар 6.1-жадвалда келтирилган.

6.2. Ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикаларини меъёрлаш

6.2.1. Ҳал этиладиган масаланинг асосий хусусиятлари

Ўлчаш воситаларининг хатоликларини аниқлик классини 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.

Алоқа 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 характеристикаларини 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. Буларнинг ҳаммаси ГОСТ 8.009-84 ГСИ «Ўлчаш воситалари метрологик

6.1-жадзал

Аниқлик классининг белгиланиши		Хатоликни ифодалаш формула	Асосий хатоликни рухсат этиладиган чегаралари		
Ҳужжатда	Ўлчаш воситасида		Абсалют хатолик, Δ_x	Нисбий хатолик, δ %	Келтирилган хатолик, γ %
1.Аниқлик класси p (масалан, 0, 5)	Р - агар ўлчанаётган катталик бирликларида ифодаланган бўлса, -агар $X_м$ шкала узунлиги билан аникланса.	Келтирилган $\gamma = \frac{\Delta}{X_M} 100 = \pm p$ $X_м$-меъёрловчи катталик	$\pm p \frac{X_M}{100}$	$\pm p \frac{X_M}{x}$	$\pm p$
2.Аниқлик класси q (масалан, 0, 1)	q	Нисбий $\delta = \frac{\Delta}{X} \cdot 100 = \pm q$	$\pm q \frac{x}{100}$	$\pm q$	$\pm q \frac{x}{X_M}$
3.Аниқлик класси 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 $a = bX_к$, $b = c - d$	$\pm c + d \left(\frac{X_k}{x} - 1 \right)$	
4. Аниқлик класси M	M	$\Delta_x \approx \pm a$	стандартларда кўрсатилган		
5. Аниқлик класси C	C	$\Delta_x = \pm (a + bX_x)$	стандартларда кўрсатилган		

характеристикаларини меъёрлаш ва фойдаланиш»нинг ишлаб чиқилишига олиб келди [58]. Бу стандарт уни қўллаш бўйича жуда батафсил методик материал – РД50-453-84 «Ўлчаш воситалари метрологик характеристикаларини 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 принципларига асосланадиган аниқлик кўрсаткичлари кенг қўлланилади. Бундай ёндошув қуйидагига асосланади: ўлчаш воситалари хатоликлари тасодифий функциялар бўлади ва детерминирланган, бекарорлаштирадиган 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 таксимот 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 8.009-84 ГСИ ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикаларини (МХ) меъёрлашнинг статистик усулларини киритган.

6.2.2. Ўлчаш воситаларининг меъёрланадиган характеристикаларига қўйиладиган умумий талаблар

Ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикалари – бу ўлчаш натижалари ва хатоликларига таъсир кўрсатадиган характеристикалар бўлиб, ўлчаш воситасининг сифати ва техник даражасини баҳолаш учун, ўлчаш натижаларини аниқлаш ва ўлчаш хатолигининг асбобга боғлиқ ташкил этувчиси *характеристикасини* ҳисобий баҳолаш учун мўлжалланган.

Ўлчаш хатолигини ҳисобий йўл билан аниқланган баҳоси, амалда унинг турли ташкил этувчилари – ўлчаш воситасининг асосий ва қўшимча хатоликлари, динамик, методик хатолик, ўлчаш воситаларининг охирги кириш ва чиқиш импедансларини билан юзага *келадиган ташкил этувчиларни* (уларнинг асосий қисми тасодифий катталиклар ва тасодифий жараёнлар бўлади) жамлашга келтирилишига асосланиб, ГОСТ 8.009-84 ГСИ меъёрланадиган МХ

ларни, ўлчаш хатоликлари ташкил этувчиларини статистик ўлчаш воситалари хатоликлари ташкил этувчиларини жамлаш каби амалга оширилиши мумкин бўладиган қилиб белгиланган.

Бундан ташқари, меъёрланадиган МХ лар қуйидагиларни таъминлаши лозим:

– ўлчаш воситаларининг барча метрологик хоссаларининг батафсил характеристикасини бериши;

– ўлчаш воситаларининг маълум физик хоссаларини акс эттириши;

– ўлчаш воситаларини ўзаро қиёслашнинг турли критерийларига мос баъзи ҳосилавий характеристикаларини 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 катталикдир. Ҳақиқатан, аниқ ўлчаш воситаси учун мунтазам хатолик детерминирланган (сабабий боғланган) катталикдир. Бироқ, агар бир типли ўлчаш воситалари тўпламини (мажмуини) қараладиган бўлса, мунтазам хатолик ҳар бир ўлчаш воситаси учун индивидуал, ўзига хос бўлади. Шундай қилиб, воситалар типи учун систематик хатолик тасодифий катталик сифатида намоён бўлади. Шу сабабли ўлчаш воситалари МХ ларини меъёрлашда ҳам ўлчаш воситалари типининг, ҳам мазкур тип конкрет нусхасининг метрологик хусусиятларини ҳисобга олиш имкониятига эга бўлиш лозим.

6.2.3. Меъёрланадиган метрологик характеристикалар 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 характеристикалар (тузатма киритмасдан):

ўлчаш ўзгартгичининг, шунингдек, номсиз шкалали ёки кириш катталиги $f(x)$ нинг бирликларидан фарқли бирликларида даражаланган шкалали ўлчаш асбобининг ўзгартириш функцияси;

– бир қийматли ёки кўп қийматли ўлчов қийматлари;

– асбоб ёки кўп қийматли ўлчов бўлими қиймати;

– натижанинг рақамли кўриниши, кодининг энг кичик разрядлари сони, 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 фукционал боғлиқ параметри.

б) Ўлчаш воситалари хатоликларининг характеристикалари: ўлчаш воситалари хатолигининг мунтазам ташкил этувчиси Δ_S нинг характеристикалари қуйидагилар орасидан танлаб олинади: Δ_S нинг қиймати, математик кутилиш $M[\Delta_S]$, ўртача квадратик оғиш $\delta[\Delta_S]$.

Ўлчаш воситалари хатолигининг тасодифий ташкил этувчиси Δ нинг характеристикалари:

– хатоликнинг тасодифий ташкил этувчиси Δ 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 Δ_H нинг гистерезисга боғлиқлик характеристикаси – кириш сигналининг вариацияси H (ўлчаш воситалари кўрсатишлари).

Ўлчаш воситаларининг таъсир кўрсатувчи катталикларга сезгирлик характеристикаларини қуйидагилар орасидан танланади:

– таъсир функцияси ψ (x);

– метрологик характеристикалар қийматларининг таъсир этувчи ξ катталикларнинг белгиланган чегараларда ўзгаришлари туфайли юзага келган $\varepsilon(\xi)$ ўзгаришлари.

Ўлчаш воситаларининг динамик характеристикалари.

Тўла динамик характеристикалар:

– ўтиш характеристикаси $h(t)$;

– импульсли ўтиш характеристикаси $g(t)$;

– амплитуда-фаза характеристикаси $G(i\omega t)$;

– минимал - фазали ўлчаш воситалари учун амплитуда - частота характеристикаси $A(\omega)$;

– амплитуда-частота ва фаза-частота характеристикалар мажмуи;

– узатиш функцияси $G(s)$.

Хусусий динамик характеристикалар жумласига тўлиқ динамик характеристикаларнинг исталган функционаллари ёки параметрлари киритилади:

– резонанс частотадаги амплитуда-частота характеристикаси қиймати;

– ўлчашлар орасидаги вақт интервали тегишли ўлчамларнинг максимал частотадан ортиқ бўлмаган аналог-рақамли ўзгартгичлар ва рақамли ўлчаш асбоблари (РЎА)нинг хусусий динамик характеристикалари:

– реакция вақти $t_т$;

– санокни саналаш хатолиги t_d;

– максимал тезлик (ўлчаш тезлиги) $f_{мах}$;

РАЎнинг хусусий динамик характеристикалари:

– ўзгартгичнинг реакция вақти $t_р$;

– ўзгартиргичнинг ўтиш характеристикаси $h(t)$.

6.2.4. Метрологик характеристикаларни меъёрлаш усуллари

Ўлчаш натижаларини аниқлаш учун мўлжалланган типавий характеристикаларни мазкур типдаги ўлчаш воситаларининг номинал характеристикалари сифатида меъёрланади.

Бир ёки бир неча индивидуал, лекин номинал бўлмаган характеристикалар мазкур типдаги ўлчаш воситаларининг барча нусхаларига оид бўлса, бу типдаги ўлчаш воситаларининг кўзда тутилган шароитларида индивидуал характеристика жойлашиши лозим бўлган чегаралар (чегаравий қийматлар) меъёрланади.

Ўлчаш воситалари хатолигининг мунтазам ташкил этувчилари характеристикалари ушбуларни ўрнатиш билан меъёрланади:

– мазкур типдаги ўлчаш воситалари хатолигининг рухсат этиладиган чегаралари (мусбат ёки манфий) Δ_{SP} ёки;

– хатоликнинг рухсат этиладиган мунтазам ташкил этувчилари чегаралари;

– берилган типдаги ўлчашлар мунтазам ташкил этувчисининг математик кутилиши $M[\Delta_S]$ ва ўртача квадратик оғиши $\delta(\Delta_s)$.

Хатоликнинг тасодифий ташкил этувчисининг характеристикалари ушбу йўллар билан ўрнатилади:

– берилган типдаги 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 характеристикаси Δ_H ни берилган типдаги 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 тарқоқлиги кўплаб нусхаларида катта бўлган ўлчаш воситалари учун чегаравий тарқоқлик функциялари меъёрланади. Бунга асосан номинал таъсир характеристикаси 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.

МХ қийматларининг таъсир кўрсатувчи катталикларнинг ўзгаришлари туфайли юзага келадиган ўзгаришларини шу таъсир кўрсатаётган катталикнинг берилган чегараларда ўзгаришида характеристиканинг 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 характеристикаларни 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 характеристикаларини 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 сонида 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 характеристикалар ўзгаришларининг рухсат этиладиган чегараларини мазкур МХ нинг меъёрий шароитлардаги ҳақиқий қиймати атрофидаги зона чегаралари кўринишида тасвирланади.

6.2.6. Ўлчаш воситалари хатоликларини реал ишлатилиш шароитларида ҳисоб-китоб қилиш имконияти

ЎВ метрологик характеристикаларини 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 методикаси, ўлчашлар ўтказилаётган шароитлар ва бир қатор бошқа омиллардир. Алоқа корхоналарида бошқарувнинг автоматлаштирилиши муносабати билан ишлатиш 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 характеристикалари, таъсир кўрсатувчи катталиклар ва ўлчаш объектининг унга ўлчаш воситалари уланганида реакциясини аниқловчи хоссалари асосида амалга оширилиши мумкин.

МХ ҳақидаги маълумотлар, одатда, эксплуатация ҳужжатларида бўлади. Меъёрланган типавий МХ лар ҳақидаги маълумотлар ўлчаш воситаларини самарали ишлатиш учун етарли бўлмаган ҳоллардагина ўлчаш воситаларининг конкрет нусхаларини уларнинг индивидуал МХ ларини аниқлаш учун экспериментал тадқиқ қилинади. ГОСТ 8.009-84 ГСИ га мувофиқ фойдаланиш ҳужжатларида ўлчаш воситаларининг конкрет типлари учун тегишли меъёрланган метрологик характеристикалар 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 характеристикаларнинг номинал характеристикалардан фарқланиши билан боғлиқ;

– қўшимча хатолик, у ўлчаш воситаларининг ташқи таъсир этувчи катталикларнинг ва кириш сигналининг ноахборотли параметрларининг уларнинг меъёрий қийматларига нисбатан ўзгаришига 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 8.009-84 ГСИ 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 8.009-84 ГСИ 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 типдаги 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 характеристикасини ва ЎВ нинг ўлчаш объекти билан ўзаро таъсирига боғлиқ Δ_{int} ташкил этувчини статистик бирлаштиришдан иборат:

$$(\Delta_{M1})_1 = \Delta_{OS} \times \overset{0}{\Delta}_0 \times \overset{0}{\Delta}_{OH} \times \sum_{i=1}^{N} \Delta_{ci} \times \Delta_{dny} \times \Delta_{int}, \qquad (6.21)$$

бу ерда Δ_{OS} – асосий хатоликнинг мунтазам ташкил этувчиси; Δ_0 – асосий хатоликнинг тасодифий ташкил этувчиси; Δ_{OH} – асосий хатоликнинг гистерезис билан боғлиқ тасодифий ташкил этувчиси; $\sum_{i=1} \Delta_{ci} \cdot \Delta_{dyn} \cdot \Delta_{int}$ – ўлчаш воситалари хатоликларининг таъсир кўрсатувчи катталикларнинг ва ўлчаш воситаси кириш сигналининг ноахборотли параметрларининг таъсири билан боғлиқ қўшимча

хатоликларининг бирлашмаси; N – ҳисобга олинадиган Δ_{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 μ_{SF};

– номинал таъсир функцияси:

– $\Psi_{S.sf}(\xi_j)$, $j = 1, 2, ..., n$ – мунтазам ташкил этувчига;

– $\Psi_{\delta\, sf}(\xi_j)$, $j = 1, 2, ..., I$ – тасодифий ташкил этувчининг ўртача квадратик оғишига ва $\Psi_{H.sf}(\xi_j)$, $j = 1, 2, ..., k$ – ўлчаш воситаси вариациясига;

– тўлиқ динамик характеристикалардан бири: номинал ўтиш характеристикаси $h_{sf}(t)$, импульс характеристикаси $g_{sf}(t)$; амплитуда-фаза характеристикаси $G_{sf}(j\omega)$, номинал узатиш функцияси $G_{sf}(S)$.

Таъсир кўрсатувчи ξ_j катталиклар характеристикалари:

– таъсир этувчи катталикларнинг ўлчаш воситасининг реал ишлатилиш шароитларига мос қийматлари ξ_j ($j = 1, 2, ..., n$) ёки математик кутилиши $M[\xi_j]$, ўртача квадратик оғиши $\delta[\xi_j]$, энг кичик қиймати ξ_j ва энг юқори қиймати $x_{юj}$, $j = 1, 2, ..., n(I, k)$.

Кириш сигнали x нинг характеристикалари:

– 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 характеристикалари берилган, таъсир функцияларини эса чизиқли деб оламиз:

$$\psi_{s.sf}(\xi_j) = K_{s.sfj}(\xi_j - \xi_{ref.j}), \tag{6.22}$$

Бу формулада $\psi_{s.sf}$ – маълум (j) омилнинг, масалан, асбоб ток таъминоти кучланишининг хатоликнинг конкрет ташкил этувчисига, масалан, ўлчанган кучланиш катталигига таъсир функцияси. $K_{s.sfj}$ катталик – пропорционаллик коэффициенти, қавслар ичидаги ξ_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:

$$M[\Delta_\xi] = M[\Delta_{OS}] + \sum_{j=1}^{n} \psi_{s.sf}(\xi_j). \tag{6.23}$$

Бу ерда жамлаш қийматлари ўлчаш моментида мазкур ўлчов воситаси учун белгиланган меъёрий қийматлардан фарқ қилувчи n та таъсир кўрсатувчи катталик учун бажарилади.

Статистик ташкил этувчининг дисперсияси:

$$D[\Delta_\xi] = \sigma^2[\Delta_{OS}] + \left\{\sigma_p\left[\overset{o}{\Delta}_0\right] + \sum_{j=1}^{l} \psi_{osf}(\xi_j)\right\}^2 + \\ + \frac{1}{12}\left[H_{op} + \sum_{j=1}^{k} \psi_{Hsf}(\xi_j)\right]^2 + \frac{\mu_{sf}^2}{12}, \tag{6.24}$$

бу ерда l, k – хатолик тасодифий ташкил этувчисининг ўртача квадратик оғишига ва ўлчаш воситалари вариациясига таъсир кўрсатувчи ҳисобга олинувчи катталиклар сони; μ_{sf}^2 – рақамли ўлчаш асбоби кодининг энг кичик разряди бирлигининг номинал қиймати.

Агар Δ_{OSP} чегара (ЎВ асосий хатолиги мунтазам ташкил этувчисининг чегараси) $\delta[\Delta_{OS}]$ ни кўрсатилмасдан меъёрланган ва хатоликнинг систематик ташкил этувчиси тақсимотининг носимметрик ва полимодал деб айтишга асос бўлмаса, у ҳолда бундай қабул қилишга рухсат этилади:

$$\sigma[\Delta_{OS}] = \frac{\Delta_{OSP}}{\sqrt{3}}. \qquad (6.25)$$

Индивидуал НМХ ли ўлчов воситалари бўлган ҳолда

$$\sigma[\Delta_{OS}] = \frac{\Delta_{SM}}{\sqrt{3}} \qquad (6.26)$$

қабул қилинади. Бу ифодада Δ_{SM} – ЎВ конкрет нусхаси хатолиги чиқариб юборилмаган мунтазам ташкил этувчисининг абсолют қиймати бўйича мумкин бўлган энг катта қиймати.

Агар ξ-таъсир этувчи катталик учун унинг реал фойдаланиш шароитларига мос энг кичик ва энг катта ξ_{kj} ва ξ_{koj} қийматлари маълум бўлса ва таъсир этувчи катталикларнинг бу чегаралардаги, интервал маркази атрофидаги соҳани истисно этганда, афзал кўринадиган қийматлари соҳасини ажратишга асос бўлмаса, у ҳолда ЎВ хатолиги характеристикаларини ҳисоблаш учун ушбу формуладан фойдаланиш мумкин:

$$\sigma[\xi_j] = \frac{(\xi_{koj} - \xi_{kij})}{2\sqrt{3}}. \qquad (6.27)$$

Ўлчаш воситасининг реал ишлатиш шароитларида хатолигини ҳисоблашга оид мисол.

Милливольтметр ушбу маълумотларга эга:

- меъёрланадиган метрологик характеристикалар:
- хатолик мунтазам ташкил этувчисининг чегараси Δ_{OSP} = 10 mV; асбоб мазкур нусхасининг асосий хатолиги тасодифий ташкил этувчиси – ўртача квадратик оғишининг рухсат этиладиган чегараси $\sigma_P\left[\overset{\circ}{\Delta}\right] = 5mV$; 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 $K_{\sigma.sf1}(\xi_1) = 0.5mV/°C$; $K_{s.sf2}(\xi_2) = 0.4mV/V$;

$K_{\sigma.sf1}(\xi_1) = 0.1mV/°C$; $K_{\sigma.sf2}(\xi_2) = 0.1$ mV/V.

Таъсир этувчи катталикларнинг номинал қийматлари ξ_{ref1} = 20 °C ва ξ_{ref2} = 220 V.

Таъсир этувчи катталикларнинг характеристикалари:

- температура таъсири ушбу чегараларда: ξ_{K1}=25°C ва ξ_{IO1}=35°C;

- ток таъминоти кучланишининг ўзгариши ушбу чегараларда: ξ_{K2}=200 V ва ξ_{IO2}=230 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 интерваллариниг ўрталарига мос келади деб хисоблаймиз, яъни

$$M[\xi_1] = 0.5(\xi_{K1} + \xi_{IO1}) = 0{,}5(25+35) = 30°C;$$

$$M[\xi_2] = 0.5(\xi_{K2} + \xi_{IO2}) = 0{,}5(200+230) = 215B.$$

(6.23) формулага мувофик:

$$M[\Delta_\xi] = M[\Delta_{os}] + K_{s.sf1}(M[\xi_1] - \xi_{ref1}) +$$

$$+ K_{s.sf2}(M[\xi_2] - \xi_{ref2}) = 5 - 2 = 3mV.$$

Таъсир этувчи катталикларнинг берилган характеристикалари учун ЎВ хатолиги статистик ташкил этувчисининг дисперсияси $D[\Delta_\chi]$ (6.24) формула бўйича ҳисобланади:

$$D[\Delta_\xi] = \sigma^2[\Delta_{OS}] + \sigma_p[\Delta_0] + K_{s.sf1}(\xi_{IO1} - \xi_{ref1}) + K_{ssf2}(\xi_{K2} - \xi_{ref2}) +$$

$$+ K^2_{s.sf1}\sigma^2[\xi_1] + K^2_{ssf2}\sigma^2[\xi_2] + H^2_{OP}/12.$$

Асосий хатоликнинг систематик ташкил этувчисининг ($-\Delta_{OSP}$, Δ_{OSP}) интервалдаги афзал кўринадиган қийматларини ва таъсир кўрсатувчи қийматларнинг берилган интервалларидаги афзал кўринадиган соҳасини ажратишга асослар бўлмаса, у ҳолда (6.25) ва (6.27) га асосан қуйидагиларга эга бўламиз:

$$D[\Delta_{os}] = \frac{D^2_{OSP}}{3} = \frac{100}{3} = 33.3mV^2;$$

$$\sigma[\xi_1] = \frac{\xi_{IO1} - \xi_{K1}}{2\sqrt{3}} = 2{,}9°C;$$

$$\sigma[\xi_2] = \frac{\xi_{IO2} - \xi_{K2}}{2\sqrt{3}} = \frac{230 - 200}{2\sqrt{3}} = 8{,}7V.$$

Ўртача квадратик оғишларнинг олинган қийматларини ҳисобга олинса

$$D[\Delta_\xi]=33.3+(5+1.5+2)^2+0.25\times2.9^2+0.16\times8.7^2+\frac{6^2}{12}=123mV^2.$$

6.2.9. ЎВ хатолигини реал ишлатиш шароитларида иккинчи усул билан ҳисоблашда асосий муносабатлар

ЎВ хатолигини реал ишлатиш шароитларида ҳисоблашнинг иккинчи усули асосида ишончлилик интервали қўйилган бўлиб, унинг ёрдамида хатолик 1 га тенг ишончлилик эҳтимоллиги билан ҳисобланади.

ЎВ нинг реал ишлатилиш шароитларидаги хатолиги $P=1$ эҳтимоллик билан жойлашган интервалнинг қуйи $\Delta_{ЎВ.к.}$ ва юқори $\Delta_{ЎВ.ю.}$ чегаралари ушбу формулалар бўйича аниқланади:

$$\Delta_{ЎВ.ю.}=\Delta_{OP}+\sum_{j=1}^{n}\Delta_{cj}; \qquad (6.28)$$

$$\Delta_{ЎВ.П.}=-\Delta_{ЎВ.Ю}, \qquad (6.29)$$

бу ерда ҳақиқий қийматдан оғиш симметрик деб ҳисобланади. (3.28) формулада Δ_{OP} – рухсат этиладиган асосий хатоликлар, яъни нормал ишлатиш шароитларидаги хатоликлар чегараси; Δ_{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 классларидан фойдаланишга хос бўлган усулда меъёрлашга келамиз.

Мазкур ҳолда ҳисобланган хатолик интервали 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 интервал ўлчаш хатоликларининг асбобий ташкил этувчилари аслида жойлашган интервалдан жуда катта бўлади. Хатолик мазкур интервалда жойлашган бўлиши эҳтимоллиги бирга тенг бўлиш шарти талаб қилинаётган ўлчаш аниқлигида ЎВ нинг метрологик характеристикаларига амалда юқори талаблар қўйилишига олиб келади.

Иккинчи усул бўйича ҳисоблашга доир мисол.

Бошланғич маълумотлар. ЎВнинг меъёрланадиган метрологик характеристикалари:

– милливольтметрлар асосий хатолигининг рухсат этиладиган чегараси $\Delta_{OP} = 20$ mV;

– температуранинг меъёрий қиймати 20°С дан ўзгариши билан юзага келадиган хатоликнинг рухсат этиладиган энг катта ўзгариши $\epsilon_p(\xi_1)$ температуранинг ҳар 10°С ўзгаришига 5 mV ни ташкил этади;

– таъминот кучланишининг меъёрий қиймати 220 V дан ўзгариши билан юзага келадиган хатоликнинг рухсат этиладиган энг катта ўзгариш кучланиш ±10% га оғганида 10 mV ни ташкил қилади;

– таъсир этувчи катталиклар чегаралари:

$\xi_{K1} = 25$°С; $\xi_{ю1} = 35$°С; $\xi_{K2} = 200$ В; $\xi_{ю2} = 230$ V.

Ечилиши. Қўшимча хатоликларнинг температура ўзгариши ва таъминот кучланиши ўзгариши билан боғлиқ бўлган энг катта қийматларини аниқлаймиз:

$$\Delta_{c1m} = \epsilon_p(\xi_1)\frac{\xi_{a1} - \xi_{ref1}}{\Delta\xi_{\epsilon 1}} = 5\frac{(35-20)}{10} = 7.5mV;$$

$$\Delta_{c2m} = \epsilon_p(\xi_2)\cdot K_2(\xi_2) = 10\frac{230-220}{10\cdot 220}\cdot 100 = 4.5mV.$$

Δ_{c1m} ни аниқлашда температура ўзгаришининг мумкин бўлган диапазони 20°С 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 mV асбобнинг температура ўзгаришига мос, масала шартида берилган сезгирлигидир.

Иккинчи формулада $\epsilon_p(\xi_2)$ – таъминот кучланишининг ҳар 10% ўзгаришига асбоб кўрсатишидаги 10 mV га оғиш; $K_\epsilon(\xi_2)$ эса таъминот кучланиши ўзгариши (230–220)нинг меъёрий қиймат 220 V га, яъни 10% га нисбатан процентли ўзгариши; улар учун $\epsilon_p(\xi_2)$ берилган.

ЎВ нинг хатолиги $P = 1$ эҳтимоллик билан ётадиган интервалнинг қуйи $\Delta_{ЎВ.к}$ ва юқори $\Delta_{ЎВ.ю}$ чегаралари учун ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\Delta_{ЎВ.к} = -(\Delta_{OP} + \Delta_{c1m} + \Delta_{c2m}) = -(20 + 7.5 + 4.5) = -22mV;$$
$$\Delta_{ЎВ.ю} = -\Delta_{ЎВ.к} = 22mV.$$

Назорат саволлари

1. Ўлчаш воситаларини меъёрланган метрологик характеристикаларини танлаш асосида ётган асосий принципларни санаб ўтинг.
2. Класс аниқлиги бўйича қандай асбоблар меъёрланади?
3. Ўлчаш воситалари хатоликларини қандай метрологик характеристикалар меъёрлашни амалга оширади?
4. Кўп марта бевосита бажарилган ўлчаш натижаларининг алгоритмини санаб ўтинг.
5. Кўп марта бажарилган бевосита ўлчаш натижалари бўйича мунтазам хатоликларни чиқариб ташлаш учун қандай усуллар қўлланилади?
6. Нормал тақсимот қонунини баҳолаш критерийсини тушунтириб беринг.
7. Уч «сигма» критерийсини 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 радиотехнологиялар ва микроэлектроника буюмларидан фойдаланиб янги қурилмалар ва тизимларнинг яратилиши, уларни ишлаб чиқаришнинг мураккаблашуви 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 инсон 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 ифодалайдиган 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, ω, φ ва ҳ.к. параметрларидан бири ўлчанаётган катталикка боғлиқ бўлган маълум вақт функциялари $U(t)=f(t, U, w, \varphi, ...)$ қўлланилади.



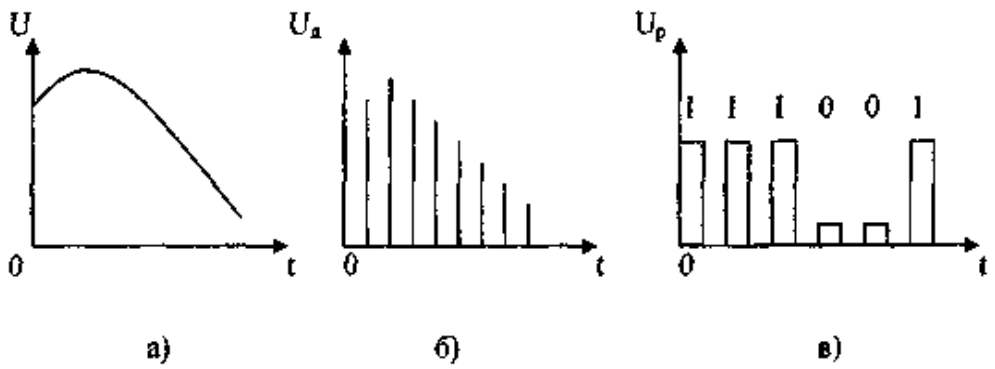
7.1-расм. Ўлчаш сигналларининг тавсифи.

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 $U_д(t)$ 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 сигналнн *рақамли сигнал* деб аталади, чунки даражаларни чекли сондаги хонали (разрядли) сонлар билан рақамлаш мумкин.

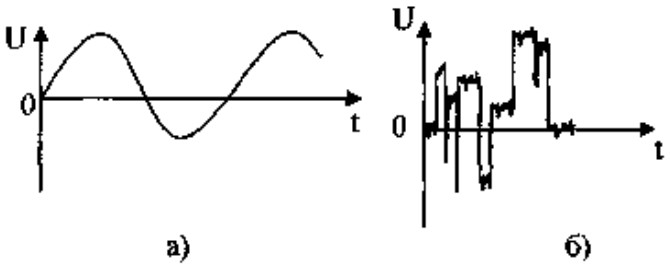
Рақамли сигналда унинг дискрет қийматлари $U_д(t)$ лар $U_р(t)$ сонлар билан алмаштирилади. Кўпинча, бу сонлар иккилик кодда амалга оширилган бўлиб, бу кодни кучланишлар потенциалларининг *юқори* (бир) ва *паст* (ноль) даражалари билан ифодаланади (7.2-*в* расм).

Вақт ичида ўзгариш характери бўйича ўлчаш сигналларини амплитудаси вақт давомида ўзгармайдиган *ўзгармас* ва оний қийматлари вақт ичида ўзгарадиган *ўзгарувчан* сигналларга бўлинади.

Ўзгарувчан сигналлар вақт ичида узлуксиз ва импулсли бўлади. *Узлуксиз сигналларга* параметрлари вақт ичида узлуксиз ўзгарадиган сигналлар киради.

Импулсли 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 моментидаги оний қийматлари аниқ маълум, яъни бирга тенг эҳтимоллий билан олдиндан айтиш мумкин бўлган радиотехинк сигналларга айтилади. Ўлчаш ўлчовларининг сигналлари аниқланган сигналлар бўлади. Масалан, гармоник сигнал генераторининг чиқиш сигнали (7.3-*а* расм) амлитуда, частота ва бошланғич фазанинг қийматлари билан тавсифланади, булар эса

унинг бошқарув органларида ўрнатилган. Аниқланган сигналлар *даврий* ва *импулсли* бўлади.

Тасодифий сигналлар – бу оний қийматлари вақтнинг исталган моментларида номаълум ва бирга тенг эҳтимоллик билан олдиндан айтилиши мумкин бўлмаган катталикдир (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 тебраниши 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 халақитлар*нинг 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 шовқининг 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), импулсли халақитлар (вақт бўйича ғужланган) ва вақт бўйича ҳам, спектр бўйича ҳам чегараланмаган флуктуацион халақитлар.

Частоталар спектрининг тури бўйича халақитлар, шунингдек, оқ ва ностационар шовқинларга бўлинади. Оқ шовқиннинг спектрал ташкил этувчилари бутун частоталар диапазони бўйича текис тақсимланган бўлади. Ностационар шовқин нотекис тақсимотга эга.

Спектри бўйича ғужланган халақитлар деб, қувватининг асосий қисми частоталар диапазонининг радиотехник тизим ўтказиш полосасидан кичик бўлган айрим участкаларида жойлашган халақитларга айтилади.

Импулсли халақитлар деб фойдали сигнал билан бир жинсли бўлган импулсли 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. Импулсли ва ғужланган халақитлар радиотехникада кўпинча таъсир кўрсатувчи (*наводкалар*) деб аталади.

Флуктуацион 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 фильтрлаш усулларини қўллаш билан бартараф этиш мумкин.

7.2. Ўлчаш сигналларининг математик тавсифи

Импулсли ва рақамли ўлчаш тизимларида бўладиган *ёрдамчи сигналлар* маълум шаклдаги импулсларнинг турли кетма-кетлигидан иборат бўлади. Бундай шакллардан бири – тўғри тўртбурчакли импулсдир. Импулсли даврий ва якка сигналлар анча кенг спектрал таркибга эга.

Даврий ва импулсли ўлчаш сигналлари

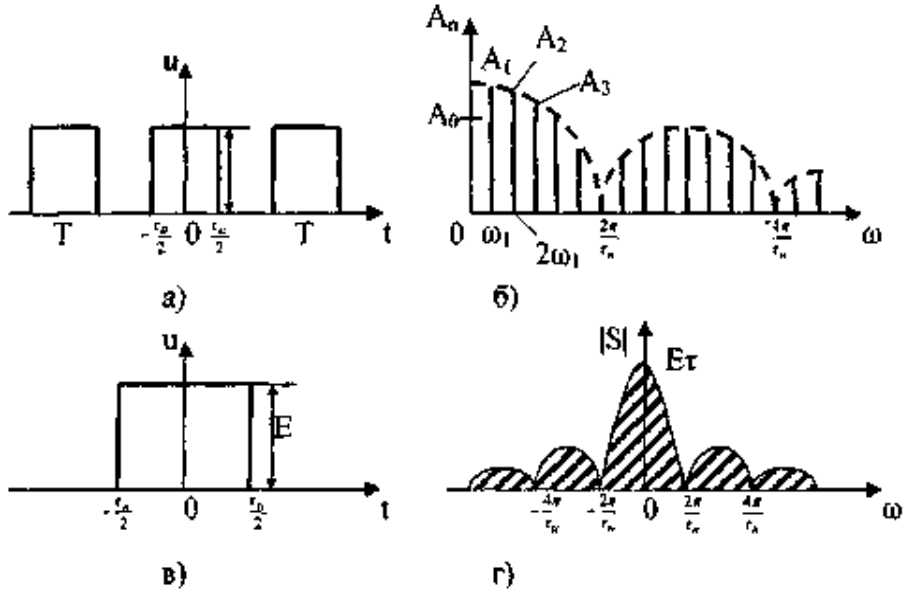
Даврий сигналлар. Даврий сигнал доимий вақт ораликларида такрорланадиган (7.4-*а* расм) ва $u(t) + u(t+nT)$ шартни

қаноатлантирадиган ҳар қандай ўлчаш сигналига айтилади, бу ерда Т – импулсларнинг такрорланиш (келиш) даври; $n = 0, 1, ...$

Импулсларнинг даврий кетма-кетлиги

$$u(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} u_0(t - nT) \qquad (7.1)$$

қатор билан тавсифланади, бу ерда $u_0(t)$ – якка импулснинг шакли бўлиб, қуйидаги параметрлар билан тавсифланади:
амплитуда (баландлик) E, давомийлик (кенглиук) $T_и$, келиш даври $T=1/F$ ($F=\omega_1/2p$ – циклик келиш частотаси); импулсларнинг вақт ичида такт нуқталарига нисбатан вазияти.



7.4-расм.

Якка тўғри тўртбурчакли импулс (7.4-*а* расм)

$$u(t) = E[\sigma(t + \tau_и/2) - \sigma(t - \tau_и/2)], \qquad (7.2)$$

тенглама билан тавсифланади, яъни у вақт ичида $t_и$ га сурилган функция s(t) нинг (уланиш функциялари ёки Хевисайд функцияларининг) айирмаси сифатида шаклланади.

Тўғри тўртбурчакли импулслар якка импулсларнинг қуйидаги маълум йиғиндисидан иборат:

$$u(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} E[\sigma(t + kT + \tau_и/2) - \sigma(t - kT - \tau_и/2)]. \qquad (7.3)$$

Тўғри тўртбурчакли импулс даврининг унинг узунлигига нисбати $q=T/t_и$ *ўтказишга мойиллиги* деб аталади.

Даврий сигнални Фурье қаторининг тригонометрик шакли билан ифодалаймиз:

$$U(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\omega_1 t + b_n \sin n\omega_1 t). \qquad (7.4)$$

Бу муносабатда

$a_0 = \frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} u(t)\,dt$ – ўзгармас ташкил этувчи; (7.5)

$a_n = \frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} u(t)\cos n\omega_1 t\,dt$ – косинусоидал ташкил этувчиларнинг амплитудалари; (7.6)

$b_n = \frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} U(t)\sin n\omega_1 t\,dt$ – синусоидал ташкил этувчиларнинг амплитудаларидир. (7.7)

(7.4)ни кўпинча Фурье қаторининг ушбу эквивалент шакли билан ифодалаш қулай бўлади:

$$u(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos (n\omega_1 t - \varphi_n), \qquad (7.8)$$

бу ерда $A_0 = a_0/2$, $A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$; $\varphi_n = \operatorname{arctg}(b_n/a_n)$ – сигналнинг n-гармоникасининг амплитудаси ва бошланғич фазаси.

Даврий сигнал *чизиқли* (дискрет) *спектрга* 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*, φ_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 қўйилади. 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 импулсларнинг келиш частотаси $f_1=\omega_1(2\pi)=1/T$ га, иккинчи гармоникасининг частотаси импулслар келиш частотасининг иккиланган $2f_1$ га тенг ва ҳ.к. Гармоникаларнинг амплитудалари уларнинг тартиб рақами ортиши билан камаяди, шунинг учун, агар схеманинг ўтказиш полосаси $1/t_и$ дан $3/t_и$ гача чегараларда ётса, у узатилаётган импулсли сигналга сезиларли бузилишлар киритмайди, деб ҳисобланади.

Нодаврий (импулсли) сигналлар. Ўлчашлар амалиётида физик катталикни 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:

$$S(\omega)=\dot{S}(\omega)=S(j\omega)=\int_{-\infty}^{\infty}u(t)e^{-j\omega t}dt; \qquad (7.9)$$

$$u(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}S(\omega)e^{j\omega t}d\omega. \qquad (7.10)$$

(7.9) ва (7.10) муносабатларни мос равишда *Фурьенинг тўғри ва тескари 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 $t_и$ давомийликка эга бўлган тўғри тўртбурчакли кучланиш импулсининг спектрал зичлиги аниқлансин (7.4-*в* расм).

Ечилиши. Таҳлил қилинаётган сигнал $-t_и/2$, $t_и/2$ вақт оралиғида жойлашгани учун (7.9)га мувофиқ қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$S(\omega)=\int_{-\tau_и/2}^{\tau_и/2}Ee^{-j\omega t}dt=E\int_{-\tau_и/2}^{\tau_и/2}(\cos\omega t-j\sin\omega t)dt=E_{\tau_и}\frac{\sin(\omega\tau_и/2)}{\tau_и/2}. \qquad (7.11)$$

Тўғри тўртбурчакли импулснинг спектрал зичлиги (7.4-*г* 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 импулснинг назарий моделини кўриб чиқайлик (7.5-*а* расм), у ушбу ифода билан аналитик ҳолда аниқланади:

$$\delta(t) = \begin{cases} \infty, & t = 0, \\ 0, & t \neq 0. \end{cases} \qquad (7.12)$$

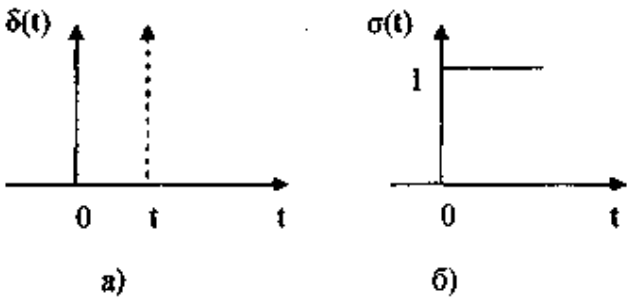
Бундай импулснинг юзаси доимо бирга тенг:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t)dt = 1. \qquad (7.13)$$

d(t) функцияни *дельта-функция, бирлик импулс, Дирак функцияси* деб аталади ва у циклик частотанинг физик ўлчами C^{-1} га эга. Дельта функция вақт оралиғи бўйича t_0 оралиққа силжиганида (7.5-*а* расм) (7.11) ва (7.12) таърифларни қуйидаги умумийроқ шаклда ёзиш мумкин:

$$\delta(t) = \begin{cases} \infty, & t = 0, \\ 0, & t \neq 0. \end{cases} \qquad (7.14)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0)dt = 1 \quad . \qquad (7.15)$$



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:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(t)\delta(t - t_0)dt = f(t_0)\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0)dt = f(t_0). \qquad (7.16)$$

(7.15) ифода дельта функциянинг филтрловчи (*ажратувчи* ёки *стробловчи* – «строб» – қисқа тўғри тўртбурчакли импулс) хоссасини тавсифлайди ва у вақт ичида $T=\Delta t$ дискретлаш қадами билан дисркетланган сигналларни ифодалашда фойдаланилади.

Бирлик функция. Мазкур сигналнинг (7.5-*б* расм) соддалаштирилган аналитик ифодасини бундай ёзиш қабул қилинган:

$$\delta(t) = \begin{cases} 0, & t < 0, \\ 1, & t \geq 0. \end{cases} \qquad (7.17)$$

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 қўямиз ва Эйлер формуласи $e^{\varphi x} = \cos x + \varphi \sin x$ дан фойдаланиб, қуйидагини топамиз:

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \cos\omega_0 t e^{-j\omega t} dt = 0.5 \int_{-\infty}^{\infty} e^{-j(\omega-\omega_0)t} dt + 0.5 \int_{-\infty}^{\infty} e^{-j(\omega+\omega_0)t} dt. \qquad (7.18)$$

Бу муносабатни ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

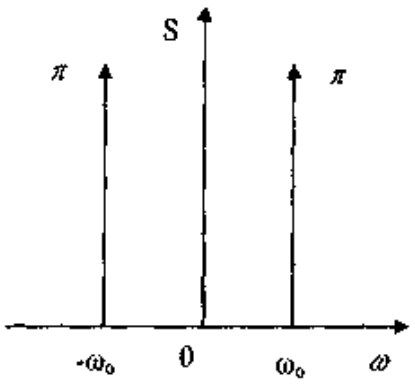
$$S(\omega) = |S(\omega)| = S(\omega) = \pi[\delta(\omega-\omega_0) + \delta(\omega+\omega_0)]. \qquad (7.19)$$

Шундай қилиб, чекли амплитудали гармоник (мазкур ҳолда косинусоидал) сигналга нолга нисбатан $-\omega_0$ ва ω_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

$$S(\omega) = \pi[\delta(\omega - \omega_0) + \delta(\omega + \omega_0)] \qquad (7.20)$$

спектрал зичлик мос келишини кўрсатиш қийин эмас. Бу ерда минус белгиси синус функциянинг тоқлиги натижасидир.



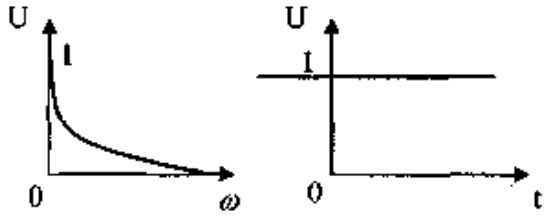
7.6-расм. Гармоник сигналнинг спектр зичлиги

Экспоненциал импульс. «Ярим чексиз» давомийликдаги бу сигнал бирлик амплитуда билан бундай ёзилади:

$$u(t) = \begin{cases} 0, & t < 0, \\ e^{-\alpha}, & t \geq 0, \end{cases} \qquad (7.21)$$

бу ерда а – ҳақиқий параметр.

Доимий сигнал (кучланиш, ток) элементар сигналларнинг энг соддасидан (7.7-*б* расм) биридир.



а) б)

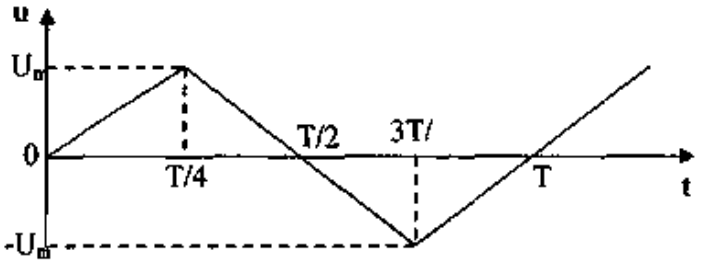
7.7-расм. Моделларнинг графиклари.
а) экспоненциал импулс; б) доимий сигнал

Мураккаб ўлчаш сигналларининг математик моделлари

Чизиқли ишора алмашинувчи сигнал (7.21-расм) ушбу тенглама билан тавсифланади:

$$U(t)=\begin{cases} 4U_m t/T, & 0\le t\le T/4 \quad da,\\ 4U_m(T/4-t)+U_m, & T/4\le t\le 3T/4 \quad da,\\ 4U_m(t-3T/4)/T-U_m, & 3T/4\le t\le T \quad da. \end{cases} \qquad (7.22)$$

Модуляцияланган сигналлар. Метрологияда *модуляциялаш* деб ўлчаш сигнали $e(t)$ нинг бирор $u_{элт}(t)$ стационар сигналнинг келгусида ўзгартириш ва узатиш қулай бўладиган физик табиати ва вақт ичида ўзгариш характерига эга бўлган бирор параметрига таъсир кўрсатадиган жараён тушунилади.



7.8-расм. Чизиқли ишора алмашинувчи сигнал.

Элтувчи сигнал деб аталадиган стационар сигнал сифатида ё импулслар кетма-кетлигини, ёки синусоидал (гармоник) тебраниш

$$U_{Элт}(t)=U_{элт}\cos(\omega_0 t+\varphi_0)=U_{элт}\cos\psi(t) \qquad (7.23)$$

ни қабул қилинади, бу ерда $U_н$ – модуляциялаш йўқлигидаги амплитуда; ω_0 – бурчак (доиравий) частота; φ_0 – бошланғич фаза; $y(t)=\omega_0 t+\varphi_0$ – тўла фаза.

Гармоник элтувчи тебранишнинг параметрларидан қайсиниси таъсирга дучор қилинишига боғлиқ равишда импулсли

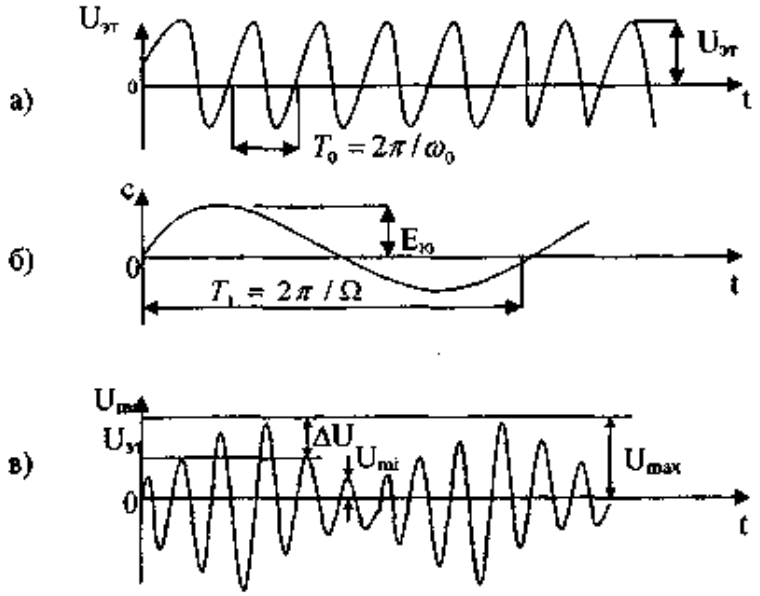
модуляциянинг *амплитудавий, частотавий, фазавий* ва бошқа қатор турлари ажратилади.

Модулияциялашга 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):

$$u_{elt}(t) = U_{elt}(t)\cos(\omega_0 t + \varphi_0) = [U_{elt} + ke(t)]\cos(\omega_0 t + \varphi_0) \qquad (7.24)$$

бу ерда k – ўлчамсиз пропорционаллик коэффициенти.



7.9-расм. Амлитудавий модуляция; а) элтувчи тебраниш; б)модуляцияли сигнал; в) МА- сигнал.

Модуляцияловчи сигнал

$$e(t) = E_0 \cos \Omega t \qquad (7.25)$$

кўринишдаги гармоник тебраниш бўлсин, бу ерда E_0 – амплитуда;

$\Omega = 2\pi / T_1$ – доиравий частота; T_1 – давр.

У ҳолда соддалаштириш учун φ_0=0 деб қабул қилиб ва (7.26) формулани (7.23)га қўйиб, МА-сигнал учун

$$u_{MA}(t) = (U_{элт} + kE_0 \cos\Omega t)\cos\omega_0 t = U_{элт}(1 + M\cos\Omega t)\cos\omega_0 t \qquad (7.27)$$

ифодани ҳосил қиламиз, бу ерда kE_0=ΔU – МА-сигнал амплитудасининг элтувчи сигнал амплитудаси $U_{элт}$ дан максимал

оғиши: $M=kE_0/U_{элт}=\Delta U/U_{элт}$ – *амплитудавий модуляция коэффициенти* ёки *чуқурлиги.*

$\varphi_0=90°$ 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

$$\omega(t)=\omega_0+K_ч e(t), \qquad (7.28)$$

бу ерда $k_ч$ – ўлчамсиз пропорционаллик коэффициенти.

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:

$$\psi(t)=\int_0^t\omega(t)dt=\int_0^t(\omega_0+k_ч E_0\cos\Omega t)dt=\omega_0 t+\frac{\omega_{чд}}{\Omega}\sin\Omega t, \qquad (7.29)$$

бу ерда $\omega_{чд}=k_ч E_0$ – частотавий модуляциялашда частотанинг ω_0 қийматдан максимал оғиши ёки *частота девиацияси.*

Элтувчи тебраниш *фазасининг девиациясидан* иборат бўлган $m_ч=\omega_{чд}/\Omega=k_ч E_0/\Omega$ ни *частотавий модуляция коэффициенти* деб аталади.

Бу ифодани ва (7.29)ни ҳисобга олинса, ЧМ-сигнал бундай ёзилади:

$$U_{чм}(t)=U_{элт}\cos\psi(t)=U_{элт}\cos(\omega_0 t+m_ч\sin\Omega t). \qquad (7.30)$$

7.10-расмда мос равишда элтувчи тебранишлар $U_{элт}(t)$, модуляцияловчи сигнал $e(t)$ ва частотавий модуляциялаш жараёнида ҳосил қилинган ЧМ-сигнал $U_{чм}(t)$ графиклари тасвирланган.

Фазавий модуляциялаш. Бир тоналли модуляциялашда элтувчи тебраниш фазаси:

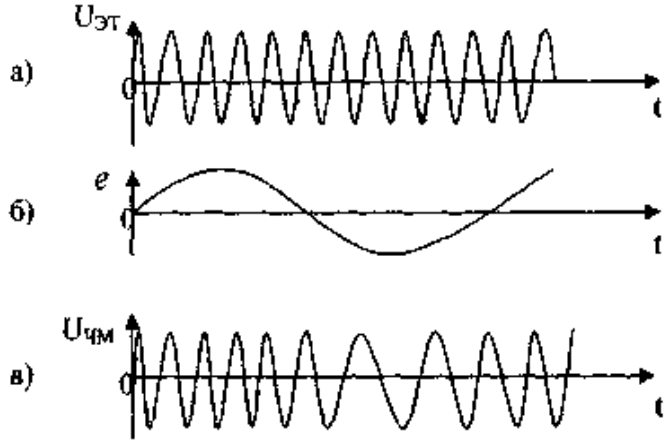
$$\psi(t)=\omega_0 t+k_f E_0\cos\Omega t=\omega_0 t+m_f\cos\Omega t, \qquad (7.31)$$

бу ерда k_f – пропорционаллик коэффициенти; $m_f=k_f E_0$ – *фазавий модуляциялаш индекси.*

(7.31) формулани (7.23) формулага қўйиб ФМ-сигналнн бундай ёзамиз:

$$U_{ФМ}(t) = U_{эпт} \cos\left(\omega_0 t + m_f \cos \Omega t\right) \qquad (7.32)$$

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 $U_{элт}$, 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 θ_0=90° 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:

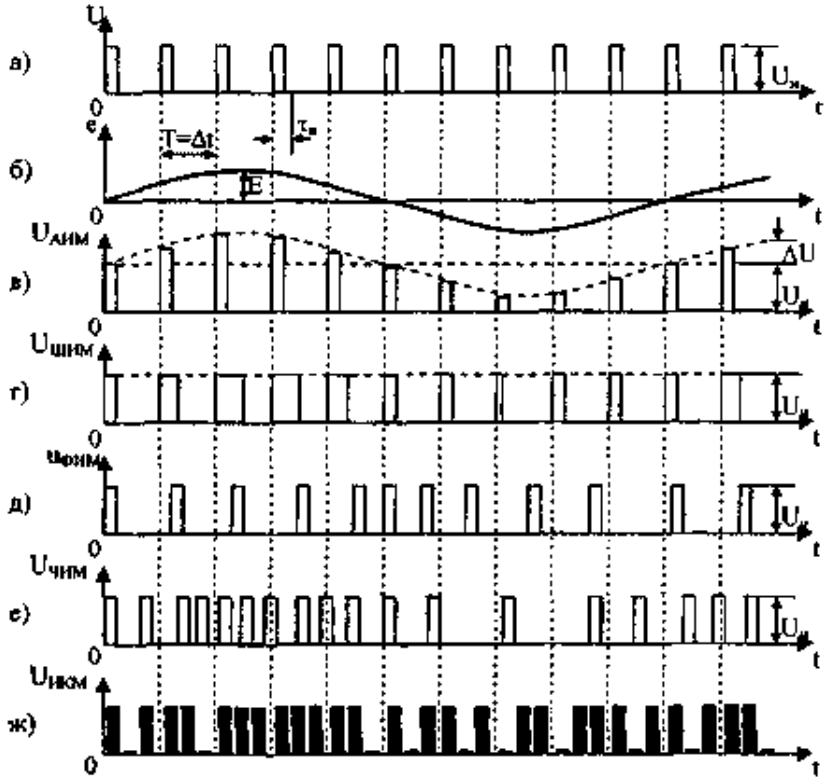
– *амплитудавий-импулсли модуляция* (АИМ), бунда ўлчаш ахбороти бўйича бошланғич импулслар кетма-кетлигининг амплитудаси ўзгаради (7.11-*в* расм);

– *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);

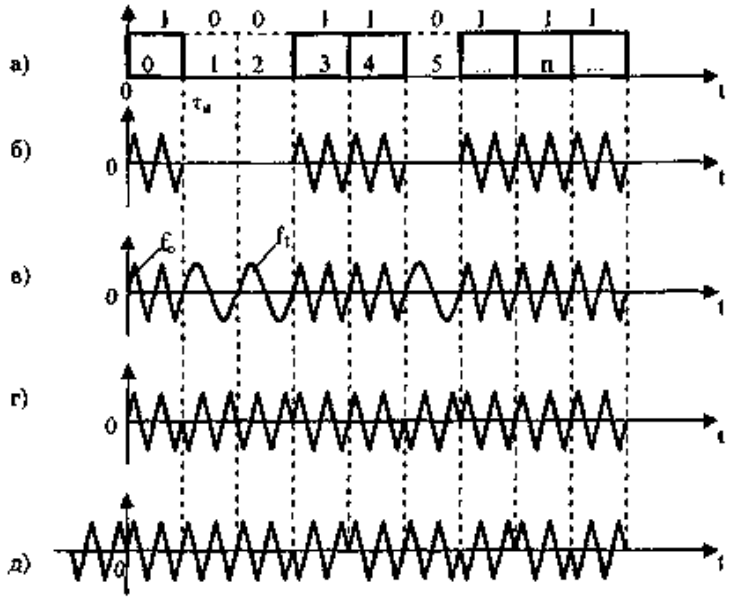
– *импулсли-кодли модуляция* (ИКМ), бунда бирламчи сигнал рақамли кодга – бир хил давомийликка эга бўлган импулслар (1 – «бирлар») ва паузалар (0 – «ноллар») кетма-кетлигига айланади. Бу модуляциялаш тури (7.11-*ж* расм) ҳозирги замон ўлчаш техникасида кенг қўлланилмоқда.



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 модуляцилаш (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 $t_и$ 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° га ўзгаради.

Амалиётда дискрет *нисбий фазавий модуляциялаш* (НФМ) тизимидан фойдаланилади. ИКМ-ФМ дан фарқли ўлароқ, 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° га фарқ қиладиган бошланғич фазали 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 $\Delta t = t_{элт}$ 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. Импулсли ва рақамли сигналларнинг қандай турларини биласиз?
6. Импулсли ва рақамли сигналларга оид маълум мисолларини келтиринг.
7. Аниқланган сигналларнинг тасодифий сигналлардан фарқи нимада?
8. Ўлчашлар жараёнида қандай халақитлар юзага келади?
9. Қандай элементар ўлчаш сигналларини биласиз?
10. Δ-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 (импулсли) сигналларни тасвирлаш учун қандай математик аппаратдан фойдаланилади?
15. Нодаврий сигналларнинг спектрал зичлиги даврий импулсларнинг спектридан нимаси билан фарқ қилади?
16. Гармоник сигнал қандай спектрга эга?

17. Ўлчаш техникасида сигналларни аналогли модуляциялашнинг қандай турларидан фойдаланилади?

18. Аналог сигнални импулсли ва рақамли сигналга қандай модуляциялаш турларидан фойдаланиб ўзгартириш мумкин?

19. Ўлчаш техникасида қайси ҳолларда импулсли-кодли модуляциялашдан фойдаланилади?

20. Котельников теоремасининг асосий моҳияти нимадан иборат?

VIII БОБ. КУЧЛАНИШ ВА ҚУВВАТНИ ЎЛЧАШ МЕТОДЛАРИ

8.1. Умумий қоидалар

Кучланишларни ўлчаш электр радиоўлчашлар 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 GGs гача бўлган ўта юқори частоталар;

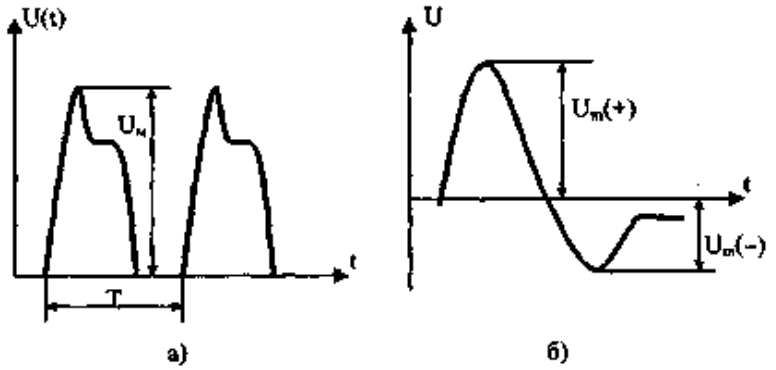
2) ўлчанадиган кучланишларнинг катта диапазони – микровольтнинг улушларидан тортиб юзлаб киловольтларгача;

3) сигналлар шаклларининг 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. Шуни эслатиб ўтамизки, вольтметр асбобга параллел уланади, шу сабабли унга қўйиладиган асосий талаб шуки, кириш қаршилиги имкони борича катта бўлиши керак.

Кучланиш вақт бўйича кечадиган жараёндир. 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 қутбли носимметрик эгри чизиқли кучланишларда мусбат $U_m(+)$ ва манфий $U_m(-)$ чўққи кучланишлари фарқ қилинади (8.1-*б* расм).



а) б)

8.1-расм.

T ўлчаш вақтида сигналнинг ўртача қиймати ушбу ифода билан аниқланади:

$$U_{ўрт} = \frac{1}{T}\int_o^T u(t)dt \qquad (8.1)$$

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

$$U_{ўртт} = \int_o^T |u(t)|dt \qquad (8.2)$$

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 қутбли бўлганда $U_{ўрт}$ ва $U_{ўрт.т}$ 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

$$U = \sqrt{\frac{1}{T}\int_o^T u^2(t)dt} \qquad (8.3)$$

ифода билан аниқланади.

Кучланиш ўртача квадратик қийматининг квадрати сон жиҳатидан 1 Ом қаршиликда сочилган (тарқалган) ўртача қувватга тенг.

Бу параметрлар орасидаги боғланиш ушбу учта коэффициент билан тавсифланади:

– амплитуда (чўққи-фактор) коэффициенти, у чўққи қийматнинг ўртача квадратик қиймат нисбатига тенг:

$$K_a = U_m / U; \tag{8.4}$$

– шакл коэффициенти, ўртача квадратик қийматнинг ўртача тўғриланган қиймати нисбатига тенг:

$$K_ш = U / U_{ўрт.т} \tag{8.5}$$

– ўрталаштириш коэффициенти, у чўққи қийматнинг ўртача тўғриланган қиймати нисбатига тенг:

$$K_ў = U_m / U_{ўрт.т}. \tag{8.6}$$

Бу коэффициентлар учун ушбу формал тенглик тўғрилиги равшандир:

$$K_ў = K_ш K_a. \tag{8.7}$$

Бундан ташқари, бу коэффициентлар учун ушбу тенгсизлик ўринли:

$$1 \le K_ш \le K_a \le K_ў.$$

Тенглик ўзгармас кучланиш сигналлари ва «меандр» типидаги 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

$$U_m = 2\sqrt{U} = 1.41U \quad \text{ва} \quad U_{ўрт.т} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}U = 0{,}9U.$$

Демак,

$$K_ш = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \approx 1.11; \qquad K_a = \sqrt{2} \approx 1.41; \qquad K_ў = \frac{\pi}{2} \approx 1.57.$$

8.2-*а* расмдаги аррасимон шаклдаги сигнал учун

$$U(t) = U_m \cdot t / T,\ 0 \le t \le T; \quad K_ш = 2/\sqrt{3} = 1{,}16;\ K_a = \sqrt{3} = 1.73;\ K_ў = 2$$

бўлиб, қуйидагиларга эга бўламиз:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T U^2(t)dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T \frac{U_m^2}{T^2}t^2 dt} = \frac{U_m}{\sqrt{3}}.$$

$U_{ўрт.т} = U_м/2$ ўртача тўғриланган қиймат графикдан (8.2-*а* расм) учбурчак юзини даврга бўлиш билан топилади. Учбурчак шаклидаги импульслар учун:

$$K_м = 2\sqrt{3} \approx 1.16; K_а = \sqrt{3} \approx 1.73; K_р = 2.$$

Тўғри бурчакли импульслар ўтказишга мойиллик $Q = T/t$ билан тавсифланади, бу ерда T – давр, t – импульснинг давомийлиги. Улар учун

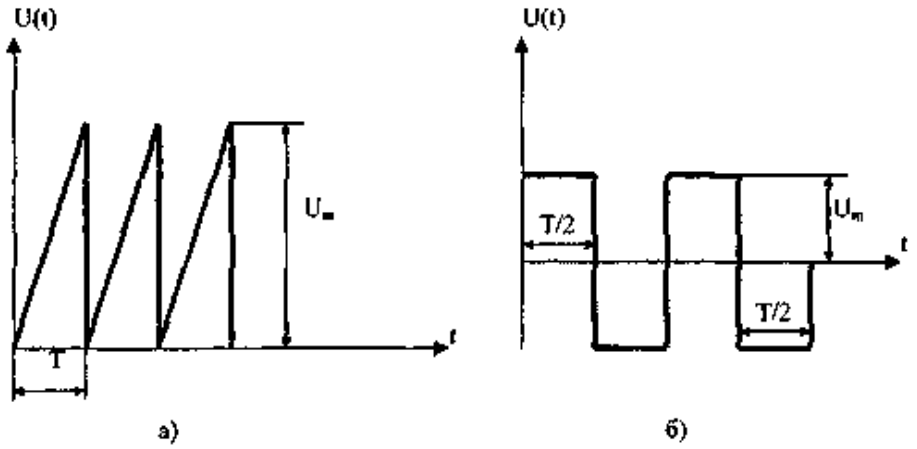
$$K_ш = K_а = \sqrt{Q}; \; K_р = Q.$$

8.2-*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:

$$U(t) = \begin{cases} U_m, 0 \le t \le \dfrac{T}{2}; \\ -U_m, \dfrac{T}{2} \le t \le T. \end{cases}$$

Меандр учун $U = U_m$, ўртача тўғриланган қиймат $U_{ўрт.т} = U_m$. Меандр $K_а = K_ш = 1$ 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.



а) б)

8.2-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.

8.2. Электрон вольтметрларнинг умумий характеристикаси 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;

6) 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 типи бўйича: рақамли (бошқа асбоблар ичидаги кучланишни ўлчагичлар, осциллографик индикатор, неонли ва ҳ.к. бўлиши мумкин);

3) ўлчаш методи 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 типи бўйича: яримўтказгичли ёки интеграл схемалардаги;

6) 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.

8.3. Электрон вольтметрларнинг тузилиш схемалари ва ишлаш принциплари

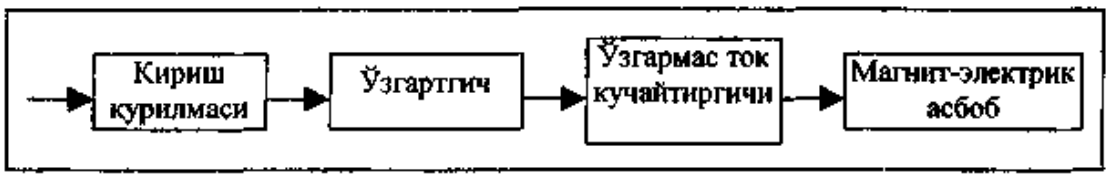
Биринчи вариант 8.3-расмда келтирилган. Бундай вольтметрнинг иш принципи ўзгарувчан кучланишни электр ўлчаш асбоби томонидан ўлчанадиган ўзгармас кучланишга ўзгартиришдан иборатдир. Бу схема бўйича ясалган асбоблар катта даражали кучланишларни ўлчаш учунгина яроқли. Улар паст частотали ва юқори частотали ўлчаш генераторларида, узатувчи қурилмаларнинг қувватли генераторлари модуляторларида кучланишларни назорат қилишда фойдаланилади.



8.3-расм.

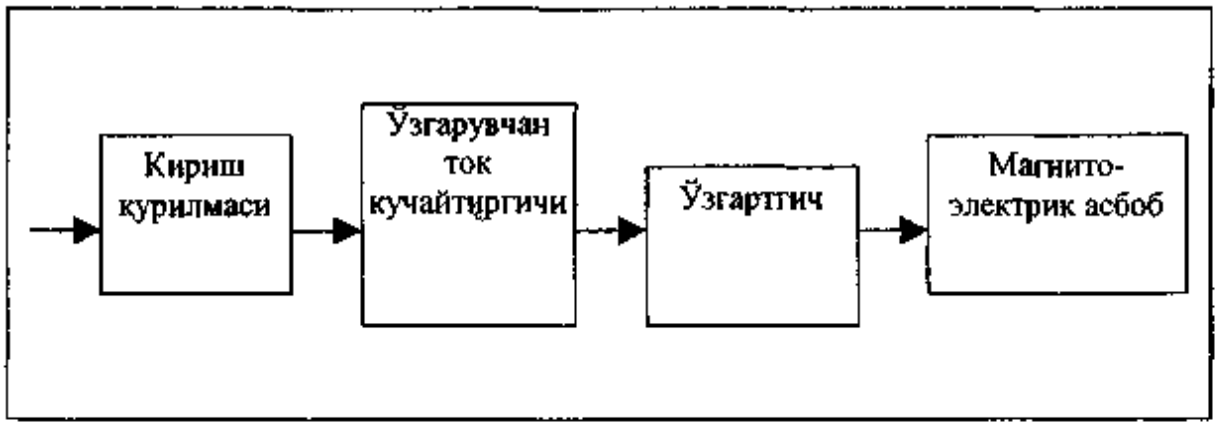
Кичик кучланишларни ўлчашда бу схеманинг сезгирлиги етарли эмас. Шу сабабли бу каби ҳолларда таркибига кучайтиргич кирган вольтметрлардан фойдаланилади. Бундай иккита вольтметрнинг тузилиш схемалари 8.5 ва 8.6-расмларда келтирилган. Бир қарашда уларнинг фарқи муҳим эмасдек кўринади. 8.5-расмдаги схемада кучайтиргич ўзгарттичдан кейин, 8.6-расмда эса олдин уланган. Бироқ бу вольтметрларнинг техник ва метрологик характеристикалари жиддий фарқ қилади.

8.5-расмдаги схема бўйича йиғилган вольтметр катта частота диапазони билан, 8.6-расмдаги вольтметр катта сезгирлиги билан ажралиб туради. Бу ўзгармас ва ўзгарувчан токлар кучайтиргичларининг ясалиш имкониятлари билан тушунтирилади.



8.5-расм.

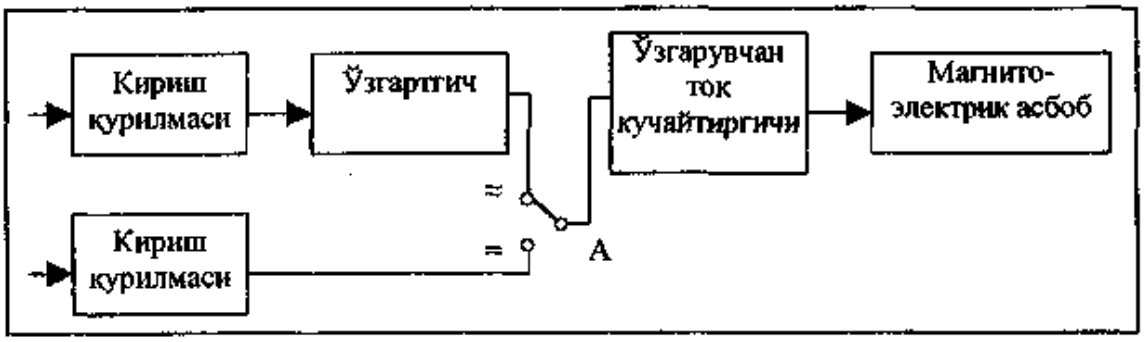
Ўзгарувчан ток кучайтиргичи анча катта кучайтириш коэффициенти билан ясалиши мумкин, бироқ, афсуски, унинг кенг полосалилигини, айниқса, частотавий характеристиканинг текислигига юқори талаблар қўйилганда, таъминлаш анча қийиндир. Сўнгги талаб муҳим, чунки частотавий характеристикасининг нотекислиги асбобнинг кўрсатишлари турли частоталарда ўзгаришига олиб келади.



8.6-расм.

8.5- 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 коэффициенти катта бўлган ўзгармас ток кучайтиргичини ясаш қийин. Гап шундаки, ўзгармас ток кучайтиргичида кучайтириш каскадлари орасида ажратиш конденсаторлари бўлмайди. Температура ўзгарганида кучайтириш элементлари орқали оқувчи токлар ўзгаради. Биринчи каскад ишчи нуктасининг 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 коэффициенти билан чекланишга тўғри келади.

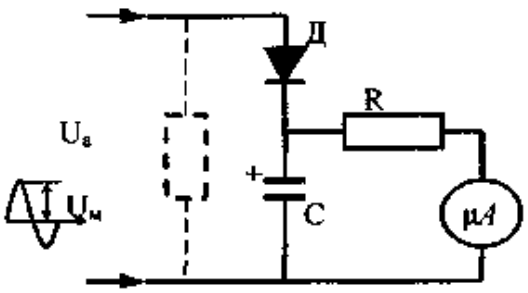
8.7- расмда универсал вольтметр схемаси тасвирланган. Алмашлаб улагич (АУ) ёрдамида вольтметр режимини алмаштириш ва ўзгармас кучланишни ҳам, ўзгарувчан кучланишларни ҳам ўлчаш мумкин.



8.7-расм.

8.4. 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: чўққи, ўртача квадратик ёки ўртача тўғриланган қийматлар [(8.2) ва (8.3) бандлар] мос келади.



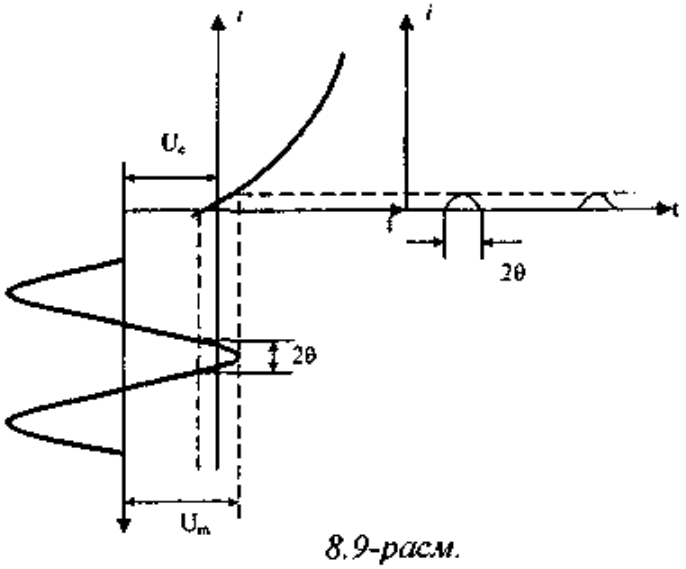
8.8-расм.

Кучланишнинг чўққи қийматлари ўзгартгичи схемаси 8.8-расмда кўрсатилган. Кучланишнинг чўққи қийматини «хотирлаб қоладиган» элемент бу конденсатордир. Синусоидал 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 сиғими эса, одатда, бир неча ўн минг пикофарадани ташкил этади. Мусбат ярим тўлқин конденсаторда бирор миқдордаги зарядни қолдиради ва ундаги кучланиш расмда кўрсатилган қутбликка 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 $t_{зар}=CR_д$, бу ерда $R_д$ – диоднинг ўтказиш йўналишидаги қаршилиги. Разрядланиш доимийси $t_{зар} = CR$. $R_д$ n R бўлганлиги учун $t_{зар}$ n $t_{раз}$ га эга бўламиз. Шундай қилиб, конденсаторнинг зарядланиш тез, разрядланиши эса секин рўй беради. 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. 8.8-расмда пунктир чизиқ билан кўрсатилган қаршилик сигнал манбаи қаршилигига эквивалент қаршиликдан иборат.

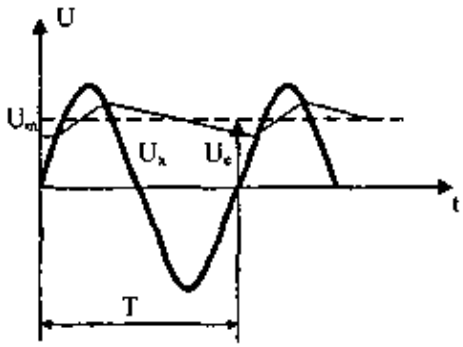
Конденсаторда кучланишнинг ошиб бориши билан диоднинг аноди ва катоди орасидаги потенциаллар фарқи камаяди. 8.8-расмдан кўриниб турганидек, диоднинг аноди ва катоди орасидаги кучланишнинг оний қиймати ўзгарувчан кириш кучланиши ва конденсатор орасидаги кучланиш айирмасига тенг. Кириш кучланиши амплитудаси 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.

8.9-расмда диоднинг вольт-ампер характеристикаси, яъни $i=f(u)$ боғланиш ва схема киришига келаётган синусоидал кучланиш кўрсатилган.



8.9-расм.

8.9-расмдан кўриниб турибдики, ток диод орқали конденсатор зарядини тўлдирувчи қисқа импульслар кўринишида ўтади. Диод орқали ток даврнинг кесиш 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 (8.10-расмдаги пунктир чизиқ) сигналнинг чўққи қийматидан бироз кичик.



8.10-расм.

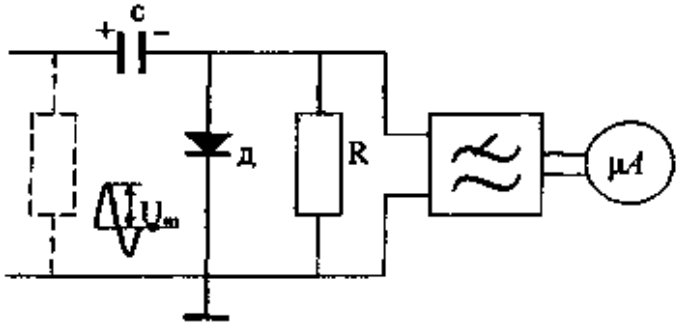
R қаршилик қанча катта бўлса, бу хатолик шунча кичик бўлади, бироқ R нинг ортиқча оширилиши каттароқ сезгирликли стрелкали асбобдан фойдаланиш заруратига олиб келади (занжир орқали токнинг камайиши ҳисобига) ва, бундан ташқари, ўзгартгич каттароқ инерцияли бўлади.

Кириш кучланиши камайтирилганда, асбобнинг кўрсатишлари сезиларли вақт оралиғидан сўнг ўрнатилади, чунки конденсаторнинг разрядланиши секин боради. Жараённи 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 очиқдир. Қуйидаги сабабга кўра кириш очиқ 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), очиқ киришли ўзгартгичнинг конденсатори C кучланишнинг ўзгармас ва

ўзгарувчан ташкил этувчиларининг биргаликдаги (жами) таъсири билан аниқланадиган кучланишгача, яъни чўққи қиймат $U_o + U_m$ гача зарядланади.

Фақат ўзгарувчан ташкил этувчини ўлчашни амалга ошириш зарур бўлган ҳолда, 8.11-расмда кўрсатилганидек, ёпиқ киришга эга бўлган ўзгартгичли вольтметр қўлланилади. Мазкур ўзгартгичнинг ишлаш принципи амалда илгари қаралган очиқ киришли ўзгарткичникидан фарк қилмайди. Бироқ, агар 8.8-расмдаги схемада кучланиш конденсатордан олинган ва филтр вазифасини бажарган бўлса, 8.11-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.



8.11-расм.

Ўзгармас ташкил этувчиларни ўз ичига олмаган кучланишларни ўлчагичда очиқ 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.

Очиқ 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_o ташкил этувчига эга бўлса ($U_x = U_o + U_m \sin\omega t$), у ҳолда конденсатор қўшимча зарядланади ва унинг қопламаларидаги кучланиш U_o га ортади, яъни $U_c = U_m + U_o$ бўлади. Бироқ конденсатордаги

кучланиш қўшимча ўзгармас ташкил этувчисининг қутби ($-U_0$) детектор киришида таъсир қилаётган U_0 ўзгармас ташкил этувчининг қутбига қарама-қарши. Бу икки кучланишнинг алгебраик йиғиндиси юклама резистор R да нолга тенг бўлади ва вольтметр ўзгармас ташкил этувчини (U_0 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 $R_{кир.очик} = R/2$ формула билан, ёпиқ киришли ўзгартгичнинг кириш қаршилиги эса $R_{кир.ёпик} = R/3$ муносабат билан аниқланади. Схема детектордан бошланганида эса унинг қаршилиги бутун асбобнинг кириш қаршилиги $R_{кир}$ 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 характеристиканинг эгрилиги оқибатида детектор квадратик детектор бўлиб келади.

8.8 ва 8.11-расмларда тасвирланган схемалар мусбат қутбли кучланишнинг чўққи қийматларини ўзгартиради. манфий қутбли кучланишларни ўлчаш учун шуларга ўхшаш, аммо қуйидагиси билан фарқ қиладиган схемалардан фойдаланилади: диодлар қарама-қарши тарзда уланади, яъни анод ва катоднинг ўрини алмаштирилади.

Ўртача квадратик қийматни ўзгартгич – бу ўзгарувчан кучланишни ўлчанаётган кучланишнинг ўртача квадратик қийматига пропорционал бўлган ўзгармас токка ўзгартирувчи ўзгартгичдир. (8.3) формуладан кўриниб турганидек, кучланишнинг ўртача квадратик қийматини ўлчаш ушбу учта операцияни бажариш билан боғликдир: квадратлаш (кучланишни квадратга кўтариш), ўртачалаш (ўртача қийматни топиш) ва ўртачалаш 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 характеристикаси квадратик участкасининг қисқалиги ва уни алмаштиришда даражалаш характеристикасининг параметрлари жиддий оғиши натижасида бузилиши билан тушунтирилади.

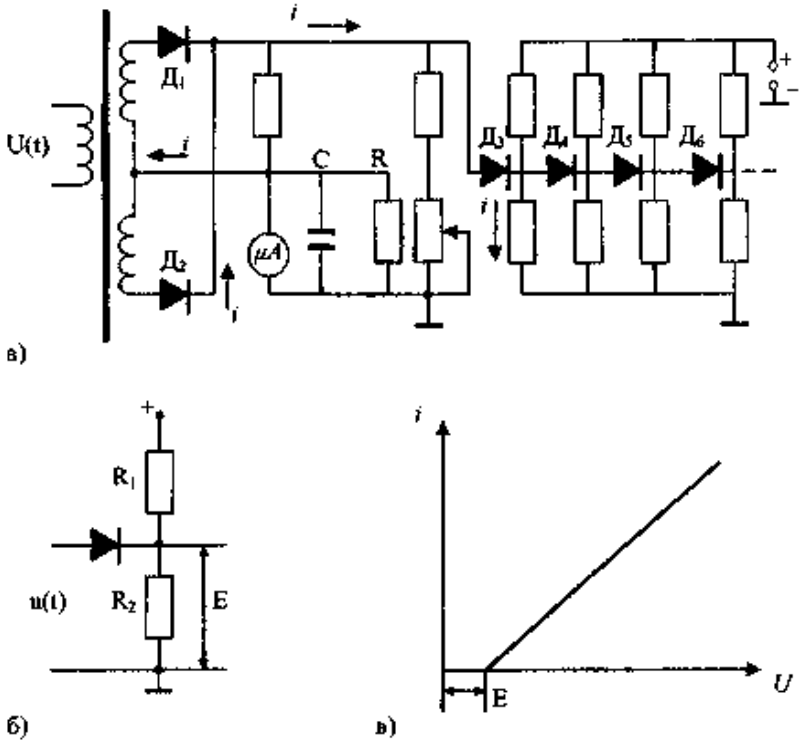
Ҳозирги замон квадратик вольтметрларда диодли занжирча схемаси бўйича ишланган ўзгартгичлар кенг тарқалган. Бундай занжирча аналогли ҳисоблаш машиналарининг бир ўзгарувчили ночизиқли функциясининг диодли блокига ўхшашдир. У параболик эгри чизиқни бўлакли-силлиқ аппроксимациялаш натижасида квадратик характеристикани олиш имконини беради. Диодли занжирча кўп диодли элементларни ўз ичига олади (8.12-*а* расмнинг ўнг қисми). Ҳар бир элемент диод ва икки резистордаги кучланиш бўлгичдан иборат (8.12-*б* расм). Диоднинг тўғри қаршилиги $R_{тўг} = 0$, тескари қаршилиги эса $R_{тес} = \infty$ деб фараз қилиб, ҳисоблаш мумкинки, диодга келтирилаётган сигнал кучланиши силжиш кучланиши E дан кичик бўлганида диод орқали ток ўтмайди (8.12-*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 (8.12-*в* расм), сигнал оний қийматининг қутбига боғлиқ равишда ток ё $Д_1$ орқали, ёки $Д_2$ орқали ўтади.

Қаралаётган шу моментда диод $Д_1$ очиқ деб фараз қилайлик. У ҳолда ток трансформатор иккиламчи чулғамининг юқори қисқичидан $Д_1$ 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 $Д_3$ ёпиқ бўлади, чунки унинг катодида мусбат силжиш кучланиш ишлайди. 8.12-*б* расмда айрим диодли ячейканинг ишлаш принципи тушунтирилган. Кириш сигнали берилганида, диод токни фақат сигнал диод катодида ишлаётган мусбат силжиш кучланиши E дан ортиқ бўлганидагина ўтказади.



8.12-расм.

Агар киришга (диод анодига) секин-аста ортиб борувчи мусбат қутбли кучланиш берилса, у ҳолда диод орқали токнинг кучланишга 8.12-*в* расмда кўрсатилган боғлиқлигини олиш мумкин. Расмдан кўриниб турганидек, киришдаги кучланиш силжиш кучланиш E дан ортганида диод токи бошланади.

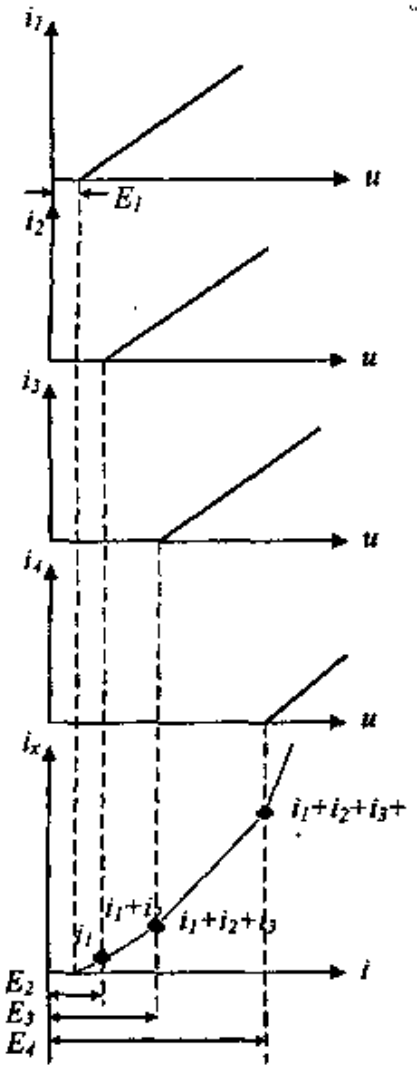
Силжиш кучланишини бўлгич қаршиликларини танлаш билан ўзгартириб, кесиш нуқтасининг ҳолатини (вазиятини) силжитиш мумкин. Тўртта диодли занжирдан иборат ўзгартгичнинг параболик шаклдаги вольт-ампер характеристикасининг шаклланиши 8.13-расмда кўрсатилган.

Силжиш кучланишлари $E_1 ... E_4$ ни танлаш билан тўртта диод кесиш нуқталарининг зарурий вазиятлари танланади. Агар

квадратор киришидаги кучланиш E_1 дан ортиқ бўлса, диод $Д_3$ (8.12-а расм) очилади, ток диод, бўлгичнинг пастки резистори орқали, кейин корпусга боради ва ўлчаш асбоби орқали трансформаторнинг ўрта нуқтасига оқади. Кучланишнинг кейинги ортишида диод $Д_4$ очилади ва навбатдаги диодли занжир ўтказувчи бўлади ва ҳ.к. Барча диодли занжирларнинг токлари қўшилади ва ўлчаш асбоби орқали ўтади.

Диодли занжирларнинг кетма-кет уланиши йиғинди (жами) токнинг кириш кучланишига боғлиқлигини шакллантириш имконини беради, бу 8.13-расмда кўрсатилган.

Киришдаги кучланишнинг манфий қутбга эга бўлган навбатдаги ярим тўлқини диод $Д_2$ ни очади (8.12-*а* расм). Бунда ҳосил бўладиган токлар юқорида қаралгани каби оқиб ўтади.



8.13-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 катталикни кўрсатишларга ўзгартиради ва ўртача тўғриланган кучланиш таърифи

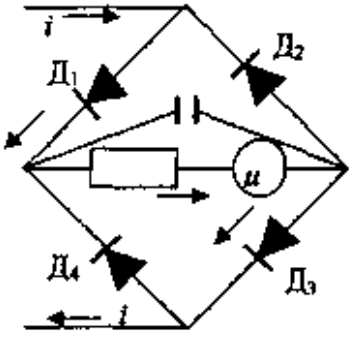
$$U_{ўрт.т} = \int_0^T |u(t)|dt.$$

га мувофиқ равишда ўртачалаш операциясини бажаради. Кўприкли схема энг кўп тарқалган (8.14-расм). Киришдаги ўзгарувчан кучланишнинг мусбат ярим даврида ток $Д_1$ диод орқали, кўприкнинг резистор ва магнитоэлектрик тизимли стрелкали

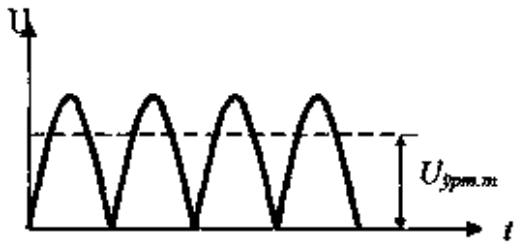
асбобни ўз ичига олган диагонали орқали, кейин $Д_3$ диод орқали оқади. Манфий яримтўлқинда $Д_1$ ва $Д_2$ диодлар ёпилади ва ток пастки кириш қисқичидан диод $Д_4$, кўприк диагонали (ўша йўналишда), диод $Д_2$, юқори кириш қисқичи орқали оқади. Шундай қилиб, ўзгарувчан кучланишни ўзгармас пулсланувчи кучланишга ўзгартириш амалга оширилади. Ўрталаштириш операцияси магнитоэлектрик тизимли асбобнинг инерцион хоссалари ҳисобига амалга оширилади, бу асбобнинг унинг рамкаси орқали оқаётган токнинг ўртача қийматини пайқаши 7-бобда кўриб ўтилган эди.

8.15-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 характеристикасининг чизиқли участкаларидан фойдаланилгандагина пропорционалдир. 8.12 ва 8.13-расмларда тасвирланган графиклар идеаллаштирилгандир. Аслида эса диод вольт-ампер характеристикасининг бошланғич участкаси чизиқли эмас ва биринчи яқинлашишда парабола билан апроксимацияланиши 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 ўзгармас кучланиш ҳар қандай шаклда бўлганида ҳам ўринли бўлади.



8.14-расм.



8.15-расм.

8.5. Вольтметрлар кўрсатишларининг ўлчанаётган сигнал шаклига боғлиқлиги

Волтметрнинг жуда муҳим метрологик характеристикаси унинг ўзгартириш функцияси (вазифаси), яъни чиқиш сигнали ахборий параметрининг унинг кириш сигналининг ахборий параметрига боғлиқлигидир.

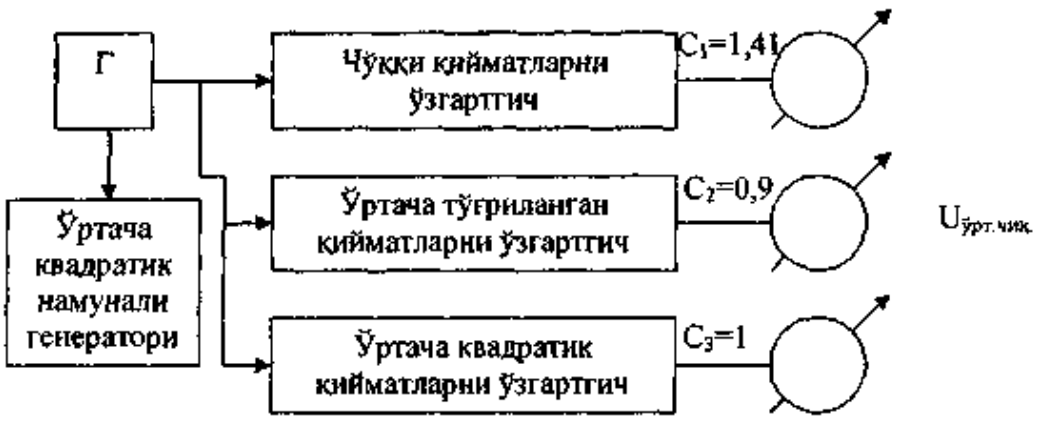
Бу функцияни аналитик, график ёки жадвал кўринишида тасвирлаш мумкин. Шкаласи ўлчанаётган катталик бирликларида даражаланган ҳар қандай асбобдаги каби, волтметр учун ўзгартириш характеристикаси график нуқтаи назардан 45° бурчак остида ўлчанаётган тўғри чизиқдан иборат бўлади. Шу билан бир вақтда асбоб стрелкасининг оғиш бурчаги кириш сигналининг ночизиқли функцияси бўлиши мумкин. Шуни эслатиб ўтамизки, 7-боб материалларга мувофиқ равишда, фақат магнитоэлектрик тизимли асбоблар стрелканинг оғиши ва айлантирувчи момент яратадиган ток орасида чизиқли боғланишга эга. 8-боб материалларига мувофиқ, рақамли асбоблар квантлаш муолажаси муносабати туфайли поғонали ўзгартириш функциясига эга.

Ишлаб чиқариш жараёнида стрелкали вольтметрлар даражалаш муолажасидан ўтади. Даражалаш катталиги намунали ўлчаш асбоби (ишчи эталон) бўйича аниқланадиган ўлчаш сигналини даражаланаётган асбоб киришига бериш ва тегишли белгилар ва сонларни шкалага белгилашдан иборатдир. Даражалаш жараёни 8.16-расмда тушунтирилади. Бу схемада бундай белгиланган: Г – амплитуда қиймати ростланадиган сигнал генератори, ўртача квадратик қийматлар намунали вольтметри, даражаланадиган 1, 2 ва 3 вольтметрлар. Пастки қаторда жойлашган вольтметр, намунали вольтметр каби, ўртача квадратик қийматлар ўзгартгичига эга бўлганлиги учун уларнинг кўрсатишлари устмауст тушади. Масалан, агар намунали вольтметр 100 V ни кўрсатаётган бўлса, у ҳолда 100 V ни даражаланаётган вольтметр шкаласининг стрелка тўхтаган белгиси устига ёзиш керак. Умуман намунали 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. (8.4)дан келиб чиқадики, 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, намунали вольтметр кўрсатишларини 1,41 га кўпайтиришимиз ва намунали вольтметр *100 V ни кўрсатганида стрелка тўхтаган бўлим олдига* 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 (8.5) формуладан аниқлаш мумкин. Формуладан $U_{ўрт.тўғ.}=U/K_{ш}$ 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.



8.16-расм.

Гарчи асбоблар синусоидал сигналда даражаланган бўлса ҳам, улар носинусоидал сигналлар кучланишларини ўлчаш учун ҳам яроқлидир. Шуни қайд этиш керакки, чўққили вольтметрда ўзгармас ташкил этувчилари бор сигналларни ўлчашнинг баъзи хусусиятлари мавжуд бўлиб, буни қуйида кўриб чиқамиз.

8.16-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 кучланиш ўлчанаётганда ҳисоблашлар мураккаблашади. Бу ҳолда ўлчанаётган сигналнинг амплитуда ва шакл коэффициентларини билиш зарур бўлади. Агар

бу бирор стандарт шаклдаги (масалан, учбурчак шаклдаги) сигнал бўлса, у ҳолда амплитуда ва шакл коэффициентлари (8.2) ва (8.3) 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 чўққи қиймати ўлчанган дейлик. Бу ерда штрих белгиси носинусоидал сигнал ҳақида гап бораётганлигини англатади. Синусоидал сигналнинг амплитуда ва шакл коэффициентларини илгаригидек штрих белгисисиз белгилаймиз.

Агар чўққили вольтметрнинг кўрсатиши A_m бўлса, у ҳолда (8.4) ва (8.5) формулаларга мувофиқ,

$$U = \frac{1}{K'_a} \cdot A_m$$

га эга бўламиз. Ўртача тўғриланган қийматни аниқлашда (8.5) ифодага асосан $U_{ўрт.тўғ} = \frac{1}{K'_ш} U$ га эга бўламиз, энди аниқланган ўрта квадратик қийматни қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$U_{ўрт.тўғ} = \frac{1}{K'_a K'_ш} \times A_m .$$

2. Ўша сигнал кучланишининг ўртача квадратик қиймати ўлчанди, деб фараз қилайлик. Ўртача квадратик қийматли вольтметр шкаласидаги кўрсатиш A. (8.4) ва (8.5) формулаларга мувофиқ равишда

$$U_m = UK'_a \quad \text{ва} \quad U_{ўрт.тўғ} = \frac{1}{K'_ш} U$$

га эга бўламиз.

3. Айтайлик, ўша сигналнинг ўртача тўғриланган қиймати ўлчанган бўлсин. Ўртача тўғриланган қийматни вольтметр шкаласидаги кўрсатиш $A_{ўрт.тўғ}$ (8.4) ва (8.5) формулага асосан:

$$U = K'_ш A_{ўрт.тўғ} \quad \text{ва} \quad U_M = K'_a U = K'_ш A_{ўрттўғ}.$$

Келтирилган мисоллардан равшанки, учала типдаги вольтметрлардан кучланишнинг шаклидан қатъий назар, унинг чўққи, ўртача квадратик ва ўртача тўғриланган қийматларини

ўлчаш учун фойдаланиш мумкин. Агар ўлчашлар билвосита, яъни бир типдаги вольтметр мавжуд бўлиб, лекин кучланишнинг қолган иккита параметрини аниқлаш зарур бўлса, у ҳолда асбоб кўрсатишларини синусоидал ва носинусоидал сигналлар учун амплитуда ва шакл коэффициентлари асосида қайта ҳисоблаш амалга оширилади.

Билвосита ўлчашларни ўтказишда амплитуда ва шакл коэффициентлари ёрдамида ҳисоб-китоб ўтказиш методикаси баёнининг якунида яна бир ҳисоблаш вариантини кўриб чиқамиз. Бу вольтметрда ўзгартгич типи ва шкала типи бир-биридан фарқ қиладиган ҳолдир. Бу холлар 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 айтишича, эффектив қийматга мос келади. Энг содда асбобга катта сондаги деталлардан иборат ўртача квадратик қийматлар ўзгартгичини жойлаштириш (8.12-расм) мақсадга мувофиқ эмас. 8.14-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 коэффициентларидан фойдаланилади. Агар, масалан, чўққи қийматли ўзгартгич қўлланилган бўлиб, шкала эса ўртача квадратик қийматларда даражаланадиган бўлса, у ҳолда даражалаш коэффициенти 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 катталик даражалаш коэффициенти $C = 1/\sqrt{2}$ га кўпайтирилади ва 220 V шкаланинг тегишли белгиси олдига ёзилади. Савол туғилиши мумкин: «Осонроқ бажаришнинг иложи йўқми? Ўзгартгич киришига сигнални бериш, уни ўртача квадратик қийматли намунали вольтметр билан ўлчаш ва олинган рақамни даражаланаётган асбоб шкаласига ёзиб қўйилса-чи? Бунда даражалаш коэффициентининг қиймати ҳақида ўйлаш мутлақо керак бўлмас эди». Лекин аҳвол бундай эмас. Агар носинусоидал сигналнн ўлчаш ўтказилаётган бўлса, даражалаш коэффициентини билиш зарур.

Носинусоидал шаклдаги параметрларнинг ҳақиқий қийматларини ҳисоблаш бу ҳолда қуйидагича бажарилади. Дастлаб вольтметрнинг паспортидаги маълумотлар бўйича ўзгартгич типи ва шкала типи аниқланади. Улар мос бўлмаса, у ҳолда даражалаш коэффициенти ҳисобланади. Бунинг учун синусоидал сигналнинг амплитуда ва шакл коэффициентларидан фойдаланилади, чунки асбобларнинг даражаланиши синусоидал сигналларда бажарилади. Бу ҳолда даражалаш коэффициенти $C = 1/\sqrt{2}$. Даражалаш коэффициенти ёрдамида магнитоэлектрик асбоб кўрсатишлари унинг киришига, ёки, шунинг ўзи, ўзгартгич чиқишига 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 амалга оширилаётган параметри қийматига, шу билан бирга сигнал шаклига боғлиқ бўлмаган ҳолда мос келади. Бу юқорида келтирилган фикрларнинг бош натижасидир. Ўзгартгич сигналларни ўз алгоритми бўйича, сигнал шаклига боғлиқмас равишда, ўзгартиради.

Энди кучланишнинг ўртача квадратик қийматларига даражаланган ва чўққи қиймат ўзгартгичига эга бўлган вольтметр билан кучланишни ўлчашнинг юқорида қаралган масаласига қайтамиз. 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 катталик 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:

$$U_{\text{ўрт.тўғ}} = \frac{1}{K'_ш} U.$$

Энди $U = \frac{K_a}{K'_a} \times A$ бўлганлиги учун:

$$U_{\text{ўрт тўғ}} = \frac{K_a}{K'_a K'_ш} A.$$

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 типини ва у шкала типига мос келиш-келмаслигини аниқлаб олиш зарур.

8.6. Кучланиш даражаларини (сатҳларни) ўлчаш

Алоқа техникасидаги ўлчашларнинг муҳим хусусияти шундаки, кўпчилик ҳолларда кучланишлар ва токларнинг абсолют катталиклари эмас, балки бу катталикларнинг абсолют даражалари деб аталадиган ҳамда кучланишлар ва токларнинг 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 токлар 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, айтайлик, кучланиш катталигининг икки марта сўниши назарда тутилган бўлса, у ҳолда логарифмик бирликларда ифодаланган сўниш ўз қийматини икки марта эмас, балки иккининг логарифмига ўзгартиради, шу сабабли сўниш шунгача ўзгаради (қўлланилаётган бирликлар системасига боғлиқ равишда деб айтиш лозим бўлар эди).

8.6.1. 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 Om ли занжир учун кучланишнинг абсолют даражаларида (нолга 0,775 V мос келади) даражаланган, бошқаси 135 Om ли занжир учун (нолга 0,367 V мос келади) ёки бири 135 Om ли, иккинчиси эса 75 Om 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 типдаги 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.

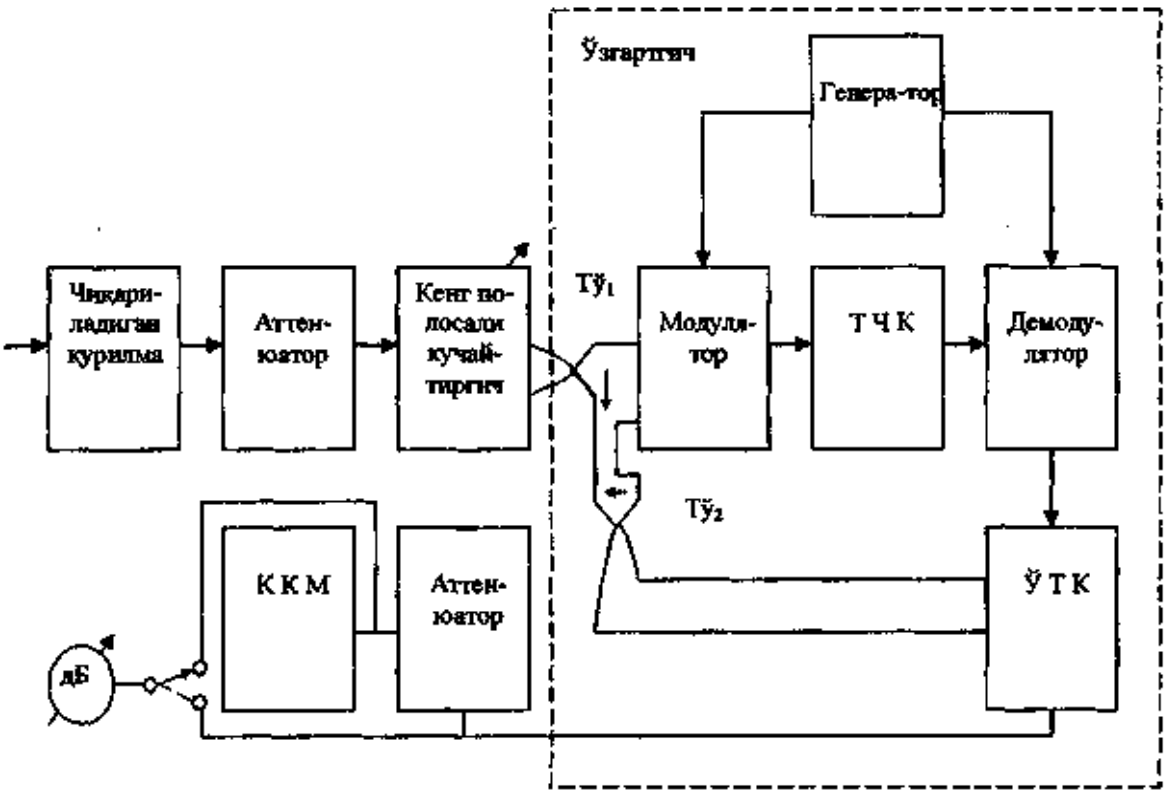
Даража ўлчагичлар икки типга бўлинади: кенг полосали ва танловчи ўлчагичлар. *Кенг полосали ДЎ лар* частоталар полосаларининг чегараланишини таъминлайдиган элементларга эга эмас. Улар бирор кўп частотали сигналнинг даражасини баҳолашда ёки сигнал амалда гармоникалар ва халақитлар билан бузилмаган бўлган ҳолларда фойдаланилади. *Танловчи ДЎ лар* кўп частотали сигналнинг айрим ташкил этувчиларини ўлчашга, зичлаш тизимларида телефон каналлари полосаларида ва ТЧ каналлари орасидаги частотавий интерваллларда алоқани узмасдан ўлчашларга, катта сўнишларни ўлчашларга мўлжалланган ва ҳ.к.

Кенг полосали даража ўлчагичлар аниқлик класси, ишчи частоталар диапазони, ўлчаш чегаралари, кириш қурилмалари (ерга нисбатан симметрик ва носимметрик), сезгирлиги, қўлланиладиган детекторлар типи бўйича таснифланади.

Типавий даража ўлчагичнинг тузилиш схемаси 8.17-расмда кўрсатилган. Бу асбоб кучланиш даражаларини кенг полосали режимда 0,5...25 MGs 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 kOm, кириш сиғими 10 pF. Агар чиқарилувчи қурилма ишлатилмаса, кириш қаршилиги 75 Om. Аттенюатор ва у билан кетма-кет уланган кенг полосали кучайтиргичдан фойдаланиш кучланиш бўйича даражаларни паст Омли киришда –60...+10 dB да ва юқори Омли киришда –50...+25 dB да ўлчаш имконини беради.

Ўзгартгич алоҳида блокка ажратилган. Ўзгарувчан кучланишни ўзгармас кучланишга ўзгартириш вакуумли термоўзгартгич $Тў_1$ 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. $Тў_1$ 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 принципида ишлайдиган детектор билан амалга оширилади. Бу кучланишнинг –60 dB га яқин даражаларини ўлчашда асбобнинг ҳалақитга турғунлигини таъминлайди. Чиқишда сигнални кучайтирувчи ва манфий тескари алоқани таъминловчи ўзгармас ток кучайтиргичи (ЎТК) мавжуд, тескари алоқа термоўзгартгич $Тў_2$ ёрдамида амалга оширилади. Бу ўзгартгичнинг термоЭЮК $Тў_1$ нинг термо-ЭЮК сига қарши йўналган. Манфий тескари алоқанинг қўлланилиши бутун ўзгартгич узатиш коэффициентининг стабиллигини оширишни таъминлайди.



8.17-расм.

Бундай типдаги ўзгартгичлар фақат ДЎ ларда эмас, балки ўртача квадратик қийматларда даражаланган одатдаги шкалали вольтметрларда ҳам қўлланилади. Шу муносабат билан ўзгартгичнинг ишлаш схемасини батафсилроқ кўриб чиқамиз.

8.18-расмда ўзгартгич схемаси соддалаштирилган кўринишда тасвирланган.

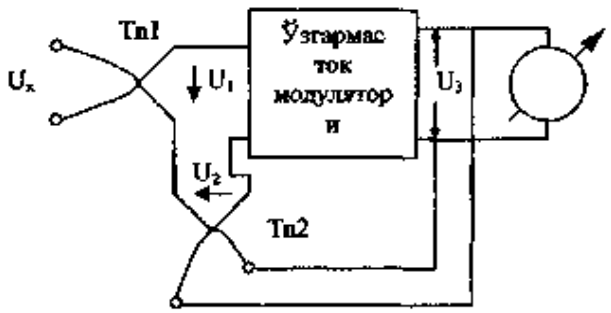
Кириш кучланиш U_x натижасида $Тў_1$ термопара катталиги

$$U_1 = k_T U_x^2 \qquad (8.14)$$

бўлган ўзгармас кучланиш ишлаб чиқаради, бу ерда $k_т$ – термопаранинг ўзгартириш коэффициенти; U_x – ўлчанаётган сигналнинг ўртача квадратик қиймати.

$Тў_2$ термопаранинг киришига кучайтиргич чиқишидан олинадиган U_3 кучланиш келади. Унинг чиқишидаги кучланиш қуйидагига тенг:

$$U_2 = k_T U_3^2 . \qquad (8.15)$$



8.18-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

$$U_3 = K(U_1 - U_2) \tag{8.16}$$

бўлади. Бунга (8.15) ва (8.16) ни қўллаб,

$$U_3 = k_T K\left(U_x^2 - U_3^2\right) \tag{8.17}$$

ни ҳосил қиламиз. Агар кучайтириш коэффициенти жуда катта бўлса, у ҳолда $U_3^2 K_T K >> U$, шу сабабли

$$U_3 = U_X. \tag{8.18}$$

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 коэффициенти 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 ±1 dB

чегараларда чўзиш имконини беради, бунда саноқ бўлим қиймати 0,05 dB бўлган қўшимча (пастки) шкаладан олиб борилади.

Танловчи типдаги 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.

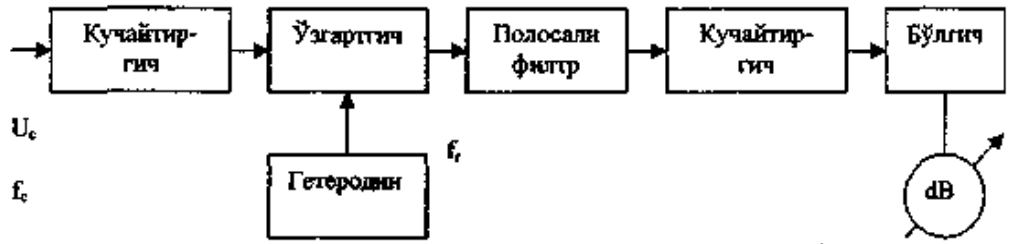
Биринчи типдаги даража ўлчагичлар энг соддадир. Улар баъзан частотани бир марта ўзгартиришли қилиб ясалади. Иккинчи типдаги асбоблар анча мураккаброқ, частоталарни бир неча марта ўзгартириш схемаси бўйича ясалади, халақитларни сўндириш блокларига эга бўлади. Учинчи типдаги даража ўлчагичлар гармоникалар ёки частотани ўзгартириш маҳсулотлари бўйича жуда кичик ночизиқли бузилишларни спектрнинг асосий ташкил этувчилари махсус фильтрлар 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 $f_{ўзг}=f_г+f_с$ йиғинди частотадан ҳам, $f_{ўзг}=f_г-f_с$ айирма частотадан ҳам фойдаланилади, бу ерда $f_г$ – гетеродин частотаси, $f_с$ – сигнал частотаси. $f_г < f_{с.min}$ частотадан фойдаланиш билан паст частотали ўзгартириш кўзгули ташкил этувчиларнинг жиддий таъсири туфайли фақат индикаторларда қўлланилади. $f_г > f_{с.max}$ билан юқори частотали

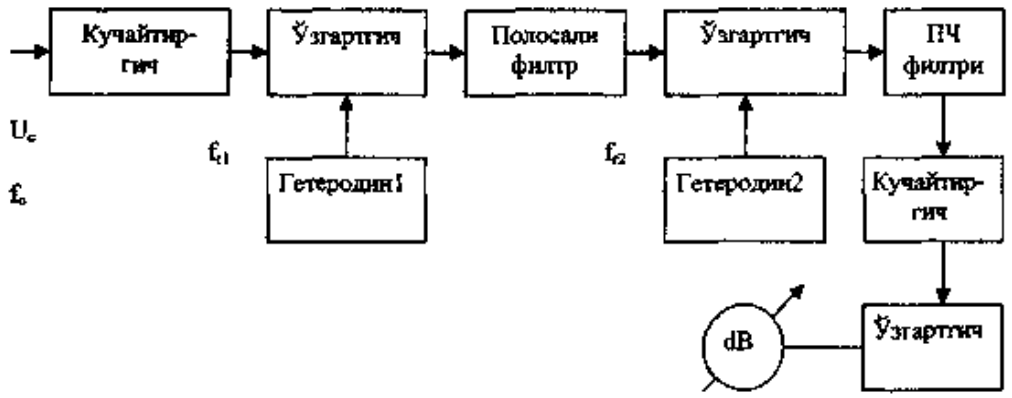
ўзгартириш кўпроқ қўлланилади. Биринчи ҳолда ОЧ $f_{ўзг} = f_c \pm f_г$ га, иккинчи ҳолда эса $f_{ўзг} = f_г \pm f_c$ га тенг бўлиши мумкин.

8.19 ва 8.20-расмларда танловчи ДЎ ларнинг соддалаштирилган структуравий схемалари келтирилган.

8.19-расмда битта ўзгартириш босқичига эга бўлган ДЎ схемаси, 8.20-расмда эса иккита босқичли ДЎ схемаси тасвирланган. Ўзгартиришнинг биринчи босқичида, одатда, гетеродиннинг сигнал частотаси ва $f_{ўзг} = f_г - f_c$ 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.



8.19-расм.



8.20-расм.

Частоталарни катта сонда ўзгартиришли ДЎ ларда созланувчи контурларнинг ва кўп сонли фильтрларнинг мавжудлиги ишчи диапазоннинг пастки чегарасини 1–2 kGs 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 фильтрловчи 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 қуришга имкон бермайдиган кварц фильтрлардан 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. Ночизиқли қурилма сифатидаги частота ўзгартгичда комбинацион частоталар юзага келади.

Улардан бири оралиқ частота сифатида танланади, яъни $f_{ор} = f_г - f_с$. Радиоэшиттиришда оралиқ частота стандартлашган, у 465 kGs ни ташкил этади. Бу частотага оралиқ частота кучайтиргичи (ОЧК) созланади. Агар, масалан, 1 MGs частотада ишлайдиган станцияни қабул қилиш лозим бўлса, гетеродин частотаси 1,465 MGs га тенг қилиб олиниши лозим. Бу ҳолда станция қабул қилинади, чунки айирмавий частота 465 kGs ни ташкил этади. Агар 2MGs частотада ишлайдиган станция қабул қилинадиган бўлса, гетеродин частотаси 2,465 MGs га тенг булиши лозим, оралиқ частота эса 465 kGs бўлади.

Частотани ўзгартириш методи битта камчиликка – кўзгули частоталарга ҳам эга. Ўзгартгичда айирмавий частота $f_{ор} = f_г - f_с$ дан ташқари айирмавий частота $f_{ор} = f_с - f_г$ ҳосил бўлиши туфайли кўзгули частоталар юзага келади. Масалан, юқорида қаралган мисолга қайтадиган бўлсак, 465 kGs оралиқ частота бундай олиниши мумкин: $f_{ор} = f_г - f_с$ = 1,465 – 1 = 0,465 MGs ёки $f_{ор} = f_с - f_г$ = 1,930 – 1,465 = 0,465 MGs.

Шундай қилиб, гетеродин частотаси $f_г$ = 1,465 kGs га нисбатан иккита кўзгули жойлашган частоталар 1 MGs ва 1,930 MGs бор. Улардан бири, масалан, 1 MGs асосий частота сифатида танланиши мумкин, у ҳолда иккинчи частота 1,930 MGs халақит беради. Радиоприёмникларда кўзгули жойлашган станция муаммоси оддий тарзда ҳал қилинади. Ахир «кўзгули» станция асосий станциядан иккиланган оралиқ частота 930 kGs нарида туради ва одатдаги созланадиган бир контурли резонансли кучайтиргич ёрдамида сўндирилиши мумкин, чунки бу ерда юқори танловчанлик талаб этилмайди. Бундай кучайтиргич антенна ва частота ўзгарттич орасида ўрнатилади.

Частотани кўп карра ўзгартириш қўлланиладиган танловчи ДЎ ларда ўзгартиришнинг турли босқичларида тегишли оралиқ частоталарни танлаш ҳисобига юзага келиши мумкин бўлган халақитларни йўқотишнинг махсус чоралари кўрилади. Бироқ бундай асбоблар билан ишлаш жараёнида ёлғон кўрсатишлар юзага келиши мумкин, уларга қарши курашиш усуллари, одатда, ишлатиш бўйича йўриқномаларда кўрсатилади.

8.7. Қувватни ўлчаш

8.7.1. Умумий қоидалар

Ўзгармас ток занжирларида R юклама истеъмол қиладиган қувват P ток I ва кучланиш U нинг кўпайтма қийматига тенг:

$$P = UI = I^2R = U^2R, \qquad (8.27)$$

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

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T p(t)dt = \frac{1}{T}\int_0^T uidt. \qquad (8.28)$$

Агар ток $i = I\sin\omega t$, кучланиш эса $u = U\sin(\omega t + \varphi)$ бўлса, у ҳолда

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T IU\ \sin\omega t\sin(\omega t+\varphi)dt = UI\cos\varphi. \qquad (8.29)$$

Актив қувват вақт бирлигида R қаршиликда иссиқлик кўринишида ажраладиган ва ваттларда ўлчанадиган энергиядир.

Реактив қувват деб занжир участкасидаги кучланиш U ни бу участкадан оқиб ўтадиган ток I ва улар орасидаги φ бурчак синусига кўпайтмаси тушунилади:

$$Q = UI\sin\varphi. \tag{8.30}$$

Реактив қаршилик вольт-амперларда ўлчаш қабул қилинган, қисқача *вар* дейилади. Реактив қувватни генератор ва қабул қилгич (приёмник) ўзаро алмашадиган энергияни ифодалайди.

Туюлма қувват

$$S = UI. \tag{8.31}$$

кўпайтмага тенг. У вольт-амперларда ўлчанади, қисқача ВА билан белгиланади. P, Q ва S орасида ушбу боғланиш мавжуд:

$$P^2 = S^2 + Q^2. \tag{8.32}$$

Ўртача квадратик қиймати U ва ички қаршилиги $Z_г = R_г + jx_г$ бўлган генератор томондан тўла қаршилиги $Z = R_ю + jx_ю$ бўлган юкламага бериладиган қувват

$$P = \frac{U^2 R_ю}{R_г + R_ю^2 + (X_г + X_ю)^2}. \tag{8.33}$$

Энг катта қувват генератор томонидан тўла мувофиқлаштириш шартида, $Z_ю$ шу $Z_г$ нинг комплекс-қўшма катталиги бўлганда ($Z_ю = Z_г$) берилади, бунда

$$P = \frac{U_г^2}{4R_г} = P_0. \tag{8.34}$$

P_0 қувват генераторнинг мўлжалланган (имконли) қуввати деб аталади.

Паст частотали ўзгармас ва ўзгарувчан токларда қувватни ўлчаш, одатда, ток ва кучланишни ҳамда улар орасидаги фаза силжишини ўлчаш натижалари бўйича билвосита методлар билан амалга оширилади. Ўта юқори частоталарда (ЎЮЧ да) токни ва кучланишни ўлчашга асосланадиган методларнинг қулайлиги камроқ ёки қийин амалга оширилади. Шу сабабдан 30 MGs 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

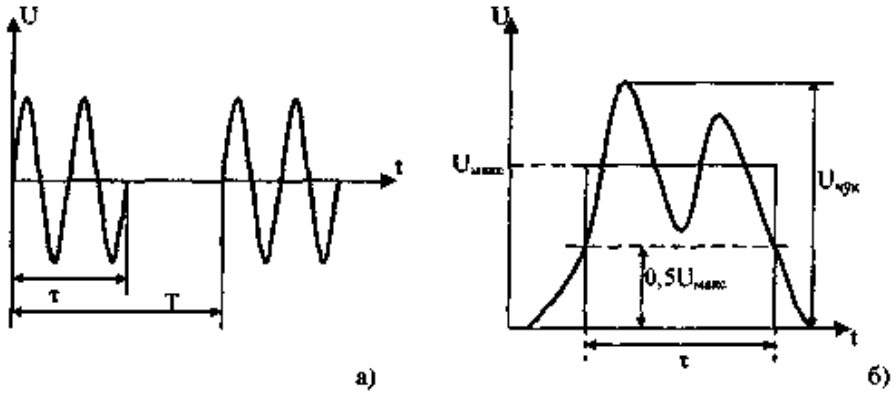
қувватни эмас, балки импульс қувватни ҳам аниқлаш керак. Агар радиоимпульс ўрамаси (ўрама чизиғи) тўғри бурчакли шаклда бўлса, у ҳолда импульс қуввати $P_и$ ва ўртача қувват P қуйидагича боғланган:

$$P_U = TR/\tau, \qquad (8.35)$$

бу ерда τ – радиоимпульс давомийлиги; T – импульсларнинг келиш даври. Амалда деярли доимо ўртача қувват P ни ўлчанади ва (8.35) формула бўйича импульс қуввати $P_и$ ни ҳисобланади.

Агар импульслар шакли тўғри бурчакли шаклдан фарқ қилса (масалан, 8.27-расмдаги каби), у ҳолда импульс қувватини ўшандай юзали ва давомийлиги унинг амплитудаси ярмининг даражасидаги вақт интервалига тенг бўлган эквивалент тўғри бурчакли импульс бўйича аниқланади. Бу ҳолда чўққи қувват $P_{чўқ} = P_и k_{ши}$ тушунчаси киритилади, бу ерда $k_{ши}$ – импульс шакли коэффициенти бўлиб, аслидаги импульс қуввати максимал даражасининг эквивалент тўғри бурчакли импульс қуввати даражасига нисбатига тенг.

Импульс шаклдаги сигнал бериладиган трактлар чўққи қийматга ҳисоб қилинади.



8.27-расм.

8.7.2. Қувват ўлчагичлар таснифи

Қувват ўлчагичлар ўлчанаётган катталикнинг 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 типи бўйича ваттметрларнинг қабул қилувчи ўзгартгичлари коаксиал ва волноводли ўзгартгичларга бўлинади.

Қувват ўлчагичлар уланиш характери бўйича ютиладиган ва ўтувчи қувватни ўлчагичларга бўлинади.

Қувват ўлчагичларни фойдаланиладиган физик эффект бўйича учта категорияга бўлиш мумкин: иссиқлик, механик ва электрон эффектларга асосланган ўлчагичлар, иссиқлик эффектига асосланган асбоблар, ўз навбатида, фойдаланилган элементлар тури бўйича таснифланиши мумкин, буни қуйирокда кўриб чиқамиз.

Қувват ўлчагичлар учун ушбу аниқлик класслари 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 класслари белгиланиши мумкин.

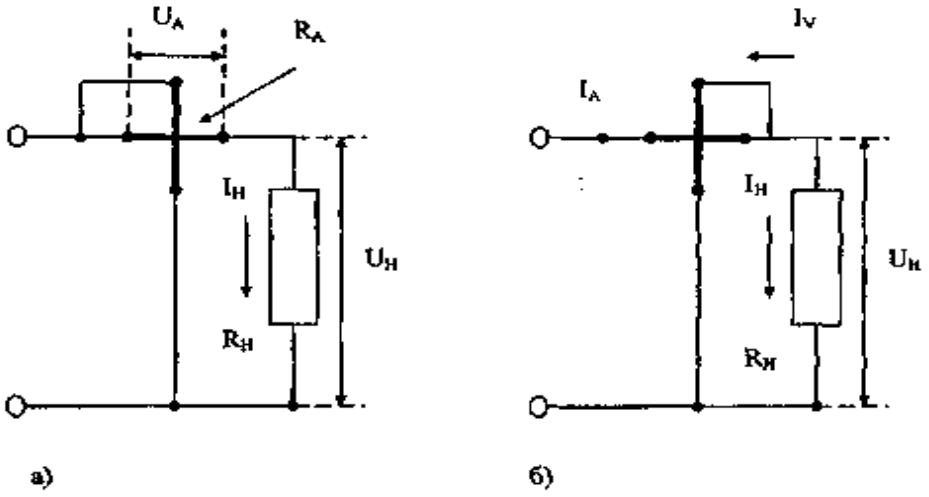
8.7.3. Саноат частотали ўзгарувчан ток ва ўзгармас ток занжирларида қувватни ўлчаш

Қувватнинг қийматини бевосита баҳолаш асбоби – электродинамик ваттметр ёрдамида бевосита ўлчаш билан топилади. Бундай ваттметрнинг кўрсатишлари саноат частотали ўзгарувчан ва ўзгармас токларнинг кўрсатишларига пропорционалдир. Ваттметрнинг қўзғалмас ғалтагини амперметрга ўхшаш юкламага кетма-кет, қўзғалувчан ғалтагини эса вольтметрга ўхшаш параллел уланади (8.28-*а* расм). Бунда систематик ва тасодифий хатоликлар мавжуд бўлади.

Систематик 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 боғликдир (8.28-расм). 8.28-*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:

$$P = UI_ю = U_ю I_ю = P_ю + P_A, \qquad (8.36)$$

бу ерда $P_ю$ ва P_A – юклама ва қўзғалмас ғалтак истеъмол қиладиган қувватлар.



а) б)

8.28-расм.

8.28-*б* расмдаги схема учун қўзғалмас ғалтак чулғами орқали ўтадиган ток юклама ва қўзғалувчан ғалтак чулғами орқали ўтадиган токлар йиғиндисига тенг:

$$I_A = I_{ю} + I_V. \qquad (8.37)$$

Қўзғалувчан ғалтакда тушувчи кучланиш юкламадаги кучланишга тенг. Бунда истеъмол қилинаётган қувват:

$$P = U_{ю} I_A = U_{ю} I_{ю} + U_{ю} I_V = P_{ю} + P_V, \qquad (8.38)$$

бу ерда P_V — қўзғалувчан ғалтак чулғамли истеъмол қиладиган қувват.

8.28-*а* расмдаги схема учун нисбий мунтазам (методик) хатолик:

$$\delta = 100 P_A / P_{ю} = 100 R_A / R_{ю}, \qquad (8.39)$$

бу ерда δ процентларда ифодаланган. 6.28-б расмдаги схема учун:

$$\delta = 100 P_V / P_{ю} = 100 R_V / R_{ю}. \qquad (8.40)$$

Равшанки, 8.28-*а* расмдаги схемани $R_A << R_{ю}$ шартида, 8.28-*б* расмдаги схемани эса $R_V \approx R_{ю}$ шартида қўллаш лозим. Асбобий хатолик ваттметрнинг аниқлик класси 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.

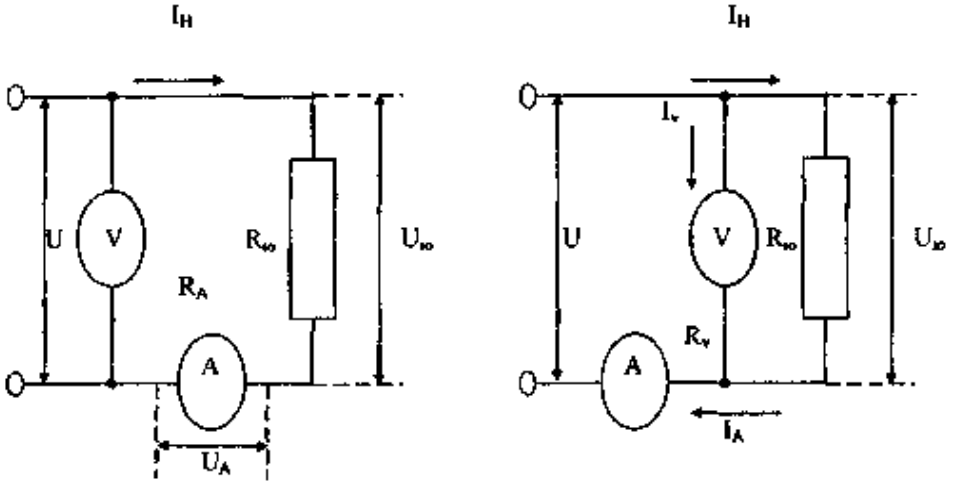
Ўзгарувчан токда асбоб кўрсатмалари актив қаршиликка пропорционалдир.

Саноат частотали ўзгарувчан ва ўзгармас ток қувватининг қийматини билвосита метод билан ўлчаш мумкин. Бунинг учун

бевосита баҳолаш асбоблари – амперметр ва вольтметр ёрдамида ток ва кучланиш ўлчанади ҳамда олинган қийматлар кўпайтирилади. Қувватни бундай ўлчаш методининг 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 систематик хатоликлар учун (8.39) ва (8.40) 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 8.29-*а* расмда тасвирланган ўлчаш схемаси қўлланилади, чунки кириш қаршилиги юклама қаршилигидан кўплаб марта катта бўлган электрон вольтметрни танлаш осондир. Бунда қувват $P = U^2/R_{юк}$ формула бўйича ҳисобланади.

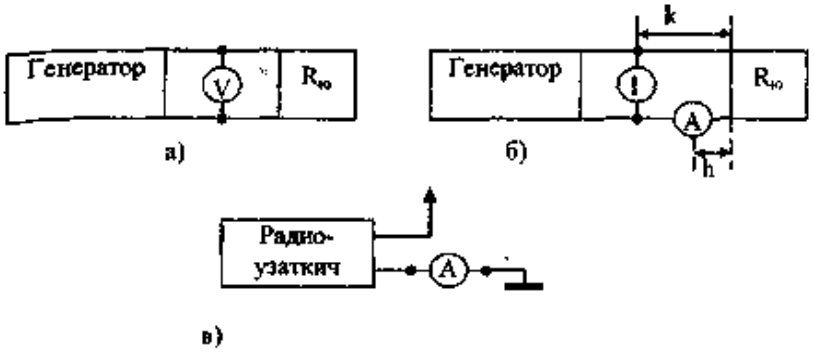
Юқори частоталарда энергияни ўзининг манбасидан юкламага узатиш линияси параметрлари тақсимланган узатиш линияси занжири бўлганида унинг кесимидаги ток ва кучланишнинг қийматлари юкламагача бўлган масофага боғлиқдир. Шунинг учун вольтметр ва амперметрни занжирнинг юклама ва амперметр оркали ўтадиган токлар, шунингдек, юклама ва вольтметрдаги кучланишлар мос равишда бир-бирига тенг бўладиган нукталарига уланиши керак.



а) б)

8.29-расм.

Амперметрни юкламага иложи борича шундай яқин уланадики, бунда l_1 масофа (8.30-*б* расм) ўлчанаётган токнинг частотасига мос тўлқин узунлиги λ дан камида юз марта кичик бўлсин. $l_1/\lambda < 0{,}01$ бўлганда уланиш қаршилиги 1% дан ошмайди. Волтметрни юкламадан $l_2 = n\lambda/2$ масофада уланади ($n=1,2,3,...$). Агар юклама қаршилиги $R_ю$ маълум бўлса (8.30-*а* расм) генератор қувватини битта вольтметр билан ўлчаш мумкин.



8.30-расм.

8.30-*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 8.31-расмда кўрсатилган.



8.31-расм.

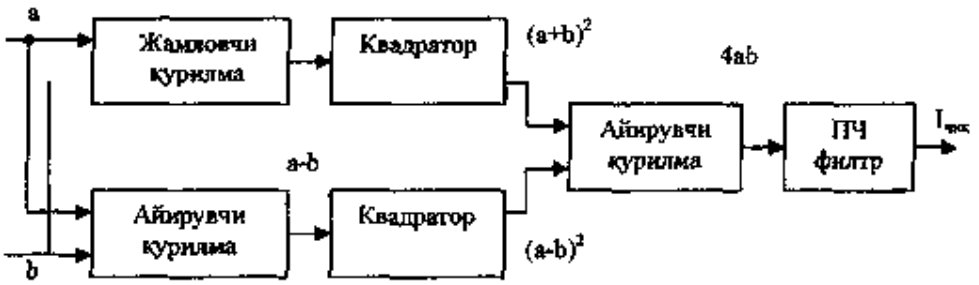
Аналогли қабул қилувчи ўзгартгичда ўлчанаётган қувват, ўлчаш учун қулайроқ бўлган бошқа физик катталикка ўзгартирилади. Ўлчаш қурилмасида у ўлчанади ва ўлчаш натижаси саноқ қурилмасида аналогли ёки рақамли шаклда қайд этилади; унинг шкалалари, одатда, қувват бирликларида даражаланади.

Квадраторли электрон ваттметр. Бу типдаги ваттметр маълум алгебраик $(a + b)^2 - (a - b)^2 = 4ab$ айният асосида ишлайди. Бу ерда иккита катталикнинг кўпайтмаси уларнинг йиғиндиси, айирмаси ва квадратга кўтариш билан алмаштирилади. Электрон схемаларда қўшиш ва квадратга кўтариш кўпайтиришга караганда осонроқ бажарилади.

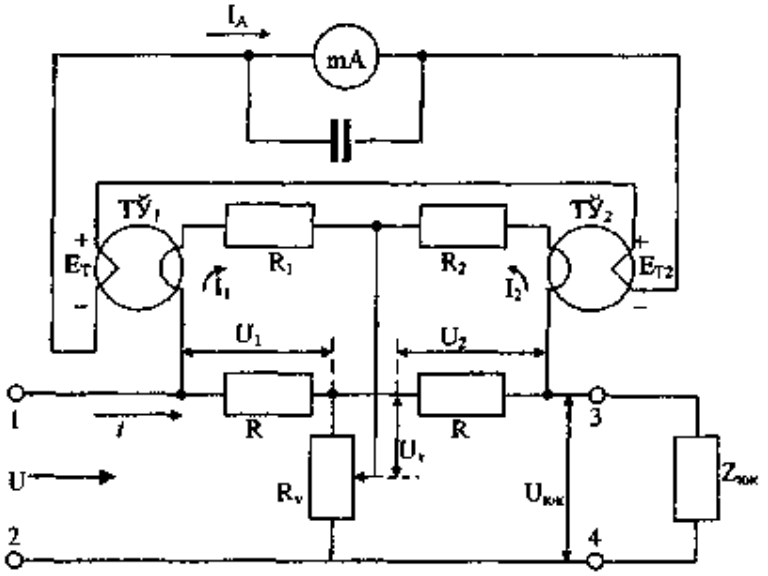
Айниятда a ва b нинг ўрнига кучланиш ва токка мос ифодаларни, яъни $a = U\sin\omega t$ ва $b = RI\sin(\omega t - \varphi)$ ни қўямиз:

$$[U\sin\omega t + RI\sin(\omega t - \varphi)]^2 - [U\sin\omega t - RI\sin(\omega t - \varphi)]^2 =$$
$$= 2RU\cos\varphi - 2RUI\cos(2\omega t - \varphi).$$

Ўзгармас ташкил этувчи $2RUI$ қувватга пропорционал ва уни магнитоэлектрик ваттметр ёрдамида ўлчаш мумкин. Ўзгармас ташкил этувчини фильтрлаш лозим, бунинг учун миллиамперметрни ўзгармас сиғимли конденсатор билан шунтлаш етарлидир. Қўшиш ва айириш операцияларини операцион кучайтиргичлар, иккинчи даражага кўтаришни эса квадратик характеристикали элементлар – квадраторлар бажаради.



8.32-расм.



8.33-расм.

Квадраторли ваттметрнинг тузилиш схемаси 8.32-расмда, принципиал схемаси эса 8.33- расмда тасвирланган бўлиб, бунда квадраторлар сифатида термоэлектрик ўзгартгичлардан фойдаланилган.

Ваттметрнинг кириш қисқичлари *1, 2* лар ўлчанаётган қувват манбаининг чиқиши билан, чиқиш қисқичлари *3, 4* лар эса юклама $Z_{юк}$ билан уланган. Юклама токи бир хил қаршиликка эга бўлган ва кетма-кет уланган иккита резистор R орқали оқиб ўтади, бунда қаршилик юклама қаршилиги модули $|Z_{юк}|$ 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 $|Z_{юк}|$ дан кўп марта катта ва R дан умуман катта. Шу сабабли R_V дан олинадиган кучланиш $U_V = KU_{юк}$ юкламадаги кучланишга пропорционал деб ҳисоблаш мумкин. $U_1 + U_V$ ва $U_1 - U_V$ кучланишлар мос равишда термоўзгартгичлар $ТЎ_1$ ва $ТЎ_2$ ларнинг қиздиргичлари занжирига берилади. Қиздиргичлар токлари 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 токлар мос равишда қуйидагига тенг:

$$i_1 = (U_1 + U_2)(R_1 + r_{кизд}) \text{ ва } i_2 = (U_2 - U_V)(R_2 + r_{кизд}),$$

бу ерда $r_{кизд}$ – қиздиргич қаршилиги.

Маълумки, E_T термо-ЭЮК қиздиргич токининг таъсир қилаётган қийматига пропорционал, бу ерда k – пропорционаллик коэффициентига боғлиқ бўлиб, у термоўзгартгич типига боғлиқ. Шу сабабли $ТЎ_1$ ва $ТЎ_2$ термоўзгартгичлардан олинаётган термо-ЭЮК учун ифодани ушбу кўринишда ифодалаш мумкин:

$$E_{T1} = \frac{k}{(R_1 + r_{кизд})^2}\frac{1}{T}\int_0^T (U_1 + U_V)^2\,dt \ . \qquad (8.41)$$

$$E_{T2} = \frac{k}{(R_2 + r_{кизд})^2}\frac{1}{T}\int_0^T (U_2 - U_V)^2\,dt \ . \qquad (8.42)$$

Термопаралар бир-бирига учрашма қилиб уланган, демак, миллиамперметр кўрсатиши термо-ЭЮКлар айирмаси $E_{T1} - E_{T2}$ га

пропорционалдир. $U_1 = U_2 = iR$, $U_V = kU_{юк}$ ва $R_1 = R_2 = R$ эканлигини ҳисобга олиб, (9.41) ва (9.42) формулаларга асосан қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$E_{T1} - E_{T2} = \frac{4KkR}{(R' + r_{кад})^2} \frac{1}{T} \int_0^T iU_{юк}\, dt = \alpha P \qquad (8.43)$$

бу ерда α – 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:

$$I_A = \frac{E_{T1} - E_{T2}}{R_A} = \frac{\alpha}{R_A} P = bP\ , \qquad (8.44)$$

бу ерда b – квадраторли 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 MGs гача частоталар диапазонида қўлланилади. Уларнинг афзалликлари шуки, кўрсатишлари кучланиш ва ток шаклига боғликмас ҳолда частота ва фазавий силжишга кам боғликдир. Хатолиги 1,5...2% ни ташкил этади. Асосий камчилиги – термоўзгартгичлар характеристикаларининг тўла идентик бўлиш талабидир.

8.7.4. ЎЮЧ занжирларида қувватни ўлчаш

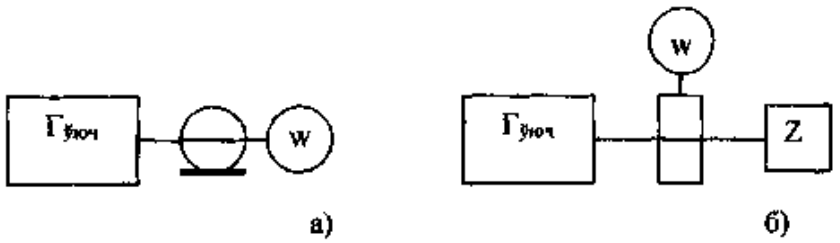
ЎЮЧ ларда қувватни ўлчаш доимо электромагнит майдон энергиясини дастлаб бошқа турдаги энергияларга, асосан, иссиклик энергиясига ўзгартириш билан бажарилади. Мувофиқлаштирилган юклама томонидан ютиладиган ёки энергия узатиш линияси бўйлаб ихтиёрий юкламага ўтадиган қувват ўлчанади. Шунга мувофиқ равишда ютиладиган ва ўтадиган қувватларни ўлчаш методлари ва ваттметрлари мавжуд (8.3- жадвал).

8.3-жадвал

ЎЮЧ қуввати	Ўлчаш методлари	ЎЮЧ қуввати	Ўлчаш методлари
Ютиладиган	Калометрик Термоэлектрик Терморезистив	Ўтадиган	Тармоқланиш Пондермоторли

Ютиладиган қувватни ЎЮЧ энергияси манбаи – генератор ёки радиоузаткичнинг чиқиш кучланишини аниқлашда ўлчанади, шунинг учун ютиладиган қувват ваттметрида қабул қилувчи ўзгартгич эквивалент мувофиқлаштирилган юкламани ўз ичига олади. Демак, *Г* манбанинг юкламаси (8.34-*а* расм) ўзи ютадиган қувватни ўлчайдиган ваттметр *W* нинг ўзи бўлади.

Ўтувчи қувватни узатиш линиясида ихтиёрий юклама $Z_{юк}$ да сочиладиган қувватни аниқлашда ўлчанади (8.34-*б* расм).



8.34-расм.

Параметрлари тақсимланган занжирларда қувватни ўлчашда энергия узатиш трактидаги қаршиликларни мувофиқлаштириш ўлчашлар аниқлигида ҳал қилувчи рол ўйнайди. Агар тўла қаршилиги $Z_{юк} = R_{юк} + iX_{юк}$ бўлган юклама генераторга бевосита уланса, у ҳолда, маълумки, ички қаршилиги $Z_г = R_г + jX_г$ бўлган генератор бу юкламага

$$P = \frac{U_г^2 R_{юк}}{\left[(R_г + R_{юк})^2 + (X_г + X_{юк})^2\right]} \qquad (8.45)$$

қувватни беради, бу ерда генератор чиқишидаги кучланишнинг амалдаги қиймати. Генератор юкламага энг катта қувватни уларнинг қаршиликлари комплекс-қўшма мувофиқлаштирилганида, яъни $R_г = R_{юк}$ ва $X_г = -X_{юк}$ бўлганда беради. Бу қувватнинг қиймати (8.45) формуладан аниқланади:

$$P_{макс} = \frac{U_г^2}{4R_г}. \qquad (8.46)$$

Агар юклама генераторга узатиш линияси орқали уланса, у ҳолда мувофиқлаштириш мураккаблашади. Узатиш линиялари, одатда, бир жинсли, улардаги исрофлар (йўқотишлар) ҳисобга олинмаса 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 $Z_{юк}$ қаршиликка юклама қилинган линияга бериладиган энергияси қуйидаги формула билан аниқланади

$$P_{ЮК} = P_{max}\left(1 - \left[\Gamma_{ЮК}\right]^2\right) \qquad (8.47)$$

бу ерда $|\Gamma_н|$ – юкламадан кучланиш бўйича қайтиш коэффициенти модули бўлиб, қайтган тўлқин майдони кучланганлиги амплитудаси $E_о$ нинг тушувчи тўлқин майдони кучланганлиги амплитудаси $E_т$ га нисбатига тенг; $|\Gamma_{юк}| = E_о/E_т$. Иккинчи томондан, қайтиш коэффициенти, шунингдек, юклама қийматлари ва линиянинг тўлқин қаршилиги муносабатларига ҳам боғлиқ; $\Gamma=(Z_{юк} - b)/(Z_{юк} + r)$, бу ердан келиб чиқадики, агар юклама қаршилиги узатиш линияси тўлқин қаршилиги билан мувофиқлаштирилган ($Z_{юк} = r$) бўлса, у ҳолда қайтиш коэффициенти нолга тенг ва юкламага максимал қувват келади.

Умумий ҳолда, яъни генератор ҳам, юклама ҳам мувофиқлаштирилмаган бўлса,

$$P_{юк} = \frac{P_{max}\left(1 - |\Gamma_{юк}|^2\right)\left(1 - |\Gamma_{юк}|^2\right)}{|1 - \Gamma_Г \Gamma_{юк}|^2} \qquad (8.48)$$

бу ерда Γ – генератордан қайтиш коэффициенти.

Амалда мувофиқлаштириш даражасини қайтиш коэффициенти ўрнига турғун тўлқин коэффициенти (ТТК) $K_{ТТК}$ билан тавсифланади, у қайтиш коэффициенти билан қуйидагича боғланган:

$$K_{ТТК} = \frac{E_{max}}{E_{мин}} = \frac{|E_Т| + |E_О|}{|E_Т| + |E_О|} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}. \qquad (8.49)$$

Турғун тўлқин коэффициенти ўлчаш чизиғи ёки ТТК панорамали ўлчаш ўлчагичи билан ўлчанади ва унинг қиймати бўйича зарур бўлганда қайтиш коэффициенти модули ҳисобланади:

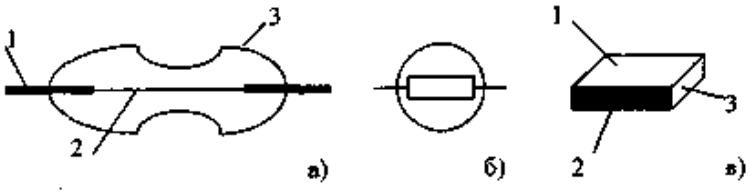
$$|\Gamma| = \frac{K_{ТТК} - 1}{K_{ТТК} + 1} \qquad (8.50)$$

Ютиладиган қувватни ўлчашнинг ваттметрнинг (юкламанинг) тўла кириш қаршилиги генераторнинг тўла чиқиш қаршилиги ва узатиш линияси тўла қаршилигининг мувофиқлаштирилмаганлиги оқибатидаги нисбий хатолиги

$$\delta_{номуюф} \frac{(P_B - P_{max})}{P_{max}} \tag{8.51}$$

га тенг, бу ерда $P_{в}$ – ваттметр ютадиган қувват, P_{max} – генераторнинг энг катта қуввати. $P_{в} = P_{юк}$ ва $\Gamma_{юк} = \Gamma_{в}$ деб (бу ерда $\Gamma_{в}$ – ваттметр қайтиш коэффициенти), (8.42) дан нисбий хатоликнинг генератор ва ваттметр қайтиш коэффициентларига боғлиқлигини ҳосил қиламиз:

$$\delta_{номуюф} = \frac{\left(1 - |\Gamma_{в}|^2\right)\left(1 - |\Gamma_{г}|^2\right)}{|1 - \Gamma_{г}\Gamma_{в}|^2}. \tag{8.52}$$



8.35-расм.

Кўпчилик амалий ҳолларда генератор узатиш линияси билан мувофиқлаштирилган бўлади ва $\Gamma_{г} = 0$. У ҳолда:

$$\delta_{номуюф} = -|\Gamma_{в}|^2 = \frac{(K_{ТТК} - 1)^2}{(K_{ТТК} + 1)^2}. \tag{8.53}$$

Бу мунтазам хатоликни тегишли тузатмани киритиб, бартараф этиш мумкин.

8.7.5. ЎЮЧ қувватини ўлчаш методлари

Ютиладиган қувватни ўлчаш мақсадларида, асосан, иссиқлик методларидан фойдаланилади. Бу методни тавсифловчи тенглама

$$P_{ўрт} = Q_{т}/T = C_{q}/T \tag{8.54}$$

кўринишга эга, бу ерда $Q_{т}$ – иссиқлик миқдори, Ж; C_{q} – ишчи жисм иссиқлик сиғими, J/°C; T – вақт, s.

Иссиқлик методларидан фойдаланишда, температура ва вақтни ўлчаш зарурлиги (8.54)дан келиб чиқади. Бироқ кўпинча алмаштириш методи қўлланилади, бунда ЎЮК энергияси (қуввати) ўша температура қарор топгунига қадар ўзгармас ток энергияси ёки

паст частота токи билан алмаштирилади. Ишчи жисмда иссиқлик мувозанатининг қарор топиш вақти ишчи жисм иссиқлик сиғимининг у ва муҳит орасидаги иссиқлик қаршилигига кўпайтмасига пропорционалдир. Бу икки таъсир этувчи факторни (омилни) камайтириб, кўрсатишларнинг ўрнатилиш вақтини камайтириш мумкин. Ўлчаш вақтини, шунингдек, алмаштириш методини 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 қувват камайтирилади. 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 характеристикаларига* боғлиқлигини маълум даражада бартараф этади. Алмаштириш методи терморезисторли ва калориметрик ваттметрларда кенг қўлланилади.

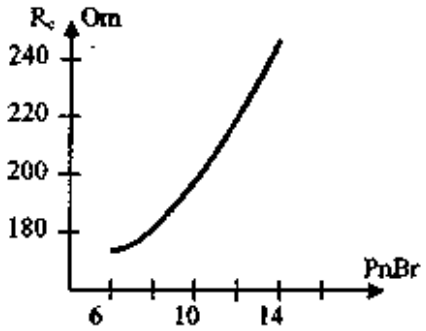
Қувватни терморезисторлар ёрдамида ўлчаш. Қувватнинг кичик (100 mVt ва ундан паст) даражаларини ўлчашнинг асосий методи терморезисторларда электромагнит энергияси сочилганида (тарқалганида) уларнинг ўтказувчанлигини ўлчашдан иборатдир. Терморезистор энергияни узатиш линияси билан яхши мувофиқлаштирилган, 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 характеристикалари. Болометрларнинг икки типи тарқалган: симли, юпқа плёнкали (пардали). Симли болометрлар шиша вакуумли ёки инерт газ билан тўлдирилган баллон (3) дан иборат бўлиб (8.35-*а* расм), унинг ичига диаметри 1–10 mkm бўлган платина ёки вольфрам ип кавшарланган. Болометрнинг чиқишлари (1) ва ипнинг ўзи тўғри

чизиқлидир. 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 8.35-*б* расмда кўрсатилган.

Симли болометрлар 1 GGS дан паст частоталарда ишлатилади. Юқори частоталарда плёнкали болометрлардан фойдаланилади (8.35-*в* расм). Слюда ёки шишадан тайёрланган тагликка (1) платина ёки палладий плёнкаси (2) пуркалади.

Болометрнинг қаршилигининг сочилаётган қувватга боғлиқлиги 8.36-расмда кўрсатилган. Бу расмдан кўриниб турибдики, температура коэффициенти мусбат, яъни болометрда сочилаётган қувват ошиши билан унинг қаршилиги ўсади. Болометрнинг кўндаланг ўлчамлари энг паст частотали токларнинг сингиб кириш чуқурлиги билан ўлчовдош бўлиши керак, бу эса болометрнинг қаршилиги паст частоталарда ҳам, юқори частоталарда ҳам деярли бир хил бўлишини таъминлайди.



8.36-расм.

Сезгирликни ошириш учун ипнинг материали юқори температура коэффициентли қилиб танланади. Бундан ташқари, болометр узатиш линиясининг тўлқин қаршилигига яқин бўлган, етарлича катта тўлқин қаршиликка эга бўлиши учун у жуда ингичка бўлиши лозим.

Симли болометрлар тўла қаршилиги индуктив ташкил этувчисининг катталиги сабабли уларнинг қўлланилиш соҳаси сантиметрли тўлқинли диапазони билан чекланган.

Болометр асосий характеристикаси унинг қаршилиги ва сезгирлигининг ўлчанаётган қувватга боғлиқлигидан иборатдир:

$$R = f(P) \text{ ва } S = \text{j}(P). \qquad (8.55)$$

Экспериментал маълумотлар

$$R - R_0 = \alpha P^{\beta} \qquad (8.56)$$

эканлигини кўрсатади, бу ерда R_0 – болометрнинг қаршилиги, Om; R – болометрнинг унда қувват сочилишидаги қаршилиги, Om; P – сочилаётган қаршилик; α ва β – болометрнинг материали ва ипининг ўлчамларига боғлиқ ўзгармасдир.

Болометрнинг характеристикаси квадратга яқин бўлади. Бу қувват ўлчагичнинг чизиқли шкаласини ҳосил қилиш имконини беради. Характеристиканинг квадратик характеристикадан оғиши ипдан ундан массивроқ бўлган чиқишлар иссиқликни олиб кетиши оқибатида ипнинг қизиши нотекис бўлиши билан аниқланади. Ип температураси 150–200°С дан юқори бўлганда ишлайдиган вакуумли болометрлар учун иссиқлик бериш механизмига кучланиш жиддий ҳисса қўшади. Характеристика $R = f(P)$ нинг тиклиги болометр сезгирлигини белгилайди.

Болометр сезгирлигининг қувватга боғлиқлиги ушбу формула билан аниқланади:

$$S = \frac{dR}{dP} = \alpha\beta P^{\beta-1} = \beta(R - R_O)/P. \qquad (8.57)$$

Болометрларнинг асосий характеристикалари жумласига қуйидагилар киради: болометрнинг ишчи нуқтада ўзгармас токка узатиш линиясининг тўлқин қаршилиги билан мувофиқлашадиган қаршилиги R_t, Ом, бунда у қаршиликнинг температура коэффициенти

$$\gamma_1 = (1R_t)(dR_t / dt), \qquad (8.58)$$

яъни температура ўзгариши натижасида қаршиликнинг нисбий ўзгариши, 1/°С; сочилиш ўзгармаси:

$$h_t = dp/d\theta$$

у болометрда сочилаётган қувват орттирмасининг, бунинг натижасида унинг температурасининг атроф-муҳит температурасига нисбатан ошиши нисбатига тенг, бу ерда $\theta = t_K^o - t_{k.amp}$ Vt/°С; сезгирлик:

$$S_t = dR_t / dP$$

ёки процентларда:

$$S_t' = \frac{1}{R_t}\frac{dR_t}{dP}\cdot 100\ \% \qquad (8.59)$$

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 *е* марта совиш вақти билан ифодаланади;

максимал рухсат этиладиган қувват сочилиш $P_{ўрт.макс}$ – болометр узоқ вақт давомида, унинг характеристикаларининг 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 (8.36- расм). Симли болометр қаршилигининг атроф-муҳит температурасига боғлиқлиги ушбу тенглама билан ифодаланиши мумкин:

$$R_t = R_{t.amp}(1+\alpha_t\theta), \qquad (8.60)$$

бу ерда $\theta = t_K^o - t_{k.amp}$; Vt/°C; – болометр ипи ва атроф-муҳит температуралари айирмаси.

Санок қурилмаси кўрсатишларининг атроф-муҳит температураси ўзгаришидаги дрейфи болометр сочиш ўзгармасига тўғри пропорционалдир: $DP = h_tDq$.

Яна ҳам юқори частоталарда, миллиметрли тўлқин узунликлари диапазонига қадар, плёнкали болометрлар тарқалди, улар 30–50 mkm 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 mkm қалинликдаги металл плёнкаси қопланган диэлектрик цилиндр ёки шишатола кўринишидаги конструкциялар мавжуд. Турли конструкцияли болометрларнинг сезгирлиги 1 дан 10 Om/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 волновод 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.

Болометрик методларнинг 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 иҳоталаш (изоляциялаш) қийин. Атроф-муҳит температураси ўзгаришини нейтраллаш учун уни компенсациялашнинг турли методлари назарда тутилади. Бунга, одатда, иккинчи болометр ва иккинчи кўприк схемасидан фойдаланиш билан эришилади. Мазкур методнинг қўлланилиши температуравий хатоликни бир ёки икки тартибга пасайтириш имконини беради.

8.8. 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 оралиғида ўзгартирилади ва таянч частота импульслари билан тўлдирилади.

Ваттметрнинг микропроцессори иш режимларини автоматик бошқариш ва ўлчаш чегараларини автоматик алмашлаб улагични 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 манбаидан таъминланади.

Қабул қилиш ўзгартиргичи стандарт юқори частотали разёмли коаксиал линия (ёки тўлқин ўтказгич), ютувчи элемент, тероэлектрик 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 жойлашганлиги 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 экранлардан фойдаланилади. Ташқи экранда қовурғалар маҳкамланган бўлиб, улар экран билан биргаликда радиаторни ҳосил қилади. Радиа-торнинг 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 тизимига 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 коэффициентлари амплитудали ва ўрта, ўрта квадратик ва тўғриланган ўрта қийматлар орасида алоқани ўрнатади?

3. Носинусоидал сигнални ўлчашда нима сабабдан методик 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 принципини тушунтириб беринг.

10. ЎЮЧ диапазонида электромагнит тўлқинлар қувватини ўлчаш хусусиятини тушунтириб беринг.

11. ЎЮЧ қувватини терморезистор усули билан ўлчашни тушунтириб беринг.

IX БОБ. ЭЛЕКТР СИГНАЛЛАРИНИНГ ШАКЛИНИ КУЗАТИШ ВА ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

9.1. Электрон осциллографлар

Осциллографнинг вазифаси. *Осциллограф* деб электр сигналларини кузатиш ва қайд қилиш, шунингдек, уларнинг параметрларини ўлчаш учун мўлжалланган асбобга айтилади. «Осциллограф» сўзи лотинча сўз «осцилум» – тебраниш ва грекча сўз «графо» – ёзаман сўзларидан келиб чиққан. Шундай қилиб, осциллограф – тебранишларни ёзиш (қайд қилиш) учун асбобдир. Адабиётларда, кўпинча, «осциллоскоп» атамаси учрайди. Унинг асосида «скопео» – кузатиш сўзи ётади.

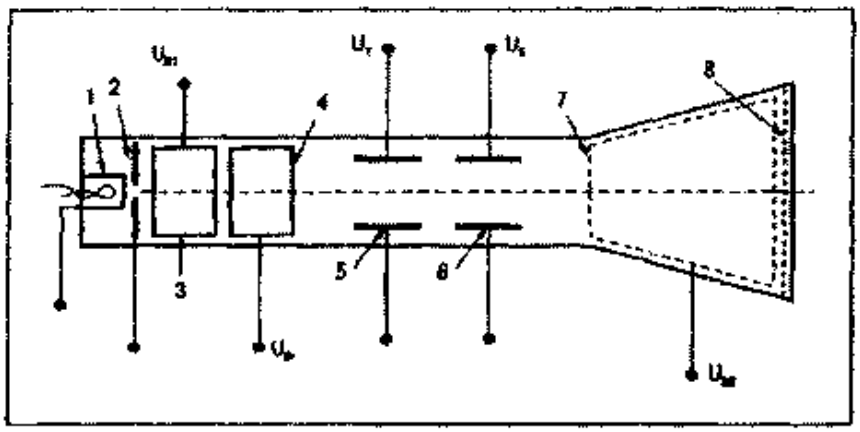
Ҳозирги вақтда «осциллограф» атамаси қўлланилади ва бу атама билан тебранишларни ҳам визуал кузатиш, ҳам уларни ёзиш учун мўлжалланган асбоб белгиланади.

Осциллографнинг асосий вазифаси турли электр тебранишларни график кўринишда (осциллограммалар шаклида) қайта тиклашдан иборатдир. Осциллограф ёрдамида кўпинча кучланишнинг вақтга боғлиқлиги декарт координаталар системасида 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.

ГОСТ 9810-69 га мувофиқ, осциллографлар «С» ҳарфи билан белгиланади. Ундан кейинги рақам асбоб типини тасвирлайди, масалан, С1 – универсал осциллографни, С7 – тезкор осциллографни, С8 – хотирловчи осциллографни, С9 – махсус осциллографни билдиради. Саноатда ҳар бир типдаги осциллографларнинг катта ассортименти ишлаб чиқарилаётганлиги сабабли яна бир рақам – асбобнинг бир типли осциллографлар оиласидаги тартиб рақами қўшилади. Масалан, С1-40 – универсал осциллографнинг тўлиқ белгиланиши. Янги асбобларга янада юқорироқ тартиб рақамлари берилади.

9.2. Электрон-нурли осциллографик трубкалар

Электрон осциллографнинг асосий элементи электрон-нурли трубка (ЭНТ) бўлиб, у электронлар манбаи, тор электрон дастани шакллантирувчи курилма, дастани иккита текисликда оғдириш қурилмаси ва люминесцентловчи экрандан иборат (9.1-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. оксидидан 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 қатламни 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 колба ичида жойлашиши 9.1-расмда кўрсатилган.



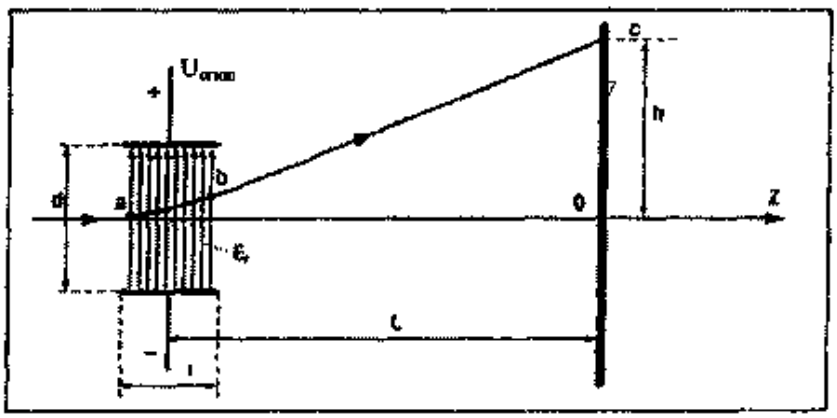
9.1-расм.

Электрон нурнинг интенсивлигини бошқариш учун катод ёнида кичик тиркишли дискдан иборат модулятор *2* жойлашади. Модулятор тарқалаётган электрон нурни чегаралайди. Катод ва модулятор орасидаги потенциаллар айирмасини ростлаш билан модулятор тиркиши 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.



9.2-расм.

Электрон нурнинг электр майдони томонидан оғдирилиш жараёни 9.2-расмда кўрсатилган. Электрон дастанинг оғишини бошқарувчи $U_{\text{оғиш}}$ 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 ўнгроқда электронлар яна тўғри чизиқли ҳаракатланади ва экранга *c* нуқтада етиб, уни ёриштиради. Шундай қилиб, $U_{\text{оғиш}}$ таъсири остида электрон нур экран текислигида марказдан *h* масофага оғади. $U_{\text{оғиш}}$ ни ўзгартириш билан экрандаги ёруғ доғнинг вазиятини ўзгартириш мумкин. Қутб ва, демак, E_y вектор йўналиши ўзгарганида нур 0 нуктада пастда жойлашади. Оғиш ўлчами *h* ни бундай аниқлаш мумкин:

$$h = \frac{lLU_{\text{оғиш}}}{2dU_{a2}}, \qquad (9.1)$$

бу ерда *L* – пластиналар марказидан экрангача бўлган масофа; *l* – пластиналар орасидаги масофа; U_{a2} – аноддаги катодга нисбатан кучланиш.

(9.1) дан келиб чиқадики, нурнинг экранда оғиш ўлчамли *h* ва пластиналарга қўйилган $U_{\text{оғиш}}$ орасида чизиқли боғланиш мавжуд. Бу муҳимдир, чунки бу катталиклар орасидаги чизиқли боғлиқлик осциллограмманинг бузилмаган ҳолда олиш имконини беради. Шуни ҳам қайд этамизки, *h* ва $U_{\text{оғиш}}$ орасида қайд этилган бу чизиқли 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:

$$\varepsilon = \frac{h}{U_{\text{оғиш}}} = \frac{lL}{2dU_{a2}}. \qquad (9.2)$$

Бу катталикнинг ўлчами – миллиметр/вольт, яъни нурни 1 mm га оғдириш учун пластиналарга қандай $U_{оғиш}$ 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 ёркинлиги ушбу муносабатдан аниқланади:

$$B = Aj(U_{a2} - U_0)^n, \qquad (9.3)$$

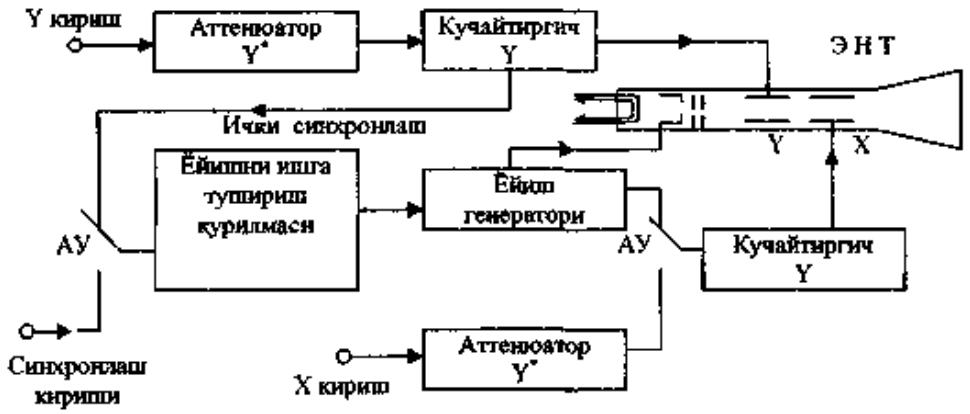
бу ерда A – люминофорнинг кимёвий таркибига боғлиқ доимийлик; j – электрон нур токининг зичлиги; U_{a2} – тезлатувчи кучланиш; U_0 – люминофор ёруғлана бошлайдиган бошланғич кучланиш; n – даража кўрсаткич, люминофорнинг турли типлари учун 1 дан 2,5 гача ўзгаради. (9.3) дан кўриниб турибдики, ёруғланиш ёркинлиги 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 ёркинлигини таъминлайди. Паст частотали сигналларни кузатишда экраннинг сўнг ёруғланиш вақти – ёркинлик 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); узоқ (10^{-1} дан 16 s гача); жуда узоқ вақтли (16 s дан ортиқ).

9.3. Осциллографнинг тузилиш схемаси

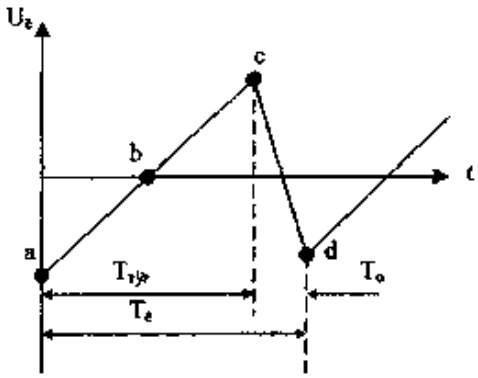
Осциллографнинг соддалаштирилган тузилиш схемаси 9.3-расмда берилган. Тадқиқ қилинаётган сигнал кучайтиргич Y киришига аттенюатор орқали берилади. Сигнал кучайтиргич чиқишидан ЭНТ нинг нурни вертикал оғдириш пластиналарига

берилади. Аттенюатор катта амплитудаларга эга бўлган сигналлар билан ишлашда зарурдир.



9.3-расм.

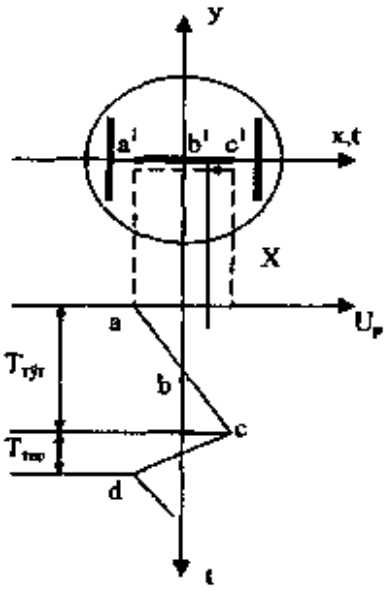
Нурнинг горизонтал йўналишида кўчириш учун ёйиш генератори хизмат қилади, ундан кучланиш кучайтиргич X орқали горизонтал оғдириш пластинасига келади. Ёйиш генераторини бошқариш учун ёйишни ишга тушириш қурилмаси кўзда тутилган. Ёйиш генераторини, зарурат бўлганда, узиш ва $АУ_2$ алмашлаб улагич пастки ҳолатга ўтказиб, ташқи сигнални X кириш орқали горизонтал оғдириш пластиналарига бериши мумкин.



9.4-расм.

Тадқиқ қилинаётган сигналнинг осциллограммасини ҳосил қилиш учун ЭНТ экранидаги ёруғ доғнинг горизонтал ва вертикал йўналишлардаги ҳаракатини бошқариш лозим. Ёйиш генератори аррасимон шаклдаги тебранишлар ишлаб чиқаради (9.4- расм).

Графикнинг *a–c* участкасида ёйиш кучланиши $u_ё$ чизиқли ўсади. $u_ё$ 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 $T_ё$ ни ташкил этади. Агар $u_ё$ ни, сигналны вертикал оғдириш пластиналаридан узиб, горизонтал оғдирувчи пластиналарга берилса, ЭНТ нинг электрон дастаси фақат горизонтал текисликда



9.5-расм.

оғади. Бунда экрандаги ёруғланувчи доғ ушбу кетма-кетликда кўчади. Максимал манфий кучланиш $u_ё$ да (9.5-расмдаги *a* нуқта) ёруғланувчи экранда энг четки чап вазиятни (*a* нуқта) эгаллайди. $U_ё$ чизиқли ошиб борганида доғ секин-аста $b_ў$ нуқтага кўчади ва $U_ё$ нинг қутби ўзгарганидан сўнг *c* нуқтага кўчади. *a–c* участкада доғнинг ҳаракат тезлиги ўзгармас бўлади, чунки $U_ё$ чизиқли қонун бўйича ўсади ва (9.1) га асосан доғнинг экранда кўчиши ва пластиналарга қўйилган кучланиш орасида чизиқли боғланиш мавжуд. *c* нуқтага етганидан сўнг, доғ тескари йўналишда кўча бошлайди.

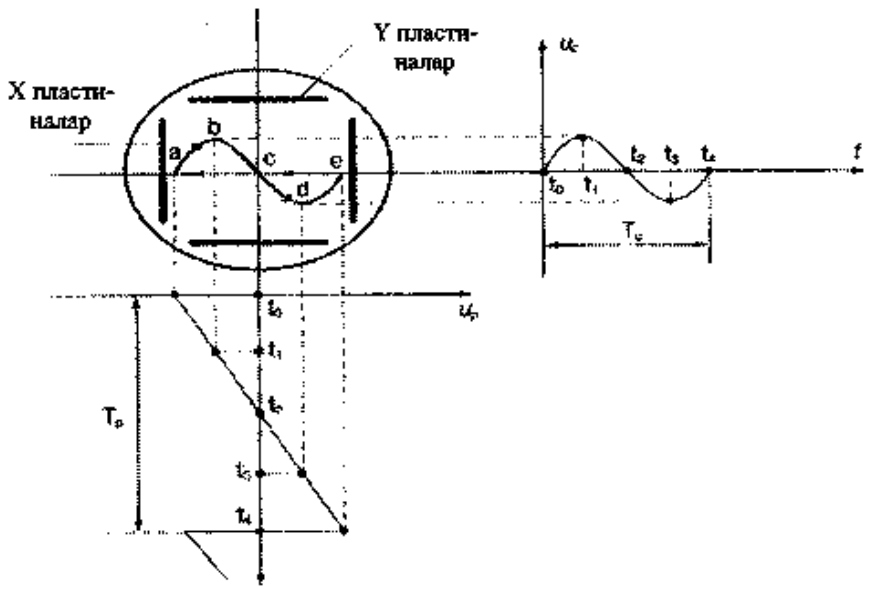
Тескари юриш $T_{тес}$ п $T_{тўғ}$ вақтда амалга ошади, шу сабабли доғнинг тескари йўналишда ҳаракат тезлиги жиддий каттадир. Доғнинг тескари юриш вақтидаги ҳаракат траекторияси 9.5-расмда шартли равишда бироз пастга кўчирилган штрихли чизиқ билан кўрсатилган. Аслида нур тескари томонга ўша йўналишда ҳаракатланади. Осциллограммани ҳосил қилиш учун $u_р$ нинг тўғри юриш участкасида (*a–c*) чизиқлилиги муҳим аҳамиятга эга, тескари юриш йўли (*c–d*)да $u_р$ нинг шакли принципиал аҳамиятга эга эмас. Муҳими, тескари юриш йўли вақтини иложи борича минималлаштириш керак.

Шундай қилиб, $U_ё$ 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. $U_ё$ шаклининг тўғри юриш интервалида бузилиши ёйилишининг ночизиқлигини 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 ($U_ё$) ва сигналнинг ($U_с$) мос равишда *x* ва *y* пластиналарда таъсири остида ЭНТ экранида тасвирнинг ҳосил бўлиши 9.6-расмда кўрсатилган. Осциллограммани ясашда

аррасимон ёйиш кучланишининг даври сигнал даврига тенг. Тескари йўл даври эса нолга тенг бўлади, деб қабул қилинган. Ёйиш даври чегаралари 9.6-расмда t_0, t_1, t_2, t_3 ва t_4 билан белгиланган тўртта тенг интервалга бўлинган. t_0 моментда $u_c = 0$, u_e 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 чизиқ бўйича оний равишда бошланғич ҳолатига қайтади (9.6-расмда $T_{тес}$ 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 9.6-расмдаги осциллограмманинг мос нуқталари билан устма-уст тушади.

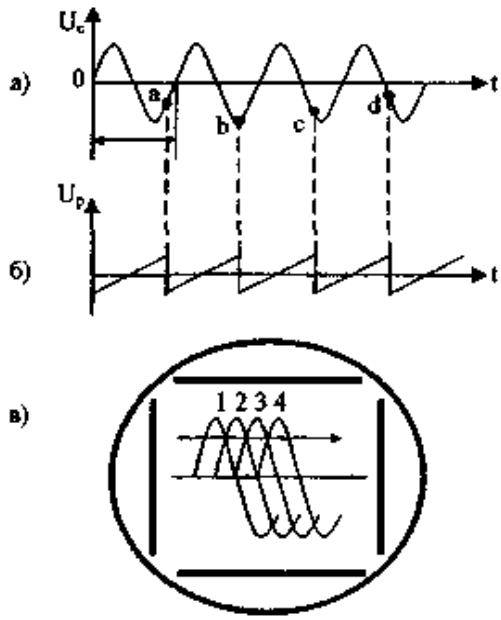


9.6-расм.

Айрим осциллограммаларнинг устма-уст қўйилиши ва қўзғалмас тасвирнинг ҳосил бўлиши 9.6-расмни тузишда қайд қилинган шартга, чунончи $T_c = T_e$ бўлишига боғлиқ. Бу ҳолда исталган даврий сигнал вақт бўйича интервалларга бўлинади ва уларнинг чегараларида сигнал «кесмалари» тўла бир хил

(идентикдир) ва осциллограммалар бир-бирига ётқизилганида ягона қўзғалмас тасвир ҳосил бўлади. $T_ё = nT_с$ 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 9.6-расмда тасвирланган осциллограммадан сигналнинг x ўқи бўйлаб қўйилган даврлари сони (2, 3 ва ундан кўп) билан фарқ қилади. $T_ё = nT_с$ шарти ёйиш даври $T_ё$ ни сигналнинг каррали даврига тенг қилиб танлаш зарурлигини билдиради.

Ёйиш ва сигнал частоталарининг карралиги бузилганида осциллограф экранида тасвирнинг шаклланиши 9.7-расмда кўрсатилган. Синусоидал шаклдаги тебранишдан иборат сигнал даври (9.7-*а* расм) $T_с > T_ё$ ёйишнинг биринчи циклида (9.7-*б* расм) экранда осциллограмма синусоиданинг *оа* нуқталар орасидаги кесмаси, иккинчи циклида *ab* кесма билан, учинчисида *bc* кесма билан ва ҳ.к. тасвирланади.

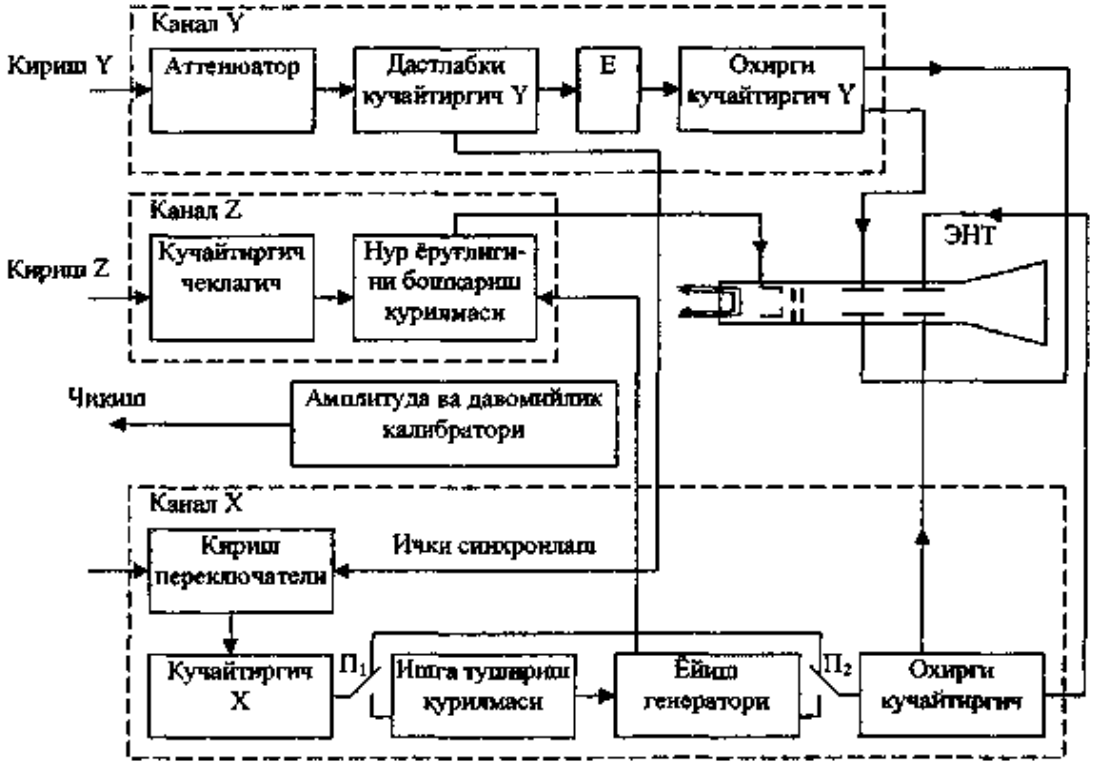


9.7-расм.

1, 2, 3, 4 осциллограммаларнинг кетма-кет пайдо бўлиши 9.7-расмда стрелка билан кўрсатилган йўналишда тасвирнинг ҳаракатланиш тасаввурини беради. Ўйиш даври сигнал давридан қанча катта бўлса, осциллограмманинг ҳаракат тезлиги шунча каттадир. $T_с < T_ё$ бўлганда осциллограмма қарама-қарши йўналишда, яъни ўнгдан чапга томон ҳаракатланишини кўрсатиш мумкин.

Шундай қилиб, қўзғалмас осциллограммани ҳосил қилиш учун ёйиш даврини (частотасини) сигнал даврига (частотасига) каррали 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 (каррали) 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. 9.3-расмда ёйиш генераторини ЭНТ модулятори билан уловчи занжир кўрсатилган. Бу занжир ёйилманинг тескари йўли *е-с-а* да электрон дастани ёпиш (беркитиш) учун хизмат қилади. Тескари йўл чизиғи экранда халақитни юзага келтиради. $T_{тес} = 0$ бўлган идеал ҳолатда нур *е* нуқтадан *а* нуқтага бир онда кўчади ва тескари юриш чизиғи ёркинлиги 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 типдаги осциллографларнинг структуравий схемалари бир-биридан баъзи жиҳатлари билан фарқланиши мумкин, бироқ улар 9.8-расмда тасвирланган умумлашган схемага асосан мос келади.



9.8-расм.

Осциллограф учта канал *X*, *Y* ва *Z* га эга. *Y* канал вертикал оғишни бошқаради ва аттенюатор, дастлабки ва охирги кучайтиргичлар, секинлатиш линиясига эга. Секинлатиш линияси сигнални секинлаштириш учун хизмат қилади, бу эса баъзан импульсли сигналларни кузатишда зарурлиги кейинроқ кўрсатилади.

X канал кириш переключателига (улаб-узгич), кучайтиргич *X*, ишга тушириш қурилмаси, ёйиш генератори ва охирги кучайтиргич *X* га эга. Кириш переключатели ё синхронлаш сигналини дастлабки кучайтиргич *Y* дан уланишини, ёки сигналли чиқиш қисқичи *X* дан берилишини таъминлайди. *X* нинг киришига ё ташқи синхронлаш сигнали, ёки тадқиқ қилинаётган сигнал берилиши мумкин. Осциллограф ёйиш генератори билан ишлаётганда $П_1$ ва $П_2$ переключателлар пастки ҳолатига ўрнатилади, синхронлаш сигнали ёйишни ишга тушириш қурилмасига келади. Охирги кучайтиргичдан аррасимон кучланиш ЭНТ нинг *X* пластиналарига келади. $П_1$ ва $П_2$ ни юқори ҳолатига ўрнатилганида ёйиш узилади. Бу ҳолда сигнал чиқиш *X* дан кириш переключателлари ва кучайтиргичлар каскади орқали ЭНТ га келади.

Канал *Z* ЭНТ нурининг ёркинлигини бошқариш учун хизмат қилади. У кучайтиргич-чеклагич ва нур ёркинлигини 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 *Y* киришига берилиши мумкин.

9.4. 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 нурнинг оғиши бу ҳолда нотекис тезлик билан амалга ошади. Осциллограмма бузилишларини баҳолаш учун ушбу ночизиқлилик коэффициенти аниқланади:

$$\beta = (\mathrm{tg}\alpha_1 - \mathrm{tg}\alpha_2)/\mathrm{tg}\alpha_1, \qquad (9.4)$$

бу ерда $tg\alpha_1$ ва $tg\alpha_2$ – ёйиш кучланиши эгри чизиғига тўғри йўл боши ва охирига мос a ва b нуқталарда ўтказилган уринмаларнинг оғиш бурчаклари (9.9-расм). Идеал ҳолда, яъни ёйиш кучланиши чизиқли ўсганида $tg\alpha_1 = tg\alpha_2$ ва $\beta = 0$ бўлади. β ни ҳисоблашда уринманинг оғиш бурчаклари тангенсларини функцияни дифференциаллаш, мазкур ҳолда ушбу ифодани дифференциаллаш йўли билан топиш мумкин:

$$U_C = E\left[1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right]. \qquad (9.5)$$

(9.5) формула ўзгармас ток манбаи E дан R қаршиликли резистор орқали зарядланадиган C сиғимли конденсаторда кучланишнинг ўзгариш қонунини тавсифлайди (9.5) дан олинган

$$\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{RC}\exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \qquad (9.6)$$

ҳосила $tg\alpha_1$ ва $tg\alpha_2$ ни аниқлаш имконини беради. $t = 0$ бўлганда , $tg\alpha_1 = \left|\frac{dU_c}{dt}\right| = \frac{E}{RC}$ ёки $t = T_{тўғ}$ бўлганда, $tg\alpha_2 = \left|\frac{dU_c}{dt}\right| = \frac{E}{RC}\exp\left(-\frac{T_{тўғ}}{RC}\right)$.

$T_{тўғ}$ – ёйилиш тўғри йўлининг давомийлиги (9.9-расм). $tg\alpha_1$ ва $tg\alpha_2$ нинг олинган қийматларини (9.4)га қўйсак, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\beta = [(1 - \exp(-T_{тўғ}/RC)]\cdot 100\%. \qquad (9.7)$$

(9.7) ва (9.5) дан ночизиқлилик коэффициенти β ва таъминот манбаи кучланиши E дан фойдаланиш коэффициенти $\zeta = U_ё/E$ орасидаги боғлиқликни аниқлаш мумкин, бу ерда $U_ё$ – ёйиш кучланишининг шаклланган қулочи. Агар $U_ё$ ни заряд конденсаторидаги U_c кучланишнинг $T_{тўғ}$ охирида эришадиган максимал қийматига тенг деб, яъни $U_ё \approx U_{спах}$ деб қабул қилинса, у ҳолда (9.5) га мувофиқ

$$\zeta = U_ё/E = 1 - \exp(-T_{тўғ}/RC)$$

бўлади. Бу олинган ифодани (9.7) билан таққослаб, $\beta \approx \zeta = U_ё/E$ ни, тақрибан бир хил β ва ζ ни ҳосил қиламиз. Бундан келиб чиқадики, ёйилманинг ночизиқлилик коэффициенти 5% тартибида бўлишига эришиш учун таъминот манбаидан фойдаланиш коэффициенти 5% дан ортиқ бўлмаслиги зарур. Агар, масалан, E = 100 V, β = 5% бўлса, у ҳолда ёйиш кучланиши бор-йўғи $u_ё = E\text{х} = 100\cdot 0{,}05 = 5$ V ни ташкил этади. Шундай қилиб, аррасимон кучланишни

шакллантириш учун экспонентадан фойдаланилганда юқори чизиқлиликни фақат бошланғич участкада, яъни кичик ζ ларда ҳосил қилиш мумкин. Агар U_e кучланиш зарурий кучланишдан кичик бўлса, у ҳолда таъминот манбаи кучланишини ошириш керак. Бу ҳолат осциллографни лойиҳалашда ноқулайлик туғдиради. Шу сабабли амалиётда оғдирувчи кучланиш шаклини тўғрилаш (чизиқлаштириш)нинг турли усулларига мурожаат қилинади.

Ёйиш аррасимон тебранишларини чизиқлаштиришнинг 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 чизиқлаштириш чизиқли ток стабилловчи икки қутблиликларни ёки манфий тескари алоқани қўлланиши билан амалга оширилади. Бундай қурилмаларнинг иш принциплари импульс техникасига оид дарсликларда батафсил ёритилади.

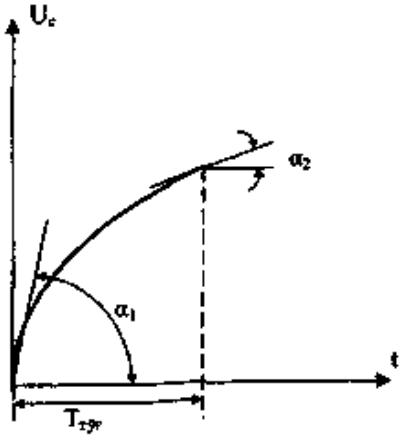
Синусоидал ёйишда осциллографнинг *X* киришига келтириладиган кучланиш ушбу синусоидал қонун бўйича ўзгаради:

$$U_x = m_{m1}\sin\omega t. \qquad (9.9)$$

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 φ бурчакка сурилган ушбу

$$U_y = U_{m2}\sin(\omega t + \varphi) \qquad (9.10)$$

синусоидал сигнал берилгандаги синусоидал ёйиш катта қизиқиш уйғотади.



9.9-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, ε_X – ЭНТ нинг горизонтал йўналишда оғдириш бўйича сезгирлигини характерловчи коэффициенти бўлиб, миллиметр/вольт ўлчамига эга.

Нурнинг вертикал йўналишда кўчиши юқоридагига ўхшаш

формула билан аниқланади:

$$y = K_y \varepsilon_y u_y = K_y \varepsilon_y u_y U_{m2} \sin(\omega t + \varphi). \quad (9.12)$$

Бу ифодани маълум тригонометрик формула асосида қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$y = K_y \varepsilon_y u_y U_{m2} [\sin\omega t \cos\varphi + \sin\varphi \cos\omega t)]. \quad (9.13)$$

(9.11) 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:

$$y = K_y \varepsilon_y U_{m2} \left[\frac{x}{K_x \varepsilon_x U_{m1}} \cos\varphi + \sin\varphi \sqrt{1 - \left(\frac{x}{K_x \varepsilon_x U_{m1}}\right)^2} \right]. \quad (9.14)$$

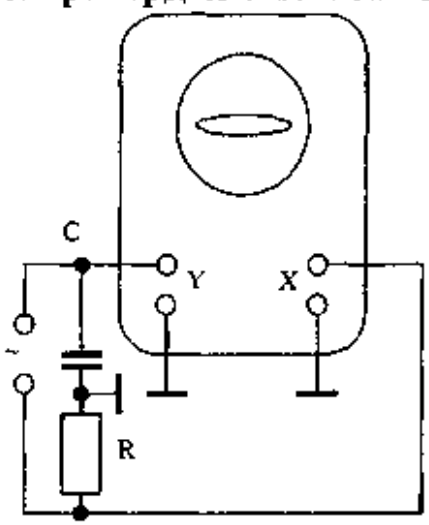
$\varphi = 90°$ бўлганда тенглама анча соддалашади:

$$\left(\frac{x}{K_x \varepsilon_x U_{m1}}\right)^2 + \left(\frac{Y}{K_y \varepsilon_y U_{m2}}\right)^2 = 1. \quad (9.15)$$

(9.15) 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:

$$X^2 + Y^2 = R. \quad (9.16)$$

Шундай қилиб, экранда эллипс ёки айланани ҳосил қилиш учун осциллограф киришларига бир хил частотали синусоидал шаклдаги, бироқ фаза бўйича 90° га силжиган сигналлар бериш зарур. Одатда, доиравий ёйишни амалга ошириш учун генератордан олинаётган синусоидал кучланиш фазалар силжиши $\varphi = 90°$ ни таъминлайдиган фаза бургичдан ўтказилади. Фаза айлантиргич ва унинг осциллографга уланиш схемаси 9.10-расмда кўрсатилган.

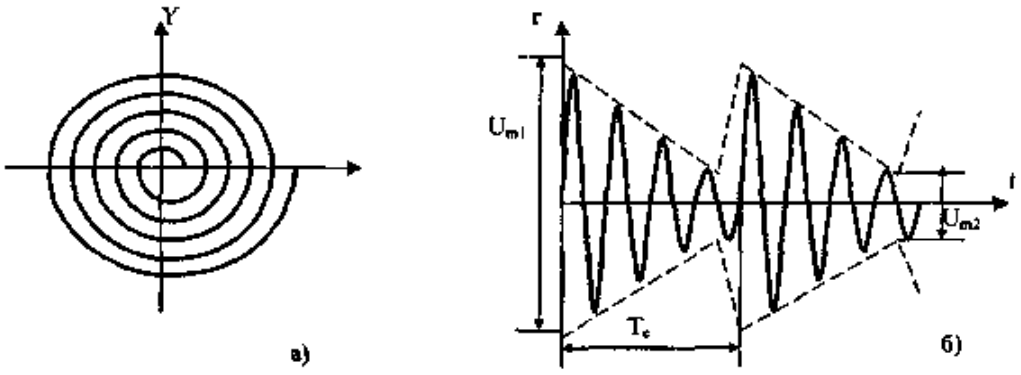


9.10-расм.

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° илгари кетаётган бўлса, у ҳолда айланиш соат стрелкасига тескари бўлади. Агар сигналларнинг ўринлари алмаштирилса, айланиш йўналиши ўзгаради. Бунга доғнинг осциллограф экранидаги ҳаракат траекториясини 9.6-расмдаги каби ясаш билан, фақат энди аррасимон ёйиш кучланишини синусоидал ёйиш кучланиши билан алмаштириб ва φ = 90° ни киритиб ишонч ҳосил қилиш мумкин.

Доиравий ёйишни спирал ёйишга айлантириш мумкин. Спирал ёйишни ҳосил қилиш принципи (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 равон камайтирилса, айлана радиуси секин-аста кичраяди ва осциллограф экранида спирал тасвири ҳосил бўлади (9.11-*а* расм). Спирал ёйилмани ҳосил қилиш учун зарурий бошқарувчи кучланиш 9.11-*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 $m = \omega/\omega_c$.



9.11-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.

9.5. Осциллограф ёйишларини синхронлаш

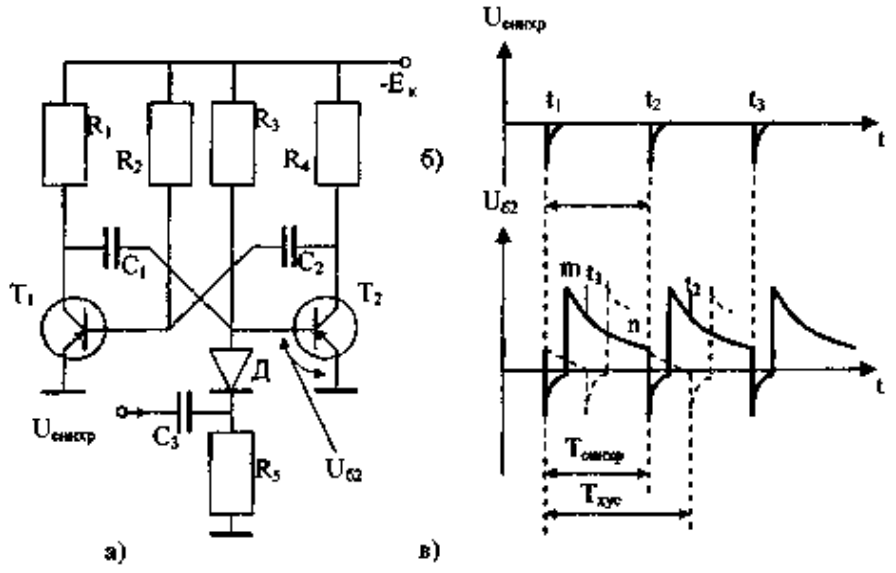
Юқорида (9.4-банд) қайд этилганидек, қўзғалмас осциллограммани ҳосил қилиш учун ёйишнинг бир даврида сигналнинг бутун сондаги даврлари аниқ жойлашиши лозим. Бу шартнинг бажарилиши ёйиш генераторини тадқиқ қилинаётган сигнал билан синхронлаш орқали таъминланади. Бунда ёйиш узлуксиз режимда ишлайди. Бунинг 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 сигналисиз), кейин эса синхронлаш сигнали токи осциллограмманинг турғун ҳолати ҳосил бўлгунига қадар, танланади.

Одатда, разрядловчи каскад ишини бошқарувчи қурилма сифатида автотебраниш режимида ишлайдиган мултивибратордан фойдаланилади. Бундай мултивибратор схемаси 9.12-*а* расмда келтирилган. Мултивибратор T_1 ва T_2 транзисторларда йиғилган. Тескари алоқа C_1 ва C_2 конденсаторлар орқали амалга оширилади. Манфий қутбли $T_{синхр}$ даврли синхронлаш импульслари T_2 нинг базасига конденсатор C_3 ва диод Д орқали келади. Кучланиш шакли 9.12-*в* расмда кўрсатилган. t_n участкада $U_{б2}$ кучланиш экспоненциал қонун бўйича ўзгаради. Синхронловчи сигналлар бўлмаганида $U_{б2}$ кучланиш экспонента бўйича нолгача камаяди ва t_1 моментда релаксацион жараён юзага келади (штрихли чизиқ). Агар t_2 моментда T_2 нинг базасига тик фронтли манфий қутбли импульс келса, у ҳолда нол потенциалга t_2 моментда эришилади ва мултивибраторнинг тебранишлар даври қисқаради ва синхронловчи сигналларнинг келиш даври $T_{синхр}$ га тенг бўлади. Шундай қилиб, синхронланиш ҳосил бўлиши учун мултивибраторнинг хусусий тебранишлар даври синхронлаш импульсларининг келиш давридан бироз ортиқ бўлиши зарур. $T_{синхр}$ ва $T_{хус}$ даврлар орасидаги зарурий

фарқ мултивибратор даври $T_{хус}$ ни экспериментал ўзгартириш йўли билан танланади, шу билан бирга $T_{хус}$ ни тўғри танланганлик критерийси бўлиб, ЭНТ экранидаги осциллограмманинг турғунлиги хизмат қилади.

$T_{синхр}$ ва $T_{хус}$ даврлар муносабатининг синхронлаш турғунлигига таъсири 9.13-расмда тушунтирилган. Одатда, мултивибратор синхронлаш импульслари ички ва ташқи сабабларга кўра келиб чиқадиган халақитлар билан бирга келади. Бу халақитлар шовқин характерида ҳам, импульс характерида ҳам бўлиши мумкин.

Агар мултивибраторнинг хусусий тебранишлар даври $T_{хус}$ синхроимпульслар келиш даври $T_{синхр}$ дан сезиларли катта бўлса, у ҳолда синхронлаш импульсли келиш моментида $u_{б2}$ ҳали етарлича катта ва релаксацион жараённи юзага келиши учун ΔU орттирма зарурдир. Бу ҳолда халақит синхронлаштиришни бузишга қодир эмас. $T_{хус}$ энди $T_{синхр}$ га яқин бўлганида (9.13-*б* расм) синхронлаш импульсининг келиш вақти жуда кичик $U_{б2}$ кучланишга тўғри келади ва мултивибраторни релаксация жараёнига ўтказилиши учун $\Delta U'$ қулочли импульс етарлидир.



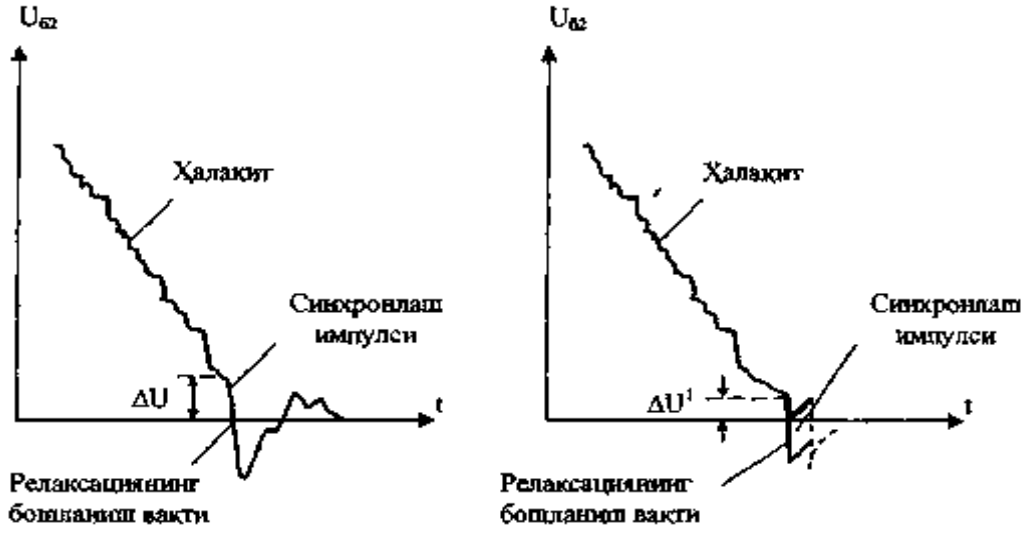
9.12-расм.

Агар T_2 нинг синхронлаш сигналининг келишидан олдин, $\Delta U'$ дан ортиқ миқдордаги манфий қутбли халақит импульсли 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.

$T_{хус}$ ни танлашдан ташқари, синхронлаш импульслари кучланишини ҳам тўғри танлаш зарур. 9.13-*а* расмдан кўриниб турибдики, синхроимпульс кучланишининг икки марта камайиши синхронлашнинг камайишига олиб келади. Синхроимпульслар кучланишининг ортиқча орттирилишига ҳам йўл қўйиб бўлмайди, чунки мултивибратор тўғри йўлнинг исталган моментида ишлаб кетиши мумкин. Амалиётда яхши натижани аста-секин яқинлашиш методи билан ҳосил қилинади. Дастлаб, синхронлаш кучланишининг минимал қийматида ёйиш даврини тақрибан сигнал даврига тенг қилиб танланади. Осциллограмма ҳаракати секинлашганида синхронлаш сигнали оширилади. Синхроимпульслар кучланишини ва $T_{хус}$ даврини навбатма-навбат танлаб, осциллограмма тасвирининг тўла қўзғалмас 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 $T_{хус}$ даврини

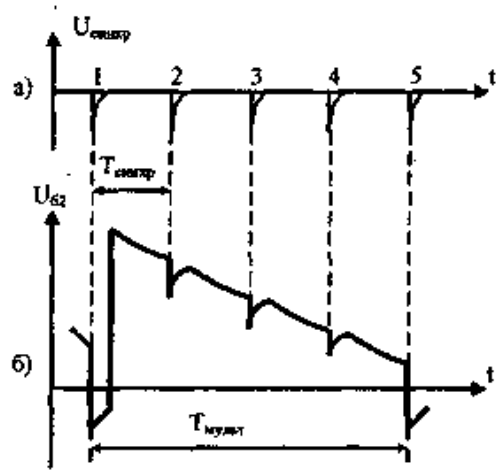


9.13-расм.

синхронлаш жараёнининг бузилишига олиб келмайдиган ва сақлаб қолиш диапазони деб аталадиган бирор диапазонда ўзгартириш мумкин.

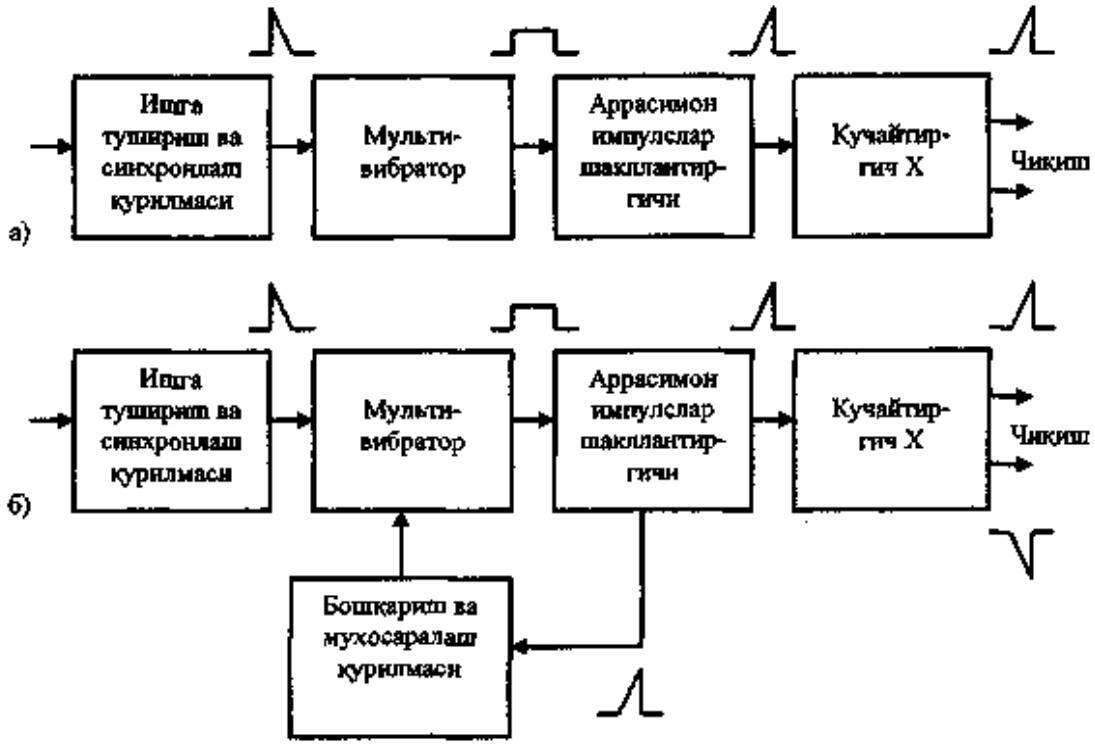
Одатда, сақлаб қолиш диапазони қамраш диапазонидан катта бўлади. Синхронлашга эришилганидан сўнг, мултивибраторнинг $T_{хус}$ даври ўрнатиладиган дастаси ўрта вазиятда турганига ишонч ҳосил қилиш фойдалидир. Бунда келаётган сигналнинг частотаси ортиш томонига ҳам, камайиш томонига ҳам оғганида синхронлаш 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 ишлайди. 9.14-расмда ЭНТ экранида сигналнинг тўртта даврини акслантиришда мултивибраторнинг ишлаши кўрсатилган. 9.14-расмдан кўриниб турганидек, мултивибраторда релаксация жараёнининг бошланиши импульс *1* билан қўзғалади. Импулслар *2, 3* ва *4* нол даражага эришмайди (9.14-*б* расм) ва, демак, мултивибратор ишига таъсир кўрсатмайди. Импулс *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 9.14-*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.



9.14-расм.

Генератор ёйиш схемасининг тузилиш схемаси 9.15-*а* расмда келтирилган. Синхронлаш ва ишга тушириш қурилмаси ишга туширувчи импульсларни шакллантиради. Аниқ синхронлаш учун мултивибраторга ўсиш фронти 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.



9.15-расм.

Мазкур схема бўйича ясалган ёйиш генератори муҳим камчиликка эга. Ўйиш 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 интервали тўғри келади. Юқорида қаралган типдаги 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 типдаги ёйиш генераторлари содда ва арзон асбоблардагина қўлланилади.

Калибрланган ёйиш генераторининг тузилиш схемаси 9.15-*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. Синхроимпульс келганидан сўнг триггер ишга тушади ва унинг чиқиш кучланиши аррасимон импульслар шакллантиргичнинг ишга туширилишини таъминлайди. 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 импульслар шакллантиргичда вақтни берувчи элементлар қайта уланганида ўзгармайди.

Триггер қўлланилган ёйиш генератори кутиш режимида ишлайди. Бошқарувчи қурилма синхронлаш ва ишга тушириш қурилмасидан ишга туширувчи импульсни «кутади», шундан сўнг тўғри ёйиш йўлининг шаклланиши бошланади. Агар ишга туширувчи импульслар бўлмаса, ёйиш бўлмайди.

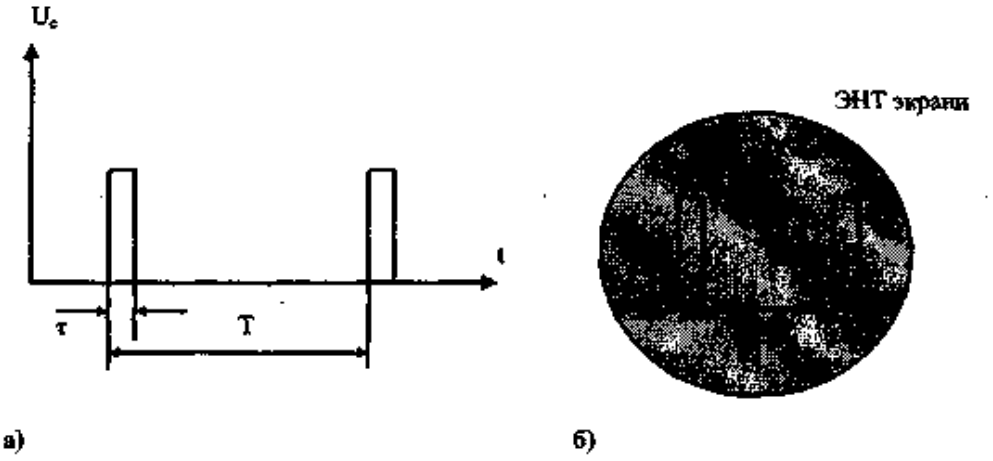
Бу кўриб чиқилган ёйиш схемасини узлуксиз аррасимон тебранишларни генерациялаш режимига ўтказиш мумкин.

Бунинг учун битта турғун мувозанат ҳолатли триггердан фойдаланиш лозим. Тўғри йўл шаклланишида триггер турғун ҳолатида бўлади ва керакли рухсат этувчи кучланиш аррасимон импульслар шакллантиргичига берилади. Аррасимон кучланиш

берилган қийматга эришганида қиёслаш ва мухосаралаш қурилмаси махсус импульс билан триггерни нотурғун ҳолатга ўтказади 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 (стабилность) 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.

9.15-*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 бир-биридан нисбатан катта вақт интервалларидан кейин келадиган қисқа импульслар билан иш кўришга тўғри келади. τ давомийлик импульслар келиш даври T дан анча кам бўлар экан. Импульслар ўтказишга мойиллик (скважность) $Q = T/\tau > 100$ бўлганида узлуксиз ёйиш методи билан олинадиган осцилограмма кам ахборотли бўлар экан. Ҳақиқатан, 9.16-*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. 9.16-*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.

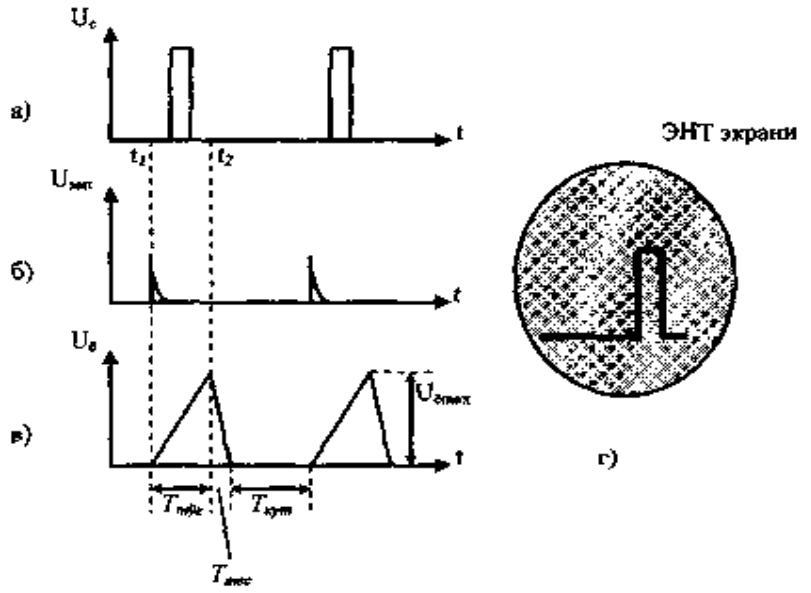


9.16-расм.

9.17-расмда кутувчи ёйишнинг ишлаш принципи кўрсатилган. Сигналдан (9.17-*а* расм) ишга туширувчи сигналлар (9.17-*б* расм) шакллантирилади. Импульс келгунига қадар ёйиш генераторининг триггери тормозланган ҳолатда бўлади. t_1 моментда триггер ишга тушади ва тўғри йўл бошланади. $T_{тўғр}$ вақт ичида ёйиш кучланиши 0 дан $U_{ёmax}$ гача ўсади (9.17-*в* расм), кейин t_2 моментда тескари йўл бошланади. $T_{кут}$ интервалида ёйиш генератори навбатдаги ишга тушириш импульсини «кутиб» тормозланган ҳолатда бўлади.

Ёювчи нур ЭНТ экранида $T_{тўғ}$ вақт ичида горизонтал бўйича тўла ўлчамга оғади. Импульс осциллограммаси экраннинг анча қисмини эгаллайди ва кузатиш учун қулайдир.

9.17-*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 $U_{и.т.}$ нинг керакли ўзишига тадқиқ қилинаётган сигналнинг секинлаштирилиши билан эришилади, бунинг учун вертикал оғдириш канали таркибига секинлаштириш линияси киритилади (9.8-расм). 9.8-расмдан кўриниб турганидек, сигнал шакллантиргичга секинлаштириш линиясига киришидан олдин ажратиб олинади ва, демак, тадқиқ қилинаётган сигналдан бирор вақтга ўзади.



9.17-расм.

9.6. Осциллограф калибраторлари

Осциллографлар фақат электр сигналларни кузатиш учун эмас, балки уларнинг параметрларини ўлчаш учун ҳам кенг фойдаланилади. Осциллографик ўлчамларнинг аниқлигини оширишнинг турли методлари мавжуд, бироқ калибрланган оғиш методи 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 интервалини ўлчаш (масалан, импульс давомийлигини) масаласи осциллограмманинг бизни қизиқтираётган горизонтал қисмининг чизиқли ўлчамини ўлчаш ва ҳосил бўлган сонни ёйиш тезлигига бўлишга келтирилади. Вақт интервалини ўлчаш нуқтаи назаридан ёйиш ростлагичининг шкаласини нурнинг оғиш тезлигини бирликларида даражалаш қулайдир. Кейинги вақтда, одатда, тезликка тескари катталик

$$K_{\text{г}} = T_{\text{тўғ}}/l_{\text{г}} \qquad (9.17)$$

дан фойдаланилмоқда ва уни ёйиш коэффициенти деб аталмоқда, бу ерда $l_{\text{Г}}$ – горизонтал ўқнинг тўғри йўл давомийлиги - $T_{\text{тўғ}}$ га мос келадиган кесма узунлиги. Ёйиш коэффициенти ўлчами турли диапазонларда: mks/sm, ms/sm ёки s/sm. Вақт интервали осциллограмма керакли қисмининг ўлчамини ёйиш коэффи-

циентига кўпайтириш билан топилади. Ҳозирги замон осциллографларида калибрланган коэффициент $K_г$ ни ўзгартириш учун ўзгартириш карралиги 0,25; 0,5; 1; 2; 5 марта бўлган поғонали переключател ёрдамида амалга оширилади. Равон ростланиш $K_г$ нинг қўшни калибрланган поғоналар орасидаги исталган қийматларини ўрнатиш имконини беради. Шунга ўхшаш, осциллографнинг вертикал ўқининг характеристикаси учун оғиш коэффициенти

$$K_в = U_{кир}/l_в, \qquad (9.18)$$

бу ерда $U_{кир}$ – осциллографнинг Y киришига бериладиган сигнал амплитудаси, $l_в$ – нурнинг вертикал йўналишда $U_{кир}$ қийматга мос оғиши. Оғиш коэффициенти кучланиш бирликларининг узунлик бирликларига ёки осциллограф экранидаги шкаланинг бўлимларига тақсимлангани билан ифодаланади (V/sm; mV/sm; V/bol.; MV/bol.). Оғиш коэффициентини 1,2 ва 5 га каррали поғоналар билан ўлчанади. Равон ростланиши оғиш коэффициентининг 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 интервалларини ўлчаш аниқлигини таъминлаш учун X ва Y каналларни созлаш зарур бўлади. Бунинг учун осциллографлар таркибига эталон сигналлар манбаи 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 интервали сифатида фойдаланилади.

Калибрлаш кучланишини шакллантириш учун бошланғич сигнал манбаи 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 осцил-

лограммасининг кучланишнинг минимал ва максимал даражаларига мос участкаларини масштаб тўри чизиқлари билан устмауст туширишдан иборат (9.18-расм). Бунда (9.18) га асосан $l_в = U_{кир}/K_в$. $U_{кир}$ (калибратор кучланиши) ва экспериментатор ўрнатган $K_в$ лар маълум бўлганлиги учун ҳисоблаб топилган $l_{в\ ҳис}$ ва ўлчанган $l_{в\ ўлч}$ ни таққослаш мумкин. Агар $l_{в\ ҳис} \neq l_{в\ ўлч}$ бўлса, калибрлашни бажариш лозим, бу каналнн кучайтириш коэффициентини махсус созлаш органи орқали ўзгартириш билан амалга оширилади.

9.7. Кўп нурли осциллографлар

Кўп нурли осциллографлар битта экранда бир неча нурни бир вақтда кузатиш учун мўлжалланган. Бир вақтда иккита сигналнн кузатиш имконини берадиган асбоблар энг кўп тарқалган (9.18-расм). Бу ерда осциллограмма I тадқиқ қилинаётган занжирнинг киришига келаётган сигналнн, осциллограмма II эса чиқишида олинаётган сигналнн 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 системаларига эга.



9.18-расм.

Одатда, иккала нурни ёйиш умумий генератор ва кучайтиргич X орқали амалга оширилади, бу эса иккала сигналнн 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.

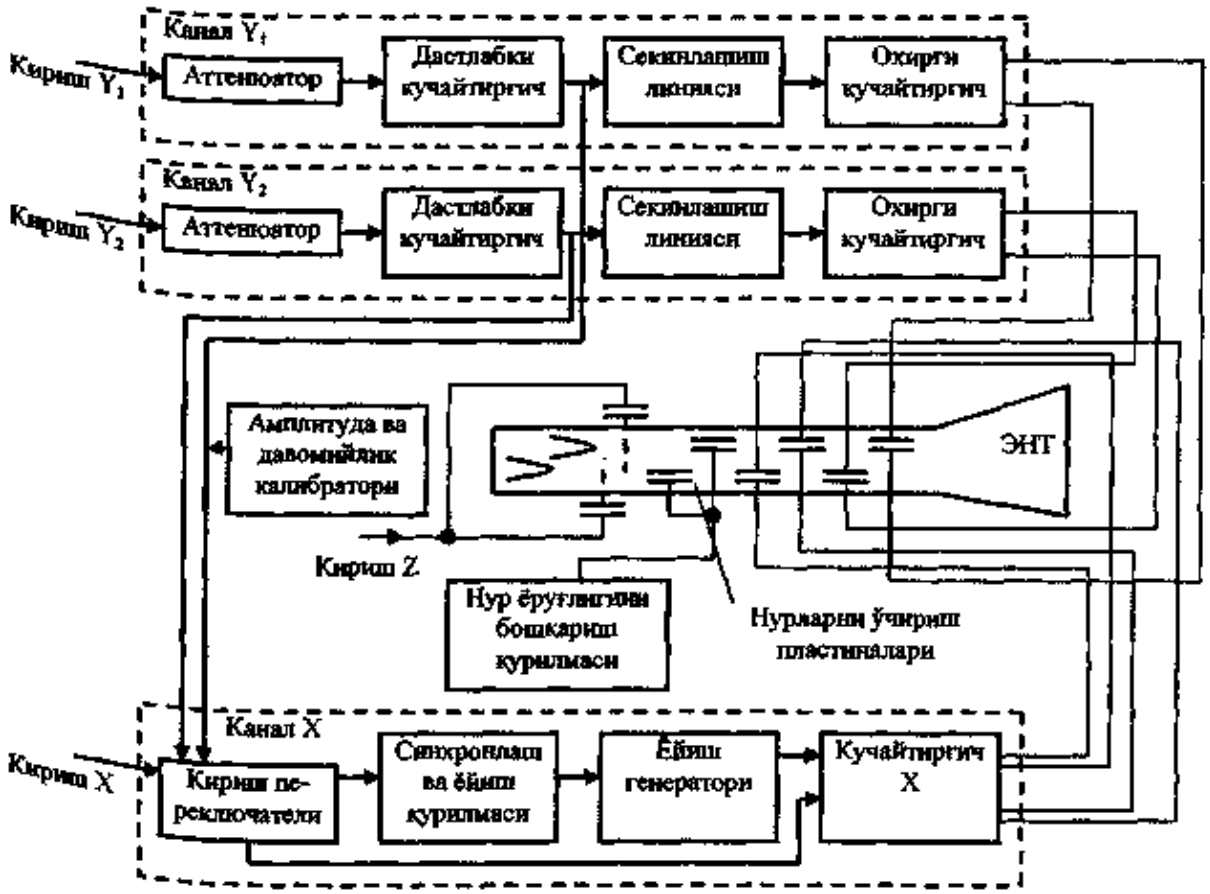
Икки нурли осциллографнинг соддалаштирилган тузилиш схемасидан кўриниб турибдики (9.19-расм), ЭНТ нинг иккита нурини бошқариш иккита идентик (бир хил) каналлар Y_1 ва Y_2 ёрдамида бажарилади ва улар одатдаги осциллографларнинг вертикал оғдириш каналлари эга бўлган ўша элементларга эга. Даврий ёйишни 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 ёркинлигини 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 режимида иккита сигналнинг йиғиндиси ёки айирмасини тадқиқ қилиш ва, шунингдек, бир каналга ўзгармас кучланишни бериб, иккинчи каналнинг ўзгармас ташкил этувчисини компенсациялаш мумкин.



9.19-расм.

Узиш режимида сигналлар 100 kGs частота билан қайта уланади, *Навбати билан* режимида эса ҳар бир ёйиш циклидан кейин шундай қилинади. Иккита сигнални вертикал йўналишда силжитилиши (9.18-расмда кўрсатилганидек) коммутаторга Y_1 ва Y_2 каналларнинг кучайтиргичларидан келадиган сигналларнинг ўзгармас ташкил этувчиларини танлаш билан амалга оширилади.

Икки нурли осциллографлардан фарқли ўлароқ, сигналлар коммутацияланадиган ва одатдаги ЭНТ га эга бўлган бу асбоб икки каналли осциллограф деб аталади.

9.8. Стробоскопик осциллографлар

Нано- ва пикосекундли давомийликдаги импульсли жараёнлар сигналларини, шунингдек, ЎЮЧ гармоник тебранишларини осциллографлашда бир қатор ўзига хос хусусиятлар юзага келади, булардан энг асосийси фавқулодда кенг частоталар полосасига боғлиқ равишда электрон кучайтиргичлар конструкциясининг мураккаблигидир. Ҳозирги вақтда ўтказиш полосаси 0 дан 350 MGs 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 MGs 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 ёркинлигининг кучли камайиши;

– тадқиқ қилинаётган сигнал частотасининг ортиши билан ёйиш тезлигига қўйиладиган талабларнинг кескин ортиши. Масалан, 1 GGs частотали синусоидал сигналнинг битта даврининг эни 7 sm 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 чиқишининг индуктивликлари ва сиғимини пластинаси чиқишлари умумий цоколь орқали қилинган одатдаги ЭНТ ларга солиштирилганда анча камайтиради. Осциллографнинг охирги кучайтиргичлари каскадларини пластина 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 оғган 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 ёркин бўлишини таъминлаш мақсадида тезлатувчи кучланишни ошириш лозим. Бироқ тезлатувчи кучланишни оддий ошириш (9.2)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 тизимига эга бўлган ЭНТ дан фойдаланилади. Бунинг учун трубкада учта анoддан фойдала-нилади ва уларнинг охиргисига 20 kV гача бўлган юқори кучланиш берилади. Ёруғланиш ёркинлиги кўпаяди, чунки унинг қиймати тезлатувчи кучланиш квадратига пропорционалдир.

Тезкор осциллографлар кучайтиргичларида чегаравий частотаси 2,5 GGs 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 А 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 А тартибидаги заряд токидагина таъминлаш мумкин, бу эса таъминот қурилмасини мураккаблаштиради, қувватли трансформаторлар қўлланилишини талаб этади ва ҳ.к. Қисқа тескари йўлни шакллантиришда ва синхронлашда жиддий қийинчилик юзага келади.

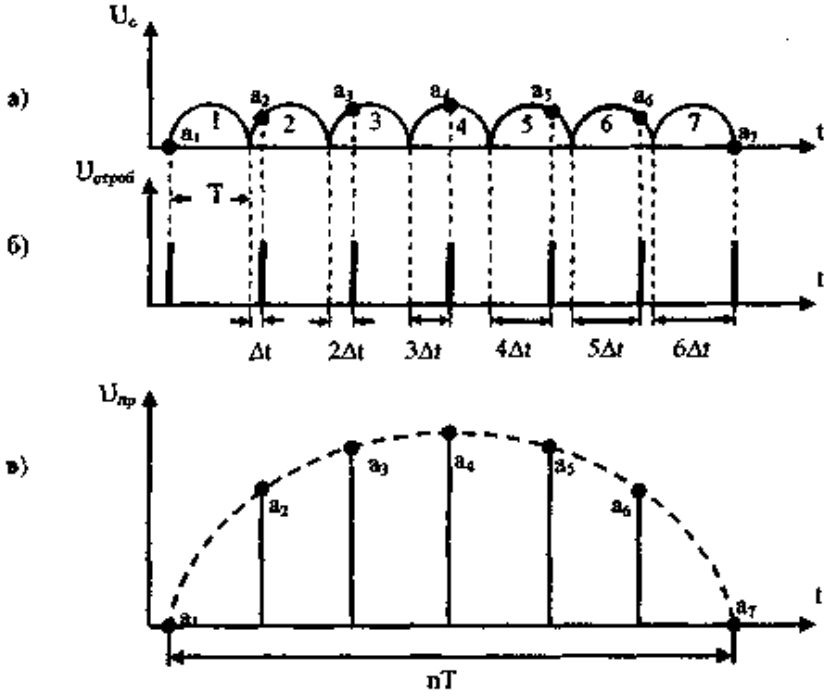
Тез кечадиган жараёнлар сигналларини осциллографлаш масаласи бошқача техник ечимга эга бўлиб, у махсус ЭНТ ларни ва бошқа мураккаб қурилмаларни қўлланиш заруратидан халос этади. Бу ечимнинг моҳияти тадқиқ қилинаётган сигналнн вақт бўйича, масалан, стробоскопик метод билан трансформациялашдан иборат бўлиб, у сигналнинг шаклини ўзгартирмасдан, уни вақт бўйича «чўзиш» ва осциллограммасини олиш учун одатдаги (тезкормас) осциллографдан фойдаланиш имконини беради.

Сигналнн стробоскопик ўзгартириш принципи 9.20-расмда кўрсатилган. T давр билан такрорланувчи бошланғич сигнал U_c билан қисқа стробловчи импульслар кетма-кетлиги $U_{строб}$ амплитуда бўйича модуляцияланади (9.20-*б* расм).

Сигналнинг даври стробловчи импульсларнинг келиш давридан Δt вақтга кичик. Агар биринчи стробловчи импульс сигналнинг биринчи даври бошланиши билан устма-уст тушса (9.20-*а* расмдаги a_1 нуқта), у ҳолда иккинчи стробловчи импульс давр бошланишига нисбатан Δt вақтга, учинчиси $2\Delta t$ вақтга сурилган бўлади ва ҳ.к. Амплитудавий модуляциялаш натижасида шундай импульслар

кетма-кетлиги $U_ё$ ни ҳосил қиламизки (9.20-*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 (9.20-*а* расмдаги a_4 нуқта), бунга мос равишда тўртинчи модуляцияловчи сигналнинг қулочи a_4 (9.20-*б* расм) максимал қийматга эга бўлади. Модуляцияланган импульслар учларининг ўрама эгри чизиғи штрихли чизиқ билан кўрсатилган. 9.20-*а* ва *б* расмларни қиёслашдан кўринадики, ўрама эгри чизиқ шакли бошланғич сигнал шаклини такрорлайди, бироқ унинг даври бошланғич сигнал давридан *n* марта ортиқдир. Сигналнинг вақт ичида трансформацияси ана шундай содир бўлади.

9.20-расмдан кўриниб турибдики, стробловчи сигналлар гўёки бошланғич сигналга нисбатан, ҳар бир циклда улардан Δt 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.



9.20-расм.

Шундай қилиб, бу мисолда $n = 7$. n нинг қиймати Δt нинг танланишига боғлиқлигини аниқлаш қийин эмас. Δt қанча кичик бўлса, бошланғич сигнал эгри чизиғида саноқлар шунча кўпроқ

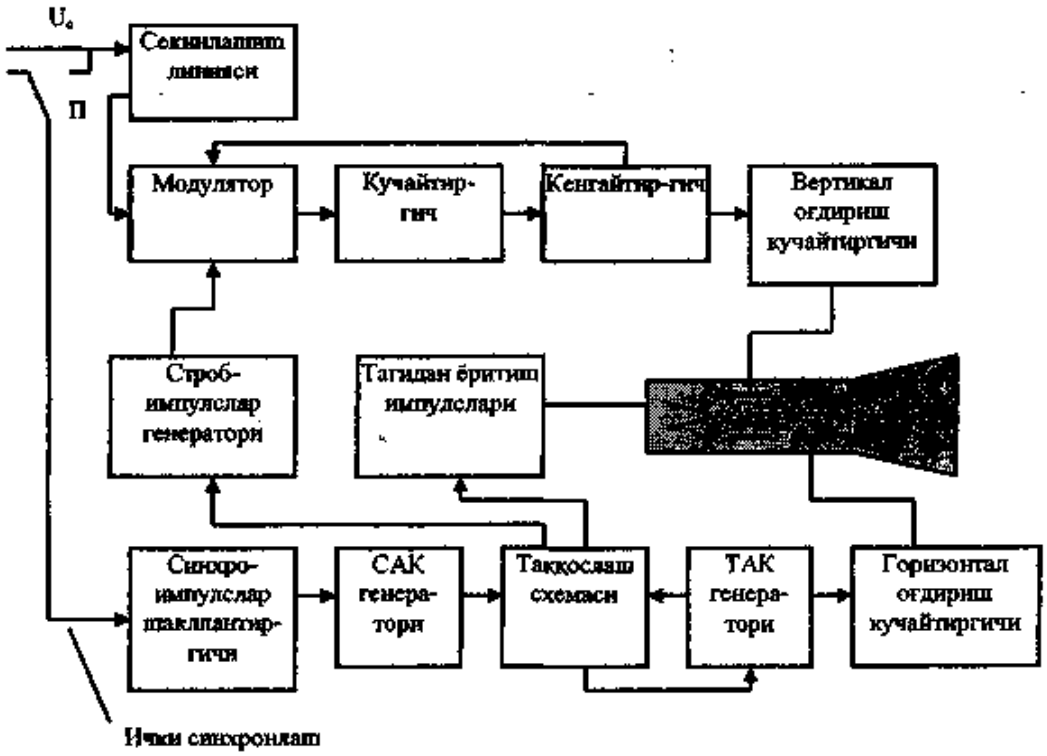
жойлашади ва сигналнинг битта даврини ўзгартириш учун кўпроқ цикллар зарур бўлади.

n сонни ушбу ошкор $n = T/\Delta T$ муносабатдан аниқлаш мумкин. Шундай қилиб, сигналнинг вақт бўйича трансформацияланиши саноқлар сони билан боғлиқ. Саноқлар қанча кўп бўлса, сигнал вақт бўйича шунча кўпроқ чўзилади. Саноқлар сонини ошириш бошланғич сигнални пухтароқ таҳлил қилиш имконини беради. Юқорида кўрилган мисолда содда бўлиши учун ўзгартириш жараёнини еттита саноқ ёрдамида кўрсатиш имконини берувчи равон ўзгарадиган сигнал махсус олинган. Амалиётда саноқлар сони, айниқса, бошланғич сигнал мураккаб шаклга эга бўлганида ва унда кучланишнинг кескин ўзгаришлари мавжуд бўлганида, анча кўпдир. Бироқ саноқлар сони керагидан ортиқча кўп бўладиган ҳоллар ҳам бўлиши мумкин. Масалан, f_c = 4 GGs ва канал Y нинг ўтказиш полосаси 1 MGs га тенг бўлганида вақт масштабини зарурий трансформациялаш коэффициенти $n = f_c/f_в = 4\cdot10^9/1\cdot10^6 =$ 4000 ни ташкил этади. Шундай қилиб, тадқиқ қилинаётган сигналнинг битта даврига 4000 та санок тўғри келади, бу эса ортиқча 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 интервалини санашда стробловчи импульсларнинг битта келиш даврида сигналнинг бутун сондаги (k) даврлари жойлашган қилиб ташланади. Масалан, биринчи санок a_1 учун u_c сигналнинг 1-давридан, a_2 учун 11-давридан, учинчиси a_3 учун 21-давридан, тўртинчи a_2 учун 31-давридан фойдаланиш мумкин ва ҳ.к. Вақт бўйича умумий трансформациялаш kn катталикни 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 9.21-расмда келтирилган. Керакли вақт бўйича силжитиш катталигига эга бўлган стробловчи сигналларни шакллантириш учун иккита аррасимон кучланиш генератори ва қиёслаш схемасидан

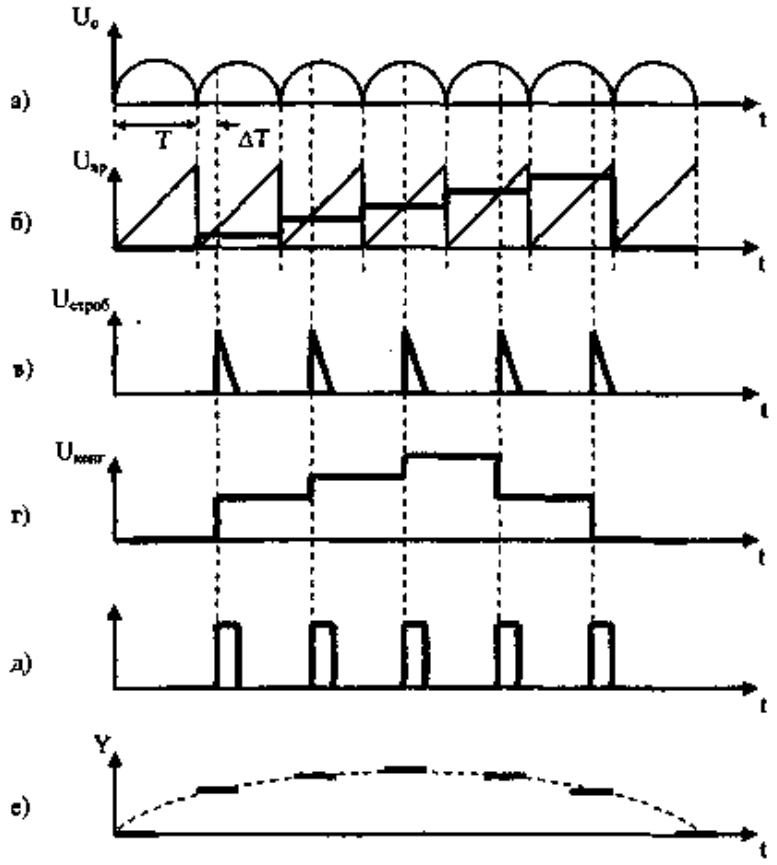
фойдаланилади. Бир генератор «тез» аррасимон кучланиш (ТАК) ва иккинчиси «секин» аррасимон кучланишни (САК) шакллантиради.



9.21-расм.

САК генератори чиқишида кучланиш поғонали ўсиб борувчи кучланиш шаклида бўлади (9.22-*б* расм). Таққослаш схемаси ТАК ва САК нинг тенглик моментларида таққослаш схемаси қисқа ўткир учли импульслар ишлаб чиқаради (9.22-*в* расм). Бу импульслардан стробловчи импульслар генератори қисқа импульслар ишлаб чиқаради ва улар модуляторга келади. Кучайтирилган импульслар такрорланиш давригача кенгайтирилади. Ҳосил бўлган поғонали кучланиш (9.22-*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 9.22-*е* расмда кўрсатилган. Стробловчи импульсларнинг такрорланиш частотаси етарлича катта бўлганида тасвир яқин жойлашган ёркин нуқталар тўпламидан иборат бўлади. Нурни ёйиш САК генераторидан амалга оширилади.



9.22-расм.

9.9. Эксперимент ўтказиш учун осциллограф типини аниқлаш

Эксперимент ўтказиш учун осциллографнинг конкрет типини танлаш бўйича қарор қилишда унинг техник ва метрологик характеристикалари асос қилиб олинади. Аммо асбобнинг паспортидаги бу маълумотларни билиш осциллограмма бузилишининг характери ва даражаси ҳақида ҳар доим ҳам равшан тасаввур беравермайди. Масалан, учбурчак шаклидаги импульсларни тадқиқ қилиш лозим бўлсин. Осциллографга қўшиб берилган тавсифномасида канал *Y* нинг параметрлари қийматлари, унинг ўтказиш полосаси ва ўтиш характеристикаси 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

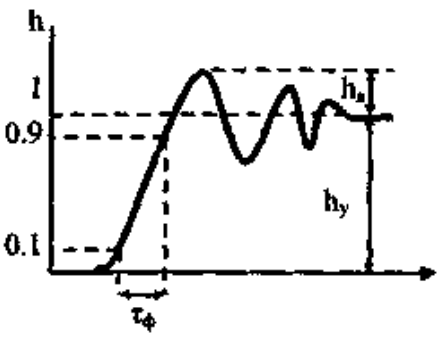
ва ш.ў. ўрганилади. Осциллограф уланадиган объектнинг тадқиқ қилинадиган занжири параметрлари: қаршилигининг актив ва реактив ташкил этувчилари, кучланишнинг ўзгармас ташкил этувчисининг мансублиги ва қиймати баҳоланади. Ўлчаш масаласини ўрганиш асосида осциллограф параметрларига ва характеристикаларига қўйиладиган талаблар таърифланади ва осциллограф танланади.

Осциллографнинг электр характеристикалари ва параметрлари. Осциллограф кўп сонли параметрлар билан тавсифланади. Булар жумласига: *X*, *Y* ва *Z* каналлар параметрлари, ЭНТ параметрлари, амплитуда ва давомийлик калибраторлари параметрлари хосдир. Сигнал шакли бузилишининг асосий сабаби осциллографнинг *Y* канали киритадиган чизиқли ва ночизиқли бузилишидир.

Осциллографнинг амплитуда-частота характеристикаси (АЧХ)нинг меъёрланадиган параметрлари қуйидагилардан иборат:

а) ўтказиш полосаси – шундай частоталар диапазоники, унинг чегараларида АЧХ пасайиши таянч частотадаги қийматга нисбатан 3 dB дан ортиқ бўлмайди; б) номинал диапазон – шундай частоталар диапазоники, унинг чегараларида АЧХ нотекислиги оғиш коэффициентини ўрнатиш хатолигидан ортиқ бўлмайди; в) таянч частота – шундай частотаки, унда АЧХ пасайиши бўлмайди.

АЧХ пасайиши децибел ҳисобида $A = 20\lg(h_{f\,таянч}/h_{f\,ўлч})$ формула бўйича аниқланади, бу ерда $h_{f\,таянч}$, $h_{f\,ўлч}$ – таянч ва ўлчанаётган частоталардаги осциллограмманинг вертикал ўлчамлари.



9.23-расм.

Чизиқли бузилишларни баҳолаш учун *Y* канал ўтказиш полосасининг пастки ($f_п$) ва юқори ($f_ю$) чегаравий частоталарини билиш зарур. $f_п$ частота катта давомийликдаги импульслар горизонтал участкаларининг бузилишларини, $f_ю$ частота эса сигналнинг тез камайишини бузилишларини аниқлайди.

Импулсли сигналлар бузилишларини баҳолашда ўтиш характеристикаси (ЎХ)дан фойдаланиш қулайдир. Осциллографда канал *Y* нинг ЎХ си уни шаходатлашда осциллограмманинг

киришига кучланиш камайиши берилганида ЭНТ экранидаги осциллограмма бўйича баҳоланади (9.23-расм).

Одатда қуйидагилар меъёрланади: а) ўсиш вақти – вақт интервали бўлиб, унинг давомида ЎХ ўрнатилган қийматидан 0,1 дан то 0,9 қисмигача ўсади;

б) сакраш (отилиш) – ЎХ нинг ўрнатилган қийматидан ортиқ қисми. Сакрашнинг сон қиймати процентларда ифодаланади:

$$\delta_{сакр} = (h_ю/h_у)100\%. \qquad (9.19)$$

ЎХ нинг сакраш қиймати АЧХ шакли билан боғлиқ. Минимал ўсиш вақтини минимал сакрашда олишга имкон берадиган оптимал АЧХ бу Гаусс эгри чизиғига яқинлашуви АЧХ дир:

$$A(f) = \exp[-0{,}35(f/f_ю)]. \qquad (9.20)$$

Осциллографнинг меъёрланадиган параметри канал *Y* оғдириш коэффициентининг калибрланган қийматлари бўлади. Оғдириш коэффициентининг максимал ва минимал қийматлари (ёки тескари катталик – сезгирлик) осциллографга қўшиб бериладиган тавсифномасида келтирилади. Муҳим параметрлар канал *Y* нинг кириш қаршилиги $R_{кир}$ ва кириш сиғими $C_{кир}$ дир. $R_{кир}$ қанча катта ва $C_{кир}$ қанча кичик бўлса, осциллографнинг ўлчанаётган занжирга уланиш таъсири шунча кам намоён бўлади. Одатда, $R_{кир}$ = 1 Мом, $C_{кир}$ = 20–40 pF. 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 олинадиган парметрлари: 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 коэффициенти билан аниқланади. Тадқиқ қилинаётган сигналнинг частотаси канал *Y* нинг ишчи диапазонида бўлиши лозим. Зарурий оғдириш коэффициенти (9.18) муносабатда аниқланади.

Импулсли сигналларни тадқиқ этишда осциллографнинг яроқлилигини канал *Y* нинг ўтиш характеристикаси бўйича баҳолаш қулайдир. Осциллограф ўтиш характеристикасининг ўсиш вақти $\tau_{у.о.}$ тадқиқ қилинаётган сигнал фронтининг ўсиш вақти $\tau_ф$ дан

бир неча марта кичик бўлиши лозим. 9.1-жадвалда канал *Y* нинг ЎХ ни танлаш бўйича тавсиялар берилган. Масалан, қўнғироқсимон импульсларни тадқиқ этишда осциллографнинг ЎХ 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.

9.1-жадвал

Импулс шакли	Қўнғироқсимон	Учбурчакли	Трапецоидал
$\frac{\tau_{ЎО}}{\tau_{\phi}}$ нисбат	1/5	1/10	1/3

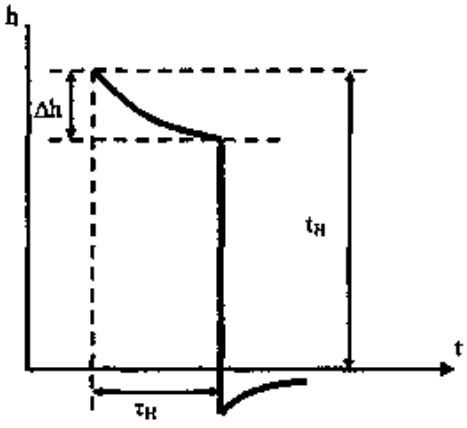
Осциллографнинг импульсли сигналларни АЧХ бўйича тадқиқ қилиш яроқлилигини ушбу муносабат асосида баҳолаш мумкин:

$$t_ў=0{,}35/f_в \qquad (9.21)$$

бу ерда $t_в$ – канал *Y* нинг юқори чегаравий частотаси, мегагерц ҳисобида, $t_ў$ – ЎХ нинг ўсиш вакти, микросекунд ҳисобида.

(9.21) ифодадан фойдаланиб, канал *Y* нинг характеристикаси ўсиш вақтини унинг частота характеристикаси бўйича ўрнатиш мумкин. Тадқиқ қилинаётган сигнал ясси учининг тўғри узатилиши пастки чегаравий частота $f_п$ га боғлиқ. Канал *Y* ўтказиш полосасининг пастки чегаравий частотаси ва ясси учнинг пасайиши ушбу муносабат билан белгиланади:

$$f_п = \frac{\delta}{2\pi\tau_и}, \qquad (9.22)$$



9.24-расм.

бу ерда $\delta = \Delta h/h_и$ – учнинг нисбий пасайиш (9.24-расм), $t_и$ – импульс давомийлиги.

Шуни қайд этиш керакки, импульслар учининг пасайиши канал *Y* нинг кучайтиргичининг каскадлараро боғланишларида ажратиш конденсаторларининг мавжудлиги билан боғлиқ. Очиқ киришли ўзгармас ток осциллографларида бундай йўналишлар йўқдир.

9.11. 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 каттарок 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 қуйидагилардир: сигнал амплитудаси, унинг частотаси ёки давомийлиги. Осциллограф экранида, осциллограммаларнинг ўзидан ташқари бошқарув органларининг ҳолати ҳам акс эттирилади (сезгирлик, ёйиш давомийлиги ва х.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 осциллограф курилмаларида 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 экранида 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 MGs;

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 80S100 mm.

Функционал имкониятлари:

тасвир ўлчамларининг автоматик ўрнатилиши;

автоматик синхронлаш;

иккита нишон орасида айирмали ўлчашлар;

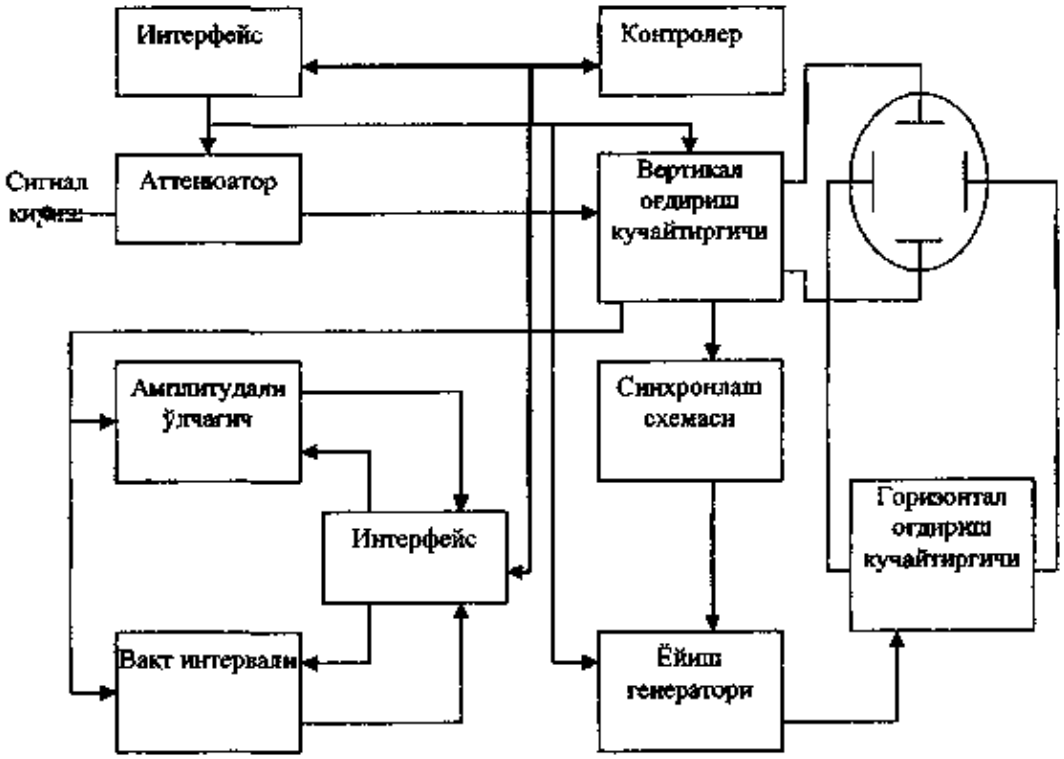
сигналлар амплитудасининг кулочи, максимум ва минимум, импулслар даври, давомийлиги, паузаси, фронти ва пасайишини автоматик ўлчаш;

умумий фойдаланиш каналига кириш.

9.25-расмдаги тузилиш схемасидан кўриниб турибдики, текширилаётган сигналнинг амплитудавий ва вақт параметрлари асбобга ўрнатилган ўлчашлар ёрдамида аниқланади. Мазкур ўлчашлар асосида микропроцессорли контролёр талаб қилинадиган оғдириш ва ёйиш коэффициентларини ҳисоблашни ўтказади 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.

Микропроцессорли контролёр шунингдек олд панелдаги бошқарув органларининг ҳолати ҳақида ва сўров натижалари кодлашдан сўнг яна контролёрга 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.



9.25-расм.

Назорат саволлари

1. Осциллографлар қандай мақсадлар учун ишлатилади?
2. Ўлчаш масалаларини ҳал этишда қандай осциллограф типлари 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 принципи, параметрлари ва характеристикалари.
9. Аррасимон кучланиш генератори қандай ишлайди?
10. Ўймалар турларини санаб ўтинг.
11. Осциллограф ёрдамида сигнал амплитудаси қандай ўлчанади?

12. Стробоскопик осциллографнинг ишлаш принципи нимадан иборат?

13. Кўп нурли осциллографнинг ишлаш принципи нимадан иборат?

14. Рақамли осциллографларни асосий тавсифлари ва имкониятлари.

X БОБ. СИГНАЛ ВА ЧАСТОТА-ВАҚТ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ЎЛЧАШ ВА СПЕКТР ТАҲЛИЛИ

10.1. Частотани ўлчашнинг аналогли усуллари

Алоқа 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 $f = c/\lambda$ ифода орқали боғланган, бу ерда $c = 3 \cdot 10^8$ m/s – бўшлиқ фазода ёруғлик тезлиги, λ – тўлқин узунлиги, метр ҳисобида. Демак, частота, вақт ёки тўлқин узунлигини ўлчаш назарий жиҳатдан бир хил аҳамиятлидир, бироқ амалда кўпчилик ҳолларда частоталар ва вақт интерваллари ўлчанади. Тўлқин узунлиги зарурат бўлганда осон ҳисобланади.

Частота ва вақт интервалларини ўлчаш хатолиги абсолют қийматлари билан, масалан, $\pm 10^{-2}$ Gs, 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 $f_{элт} =$ 1,5 MGs $\pm$ 3 Gs. Частотани ўрнатиш хатолиги $\Delta f / f_{элт} = \delta_{элт} =$ $3/1{,}5 \cdot 10^6 = 2 \cdot 10^{-6}$. 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 интервалларини ўлчаш 10^{-4}–10^{-5} хатолик билан бажарилади.

Частотани қиёслаш, резонанс ва дискрет саноқ методлари билан ўлчаш мумкин. Дискрет саноқ методи асосида рақамли индикацияловчи электрон-саноқ частотамерлари яратилган бўлиб, улар алоқа соҳасида частотани ўлчаш учун бошқа методларга

асосланган асбобларни амалда сиқиб чиқаради. Шу сабабли аналогли методларни, бундай асбобларнинг бир қисми ҳозирда ҳам ишлаётганлиги сабабли, умумий тарзда кўриб чиқамиз.

Қиёслаш методи. Номаълум частотани қиёслаш методи билан ўлчаш учун намунали частота сигнали генератори ҳамда ўлчанаётган ва намунали 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 тенгилар* ёки *гетеродинли усули* 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 намунали частота сифатида мазкур осциллограф ёйиш генератори частотасидан фойдаланилади. Номаълум 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 экранида бир неча даврларнинг тасвирини ҳосил қилиш мумкин, бунда номаълум частота ёйиш частотасидан n марта катта бўлади, бу ерда n – даврлар сони. Амалда n 5...6 дан ошмаслиги керак.

Синусоидал ёйишда номаълум частота вертикал оғдириш киришига, намунали частота кучланиши эса горизонтал оғдириш киришига берилади. Осциллографнинг ёйиш генератори узиб қўйилади. Намунали частотани ўзгартира бориб, қўзғалмас ёки секин ҳаракатланаётган Лиссажу шаклларини ҳосил қиламиз. Агар у тўғри чизиқ, эллипс ёки айлана шаклида бўлса, у ҳолда частоталар тенг: $f_x = f_0$. Агар қўзғалмас осциллограмма мураккаброқ шаклли бўлиб чиқса, бу номаълум ва намунали частоталарнинг каррали эканлиги ҳақида гувоҳлик беради, уни бундай усул билан аниқлаш лозим.

Ҳосил бўлган шаклни фикран вертикал ва горизонтал чизиқлар билан кесиш (10.1-расм) ҳамда уларнинг шакл тармоқларини вертикал бўйича кесиб ўтишлари сони $n_в$ ни ва горизонтал бўйича кесиб ўтишлари сони $n_г$ ни санаш керак. Бу сонларнинг нисбати намунали ва ўлчанаётган частоталар нисбатига тенг: $n_в/n_г = f_н/f_х$, бу ердан

$$f_x = f_H \frac{n_г}{n_в}. \qquad (10.1)$$

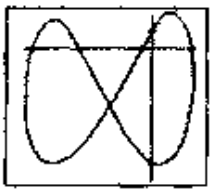
Частотани ўлчашда ўлчанаётган сигнални *X* канал киришига бериш ҳам мумкин. У ҳолда намунали частотани *Y* канал киришига бериш лозим бўлади. Бунда ўлчаш натижасини аниқлайдиган (10.1) формулада намунали частотани тескари нисбат $n_в/n_г$ га кўпайтириш лозим бўлади.

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 MGs га етади.

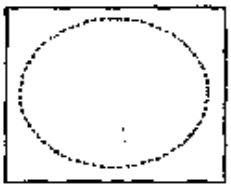
Ўлчаш хатолиги намунали частотани ўрнатиш хатолиги ва шкала частотасининг ностабиллиги билан аниқланади. Улардан исталган бирининг ностабиллиги қанча катта бўлса, Лиссажу шакли шунчалик тезроқ айланади ва частоталар карралигини санаш қийинлашади.

Доиравий ёйишда намунали частотани фаза майдалагич орқали, илгари 9.10-расмда кўрсатилганидек, осциллографнинг иккала киришига берилади. Осциллограф экранида ёйиш линияси айлана шаклида пайдо бўлади ва у намунали частотага тенг частота билан айланади, яъни битта айланиш вақти давр давомийлигига тенг. Номаълум частотали сигнал кучланишини ЭНТ модуляторига берилади ва ёйиш чизиғи ёркинлигини ўлчанаётган частота даври давомида 1 марта ўзгартиради.

Агар $f_х = f_н$ бўлса, у ҳолда айлананинг ярми ёркин (ёруғ), ярми эса қора бўлади. Агарда $f_х > f_н$ бўлса, у ҳолда айлана штрихлардан ташкил топиб (10.2-расм), уларнинг (ёркин ва қора штрихлар) сони *n* номаълум ва намунали частоталар карралигига тенг:



10.1-расм.



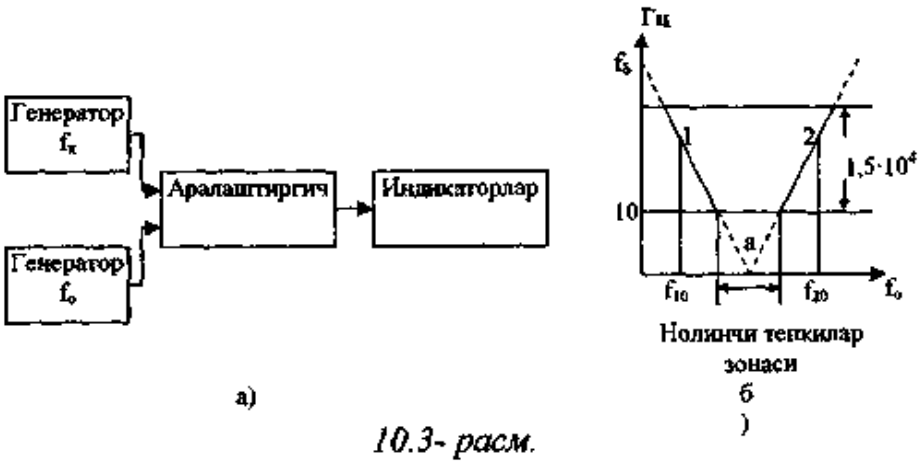
10.2-расм.

$n = f_x/f_н$, бу ердан $f_x = nf_н$. 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 кесишмаларни санашдан қулайроқдир. Бунда намунали частотадан паст частотани ҳам ўлчаш мумкин, бунинг учун ўлчанаётган частотани фазатилгич орқали осциллографнинг иккала киришига берилади ва ёйилма чизиғини айлана кўринишида ҳосил қилинади, намунали частота кучланишини эса трубканинг модуляторига берилади. Осциллограмма қўзғалмас бўлганида $f_x = f_н/n$. 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 ночизиқли элемент – аралаштиргичга берилади. Аралаштиргич чиқишида кўп частоталар: nf_1, mf_2 – гармоник ташкил этувчилар ва $nf_1 \pm mf_2$ – комбинацион ташкил этувчилар кучланиши пайдо бўлади. Комбинацион частоталар жумласида биринчи гармоникалар айирмаси бўлади ва у тепкилар частотаси $f_{теп} = |f_1 - f_2|$ 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 10.3-*а* расмда тасвирланган. Намунали частота $f_н$ ва ўлчанаётган частота f_x кучланишларини аралаштиргич киришига берилади. Унинг чиқишига тепкилар частотаси индикатори уланади, бундай индикатор сифатида бошга тақиладиган телефондан фойдаланиш мумкин. Агар намунали частотани текис ўзгартирилса, у ҳолда тепкилар частотаси 20 kGs дан паст бўлганида ($f_{теп} = |f_x - f_н| < 20$ kGs) телефонда айирма частотасининг товуши (тони) эшитилади,

бу товуш $f_н$ частота ўлчанаётган $f_х$ частотага яқинлашгани сари пасаяди.



10.3- расм.

10.3-*б* расмда тепкилар частотаси $f_{теп}$ нинг ўлчанаётган частота $f_х$ ўзгармас бўлганда намунали частота $f_н$ нинг ўзгаришига боғлиқ равишда ўзгариши кўрсатилган. *а* нуқтада тепкилар частотаси нолга тенг ва ўлчанаётган частота қиймати намунали частота қиймати билан устма-уст тушади. Бироқ $f_х = f_н$ бўладиган моментни телефонда товуш йўқлигига қараб аниқлаш мумкин эмас, чунки одам қулоғи 5–6 Gs дан паст товушларни пайқамайди. 10–12 Gs гача абсолют хатоликка олиб келадиган «нолинчи тепкилар» зонаси пайдо бўлади.

Бу хатоликни камайтириш учун бир неча усуллардан 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 (10.3-*б* расм). Сўнгра нолинчи тепкилар зонасини ўтиб, намунали частотани олдинги тепкилар товуши эшитиладиган f_{20} қийматга ўрнатилади (*2* нуқта). Равшанки, намунали частотанинг нолинчи тепкилардан чап ва ўнг томондаги иккита қийматининг ўрта арифметиги 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 мусиқий эшитиш қобилияти қанча юқори бўлса, шунча камдир.

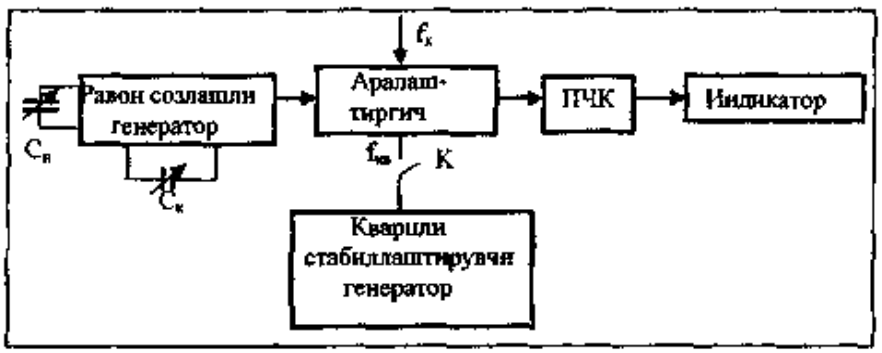
Хатоликни камайтиришнинг иккинчи йўли телефонни магнитоэлектрик миллиампермегрга, яъни товуш индикаторини

визуал индикаторга алмаштиришдан иборат. Тепкили тебранишлар частотаси 10 Gs дан кам бўлганида асбоб стрелкаси тепкили тебранишлар частотаси билан тебранади ва $f_x = f_н$ бўлганда нолда тўхтайди. Нолинчи тепкили тебранишларни визуал кузатиш учун осциллограф ёки электрон-оптик индикаторни қўллаб, яхши натижаларни олиш мумкин.

Шуни назарда тутиш керакки, намунали ва ўлчанаётган частоталарнинг кучланишлари гармоникаларга эга бўлса, у ҳолда нолинчи тепкили тебранишлар $nf_x = mf_н$ 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 принципи бўйича ишлайди. Ўлчанаётган частота калибрланган генератор частотаси билан таққосланади, нолинчи тепкили тебранишлар эса телефон ёки бошқа индикатор билан қайд этилади. Ўлчанаётган частота генератор шкаласи ёки тегишли жадваллар бўйича аниқланади.

10.4-расмда энг содда гетеродинли частота ўлчагичнинг тузилиш схемаси келтирилган.



10.4-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 $C_н$ 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 $C_н$ конденсатор шкаласи даражаланишининг бузилишидир. Гетеродинли частота ўлчагичда даражаланишни тиклаш учун таянч (намунали) частота манбаи – кварцли стабилловчи генератор мавжуд. Бу частота бўйича ҳар бир ўлчаш олдидан созлаш шкаласи созловчи конденсатор $C_к$ 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 $C_к$ конденсатор ёрдамида нолга келтириш лозим.

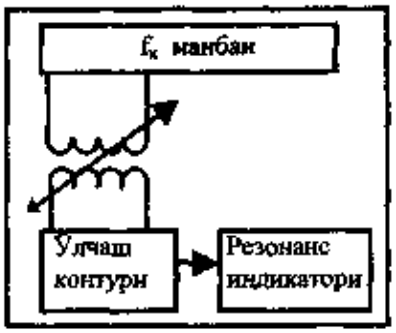
Ўлчанаётган частоталар диапазонини кенгайтириш учун равон созланадиган генераторнинг юқори гармоникаларидан, калибрлаш учун эса иккала генераторнинг юқори гармоникаларидан фойдаланилади, натижада равон созланадиган генераторни созлашда кўплаб нолинчи тепкилар пайдо бўлади, бу эса ўлчанган частота саноғини 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 нукталарини олиш имконини беради.

Частотани ўлчаш методикаси 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 $5\cdot10^{-4}$, $5\cdot10^{-5}$ ва $5\cdot10^{-6}$ бўлган уч аниқлик классидаги гетеродинли частота ўлчагичлар ишлаб чиқарилган. Ҳар бир частота ўлчагичнинг таянч частоталари хатолиги бир тартибга кичикдир. Гетеродинли частота ўлчагичлар тўплами ёрдамида 125 kGs дан 80 GGs гача диапазондаги частоталарни ўлчашга эришиш мумкин. Частотани

гетеродинли частота ўлчагичлар билан ўлчаш жараёни анча узоқ давом этади; у операторнинг малакали ва эътиборли бўлишини талаб этади.

Резонанс методи. Частотани резонанс методи билан ўлчаш тебраниш контурида юзага келадиган электр резонанси ҳодисасига асосланади. Бу метод юқори ва ўтаюқори частоталарда қўлланилади. Частотани ўлчашнинг тузилиш схемаси 10.5-расмда келтирилган.



10.5-расм.

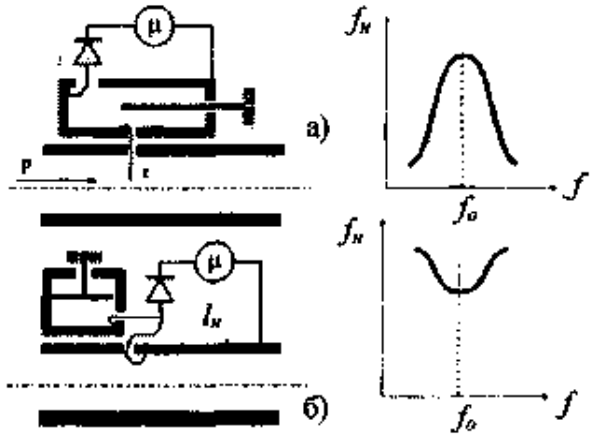
Ўлчанаётган f_x частота кучланиш манбаи резонансли частота ўлчагич билан боғланади. Бу частота ўлчагич юқори сифатли ўлчаш контуридан иборат бўлиб, резонанс индикаторини созлаш учун аниқ даражалаш механизмига эга. Частотани ўлчаш учун контурни f_x частота билан резонансга индикатор кўрсаткичининг максимал оғиши бўйича созлаш керак, яъни частота саноғини созлаш механизми шкаласи ёки жадвал (график) бўйича олиш керак. Ўлчаш контурининг конструкцияси частоталар диапазонига боғлиқ: 50 kGs...200 MGs 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 методи билан ўлчаш радиотехниканинг пайдо бўлишидан бошлабоқ кенг қўлланилган эди, бироқ унда жиддий камчиликлар мавжудлиги сабабли дискрет саноқ методи томонидан сиқиб чиқарилмоқда. Резонанс методининг камчиликлари жумласига қуйидагилар киради: ўлчанаётган катталик манбаи ва частота ўлчагич боғланишини танлаш зарурлиги; созлашни диққат билан бажариш зарурлиги ва 0,05...0,5% ни ташкил этувчи анча катта хатолик борлиги. Частотани резонанс методи билан ўлчаш хатолиги частота ўлчагич ўлчаш контурининг яхшилигига, индикаторнинг сезгирлигига, ўлчаш контурини созлаш механизми шкаласининг даражаланиш аниқлигига ва ундан саноқни олиш аниқлигига, атрофи температурасига ва намлигига, частота ўлчагичнинг ўлчанаётган частота манбаига боғланиш даражасига боғлиқ.

Резонансли частота ўлчагичларнинг асосий характеристикалари қуйидагилардан иборат: ўлчанадиган частоталар диапазони, ўлчаш хатолиги ва сезгирлик.

Частота ўлчагичнинг сезгирлиги деб унинг томонидан резонанс моменти 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 манбаи билан боғланиши унча катта бўлмаган штирли ёки рупорли аттенюатор, ёки халқа, зонд, тирқиш, ёки тешик шаклидаги алоқа элементлари орқали амалга оширилади. Боғланишни камайтириш учун частота ўлчагич олдидан, кўпинча, сусайтириши одатда 10 dB бўлган аттенюатор уланади.



10.6-расм.

Резонанс индикатори сифатида детектор (германийли ёки кремнийли нуқтавий диод) ва магнитоэлектрик микроамперметр қўлланилади. Сезгирликни ошириш учун ўзгармас ток кучайтиргичлари, ЎЮЧ сигналини импульсли модуляциялашда эса импульсларни 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 (10.6-*а* расм); агар частота ўлчагич резонансга созланмаган бўлса, кўрсатишлар бўлмайди.

Ютувчи частота ўлчагичдан фойдаланилганда детекторни ЎЮЧ тебранишлари манбаи 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 (10.6-*б* расм). Частота ўлчагичнинг бундай уланиш варианти афзалроқдир, чунки унинг ишини узлуксиз кузатиш имконини беради.

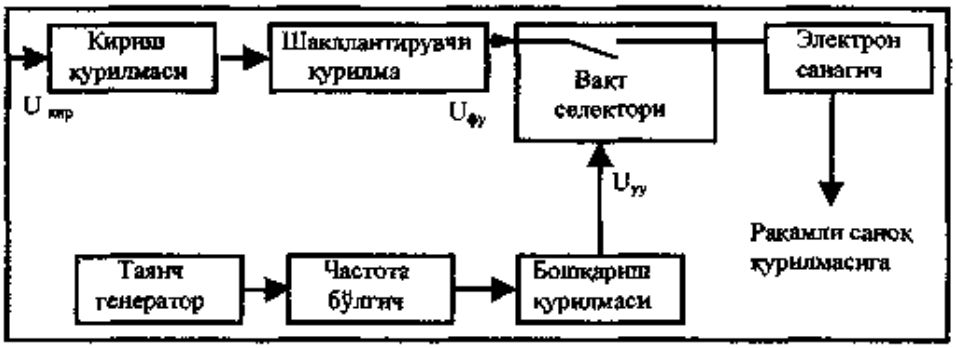
10.2. Рақамли частота ўлчагичлар ва вақт интерваллариии ўлчагичлар

Даврий сигналнинг частотаси f_x ни ўлчаш учун унинг маълум вақт интервали Δt_0 даги даврлари сони N ни санаш етарлидир. Ўлчаш натижаси $f_x = N/\Delta t_0$ нисбат билан аниқланади.

Иккинчи томондан, номаълум вақт интервали Δt_x ни ўлчаш учун маълум f_0 частотали сигналнинг ўлчанаётган Δt_x интервали 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 методда, ишнинг моҳиятига кўра, номаълум вақт интервалини ўлчашга ёрдам берувчи «электрон чизғич»нинг бўлим қийматини аниқлайди. Бу айтилган бевосита саноқ методлари электр сигналларининг частота-вақт характеристикаларини ўлчашнинг кўпчилик рақамли методларининг 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 методига асосланган рақамли частота ўлчагичлари. Рақамли (электрон-санокли) частота ўлчагичнинг частотасини ўлчаш режимидаги тузилиш схемасини кўриб чиқамиз (10.7-расм).

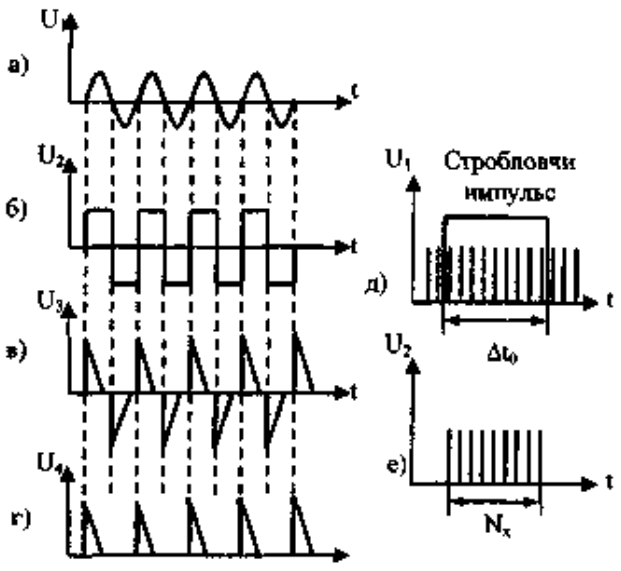
Тадқик қилинадиган $U_{кир}$ сигнал қуриш қурилмасига келади, бу ерда зарурий кучайтириш (ёки, аксинча, сусайтириш) ва филтрлаш амалга оширилади. Шакллантирувчи қурилма тадқиқ қилинаётган сигнал частотасини шу сигнал частотасига тенг импульслар кетма-кетлиги $U_{чиқ}$ га ўзгартиради.



10.7-расм.

Селектор бошқариладиган электрон калитдан иборат бўлиб, у фақат бошқарувчи киришидан фақат стробловчи импульс $u_{бк}$ мавжуд бўлгандагина номаълум частотали шаклланган импульсларни электрон счётчикка ўтказади, бу стробловчи импульснинг давомийлигини ўлчаш вақти Δt_o 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. $\Delta t_o = 10^k$ s бўлганлиги учун частота: $f_X = N_X/\Delta t_o = N_X \cdot 10^{-k}$ Gs. 10^{-k} кўпайтувчининг қиймати РСҚ даги ўнлик вергулнинг ўрни билан олинаётган натижанинг ўлчамини (Gs, kGs) кўрсатиб ҳисобга олинади.



10.8-расм.

Одатда, синусоидадан сигнал частотасини ўлчашда ундан шакллантирувчи қурилмада киска импульслар яратилади. Киска импульслар рақамли санок қурилмаларининг ишлаши учун кўпрок қўлланилади.

Синусоидадан киска ўткир учли импульсларнинг шаклланиш 10.8-*а, б, в, г*-расмларда кетма-кет кўрсатилган.

Синусоидал шаклдаги U_1 сигнал зарурий катталиккача кучайтирилганидан сўнг икки томонлама чегараланишга дучор бўлади ва U_2 сигналга – меандрга айланади. Кейин дифференциалловчи занжир ёрдамида икки қутбли ўткир учли импульслар кетма-кетлигига айланади. Мусбат қутбли импульслар 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 10.8-*д*, *е*-расмларда тушунтирилган. Шакллантирувчи қурилма чиқишидаги импульслар 10.8-*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 саноқ методи билан ўлчашдаги хатоликнинг иккита асосий ташкил этувчисини келтирилган диаграммалар асосида (10.8-*д* расм) ажратиш ва уларни баҳолаш қийин эмас. Биринчидан, бу вақт селектори импульсларни ўтказадиган намунали вақт интервали Δt_0 нинг шаклланиш хатолиги $\delta_д$ 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 MGs ли термостатланган кварцли генераторлар ўрнатилади, улар частоталарининг максимал нисбий хатолиги 10^{-7} ...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 ±1 импульсни ташкил этади. Натижада частотани ўлчашда дискретликнинг максимал нисбий хатолиги учун $\delta_д = \pm 1/N = \pm 1/f_x \Delta t_0$ 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: $\delta_д = 1/f_x\Delta t_o$.

Келтирилган бу формулалардан кўриниб турибдики, ўлчанаётган частота f_x ва ўлчаш вақти Δt_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. Шуни ёдда тутиш муҳимки, юқори частоталарни ўлчашда дискретлик нисбий хатолигининг қиймати камаяди ва таянч генератор хатолиги δ_0 билан таққосланадиган даражада яқин бўлади. Шу сабабли бу ерда фавқулодда юқори стабил кварцли генераторлардан фойдаланиш зарур бўлади. Бундан ҳам юқори частоталарда (1 GGs ва ундан юқори) ишлаш учун частотани гетеродинли ўзгартиришдан фойдаланилади ҳамда тадқиқ қилинаётган сигнал ва юқори частотали қайта созланадиган гетеродин частоталарнинг айирмасини рақамли метод билан ўлчанади.

Электрон-саноқли частота ўлчагич абсолют хатолигининг рухсат этиладиган чегараси

$$\Delta_{чег} = \pm\left(\delta_0 f_{ўлч} + \frac{1}{\Delta t_0}\right) \qquad (10.2)$$

ифода билан тавсифланади, бу ерда δ_0 – ўлчовнинг (намунали гетеродиннинг) умумий хатолиги.

Бунга мос равишда рухсат этиладиган нисбий хатолик чегараси

$$\delta_{чег} = \Delta_{чег} \times \frac{1}{f_{ўлч}}$$

ушбу кўринишда ёзилади:

$$\delta_{чег} = \pm\left(\delta_0 + \frac{1}{N}\right) = \pm\left(\delta_0 + \frac{1}{f_{ўлч}\,\Delta t}\right). \qquad (10.3)$$

Бу келтирилган формулалардан келиб чиқадики, паст частоталар соҳасида дискретлик хатолиги асосий (белгиловчи)

хатолик бўлади. Масалан, $f_{ўлч}$ = 10 Gs да (Δt_o = 1 s ва $\delta_o = 10^{-7}$) дискретликнинг абсолют хатолиги 1 Gs 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 Δt_o ни орттиришдан иборат бўлиб, бунинг ижобий натижа бериши (11.2)дан келиб чиқади. Бироқ, 10 Gs 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 методик хатолик ўсиши мумкин, чунки бу кўриб чиқилган усул билан сигнал частотасининг Δt_0 вақт ичидаги ўртача қиймати ҳисобланади. Частота ўлчагичларда, одатда, вақт дарвозасини 10 s дан ортиқ оширишнинг иложи йўқ.

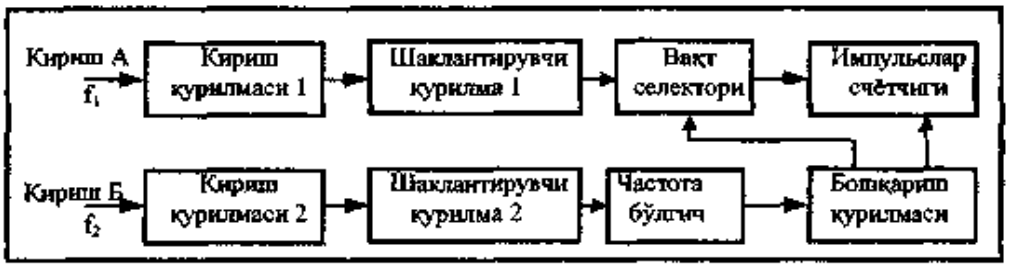
Паст частоталарни ўлчашда хатоликни камайтиришнинг яхши усули ўлчаш ўзгартгичлари – частоталарни кўпайтиргичдан фойдаланишдан иборат. Ўлчанаётган сигнал частотасини ошириш хатоликни бир неча тартиб чамасида пасайтириш имконини беради.

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 тескари катталик сифатида аниқланади.

Бундай ўлчашлар келгусида кўриб чиқиладиган вақт интерваллларини ўлчаш методларининг хусусий ҳолидир.

Электрон саноқли частота ўлчагичлар икки сигналнинг частоталари нисбатини ўлчаш режимида ҳам ишлаши мумкин. Бу режимда ишлайдиган частота ўлчагичнинг тузилиш схемаси 10.9-расмда келтирилган.

Кириш *А* га сигнал f_1 частота билан, кириш *Б* 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 интервал давомида санайди.



10.9-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, $N = f_1/f_2$.

$n\frac{f_1}{f_2}$ қийматни ўлчаш ҳам мумкин, бу ерда $n = 10^k$. Бунда вақт дарвозаси f_2 частотали сигнал каналига уланган декадали бўлгич ёрдамида кенгайтирилади. Частоталар нисбатини ўлчашнинг нисбий хатолиги таққосланаётган частоталардан пасти синусоидал шаклда бўлганида $\delta_{f_1/f_2} = \pm\left(\frac{\delta_{и.т}}{n} + \frac{f_2}{nf_1}\right)$га тенг, бу ерда f_1 – таққосланаётган частоталарнинг юқориси, f_2 – пастки, $\delta_{и.т.}$ – частотаси f_2 бўлган сигналга ишлов беришда ишга тушириш ностабиллиги.

Вақт интервалини ўлчаш. Электрон-саноқли частота ўлчагич ёрдамида даврни ўлчашни кўриб чиқишдан олдин вақт интервалини ўлчаш масаласини кўриб чиқамиз, у сигнал даврини ўлчаш билан кўпгина умумий жиҳатларга эга. Илгари вақт интерваллари осциллографик типдаги ўлчагичлар кенг қўлланилар эди. Юқорида, VII бобда қайд этилганидек, калибрланган ёйишли одатдаги осциллографдан бу мақсадда фойдаланилиши мумкин. Интерваллари осциллографик ўлчагичларда ўлчашда катта қулайлик яратадиган ва хатоликни камайтириш имконини берадиган махсус чоралар қўлланилар эди. Хусусан, экрандаги чизиқ узунлигини узайтириш ва вақт интервалига мос нишонлар (меткалар) орасидаги масофани чўзиш имконини берувчи спирал ёйишдан кенг фойдаланилар эди.

Бевосита санок усулига асосланган интерваллари рақамли ўлчагичлар синусоидал тебранишлар даврини, импульсларнинг келиш даврини, бошланиш («старт») ва тугаш («стоп») импульслари билан берилган вақт интерваллари ўлчаш учун мўлжалланган.

Бевосита ўлчаш усулига асосланган асбобнинг тузилиш схемаси (10.10-*а* расм) илгари кўриб чиқилган рақамли частота ўлчагич (10.7-расм) схемасига кўп жиҳатдан ўхшашдир. Одатда, рақамли частота ўлчагичлар частотани ўлчаш режимида ҳам, вақт интервалини ўлчаш режимида ҳам ишлаши мумкин. Даври ёки давомийлиги ўлчаниши лозим бўлган сигнал $U_{кир}$ шакллантирувчи қурилмага келади. Шакллантирувчи қурилма ва бошқариш қурилмасининг вазифаси – тадқиқ қилинаётган сигналдан тик фронтли импульс $U_{бошқ}$ ни шакллантиришдан иборат, унинг давомийлигини вақт селекторининг очиқ ҳолати вақти белгилайди. Бу вақтда селектор орқали электрон счётчикка даврлари юқори стабилли таянч генераторлар билан бериладиган ва баъзан вақт нишонлари (белгилари) деб аталадиган $U_{от}$ импульслар ўтади. Шундай қилиб, рақамли частота ўлчагич схемаси (10.7-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.

10.10-*а* расмда даврлар ва вақт интерваллари ни ўлчагичларнинг умумлаштирилган схемаси кўрсатилган. Қаралаётган асбобда синусоидал сигнални ўткир учли импульсларга ўзгартириш частота ўлчагичдаги (10.8-расм) каби амалга оширилади. Тўғри бурчакли импульснинг давомийлиги ўлчанаётган ҳолда дифференциаллаш операциясини қўллаш етарли бўлади. Фронтдан юзага келадиган ўткир учли импульс таянч импульс $U_{таянч}$, ўлчанаётган сигналнинг пасайишидан юзага келадиган импульс интервали импульс $U_{инт}$ бўлади. Бу импульслар симметрик триггернинг иккита киришига 10.10-*а* расмда кўрсатилганидек келади.

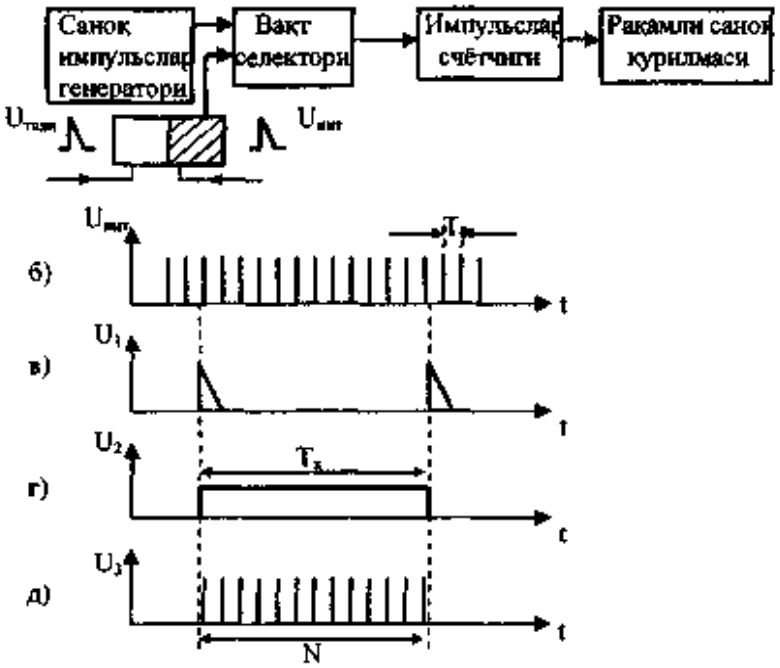
Триггердан вақт дарвозасини шакллантиргичга мумкин бўлган мисол сифатида фойдаланилади. $U_{таянч}$, $U_{инт}$ ва вақт дарвозаси импульсининг ўзаро жойлашиши (вазияти) 10.10-*в, г* расмда келтирилган.

Ўлчанаётган вақт интервали $T_х$ энди $T_х = NT_и$ каби аниқланади, бу ерда $T_и$ – санок импульслари шакллантирадиган намунали сигнал даври (10.10-*а* расм).

Таняч генератор частотасининг нисбий ностабиллиги $\delta_о$ вақт интервалини ўлчаш хатолигининг ташкил этувчиларидан бирини

бевосита аниқлайди. Шу сабабли таянч генераторлар сифатида рақамли частота ўлчагичлардаги каби термостатланган кварцли генераторлардан фойдаланилади.

Вақт нишонлари давринининг мумкин бўлган минимал қиймати T_0 бир каррали вақт интерваллари ни ўлчашда асбоб дискретлигининг абсолют хатолигини аниқлайди. T_0 даврни камайтириш учун таянч генератор частотасини частота кўпайтиргич ёрдамида бир неча марта кўпайтирилади.



10.10-расм.

Дискретликнинг тегишли максимал нисбий хатолиги ушбу ифода билан аниқланади:

$$\delta_д = \pm 1/N = \pm T_0/\Delta t_x.$$

Одатда, ҳозирда тарқалган асбоблар учун f = 10 MGs ва T_0 = 100 нс. Частотали ўлчашдаги каби, вақт нишонини ўлчанаётган интервалнинг бошланиши билан синхронлаштириб, дискретлик хатолигини камайтириш мумкин, у ҳолда $\delta_д = T_0/T_x$, яъни формулага ± ўрнига + киради ва дискретлик хатолиги 2 марта камаяди. Бу ҳолда дискретлик хатолиги мусбат бўлганлиги сабабли, вақт нишонини ўлчанаётган интервал бошланишига нисбатан T_0 даврнинг ярмига суриш йўли билан бу хатоликнинг максимал қийматини яна икки марта қисқартириш мумкин, яъни $\delta_д = T_0/2T_x$.

Етарлича катта вақт интерваллари ни 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 интервал T_x ни аниқлайдиган импульсни шакллантиришда юзага келади. Шакллантиргичларда, одатда, Шмитт триггери типидаги бўсағa 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 давомийлигининг 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 $U_м$ кулочли шовқиннинг мавжудлиги туфайли шакллантирувчи бўсағa қурилмасининг ишга тушиш вақтининг максимал тарқоқлиги $\Delta t \approx U_м/s$ 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 интервалини 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

$$\delta_{и.т.} \le (\Delta t_ф + \Delta t_к)/\Delta t_х$$

бўлади, бу ерда $\Delta t_ф$ ва $\Delta t_к$ – санокнинг боши ва охирини аниқлайдиган импульслар фронти ва кесилишининг давомийлиги U_c амплитудали сигнал бўлганида ишга тушириш даражасининг нисбий хатолиги $\delta_{и.т.} = \pm\Delta t/\Delta t_x = \pm U_м/\pi U_c$ бўлади, даврни аниқлашдаги натижавий хатолик эса

$$\delta = \pm\left(\delta_0 + \delta_{и.т} + \frac{T_0}{T_x}\right) \qquad (10.4)$$

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 10.1-жадвалда децибел ҳисобида берилган:

10.1-жадвал

$U_c/U_ш$, dB	20	40	60
$\delta_{и.т.}$	$3\cdot10^{-2}$	$3\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-4}$

Агар ўлчанаётган вақт интервали такрорланувчи сигналлар билан боғланган бўлса, у ҳолда дискретлик ва ишга тушириш хатоликларини даврни ўрталаш методи билан ўлчашда анча камайтириш мумкин, бу методда 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 қиймати топилганида

$$\delta = \pm\left(\delta_0 + \frac{\delta_{и.т}}{n} + \frac{T_0}{nT_x}\right) \qquad (10.5)$$

ифода билан аниқланади.

Ўртачалаштириш методи давомийлиги эталон вақт нишонлари даври билан қиёсланадиган етарлича кичик такрорланувчи (даврий бўлиши шарт эмас) вақт интерваллари ни ўлчаш аниқлигини ошириш учун ҳам қўлланилиши мумкин. Бунда селектор киришига, одатдаги бевосита санок методидаги каби, тадқиқ қилинаётган сигнал ва эталон импульслар берилади, бирок 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, айни ҳолатда ўлчаш вақти ўлчанаётган сигнал давридан 10^k марта ортик бўлади. Қисқа такрорланувчи импульсларни ўлчашнинг нисбий хатолиги ўртачалаштириш методини қўлланилганда

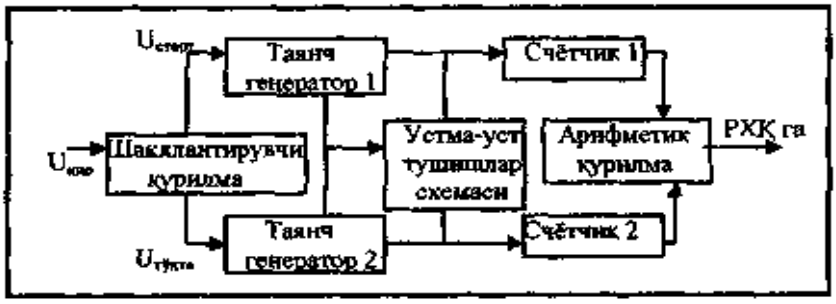
$$\delta = \pm\left(\delta_0 + \frac{T_0}{nT_x}\right) \qquad (10.6)$$

ифода билан аниқланади, бу ерда n – санок вактида ўртачаланадиган вакт интерваллари сони.

Шуни ёдда тутиш муҳимки, агар сигналлар такрорланса ва такрорланиш частотаси таянч генератор частотаси билан синхронлаштирилмаган бўлса, ўртачалаштириш методини қўллаш мумкин.

Шундай асбоблар мавжудки, уларда ўрталаштириш методи дискретлик хатолигини бир каррали интерваллларни ўлчашда 100 ns дан, даврий вакт интерваллларини ўлчашда 10 ns гача пасайтириш имконини беради.

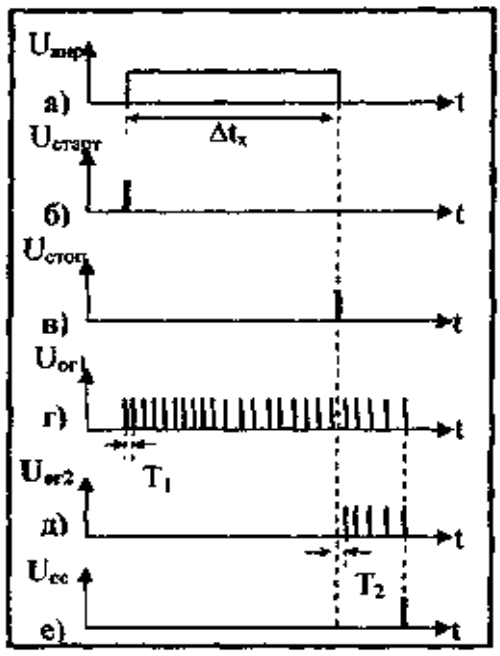
Вакт интерваллларини нониусли ўзгартирадиган рақамли ўлчагичлар. Қисқа бир каррали вакт интерваллларини бевосита санок усулига асосланган асбоблар билан ўлчашда фойдаланилаётган элементлар базасининг тезкорлигига боғлик бўлган дискретлик хатолиги ҳал қилувчи аҳамиятга эга бўлади. Вакт интервалини нониусли ўзгартирадиган рақамли ўлчагичлар (10.11-расм) тезкорлиги чегараланган счётчиклардан фойдаланилганда катта аниқликка эришиш имконини беради.



10.11-расм.

Шакллантирувчи қурилма давомийлигини ўлчаш зарур бўлган кириш сигнали $U_{кир}$ дан старт импульси $U_{старт}$ ва тўхташ импульси $U_{тўхташ}$ ни шакллантиради (10.12-*а, б, в* расм). Старт импульси такрорланиш даври T_1 бўлган таянч генераторни ишга туширади ва унинг импульслари счётчик *1* га келади. Вақт интерваллларини таянч генератор *1* давридан кичик дискретлик хатолиги билан ўлчаш усули схемасига даври T_2 ва ишга тушириш импульси $U_{тўхташ}$ бўлган яна бир таянч генератор *2* киритилган. $U_{чег}$ импульсларнинг такрорланиш даври $U_{ог}$ 1 импульсларнинг такрорланиш давридан бироз кичик ва $\Delta T = T_1 - T_2$ айирма, ишнинг моҳиятига кўра, квантлаш қадамини ва, мос равишда, ноиусли ўзгартиришни дискретлаш *хатолигини аниқлайди.*

Генераторлар импульслари ҳар бир давр билан бир-бирига токи устма-уст тушгунига қадар вақт бўйича яқинлашади (10.12-*г, д* расм). Бу момент генераторлар ишини тўхтатадиган $U_{ус}$ сигналн 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 бирлаштириши керак:



10.12-расм.

$$\Delta t_x = (N_1 - 1)T_1 - (N_2 - 1)T_2 + \Delta T(N_2 - 1).$$

Бу ифодадаги биринчи қўшилувчи ўлчанаётган интервалнинг старт генератори *1* даврлари сонини санаш билан аниқланган «бутун қисми»ни ифодалайди. Иккинчи

қўшилувчи генератор *1* нинг ҳали ўлчанаётган вақт интервали чегараларида бўлган импульси билан тўхташ импульси орасидаги «ҳисобга олинмаган» вақт интервалининг давомийлигини аниқлайди. Арифметик қурилмадан натижа коди рақамли саноқни олиш қурилмаси РСҚ га келади.

Қаралаётган асбобда бошқариладиган старт таянч генераторининг қўлланилиши таянч импульсларни ўлчанаётган интервалнинг бошланиши билан синхронлаш ва нониусли усул билан фақат битта «ҳисобга олинмаган» интервални ўлчашга имкон беради. Бироқ нониусли ўзгартгичларнинг таянч генераторлари стабиллиги бўйича узлуксиз иш режимига эга генераторларга нисбатан пастроқ бўлиб, уларни кварцли резонаторлар 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 интерваллларни ўлчаш учун фойдаланилади. Нониусли ўзгартгичларнинг квантлаш қадамини стабиллаш учун старт ва тўхташ генераторларининг частоталари айирмасини автосозлашдан ёки уларни юқори стабил ЎЮЧ сигнал билан мажбурий синхронлашдан фойдаланилади.

Катта вақт интерваллларини аниқ ўлчаш учун иккита нониусли ўзгартгичли рақамли асбоблардан фойдаланилади, бунда асосий таянч генератор узлуксиз режимда ишлайди. Бундай асбобларда ўлчанаётган вақт интервалининг «бутун қисмини» узлуксиз ишловчи стабил таянч генераторининг импульсларини бевосита санаш методи билан аниқланади. Бир нониусли ўзгартгич таянч генераторининг импульсини биринчи ўлчаш бошланишидан олдинги «ҳисобга олинмаган» вақт интервалини, иккинчиси эса иккинчи «ҳисобга олинмаган» вақт интервалини ўлчайди. Арифметик қурилма учта счётчикнинг кўрсатишларини бирлаштиради ва натижа кодини РСҚ га беради. Бундай асбоб схемаси етарлича мураккаб бўлади.

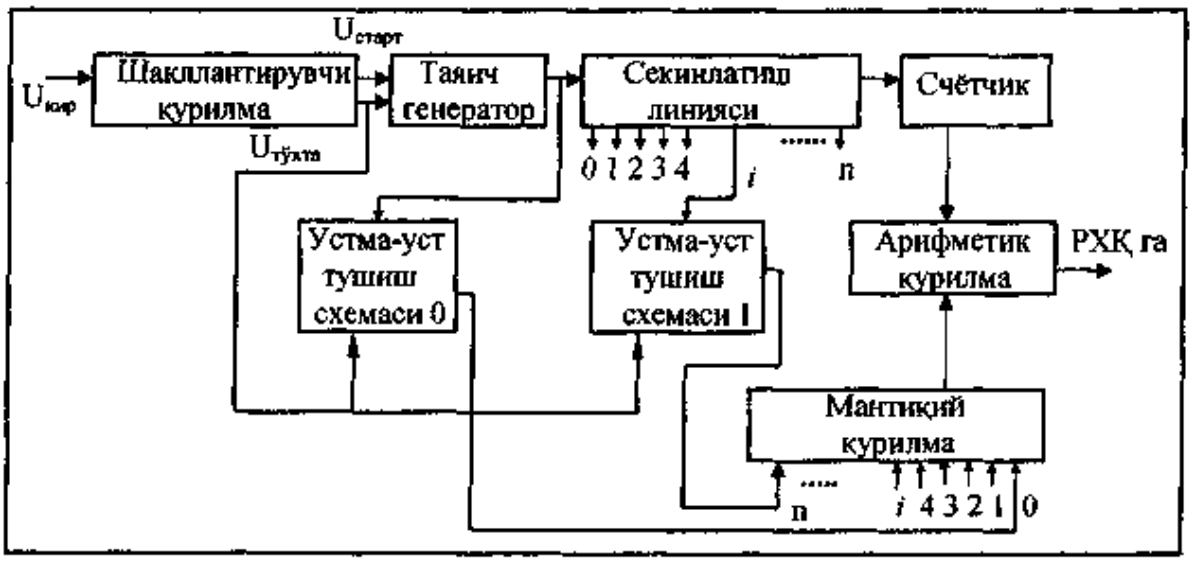
Вақт интерваллларини секинлатиш линияси билан рақамли ўлчагичлар.

Вақт интерваллларини ўлчагичнинг яна бир типи – бу калибрланган секинлатиш линиясидан фойдаланувчи ўлчагичлар бўлиб (10.13-расм), тезкорлиги чекланган счётчиклардан 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.

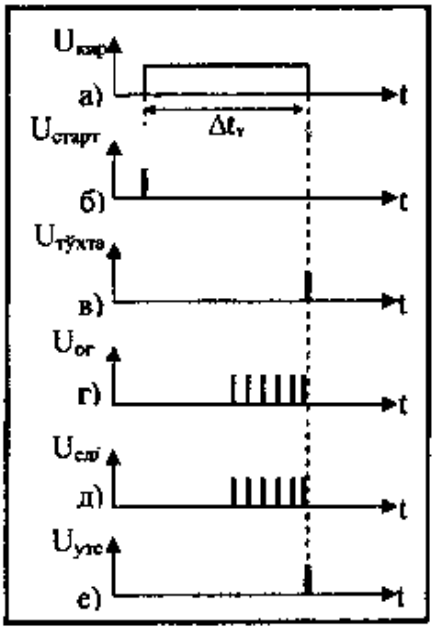
Секинлатиш линияси генератор импульсларининг такрорланиш даврини, шакллантирувчи қурилмадан келадиган бошқарувчи сигналлар эса сериядаги импульслар сонини аниқлайди. Счётчик ўлчанаётган интервал давомийлигини таянч генератор даврига тенг дискретлик хатолиги билан иккилик кодда қайд этади.

Сериянинг сўнгги импульси (10.14-*г* расм) ва стоп импульси орасидаги вақт интервали секинлатиш линияси чиқишларига (отвод) уланадиган устма-уст тушиш схемалари ёрдамида энди каттарок 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. $U_{уэс}$ сигналлар бўйича мантиқий қурилма ишга тушган устма-уст тушиш схемаларидан охиргисининг (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 РСҚ га беради.



10.13-расм.

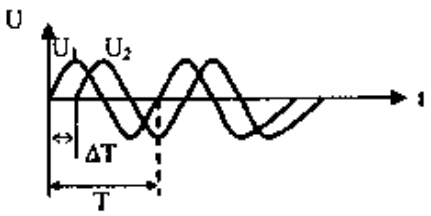
Вақт интерваллариии кечиктириш линияси билан рақамли ўлчагичларнинг афзаллик жиҳатларига квантлаш қадамининг секинлатиш линияси параметрларининг стабиллиги билан белгиланадиган стабиллигини ва вақтни юқори ажратишни таъминлаш имкониятини киритиш мумкин. Бундай типдаги асбобларнинг квантлаш қадами 5 ns бўлгани маълум. Камчиликларидан квантлаш сонининг кичиклигини кўрсатиш мумкин (катта сондаги чиқишли калибрланган секинлатиш линиясини конструктив мулоҳазаларга кўра амалга ошириш қийин).



10.14-расм

10.3. Фаза силжишини ўлчаш

Фаза силжиши φ 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 (10.15-расм).



10.15-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 интервалини t орқали белгилаймиз. У ҳолда фаза силжиши, ёки

$$\varphi = 360\Delta T/T, \qquad (10.7)$$

бу ерда T – гармоник сигналлар даври.

Фаза силжиши электр сигнали занжирдан ўтаётганида секинлашиши туфайли пайдо бўлади. Тебраниш контури, филтрлар, фаза айлантиргичлар ва бошқа тўрткутблилар кириш ва чиқиш кучланиши орасида фаза силжиши $\varphi = \omega t_{сек}$ ни киритади, бу ерда $t_{сек}$ – секинлашиш давомийлиги, секунд ўлчамида. Одатда типли кучайтириш каскади π га тенг фаза силжишини киритади.

Кўпгина радиотехника қурилмалари – барча вазифали радиолокацион, радионавигацион, телевизион, кенг полосали кучайтиргичлар бошқа параметрлари билан бир қаторда фаза-частота характеристикаси, яъни фаза силжишининг частотага боғлиқлиги билан ҳам тавсифланади.

Фаза модуляцияси ва манипуляцияси телеметрия ва алоқа аппаратурасида кенг қўлланилади; бу қурилмалардаги фаза силжишини ўлчаш созлашда 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 частота филтрлари ёрдамида филтрлаб ажратилади. Бундай кучланишларни вақт силжишини ΔT билан тавсифлаш мумкин.

Фаза силжишини ўлчашда осциллографик, компенсация ва дискрет санок методлари энг кўп қўлланилади.

Осциллографик методни 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 10.15-расмда кўрсатилган кўринишга эга бўлади. Фаза силжишини (10.7) формула бўйича T ва ΔT га мос кесмаларнинг ўлчанган узунликлари l ва Δl ни қўйиб ҳисобланади.

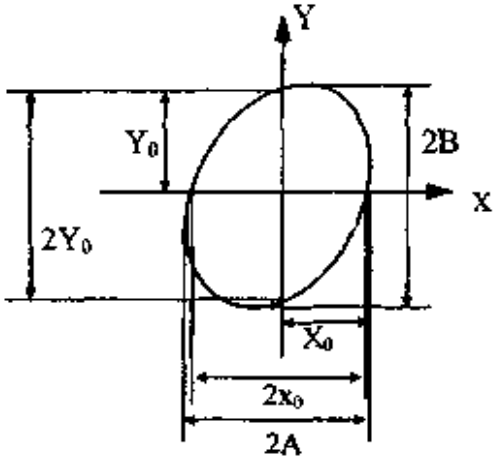
Синусоидал ёйиш усули бир нурли осциллограф билан амалга оширилади. Вертикал оғдириш каналига $U_y = U_y \sin(\omega t+\varphi)$ кучланиш, горизонтал оғдириш каналига эса $U_x = U_x \sin\omega t$ кучланиш берилади; ёйиш генератори узиб қўйилган. Осциллограф экранида эллипс шаклидаги осциллограмма (10.16-расм) пайдо бўлади, унинг тенгламаси

$$y = \left(\frac{B}{A}\right)(X\cos\varphi) + \sqrt{A^2 - X^2}\sin\varphi \qquad (10.8)$$

кўринишга 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:

$$y = \pm\arcsin(2y_o/2B) = \pm\arcsin(2x_o/2A) \qquad (10.9)$$

Синусоидал ёйиш усули фаза силжишини бир қийматли аниқлаш имконини бермайди. Эллипс ўқлари координата ўқлари билан устма-уст тушганида φ фазавий силжиш 90° ёки 270° га тенг бўлади. Агар эллипснинг катта ўқи биринчи ва учинчи квадрантларда жойлашган бўлса, у ҳолда фаза силжиши $0° < \varphi < 90°$ ёки $270° < \varphi < 360°$, агар иккинчи ва тўртинчи квадрантларда жойлашган бўлса, $90° < \varphi < 180°$ ёки $180° < \varphi < 270°$ бўлади. Бир қийматли эмасликни бартараф этиш учун қўшимча 90° ли силжишни киритиш лозим ва осциллограмма кўринишининг ўзгариши бўйича ҳақиқий фаза силжишини осон аниқлаш мумкин. Масалан, 30 ёки 330° га тенг φ ни ҳосил қилган бўлайлик. Қўшимча



10.16-расм.

+90° ни киритайлик. Агар осциллограмма ўша квадрантлар ичида қолса, $\varphi = 330°$, агар иккинчи ва тўртинчи квандрантларга кўчса, у ҳолда $\varphi = 30°$.

Осциллографик методда ҳеч қандай қўшимча асбоблар талаб этилмайди ва ғояси ҳам содда. Бироқ у билвосита метод 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 экранидаги ёруғ доғ диаметрининг охирги қийматини устма-уст тушириш ҳамда мунтазам хатоликлар: асбобий ва методик хатоликлардан қўшилиб ҳосил бўлади. Методик хатолик тадқиқ қилинаётган кучланишларда гармоникаларнинг мавжудлиги билан боғликдир.

Кесмаларни ўлчаш хатолигини нурни кичик ёркинликда 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 (10.9) 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:

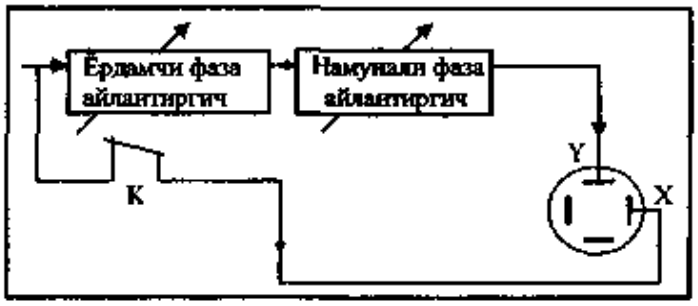
биринчи ўлчаш одатдагича бажарилади, иккинчи ўлчашни эса ўлчанаётган кучланишларни осциллографларни қарама-қарши киришларига бериб ўтказилади. Биринчи ўлчаш натижасида $\varphi_1 = \varphi + \Delta\varphi$ ни ҳосил қиламиз, бу ерда $\Delta\varphi$ – осциллограф каналларидаги номаълум фаза силжиши. Иккинчи ўлчаш натижасида $\varphi_2 = (360° - \varphi) + \Delta\varphi$ ни оламиз. $\varphi_2 - \varphi_1 = 360° - 2\varphi$ дан изланаётган фаза силжиши

$$\varphi = 180° - [(\varphi_2 - \varphi_1)/2]$$

ни ҳосил қиламиз.

Осциллографик индикациялашли компенсацион метод бир нурли осциллограф, намунали $\varphi_н$ ва ёрдамчи $\varphi_ё$ фазаайлантиргичлардан иборат ўлчаш қурилмаси (10.17-расм) орқали амалга оширилади.

Дастлаб қурилмадаги хусусий фаза силжишини бартараф этилади. Бунинг учун калит K ни ёпилади ва U_1 кучланишни осциллографнинг иккала киришига берилади. Намунали фаза айлантиргич шкаласининг кўрсаткичи нолга келтирилади, ёрдамчи фаза айлантиргич эса осциллограф экранида тўғри чизиқ ҳосил бўлгунига қадар ростланади. Бунда ёрдамчи фаза айлантиргич 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. Фаза айлантиргични ростлаш билан бу чизиқларнинг битта тўғри чизиқ бўлиб қўшилиб кетишига, яъни умумий нол фаза силжишига эришилади.



10.17-расм.

U_1 ва U_2 кучланишлар орасидаги фаза силжишининг қиймати намунавий фаза айлантиргич шкаласининг кўрсатиши бўйича қуйидагича аниқланади. Агар U_1 кучланиш фаза бўйича U_2 кучланишдан илгари кетса, у ҳолда фаза айлантиргич шкаласи кўрсатиши фаза силжишига тенг: $\varphi = \varphi_н$. Агар U_1 кучланиш орқада қоладиган бўлса, у ҳолда $\varphi = 360° - \varphi_н$.

Ўлчаш хатолиги асосан намунали фаза айлантиргич шкаласининг даражаланиши хатолиги бўйича аниқланади.

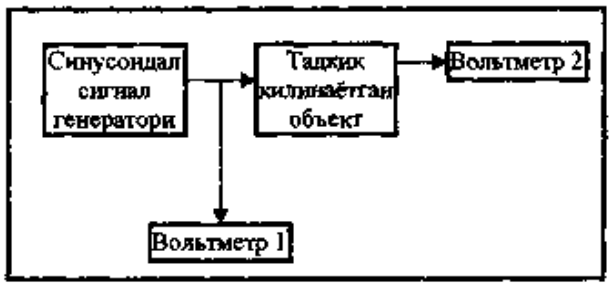
10.4. Амплитуда-частота характеристикаларини ўлчаш

10.4.1. Амплитуда-частота характеристикаларини нуқталар бўйича ўлчаш

Амплитуда-частота характеристикаларини (АЧХ) мазкур ўлчаш методи ихтисослашган асбобларни талаб этмайди ва етарлича аниқдир. Унинг камчилиги паст иш унумдорлигидир. У нисбатан кам қўлланилади, бироқ ўлчаш методикаси нуқтаи

назаридан аҳамиятлидир. Бу методнинг принципи 10.18-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 лозим. Объектнинг кириши ва чиқишида ўлчанаётган сигналнинг амплитудасини ўлчайдиган вольтметр исталган типи бўлиши мумкин, бироқ тадқиқ қилинаётган объект актив элементларга эга бўлса ва сигналнинг ночизиқли бузилишлари ва бунинг оқибатида энг юқори (олий) гармоникалар пайдо бўлишини кутиш мумкин бўлса, чиқишдаги сигнални ўлчаш учун танловчи (сайланма) вольтметрни қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади.



10.18-расм.

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

$$k(f) = U_{чиқ}/U_{кир}$$

ни ҳисоблашдан иборат.

Бу методни амалиётда бажариш маълум ўлчаш малакаларини 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 ночизиқли 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 экспериментал АЧХ ясаладиган нуқталар сийрак

жойлашган бўлса, характеристиканинг қандайдир деталларининг йўқолиш эҳтимоллиги шунча кўп бўлади.

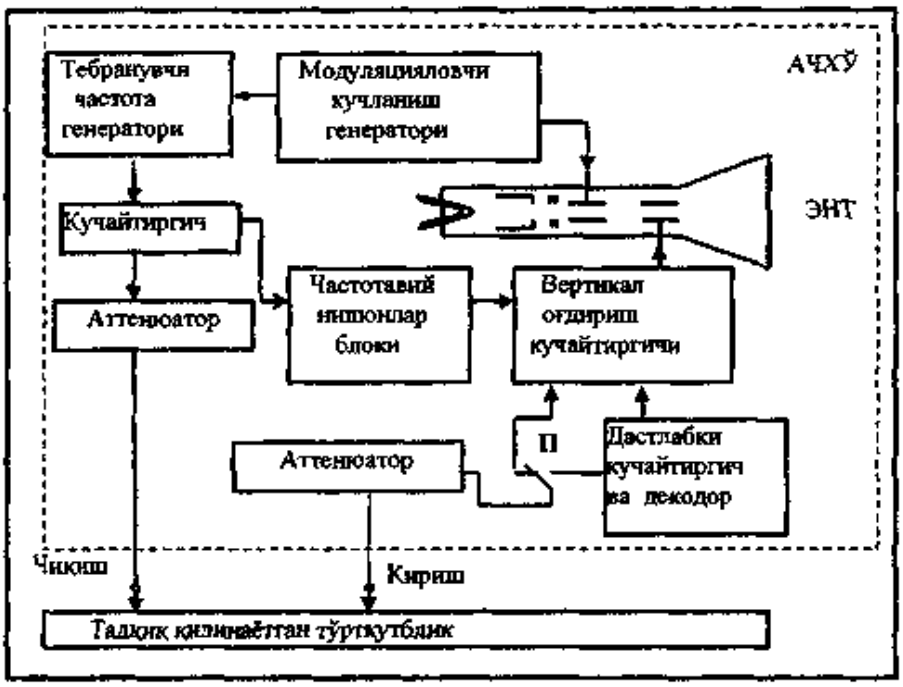
Шундай қилиб, бу жараён сермеҳнат, учта асбоб кўрсатишларининг саноғини кўп марта олиш, ҳисоблаш операцияларини бажариш ва АЧХ графигини график итерполяциялаб қўлда чизилишини талаб этади. Ўлчаш иши анча вақт давом этиши туфайли таъминот кучланиши ва температуранинг ўзгариши билан боғлиқ хатоликлар бўлиши мумкин. Бирор-бир элементини алмаштирилганидан сўнг, аппаратурани созлашда ўлчаш муолажасини қайтаришга тўғри келади, бу эса таъмирлаш ва созлаш ишлари унумсиз бўлишига олиб келади. Шу сабабли АЧХ ни ўлчаш жараёнини автоматлаштириш зарурати юзага келди.

10.4.2. Амплитуда-частота характеристикаларини автоматлаштирилган ўлчагичларининг тузилиш принциплари

АЧХ ни ўлчаш жараёнини частотаси керакли частоталар полосасида равон ўзгариши мумкин бўлган генератордан ва осциллографик индикатордан фойдаланиш ҳисобига автоматлаштиришга эришиш мумкин бўлади. Шундай қилиб, энг содда блок-схемаси 10.19-расмда тасвирланган амплитуда-частота характеристикасини 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 кучланишни ўзидан электрон-нурли трубкалар (ЭНТ)да нурни оғдириш учун фойдаланилади. ТЧГ нинг синусоидал тебраниш частотаси 10.20-расмда кўрсатилганидек, $f_{макс}$ дан $f_{мин}$ гача чизиқли қонун бўйича ўзгаради. Ўртача частота $f_{ўрт}$ эса модуляцияловчи кучланиш берилмаганида ТЧГ нинг хусусий созланиш режимига тўғри келади. Модуляцияловчи тебранишнинг бир даври тугаганидан сўнг ТЧГ нинг частотаси f_{min} қийматига қайтади ва яна чизиқли 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.

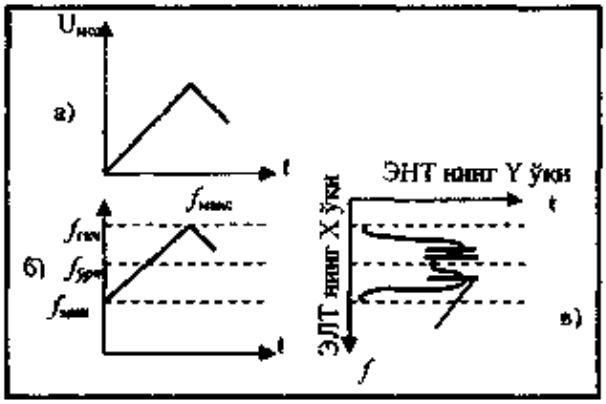


10.19-расм.

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 ёркинлиги бир хил бўлмайди, бироқ синусоидал кучланишда бу бир хилмаслик 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 тўртқутблик 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 тўртқутбликнинг кириши ўлчаш асбобининг чиқиши билан уланади.



10.20-расм.

Сигнал унинг чиқишидан яна ўлчаш асбобига қайтади. Агар ўлчанадиган тўртқутблик 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 тўртқутблик 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 тўртқутблик орқали ўтишида амплитудавий модулланади, шу билан бирга ўрама эгри чизиқ тадқиқ қилинаётган объектнинг АЧХ ҳақида ахборотни сақлайди. Детекторланган сигналнинг вертикал оғдирувчи пластиналарга таъсири натижасида ЭНТ экранида АЧХ тасвири ҳосил бўлади. ТЧГ учун модулловчи кучланиш ва ЭНТ нинг ёйиш кучланиши битта генератор томонидан шакллантирилади, шу сабабли нурнинг экранда оғиши ва тадқиқ қилинаётган тўртқутбликка таъсир қилаётган тебранишлар частотасининг ўзгариши синхрон равишда амалга ошади. Шундай қилиб, ЭНТ экранидаги *X* ўқ бир вақтда ҳам частоталар ўқи, ҳам вақт ўқи бўлади.

Тўртқутбликнинг частотавий параметрларини ўлчаш учун горизонтал ўқнинг ажратилган нуқталарига мос частоталарни билиш зарур, бунинг учун махсус нишонлардан фойдаланилади. Уларни шакллантириш учун АЧХЎ да частота нишонлари блоки кўзда тутилган (10.19-расм). Нишонлар таянч ва тебранувчи частоталар сигналларини аралаштириш йўли билан ҳосил қилинади. Частота нишонлари блоки кварц билан стабилланган таянч частоталар генераторига эга. Резонаторни узиб-улаш йўли билан таянч генератор бир неча таянч частоталарига, масалан, 1, 10

ва 100 kGs га созланади. Таянч генераторидан сигнал бўлгичга келади, унда асосий частота сигнали (масалан, 1 kGs) ҳам, унинг гармоникалари (2, 3, 4 kGs ва ҳ.к.) ҳам кучаяди. Шундай қилиб, частоталар тўри ҳосил бўлади. Асосий частотани қайта улаб-узиш билан 10 ва 100 kGs дискретли частоталар тўри ҳосил бўлишига эришиш мумкин. Таянч частоталар ва гармоникаларнинг танланиши асбоб мўлжалланган частота диапазонига боғлиқ.

Частота нишонлари блокида таянч частоталар сигнали аралаштиргичга 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 кучайтиргичига келади ва ЭНТ экранида вертикал чайқалишлар кўринишида кузатилади (10.20-*в* расм).

Тадқиқ қилинаётган тўрткутблик чиқишидан келаётган ўлчаш сигналининг динамик диапазони етарлича катта бўлиши мумкин, чунки тўрткутбликнинг узатиш коэффициенти тадқиқ қилинаётган частоталар полосасида жуда кўп марта ўзгариши мумкин. Бу ҳолда АЧХ ни ЭНТ экранида логарифмик масштабда тасвирлаш мақсадга мувофиқдир. Вертикал ўқ бўйича логарифмик масштаб логарифмик шаклдаги амплитудавий характеристикали кучайтиргич билан таъминланади. Масштаб ночизиқли масштабга айланиши сабабли узатиш коэффициентини аниқлаш учун калибратордан фойдаланилади, ундан сигнал вертикал оғдириш кучайтиргичига берилиши мумкин.

АЧХ ни ўлчаш жараёнида асбобда қуйидагича ростлашлар амалга оширилади:

– ТЧГ ўртача частотасини тадқиқ қилинаётган тўрткутблик АЧХ ўртача частотаси билан мувофиқлаштириш учун;

– АЧХ нинг етарли кўриниш энини ҳосил қилиш учун тебраниш даврини;

– кириш ва чиқиш сигналлари даражаларини аттенюаторлар ёрдамида.

АЧХЎларда махсус бўлган бу ростлагичлардан ташқари, одатдаги осциллографлардаги каби тасвир ёркинлиги, 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 тербаниш даврлари 0,01 дан 40 s гача ўзгариши мумкин. Масалан, частотани қўлда тебрантириш ва қайта созлаш, қўлда ишга тушириш билан частотани бир марта тебрантириш кўзда тутилиши мумкин.

Тебраниш полосасининг қиймати бўйича АЧХЎ лар тор, ўрта, кенг полосали, комбинацияланган турларга бўлинади. Масалан, 20 дан $30 \cdot 10^6$ Gs 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 классга, амплитудавий хатоликларининг рухсат этиладиган қийматлари бўйича уч классга бўлинади. Шуни қайд этиш керакки, частотавий ва амплитудавий хатоликларининг рухсат этиладиган қийматлари бўйича АЧХЎ турли классларга мансуб бўлиши мумкин.

Частотавий характеристикаларни ўлчагичларнинг меъёрланадиган характеристикаларига қуйидагилар киради: элтувчи частоталар диапазони; элтувчи частоталар шкаласи хатолиги; тебраниш частотаси, чиқиш кучланиши; тебраниш полосасида хусусий АЧХ нинг нотекислиги (динамик характеристика); 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 характеристикаларининг ночизиқлилиги туфайли АЧХ шаклининг бузилиши юз бериши мумкин. Бундай типдаги бузилишни, ТЧГ дан олинаётган кучланишни ошириб, аниқлаш осон. Агар энди АЧХ

шакли ўзгарса, у ҳолда ночизиқли бузилишлар мавжуд. Бунда киришдаги кучланиш минимал бўлиши лозим.

Катта сўнишли тўртқутбликларнинг АЧХ сини ўлчашда чиқиш кучланиши кичик бўлади ва АЧХ шаклининг детекторнинг ночизиқлилиги билан боғлиқ бўлган бузилишлари пайдо бўлади. АЧХЎ ларда қўлланиладиган кўпчилик детекторлар учун меъёрий детекторлаш режими кучланиш 0,2 V дан кам бўлмаганда таъминланади.

Агар тўртқутбликнинг 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 Ом ни, юқори частоталарда эса 50 ёки 75 Ом ни ташкил этади. Агар тадқиқ қилинаётган тўртқутбликнинг қаршилиги бу кўрсатилган қийматлардан жиддий (катта) фарқ қилса, муфовиқлаштирувчи қурилмалардан фойдаланилади.

АЧХЎ ларда чиқиш сигналининг частотаси вақт бўйича ўзгаради. Агар ўлчаш сигналининг тадқиқ қилинаётган тўртқутбликнинг 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 экранида частотавий масштабнинг берилган қонундан оғиши; хусусий АЧХ нинг нотекислиги ва бошқалар.

10.5. Электр занжирлардаги ночизиқли бузилишларни ўлчаш

Электр занжирлар чизиқли, ночизиқли ва параметрик занжирларга бўлинади. Кейинги икки типдаги занжирлардан шуниси билан фарқ қиладики, улар кириш сигнали спектри билан таққосланганда акс-садо спектрида янги гармоник ташкил

этувчиларни яратиши мумкин. Бу ҳодисадан мазкур занжирни ўз ичига олмаган қурилмада фойдаланилмаган ҳолда у жуда номақбулдир, чунки кўпинча зарарли қўшимча эффектлар яратади. Сигналнинг у юзага келтирган ўзгаришлари ночизиқли бузилишлар деб аталади.

Ночизиқли бузилишлар манбаи 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 номақбулдир. 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 айни 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 характерига боғлиқ равишда турлича намоён бўлиши мумкин. Резонанс кучайтиргичда чиқиш кучланиши шакли фақат кириш ва чиқиш сигналлари амплитудалари орасидаги боғлиқликнинг (амплитуда характеристикаси) 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 методлари: икки частотали, кўп частотали методлар ва шовқинли юклаш методи (у статистик метод деб ҳам аталади) мос келади. Бундан ташқари, методлар чиқиш сигналига ишлов бериш усули бўйича ҳам фарқланишлари мумкин. Бу белги бўйича методлар графоаналитик, филтрли ва компенсацион методларга бўлинади. Ҳозирги вақтда бир частотали, икки частотали ва уч частотали филтрлаш методлари энг кўп тарқалган.

Айрим методларни 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:

$$U_{чик} = a_0 + a_1 U_{кир} + a_2 U_{кир}^2 + \quad a_3 U_{кир}^3 + ... \qquad (10.30)$$

Кириш кучланишини умумий ҳолда каррали частотали гармоник тебранишлар йиғиндиси кўринишида ифодалаш мумкин:

$$U_{кир} = \sum_{k=1}^{n} U_{mk} \cos \omega_k t.$$

бу ерда U_{mk} ва ω_k – кириш кучланиши *k*-гармоникасининг амплитудаси ва частотаси.

У ҳолда

$$U_{чик} = a_0 + a_1 \sum_{k=1}^{n} U_{mk} \cos \omega_k t + a_2 \left(\sum_{k=1}^{n} U_{mk} \cos \omega_k t \right)^2 + \\ + a_3 \left(\sum_{k=1}^{n} U_{mk} \cos \omega_k t \right)^3. \qquad (10.31)$$

Косинуслар йиғиндиларини даражага кўтариш натижасида бирдан юқори даражали косинусларни ва турли частоталар

косинусларининг турли даражалари кўпайтмаларини ҳосил киламиз. Энди бу ифодаларга косинуслар даражалари ва кўпайтмалари учун формулаларни қўллаб, (10.31) қаторни ўзгармас ташкил этувчи ва кириш сигнали ташкил этувчиларининг частотасини, кириш сигнали ташкил этувчилари частоталарига каррали частотали ва

$$\omega = p_1\omega_1 \pm q\omega_2 \pm r\omega_3 \qquad (10.32)$$

типидаги комбинацион частотали гармоник қўшилувчилар йиғиндиси кўринишида ифодалаш мумкин.

Охирги типдаги қўшилувчиларнинг мавжудлиги икки ва уч частотали методлардаги чиқиш (бузилган) сигнали спектрини бир частотали методдаги шунга ўхшаш спектрдан фарқлайди. Комбинацион частоталар сони кириш сигналидаги гармоник ташкил этувчилар сони ортиши билан ва (10.31) полиномнинг даражаси ортиши билан тез ўсади. Кириш сигналидаги учта гармоник ташкил этувчи ва чиқиш кучланишидаги 3-даражали полином учун частоталари ва амплитудалари 10.2-жадвалда келтирилган гармоник ташкил этувчилар ҳосил бўлади.

Агар кириш занжиридаги 10.2-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.

10.2-жадвалдан ушбу хулосаларни чиқариш мумкин:

– чиқиш сигналининг ўзгармас ташкил этувчиси ва жуфт гармоникаларнинг амплитудалари (10.31) полиномнинг фақат жуфт даражали ҳадлари билан аниқланади;

– чиқиш сигналининг тоқ гармоникалари амплитудалари (10.31) полиномнинг фақат тоқ даражали ҳадлари билан аниқланади;

– полиномнинг жуфт даражали ҳадлари (10.32) ифодадаги коэффициентлари 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 (10.32) ифодадаги коэффициентлар йиғиндисининг энг катта қиймати (10.31) полиномнинг даражасига тенг.

10.2-жадвал

Полином ҳадлари	Тебранишлар частотаси	Тебранишлар амплитуда
α_0	0	α_0
$\alpha_1 U_{кир}$	ω_1	$\alpha_1 U_{m1}$
	ω_2	$\alpha_2 U_{m2}$
	ω_3	$\alpha_3 U_{m3}$
$a_2 U^2_{кир}$	0	$\alpha_2(U^2_{m1} + U^2_{m2} + U^2_{m3} +)/2$
	$2\omega_1$	$a_2 U^2_{m1}/2$
	$2\omega_2$	$a_2 U^2_{m2}/2$
	$2\omega_3$	$a_2 U^2_{m3}/2$
	$\omega_1 \pm \omega_2$	$\alpha_2 U_{m1} U_{m2}$
	$\omega_1 \pm \omega_3$	$\alpha_2 U_{m1} U_{m3}$
	$\omega_2 \pm \omega_3$	$\alpha_2 U_{m2} U_{m3}$
$a_3 U^3_{кир}$	ω_1	$3\alpha_2 U_{m1}(U^2_{m1} + 2U^2_{m2} + 2U^2_{m3})/4$
	ω_2	$3\alpha_3 U_{m2}(2U^2_{m1} + U^2_{m2} + 2U^2_{m3})/4$
	ω_3	$3\alpha_3 U_{m3}(2U^2_{m1} + 2U^2_{m2} + 2U^2_{m3})/4$
	$2\omega_1 \pm \omega_2$	$3\alpha_3 U^2_{m1} U_{m2}/4$
	$2\omega_1 \pm \omega_3$	$3\alpha_3 U^2_{m1} U_{m3}/4$
	$2\omega_2 \pm \omega_3$	$3\alpha_3 U^2_{m2} U_{m3}/4$
	$\omega_1 \pm 2\omega_2$	$3\alpha_3 U_{m1} U^2_{m2}/4$
	$\omega_1 \pm 2\omega_3$	$3\alpha_3 U_{m1} U^2_{m3}/4$
	$\omega_2 \pm 2\omega_3$	$3\alpha_3 U_{m2} U^2_{m3}/4$
	$3\omega_1$	$\alpha_3 U^3_{m1}/4$
	$3\omega_2$	$\alpha_3 U^3_{m2}/4$
	$3\omega_3$	$\alpha_3 U^3_{m3}/4$

Кўп частотали ўлчаш методларида ночизиқли бузилиш маҳсулотлари тартиб билан аниқланади. Бу эса (10.32) ифодадаги коэффициентларнинг абсолют қийматлари йиғиндиси орқали ифодаланади.

10.2-жадвалдан кўриниб турибдики, ночизиқлилик маҳсулотлари тартиби (10.31) 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 бузилиш маҳсулотлари тури билан фарқ қилинади. Биринчи турдаги маҳсулотларга (10.32)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 характеристикаси чизиқли эканлиги шартида синфаз, яъни арифметик қўшилади. Қолган барча ҳолларда бир хил частоталарнинг ночизиқли бузилишлари битта трактнинг турли нуқталарида юзага келиб, векторли, яъни турли фаза бурчаклари билан қўшилади.

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 методининг муҳим афзаллиги бўлади.

Айрим ўлчаш методларини батафсилроқ кўриб чиқамиз.

Бир частотали ўлчашлар методи. Бу методда ночизиқли бузилиш 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:

$$K_Г = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \ldots}}{U_1}, K'_Г = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \ldots}}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \ldots}}. \qquad (10.33)$$

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. $K_Г$ коэффициент эса

$$K_Г = \frac{K'_Г}{\sqrt{1 + K'^2_Г}}. \qquad (10.34)$$

формула билан ҳисобланиши мумкин. $K_r' < 0{,}2$ бўлганида 2% дан кам хатолик билан $K_r \approx K_r'$ бўлади.

Симли алоқада, шунингдек, ночизиқлилик сўниши ҳам қўлланилади:

$$\alpha_н = 20lg1/K_r, \text{ dB}.$$

10.2-жадвалдан фойдаланиб, гармоникалар коэффициентини (10.39) полиномнинг (3-даражали) коэффициентлари ва кириш кучланиши амплитудаси орқали ифодалаш мумкин:

$$K_r = \frac{U_{m1}\sqrt{\alpha_2^2 + \alpha_3^2 U_{m1}^2/4}}{2\alpha_1}. \qquad (10.35)$$

Гармоникалар коэффициентини ўлчаш учун частотали-танловчи вольтметрлардан фойдаланиш мумкин, бунинг учун уни тадқиқ қилинаётган объектнинг чиқишига уланади ва кетма-кет биринчи, иккинчи, учинчи гармоникаларга (агар зарурат бўлса, бундан юқорироқ гармоникаларга) созланади. Гармоника коэффициентлари қийматларини ҳисоблаш йўли билан топилади.



10.21-расм

Ўлчашларни махсус ночизикли бузилишларни ўлчагичлар ёрдамида ўтказиш қулайроқдир. Бундай асбобнинг энг содда схемаси 10.21-расмда кўрсатилган.

У кириш қурилмаси, қайта созланадиган режекторли филтр ва равон аттенюаторли квадратик вольтметрга эга. Режекторли филтр идеал ҳолда ўлчанадиган сигналнинг биринчи гармоникаси частотасида чексиз сўнишга, юқори гармоникалар частоталарида эса нол сўнишга эга бўлиши лозим. Одатда, бу филтр резисторлар ва конденсаторларда тузилган ва частотага боғлиқ мувозанат шартига, хусусан, қўшалоқ 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 созлаш 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 тайинланган (фиксирланган) 1 kGs частотали ўлчаш сигнали генератори билан таъминланади. Частоталар диапазонида ўлчаш учун ташқи генератордан фойдаланиш назарда тутилади. Гармоникалар коэффициентини 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 таъминланиши 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 метод. Бу ўлчаш методида ўлчаш сигнали частоталари ўзаро каррали бўлмаган иккита гармоник сигнал йиғиндисидан иборат бўлади. Бу ҳолда ночизиқли бузилиш маҳсулотлари дастлабки частоталарнинг энг юқори гармоникалари ва комбинацион частотали сигналлар бўлади.

Ночизиқли бузилишлар коэффициентини аниқлашнинг умумий принципи аввалгидек қолади: чиқиш сигналидаги ночизиқли бузилишлар йиғиндиси ўртача квадратик қийматининг

унинг бузилмаган қисмининг шунга ўхшаш қийматига нисбатидан фойдаланилади. Бироқ методни амалиётда қўллаш қулай бўлиши учун ночизиқли бузилишларнинг барча маҳсулотлари ўрнига комбинацион частота 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 коэффициенти сифатида юзага келаётган амплитудали модуляция коэффициенти қабул қилинади. Бу методда натижа квадратик бузилишлар билан ҳам, кубик бузилишлар билан ҳам аниқланади, бироқ уларни алоҳида баҳолаш амалга оширилмайди.

Ўзаро модуляциялаш методи бир частотали метод билан қиёсланганда сезгирлик жиҳатидан 3 мартадан кўпроқ ютуқ беришини кўрсатиш мумкин. Модуляцияланган сигнал нисбатан тор ўтказиш полосасига эга бўлган филтр томонидан ажратилиши сабабли методнинг шовқинларга сезгирлиги кам.

Методни нисбатан тор ўтказиш полосасига эга трактлар учун қўллаш мумкин эмаслиги унинг камчилигидир.

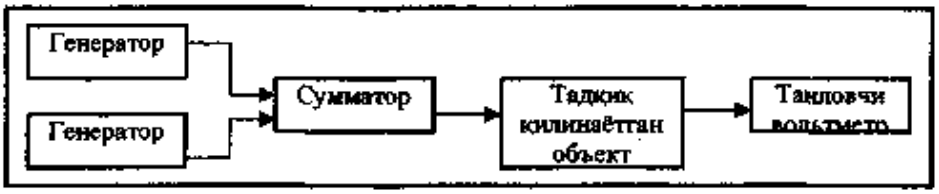
Методнинг биринчи вариантини амалга оширишда танловчи вольтметр ва иккита генератордан фойдаланилади (10.22-расм). Иккинчи вариантни амалга оширишда 10.23-расмдаги схема амалга оширилади, унинг ўнг томони қўшалоқ детекторлаш методи билан амплитудали модуляцияланган ўлчагичдан иборат.

Ўзаро модуляциялаш методи учун хатоликнинг қуйидаги икки манбаини кўрсатиш мумкин:

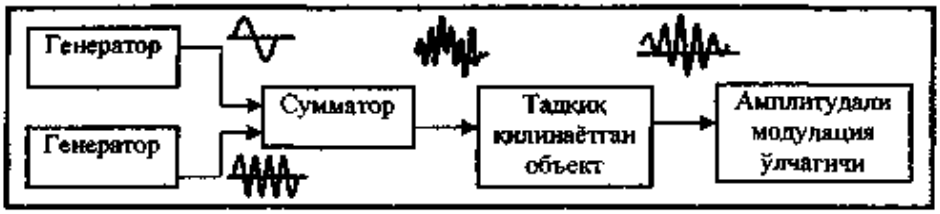
– f_2 частотали генераторнинг паразит амплитудали модуляцияси;

– модуляция коэффициентини 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.



10.24-расм.

Уч частотали метод. Бу метод биринчи турдаги ночизиқлилик 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 ночизиқлилик 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.

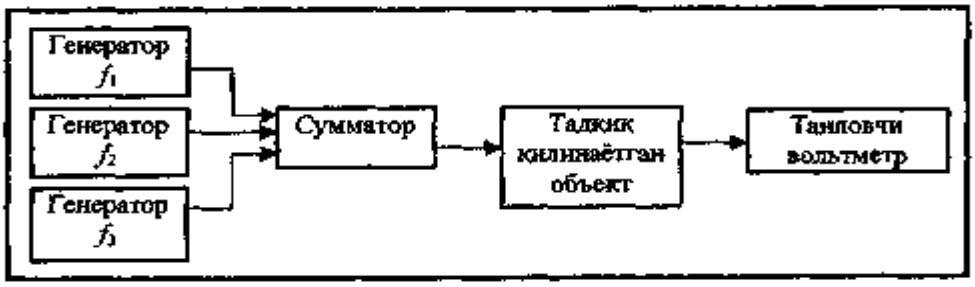
Комбинацион частотали бир ташкил этувчининг ўртача квадратик хатолигини U_k орқали, бутун чиқиш кучланишининг ўртача квадратик қийматини U_Σ билан белгилаб, кубик ночизиқли бузилишлар коэффициенти учун қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$K_{НК} = 4U_k / U_\Sigma, \qquad (10.45)$$

4 коэффициент комбинацион частотали ва тенг амплитудали 16 та ташкил этувчининг қийматини ҳисобга олади.

Уч частотали ўлчаш учун схема 10.25-расмда кўрсатилган.

Квадратик бузилишларни уч частотали метод билан ўлчашнинг маъноси йўқ, чунки талаб қилинаётган комбинацион частотали ташкил этувчиларнинг ҳеч бири ўлчаш сигналининг учта ташкил этувчисининг ҳаммасига боғлиқ эмас.



10.25-расм.

Уч частотали методнинг хатолиги вольтметрнинг хатолигига ва унинг частотавий танловчанлигининг охирги қийматига боғлиқ. Бу ерда кейинги қийматга қўйиладиган талаблар жуда юқоридир, чунки ўлчаш учун фойдаланиладиган ночизиқлилик маҳсулотлари ўлчаш сигналининг бошланғич ташкил этувчилари частоталарига яқин частоталарга эга.

Мисол. Агар U_k ва U_Σ кучланишлар ΔU_k ва $\Delta\ U_\Sigma$ хатоликлар билан ўлчанган бўлса, $K_{нк}$ коэффициентни ўлчаш хатолиги аниқлансин.

Ўлчашлар билвосита эканлиги сабабли, $K_{нк}$ ни ўлчаш хатолиги ушбу умумий ифода билан аниқланади:

$$\Delta K_{нк} = \frac{\partial K_{нк}}{\partial U_k} + \frac{\partial K_{нк}}{\partial U_\Sigma}.$$

Ҳосилалар учун

$$\frac{\partial K_{нк}}{\partial U_k} = \frac{4}{U_\Sigma}; \quad \frac{\partial K_{нк}}{\partial U_\Sigma} = \frac{4U_k}{U_\Sigma^2},$$

ни ҳосил қиламиз.

Демак,

$$\Delta K_{нк} = \left(\frac{4}{U_\Sigma}\right)\Delta U_\Sigma + \left(\frac{4U_k}{U_\Sigma^2}\right)\Delta U_\Sigma.$$

Бу ифода йўқотилмаган мунтазам хатоликнинг максимал қийматини аниқлайди.

Шовқин юклаш методи. Бу методда ўлчаш сигнали сифатида оқ шовқин қўлланилади. Бундай сигналнн кўп частотали сигналнинг лимити (чегеравий ҳолати) сифатида қараш мумкин ва у бу жиҳатдан алоқа тизимларида узатиладиган реал сигналларга энг катта даражада яқинлашиб келади.

Шовқин сигналини ночизиқли 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»,

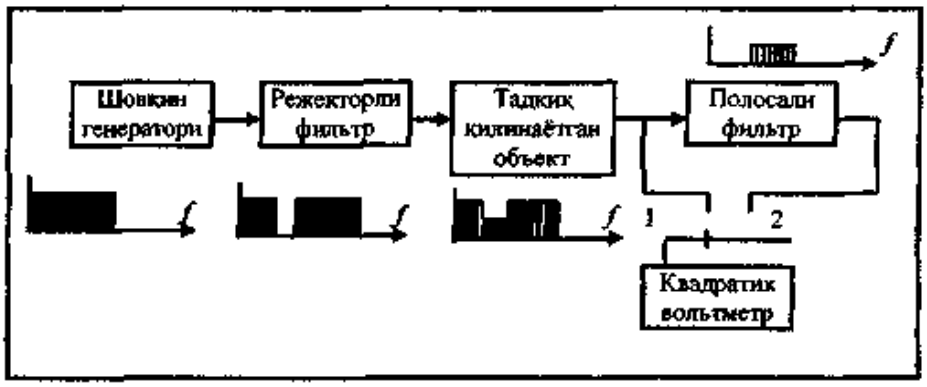
яъни сигналдан холи частоталар полосаси ажратилади. Бундай шовқин сигнали ўлчаш сигнали сифатида синалаётган объект киришига боғлиқ.

Чиқиш сигнали спектрида «дарча», ночизиқли бузилишлар қанча кўп бўлса, шунча кўп даражада тўлган бўлади. Бу шовқиннинг $U_{ўш.чиқ}$ кучланиши тегишли полосали филтр билан ажратилади ва квадратик вольтметр билан ўлчанади. Шу вольтметр билан чиқиш сигналининг жами кучланиши $U_{ш.чиқ}$ ҳам ўлчанади.

Ночизиқли бузилишлар коэффициентининг қиймати бу икки кучланишнинг нисбати каби аниқланади:

$$\Delta K_{ноч} = \frac{U'_{ноч.чиқ}}{U_{ноч.чиқ}}.$$

Ўлчашлар схемаси ва шовқин спектрлари 10.26-расмда кўрсатилган.



10.26-расм.

Бу метод билан ўлчаш хатоликларининг қуйидаги манбаларини кўрсатиш мумкин:

– *шовқин кучланишини вольтметр билан ўлчаш хатолиги;*

– филтрларнинг частотавий сўндириш характеристикаларининг идеал характеристикасидан оғиши.

10.6. 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 принципи турли сигналлар ва жараёнларнинг параметрлари ва тавсифларини тартиботларига (муолажаларига асосланган). Ҳозирги замон рақамли таҳлиллагичининг функционал имкониятларига (10.27-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: тескари алоқали бўғинли занжирларнинг турғунлиги – Найквист диаграммаларини (турғунлик мезони) таҳлил қилиш;

– сигналларни рақамли қайта ишлаш ва фильтрлаш 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);

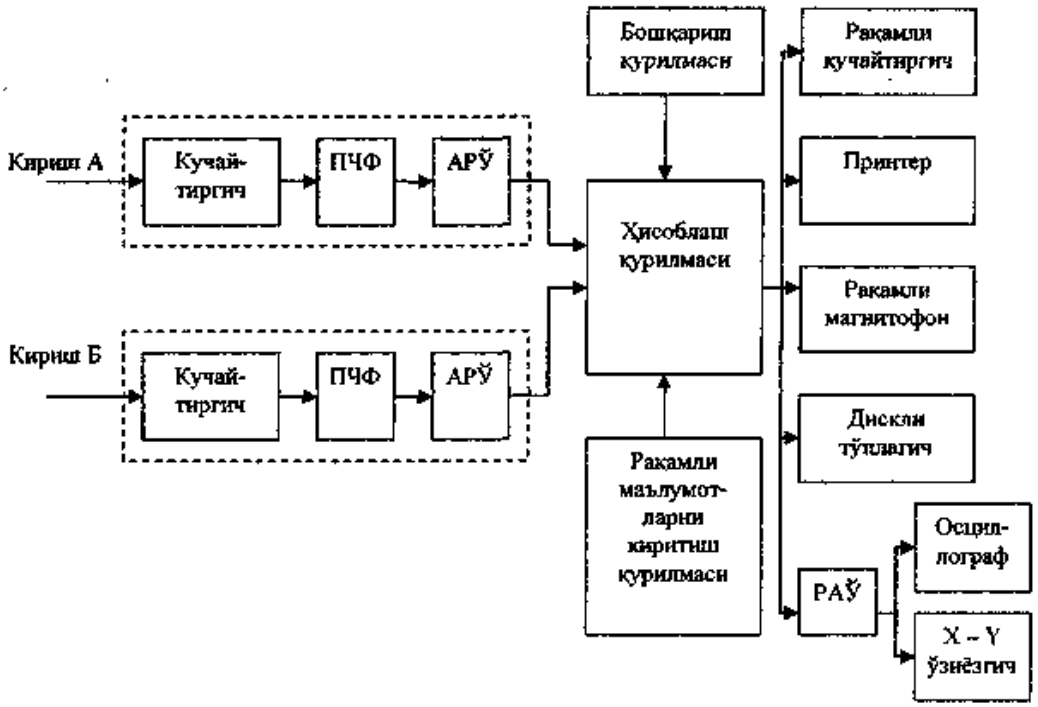
– даврий, импульсли ва тасодифий сигналларнинг спектрал таҳлили: квадратурали ташкил этувчиларнинг таҳлили – спектр модулини, фазавий спектрни, комплекс спектрни аниқлаш; тасодифий жараённинг қуввати спектрини ва унинг когерентлик функциясини аниқлаш; ўзаро спектрни аниқлаш; спектрни частоталар полосаси бўйича ўртачалаштириш; сигналлар кепстрини аниқдаш – у *мултипликатив сигналларнинг умумлаштирилган ёки гомоморф* (гомоморфизм – бир қийматлилик) *чизиқли таҳлили* деб аталади;

– сигналларнинг параметрларини аниклаш (амплитудаси, частотаси, фаза, модуляция коэффициенти 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) ясаш; тасодифий жараёнларнинг бир ўлчовли эҳтимоллик зичлиги ва интеграл функциясини, характеристик функциясини аниқлаш.

Ҳозирги замон рақамли спектр таҳлиллагичининг тузилиш схемаси 10.28-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 фильтрларнинг чиқишларидан АРЎ га келади ва у ерда улар параллел ўн хонали иккилик кодга ўзгартирилади. Битта канал ҳам, иккала канал ҳам ишлаши мумкин.



10.28-расм. Ҳозирги замон рақамли таҳлиллагичининг тузилиш схемаси



10.29-расм. Ҳозирги замон рақамли спектр таҳлилагичининг 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 kGs чегараларда ўлчаниши мумкин. Бу частота асбобнинг вақт ва частота соҳаларидаги саноқ масштабини аниқлайди.

Текширилаётган сигналнинг кучайтиргичларнинг кириш-ларидан АРЎ чиқишигача ўтиш тракти бутун частоталар диапазонида ва кучланишлар даражасида узатиш коэффи-циентининг калибрланган қийматига эга. Узатиш коэффи-циентининг 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 ясаш 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, осциллограф ёки ўзиёзгичдан магнитофон, дискли тўплагич, принтер, рақамли фойдаланилиши мумкин. Бунда охирги иккита қурилма РАЎ орқали уланади. Барча натижалар уларни физик бирликларга ўтказиш учун масштаб коэффициенти билан бирга берилади.

Сонли (сонли катор) кўринишида ифодаланган сигналларни таҳлил қилишда маълумотлар рақамли саноқ қурилмасига рақамли маълумотларни киритиш қурилмаси ёрдамида бошқариш пультининг териш таблосидан ўнлик кодда киритилади.

Рақамли спектр таҳлиллагичнинг асосий иш режимлари:

спектрал, статистик ва корреляцион таҳлил;

амплитуда, фаза спектрларини ўлчаш;

спектр сигналларнинг узатиш функцияларини ўлчаш;

иккита сигналнинг ўрамасини ўлчаш;

корреляцион функцияларни ўлчаш;

амплитуда гистограммасини ўлчаш.

10.6.1. Рақамли фильтрли спектр таҳлиллагичлари

Сигналларни рақамли қайта ишлаш усулларининг ўлчаш техникасининг жорий этилиши рақамли фильтр асосидаги самарали ва юқори тезкор спектр таҳлиллагичларининг яратилишига олиб келди. Рақамли фильтр стабил частотавий тавсифга эга, элементларининг эскириши туфайли ноаниқликни компенсацияловчи созлашга муҳтож эмас ва унинг универсаллиги аналог фильтрдан анча юқори. Рақамли фильтрни қайта созлашда элементларни алмаштиришга зарурат йўқ бўлиб, уни қайта дастурлаш кифоядир. Бироқ ўлчаш техникасида рақамли фильтрлашнинг бош афзаллиги юқори аниқликли рақамли детекторлар ва ўртачалаштириш қурилмаларининг (рақамли интеграторларнинг) қўлланилишидир. Рақамли детектор таҳлил қилинаётган сигналнинг амалда асл ўртача квадратик қийматини унинг амплитуда қиймати билан боғлиқ ҳеч бир чеклашларсиз ўлчайди.

Рақамли ўртачалаштириш қурилмаси таҳлил қилинаётган *сигнални чизиқли* ва *экспоненциал* (*ёки кўрсаткичли*) қонунлар бўйича ўртачалаштирилишини таъминлагани ҳолда аналог ўртачалаш қурилмалари эриша олмайдиган универсаллик ва самарадорликка эга.

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 принципи нимадан иборат?
5. Рақамли частотамернинг ишлаш принципини 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 интервалини ўлчаш жараёни қандай автоматлаштирилади?
9. Сигнал «фаза» 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. Чизиқли занжирларнинг тадқиқоти қандай амалга оширилади?

15. АЧХ панорам ўлчагичининг тузилиш схемасини келтиринг.

16. Электр занжирларидаги ночизиқли бузилишларни ўлчаш методларини тушунтириб беринг.

XI боб. ЎЛЧАШ СИГНАЛЛАРИ ГЕНЕРАТОРЛАРИ

11.1. Генераторларнинг таснифи. Асосий параметрлари

Ўлчаш сигналларини шакллантириш учун мўлжалланган асбоблар кичик гуруҳи Г ҳарфи билан белгиланади. ГОСТ 15094-69 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 Gs дан 300 kGs 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 MGs дан 18 GGs 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 (свипгенераторлар) мансубдир.

Ўлчаш генераторларининг метрологик ва ишлатиш (эксплуатация) хоссаларини тавсифлайдиган асосий меъёрланадиган параметрлари конкрет типдаги 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, фронти 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 интервалидаги ностабиллиги (ташқи параметрларнинг, таъминот кучланишининг маълум ўзгаришларида, сигналнинг бошқа параметрларининг ростланишида кўрсатилади).

11.2. Синусоидал сигналлар генераторларининг хусусиятлари

Бу генераторлар алоқа техникасидаги ўлчашларда энг кўп тарқалган. Уларнинг меъёрланадиган параметрларига қўйиладиган талаблар тўла ишлаб чиқилган. ГОСТ 9788-78 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 MGs гача бўлган частоталарда ±0,1% дан ошмайди. Ҳозирги замон генераторларининг баъзи намуналарида ўрнатиладиган частотани индикациялаш учун ўрнатилган рақамли типдаги частота ўлчагичлардан фойдаланилади. Фиксирланган частоталар дискрет наборига эга бўлган прецизион ўлчаш генераторлари (синтезаторлар)нинг частотани ўрнатиш хатолиги 10^{-4}...10^{-5}% бўлиши мумкин;

– частотанинг ностабиллиги. Бу характеристика 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}...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 интервали (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 характеристикасининг нотекислиги муҳимдир;

– гармоник ташкил этувчилар даражаси. Синусоидал сигнал шаклининг бузилишини гармоникалар коэффициентининг рухсат этиладиган чегаравий қийматини кўрсатиш билан меъёрланади. Умумий вазифали генераторлар учун гармоникалар коэффициенти 0,3...2% ни ташкил этиши мумкин. Алоҳида юқори сифатли генераторлар 0,02...0,05 гармоникалар коэффициентига 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. $R_{чик}$ 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.

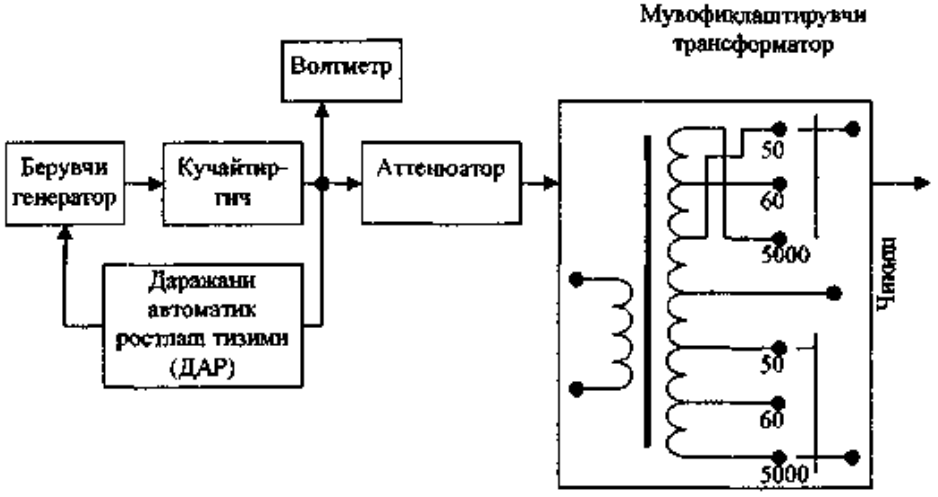
11.3. Паст частотали генераторлар

Паст частотали генераторларнинг асосий параметрлари рўйхати (номенклатураси) ГОСТ 9788-78 нинг кўриб чиқилган параметрларига ва шунингдек, махсус ГОСТ 10501-74 «Паст частотали ўлчаш генераторлари. Асосий параметрлари. Техник талаблар. Синаш методлари»га тўғри келиши керак. Бу стандарт паст частотали генераторларни частотавий меъёрлари ва чиқиш кучланиши параметрлари бўйича аниқлик классларига ажралади. Классининг индекси сифатида частотани ўрнатиш асосий хатолигининг ва чиқиш кучланиши даражасининг процентлардаги қийматлари қабул қилинади. Частотавий параметрлар бўйича 6 та аниқлик класси ($F_{0,1}$; $F_{0,5}$; $F_{1,5}$; $F_{2,0}$; $F_{3,0}$) ва чиқиш кучланиши параметрлари бўйича 5 та аниқлик класси ($U_{1,0}$; $U_{2,0}$; $U_{3,5}$; $U_{4,0}$; $U_{6,0}$) белгиланган. Масалан, генератор классининг $F_1U_{2,5}$ каби белгиланиши частотани ўрнатишнинг асосий хатолиги 1% дан, чиқиш кучланиши даражасининг саноғини олиш асосий хатолиги 2,5% дан ошмаслигини билдиради. Генераторнинг ҳар бир аниқлик класси 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 характеристикалари яна ҳам юқорироқ ўлчаш генераторларини ишлаб чиқарилишига йўл беради, уларнинг класслари индекслари кўрсатилган индекслардан 10^n марта (n – бутун сон) фарқ қилиши мумкин. Масалан, частотани ўрнатишнинг асосий хатолиги 10^{-4} % бўлган генераторни $F_1 \cdot 10^{-4}$ классига киритиш лозим.

Паст частотали ўлчаш генераторларини одатда 11.1-расмдаги тузилиш схемаси бўйича яратилади. Бу схеманинг асосий бўғини берувчи генератор бўлиб, унинг схемавий ва конструктив ечими бутун асбобнинг метрологик характеристикалари: 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.



11.1-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.

11.1-расмдаги тузилиш схемасидан ўрин олган мувофиқлаштирувчи трансформаторни юқори чиқиш қувватли (5 Vt тартибида) ва кучланишли (600 Om ли юкламада 5 V) генераторларда қўлланилади. Бундай генераторларда сигналнинг ночизиқли бузилишлари кичик бўлишига эришиш учун ва кучайтиргичнинг чиқиш каскади ҳисобий иш режимини таъминлаш учун чиқиш қаршилигини юкламанинг қаршилиги билан пухта мувофиқлаштириш талаб этилади. Типавий чиқиш генераторлари 5, 50, 600 ва 5000 Om ли юкламаларда ишлаш имкониятини беради.

20 Gs...300 kGs диапазонда текис амплитуда-частота характеристикали мувофиқлаштирувчи генераторни яратиш амалда мумкин эмаслиги сабабли одатда икки трансформатордан фойдаланилади: бири 20 Gs...20 kGs полосада, иккинчиси 20 kGs...200 kGs 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 сигналини, шунингдек, амплитуда бўйича

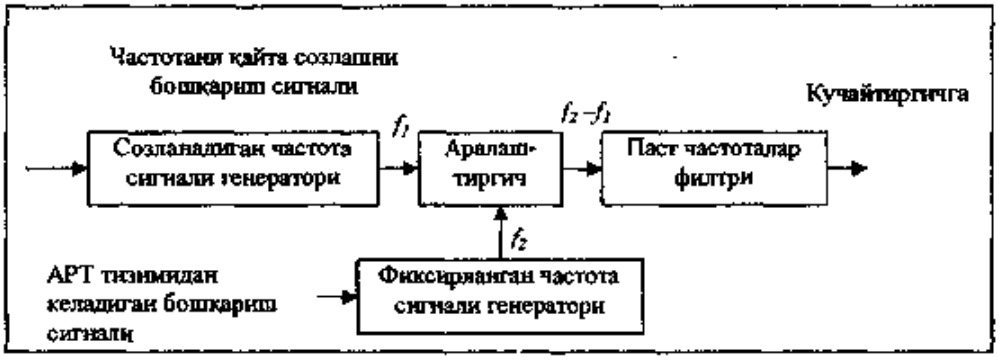
бир хил ва фаза бўйича қарама-қарши иккита кучланишни олиш имконини беради. Бироқ шуни қайд этиш керакки, чиқиш кучланишини аттенюатор ёрдамида ўрнатиш аниқлигининг барча характеристикалари ва вольтметр шкаласи одатда фақат 600 Ом ли носимметрик юкламага ишлаганда даражаланади.

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, 11.1-расм) киритилиши мумкин. АРТ тизими генераторнинг чиқиш сигналини детекторлайди, уни таянч кучланиш манбаи 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 типдаги 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 генераторлар (11.2-расм) частота диапазонини катта коэффициентига эга бўлган паст частотали генераторларда фойдаланилади. Берувчи

генератор иккита RC-генераторга эга, бири фиксирланган f_2 частотада ишлайди, иккинчиси эса равон созланади.



11.2-расм.

Тепки тебранишлар генераторининг афзалликлари қуйидаги мисолдан кўриниб турибди. Частоталар диапазони 20 дан 40000 Gs га бўлган генераторни қуриш талаб қилинаётган бўлсин. Қоплаш коэффициенти 40000/20=2000 ни ташкил этади. f_1=400 kGs, f_2=400...360 kGs қилиб танлаймиз. Бу генераторларнинг сигналлари аралаштиргичга келади, унда комбинацион частоталар, шу жумладан $F=f_2-f_1$ ҳам ишлаб чиқарилади. Генераторни 400 дан 360 kGs гача созлашда F частота 0 дан 40 kGs гача ўзгаради. f_1 частотали сигнални шакллантирувчи генератор бор-йўғи 400/360=1,1 қоплаш коэффициентига эга 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 частотага бир хил таъсир этадиган қилиб ясалади.

11.4. Юқори частотали генераторлар

30 kGs...300 MGs диапазонли юқори частота генераторлари, биринчи навбатда, радиоэшиттириш ва алоқа аппаратураларининг радиоқабуллаш қурилмаларини синаш ва созлаш учун зарурдир. Бундай генераторларни икки гуруҳга 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 методларидан 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, фильтрлар ва кучайтиргичларнинг частотавий характеристикаларини ўлчашларни бажариш мумкин ва ҳ.к.

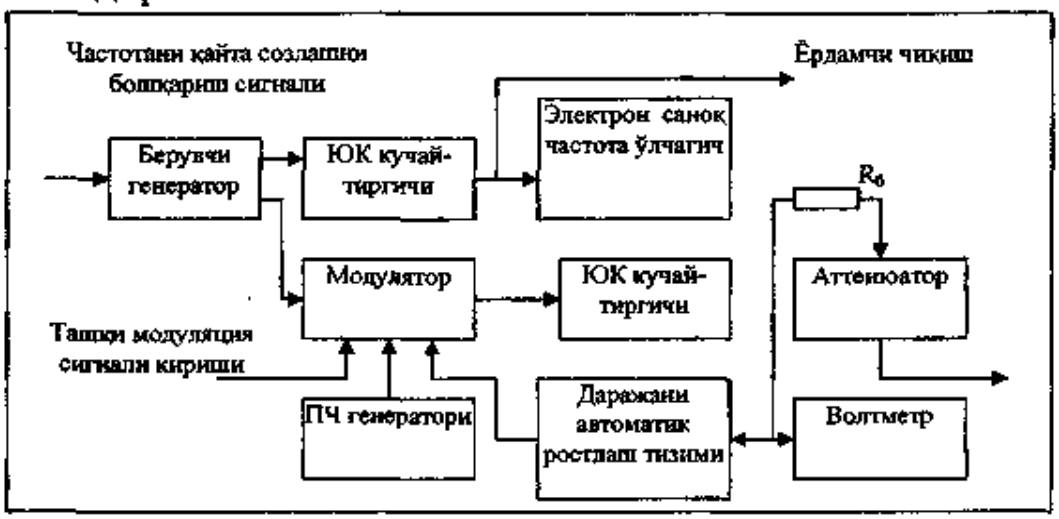
Бундай генераторларда модулланган сигналнинг ўрама эгри чизиғига етарлича юқори талаблар қўйилганда амплитудавий ва (камроқ ҳолларда) частотавий ҳамда импульсли модуляция режими зарур бўлади. Улар учун калибрланган чиқиш сигналининг қиймати кичик бўлиши (0,1–1,0 V) ва чиқиш сигналини аттенюатор томонидан сусайтирилишини катта чегараларда ростланиши хосдир. Фақат айрим генераторлар, масалан, ўртача аниқлик вольтметрларини қиёслаш учун мўлжалланган генераторлар юқори чиқиш кучланиши 30–100 V га эга бўлиши мумкин.

Юқори частота генераторларининг параметрларига қўйиладиган меъёрлар ГОСТ 1426-78 «Коаксиал чиқишли ўлчаш сигналлари генераторлари. Техник талаблар ва синов методлари» билан белгиланади. Бундай генераторларнинг аниқлик класси тушунчасидан ҳозирги вақтда фойдаланилмайди, балки сонлар қатори кўрсатилади ва метрологик характеристикаларни меъёрлашда улардан фойдаланиш лозим бўлади. Масалан, частотани ўрнатишнинг рухсат этиладиган асосий хатолиги чегараларини саноқ қурилмаси бўйича ±0,01% дан ±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 характеристикаларни меъёрлашга қўйиладиган талаблар ҳам шунга ўхшаш ифодаланган.

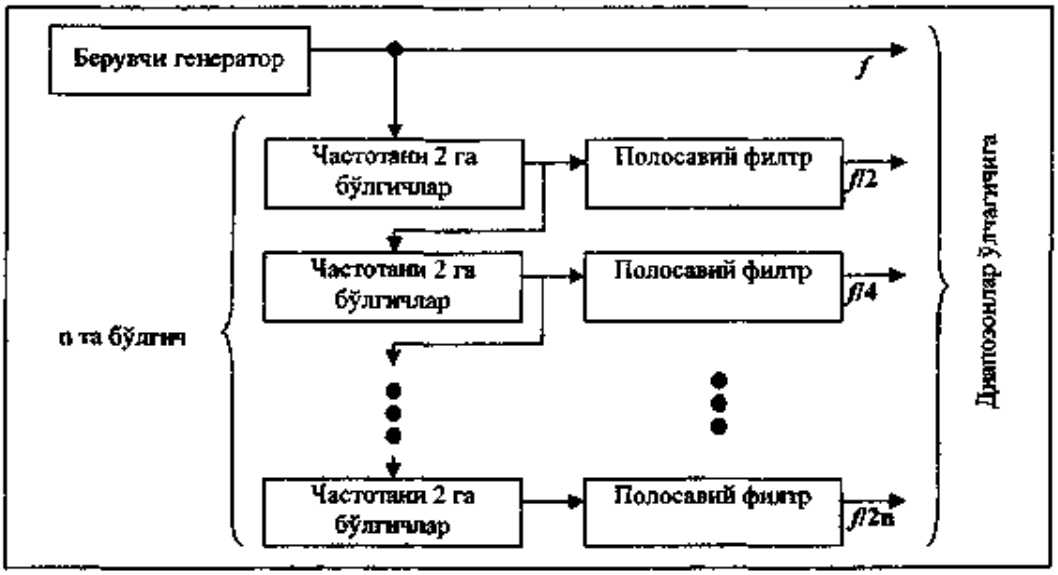
Амплитудавий модуляцияли умумий қўлланиладиган юқори частотали генераторининг типик схемаси 11.3-расмда тасвирланган.

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 равон 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.



11.3-расм.



11.4-расм.

Баъзи ҳозирги замон кенг диапазонли юқори частотали ўлчаш генераторларининг кичик диапазонларини шакллантириб берувчи генераторнинг LC-контурларини коммутациялаш билан эмас, балки частотани бўлиш билан амалга оширилади (11.4-расм). Бу ҳолда берувчи LC-генераторнинг юқори кичик диапазон 150–300 MGs да равон созланадиган сигнал частотани 2 га бўлиш бўлгичлари занжирчасига ва фақат шундан кейин фильтрлар тўплами орқали модуляторга келади. Берувчи генератор контуридан коммутациялаш занжирларининг чиқариб юборилиши стабиллигини оширади, бир кичик диапазондан бошқасига амалда инерциясиз ўтишга имкон беради, чунки элементларнинг 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 методи бир қатор камчиликларга ҳам эгадир. Бўлгичлар чиқишидаги сигнални пухта фильтрлаш 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 характеристикалари 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 жараёнлари 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 саноқ 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 созлашнинг мураккаб ва катта механик бўғинларини бартараф этиш имконини беради. Бироқ, бунда, берувчи генератор сигналининг шаклига ҳамда фильтрлаш 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 модулланган сигнални ажратадиган, иккинчиси эса элтувчи частота сигналини 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 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 dB дан фойдаланилади. Аттенюаторларни дистанцияли ростлаш учун баъзи ҳозирги замон ўлчаш генераторларида кичик габаритли герконли релелар қўлланилади.

11.5. ЎЮЧ генераторлари

300 MGs–40 GGs 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 типик структуравий схемаси 11.5-расмда кўрсатилган. Берувчи генераторнинг актив элементи сифатида ҳозирги вақтгача қайтарувчи клистронлардан фойдаланилади, улар тебраниш контурининг эквиваленти бўлган ташқи (7–8 GGs диапазонда) ёки ички ҳажмий резонаторлар билан таъминланган.

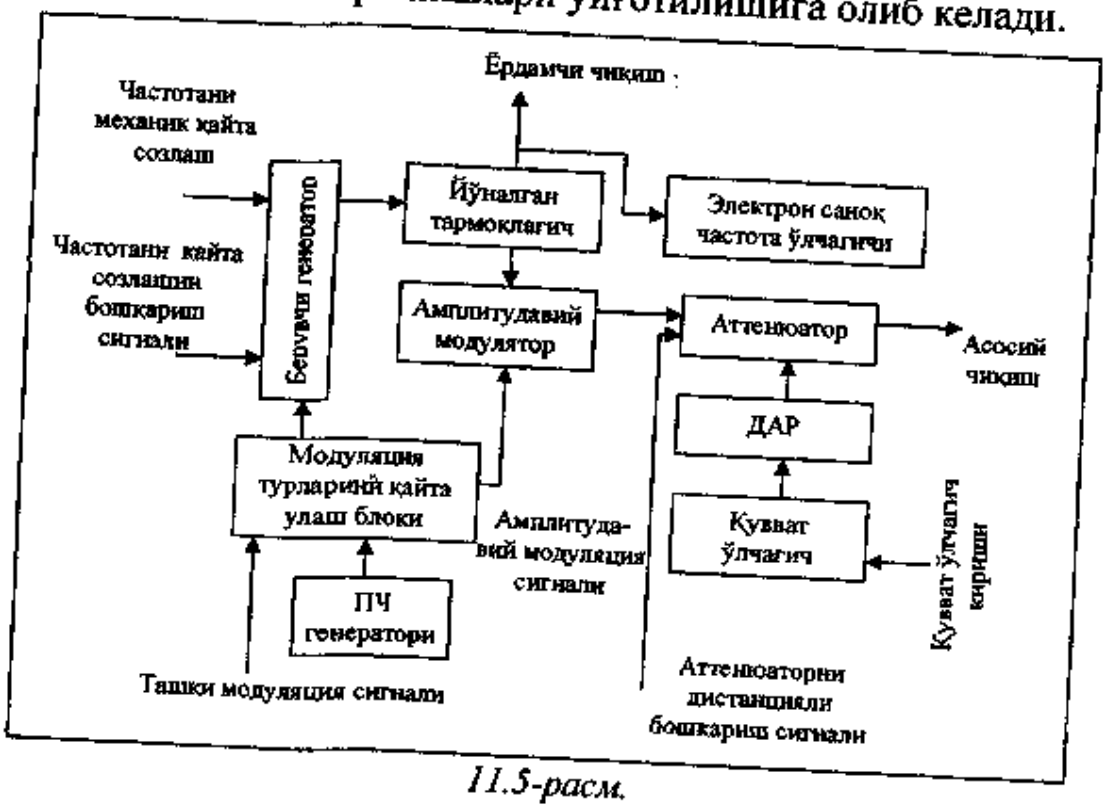
Резонаторнинг шакли, ўлчамлари ва материали генерациялаш частотасини аниқлайди.

Частотани қайта созлаш резонаторнинг геометрик ўлчамларини унинг ичида уловчи перемичкаларни (улагичларни) кўчириш йўли билан ёки резонаторнинг ўзини 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 боғликдир. Шу сабабли бундай генераторларни ё бутун ЎЮЧ диапазонининг талаб этиладиган участкаларига мўлжалланган бир типдаги 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 килади. Берувчи генераторларнинг актив элементлари сифатида кейинги вақтларда Ганн диодларидан – галлий арсениди асосидаги ярим ўтказгичли асбоблардан борган сари кўпроқ фойдаланилмокда.

Маълум таъминот кучланишида Ганн диоди манфий қаршиликдан иборат бўлиб, бу эса диодга уланган ҳажмий резонаторда ЎЮЧ тебранишлари уйғотилишига олиб келади.



11.5-расм.

Қаралаётган частоталар диапазонининг пастки қисмида (8...10 GGs 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 кристалидан 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 коэффициенти 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. Шуни 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 типидаги ўрнатма (ёки ташқи) частота ўлчагич уланади. Йўналтирилган тармоқлагичнинг бошқа чиқишидан сигнал асбобнинг асосий калибрланган чиқишига берилади.

ЎЮЧ аттенюаторларини яратиш учун, одатда, чегаравий волновод деб аталувчи қурилмада сўниш ҳодисасидан фойдаланилади. Ҳозирги вақтда ЎЮЧ аттенюатори сифатида ярим ўтказгичли *p-i-n*-диодлардан борган сари кенг фойдаланилмоқда. Бундай аттенюаторнинг ишлаш принципи қуйидагича: бошқарувчи ток таъсирида *p-i-n*-диод очилади ва ЎЮЧ сигнали кувватини 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 сигналини калибрланган аттенюатор билан сусайтириш амалга оширилади. ЎЮЧ диапазонида чиқиш сигнали даражасини кучланиш ёки ток бўйича эмас, балки айни қувват бўйича баҳоланади, чунки асбобларнинг кириш ва чиқиш занжирлари ўлчамлари тўлқиннинг узунлиги билан ўлчовдошдир. Манба ва юклама тўлиқ қаршиликларининг узатувчи трактнинг характеристик қаршилигидан бироз фарқ қилиши узатиш линияси бўйлаб кучланишнинг баҳоси бир қийматли бўлмаслигига олиб келади. Волноводларда кучланишни ўлчаш амалда фойдаси йўқ. Юкламага исрофларсиз узатиладиган қувват эса ЎЮЧ трактининг

исталган кесимида ўзгармас катталикдир, 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 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.

11.6. Юқори стабил 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...0,001 Gs) ва қисқа вақтли ва узоқ 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. Шуни қайд этиш керакки, Давлат стандартига мувофиқ Г кичик гуруҳ доирасида (ўлчаш генераторлари) ҳам, 4 қисм группа доирасида ҳам (частоталар синтезаторлари) ишлаб чиқарилмоқда.

Синтезатор типидаги ўлчаш генераторининг йириклаштирилган схемаси 11.6-расмда тасвирланган. Таянч частота сигналининг манбаи кварцли генератор блокидан иборат бўлиб, унинг муҳим элементи термостатлаш тизимидан иборат. Бу тизим кварцли резонатор температурасининг 0,1° 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 наборини (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 сигналнинг қуввати бўйича зарурий кучайтириш, таянч чиқиш даражасини стабиллаш, аттенюатор ёрдамида ростланадиган сусайтириш, шунингдек, сигнални амплитудавий модуляциялаш амалга ошади.

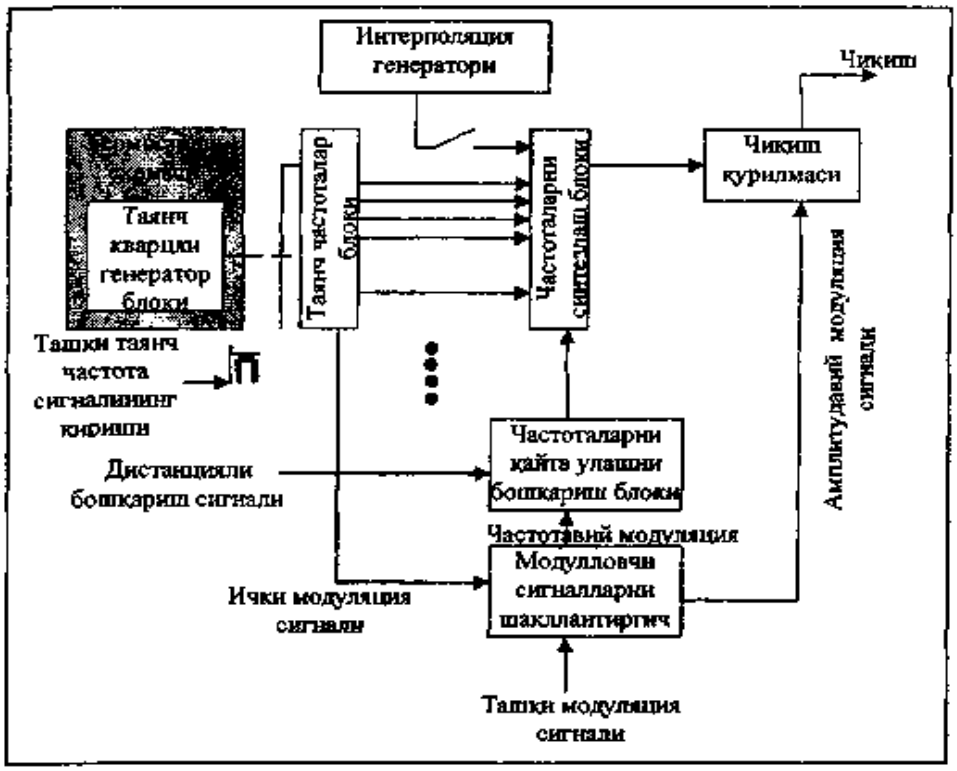
Частоталарни қайта улашни рақамли сигналлар билан бошқариш ва элтувчи частотани модуляциялашнинг мураккаб турларини амалга ошириш имкониятлари синтезаторларнинг катта афзаллигидир. Шу сабабли улар ўлчашларни автоматлаштириш, алоқа каналларининг характеристикаларини иш жараёнида автоматик қайд этиш, адаптив (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 характеристикаларга қўйиладиган аниқ миқдорий талаблар ва шунингдек, нархи, массаси, габарит ўлчамлари ва истеъмол қиладиган қувват частоталарни синтезлашнинг у ёки бу методни танлашни белгилаб беради.

11.6-расмдан кўриниб турганидек, синтезатор ўз таркибига таянч частоталар блокини ва частоталарни синтезлаш блокини олади. Таянч частоталар блоки таянч генератор сигналидан частота бўлгичлар ва кўпайтиргичларни қўллаш ҳисобига фиксирланган частоталар сигнали қаторларини шакллантиради. Частотани синтезлаш тизими чиқишда частотанинг қиймати дастурланадиган сигнал яратади. Частоталарни синтезлаш тизимининг асосий элементи частотавий декада бўлиб, у таянч частоталар блокининг частоталари устида мос арифметик амаллар бажарадиган узеллардан (боғламалардан) ва фиксирланган ёки ўзгарувчан созлаш частотаси фильтрларидан иборат.

Санок декадалари яратишнинг икки методи мавжуд. Частоталарни бевосита синтезлаш методида 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 MGs га фарқ қиладиган иккита бошланғич частота f_1=1 MGs ва f_2=2 MGs мавжуд бўлсин. Кетма-кет уланган бешта декадада $k=10^5$ марта бўлиш коэффициентига эга бўламиз ва бошланғич частоталар чиқишда 10 ва 20 Gs қийматларга эга бўлиб, бир-биридан 10 Gs га фарқ қилади. Олтита декада кетма-кет уланганда частоталар 1 Gs га, еттита декадада 0,1 Gs 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.



11.6-расм.

Частоталар синтезаторларини билвосита синтезлаш методи билан яратишда бошланғич сигналлар частотасини кўпайтириш ва бўлиш частотани фазавий автосозлаш (ЧФАТ) тизими ёрдамида амалга оширилади.

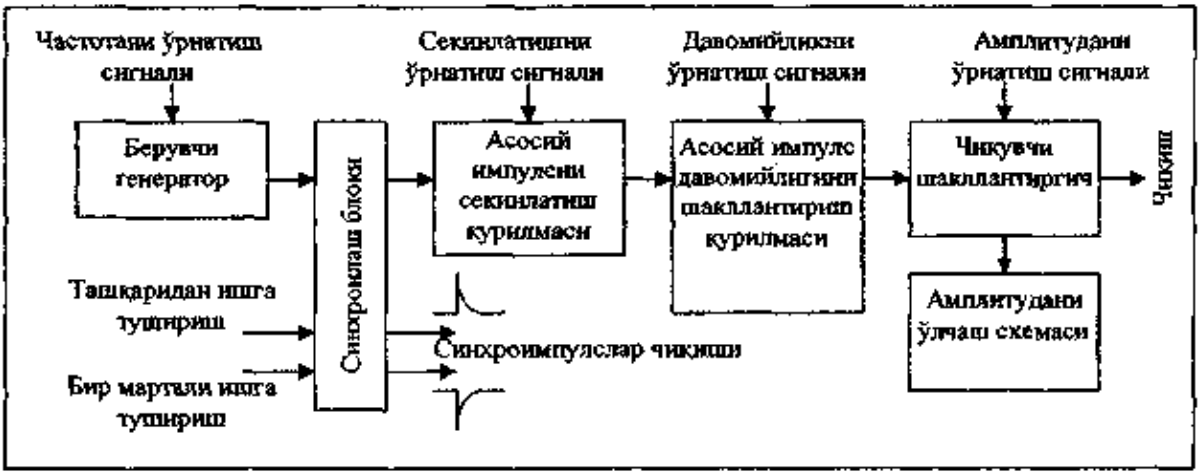
ЧФАТ нинг қўлланилиши кўпайтириш (бўлиш) коэффициенти ўзгарувчан бўлганида юқори каррали (100–120) кўпайтириш ва бўлишни ҳосил қилиш имконини беради. Частоталар синтезаторларининг иш принципи бўйича кенг қўлланиладиган прецизион генераторлар ясалади.

11.7. Импульслар генераторлари

Тўғри бурчакли импульс генераторлари қўлланиш доираси бўйича фақат синусоидал сигналлар генераторларидан кейинда туради. Улар импульсли-кодли модуляцияли алоқа аппаратураси узелларини, радиолокация тизимлари ва ҳ.к.ларни созлаш учун фойдаланилади. Тўғри бурчакли импульс генераторларини, якка импульслар, жуфт, импульслар сериялари, кодли импульслар кетма-кетликлари, псевдотасодифий кетма-кетликлар генераторларини фарқ қилинади. Якка ва жуфт импульслар генераторларининг Давлат стандарти белгилайдиган асосий параметрлари қуйидагилардан иборат: давомийлик, амплитуда, частота, импульснинг (синхроимпульсга нисбатан) вақт бўйича сурилиши, фронт ва кирқим давомийлиги, учининг нотекислиги. Параметрларни ўрнатиш хатолиги ва асосий импульслар параметрларининг ностабиллиги меъёрланади. Генераторнинг аниқлик класси сигнал параметрларининг рухсат этиладиган хатолиги чегараси ва сигналнинг бузилиш қийматларининг рухсат этиладиган чегаралари билан аниқланади.

Содда импульслар генераторининг типик тузилиш схемаси 11.7-расмда келтирилган. Берувчи генератор ё синусоидал, ёки импульс генератори схемаси бўйича ишланади. Унинг частотаси ва стабиллиги чиқиш сигнали частотаси ва стабиллигини аниқлайди.

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 чўққи ёки компенсацион вольтметрлар қўлланилади.



11.7-расм.

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 методи ва чиқиш сигналини шакллантиришнинг тўла рақамли принципидан фойдаланилади.

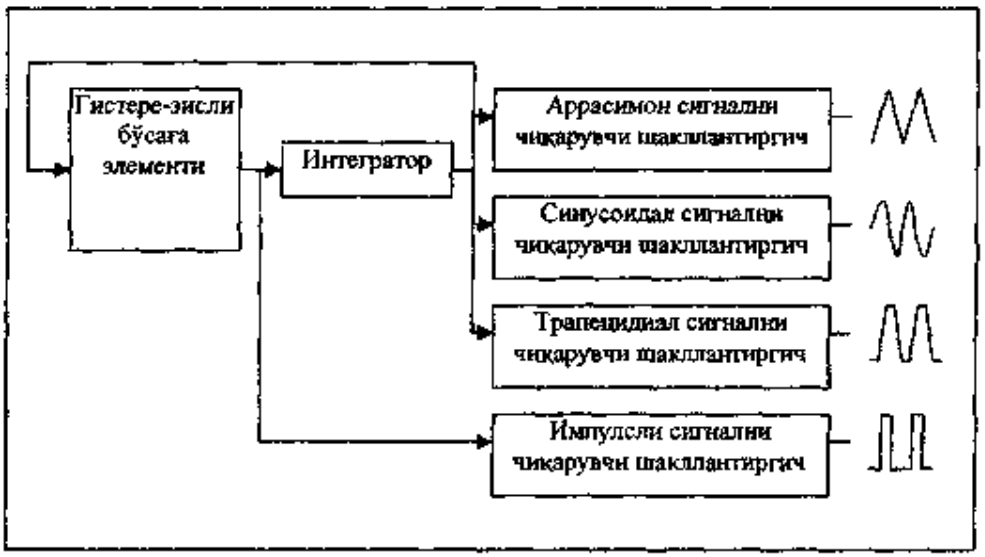
Бу ҳолда чиқувчи импульсли сигналнинг даври, давомийлиги ва вақт бўйича секинлатилиши таянч частота даврига тенг қадам билан *дискрет* ўрнатилади. Бу барча параметрларнинг ностабиллиги ҳам таянч кварцли генераторнинг ностабиллик характеристикалари билан тўла аниқланади. Бундай ясалган генераторларнинг катта афзаллиги асбобни рақамли сигналлар ёрдамида дистанцияли ва дастурли бошқариш имкониятидан иборат.

11.8 Махсус шаклли сигнал генераторлари

Махсус шаклли сигнал генераторлари (ГОСТ 15094-69 бўйича Г6 типи) шакли тўғри бурчаклидан фарқли якка ёки даврий сигналлар манбаларидан иборат. Сигналларнинг энг кўп тарқалган шакллари аррасимон, учбурчакли, трапецеидал, қўнғироқсимон ва шунга ўхшаш шаклларидир. Бундай сигналлар каналларини, геофизика, тиббиёт ва ўлчаш асбобларини созлаш 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 х.к.

Етарлича содда ва арзон махсус шаклли сигналлар генераторларини яратиш учун, гистерезисли бирор бўсаға элементи (масалан, Шмитт триггери) орқали ўтадиган ночизиқли тескари алоқали интеграторларнинг асосидаги схемалардан фойдаланилади. Бундай генераторнинг функционал схема деб аталадиган тузилиш схемаси 11.8-расмда кўрсатилган. Шмитт триггери чиқишида доимо мавжуд бўлган ўзгармас кучланишни интеграллаш жараёнида интегратор чизиқли 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 қуйи ишга тушиш бўсағасига етгунига қадар ўзгара боради.



11.8-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 кулочининг ностабиллиги бир неча соат ишлашида 0,1% гача пасайтирилиши мумкин.

Шаклланаётган кучланиш частотасини инфрапаст частоталардан бир неча ўн килогерцларгача бўлган кенг диапазонда интеграторнинг вакт 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.

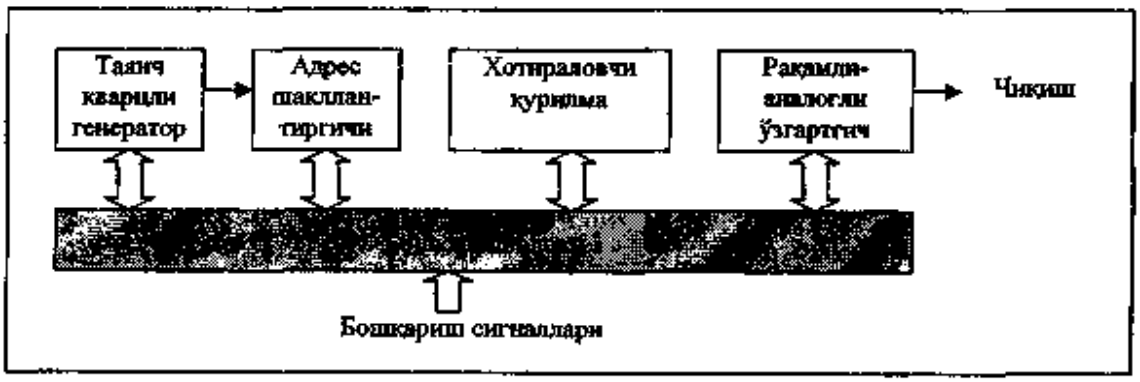
Ҳосил қилинган учбурчак кучланиш асосида трапецидиал, қўнғироқсимон ва синусоидал шаклли кучланишларни ҳосил қилиш мумкин. Бунинг учун учбурчак шаклли сигнални ўзгартиришнинг зарурий характеристикасининг бўлакли-чизиқли аппроксимацияланишини таъминловчи диодли-резистив схемалар ёрдамида ночизиқли ўзгартирилади. Бундай схемалар етарлича содда ва арзон, бироқ шаклланадиган сигналлар набори чегараланган, созлашга қийин, аниқлиги ва стабиллиги юқори эмас.

Ихтиёрий шаклли сигналларни шакллантириш учун кейинги вақтларда учбурчакли сигнални ўзгартириш характеристикасини эмас, балки сигналнинг ўзини бевосита бўлакли-чизиқли синтезлаш асосида ишлайдиган функционал генераторлар қўлланила бошланди. Бундай қурилмалар асосида давомийлиги ва амплитудасини бошқариш мумкин бўлган чизиқли ўзгарувчи кучланиш генератори ётади. Равшанки, ҳар бири олдингиси тугаган жойдан бошланадиган бундай элементар чизиқли, ўзгарувчи сигналлар сериясидан ихтиёрий кўринишдаги (турдаги) сигналнн шакллантириш мумкин.

Одатда, бундай генератор ишини микропроцессор бошқаради. Унинг хотирасига ҳар бир элементар сигналнинг параметрлари (давомийлиги ва амплитудаси) олдиндан берилган дискрет қийматлар наборидан 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 11.9-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 санокли 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 интервалидаги қийматини хотирада сақлаб қолиш мумкин.



11.9-расм.

Паст частоталар томонидан бундай генераторнинг диапазони амалда ҳеч бир 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 характеристикалари билан аниқланади.

Бундай типдаги генератор моҳиятига кўра ХҚ да ёзилган маълум сигналлар наборини қайта тикланадиган қаттиқ дастур бўйича ишлайдиган ихтисослаш микро-ЭҲМ дан иборат.

Бундай ихтиёрий шаклли сигналларнинг рақамли ўлчаш генераторларини келгусида ривожланиш йўналиши микропроцессорлар асосида яратилган ва дастурланадиган микро-ЭҲМ лардан фойдаланишдан иборат бўлиб, улар синтезланадиган сигналлар наборини чекланмаган равишда кенгайтириш, сигнал параметрларини кераклича коррекциялаш операцияларини ўтказиш ва уларнинг вақт бўйича стабиллигини реал вақт масштабида сақлаш имконини беради.

11.9. 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 норегуляр 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, қабул қилгичларнинг шовқин коэффициентини 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.

11.9.1. Шовқин генераторлари таснифи

Шовқин генераторларини классларга бўлиш асосида тасодифий сигналларнинг турли характеристикалари ётади. Сигналлар шакли бўйича шовқин генераторлари (ШГ) икки классга бўлинади: узлуксиз (аналогли), тасодифий сигналлар генераторлари ва дискрет (импульсли) 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:

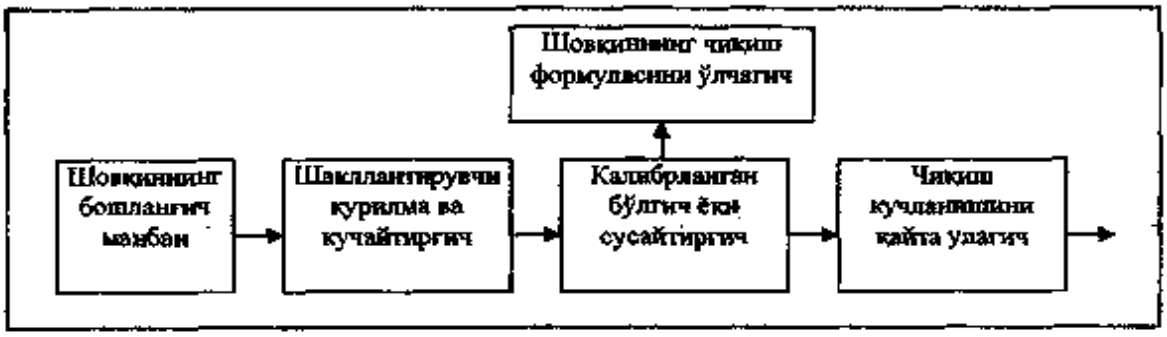
– нормал ёки гаусс шовқини генераторлари, уларда шовқин тебранишнинг вақтнинг ҳар бир берилган моментидаги оний қийматлари нормал ёки гаусс қонуни бўйича тақсимланади;

– релей шовқини генераторлари, уларда чиқиш кучланишининг оний қийматлари флуктацияси Релей тақсимот қонунига бўйсунади.

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, 11.10-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 фильтрлар, ночизиқли асбоблар ва бошқа қурилмалар ишлатилади.



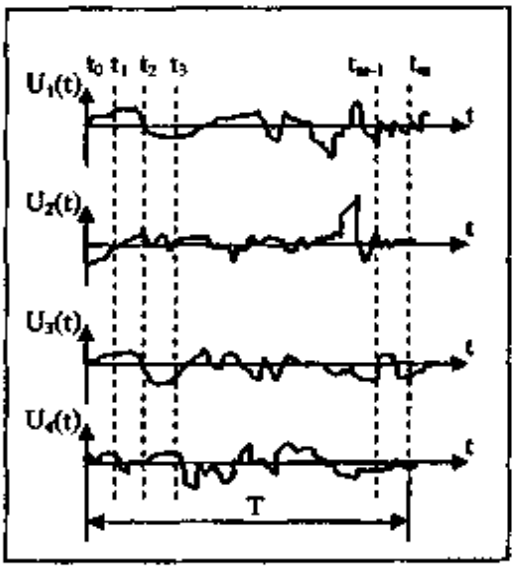
11.10-расм.

Агар шовқин генератори ўлчаш мақсадларига мўлжалланган бўлса, у ҳолда шовқиннинг чиқиш даражасини ўлчагичи калибрланган бўлгич бўлиши шарт. ШГ имитациялаш мақсадлари учун қўлланиладиган энг содда ҳолларда ҳам унинг таркибида шовқиннинг чиқиш даражасини ростловчи қурилма бўлиши лозим.

Маълумки, шовқин коэффициенти сигнал манбаининг тўла чиқиш қаршилигига боғлиқ. Бу қаршиликнинг бирор қийматида шовқин коэффициенти минимал қийматга эга бўлади. Кучайтиргичлар, частота ўзгарттичлар ва бошқа қурилмаларни минимал шовқин коэффициенти бўйича таққослашда сигнал манбаининг чиқиш қаршилигини ўзгартириш имкониятига эга бўлиши лозим.

11.9.2. Шовқин параметрлари ва характеристикалари

11.11-расмда шовқин ёзувларининг намуналари тасвирланган. *T* давомийликка эга бўлган электр тебранишлар $u_1(t)$, $u_2(t)$, ..., $u_k(t)$ нинг йўли намунадан намунага ўтишда ҳам, *T* интервалда ҳам ўзгармайди. Шовқин тебранишларининг бир-бирига боғлиқмас ҳолда олинган намуналари *танлама функциялар* ёки *реализациялар* деб аталади.



11.11-расм.

Шовқин генераторлари бўлган ҳолда бундай тасодифий функциялар шовқин кучланишлари ва токлари бўлади. Шовқин кучланишининг параметрларидан бири ўртача қиймат бўлиб, у ушбу муносабатдан аниқланиши мумкин:

$$U(t) = M[u(t)] = \lim \frac{1}{T} \int_0^T u(t)dt \qquad (11.1)$$

Ўртача қийматни, шунингдек, реализациялар бўйича ўртачалаш билан топиш ҳам мумкин. Бунинг учун T интервални тенг давомийликдаги бир қатор участкаларга (қисмларга) бўламиз. 11.11-расмда улар – $t_1, t_2, t_3, ..., t_m$.

Квантланиш нуқталаридаги ординаталарнинг қийматлари мос равишда:

биринчи реализация учун:

$$u_1(t_1), u_1(t_2), u_1(t_3), ..., u_1(t_m),$$

иккинчи реализация учун:

$$u_2(t_1), u_2(t_2), u_2(t_3), ..., u_2(t_m),$$

.....,

k-реализация учун:

$$u_k(t_1), u_k(t_2), u_k(t_3), ..., u_k(t_m)$$

Ансамблнинг барча реализациялари бўйича ўртача қиймат

$$U(t_1) = M[u_k(t_1)] = \lim \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n} [u_k(t_1)] \qquad (11.2)$$

га тенг, $t = t_1$ вақт моменти учун k бўйича ўтказилмоқда. $t_2, t_3, ..., t_m$ 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 тасодифий 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 интервалида ҳосил қилинган ўртача қиймати:

$$I_0 = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_0^T i(t)dt = const. \qquad (11.3)$$

$T\to\infty$ 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:

$$\tilde{I}_0 = \frac{1}{T}\int_0^T i(t)dt, \tag{11.4}$$

$$U_0 = \frac{1}{T}\int_0^T u(t)dt. \tag{11.5}$$

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

$$\tilde{I}^2 = \lim_{T\to\infty}\frac{1}{T}\int_0^T i^2(t)dt. \tag{11.6}$$

кучланиш учун эса

$$\tilde{U}^2 = \lim_{T\to\infty}\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)dt. \tag{11.7}$$

Шовқиннинг ўрта квадрати – бу ўзгармас сондир. Агар токнинг ўрта квадратини занжирнинг қаршилиги (R)га кўпайтирилса, у ҳолда кўпайтма шовқиннинг тўла ўртача қувватини беради:

$$P_T = I^2 R.$$

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:

$$I_a = \sqrt{\lim_{T\to\infty}\frac{1}{T}\int_0^T i^2(t)dt}. \tag{11.8}$$

Кучланишнинг ўртача квадратик (амалдаги) қиймати:

$$U_{\text{ам}} = \sqrt{\lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_0^T u^2(t)dt}\,. \qquad (11.9)$$

Тор полосали ва кенг полосали шовқинлар.

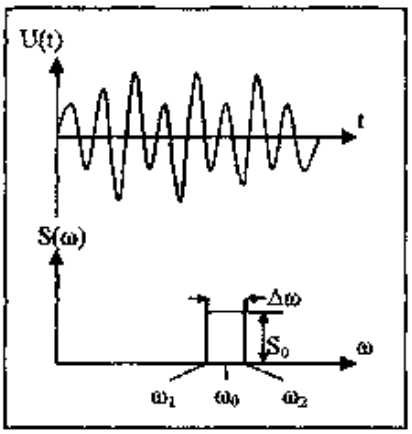
Тор полосали шовқин деб, қувват спектри нисбатан тор частоталар полосаси $\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2$ да бу полосанинг марказий (ўртача) частотаси $\omega_0 = (\omega_1 - \omega_2)/2$ атрофида тарқалган ва бунда $\Delta\omega/\omega_2 << 1$ бўлган шовқинга айтилади (11.12-расм).

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 $\omega >> \omega_0$ частотали деярли синусоидал тебранишни 2–5 Gs полосада гўёки шовқин эмас, балки 11.12-*а* расмда кўрсатилганидек, «даврий» тебраниш кузатилаётгандек тасаввур туғилади.

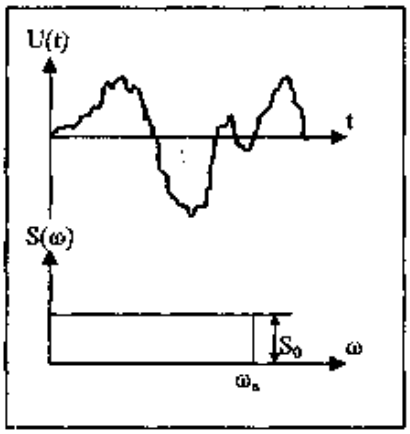
Юқори аслликка эга бўлган тебраниш контурида транзисторнинг коллектори токи тебранишлари билан уйғотиладиган шовқин кучланиши шундай кўринишга эга бўлади.

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 тасодифий амплитудали ва фазали тебраниш кўринишида бўлади.

Амалиётда кенг полосали шовқин билан иш кўришга тўғри келади. Унинг қувватининг спектрал зичлиги кенг частоталар полосасида ўзгармасдир (11.13-расм). Бу ерда ўрама эгри чизиқ тезроқ флуктацияланади. Аниқроқ айтадиган бўлсак, кенг полосали шовқинлар деб, қувват спектрининг кенглиги спектрининг марказий частотасига (катталик тартибига) яқин шовқинларга айтилади.



11.12-расм.



11.13-расм.

Кенг полосали шовқинга идеал мисол «оқ шовқин» бўлиб, унинг қувватининг спектрал зичлиги 0 дан ∞ гача бўлган барча частоталарда бир хилдир.

Оқ шовқиннинг жуда муҳим хусусияти шундаки, унинг ҳар қанча яқин олинган иккита вақт моментида олинган қийматлари коррекцияланмаган бўлади. Оқ шовқин шовқин функцияларининг энг идеаллаштирилган ҳолидир. Амалиётда уни амалга ошириб бўлмайди, чунки унинг ўртача қуввати чексизликка тенгдир.

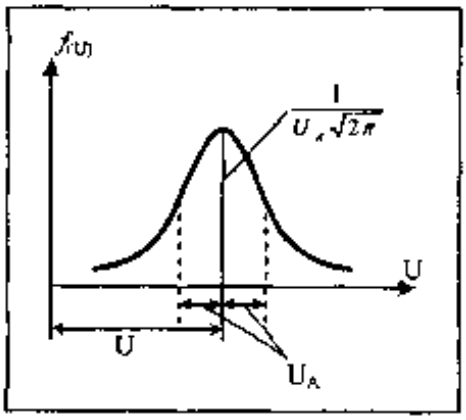
Нормал ёки Гаусс шовқини. Нормал ёки Гаусс шовқини деб, вақт ўқининг исталган нуқтасида олинган оний қийматлари ушбу эҳтимоллик зичлиги билан тавсифланадиган флуктуацияланувчи электр тебранишга айтилади:

$$f(u)=\frac{1}{U_a\sqrt{2\pi}}\left[-\frac{(u-\overline{U})^2}{2U_a^2}\right]. \qquad (11.10)$$

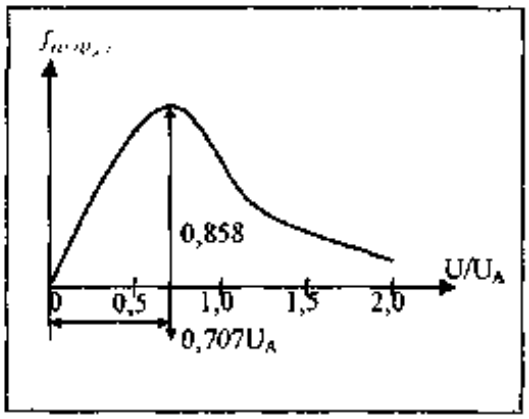
Бу ифодада

$$\overline{U}=M[u]=\int_{-\infty}^{\infty}uf(u)du \quad \text{ва} \quad D(U)=-\int_{-\infty}^{\infty}(u-\overline{U})f(u)du=\sigma^2=U_a^2. \qquad (11.11)$$

Нормал тақсимот эгри чизиғи 11.14-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.



11.14-расм.



11.15-расм.

Нормал шовқин оний қийматларининг ±ε интервал чегараларида ётиш эҳтимоллиги тақсимот функциясини шу чегараларда интегралаш билан аниқланади. Интегралаш қуйидагиларни беради:

$$P\left[\overline{U}-U_a<U(t)<\overline{U}+U_a\right]\approx 0{,}68;$$

$$P\left[\overline{U}-2U_a<U(t)<\overline{U}+2U_a\right]\approx 0{,}95;$$

$$P\left[\overline{U}-3U_a<U(t)<\overline{U}+3U_a\right]\approx 0{,}997.$$

Шундай қилиб, шовқиннинг 95% оний қийматлари $\pm U_a$ интервалда ўртача қийматнинг икки томонида, 99,7% қийматлари $\pm 3U_a$ интервалда жойлашган.

Нормал шовқин ҳозирги замон алоқа техникасида катта аҳамиятга эга. У радиотехник қурилмаларнинг кўплаб элементлари: резисторлар, транзисторлар, диодлар ва ҳ.к. томонидан генерацияланади. Бундан ташқари, бошқа тақсимот қонунларига эга бўлган шовқинлар нисбатан тор полосали чизиқли занжирлардан, масалан, фильтрлар ва кучайтиргичлардан ўтганида нормал шовқинларга айланади.

Релей шовқини. Релей шовқини деб, вақтнинг ҳар бир берилган моментидаги 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. Радиолокацияда Релей қонуни нишондан қайтган сигналлар амплитудалари тебранишларини тавсифлайди.

Радиоалоқада 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

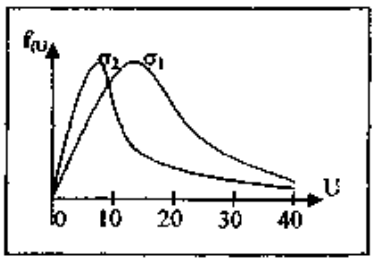
$$f\left(\frac{U}{U_a}\right)=\frac{U}{U_a}\exp\left(-\frac{U^2}{2U_a^2}\right) \qquad (11.12)$$

ифода билан аниқланади. Бу ифодада U – силжишнинг оний қиймати, U_a – амалдаги қиймати.

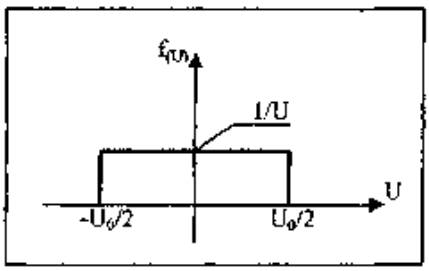
Логарифмик нормал шовқин. Логарифмик нормал қонун билан баъзан атмосфера ҳалақитлари кучланганлик майдони ўрама эгри чизиғининг оний қийматлари характери тавсифланади. Бу ҳолда халақитларнинг кучланиши U учун эҳтимоллик зичлиги ушбу боғланиш билан ифодаланади:

$$f(U)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2U^2}}\exp-\left[-\frac{(\log U-\log U_m)^2}{2\sigma^2}\right], \qquad (11.13)$$

бу ерда U_m – ўртадаги қиймат (U нинг медианаси), $f(U)$ – эҳтимоллик зичлиги, δ– шу $\log U$ нинг стандарт оғиши, у нормал тақсимланган.



11.16-расм.



11.17-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 интервалида пайдо бўлиш моменти бўйича устма-уст тушмаса (қопламаса), у ҳолда уларнинг исталган фиксирланган вақт оралиғи T даги сони m Пуассон эҳтимоллик тақсимоти қонунига бўйсунади. Бу тақсимот математик жиҳатдан ушбу ифода билан тасвирланади:

$$F(m;T)=\frac{(nT)^m}{m!}e^{-nT}, \qquad (11.14)$$

бу $F(m; T)$ – шу T вақт ичида роса m та импульснинг 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 катталик 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 тақсимоти нормал тақсимотга яқин бўлади.

Пуассон импульс жараёнлари импульсли алоқа тизимларининг 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 11.17-расмда тасвирланган шовқиннинг пайдо бўлиши билан бирга содир бўлади.

Тенг эҳтимолли шовқин кучланиши ночизиқли қурилма томонидан амплитудалари исталган бошқа қонун бўйича тақсимланган кучланишга нисбатан осон ўзгартирилади.

11.9.3. Бошланғич шовқин манбаларига қўйиладиган талаблар

Исталган шовқинлар генераторининг асосий қисми бошланғич шовқин манбаидир. Бошланғич шовқин манбаи дейилганда чиқиш кучланиши кейинги каскадларда кучайтирилиши ва частота бўйича ўзгартирилиши мумкин бўлган берувчи шовқин генератори тушунилади. Шовқин манбаини 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, ±(1–2)% гача бўлиши мақбулдир);

– шовқин кучланиши (қуввати) берилган частоталар полосасида етарлича катта бўлиши. Бунинг натижасида оралиқ кучайтириш каскадлари сони анча қисқаради;

– ЎЮЧ шовқинлар манбаларидан яна унинг чиқиш қаршилиги узатиш линиясининг тўлқин қаршилигига тенг бўлиши талаб этилади;

– шовқин характеристикаларининг 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 характеристикалари қуйидагилардан иборат бўлади:

– қувватнинг спектрал зичлиги текис деб ҳисоблаш мумкин бўлган частоталар диапазони;

– берилган частоталар диапазонида қувватнинг спектрал зичлиги ёки кучланишининг ишлаётган қуввати;

– шовқин характеристикаларининг бир шовқин манбаидан 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 ва ҳ.к.) бўйича ҳам таснифлаймиз.

11.9.8. Шовқин генераторларининг 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 коэффициентини ўлчашдаги каби, тенг бўлиши талаб қилинади);

5) чиқиш қаршилигини берилган частоталарда ростлаш мумкинлиги, у кучайтиргич ва бошқа тўрткутбликларнинг минимал шовқин коэффициентини ўлчашда зарурдир;

6) 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 манбаини 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 манбаида ростланади. Шовқин даражасига қаттиқ талаблар қўйилганида кучайтиришни автоматик ростлаш занжирини киритиш ва бошланғич шовқин манбаини стабиллашга тўғри келади.

4 ва 5- бандлар талабларини қаноатлантириш асбобни ясашнинг 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) эгалиги оқибатида рўй беради.

Бундан ташқари, эмиттерли такрорлагичнинг амплитуда характеристикаси нолинчи кучланишга нисбатан носимметрик.

Амплитуда коэффициентлари, максимал қийматининг ўртача квадратик қийматига нисбати энг кўп тарқалган шовқин турлари – нормал ва релей шовқинлари учун 11.1-жадвалда келтирилган. Маълумки, синусоидал тебраниш учун амплитуда коэффициенти 1,4 га тенг. Буни 11.1-жадвалдаги катталикларга таққослаб, кўрамизки, шовқинлар анча катта амплитуда коэффициентига 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.

11.1-жадвал

Шовқиннинг таъсир қийматидан чайқалишнинг ортиқ 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 типдаги 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.

11.9.9. Шовқин қувватини стабиллаш

Шовқин генераторларида қувватни ва чиқиш кучланишини стабиллаш муаммоси уларнинг бошланғич манбаларидаги ностабиллиги ва шунингдек, кучайтириш коэффициенти, шакллантириш занжирлари ва таъминот манбалари кучланишларининг ўзгариши муносабати билан юзага келади. Масалан, шовқинли диод манбаидаги шовқин қуввати қиздириш кучланишига, тиратронли манбада эса вақт бўйича эскиришга қаттиқ боғликдир 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 (11.19-расм) ностабил манбадан келаётган шовқин бирор тўрткутбликдан 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 принцип жиҳатидан қодир эмас.

Демак, ростловчи тўрткутблик албатта ночизиқли бўлиши шарт.

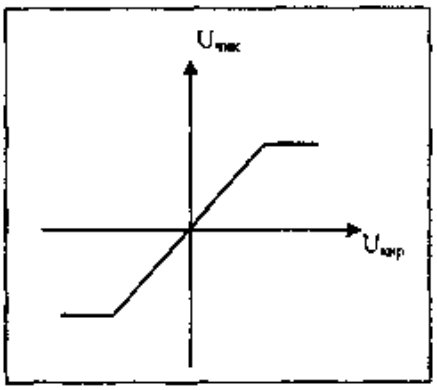
Тўрткутбликнинг характеристикаси 11.20-расмда тасвирланганидек бўлганида яхши натижалар олиш мумкин.

Бу тўрткутблик 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 фарқ қилади. Нормал шовқин бўлган ҳолда тақсимот қонунини сақлаб қолиш учун чеклагич чиқишидаги шовқинни тор полосали фильтрдан ўтказилади (чеклагич киришидаги спектр полосаси фильтрнинг ўтказиш полосасидан 5–10 марта катта).



11.19-расм.



11.20-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 ночизиқли элементлар мавжуд бўлгандагина амалга оширилиши мумкин; бу элементлар эса кучайтирилаётган 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.

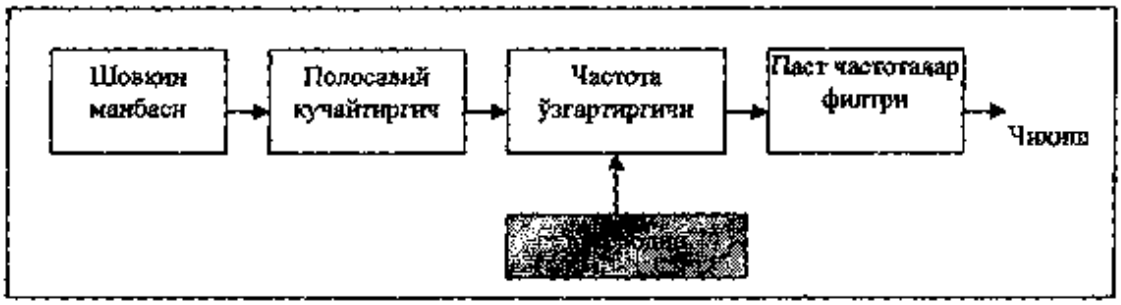
Унчалик катта бўлмаган юқори частоталарда ростланувчи аттенюаторни ёки кучланиш бўлгичини, яъни тизимнинг ижрочи қурилмасини нуқтавий диодлар асосида бажарилади. Бундай бўлгич асосидаги КАР тизими кучайтиришни 20–30 dB чегараларида ўзгартириши мумкин.

Шовқин кучланишини стабиллаш учун фақат секинлатилган КАР яроқлидир, у маълумки, юкламадаги шовқин кучланиш

берилган катталикдан фақат оша бошлаганидагина ишлай бошлайди. Сезгинлатиш самараси кам. Унда ижро қурилмасини бошқарувчи тўғриланган ўзгармас кучланиш шовқиннинг эффектив қиймати ошганида равон ўсади, бунинг оқибатида ростлашнинг статик характеристикасида кескин синиш бўлмайди. Шу сабабли, одатда, кучайтирилган КАР схемасидан фойдаланилади.

11.9.10. Видеочастотали ва юқори частотали шовқин генераторлари

Видеошовқин генераторлари 5–10 Gs дан 6–10 MGs гача бўлган диапазонда ишлайди. Улар, кўпинча, бошланғич манба шовқинини қуйи ва юқори частоталарни ўтказиш фильтрлари ва шу кабилар кўринишидаги турли шакллантириш занжирлари билан тўлдирилган бевосита кучайтириш схемаси бўйича яратилади. Генераторнинг функционал схемаси 11.21-расмда тасвирланган. Шакллантириш фильтрлари частотавий характеристикаларининг шакли бошланғич манба шовқини спектрал зичлигининг таксимотини хисобга олиб (унинг нотекислигини коррекциялаш максадларида) танланиши лозим.



11.21-расм.

Спектри кўчирилган видеошовқин генератори (11.21-расм) ясалиши бўйича қизиқарлидир. Бу ҳолда бошланғич манба бўлиб, одатда, шовқин диоди хизмат қилади у юқори частотали, айтайлик, 60 дан 70 MGs гача полосада, шовқин беради, бу полоса гетеродинлаш билан нолинчи частоталар соҳасига кўчирилади, кейин эса фильтрлар ва кучайтиргичлар тизими орқали берилган видеошовқин спектри шакллантирилади.

11.9.11. Паст ва инфрақизил частотали шовқин генераторлари

Паст частотали ва инфрачастотали нормал шовқин генераторлари техникада кенг қўлланилади. Кўпинча, генератор нолдан 10–20 Gs га бўлган диапазонда текис спектр бериши талаб этилади.

Инфра паст частотали шовқин хосил қилишнинг қуйидаги усуллари маълум:

1) уни электроакустик метод билан бевосита ҳосил қилиш;

2) спектрни диаграмма методи билан кўчириш;

3) шовқин спектрини гетеродинлаш методи билан паст частоталар соҳасига кўчириш;

4) шовқин спектрини кенг полосали шовқинни ночизиқли ўзгартириш усули билан ўзгартириш;

5) шовқиннинг бошқа типларини комбинациялаш.

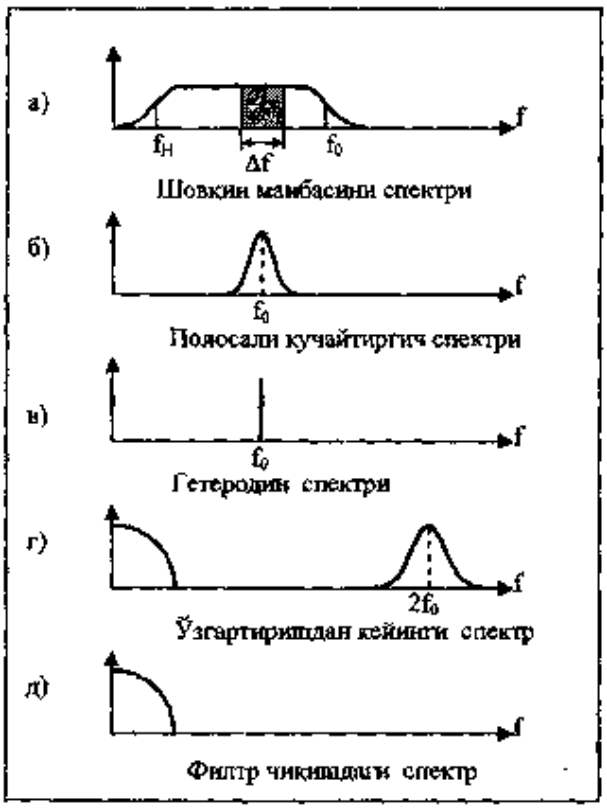
Гетеродинлаш усули энг кўп тарқалган. Унинг моҳияти 11.21-расмда тушунтирилади.

Кенг полосали шовқин манбаи текис спектрал зич ҳолатда гетеродинланадиган 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 фильтрлаш учун зарурдир. Полосавий фильтрнинг ўтказиш полосаси унчалик талабчан эмас, бироқ гетеродин частотаси стабиллигига қўйиладиган талабларни кучайтирмаслик учун уни унчалик тор қилинмайди. Муҳими, кучайтириладиган шовқинларнинг спектрал характеристикаси чиқишда текис бўлиши лозим.

Гетеродин частотаси шовқин спектрини нолга яқин частоталар соҳасига кўчирилишини таъминлайдиган қилиб танланади. Бу 11.22-расмда кўрсатилган.

Частота ўзгартгич ночизиқли қурилмадир. Яхши маълумки, унинг чиқишида комбинацион частоталар тўплами ҳосил бўлади. Кириш шовқини спектрини ўзгартириш натижасида ўзгартирилган частоталарнинг бир қатор қуюқланиш соҳалари ҳосил бўлади.

Соҳалардан бирининг ташкил этувчилари нол частота атрофида, бошқалари эса марказий частотага каррали частоталар атрофида гуруҳланади.



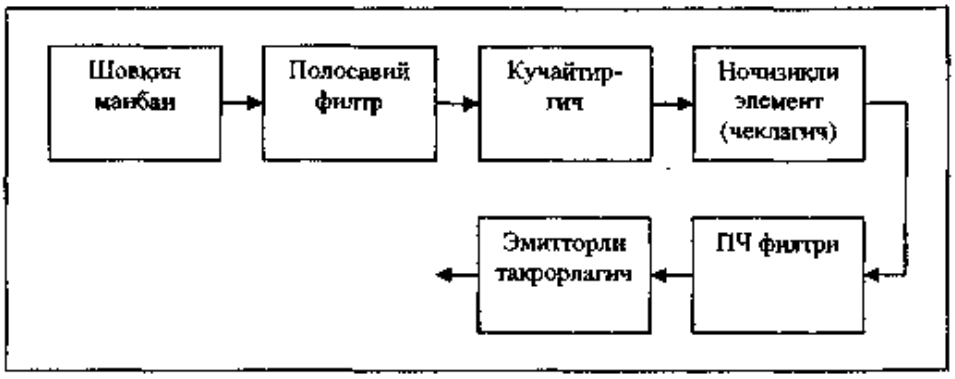
11.22-расм.

Шовқиннинг нолинчи частоталар соҳасига тушган ташкил этувчиларни ажратиш пировард мақсаддир. Бунинг учун шовқин частота ўзгартгич чиқишидан паст частоталар фильтрига берилади ва у бирор чегаравий частотадан юқори барча частоталарни ушлаб қолиб, паст частоталарни ўтказади. Гетеродин частотаси стабил бўлиши лозим, чунки бундай бўлмаса, паст частоталар фильтр 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 фазали 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 ночизиқли элементда ўзаро таъсирлашувида ҳосил бўладиган тепкили тебранишлар натижасида ҳосил бўлади. Қолган полосалар биринчи, иккинчи ва юқори гармоникаларга боғлиқ.

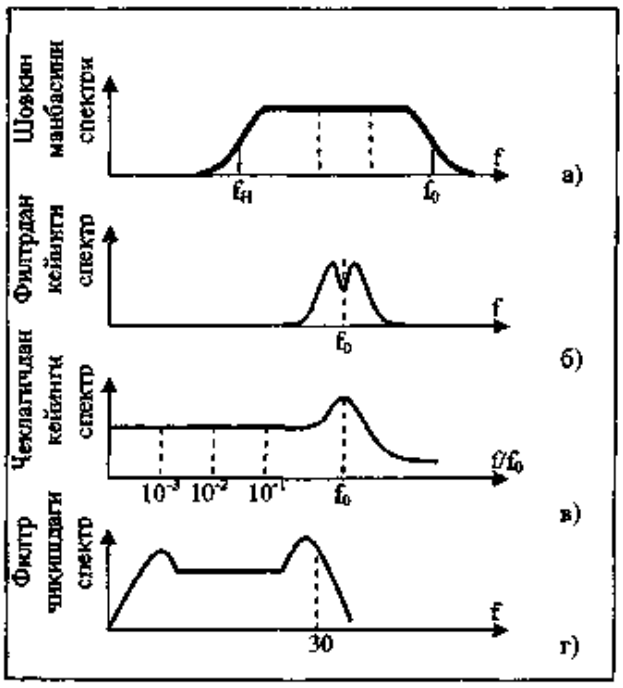
Паст частотали шовқинни ҳосил қилиш учун нолинчи частота атрофидаги спектрал полосасидан фойдаланилади.



11.23-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 генераторининг функционал схемаси 11.23-расмда, тегишли спектрал диаграммалар эса 11.24-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 Gs полосада текис спектрни олиш зарур бўлса, у ҳолда ночизиқли элементга полосавий фильтрдан ўтган ва ўз таркибида 200–350 Gs диапазондаги спектрнинг ташкил этувчиларини олган шовқин кучланиши берилиши лозим.



11.24-расм.

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 кучайтирувчи элементлар сони бўйича ва спектрни гетеродинланадиган

шовқин манбаидаги 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.

11.10. Частота стандартлари ва синтезаторлари

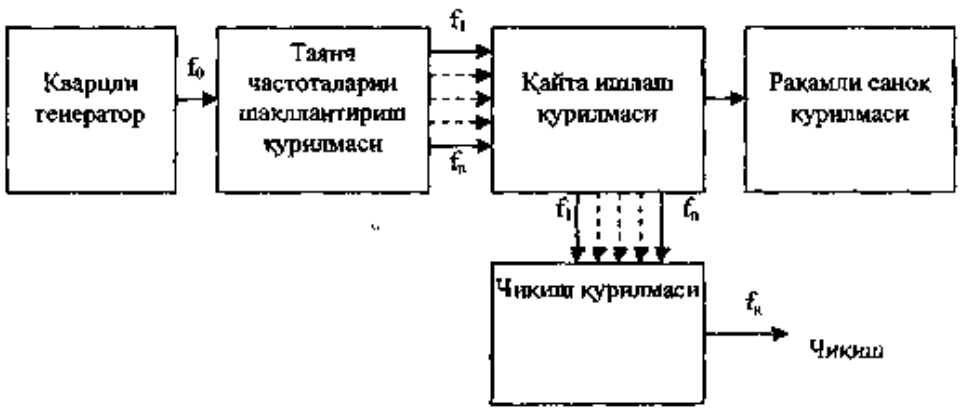
Юқорида қайд этилганидек, частота ва фаза бўйича стабил сигнални яратиш учун частотаси юқори стабилликка эга бўлган кварцли генераторлардан фойдаланилади. Частотанинг кварцли стандартлари стабиллик бўйича юқорироқ кўрсаткичларга эга ва уларда частотанинг ностабиллиги 10^{-8}–10^{-9} тартибида бўлади.

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 11.25-расмда берилган. Унга f_0 частота кварцли генератори, таянч частоталар f_1, ..., f_m ни шакллантириш, керакли частотали сигнал чиқишига уловчи улаш, рақамли санок ва чиқиш қурилмалари киради.

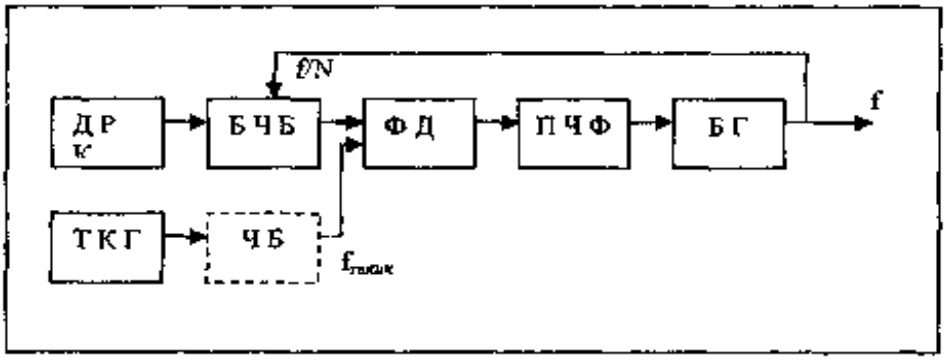


11.25-расм.

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 частота диапазонини дискрет қоплаш (ёпиш)га ўтилади, яъни бунда *дискрет тўр қадами* деб аталувчи маълум фиксирланган оралиқ билан бир-биридан кейин келадиган исталган частоталар тўпламидан сигналларни генерациялашга йўл қўйилади.

11.26-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 $f_{таянч}$ билан; иккинчиси эса бошқариладиган генератордан бошқариладиган частота бўлгич орқали бўлиш коэффициенти N билан $f/N=f_{таянч}$ частотали бўлиб келади.



11.26-расм.

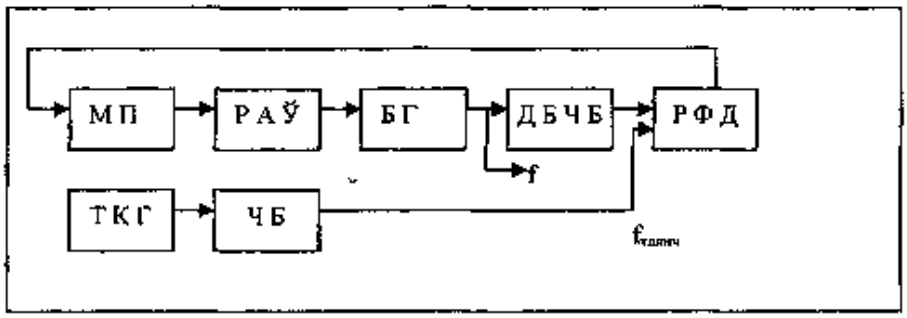
Фаза детекторининг чиқишидаги кучланиш паст частоталар филтри (ПЧФ) орқали бошқариладиган генераторга таъсир қилади ва уни f/N ва $f_{таянч}$ частоталар тенг бўлиши таъминлангунига қадар созлайди. ДРҚ ёрдамида бўлиш коэффициенти N ни ўзгартириб, талаб қилинаётган $f_{таянч}$ қадамли частоталар тўрини ҳосил қилиши мумкин. Синтезаторнинг чиқиш частотаси кварцли генераторнинг таянч частотаси билан $f=Nf_{таянч}$ 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 варианти жиддий камчиликларга эга. Улардан биринчиси бошқариладиган генератор синхронлаштириш полосаси кенглигининг чеклилиги билан боғлиқ бўлиб, у генераторнинг бошқарувчи 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 имкониятларига боғлиқдир. Частота бўлгичда тескари алоқани киритиш билан унинг бўлиш коэффициентини 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 принциплар бўйича шакллантириладиган ўхшаш генераторларнинг пайдо бўлишига олиб келди. Рақамли синтезлаш усулларининг афзаллиги қайта созлашда тебранишлар частотасини ўрнатиш вақтининг камчилиги (бу тезкор автоматлаштирилган тизимлар-

нинг ишида муҳимдир) ва частоталарни алмаштиришда узилишнинг йўқлигидир.

Ҳозирги замон узаткичларида кўпинча частотани бўлиш коэффициентининг каср кийматларидан фойдаланиш талаб этилади. Частотани касрли ўзгартириш усулни рақамли синтезаторларнинг базавий (таянч) схема бўйича амалга ошириладиган энг янги ишланмаларидан фойдаланилади (11.27-расм).



11.27-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) цикларга бўлинади ва уларнинг ҳар бирининг давомида бўлиш коэффициенти доимийдир. Бўлиш коэффициентини ўзгартириш бир қуйи циклдан бошқасига ўтиш моментида цикл вақти ичидаги ўртача бўлиш коэффициенти берилган бўлиш коэффициентига тенг бўладиган қилиб бажарилади. Рақамли частота синтезатори схемасида 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 олинадиган тебраниш фазалари айирмасининг цикли 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 уйғониш 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 принципи нимадан иборат?
10. Халақит генераторлари схемасини келтиринг.
11. Халақит генераторлари таснифини келтиринг.
12. Халақит генераторларнинг қурилиш хусусиятлари нимадан иборат?

XII БОБ. АХБОРОТ-ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ ВА ТИЗИМЛАРИ. ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ЎЛЧАШ ТИЗИМЛАРИ

12.1. 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 комплектини 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 чиқиш 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 (комплект) 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 экспериментини бошқаришга имкон берадиган дастурлаштириш тушунилади.

12.2. 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 атаймиз), *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 созлаш 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 (ЎҲК);

– виртуал ахборот-ўлчаш асбоблари (виртуал асбоблар ёки компьютерли-ўлчаш тизимлари).

12.2.1. Ахборот ўлчаш тизимлари

Тўғри вазифали ўлчаш тизимларининг энг кенг синфи АЎТлардир. АЎТ нинг вазифасини *ўлчаш жараёнини* мақсадга йўналтирилган ҳолда оптимал олиб бориш қўшни 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 экспериментни қабул қилинган ишлаш мезонига мувофиқ равишда бошқариш, унга юкланган функцияларни вазифа ва мақсадга мос равишда бажариши, аниқлик, халақитбардошлик, тезкорлик, ишончлилик, ўтказиш хусусияти, мослашувчанлик (адаптацияланиш), мураккабликнинг талаб қилинадиган кўрсаткичлари ва тавсифларига эга бўлиши; ахборотни бериш усуллари ва шакллари: техник воситаларни жойлаштирилишига қўйиладиган иқтисодий талабларга жавоб бериши, қўшни иерархия даражасидаги ва бошқа АЎТ лар билан ишлашга мослашган бўлиши лозим.

АЎТ нинг асосий функцияси, бошқа ҳар қандай техник системадаги 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 принципларини 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 турлари 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 объектининг 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 назорат 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) объектининг аналитик (математик) моделлари ва ҳисоблаш алгоритмларидир.

Ўлчаш объектининг 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 усули фарқ қилинади: аналитик усул, эксперимент усул ва эксперимент-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 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 алмашиниш, техник ҳолатнинг ташхисини (диагностикасини) автоматик ўтказиш имконини беради.

АЎТ нинг дастурий таъминоти аслида қуйидаги ишларни амалга оширадиган ўзаро тўлдирувчи, ўзаро ишлайдиган тобе дастурлар тўпламидир:

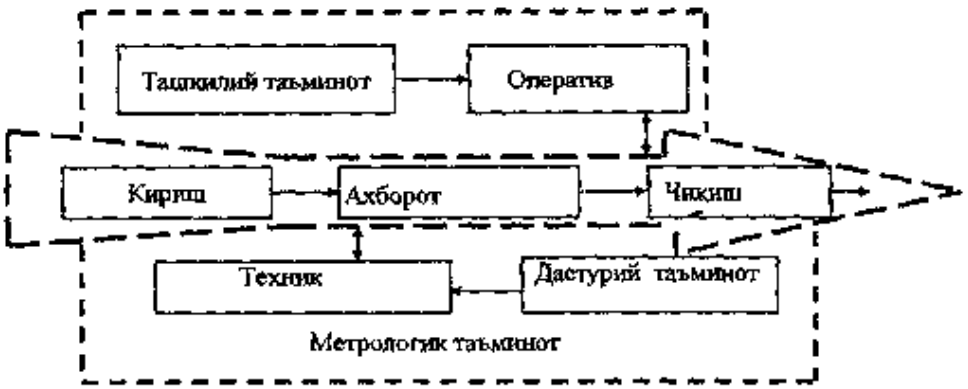
– ўлчаш ахборотини самарали тасвирлаш, экспериментни ва бошқа ўлчаш тартиботларини режалаштириш алгоритмлари;

– ўлчашлар маълумотларини архивлаштириш;

– комплекснинг метрологик тавсифлари (меъёрланадиган метрологик тавсифларни аттестациялаш (шаҳодатлаш), қиёслаш, эксперимантал 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 (12.1-расм).



12.1-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, рақамли табло, дисплейлар, хотира элементлари ва бошқалар блоки;

– 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 интерфейсининг 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 ривожланиш 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 циклларда 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 аппаратидан 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, уни *стохастиклик даври* деб аташ қабул қилинган.

Учинчи авлод АЎТ ларига ахборот, конструктив, энергетик ва ишлатиш тавсифлари бўйича ўзаро бириккан КИСлар, микропроцессорлар, микроЭҲМлар ва саноат функционал блокларининг киритилади ва 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, фойдаланувчи 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 боғликдир.

12.2.2. Ўлчаш-ҳисоблаш комплекслари

АЎТ ларнинг турларидан бири ўлчаш-ҳисоблаш комплексларидан иборатдир.

Ўлчаш тизимининг ЎҲК га оидлигининг асосий белгилари компьютер, метрологик дастурий таъминот, ўлчаш воситаларини дастурий бошқариш, техник (аппаратли) ва дастурий (алгоритмик) тобе тизимлардан иборат блок-модулли тузилишнинг мавжудлигидир.

Вазифаси бўйича ЎҲК лар типавий, муаммовий ва ихтисослашган тизимларга бўлинади.

Типавий ЎҲК лар ўлчашлар, синашлар ёки тадқиқотларни қўллаш соҳасидан қатъий назар кенг доирада автоматлаштириш масалаларини ҳал этиш учун мўлжалланган.

Муаммовий ЎҲКлар ўлчашларни автоматлаштиришнинг аниқ соҳасидаги махсус масалаларни ечиш учун қўлланилади.

Ихтисослашган ЎҲК лар ўлчашларни автоматлаштиришнинг типавий ва муаммовий комплексларни яратиш иқтисодий томондан мақсадга мувофиқ бўлмаган ноёб масалаларини ечиш учун яратилади.

ЎҲК 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 ЎҲК 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.

12.3. 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-кет 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 интерфейснинг 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 комплексидир.

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 ўлчаш 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 сиғимли ички ва ташқи хотирадан фойдаланиш ҳамда аниқ ўлчаш масалаларини ечиш учун компьютер дастурларини тузиш имконияти;

– ўлчаш натижаларини турли ҳужжатлаштириш қурилмаларидан оператив фойдаланиш имконияти.

12.3.1. Виртуал асбобларнинг тузилиш архитектураси

Виртуал асбобни икки усул: кетма-кет ва параллел архитектурали қилиб яратиш мумкин.

Кетма-кет архитектурага эга виртуал асбобда (уни баъзан *марказланган тизим* деб аталади) тизимнинг таҳлил қилинаётган сигнални ўзгартирувчи қисмлари уларни кетма-кет 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 принципи сигналларни оптимал қайта ишлашни ҳар бир каналда эркин ўтказишга имкон беради. Бундай тизимда сигналларни ўзгартиришни текширилаётган сигнал манбаи

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 12.2-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



12.2-расм. Виртуал асбобнинг умумлашган тузилиш схемаси.

тизимнинг архитектураси 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 машҳур 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 типидаги функцияларни 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.

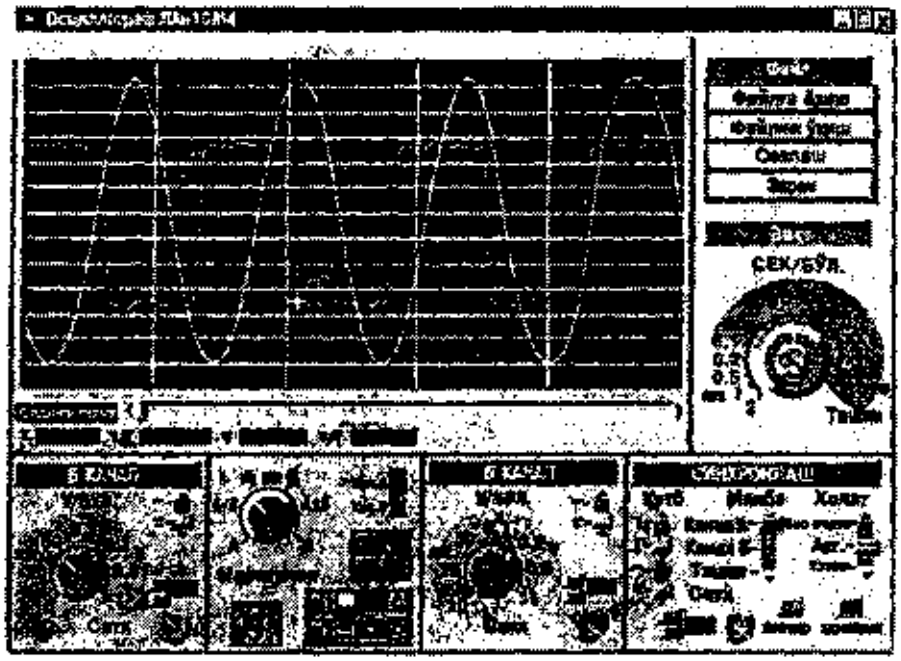
Виртуал асбобнинг дастурий қисми компьютер дисплейи экранида стационар ўлчаш асбобининг виртуал олд панелини эмуляциялари (яратиши) мумкин. Дисплей экранида шаклланган бошқарувчи панелнинг ўзи виртуал тугмалари, дастаклари, ушлаб-узгичлари билан виртуал асбобни бошқариш панели бўлиб қолади. Стационар ўлчаш асбобининг реал бошқарув панелидан фарқлироқ, виртуал панел иш жараёнида экспериментнинг аниқ шароитларига мослаштириш учун кўп марта қайта курилиши 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 мультиметрлар (DMM) ўзгармас ва ўзгарувчан кучланишни, қаршиликни ўлчайди, шунингдек, бошқа функцияларни бажаради. Агар DMM Class учун бу функцияларни IVI Class Driver га ажратилса, у ҳолда рақамли мультиметрнинг бошқарилишига жавоб берадиган дастурнинг бир қисми аниқ бир асбобга ва унинг драйверига боғлиқ бўлмайди. VXI «Plug & Play» («ула ва ишла») ёки «тез» (шошилинч) асбобий драйверларнинг юқори сифати ва ишончлилигини қайд этиш лозим, бу эса IVI Driver классидаги драйверлар концепцияси билан боғлиқ бўлмасдан, балки бошқа воситалар билан амалга оширилади.

Ҳозирги замон дастурий тизимларни олисдан туриб фойдаланишсиз тасаввур этиб бўлмайди. Интернетга 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, узоқ 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 текширилаётган 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 текширилаётган жараёнларни ҳужжатлаштириш, сигналларни эталон сигналлар билан таққослаш фойдаланувчининг дастурида яратилган сигналларни акс эттириш имконини беради.



12.3- расм. Виртуал осциллограф дастурий интерфейсининг ташқи кўриниши.

Маълумотларни йиғиш платасининг ишлаш принципи соддалашган ҳолда бундай тавсифланади. Маълумотларни йиғиш жараёнини шартли равишда икки гуруҳга бўлиш мумкин: рақамлаштирилган сигналларни маълумотларини йиғиш платасининг буфер хотирасига ёзиш (реал осциллограф нурининг тескари йўлига мос келади) ва маълумотларни виртуал осциллографга узатиш, уларни ишлаб чиқиш ва экранга чиқариш (реал осциллографлар нурининг 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 интерфейснинг 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 қўлда 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 ёркин, 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.

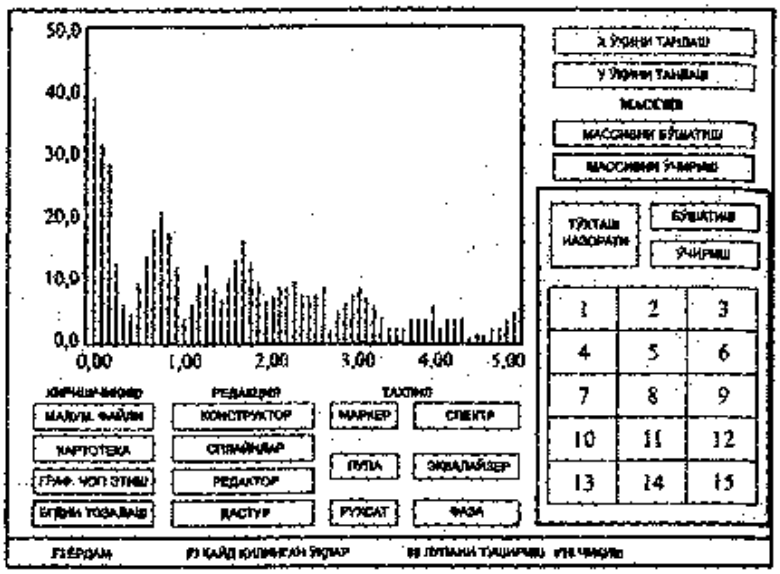
12.4-расмда виртуал рақамли спектр таҳлиллагич дастурий интерфейсининг ташқи кўриниши, 12.5-расмда эса виртуал рақамли сигналлар генератори тасвирланган.

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.

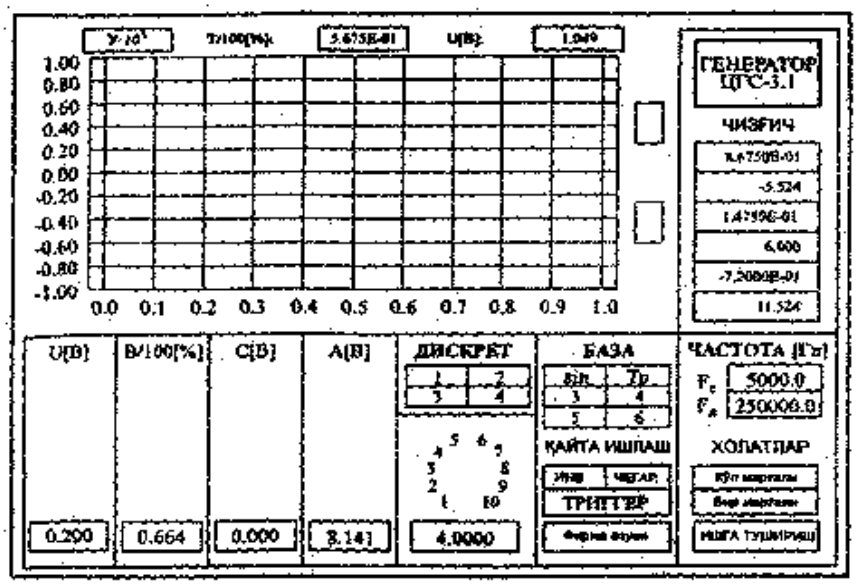
Виртуал сигналлар генератори ЦГС-31 кенг частоталар тўрини яратишга қодир ва чиқиш сигналларининг параметрларини ростлашга имкон берувчи кўп иш режимларига эга.

Шундай қилиб, виртуал асбобларнинг кенг ҳисоблаш имкониятлари ўлчашлар аниқлигини оширишнинг кўплаб масалаларини, самарадорлик ва тезкорликни дастурий воситалар билан амалга оширишга имкон беради.

Масалан, физик катталикнинг ўлчашларда ҳосил қилинган ва экспериментатор компьютернинг дисплейида кузатаётган тақсимот гистограммаси тушиб қолган қийматларга ва текисланган шаклга эга бўлса, у ҳолда ўлчанаётган катталикнинг чиқариб ташланишлари ва дрейфи ҳамда хатоликлар борлигини таҳлил қилиш мумкин.



12.4-расм. Виртуал рақамли спектр таҳлиллагич дастурий интерфейсининг ташқи кўриниши.



12.5- 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, таҳллилагичлар, генераторлар, сигналлар синтезаторлари, муълтиимметрлар, волтметрлар, частота ўлчагичлар, мултиплексорлар) ва спектроскопик, акустик ва ўта ўтказгичли электроника, оптик светодиодларни 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 экспериментал 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 ажратиб кўрсатиш мумкин;

– ўқув вазифали виртуал тизимлар: практикум ва тренажёрлар, серияли ишлаб чиқарилаётган асбобларга оид каталоглар ва йўриқномалар.

12.4. Интеллектуал ўлчаш тизимлари

Интеллектуал ўлчаш тизимлари – бу конфигурациялаш параметрларини киритиш учун дастурланадиган терминалдан (дастурлагичдан) фойдаланиб, ўзига хос вазифаларни бажаришга якка 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: ителлектуал 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 аварияавий даврни минимумга келтиради.

Интеллектуал ЎТларнинг қурилиш принциплари 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 оралиқ 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.

12.5. 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 манбаи 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 қаттиқ дисклар, Flash-хотира (инглизча flash – «чақнаш», «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-кет интерфейси

Ҳозирги вақтда ElA RS-232-C стандарти ва V.24 CCITT тавсиялари билан ўрнатилган маълумотларни синхрон ва асинхрон узатиш кетма-кетли интерфейси кенг қўлланилмоқда (12.2-жадвал).

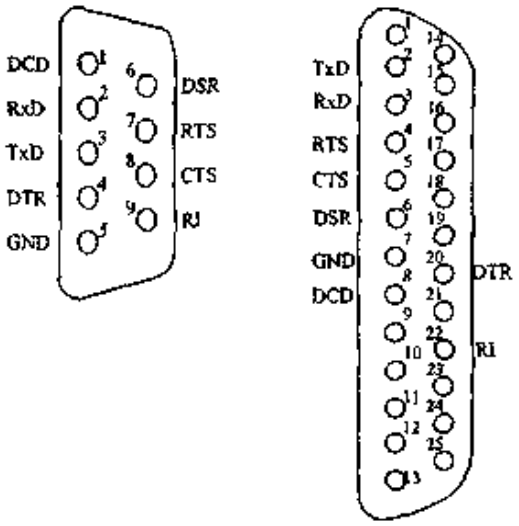
RS-232-C интерфейси маълумотлари

12.2-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) разъёмга эга (12.6-расм).



12.6-расм. RS-232-C интерфейсини улаш учун компьютернинг разъёмлари.

Контактларнинг вазифаси ва ахборот алмашиниш тартиби 12.3-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.

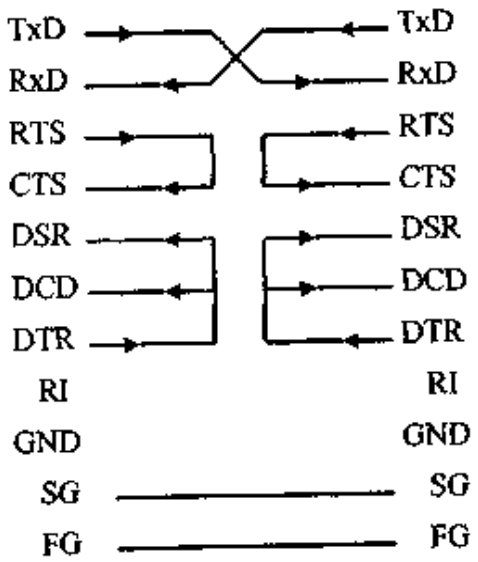
RS-232-C да маълумотлар кетма-кет кодда байтлаб узатилади. Ҳар бир байт старт ва стоп битлари билан ўралади (ҳошияланади). Маълумотлар бир томонга ҳам, иккинчи томонга ҳам узатилиши мумкин (тўла дуплекс режими).

12.3-жадвал

Номи	Йўналиш	Тавсифи	Контакт (25 контактли) разъём	Контакт (9 контактли) разъём
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 узоқ масофаларга узатиш имконияти ва содда уловчи кабелдир. Уланган қурилмаларни бошқариш учун дастурли тасдиқлашдан (узатиладиган маълумотлар оқимига 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.



12.7-расм. RS-232-C учун тўрт симли алоқа линияси схемаси.

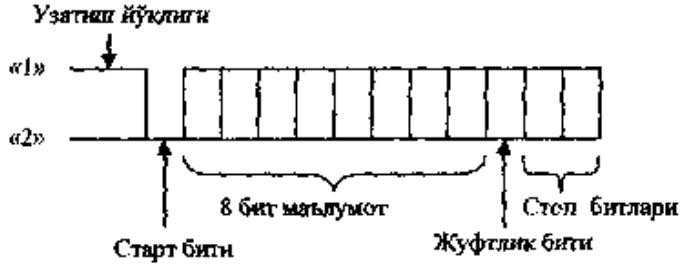
Уч ёки тўрт симли алоқа (икки йўналишда узатиш учун) энг кўп қўлланилади. Тўрт симли алоқа линияси учун RS-232-

С интерфейсини уланиш схемаси 12.7-расмда кўрсатилган.

Икки симли алоқа линия учун фақат компьютердан ташқи қурилмага узатиш бўладиган ҳолда SG ва TxD сигналларидан фойдаланилади. Интерфейснинг 10 та сигналининг ҳаммаси фақат компьютернинг модем билан уланишида ишлатилади.

RS-232-C интерфейси орқали узатиладиган маълумотларнинг формати 13.8-расмда келтирилган.

Маълумотларнинг ўзи (5, 6, 7 ва 8 бит) старт, жуфтлик ва битта 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 рухсат этилади). RS-232-C бўйлаб узатиш тезлиги ушбу қатордан танланади: 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 bit/s.



12.8-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-кет алмашинув контроллёрлари микросхемалари *UART* нинг кўп сонли тавсифларидан, масалан, *i*8250, 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 m гача масофага узатишни таъминлайди (12.4-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

12.4-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 обрўли 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 шуни англатадики, қурилмани ишлаётган компьютерга улаш имкониятини, Plug&Play режимини қўллаши 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.

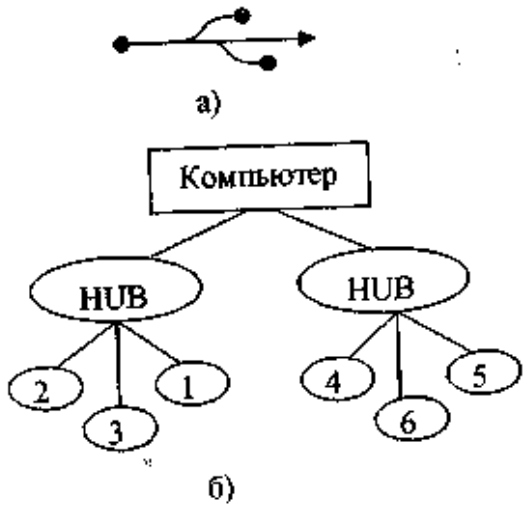
USB интерфейсида маълумотлар алмашинувида фақат иккита тезликдан фойдаланиш имконияти бу шинанинг қўлланилишини чеклайди, бироқ интерфейс линиялари сонини жиддий камайтиради. Бевосита USB дан фақат кичик қувват истеъмол қиладиган қурилмалар: клавиатура, сичқончалар, джойстик ва ҳ.к. таъминланиши мумкин.

USB интерфейси топологияси. 12.9-*а* расмда USB интерфейсининг Windows 2000, XT, XP ларда ва компьютерларнинг орқа деворларида ҳамда USB нинг барча разъёмларида 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 12.9-*б* расмда кўрсатилганидек тасвирлаш мумкин (рақамлар билан USB интерфейсли ташқи қурилмалари белгиланган).

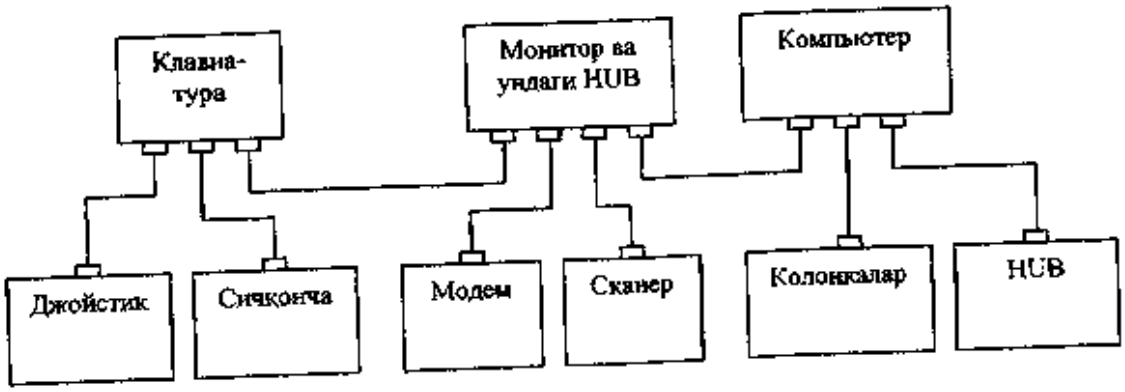
Компьютерга қурилмалардан истаган бирининг ўрнига ҳам HUB уланиши мумкин. USB интерфейси топологиясининг одатдаги локал тармоқ топологиясидан асосий фарқи шуки, компьютер (ёки Host-қурилма) фақат битта бўлиши лозим. HUB ни хусусий таъминот блокига эга бўлган алоҳида қурилма сифатида ҳам, ташқи қурилмага ўрнатилган қурилма сифатида ҳам улаш мумкин.

Аксарият ҳолларда HUB лар компьютерларнинг мониторлари ва клавиатурасига ўрнатилади.



12.9-расм. USB интерфейсининг тополоғияси.
а) иконка; б) уланиш дарахти.

12.10-расмда ташқи қурилмаларнинг шартли USB-тармоққа уланишига мисол келтирилган.



12.10- расм. Ташқи қурилманинг USB тармоққа уланишга мисол.

USB шинаси бўйича маълумотлар алмашиш фақат компьютер ва ташқи қурилма орасида бориши туфайли 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 разъёмининг тўртта варианти мавжуд.

FireWire нинг олти контактли биринчи варианти фақат маълумотларни узатишнигина эмас, балки FireWire нинг шахсий компьютернинг тегишли контроллёрига уланган қурилмаларига электр таъминот узатилишини ҳам кўзда тутади. Бунда жами ток 1,5 А катталик билан чегараланган. FireWire нинг тўрт контактли разъёмли иккинчи варианти 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 фарқ қилиб, ахборот узатиш канали оптик қурилмалар ёрдамида яратилади. Тажрибанинг кўрсатишича, ахборотни симсиз узатиш линиялари орасида инфрақизил (ИҚ) 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 COM-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 қўшни PIN-диодли кучайтиргичини ёритади. Қурилмалар орасидаги ҳаво оралиғи ИҚ-энергияни жорий моментда фақат битта манбадан олиш имконини беради.

Ҳозирги вақтда IrDA-standart очиқ 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 GGs частоталар диапазонида ишлайди, трафикни узатиш учун эса спектрни частотани сакраш билан созлашли кенгайтириш усулидан фойдаланилади.

Bluetooth тармоқларининг ўтказиш қобилияти 780 kbit/s ташкил этади. Асинхрон протоколдан фойдаланишда рақамли маълумотларни бир йўналишли максимал узатиш тезлиги 722 kbit/s ни ташкил этади. Спецификацияларнинг дастлабки вариантида (v 1.0) Bluetooth тармоқларида уланишлар узунлиги 10 m дан ошмаслиги назарда тутилган эди, аммо 2001 йилда бир қатор ишлаб чиқарувчилар алоқа олислигини 100 m 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 m 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 разъёмли махсус кабел билан улашдан иборат бўлади.

Назорат саволлари

1. Ўлчаш тизимлари нимадан иборат?
2. Ўлчаш тизимлари қандай таснифланади?
3. Замонавий 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. ЎҲК лар қандай вазифаларни ҳал этади?
11. ЎҲК 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 хусусиятларга 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. Хромой Б.П. Метрология и измерения в телекоммуникационных системах (Том 1)–М.: ИРИАС, 2007.

2. Хромой Б.П. Метрология и измерения в телекоммуникационных системах (Том 2)–М.: ИРИАС, 2008.

3. Метрология и радиосвязь. В.И. Нефедов, В.И. Хахин, В.К. Битюков и др. Под ред. В.И. Нефедова. - М.: Высшая школа, 2003.

4. 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.

5. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря *В.В.* Метрология, стандартизация, сертификация. - М.: Логос, 2003.

6. Электрорадиоизмерения. В. И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюков и др. под. ред. А.С. Сигова. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003.

7. Клевлеев В.М., Кузнецова И.А., Попов Ю.П. Метрология, стандартизация и сертификация: - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003.

8. ГОСТ 8032-56 Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.

9. ГОСТ 6636-69 Нормальные линейные размеры.

10. ГОСТ 16263-70 ГСИ. Метрология. Термины и определения.

11. ГОСТ 1.0-1992 Правила проведения работ по межгосударственной стандартизации. Общие положения.

12. *O'z* DSt 1.1-1992 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и регистрации государственных стандартов.

13. O'z DSt 1.2-1992 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и государственной регистрации технических условий.

14. O'z DSt 1.3-1992 ГСС Уз. Порядок разработки, утверждеиия и государственной регистрации стандартов предприятия.

15. РД Уз 51-011-1993 ГСИ Уз. Типовое положение о метрологической службе юридического лица в Республике Узбекистан.

16. РД Уз 51-012-1993 ГСС Уз. Типовое положение о базовой организации по стандартизации.

17. РД Уз 51-013-1993 ГСС Уз. Типовое положение о техническом комитете по стандартизации.

18. 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.

19. Уз РСТ 8.010-1993 Уз УДТ. Метрология. Атамалар ва таърифлар.

20. РСТ Уз 15.001-1993 СРПП Уз. Продукция производственно-технического назначения.

21. O'z DSt 1.8-1994 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, угверждения и государственной регистрации руководящих документов и рекомендаций.

22. РМГ-01-1994 Рекомендации по планированию и финансированию работ по межгосударственной стандартизации.

23. РСТ Уз 6.01.1-1995 Единая система классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации Республики Узбекистан. Основные положения.

24. РСТ Уз 6.01.2-1995 Единая система классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации Республики Узбекистан. Порядок разработки и ведения классификаторов.

25. O'z DSt 1.9:1995 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и регистрации отраслевых стандартов.

26. РД Уз 51-040-1995 ГСС Уз. Планирование республиканской стандартизации.

27. РСТ Уз 2.116-1996 Карта технического уровня и качества продукции.

28. O'z RH 51-010-1996 ГСС Уз. Формирование требований к продукции в нормативных документах.

29. O'z RH 51-050-1996 ГСС Уз. Требования к оформлению нормативных документов.

30. РД Уз 51-051-1996 ГСС Уз. Типовое положение о службе стандартизации на предприятиях (в организациях).

31. РД Уз 51-023-1997 ГСС Уз. Порядок создания и ведения Республиканского фонда нормативных документов.

32. O'z T 51-052-1997 ГСС Уз. Методика сравнительного анализа и гармонизации требований нормативных документов с требованиями международных и зарубежных нормативных документов.

33. Р Уз 51-055-1997 ГСС Уз. Рекомендации. Нормативы трудоемкости и стоимости работ по стандартизации.

34. O'z DSt 1.4:1998 ГСС Уз. Порядок обеспечения нормативными документами.

35. O‘z DSt 1.7:1998 ГСС Уз. Порядок применения межгосударственных и национальных нормативных документов других государств.

36. O‘z DSt 1.10:1998 ГСС Уз. Основные термины и определения.

37. O’z DSt 1.17:1998 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и регистрации технических описаний и образцов (эталонов).

38. РД Уз 51-67-1998 Каталожный лист продукции. Форма, правила заполнения, представления и регистрации.

39. РД Уз 51-077-1998 ГСС Уз. Методика оценки научно-технического уровня нормативного документа на продукцию.

40. O‘z DSt 1.14:1999 ГСС Уз. Порядок внедрения нормативных документов.

41. O’z DSt 1.16:1999 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и регистрации опережающих стандартов.

42. O’z DSt 15:1999 ГСС Уз. Определение уровня и вида нормативного документа на продукцию.

43. O’z DSt 6.17-01:1999 Автоматическая идентификация. Штриховое кодирование. Система штрихового кодирования продукции. Основные положения.

44. O‘z DSt 6.17-02:1999 Автоматическая идентификация. Штриховое кодирование. Термины и определения.

45. O‘z DSt 6.17-03:1999 Автоматическая идентификация. Штриховое кодирование. Порядок регистрации предприятия, присвоения, пересмотра и отмены кодов EAN на продукцию.

46. O’z DSt 6.17-05:1999 Автоматическая идентификация. Штриховое кодирование. Порядок расположения штрихкоды символов EAN на потребительских товарах и транспортных упаковках. Общие требования.

47. O‘z DSt 8.004:1999 ГСИ Уз. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения.

48. O‘z DSt 6.17-04:2000 (ИСО/МЭК 15420) Автоматическая идентификация. Штриховое кодирование. Спецификация символики EAN.

49. O‘z RH 51-100:2000 Порядок взаимодействия Узгосстандарта и его территориальных органов с общественными объединениями потребителей.

50. O‘z DSt 15.000:2001 СРПП Уз. Основные положения.

51. O‘z DSt ISO/IEC 21:2001 ГСС Уз. Принятие международных и региональных стандартов в качестве государственных стандартов Узбекистана (ISO/ГЕС 21:1999, IDT).

52. O‘z. DSt :2001 ГСС Уз. Экспертиза нормативных документов.

53. O’z DSt 1.20:2001 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и государственной регистрации административно-территориальных стандартов.

54. O’z DSt 16.3:2001 С А РУз. Аккредитация юридических лиц на право изготовления, аттестации и реализации стандартных образцов. Организация и порядок проведения.

55. O’z RH 51-101:2001 ГСИ Уз. Метрологическая экспертиза нормативной и технической документации. Организация и порядок проведения.

56. ГОСТ 8.401-80 ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования.

57. ГОСТ 8.009-84 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

58. РСТ Уз 8.002-1992 ГСИ Уз. Метрологический контроль и надзор. Основные положения.

59. РСТ Уз 8.003-1992 ГСИ Уз. Поверка средств измерений. Основные положения.

60. РСТ Уз 1.5-1993 ГСС Уз. Порядок проверки, пересмотра, изменения и отмены стандартов и технических условий.

61. РД Уз 51-006-1993 ГСИ Уз. Правила перевода средств измерений в разряд индикаторов.

62. РСТ Уз 8.009-1994 ГСИ Уз. Испытания по утверждению типа средств измерений. Организация и порядок проведения.

63. РСТ Уз 8.011-1994 ГСИ Уз. Метрологическая аттестация средств измерений. Организация и порядок проведения.

64. РСТ Уз 8.012-1994 ГСИ Уз. Единицы физических величин.

65. РД Уз 51-019-1994 ГСИ Уз. Государственный реестр средств измерений. Основные положения.

66. РД Уз 51-022-1994 ГСИ Уз. Испытания средств измерений на соответствие утвержденному типу. Организация и порядок проведения.

67. РСТ Уз 8.016-1995 ГСИ Уз. Требования к аттестации, утверждению и регистрации методик выполнения измерений.

68. РСТ Уз 8.017-1995 ГСИ Уз. Аттестация испытательного оборудования. Организация и порядок проведения.

69. РД Уз 51-038-1995 ГСИ Уз. Порядок регистрации юридических и физических лиц на право ремонта средств измерений.

70. РСТ Уз 789-1997 Методики испытаний продукции. Порядок разработки, аттестации, утверждения и регистрации.

71. РСТ Уз 8.018-1997 ГСИ Уз. Система калибровки средств измерений. Основные положения.

72. РСТ Уз 8.001-1998 ГСИ Уз. Система обеспечения единства измерений. Основные положения.

73. РД Уз 51-071-1998 ГСИ Уз. Система калибровки средств измерений. Требования к выполнению капибровочных работ.

74. O'z DSt 8.006:1999 ГСИ Уз. Аккредитация на право испытаний, метрологической аттестации, поверки средств измерений.

75. ГОСТ 8.010:1999 ГСИ. Методики выполнения измерений. Основные положения.

76. РД Уз 51-081-1999 ГСИ Уз. Система капибровки средств измерений. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право катибровки средств измерений.

77. O'z DSt 8.020:2000 ГСИ Уз. Регистрация деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, прокату и реализапии средств измерений.

78. O'z DSt 1.19:2000 ГСС Уз. Знаки подтверждения соответствия. Форма, начертание, основные размеры.

79. O'z DSt 1008:2001 Услуги. Методики оценки качества услуг. Основные положения.

80. Guide to the Expression of Uncertainty in measurement. First edition ISO, Geneva, 1993.

81. IO/IEC17025:1999 General requirements for the of testing and calibration Laboratories. ISO, Geneva, 1999.

82. Руководства по выражению неопределённости измерения (Guide to the Expression of Uncertainly in Measurement, ISO, Geneva, 1993): Перевод с англ. под науч. ред. проф. Слаева В. А. – ГП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, С-Петербург, 1999.

83. Государственный стандарт Узбекистана. O'ZDST ISO/IEC 17025:2007. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

84. Захаров И.П., Кукуш В.Д. Теория неопределённостей в измерениях. Учебное пособие: - Харьков, Консум, 2002.

85. Кунце Х.И. Методы физических измерений. –М.:Мир, 1989. - 216с.

86. Хакимов О.Ш., Латипов В.Б. Оценка неопределенности измерений. Учебное пособие. – Ташкент:НИИСМС, 2008. -110с.

87. МИ 2552-910. Рекомендация по выражению неопределённости измерений.

88. РМГ 43-2001. Применение «Руководства по выражениию неопределённости измерений».

89. РСТ Уз 15.001-1993 СРПП Уз. Продукция производственно-технического назначения.

90. O'z DSt ISO 9000:2002 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

91. O'z DSt ISO 9001:2002 Системы менеждмента качества. Требования (ISO 9001:2000, IDT)

92. O'z DSt ISO 9004:2002 Системы менеждмента качества. Рекомен-дации по улучшению деятельности.

93. O'z DSt ISO 10006:2005 Система менеждмента качества. Руко-водящие указания по менеждменту качества проекта (ISO 10006:2003, IDT)

94. O'z DSt ISO 19011:2004 Руководящие указания по аудиту систем менеждмента качества и/или систем экологического менеждмента. Взамен РД Уз 51-076-98

95. O'z DSt ISO 9004-2:1999 Административное управление качеством и элементы системы качества. Часть 2. Руководящие положения по услугам

96. O'z DSt ISO 9004-4:1999 Система качества. Административное управление качеством и элементы систем. Часть 4. Руководящие положения по улучшению качестваю.

97. O'z DSt ISO 1007:2004 Административное управление качеством. Руководящие указания по административному управлению конфигурацией.

98. O'z DSt ISO 10015:2003 Управление качеством. Руководящие указания по обучению (ISO 1005:1999, IDT)

МУНДАРИЖА

СЎЗ БОШИ..... 5

1-боб. АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ СОҲАСИДА МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТ

1.1 Метрологияда қўлланиладиган асосий атамалар..... 9
1.2 Ўлчашлар таснифи..... 12
1.3 Ўлчашларнинг асосий характеристикалари..... 13
1.4 Физик катталиклар ва бирликлар..... 15
1.5 Эталонлар ва намунали ўлчаш воситалари..... 17
1.6 Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида метрологик таъминотнинг меъёрий-ҳуқуқий асоси..... 20
1.7 Метрология бўйича ишларни ташкил этиш..... 22
1.8 Ўлчаш воситаларини қиёслаш ва калибрлаш..... 24
1.8.1 Ўлчаш воситаларини қиёслаш..... 24
1.8.2 Ўлчаш воситаларини қиёслаш даврийлиги..... 27
1.8.3 Қиёслаш лаборатория хоналарига қўйиладиган талаблар..... 32
1.8.4 Қиёслаш ишлари давомийлигини меъёрлаш..... 34
1.8.5 Қиёслаш ишларини олиб бориш кетма-кетлиги..... 34
1.8.6 Ўлчаш воситаларини калибрлаш..... 38
1.8.7 Ўлчаш воситаларининг метрологик аттестацияси..... 39
1.8.8 Ишчи эталонлар ва қиёслаш методини танлаш..... 41
1.8.9 Қиёслаш ишлари учун аниқлик мезони бўйича ишчи эталонларни танлаш..... 45
1.8.10 Ўлчаш воситаларини қиёслаш методикаси..... 48
1.9 Ўлчашлар бирлилигини таъминлаш тизими..... 49
1.9.1 Ўлчашлар тизимининг бирлилигини таъминлаш тизимининг асосий элементлари..... 50
1.9.2 Ўлчашлар бирлилигини таъминлашнинг норматив-ҳуқуқий асоси..... 51
1.9.3 Метрологик текширув ва назорат..... 52
1.9.4 Метрология соҳасидаги атамашунослик..... 54
1.10 Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг асос-метрология хизмати..... 54
1.11 Ўлчаш экспериментини режалаштириш. Объект ва ўлчаш сигналлари моделлари..... 59

2-боб. АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ СОҲАСИДА СТАНДАРТЛАШТИРИШ

2.1 Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасида стандартлаштиришнинг тузилиши ва ривожланишининг норматив-ҳуқуқий асоси..... 73

2.2 Ўзбекистон Республикасининг «Техник жиҳатдан тартибга солиш тўғрисида»ги Қонуни бўйича моддаларига тушунтириш..... 76

2.3 Давлат ва тармоқ стандартлаштириш тизимлари..... 84

2.4 Норматив ҳужжатнинг даражаси ва турини таърифлаш..... 88

2.5 Норматив ҳужжатларни жорий қилиш..... 89

2.6 Норматив ҳужжатларни текшириш, қайта кўриб чиқиш, ўзгартириш ва бекор қилиш..... 94

2.7 Стандартлаштириш бўйича техник қўмиталар..... 95

2.8 Асос стандартлаштириш ташкилотлари..... 102

2.9 Корхона ва ташкилотлардаги стандартлаштириш хизматлари..... 105

2.10 Техникавий-иқтисодий ва ижтимоий ахборотнинг ягона таснифлаш ва кодлаш тизими..... 106

2.11 Штрихли кодлашни жорий этишнинг ҳуқуқий асослари..... 110

2.12 Штрихли кодлашни жорий этишнинг норматив асоси..... 111

3-боб. МАҲСУЛОТ ВА ХИЗМАТЛАРНИ СЕРТИФИКАТЛАШТИРИШ АСОСЛАРИ

3.1 Сертификатлаштиришнинг қонунчилик асослари..... 125

3.2 Сертификатлаштириш схемалари..... 130

3.3 Сертификатлаштириш бўйича органлар ва синов лабораторияларининг фаолиятини акрредитациялаш.. 134

3.4 Сертификатлаштиришни ўтказиш қоидалари ва тартиби..... 134

3.5 Сертификатлаштириш синов лабораториялари ва марказлари..... 138

3.6 Сифат тизимларини сертификатлаштиришни ўтказиш тартиби..... 139

3.7 Сертификатлаштирилган маҳсулотнинг инспекцион назорати..... 142

3.8 ISO 9000 Халқаро стандартининг алоқа ва ахборотлаштириш соҳасига жорий этилиши..... 143

4-боб. ЎЛЧАШ ХАТОЛИКЛАРИ

4.1 Мунтазам хатоликлар..... 157
4.1.1 Методик хатоликлар..... 157
4.1.2 Асбобий хатоликлар..... 159
4.1.3 ЎВ нинг бузуқлиги, ейилиши ёки эскириши натижасида пайдо бўладиган асбобий хатоликлар..... 160
4.1.4 ЎВ ни нотўғри ўрнатиш, уларни ўзаро нотўғри жойлаштириш ва ташқи муҳит таъсирлари натижасида пайдо бўладиган хатоликлар..... 161
4.1.5 Субъектив мунтазам хатоликлар..... 163
4.1.6 Мунтазам хатоликларнинг намоён бўлиш характери.. 164
4.1.7 Мунтазам хатоликларни чиқариб ташлаш ва ҳисобга олиш усуллари..... 164
4.2 Тасодифий хатоликлар..... 168
4.2.1 Тасодифий хатоликларнинг таърифланиши..... 168
4.2.2 Тасодифий хатоликларнинг математик моделлари..... 168
4.2.3 Тасодифий хатоликларни ўз ичига олган ўлчаш натижаларини ишлаб чиқиш..... 184
4.3 Билвосита ўлчаш хатоликлари..... 190

5-боб. ЎЛЧАШЛАР НОАНИҚЛИГИНИ БАҲОЛАШ

5.1 Кирувчи катталикни баҳолаш..... 195
5.2 Ўлчанаётган катталикнинг тавсифи..... 195
5.3 Ўлчанаётган катталикнинг модели..... 195
5.4 Билвосита ўлчашларнинг математик модели..... 196
5.5 Жами ўлчашларнинг математик модели..... 197
5.6 Биргаликда ўлчашларнинг математик модели..... 198
5.7 Ўлчашларнинг ноаниқлиги турлари..... 199
5.7.1 Моделлаштиришнинг (кўриб таниб олишнинг) ноаниқлиги..... 201
5.7.2 Методик ноаниқликлар..... 202
5.7.3 Инструментал ноаниқликлар..... 204
5.7.4 Ўлчаш шартларининг ноаниқлиги..... 206
5.7.5 Ўлчанаётган объект (асбоб) нинг ноаниқлиги..... 206
5.7.6 Операторнинг ноаниқликлари..... 206
5.8 Стандарт ноаниқликни баҳолаш..... 207
5.8.1 А тур бўйича стандарт ноаниқликни баҳолаш..... 207
5.8.2 В тур бўйича стандарт ноаниқликни баҳолаш..... 208

5.9 Корреляциялар таҳлили..... 209
5.9.1 Кирувчи катталиклар корреляцияси таҳлили..... 209
5.10 Чиқувчи катталикнинг баҳосини ҳисоблаш..... 210
5.10.1 Чиқувчи катталикнинг баҳосини ҳисоблаш. Биринчи усул..... 211
5.11 Йиғинди стандарт ноаниқликни аниқлаш..... 212
5.11.1 Ноаниқлик бюджети..... 213
5.11.2 Чиқувчи катталикнинг йиғинди стандарт ноаниқлиги..... 213
5.12 Ноаниқлик тўғрисида ҳисобот тузиш..... 215
5.12.1 Ноаниқлик тўғрисида ҳисобот тузиш. Умумий қоидалар..... 215
5.12.2 Ноаниқлик тўғрисида ҳисобот..... 216
5.13 Хатоликлар тавсифлари ва ўлчашлар ноаниқликлари баҳоларини таққослаш..... 217

6-боб. ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИНИНГ ХАТОЛИКЛАРИНИ МЕЪЁРЛАШ

6.1 Ўлчаш воситаларининг аниқлик класслари..... 222
6.2 Ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикаларини меъёрлаш..... 229
6.2.1 Ҳал этиладиган масаланинг асосий хусусиятлари..... 229
6.2.2 Ўлчаш воситаларининг меъёрланадиган характеристикаларига қўйиладиган умумий талаблар..... 231
6.2.3 Меъёрланадиган метрологик характеристикалар рўйхати (номенклатураси)..... 232
6.2.4 Метрологик характеристикаларни меъёрлаш усуллари..... 234
6.2.5 Меъёрланган метрологик характеристикаларни тақдим этиш шакллари..... 236
6.2.6 Ўлчаш воситалари хатоликларини реал ишлатилиш шароитларида ҳисоб-китоб қилиш имконияти..... 236
6.2.7 Ўлчаш воситаси хатолигини реал фойдаланиш шароитларида ҳисоблашнинг биринчи усули..... 238
6.2.8 ЎВ хатолигини реал ишлатилиш шароитларида биринчи усул бўйича ҳисоблашда асосий муносабатлар..... 239
6.2.9 ЎВ хатолигини реал ишлатиш шароитларида иккинчи усул билан ҳисоблашда асосий муносабатлар... 243

7-боб. ЎЛЧАШ СИГНАЛЛАРИ

7.1 Ўлчаш сигналлари ҳақида умумий маълумотлар..... 246
7.2 Ўлчаш сигналларининг математик тавсифи..... 250
7.3 Импулсли ва импулсли-кодли модуляцияланган сигналлар..... 259
7.3.1 Импулсли модуляциялаш..... 259
7.3.2 Импулсли-кодли модуляциялаш..... 261

8-боб. КУЧЛАНИШ ВА ҚУВВАТНИ ЎЛЧАШ МЕТОДЛАРИ

8.1 Умумий қоидалар..... 264
8.2 Электрон вольтметрларнинг умумий характеристикаси ва таснифи..... 268
8.3 Электрон вольтметрларнинг тузилиш схемалари ва ишлаш принциплари..... 270
8.4 Ўзгарувчан кучланишни ўзгармас кучланишга ўзгартгичлар..... 271
8.5 Вольтметрлар кўрсатишларининг ўлчанаётган сигнал шаклига боғлиқлиги..... 280
8.6 Кучланиш даражаларини (сатҳларни) ўлчаш..... 285
8.6.1 Даража ўлчагичларнинг тузилиш схемалари..... 286
8.6.2 Вольтметрлар ва даража ўлчагичларнинг кириш занжирлари..... 292
8.6.3 Даража ўлчагич хатолигига улаш шнурларининг таъсири..... 294
8.7 Қувватни ўлчаш..... 294
8.7.1 Умумий қоидалар..... 294
8.7.2 Қувват ўлчагичлар таснифи..... 296
8.7.3 Саноат частотали ўзгарувчан ток ва ўзгармас ток занжирларида қувватни ўлчаш..... 297
8.7.4 ЎЮЧ занжирларида қувватни ўлчаш..... 303
8.7.5 ЎЮЧ қувватини ўлчаш методлари..... 306
8.8 Рақамли ваттметрлар..... 311

9-боб. ЭЛЕКТР СИГНАЛЛАРИНИНГ ШАКЛИНИ КУЗАТИШ ВА ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

9.1 Электрон осциллографлар..... 314
9.2 Электрон-нурли осциллографик трубкалар..... 315
9.3 Осциллографнинг тузилиш схемаси..... 318
9.4 Электрон осциллограф ёйишларининг турлари..... 324
9.5 Осциллограф ёйишларини синхронлаш..... 329

9.6 Осциллограф калибраторлари..... 337
9.7 Кўп нурли осциллографлар..... 339
9.8 Стробоскопик осциллографлар..... 341
9.9 Эксперимент ўтказиш учун осциллограф типини аниқлаш..... 347
9.10 Сигналлар амплитудасини ва вақт интервалларини ўлчашда хатоликларни баҳолаш..... 349
9.11 Рақамли осциллографлар..... 351
10-боб. СИГНАЛ ВА ЧАСТОТА-ВАҚТ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ЎЛЧАШ ВА СПЕКТРИ ТАҲЛИЛИ
10.1 Частотани ўлчашнинг аналогли усуллари..... 355
10.2 Рақамли частота ўлчагичлар ва вақт интервалларини ўлчагичлар..... 364
10.3 Фаза силжишини ўлчаш..... 378
10.4 Амплитуда-частота характеристикаларни ўлчаш..... 382
10.4.1 Амплитуда-частота характеристикаларини нуқталар бўйича ўлчаш..... 382
10.4.2 Амплитуда-частота характеристикаларини автоматлаштирилган ўлчагичларнинг тузилиш принциплари.. 384
10.4.3 АЧХЎ ларга қўйиладиган талаблар..... 385
10.4.4 АЧХЎ нинг асосий параметрлари..... 385
10.4.5 ТЧГ нинг тузилиш принциплари..... 386
10.4.6 Частотани тебрантириш усуллари..... 386
10.4.7 Частотавий нишонлар блоки..... 387
10.4.8 АЧХ юқори частотали ва паст частотали қисмларининг хусусиятлари..... 388
10.4.9 АЧХ ни ўлчагичлар билан ишлашдаги амалий усуллар..... 388
10.5 Электр занжирлардаги ночизиқли бузилишларни ўлчаш..... 389
10.6 Рақамли спектр таҳлиллагичлар..... 400
10.6.1 Рақамли фильтрли спектр таҳлиллагичлари..... 405
10.6.2 Спектр таҳлиллагичларида сигналларни рақамли қайта ишлаш..... 405
10.6.3 Чизиқли рақамли фильтрларнинг тузилиш схемалари. 406
11-боб. ЎЛЧАШ СИГНАЛЛАРИ ГЕНЕРАТОРЛАРИ
11.1 Генераторларнинг таснифи. Асосий параметрлари... 407

11.2 Синусоидал сигналлар генераторларининг хусусиятлари..... 408
11.3 Паст частотали генераторлар..... 410
11.4 Юқори частоталар генераторлари..... 414
11.5 ЎЮЧ генераторлари..... 419
11.6 Юқори стабил частотали ўлчаш сигналлари манбалари (прецизион ўлчаш генераторлари) 422
11.7 Импульслар генераторлари..... 425
11.8 Махсус шаклли сигнал генераторлари..... 426
11.9 Шовқин генераторлари..... 430
11.9.1 Шовқин генераторлари таснифи..... 430
11.9.2 Шовқин параметрлари ва характеристикалари..... 432
11.9.3 Бошланғич шовқин манбаларига қўйиладиган талаблар..... 435
11.9.4 Иссиқлик шовқини..... 437
11.9.5 Шовқинловчи резистор – эталон шовқин манбаси..... 438
11.9.6 Симсиз резисторларнинг токли шовқинлари..... 439
11.9.7 Питравий шовқин..... 439
11.9.8 Шовқин генераторларнинг тузилиш хусусиятлари... 440
11.9.9 Шовқин қувватини стабиллаш..... 443
11.9.10 Видеочастотали ва юқори частотали шовқин генераторлари..... 445
11.9.11 Паст ва инфрақизил частотали шовқин генераторлари..... 446
11.10 Частота стандартлари ва синтезаторлари..... 449

12-боб. АХБОРОТ-ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ ВА ТИЗИМЛАРИ. ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ЎЛЧАШ ТИЗИМЛАРИ

12.1 Асосий маълумотлар..... 454
12.2 Ўлчаш тизимлари..... 455
12.2.1 Ахборот ўлчаш тизимлари..... 456
12.2.2 Ўлчаш-ҳисоблаш комплекслари..... 461
12.3 Виртуал ахборот-ўлчаш тизимлари..... 462
12.3.1 Виртуал асбобларнинг тузилиш архитектураси..... 463
12.4 Интеллектуал ўлчаш тизимлари..... 470
12.5 Интерфейслар..... 472
ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР..... 482

Р.И.ИСАЕВ, У.Н.КАРИМОВА

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТЛАШТИРИШ ВА СЕРТИФИКАТЛАШТИРИШ

Тошкент – «Fan va texnologiya» – 2011

Муҳаррир: Ф.Исмоилова
Тех. муҳаррир: А.Мойдинов
Мусаввир: Ҳ.Ғуломов
Мусаҳҳиҳа: М.Ҳайитова
Компьютерда саҳифаловчи: Н.Ҳасанова

Нашр.лиц. AI№149, 14.08.09. Босишга рухсат этилди: 30.09.2011 йил.
Бичими 60x84 $^{1}/_{16}$. «Times Uz» гарнитураси. Офсет усулида босилди.
Шартли босма табоғи 32,0. Нашр босма табоғи 31,0.
Тиражи 200. Буюртма 95.

«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi» да чоп этилди.
100066, Тошкент шаҳри, Олмазор кўчаси, 171-уй.

Ушбу дарслик алоқа ва ахборотлаштириш соҳасига оид метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш фани бўйича таълим стандартларига мос равишда, шунингдек, фаннинг истиқболлари эътиборга олиниб тайёрланди.

Метрология бўйича: алоқа техникасида қўлланиб келинаётган метрология асослари, ўлчаш усуллари, ўлчаш воситалари, ўлчашлар бирлилигини таъминлаш тизими, соҳанинг асос метрология хизматининг вазифалари, ўлчаш хатоликлари, ўлчаш ноаниқлигини баҳолаш, ахборот ўлчаш асбоблари ва тизимлари ҳамда интеллектуал ўлчаш тизимлари ёритилган.

Р.И. ИСАЕВ, У.Н. КАРИМОВА

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТЛАШТИРИШ ВА СЕРТИФИКАТЛАШТИРИШ

Стандартлаштириш бўйича: давлат алоқа ва ахборотлаштириш 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 ҳамда унинг норматив-ҳуқуқий асослари ёритилган. Ўзбекистон Республикасининг «Техник жиҳатдан тартибга солиш тўғрисида»ги Қонуни моддаларига тушунтириш келтирилган. Алоқа ва ахборотлаштириш соҳасининг Халқаро ташкилотларига, Европа институтига аъзолик вазифалари ва ҳамкорлик ишлари 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 масалалари ёритилган.

ISBN 978-9943-10-538-6

FAN VA TEXNOLOGIYALAR

9 789943 105386