

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АЛОҚА,
АХБОРОТЛАШТИРИШ ВА КОММУНИКАЦИЯЛАРНИ
РИВОЖЛАШТИРИШ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

“ОТЛ ва ЎТ” кафедраси

*Парниев М.П., Ҳайдарбекова М.М., Раҳмонова Г.С.,
Аҳмедова Х.Х.*

“МЕТРОЛОГИЯ”

Телекоммуникация технологиялари таълим йўналиши учун

ўқув қўланма

Тошкент – 2015

Мундарижа

| | |
|--|-----------|
| Кириш..... | 8 |
| 1. Қўлланманинг мақсади, асосий атама ва тушунчалар..... | 12 |
| 1.1. Қўлланманинг мақсади мақсади, ўрни ва вазифалари..... | 12 |
| 1.2. Асосий метрологик атама ва тушунчалар..... | 14 |
| 1.3. Электр катталиклар ва уларнинг ўлчов бирликлари..... | 17 |
| 1.4. Узатиш сатҳлари ва уларни турлари | 21 |
| 2. Телекоммуникацияларда ўлчашлар ва уларга қўйиладиган асосий талаблар | 31 |
| 2.1. Ўлчаш турлари ва воситаларининг метрологик характеристикалари | 31 |
| 2.2. Ўлчаш жараёнлари ва ускуналарига қўйиладиган талаблар | 36 |
| 2.3. Оптик алоқада қўлланиладиган FTB-200v2-турдаги модулли платформанинг техник имкониятлари..... | 50 |
| 3. Ўлчаш воситаларининг қонуний қўлланилиши ва Сертификатланиши ... | 54 |
| 3.1. Ўлчаш воситаларининг турини тасдиқлаш ва киёслаш | 54 |
| 3.2. Ўлчаш воситаларининг калибрланиши | 59 |
| 3.3. Ўлчаш воситаларининг метрологик ишончлилиги | 64 |
| 3.4. Телекоммуникациялар ўлчаш воситаларининг сертификатланиши..... | 80 |
| 4. Ўлчов сигналларининг математик моделлари ва ўлчаш воситаларининг классификацияси | 88 |
| 4.1. Ўлчов сигналлари тўғрисида умумий тушунчалар..... | 88 |
| 4.2. Ўлчов сигналларининг математик моделлари..... | 104 |
| 4.3. Сигнал шакллари ва характерловчи параметрлар..... | 129 |
| 4.4. Ўлчов сигналларининг классификацияси ва ўлчов сигналрига халақитларининг таъсири..... | 132 |
| 4.5. Ўлчаш воситаларининг классификацияси .. | 140 |
| 4.6. Рақамли ўлчаш воситаларида рақамлаштириш жараёни | 148 |
| 4.7. Ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикаларини | 155 |

| | |
|--|------------|
| моделлар асосида ҳисоблаш..... | |
| 5. Электр кучланишни ўлчаш ва ўлчаш воситаларининг иш тамойиллари | 167 |
| 5.1. Электр кучланиш тушунчаси | 167 |
| 5.2. Электр кучланишни характерловчи кийматлар..... | 170 |
| 5.3. Электр кучланишни ўлчаш воситаларининг иш тамойиллари | 172 |
| 5.4. Ўлчаш воситаларига қўйиладиган метрологик тадаблар..... | 182 |
| 6. Ўлчов сигналларининг генераторлари ... | 187 |
| 6.1. Ўлчов сигналлари генераторларига доир умумий маълумотлар ва классификацияси. | 187 |
| 6.2. Ўлчов сигналлари генераторларининг метрологик характеристикалари ва таъминоти | 191 |
| 7. Электр сигналларининг шаклларини тадқиқ қилиш..... | 202 |
| 7.1. Осциллографлар тўғрисида умумий тушунчалар | 202 |
| 7.2. Универсал ва рақамли осциллограф-ларининг иш тамойиллари | 215 |
| 7.3. Универсал С1-220 турдаги осциллограф техник характеристикаларининг тафсилоти ва қисқаниши | 221 |
| 8. Частотани ўлчаш воситаларининг иш тамойиллари ва метрологик таъминоти. | 239 |
| 8.1. Электромагнит тебранишларнинг частотасига оид маълумотлар | 239 |
| 8.2. Рақамли частотамернинг иш тамойили | 245 |
| 8.3. Электрон-ҳисобли частотамернинг иш тамойили | 252 |
| 8.4. Частотани ўлчаш усуллари | 258 |
| 8.5. Частотамерларнинг ўлчаш хатоликларини метрологик баҳолаш | 275 |
| 9. Фазалар фарқини ўлчаш воситалари | 278 |
| 9.1. Электромагнит тебранишларнинг фазаси тўғрисида тушунча | 278 |
| 9.2. Фазавий силичиш ва фазавий параметрларни ўлчашга доир маълумотлар | 283 |
| 9.3. Фазаметрларнинг турлари | 287 |
| 9.4. Фазалар фарқини ўлчашнинг усуллари | 297 |
| 10. Рақамли фазаметрларнинг иш тамойиллари | 311 |

| | |
|---|------------|
| | |
| 10.1. Дискрет-хисоб усул асосида қурилган ракамли фазаметр иш тамойили | 311 |
| 10.2 Микропроцессорли фазаметрларнинг иш тамойили | 318 |
| 10.3. Фаза детекторли ракамли фазаметрнинг иш тамойили | 322 |
| 10.4. Фазалар фарқини ўлчаш воситаларининг метрологик таъминоти | 325 |
| 11. Тўртқутблиларнинг амплитуда-частотавий тавсифларини ўлчаш усуллари, воситалари ва сигнал спектрининг таҳлили ҳамда спектр анализаторларининг иши | 328 |
| 11.1. Тўртқутблиларнинг амплитуда-частотавий тавсифлари тўғрисидаги маълумотлар | 328 |
| 11.2. Тўртқутблиларнинг амплитуда-частотавий тавсифларини ўлчаш усуллари ва ўлчаш воситалари | 330 |
| 11.3. Тўртқутблиларда нозизиқли бузилишларни ўлчаш усуллари | 345 |
| 11.4. Сигнал спектрини таҳлил қилиш усуллари ва спектр анализаторлари | 352 |
| 12. Оптик қувват ўлчагичларнинг иш тамойиллари ва уларни метрологик таъминоти..... | 365 |
| 12.1. Оптик қувватни ўлчаш тўғрисида маълумотлар..... | 365 |
| 12.2. Термофотодиодли қувват ўлчагичларининг иш тамойили | 368 |
| 12.3. Фотодиодли қувват ўлчагичларининг иш тамойиллари, спектрал сезгирлиги ва термостабилизация | 372 |
| 12.4. Оптик қувват ўлчагичларини калибрлаш усуллари ва уларнинг хатоликларини баҳолаш..... | 381 |
| 13. Ракамли узатиш тизимларидаги хатолар таҳлили | 400 |
| 13.1. Толали оптик узатиш тизимларидаги хатолар таҳлили | 400 |
| 13.2. Телекоммуникативон BER - анализаторлари иш тамойилларининг таҳлили | 408 |
| 13.3. Хатолик кўрсаткичлари турларининг таҳлили..... | 411 |
| 13.4. BER асосида хатоликлар кўрсаткичларини баҳолаш методикаси | 421 |
| 13.5. Хатолик коэффициентини (ХК) ўлчаш | 424 |
| 13.6. ХК ТВлар билан ўлчаш ва баҳолаш | 429 |
| 14. Ахборот-ўлчаш тизимлари ва метрологик таъминоти | 434 |

| | |
|--|-----|
| | |
| 14.1. Ахборот-ўлчаш тизимларига оид атама ва тушунчалар тафсилоти | 434 |
| 14.2. Ҳлчаш тизимларининг классификацияси .. | 437 |
| 14.3. Ҳлчаш тизимларининг характеристика-лари ва умумлашган схемалари | 447 |
| 14.4. Ҳлчаш тизимларининг метрологик характеристикалари | 451 |
| 14.5. Ҳлчаш тизимлари метрологик характеристикаларнинг меъёрларга мувофиқлигини тасдиқлаш усуллари | 458 |
| 14.6. Ҳлчаш тизимларининг метрологик таъминоти | 467 |
| АДАБИЁТЛАР РҲЙХАТИ | 472 |

Кириш

Бугунги кунда ўлчашлар ва ўлчаш натижаларига бўлган талаблар ортиб бормокда, чунки, ҳар қандай технологиянинг қўлланилиши кафолатланган аниқликдаги ўлчаш натижаларига эга бўлишини такоза этади. Мамлакатда ўлчашлар бирлигини таъминлаш ҳамда истеъмолчиларни нотўғри ўлчашларнинг салбий оқибатларидан ҳимоялаш давлат аҳамиятидаги долзарб масала бўлиб ҳисобланади. Ушбу “Метрология ” номли ўқув қўлланма асосан 5350100 - “Телекоммуникация технологиялари” – бакалаврият таълим йўналиши талабалари учун мўлжалланганлиги сабабли толали – оптик узатиш тизимлари ва атока линияларидаги ўлчашларга доир тушунчаларни ҳам қамраб олган.

“Метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаш” фаннинг янги ўқув режасига мувофиқ бакалавриятнинг барча таълим йўналишларига I босқичда ўқитилиши муносабати билан улар учун хусусан 5350100 - “Телекоммуникация технологиялари” таълим йўналиши учун яратилган дастлабки ўқув қўлланма бўлиб ҳисобланади.

Ўқув қўлланмада дастлаб, фаннинг максоди, вазифалари ва ўрнига, асосий атама ва тушунчалар, электр катталикларнинг ўлчов birlikлари, узатиш даражалари, телекоммуникациялардаги ўлчашлар, ўлчашлар менежментига қўйиладиган талаблар (ISO 10012:2003), ўлчаш воситаларининг қонуний қўлланилиши, метрологик ишончлилиги, телекоммуникациялар техник воситаларнинг сертификатлиши, ўлчов сигналларининг математик моделлари, ўлчаш воситаларининг классификацияси, рақамли ўлчаш воситаларида рақамлаштириш жараёни, ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикаларини моделлар асосида ҳисоблаш, электр кучланишни ўлчаш ва ўлчаш воситаларининг иш тамойиллари, электр кучланиш тушунчаси, электр кучланишни характерловчи кийматлар, электр кучланишни ўлчаш воситаларининг иш тамойиллари, ўлчаш воситаларига қўйиладиган метрологик талаблар, ўлчов сигналларининг генераторлари, ўлчов сигналлари генераторларига доир умумий маълумотлар ва классификацияси, ўлчов сигналлари генераторларининг метрологик характеристикалари ва таъминоти, электр сигналларининг шаклларини таъқиқ қилиш, осциллографлар тўғрисида умумий тушунчалар, осциллографларнинг турлари ва вазифалари, универсал С1-220 турдаги осциллограф техник характеристикаларининг тафсилоти ва қўлланилиши, частотани ўлчаш воситаларининг иш тамойиллари ва метрологик таъминоти, электромагнит тебранишларнинг частотасига оид маълумотлар, рақамли частотамернинг иш тамойили, электрон-ҳисобли частотамернинг иш тамойили, частотани ўлчаш усуллари, частотамерларнинг ўлчаш хатоликларини метрологик баҳолаш, фазалар фарқини ўлчаш воситалари, электромагнит тебранишларнинг фазаси

тўғрисида тушунча. фазавий силжиш ва фазавий параметрларни ўлчашга доир маълумотлар. фазаметрларнинг турлари. фазалар фарқини ўлчашнинг усуллари. ракамли фазаметрларнинг иш тамойиллари, дискрет-хисоб усул асосида қурилган ракамли фазаметр иш тамойили, микропроцессорли фазаметрларнинг иш тамойили, фаза детекторли ракамли фазаметрнинг иш тамойили. фазалар фарқини ўлчаш воситаларининг метрологик таъминоти, тўрткутблларнинг амплитуда-частотавий тавсифларини ўлчаш усуллари, воситалари ва сигнал спектрининг таҳлили ҳамда спектр анализаторларининг иши. тўрткутблларнинг амплитуда-частотавий тавсифлари тўғрисидаги маълумотлар, тўрткутблларнинг амплитуда-частотавий тавсифларини ўлчаш усуллари ва ўлчаш воситалари. тўрткутблларда нозикли бузилишларни ўлчаш усуллари, сигнал спектрини таҳлил қилиш усуллари васпектр анализаторлари. оптик алоқа тармок ва тизимларида ўлчашлар, оптик диапазондаги ўлчаш турларининг шарҳи ва таҳлили, дисперсия турлари ва ўлчаш усуллари. оптик қувват ўлчагичларнинг иш тамойиллари ва хусусиятлари. оптик қувватни ўлчаш тўғрисида маълумотлар. термофотодиодли қувват ўлчагичларининг иш тамойили. фотодиодли қувват ўлчагичларининг иш тамойиллари. спектрал сезгирлиги ва термостабилизация. оптик қувват ўлчагичини калибрлаш усуллариининг хатоликларини баҳолаш. оптик қувват ўлчагичларини калибрлаш усуллариининг хатоликларини баҳолаш. оптик қувват ўлчагичининг чизиклигини калибрлашни таққослаш ва суперпозиция усуллари. толали оптик узатиш тизимларидаги хатоликлар таҳлили. толали оптик узатиш тизимларидаги хатоликлар таҳлили. телекоммуникацион BER - анализаторлари иш тамойилининг таҳлили. хатолик кўрсаткичлари турларининг таҳлили. хатолик кўрсаткичлари ва коэффициентни. BER асосида хатоликлар кўрсаткичларини баҳолаш методикаси. хатолик коэффициентини ўлчаш. хатолик коэффициентини техник воситалар билан ўлчаш ва баҳолаш. ахборот-ўлчаш тизимларига оид атамалар ва классификациясига доир тушунчалар. ахборот-ўлчаш тизимларига оид атама ва тушунчалар. ўлчаш тизимларининг классификацияси. ўлчаш тизимларининг характеристикалари ва умумлашган схемалари. ахборот-ўлчаш тизимлари метрологик таъминоти. ўлчаш тизимларининг метрологик характеристикалари. ўлчаш тизимлари метрологик характеристикаларнинг меъёрларга мувофиқлигини тасдиқлаш усуллари. ўлчаш тизимларининг метрологик таъминотига доир тушунчалар батафсил келтирилган.

Ушбу маълумотлардан “Телекоммуникация-лар” таълим йўналишининг талабалари “Метро-логия. стандартлаштириш ва сертификация-лаштириш” фанининг “Метрология” асосларини ўрганишларида ва иш фаолиятларида. ундан ташқари соҳавий малака ошириш курсларида фойдаланиш мумкин.

Ўқув қўлланма баъзи камчиликлардан холи бўлмаслиги сабабли қўлланманинг кейинги нашрларида фикр ва мулохазаларингиз инобатга олинади.

1. ҚЎЛЛАНМАНИНГ МАҚСАДИ, АСОСИЙ АТАМА ВА ТУШУНЧАЛАР

1.1. Қўлланмааннинг мақсади, ўрни ва вазифалари

Фанни ўқитишдан мақсад – талабаларда метрология ва оптик алоқа метрологияси бўйича “Телекоммуникациялар” таълим йўналишига мувофиқ келадиган билим, малака ва кўникмаларни шакллантиришдир.

Фанни ўрганишга доир асосий масалалар: метрологиянинг назарий ва амалий асослари, ўлчаш натижаларига ишлов бериш усуллари, узатиш даражаларини баҳолаш, телекоммуникациялар (алоқа техникаси) даги ўлчашлар, ўлчаш воситаларининг турлари, метрологик характеристикалари, қонуний қўлланилиши, сертификатланиши, метрологик ишончлилиги, ўлчов сигналларининг математик моделлари, классификацияси, иш тамойиллари, оптик толали узатиш тизимлари ва алоқа линияларидаги ўлчашлар, хатолар тахлили, ахборот – ўлчаш тизимлари ва метрологик таъминоти.

Фаннинг вазифаси – талабаларга ўлчашлар, ўлчаш воситаларининг турлари, ўлчаш усуллари, ҳисоб, хатолар ва узатиш тизимларидаги хатолар таснифи, ўлчашнинг аналог ва рақамли ўлчаш воситаларининг функционал қурилмалари, иш тамойиллари, ҳамда электр сигнал параметрларини ўлчаш усулларини ўргатишдан иборат.

Фаннинг ўрни метрологиянинг асосий мақсади - мамлакатда ўлчашлар бирлигини таъминлаш асосида истеъмолчиларни нотўғри ўлчашларнинг салбий оқибатларидан ҳимоялаш каби долзарб масаланинг қўйилиши ва ечими билан аниқланган.

1.2. Асосий метрологик атама ва тушунчалар

Метрология - ўлчашлар, уларнинг бирлигини таъминлаш методлари ва воситалари ва талаб этилган аниқликка эришиш усуллари тўғрисидаги фан.

Ўлчашлар бирлиги – ўлчашларнинг натижалари қонулаштирилган бирликларда ифодаланган ва ўлчашларнинг хатолари берилган эҳтимоллик билан маълум бўлган ҳолат.

Ўлчаш - махсус техник воситалар ёрдамида физик катталиклар қийматларини тажриба йўли билан топиш.

Ўлчаш воситаси нормалаштирилган метрологик тавсифга эга бўлган ўлчаш асбобидир. Ўлчаш воситаси, ўз навбатида. ўлчов, ўлчаш ўзгартиргичлари. ўлчов асбоблари. ўлчаш ахборот тизими ва ўлчаш қурилмалари каби туркумларга бўлинади.

Ўлчов деб, берилган ўлчамли физик катталикларни қайта тиклаш учун мўлжалланган ўлчаш воситасига айтилади.

Намуна ўлчаш воситалари - ишчи ўлчаш асбобларини текшириш ва уларни ўзлари бўйича даражалашга хизмат қилади.

Эталонлар деб, фан ва техниканинг энг юксак савиясида аниқлик билан ишланган намунавий ўлчовларга айтилади.

Ўлчов бирлиги - ўлчаш натижаси кўрсатилган бирликда ифодаланган ва ўлчаш хатолиги берилган эҳтимолликда маълум бўлган ўлчаш ҳолатидир.

Ўлчаш аниқлиги - бу ўлчаш натижаларини ва ўлчанаётган катталик ҳақиқий қийматининг мос келиш даражасидир.

Ўлчаш хатолиги - ўлчаш натижасининг ўлчанаётган катталикнинг асл қийматидан фарқли ишидир.

Катталикнинг асл қиймати хатолардан холи бўлган қийматдир.

Ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қиймати йўл қўйилган хатолар таъсирида олинган натижалар қийматидир.

Ўлчаш объекти қиймати ўлчанаётган катталикдир.

Базавий (асос) метрология хизмати -бу алоқа, ахборотлаштириш ва коммуникацияларни ривожлантириш соҳасидаги хизмат бўлиб, бириктирилган ҳўжалик юритувчи субъектларнинг метрологик таъминот масалалари бўйича иш фаолиятини мувофиқлаштирувчи хизмат.

Давлат метрология назорати - бу ўлчаш воситаларининг тури ва қиёсланиши, сотилиши ва уларнинг прокатини лицензиялаш бўйича давлат метрология хизмати органи томонидан амалга ошириладиган фаолиятдир.

Давлат метрология текшируви - бу давлат метрология хизмати органи томонидан амалга ошириладиган метрология қондаларига риоя қилиниши текшириш мақсадидаги фаолиятдир.

Ўлчаш воситасини калибрлаш - бу калибрлаш лабораторияси томонидан ўлчаш воситасининг метрологик характеристикаси ҳақиқий қийматларини ва қўлланилишга яроқлилигини аниқлаш ва тасдиқлаш мақсадидаги муолажалар мажмуидир.

Ўлчаш воситаларини қиёслаш - Ўлчаш воситаларининг ўрнатилган техник талабларга мувофиқлигини аниқлаш ва тасдиқлаш мақсадида давлат метрологик хизмат идоралари (бошка ваколатланган идоралар, ташкилотлар) бажарадиган амаллар мажмуи.

Ўлчаш воситаларини метрологик аттестатлаш доналаб ишлаб чиқарилган (ёки Ўзбекистон ҳудудига доналаб келтирилган) ўлчаш

воситаларининг. уларнинг хоссаларини синчиклаб тадқиқ этиш асосида қўлланишга ҳуқуқли эканлигини метрологик хизмат томонидан тан олиш.

Метрологик хизматлар, марказлар, лабора-торияларни аккредитлаш – метрологик хизматлар, марказлар, лабораторияларнинг ўрнатилган аккредитлаш доирасида ўлчашлар бирлигини таъминлаш бўйича ишларни ўтказишга ҳуқуқлигини расмий тан олиш.

Юридик шахсларнинг метрологик хизматларини ўлчаш воситаларини калибрлаш ҳуқуқига аккредитлаш – юридик шахслар метрологик хизматларининг ўрнатилган доирада ўлчаш воситаларини калибрлашни ўтказиш ҳуқуқини расмий тан олиш.

1.3. Электр катталиклар ва уларнинг ўлчов бирликлари

Қуйида катталиклар, уларнинг бирликлари ва тизимлари тўғрисидаги маълумотларнинг қисқача таърифини келтирамыз:

Ўлчаш жараёнида ўлчанаётган катталик шундай физик катталик билан таққосланадики, унга бирга тенг бўлган қиймат берилади ва у физик катталик бирлиги ёки ўлчов бирлиги дейилади.

Метрологиянинг асосий тушунчаларидан бири физик катталикларнинг бирликларидир.

Катталикнинг ўлчов бирлиги деб, тегишли катталикни миқдоран баҳолаш учун келишувга мувофиқ асос сифатида қабул қилинган катталikka айтилади.

Катталикларнинг бирликлари бирликлар тизими асосида гуруҳланади.

Алоқа техникасида асосан электр ва магнит катталиклардан фойдаланилади.

1961-йил январдан ГОСТ 9867-61 Давлат стандартига мувофиқ “Халқаро бирликлар системаси” қабул қилинди. У СИ деб юритилади.

ГОСТ 8417-81 га мувофиқ СИ тизими 7 та катталикдан иборат.

Улар қуйидагилар:

1.1 – жадвал

| Халқаро бирликлар системаси | | |
|-----------------------------|--------------|------------------|
| Катталиклар | Белгила-ниши | Ўлчов бирликлар |
| Вақт | t | [с] –секунда |
| Узунлик | L | [м] –метр |
| Масса | M | [кг] – килограмм |
| Модда миқдори | Q | [моль]-моль |
| Ёруғлик кучи | J | [кд] –кандела |
| Электр токи кучи | I | [А] –Ампер |
| Термодинамик ҳарорат | T | [К] –Кельвин |

2 та қўшимча катталиқ ва уларнинг ўлчов бирлигига ҳам эга:

1.2 – жадвал

Қўшимча катталиқ ва уларнинг ўлчов бирлиги

| Катталиқлар | Ўлчов бирликлари |
|----------------|-------------------|
| Ясси бурчак | [рад] – радиан |
| Фазовий бурчак | [Ср] – стерadians |

СИ - асосий бирликларидан физикавий ифодалар ёрдамида ҳосил қилинган қўшимча бирликлар ҳосилавий бирликлар дейилади.

1.3 – жадвал

Ҳосилавий бирликлар

| Катталиқлар | Белгила-ниши | Ўлчов бирликлар |
|-------------------------------|--------------|-----------------|
| Электр заряд миқдори | q | [Кл] – Кандела |
| Электр кучланиши | U | [В] – Вольт |
| Электр қаршилиги | R | [Ом] – Ом |
| Ўзаро индуктивлик | L | [Гн] – Генри |
| Магнит индукцияси | B | [Тл] – Тесла |
| Магнит оқими | Φ | [Вб] – Вебер |
| Қувват | P | [Вт] – Ватт |
| Иш, энергия, иссиқлик миқдори | A, W, Q | [Ж] – Жоуль |

Электр ўлчашларда тизимга кирмаган логарифмик бирликлардан кенг фойдаланилади.

Логарифмик бирликлардан, кўпинча қувват, кучланиш ва ток бўйича узатиш даражалари аниқланади.

Алоқа техникасида тизимдан ташқари бўлган ўлчамсиз бирликлардан фойдаланилади. Бу бирликларни олишда бир хил ўлчамли иккита катталиқнинг логарифми нисбати олинади.

1.4– жадвал

Карралаи ва улушли бирликлар.

| | |
|--------------------------|-----|
| T[Тера]=10 ¹² | |
| Г[Гига]=10 ⁹ | K>0 |
| M[Мега]=10 ⁶ | |
| K[Кило]=10 ³ | |

| | |
|-----------------------|-----|
| Г [Гекто]= 10^2 | К<0 |
| д [деци]= 10^{-1} | |
| с [санти]= 10^{-2} | |
| м [милли]= 10^{-3} | |
| мк [микро]= 10^{-6} | |
| Н [нано]= 10^{-9} | |
| П [пико]= 10^{-12} | |
| Ф [фемта]= 10^{-15} | |
| А [атто]= 10^{-18} | |

Тизимдан ташкари бўлган бирликлар алоқа техникасида кенг қўлланилади.

Масалан: Бу бирликлардан тўрткүтблиларнинг узатиш параметрлари, халакитларни микдоран баҳолашда, ночизикли бузилишлар, шовкин, узатиш трактининг мослик даражасини аниқлашда ва узатиш тизимларининг даражалар диаграммасини куришда фойдаланилади. 1970-йилдан бошлаб ягона логарифмик бирлик Александр Грейхем Белл – телефон ихтирочисининг шарафига “Белл” киритилди. амалда бошқа логарифмик бирлик “Непер” ҳам ишлатилади.

Ўзбекистон Республикасида каттадиклар ва уларнинг ўлчов бирликларидан фойдаланиш бўйича талаблар O`zDst 8.010:2010 да регламентланган.

1.4. Узатиш сатхлари ва уларни турлари

Маълумотларни узатишда фойдаланиладиган сигналлар вақт давомида ўзгариб турувчи электр қувват, кучланиш ёки токни ифодалайди. Сигналларнинг оний кучланиш ёки ток қийматларининг ўзгариши узатилаётган маълумотлар билан бир хил бўлади.

Сигналлар ва халакитларнинг узатиш каналлари ва трактларининг турли нукталаридаги кучланиш (ток) қийматлари пиковольт (пикоампер)дан ўн вольт (ампер)гача катталиқка эга. Ўлчанаётган ва ҳисобланаётганда дуч келади-

ган ток қувватлари пиковаттнинг улушларидан бир бутун ваттгача катталиқка эга бўлади. Қийматлари кенг диапазонда (у миллиметрдан

миллион километр-гача узунликдаги диапазондан кенг) жойлашган катталикларни ўлчаш ва ҳисоблашни осонлаштириш учун. ўлчаш ва ҳисоблаш натижаларини солиштириш учун кўпайтириш ва бўлиш амаллари мос равишда қўшиш ва айириш амаллари билан алмаштирилади, ваттлар, вольтлар ва амперлар (ёки уларнинг улушларида) ифодаланган кувват, кучланиш ва ток катталиклари ўрнига бу катталикларнинг ҳисоблаш учун қабул қилинган шартли катталикларга нисбатининг логарифмларидан фойдаланилади. Узатиш даражаси P билан белгиланади ва унинг ёрдамида “Нп” ва “дБ” ларда кучланиш, ток ва кувват баҳоланади. Алоқа техникасида ўлчашнинг абсолют, нисбий ва ўлчаш даражалари мавжуд.

Ўлчашнинг абсолют ва нисбий даражаларидан даражалар диаграммасини куришда фойдаланилади. Логарифмик кўринишда ифодаланган нисбий бирликларни узатиш даражалари дейилади. Бир хил ишорали катталиклар нисбатининг ўнли логарифмларини ифодаловчи узатиш даражаларини децибеллар (дБ) да баҳоланади, бир хил ишорали катталиклар нисбатининг натурал логарифмларини ифодаловчи узатиш даражаларини эса неперлар (Нп) да баҳоланади. Ҳозирги пайтда децибеллардан фойдаланиш қабул қилинган.

Узатиш даражаларининг қуйидаги турлари мавжуд:
куват бўйича узатиш даражаси: [Нп]

$$p_{\text{нк}} = 10 \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ ёки } p_{\text{нк}} = \frac{1}{2} \ln \frac{P}{P_0}, \text{ Нп:} \quad (1.1)$$

кучланиш бўйича узатиш даражаси: [Нп]

$$p_{\text{нк}} = 20 \lg \frac{U}{U_0}, \text{ дБ ёки } p_{\text{нк}} = \ln \frac{U}{U_0}, \text{ Нп:} \quad (1.2)$$

ток бўйича узатиш даражаси: [Нп]

$$p_{\text{нк}} = 20 \lg \frac{I}{I_0}, \text{ дБ ёки } p_{\text{нк}} = \ln \frac{I}{I_0}, \text{ Нп:} \quad (1.3)$$

дБ ва Нп да ифодаланган узатиш даражалари ўртасида қуйидаги муносабатлар мавжуд: $1 \text{ Нп} = 8.686 \approx 8.7 \text{ дБ}$ ва $1 \text{ дБ} = 0.115 \text{ Нп}$.

Бу формулаларда P, U_x ва I_x - кувват ёки актив кувват, кучланиш ва токнинг текширилаётган нуктадаги тегишли катталиклари. W_0, U_0 ва I_0 эса - узатиш даражаларини аниқлашда уларнинг қабул қилинган бошланғич катталиклари.

Кувват ($p_{\text{нк}}$), кучланиш ($p_{\text{нк}}$) ва ток ($p_{\text{нк}}$)нинг (1.1...1.3) формулалар орқали аниқланган узатиш

даражаларини нисбий узатиш даражалари дейилади ва мос равишда $dB_{нк}$, $dB_{вт}$, $dB_{вт}$ билан белгиланади.

Агар P_x қувват, U_x кучланиш ёки I_x ток катталиклари W_0 қувват, U_0 кучланиш, I_0 токнинг бошланғич катталикларидан катта бўлса, узатиш даражалари мусбат, акс холда узатиш даражалари манфий кийматга эга бўлади. $P_x = P_0$, $U_x = U_0$ ва $I_x = I_0$ бўлган холда юқорида айтилган узатиш даражалари нол кийматли бўлади.

Қувват, кучланиш ёки токнинг логарифмик бирликлари (децибелларда ифодаланган даражалар)дан қуйидаги маълум формулалар билан уларнинг абсолют катталикларига ўтиш осон:

$$P_x = P_0 \cdot 10^{0.1P_{нк}}, U_x = U_0 \cdot 10^{0.05P_{нк}}, I_x = I_0 \cdot 10^{0.05P_{вт}}. \quad (1.4)$$

Умуман олганда қувват, кучланиш ва ток бўйича узатиш даражаларининг сон кийматлари бир хил бўлмайди. Лекин W_x ва W_0 қувватлар ажраладиган Z_x ва Z_0 қаршиликлар маълум бўлса, улар орасида ўзаро боғлиқлишни ўрнатиш мумкин.

Хусусан,

$$p_{нк} = 10 \lg \frac{P_x}{P_0} = 10 \lg \frac{U_x^2 / Z_x}{U_0^2 / Z_0} = 20 \lg \frac{U_x}{U_0} - 10 \lg \frac{|Z_x|}{|Z_0|} = p_{нк} - 10 \lg \frac{|Z_x|}{|Z_0|}. \quad (1.5)$$

ёки

$$p_{нк} = p_{вт} - 10 \lg \frac{|Z_x|}{|Z_0|}. \quad (1.6)$$

Узатиш даражалари абсолют, нисбий ва ўлчаш даражаларига бўлинади. Агар бошланғич катталик сифатида қуйидаги катталиклар қабул қилинган бўлса:

- қувват $P_0 = 1$ мВА ёки актив қувват $P_0 = 1$ мВт;
- эффектив кучланиш $U_0 = 0.775$ В;
- токнинг эффектив киймати $I_0 = 1.29$ мА бўлса,

бундай узатиш даражаларини абсолют узатиш даражалари дейилади.

Агар абсолют узатиш даражалари $Z = R = 600$ Ом қаршиликта аниқланса, у холда $p_{нк} = p_{вт} = p$, бўлади, бу бошланғич катталиклар: $0.775 \text{ В} \times 1.29 \text{ мА} = 1$ мВА (мВт) ёки $0.775 \text{ В} / 1.29 \text{ мА} = 600$ Ом ни танлаб олиш орқали тушунтирилади. Қувват, кучланиш ва ток бўйича абсолют узатиш даражалари мос равишда dB_x , $dB_{вт}$ да ўлчанади. Ток бўйича узатиш даражаларидан амалдаги ўлчашлар ва ҳисоблашларда жуда кам фойдаланилади.

Қувват бўйича нисбий даражани акс эттирувчи (1.1) ифодани қуйидаги кўринишда келтириш мумкин:

$$p_{\text{нк}} = 10 \lg \left[\frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{о}}} \frac{\text{ИМВА}(\text{МВт})}{\text{ИМВА}(\text{МВт})} \right] = 10 \lg \frac{P_{\text{н}}}{\text{ИМВА}(\text{МВт})} - 10 \lg \frac{P_{\text{о}}}{\text{ИМВА}(\text{МВт})} = p_{\text{нк}} - p_{\text{нк}0} \quad (1.7)$$

бу ерда $p_{\text{нк}}$ - текширилетган нуқтадаги кувват бўйича абсолют даража ва $p_{\text{нк}0}$ - ҳисоблаш нуқтасидаги даража. Кувват бўйича нисбий даража кувватнинг ўлчаш нуқтасидаги ва ҳисоблаш нуқтаси деб қабул қилинган нуқтадаги абсолют даражаларининг фарқига тенглиги (1.7) формуладан кўриниб турибди. Кучланиш бўйича нисбий даражалар ҳам шунга ўхшаш қилиб олинади:

450

$$p_{\text{нк}} = p_{\text{нк}} - p_{\text{нк}0} \quad (1.8)$$

Трактнинг бошланиш жойига нормал генератор, яъни ички актив қаршилиги 600 Ом га ва ЭЮК 1.55 В га тенг маълум частотали синусоидал тебранишли генератор уланган бўлса, яъни шундай шарт бажарилсагина, текширилетган нуқтадаги абсолют даражани ўлчаш даражаси дейилади. Агар каналнинг ички қаршилиги актив ва у 600 Ом га тенг бўлса, нормал генераторни каналнинг қаршилиги уланганда каналнинг бу нуқтаси абсолют нол даражада бўларди.

Агар каналнинг кувват бўйича $p_{\text{нк}1}$ нисбий даражаси нуқтасида сигналнинг кувват бўйича $p_{\text{к}1}$ абсолют даражаси маълум бўлса, у ҳолда каналнинг $p_{\text{нк}2}$ нисбий даражаси нуқтасида сигналнинг кувват бўйича $p_{\text{нк}2}$ абсолют даражаси қуйидагига тенг бўлади:

$$p_{\text{к}2} = p_{\text{к}1} (p_{\text{нк}1} - p_{\text{нк}2}) \quad (1.9)$$

Агар каналнинг кувват бўйича $p_{\text{нк}1}$ нисбий даражаси нуқтасида сигналнинг W_1 қуввати маълум бўлса, у ҳолда каналнинг $p_{\text{нк}2}$ нисбий даражаси нуқтасида сигналнинг қуввати қуйидагига тенг бўлади:

$$P_2 = P_1 \cdot 10^{(p_{\text{нк}2} - p_{\text{нк}1})/10} \text{ мВт} \quad (1.10)$$

Узатиш канали ўзида пассив ва актив тўрткүтбликлардан ташкил топган каскад бирикманли ифодалайди. Узатиш каналлари орқали сигналлар ўтаётганда сигналларнинг энергияси пассив тўрткүтбликларда камая бошлайди ёки актив тўрткүтбликларда эса орта бошлайди. Каналнинг турли нуқталарида сигнал энергиясининг ўзгаришларини аниқлаш мақсадида ишчи сўниш ёки ишчи кучайиш тушунчаси киритилади.

Абсолют нолинчи даража 1 мВт актив кувват учун қабул қилинган. Кувватнинг абсолют нолинчи даражаси P_0 кучланиш U_0 ва ток I_0 абсолют

нолинчи даражаси билан R_0 каршилиқнинг директив ёки стандарт нормаланган киймати орқали боғланган.

$$P_0 = U_0 \cdot I_0 = \frac{U_0^2}{R_0} = I_0^2 R_0; \quad (1.11)$$

$P_0 = 1 \text{ мВт}$ ва $R_0 \approx 600 \text{ Ом}$ бўлганда кучланиш бўйича абсолют нолинчи даража:

$U_0 = 0.775 \text{ В}$ Ва ток бўйича абсолют нолинчи даража $I_0 = 1.29 \text{ мА}$ бўлади.

$$U_0 = \sqrt{R_0 \cdot P_0} = \sqrt{600 \cdot 1} = 0.775 \text{ В}$$

Кучланиш ток ва кувватнинг абсолют узатиш даражаси абсолют нол даража ҳисобга олинган ҳолда куйидаги ифодалар орқали аниқланади:

$$[P_U; P_Y; P_P] \text{ Нн} = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2} = \ln \frac{F_1}{F_2}; \quad P_U = \ln \frac{U_x}{U_0}; \quad \text{Нн} \quad [1Б = 10\text{дБ}] \quad (1.12)$$

$$P_Y = \ln \frac{I_x}{I_0}; \quad \text{Нн}; \quad P_P = \ln \frac{P_x}{P_0}; \quad \text{Нн}; \quad 1Б\text{дБ} = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} = 20 \lg \frac{F_1}{F_2} \quad (1.13)$$

$$P_i = 20 \lg \frac{I_x}{I_0}; \quad \text{дБ}; \quad P_U = 20 \lg \frac{U_x}{U_0}; \quad \text{дБ}; \quad P_F = 10 \lg \frac{P_x}{P_0}; \quad \text{дБ} \quad (1.14)$$

P_0, I_0, U_0 кувват, кучланиш ва токнинг нолинчи кийматидир. Агар R_0 маълум бўлса, I_0, U_0 куйидагича аниқланади:

$$P_0 = U_0 \cdot I_0 = \frac{U_0^2}{R_0} = I_0^2 \cdot R_0; \quad U_0 = \sqrt{P_0 \cdot R_0}; \quad I_0 = \sqrt{\frac{P_0}{R_0}}; \quad (1.15)$$

$P_1; P_2$ — энергетик катталиклар

$F_1; F_2$ — куч катталиклари

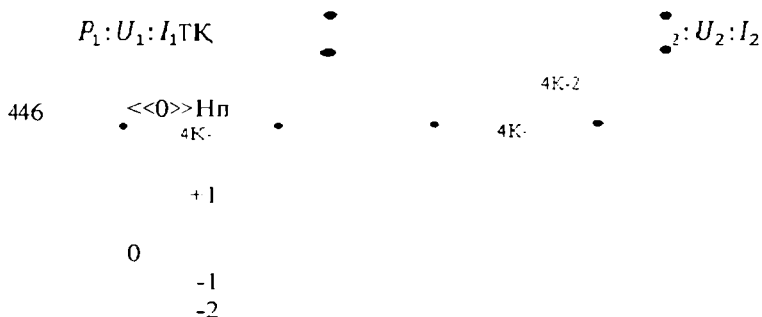
Узатишнинг нисбий даражаси деганда иккита бир исмли катталикнинг нисбатини логорифмлаш тушунилади.

Бу катталикнинг биринчүртқутблиқнинг киришида бўлса, иккинчиси чиқишида бўлади.

Узатишнинг нисбий даражаси тўрткутбликнинг характеристикаси бўлиб, қучайиш, сусайиш ёки узатиш коэффициентини характерлайди. Даражаларнинг алоқа канали бўйича график таксимланишига даражалар диаграммаси дейилади. Сигналларни узатишнинг нисбий даражасининг диаграммаси 1.1-рasm да келтирилган.

$$P_u = \ln \frac{U_2}{U_1}; Hn; P_y = \ln \frac{I_2}{I_1}; Hn; P_p = \frac{1}{2} \ln \frac{P_2}{P_1}; Hn \quad (1.16)$$

$$P_1 = 20 \lg \frac{I_2}{I_1}; \text{оБ}; P_U = 20 \lg \frac{U_2}{U_1}; \text{оБ}; P_P = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}; \text{оБ} \quad (1.17)$$



1.1-рasm Сигналларни узатишнинг нисбий даражасининг диаграммаси

2. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛАРДА ЎЛЧАШЛАР ВА УЛАРГА ҚЎЙ ИЛАДИГАН АСОСИЙ ТАЛАБЛАР

2.1. Ўлчаш турлари ва воситаларининг метрологик характеристикалари

Маълумки, ўлчаш воситаси меъёрланган метрологик характеристикаларга эга бўлган ўлчаш асбобидир. Улар аналог ва рақамли бўлади. Электр ўлчаш воситаларининг таснифи 2.1.а-расмда келтирилган.

Ўлчаш воситасининг ўлчашларга маълум диапазонда, маълум аниқлик билан яроқлилигини баҳолаш учун уларга қуйидаги максалларда метрологик характеристикалар киритилади:

- Аниқ ўлчашларни таъминлаш;
- Ўлчаш воситасининг ўзаро алмашинувчанлигига эришиш учун;
- Ўлчаш воситасини ўзаро солиштириш ва керакли аниқликдаги ўлчаш воситасини танлаш;
- Ўлчаш тизимлари ва қурилмаларининг хатоларини уларнинг метрологик характеристикалари асосида аниқлаш;

Метрологик характеристикаларнинг ҳар бири мўлжалланишига кўра ўлчаш турларига ва ўлчаш воситасининг таъсир этувчи катталиклар ёки кириш сигналнинг ноинформатив параметрига кўра келтирилади.

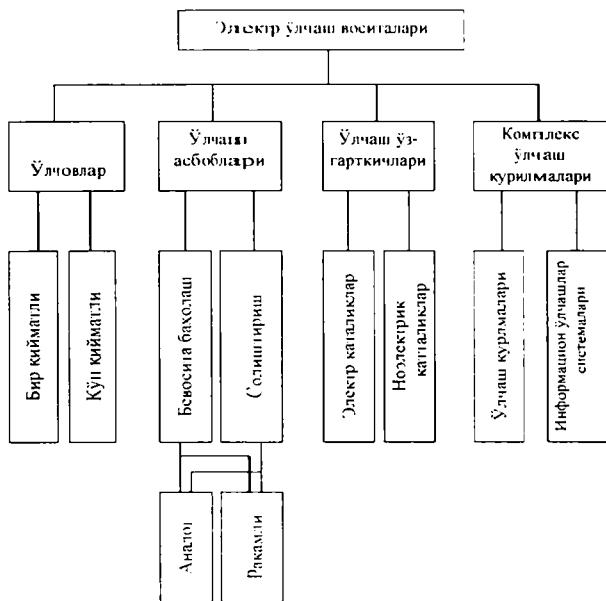
Ўлчаш воситаси кириш сигналнинг ноинформатив параметри деб ўлчанаётган параметр билан функционал боғланишда бўлмаган параметрга айтилади. Масалан: ўзгарувчан токнинг амплитудасини ўлчашда унинг частотаси ноинформатив параметрдир. Нормаланган метрологик характеристика (НМХ) ҳужжатлар асосида ўрнатилади. Амалиётда ўлчаш воситасининг қуйидаги метрологик характеристикаларни кенг тарқалган:

- Ўлчаш диапазони – бу ўлчанаётган катталиқнинг шундай қийматлар соҳасидирки, унинг учун ўлчаш воситаси хатоларнинг йўл қўйиладиган чегараси меъёрланган бўлади.

- Ўлчаш чегараси – бу ўлчаш диапазонининг энг катта ва энг кичик қиймати. Масалан: ўлчаш воситаси шкаласи нотекис бўлиб, ўлчаш чегараси 50 га тенг бирликда бўлса ва шкаланинг бошланғич участкаси ~20% сикилган бўлса, унда ўлчаш диапазони 10÷50 гача бўлган бирликка тенг бўлади.



Шкаланинг бўлим қиймати – бу катталиқ қийматларининг фарқи бўлиб, шкаланинг иккита қўшни белгисига мос келади.



2.1.1-расм. Электр ўлчаш воситаларининг таснифи.

Текис шкалали приборлар доимий бўлим қийматиغا эга бўлади. Нотекис шкалалилар эса ўзгарувчан бўлим қийматиغا эга бўлади.

• Сизирлик $S = \Delta u / \Delta x$: - бу ўк чиқишидаги сигнал ўзгариши Δu нинг бу ўзгаришни юзага келтирган киришдаги Δx сигнал ўзгаришига нисбатидир ва бунда сезирлик ток ва кучланиш бўйича сезирлик деб тушунилади.

• Вариация маълум шароитлар ўзгармас бўлганида ўлчаш диапазонининг берилган нуқтасида катталик қийматини орттириб ёки камайтириб ўлчашдаги ўлчаш воситаси кўрсатишлари орасидаги фарк.

$$H = |X_{\text{орн}} - X_{\text{кам}}| :$$

Ўлчаш воситаси кўрсатишларининг вариацияси тасодифий факторлар таъсирида юзага келса ҳам ўзи тасодифий катталик эмас.

• Даражалаш характеристикаси (ДХ) деб эксперимент йўли билан ўлчаш воситаси чиқиш ва кириш сигнали орасидаги боғланишга айтилади. Бу характеристика аналитик, график ва жадвал кўринишида берилиши мумкин. ДХ ички ва ташқи сабаблар таъсирида ўзгариши мумкин. Масалан: токнинг тез ўзгаришида ўлчаш воситаси кўзгалмас қисми инерциясига кўра ток ўзгаришини кузата олмайди.

- Ўлчаш воситаси хатолиги – унинг асосий метрологик характеристикасидир.

- Асосий хато – бу ўлчаш воситасининг нормал эксплуатация шароитидаги хатолигидир.

Эксплуатациянинг нормал шароити:

Хона харорати $293 \pm 5\text{K}$ ёки $20 \pm 5^\circ\text{C}$;

Ҳавонинг нисбий намлиги $65 \pm 15\%$ (20°C да)

Тармоқ кучланиши $220\text{В} \pm 10\%$ частотаси $50\text{ Гц} \pm 1\%$

Атмосфера босими $97,4 \div 104\text{ КПа}$ ҳамда электромагнит майдонлари таъсирининг йўқлиги.

Ишчи шароитларда, яъни нормал шароитдан фаркли бўлган, таъсир этувчи катталикларнинг кенг диапазонида зарурий ҳолларда ўлчаш воситасининг қўшимча хатолари меъёрланади. Ўлчаш воситасининг асосий хатоларини меъёрлашнинг учта усули мавжуд:

- Ўлчаш диапазонида ўзгармас бўлган йўл қўйиладиган ($\pm\Delta$) абсолют ёки келтирилган ($\pm\gamma$) хатолар чегараларини нормалаш;

- Абсолют ёки келтирилган хатоларнинг йўл қўйиладиган чегараларини ўлчанаётган катталикнинг функцияси сифатида нормалаш;

- Барча ўлчаш диапазони ёки бир ва бир неча участкаси учун асосий хатонинг йўл қўйиладиган ўзгармас чегараларини нормалаш.

Асосий ва қўшимча хатоларни ажратиш мураккаб бўлгани учун ўлчаш воситасини киёслаш нормал шароитларда ўтказилади.

- Қўшимча хато ҳам асосий хато каби (абсолют, нисбий ва келтирилган хатолар) кўринишга эга бўлади.

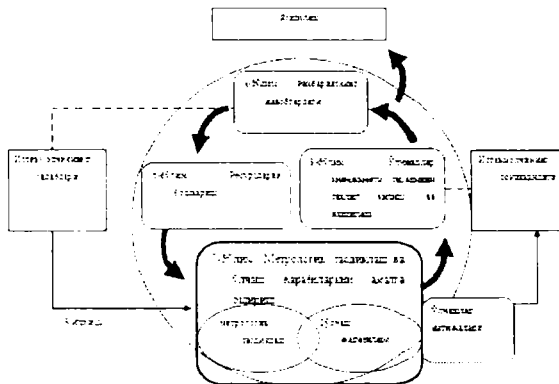
- Турли таъсир этувчи факторлар томонидан юзага келган қўшимча хатолар алоҳида нормаланади.

Баъзи ҳолларда қўшимча қаршилик коэффициент тарзида меъёрланиб, хато меъёрий кийматдан четланганда “канчага” ва “неча марта” ўзгарганини кўрсатади. Масалан: агар вольтметрнинг температуравий хатолиги ҳар 10°C да $\pm 1\%$ га тенг бўлса, бу муҳит харорати ҳар 10°C га ўзгарганда қўшимча хато 1% ортишини кўрсатади.

2.2. Ўлчаш жараёнлари ва ускуналарига қўйиладиган талаблар

Талабларга доир таҳлилни ISO 10012:2003 “Ўлчашнинг менежмент тизимлари.

Ўлчаш жараёнлари ва ўлчаш ускуналарига қўйиладиган талаблар” стандартдаги тушунчалар асосида бажарамиз. Аввало, метрологиянинг бош мақсади мамлакатда ўлчашлар бирлигини таъминлаш каби мақсадидан келиб чиққан ҳолда ўлчашлар менежменти тизими моделини (2.1.б-р.) стандартнинг “Ўлчаш жараёнлари”га доир тушунча



2.1.6-расм. Ўлчашлар менежменти тизимининг модели.

Ўлчаш жараёнлари, сифат менежменти тизимнинг қисмларидан бири бўлиб ҳисобланади ҳамда, ушбу жараён ржалаштирилиши, баҳоланиши, амалга оширилиши, ҳужжатлаштирилиши ва бошқарилиши зарур. Ўлчаш жараёнига таъсир кўрсатувчи катталиклар ёки омиллар идентификацияланиши ва ўрганилиши талаб этилади. Ҳар бир ўлчаш жараёнининг тўлиқ тафсилоти ўз ичига барча таълуқли бўлган қурилиш ва усқуналар, ўлчаш муолажалари, дастурий таъминоти, қўлланилиши шартлари, операторнинг қобилияти ва бошқа ўлчаш натижаларнинг ишончилигига бўлган омилларни олади. Ўлчаш жараёнларини бошқариш ҳужжатлаштирилган муолажаларига мос ҳолда бажарилди. Ўлчаш жараёни ўлчаш қурилмасининг битта элементи билан чегараланиши мумкин. Ўлчаш жараёнининг лойihalанишига қўйиладиган талабларни қараб чиқамиз.

Метрологик талаблар, истеъмолчи, ташкилотлар, ҳамда қонуний ва регламент талаблари асосида ўрнатилиши керак, шундай лойihalаштирилган ўлчаш жараёнлари ушбу талабларга жавоб бериши учун ҳужжатлаштирилиши, баҳоланиши ва агар зарур бўлса, истеъмолчи билан келишилиши керак. Ундан ташқари ҳар бир алоҳида ўлчаш жараёни учун унинг мос элементлари ва бошқариш усуллари аниқланиши зарур. Ушбу элементлар ва бошқариш усуллари операторларга бўлган таъсир кўрсатишларни, қурилмалар, усқуналар, атроф-муҳит шароитлари, таъсир этувчи катталиклар ва қўлланиладиган усулларнинг жамланиши талаб этилади.

438

Ўлчаш жараёнини лойиҳалаш учун рахбарий қўлланмалар mavжyд.
Ўлчаш жараёнини тавсифлашда куйидагиларни аниклаш зарур:

- махсулотлар сифатини таъминлаш учун қандай ўлчашларнинг талаб этилиши;
- ўлчаш усуллари;
- ўлчашларни бажариш учун талаб этиладиган қурилмалар ва уларнинг тафсилоти;
- ўлчашларни бажарувчи ходим учун зарурий кўникмалар ва квалификацияси.

Ўлчаш жараёнлари бошқа баҳоланган жараёнларнинг натижалари билан солиштириш асосида баҳоланиши ёки жараён характеристикаларининг доимий таҳлили ёрдамида баҳоланиши мумкин. Ўлчаш жараёнлари шундай лойиҳалаштирилиши керакки, бунда, ҳаттоли натижаларга йўл қўймаслиги ҳамда ноаникликларни тезкор аниклаш ва ўз вақтида тузатувчи ҳаракатлар билан таъминланиши керак. Ўлчаш жараёнига таъсир этувчи катталиклар миқдоран баҳоланиши керак. Бунинг учун махсус эксперимент ёки тадқиқотлар лойиҳалаштирилиши ва бажарилиши зарур бўлиши мумкин. Агар, бу мумкин бўлмаса, у ҳолда, жиҳоз тайёрловчиси томонидан кўзда тутилган маълумотлар, техник талаблар ва огоҳлан-тиришлардан фойдаланиш керак. Ўлчаш жараёнлардан мақсадли фойдаланиш учун зарур бўлган ишчи характеристикалар идентификацияланган ва миқдоран ифодаланган бўлиши керак.

Характеристикаларга куйидагилар мисол бўлади:

- ўлчашлар ноаниклиги;
- барқарорлик;
- йўл қўйиладиган максимал ҳато;
- тақрорланувчанлик;
- қайта тикланувчанлик;
- операторнинг уддалаш даражаси.

Баъзи ўлчаш жараёнлари учун бошқа характеристикалар ҳам муҳим бўлиши мумкин. Ўлчаш жараёни метрология талабларига жавоб берадиган назорат қилинувчи атроф-муҳит шароитида амалга оширилади.

Куйидагилар назорат қилувчи объектларга киритилган:

- тасдиқланган қурилма ва ускуналардан фойдаланиш;
- ўлчашларнинг баҳоланиш мурожаатларини қўллаш;
- талаб қилинган ахборот ресурсларининг mavжyдлиги;
- талаб этиладиган атроф-муҳит шартларини таъминлаш;
- нуфузли персоналдан фойдаланиш;
- натижалар бўйича таалуқли ҳисоботлилик;
- мониторингдан келишувли фойдаланиш.

Ўлчаш жараёнига бўлган талабларга мувофиқликни намоён қилиш учун метрология хизматлари ёзувларни олиб бориши керак, ҳусусан:

• амалда фойдаланилган ўлчаш жараёнларнинг тўлиқ тафсилотига ўз туркумига кўра ягона бўлган барча фойдаланиладиган элементлар (масалан: операторлар, ихтиёрий ўлчаш қурилмаси ёки таккослаш эталонлари);

• ўлчаш жараёнларини бошқарувчи идоралардан олинган ўлчашлар ноаниқлигига доир ахборотлар;

• маълумотларни бошқариш идораларидан деб ҳисобланган ихтиёрий амаллар;

• ўлчаш жараёнини бошқариш бўйича бажарилган амалларнинг муддати;

• баҳолаш бўйича ишга алоқадор бўлган ихтиёрий хужжатларни идентификациялаш;

• ёзувлар учун ахборотни тақдим қилувчи маълум шахсни идентификациялаш;

• ходимнинг (талаб қилинадиган ва эришиладиган) қобилиятлари.

Метрология хизмати фақат санкцияланган ходимга ёзувларни бажариш, ўзгартиришга рухсат бериши керак.

Қуйида, ўлчашлар менежменти тизимини яхшилашга оид талабларни кўриб чиқамиз. Метрология хизмати, ўлчашлар менежменти тизимини ушбу стандартга мувофиқлигини таъминлаш ва тизимни доимий равишда яхшилашиб бориш учун режалаштириши ва назоратни бажариши, таҳлил ва яхшилаши керак. Ундан ташқари, метрология хизматлари аудитлардан, назорат ва бошқа зарурий инструментлардан, ўлчашлар менежменти тизимининг яроқлиги ва самарадорлигини аниқлаш учун фойдаланиши керак. Метрология хизмати истеъмолчининг метрологик талабларини бажарилишига таалукли бўлган ахборотни кузатиши керак. Бундай ахборотни олиш ва фойдаланиш усуллари ўрнатилган бўлиши керак. Ўлчаш менежменти тизимидаги барча аудитларнинг натижалари ва тизимга киритилган ўзгаришлар ёзилиши керак. Аудиторлар, ўзларининг жавобгарлиги бўлган участкаларни текширишлари мумкин эмас. Ўлчашлар менежменти тизимининг аудити ташкилот менежмент тизими аудитларининг қисми сифатида бажарилиши керак. ISO 19011 аудит тизимлари бўйича раҳбарликни таъминлайди. Ихтиёрий ўлчаш жараёнидаги олинган натижаларга шубҳа уйғонса, ёки натижалар нотўғри бўлса, у ҳолда ушбу натижалар идентификацияланиши ва тузатувчи амаллар бажарилмагунча улардан фойдаланилмайди. Номувофиқлиги аниқланганлиги сабабли модификацияланган ўлчаш жараёни фойдаланилишидан олдин баҳоланиши керак. Солиштириш эталонининг ёмонлашуви натижасида ёки оператор нуфузининг пасайишига кўра ўлчаш жараёнидан воз кечиб жараён тугаганидан сўнг қуйидаги талбирлар ёрдамида аниқланиши мумкин:

- назорат карталарининг таҳлили;

- кетма-кетли назорат;

- лабораториялараро солиштириш;
- ички аудит;
- истеъмоли билан тескари алоқа.

Юқорида эслатиб ўтилган ISO 10012:2003 стандартда телекоммуникация узатиш тизимларида қўлланиладиган ускуналарга доир қуйидаги талаблар келтирилган. Ўрнатилган метрологик талабларга мувофиқ бўлиши учун барча ўлчаш ускуналари (техник ўлчаш воситалари) амалда мавжуд бўлиши ва ўлчашлар менежменти тизимида идентификацияланган бўлиши керак. Метрологик жиҳатдан тасдиқланиш учун ўлчаш ускунаси амалдаги киёслаш статусига эга бўлиши керак. Ўлчаш ускунаси аввало, бошқариладиган муҳитда фойдаланилиши ёки тўғри ўлчаш натижаларини таъминловчи муҳитда бўлиши керак. Мониторинг ва таъсир этувчи катталикларни фиксациялаш учун фойдаланиладиган ўлчаш ускуналари ўлчашлар менежменти тизимига киритилган бўлиши зарурий шартдир. Ўлчаш ускуналари учун раҳбарий қўлланмалар мавжуд. Хусусан, ўлчаш ускунаси конкрет ўлчаш жараёнларда фойдаланиш учун метрологик тасдиқланиши ва бошқа ўлчаш жараёнлари учун метрологик талабларда фарқ бўлганлиги учун тасдиқланмаслиги мумкин. Максимал йўл қўйиладиган кўрсатилган бўлади ёки ускуна тайёрловчиси ва метрология хизмати томонидан нашр қилинган техник спецификацияга ҳавола қилиш орқали кўрсатилиши мумкин.

Ускуналар метрология хизматлари томонидан эмас, ташқи ташкилотлар томонидан калибрланиши мумкин. Метрология хизматининг раҳбарияти метрологик ускунанинг юкланиши, жўнатилиши, транспортировкаси, сақланиши ва тарқатилишига оид ҳужжатлаштирилган муолажаларни ўрнатиши керак. Агар шундай қилинмаса, ускунадан нотўғри фойдаланиш, бузилиши ҳамда унинг метрологик характеристикаларининг ўзгаришининг олди олинмаган бўлади. Ўлчашлар менежменти тизимига кириб келувчи ва тизимдан чиқариб юборилувчи ўлчаш ускуналарини расмийлаштириш бўйича муолажалар бўлиши керак.

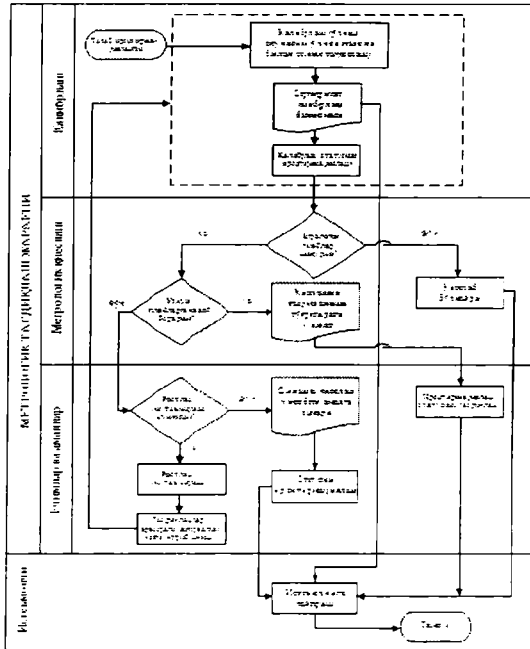
Ижтиёрий тасдиқланган ўлчаш ускунаси:

- бузилган;
- ўта юкланган;
- фойдаланиб бўлмаётган;
- нотўғри натижалар берса;
- бузилган ёки пломба синган;
- ташқи катталиклар таъсирга берилган бўлса, эксплуатациядан идентификацияланган маркалаш орқали олиб ташланган.

Ўлчаш ускунасининг номувофиклиги текширилиши ва номувофиклиги тўғрисида ҳисобот тайёрланиши керак. Бундай ускуналарнинг номувофиклиги баргараф қилиниб уларнинг метрологик характеристикалари тиклангач яна қайта эксплуатацияга қўйилади. Қуйида ўлчаш ускуналари учун метрологик тасдиқлаш ва метрологик

характеристикаларга сўй талаблар тахлилни келтирамиз. Метрологик тасдиқлаш жараёни иккита киришга, яъни, истеъмолчининг метрологик талаблари ва ўлчаш ускунасининг метрологик характеристикаларига ва битта чиқишга ўлчаш ускунасининг метрологик тасдиқланганлиги статусига эга бўлади (2.2-расм. Ўлчаш ускуналари учун метрологик тасдиқлаш жараёни).

Дастлаб, истеъмолчининг метрологик талабларини тахлил қиламиз. Истеъмолчининг метрологик талаблари - бу истеъмолчи томонидан ўлчашларга қўйиладиган талаблар бўлиб, ишлаб чиқаришга қўйиладиган талаблар каби бўлади. Шу жиҳати билан ўлчанадиган параметрларнинг техник тафсилотига боғлиқ бўлади. Ушбу талабларнинг аниқланиши ва техник тафсилотига истеъмолчи жавоб беради. Ушбу ҳолда, истеъмолчининг ўрнига бошқа мувофиқ келадиган малакали шахс ушбу жараёни бажариши мумкин. Ушбу жараёнинг амалга ошиши учун ишлаб чиқариш ва метрология бўйича чуқур билимлар талаб қилинади. Ундан ташқари истеъмолчининг метрологик талаблари нотўғри ўлчашлар ва уларнинг ташкилотга ва бизнесга бўлган таъсири ҳисобга олиниши керак. Талаблар, атаматар, максимал йўл қўйиладиган ҳатолар, иш чегаралари ва бошқаларга ҳам ифодаланади. Ушбу истеъмолчининг метрологик талаблари етарли даражада баъафсил баён қилиниши ва шу аснода метрологик тасдиқлаш жараёнининг операторлари ушбу ўлчаш ускунасини назорат қилиш, ўлчаш ва берилган параметр ёки катталикни кузатиш қобилияти бор ёки йўқлигини билиш керак. Тахлилни ўлчаш ускуналарининг метрологик характеристикаларига доир маълумотлар бўйича давом эттирамиз. Маълумки, метрологик характеристикалар калибрлашда ёки синаялар орқали аниқланади. Метрология хизмати ўлчашлар менежменти тизими доирасида ушбу фаолиятни ўрнатади ва назорат қилади. Калибрлаш жараёнининг кириши бўлиб ўлчаш ускунаси, ўлчов эталони ва атроф-муҳит шароитларини ифодаловчи муолажа ҳисобланади. Калибрлаш натижаларига ўлчашлар ноаниқлиги тўғрисидаги аризани қиритиш керак.



2.2-расм. Ўлчаш ускуналари учун метрологик тасдиқлаш жараёни.

Ўлчашлар менежменти тизимидаги калибрлаш натижалари, мос усул асосида ҳужжатлаштирилиши, масалан, сертификат ёки ҳисобот (агар калибровка ташки манба асосида ўтказилган бўлса) ёки калибрлаш натижаларининг ёзилиши кўринишида (агар ўлчашлар ташкилот метрология хизматларининг катъий доирасида бажарилган бўлса) мумкин. Ўлчашларнинг муҳим характеристикалари, масалан, ўлчашлар ноаниқлиги фақат ускуна ёки қурилмалардангина эмас, балки, апроф-муҳит шаронглари, конкрет ўлчаш муолажаси, баъзан операторнинг малака ва тажрибасига ҳам боғлиқ бўлади. Шу сабабли талабларга жавоб берадиган ускуна таплаганда ўлчаш жараёни тўлиқ қараб чиқишли зарур. Бундай ёндошувга метрология хизмати жавоб беради.

Калибрлашдан кейин ва ўлчаш ускунасининг мақсадли фойдаланишга яроқлилиги тасдиқлангунга қадар унинг метрологик характеристикалари истеъмолчининг талаблари билан солиштирилади. Масалан, ўлчаш ускунасининг кўрсатишларидаги маълум хато, истеъмолчининг метрологик талаби сифатида аниқланадиган максимал йўл қўйиладиган хато билан солиштирилади. Агар хатойўл қўйиладиган максимал хитоликдан кичик

бўлса, у ҳолда ускуна талабга жавоб беради ва тасдикланиши мумкин. Аммо, хато катта бўлса, номувофиктикни бартараф қилиш бўйича амаллар қўлланилади ёки истеъмолчига ускунанинг тасдикланишга тортилмаслиги ҳақида хабар берилади. Бундай ўлчаш ускунасининг метрологик характеристикалари ва истеъмолчи метрологик талабларининг бевосита солиштирилиши кўпинча қиёслашларга асосланади, аммо, ўлчашлар сифатини таъминлаш учун уларга ўлчаш жараёнини батафсил қараб чиқилиши ва ўлчаш жараёнини тўлиқ ўрганиб чиқилиши киритилиши керак. Умуман олганда, ўлчаш ускунасини калибрлашга оид бўлган талаблар қиёслашга ҳам таалуқли бўлади.

2.3. Оптик алоқада қўлланиладиган FTB-200v2-турдаги модулли платформанинг техник имкониятлари

EXFO компаниясининг FTB-200v2-турдаги универсал модулли платформаси ўрнатилган модулларга боглик ҳолда оптик тармоқларда (рефлектометрия, спектр таҳлили ва дисперсия) ва транспорт тармоқларида (Ethernet, FC, PDH, SDH/NGSDH, OTN) кенг спектрда ўлчашларни бажариш имкониятини беради.

FTB-200v2-турдаги модулли платформанинг ташки кўриниши 2.3-расмда келтирилган.



2.3-расм. FTB-200v2-турдаги модулли платформанинг ташки кўриниши

Ушбу FTB-200v2 платформа тармоқнинг барча ҳаётий босқичларида ишлаш учун эҳтимоллашган ҳамда EXFO нинг бир ёки икки слотли модулларнинг ўрнатилишига имкон беради. бу эса платформанинг истикболли ривожланишини таъминлайди.

FTB-200v2 платформа қувватли Intel Atom процессоридан фойдаланади. бу эса ўта тезкорликни таъминлайди.

Асосий хусусиятлари

• Олдинги модулларнинг моделлари ва уларнинг график интерфейслари билан тўлик мос келиши:

- Bluetooth ва Wi-Fi тенг мавжудлиги;
- Коннекторларнинг ҳолатини текшириш учун FIP-400 турдаги видеомикроскопни улаш уун интерфейс;
- Бинодан ташқарида ишлаш учун суюк кристалли сенсорли TFT экран (6.5 дюмли);
- Аккумулятордан 8 соат ишлай олиши.

Ушбу платформа жами 11 та оптик ва транспорт модулларига мувофиқлаша олади.

2.1-жадвал

FTB-7000 серияли бир модали рефлектометрик модулнинг техник характеристикалари

| Қўлланилиши | Тўлқин узунлиги ,нм | 20мс ли импульс билан динамик диапазони, дБ | Сокин зона, м |
|---|--|---|---------------|
| LAN/WAN- корхона ва хусусий тармоқлар | 1310±20/1550±20 | 36/34 | 1 |
| FTTH ва шаҳар тармоқлари ҳамда PON тестлаш учун | 1310±20/1490±10/ 1550±20/1625±10/ 1650±5 | 39/35/37/39/37 | 0.8 |
| 2.1-жадвалнинг давоми | | | |
| Шаҳар ва магистрал линияларни тестлаш | 1310±20/1383±1/ 1550±20/1625±10 | 42/40/41/41 | 0.8 |
| CWDM ни тестлаш | 1470±3/1490±3/ 1510±3/1530±3 | 41/41/41/41 | 0,8 |
| Магистрал тармоқлари учун | 1310±20/1550±20/ 1625±10 | 45/45/45 | 0,8 |
| 250 км гача бўлган узок чўзилган линияларни тестлаш | 1310±20/1550±20/ 1625±10 | 50/50/48 | 1/1.5/1 |

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Ажрата олиш, дБ | 0,01(+26дБм дан-43дБм гача) |
| Нолнинг автоматик ўрнатилиши | Да |
| Қизиш вақти, сек | 0 |
| Ўлчов бирлиги | дБ/дБм/Вт |
| Тўлқин узунлигини автомат аниқлаш | Да |

| | |
|--|---------------|
| Модуляцияни аниқлаш, Гц | 270.1000.2000 |
| Хотирада қоладиган ўзувлар сон | 1000 |
| Батареядан ишлаш вақти, соат | 72 |
| Кафолати ва калибрлашнинг тавсиявий оралиғи, йил | 3 |

3. ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИНИНГ ҚОНУНИЙ ҚўЛЛАНИЛИШИ ВА СЕРТИФИКАТЛАНИШИ

3.1. Ўлчаш воситаларининг турини тасдиқлаш ва қиёслаш

Ўлчаш воситаларининг тури турини тасдиқлаш бўйича синов натижаларига кўра амалга оширилади.

Ўлчаш воситаси турини тасдиқлаш бўйича синовларга серияли ишлаб чиқаришга мўлжалланган ёки партиялаб импортланган ўлчаш воситаси тортилади ва уларнинг қўлланилиши Давлат метрология текшируви ва назорати доирасида бўлади. Синовларга серияли ишлаб чиқаришга мўлжалланган намуна ўлчаш воситаси ёки импортланган ўлчаш воситаси бир неча намунаси тортилади.

Серияли чиқаришга мўлжалланган ўлчаш воситаси синалганда ўлчаш воситасининг меъёрий параметрларини ва уни қиёслаш методикаси тасдиқланади ва тур давлат реестрда регистрациядан ўтади. Ўлчаш воситасига турини тасдиқлаш бўйича сертификат берилади. Тасдиқланган турдаги ўлчаш воситаси давлат (реестрда) белгиси билан маркаланади (O'z DSt 1.x19)

Сертификат уч йил муддатга берилади. Эксплуатацияга кам сонли ўлчаш воситаси киритиш метрологик аттестация орқали амалга оширилади. Ўлчаш воситасининг метрологик аттестацияси Давлат метрология хизмати ва юридик шахсларнинг метрология хизматининг аккредитланган органлари томонидан ўтказилади. Метрологик аттестация ижобий натижаларига кўра ўлчаш воситаси Давлат реестрда регистрация қилинади ва унга метрологик аттестация тўғрисида сертификат берилади.

Ўзбекистон Республикасининг "Озик-овқат маҳсулотларнинг сифати ва ҳавосизлиги" тўғрисидаги қонунга кўра, техник воситалар ва шу жумладан ўлчаш воситаси эксплуатация жараёнида озик-овқат маҳсулотлари билан контактда бўлса, Ўзбекистон Республикаси соғлиқни сақлаш вазирлиги томонидан синашга тортилади. Шунга кўра кўрсатилган ўлчаш воситаси турни тасдиқлаш ёки метрологик аттестацияга гигиеник сертификат бўлган ҳолдагина тортилади.

Давлат метрология текшируви ва назорати доирасидаги ўлчаш воситаси ва стандарт намуналар фақат тури тасдиқланганлиги тўғрисидаги сертификатга ёки метрологик аттестацияланганлиги тўғрисидаги

сертификатга эга бўлсагина қўлланишга қўйилади. Бу сертификатлар “Ўзстандарт” агентлиги томонидан берилади, ўлчаш воситаси қайси мамлакатда тайёрланганлигидан қатъий назар.

Эксплуатация жараёнида ўлчаш воситасининг хоссалари ўзгаради. Шунга қўра уларнинг параметрлари даврий равишда аниқлаиб туриши зарур. Процедураларнинг натижалари мос ҳужжатлар билан расмийлаштирилади, бу ҳужжатлар ўлчаш воситаси яроқлилигини тасдиқлайди.

Ўлчаш воситасининг метрологик тавсифларини аниқлаш ва тасдиқлаш уларни қиёслаш ва калибрлаш орқали амалга оширилади.

Ўлчаш воситаси яроқлигини ўрнатиш мақсадида ва уларнинг норматив ҳужжатлар талабларига мувофиқлигини аниқлаш бўйича операция (тадбир)ларни бирлашмасига ўлчаш воситасини қиёслаш дейилади. Ўлчаш воситаларининг қиёсланишига бўлган талаблар O'zDst 8:003:2005 да ўрнатилган. Қиёслашда метрологик характеристикаларни баҳолашдан ташқари зарурий ҳолларда ўлчаш воситасининг хавфсизлик характеристикалари ҳам баҳоланади.

Қиёслашнинг бирламчи, даврий ва навбатдан ташқари турлари мавжуд.

–Бирламчи қиёслашга ишлаб чиқаришда ва таъмирлашда бўлган тури тасдиқланган ўлчаш воситасининг ҳар бир нусхаси тортилади.

–Мажбурий даврий қиёслаш Давлат метро-логия текшируви ва назорати таъсир доирасида бўлган ўлчаш воситаси эксплуатация жараёнида тортилади.

Давлат метрология текшируви ва назорати доирасидан ташқарида бўлган ўлчаш воситаси қиёслашга ихтиёрий асосда тортилади. Қиёслашларнинг даврийлигини “Ўзстандарт” агентлиги ўрнатади.

Ўлчаш воситасининг навбатдан ташқари текшируви инспекция мақсадларида ўтказилади.

Бирликлар ўлчамини метрологик занжирнинг барча бўғинлари бўйича эталонлардан ёки намуна ўлчаш воситаларидан ишчи ўлчаш воситалари ишончлиги узатиш қиёслаш схемаларда келтирилган аниқ тартиб асосида амалга оширилади.

Қиёслаш схемаси бу ўрнатилган тартибда тасдиқланган ҳужжат бўлиб, физикавий катталиклар бирликларининг ўлчамини давлат эталонлари ёки намуна ўлчаш воситаларидан ишчи ўлчаш воситаларига аниқ узатиш воситалари ва усуллари регламентлайди.

Давлат ва тармок метрологик хизматлари бўйича давлат, тармок ва локал қиёслаш схемалари мавжуддир.

- Давлат қиёслаш схемаси мамлакатда берилган катталикларни ўлчовчи барча ўлчаш воситаларига тааллуқлидир.

- Тармок қиёслаш схемаси тармок ичидаги қиёсланиши керак бўлган ўлчаш воситаларига тааллуқлидир.

- Локал қиёслаш схемаси мазкур, давлат ёки тармоқ метрология хизматлари бўйича қиёсланиши керак бўлган ўлчаш воситаларига тааллуқлидир.

- Давлат қиёслаш схемалари Давлат стандарти сифатида ишлаб чиқилади ва татбиқ қилинади.

- Тармоқ қиёслаш схемаси норматив ҳужжат ёки тармоқ стандартидир. Бу схема Давлат стандарти билан келишган ҳолда тасдиқланади.

- Локал қиёслаш схемаси норматив техник ҳужжатлар ёки территориал Давлат метрология хизмати орган маҳкамаси билан келишилган ташкилот стандартидир.

Ўлчаш воситасини қиёслаш қатъий регламентланган процедура бўлиб, “Ўзстандарт” агентлиги томонидан тасдиқланган методикага мос ҳолда ўтказилади. Қиёслашнинг ҳаққонийлигига қиёслашни амалга оширувчи – қиёсловчи жавоб беради. Қиёсловчилар ўрнатилган тартибда қиёслаш бўйича тайёргарлик ва аттестациядан ўтказилади.

Қиёслаш натижалари ўлчаш воситасига ишонч таъғиси қўйилиши ва қиёслаш гувоҳномаси билан тасдиқланади.

3.2. Ўлчаш воситаларининг калибрланиши

Давлат метрология текшируви ва назорати доирасидан ташқарида қўлланиладиган ЎВ эксплуатация жараёнида даврий калибрлашга тортилади.

ЎВни бирламчи калибрлашга ишлаб чиқаришда ва таъмирлашда тури тасдиқланмайдиган ЎВ тортилади. ЎВ калибрлаш юридик шахслар метрология хизматларининг калибрлаш лабораторияси томонидан амалга оширилади.

Юридик шахсларнинг метрология хизматлари калибрлаш ишларини бажариш ҳуқуқига аккредитланган бўлиши керак.

Аккредитлаш Ўзстандартнинг ҳудудий марказлари томонидан амалга оширилади.

Ўзбекистон Республикаси ўлчаш воситаларини калибрлаш тизими (кейинчалик – Ўз КТ) ни ташкиллаштириш, тузлиши, вазифалари бўйича асосий низомлар, бу тизимга кирган субъектларнинг ҳуқуқлари ва мажбуриятлари Ўз РСТ 8.018–97 да белгиланган. Бу стандартнинг қоидалари Ўз КТ да аккредитланган юридик шахсларнинг метрологик хизматларига, Ўз КТ га кирган аккредитлаш ва бошқа идоралар ва ташкилотларга нисбатан жорий этилади.

ЎВ ни калибрлаш ўлчаш воситаларининг ҳақиқий метрологик тафсилотлари (характеристикалари) ни аниқлаш ва тасдиқлаш мақсадида, белгиланган шароитларда бажариладиган амаллар мажмуи.

Калибрлаш тизими Давлат метрологик текшируви ва назорати қўлланилмайдиган соҳада ўлчашлар бирлигини таъминлашга

йўналтирилган фаолият ва калибрлаш ишларини бажарувчи ва калибрлаш ишларини ташкиллаштириш ва ўтказишга ўрнатилган талаблар асосида ҳаракат қилувчи субъектлар мажмуи.

Калибрлаш тўғрисидаги сертификат – Ўлчаш воситаларининг калибрланганлигини ва унинг натижаларини тасдиқловчи ҳужжат. Бу ҳужжат калибрлашни бажарган ташкилот томонидан берилади.

Калибрлаш белгиси – Калибрлаш натижаларининг ижобий эканлигини тасдиқлаш мақсадида ўлчаш воситасига ва (ёки) уларнинг эксплуатацион ҳужжатларига босиладиган тамға.

Ўз КТ Ўзбекистон Республикасида ўлчашлар бирлигини таъминлаш умумий тузилмасининг таркибий қисми бўлиб, давлат метрологик текшируви ва назоратидан ташқари соҳада метрологик ишларни ташкиллаштириш ва ўтказишда ўлчашлар бирлигини таъминлаш давлат тизимида ўрнатилган меъёрлар ва қоида-ларга риоя қилинишини кўзда тутади.

Ўз КТ қуйидаги тамойилларга асосланган ҳолда тузилади:

- тизимга ихтиёрий равишда кириш;
- калибрлаш ишларини бажаришда талабларни мажбурий бажариш;
- давлат эталонларидан ва бошланғич ўлчаш воситаларидан бирликларнинг ўлчамларини калибрланувчи ўлчаш воситаларига мажбурий бериш.

Калибрлаш тизимидаги фаолиятнинг асосий вазифатари:

- аккредитловчи идораларни рўйхатга олиш;
- метрологик хизматларни калибрлаш ишларини бажариш ҳуқуқига аккредитлаш;
- ўлчаш воситаларини калибрлаш;
- Ўз КТ нинг асосий тамойилларини ва қоидаларини ўрнатиш;
- Ўз КТ нинг фаолиятини ташкилий, методик ва ахборот билан таъминлаш;
- аккредитланган метрологик хизматлар томонидан калибрлаш ишларини бажаришда талабларга риоя қилинаётганлигини инспекцион текшириш.

Метрология бўйича Миллий идора (Ўзстандарт Агентлиги), СМС ИТИ, ҳудудий ССМ, юридик шахсларнинг аккредитланган метрологик хизматлари, Ўз вазифатарини ушбу ҳужжатнинг талабларига мувофиқ бажарувчи Ўз КТ нинг ташкилий асосини ташкил этади.

Ўз КТ тузилмаси қуйидагилардан ташкил топган:

- Ўз КТ нинг Марказий идораси:
 - Ўз КТ нинг Кенгаши;
- Ўз КТ нинг аккредитлаш идоралари:
 - калибрлаш ишларини бажаришга аккредитланган юридик шахсларнинг метрологик хизматлари.

Юридик шахсларнинг аккредитланган метрологик хизматлари:

--ЎВ ни, шу жумладан ташки ташкилотлар учун ҳам калибрлаш ишларини бажаради:

- калибрлаш ишларини ўтказиш учун талаб этилган шаронтларни, калибрлаш воситаларининг ва ёрдамчи жихозларнинг яхши ҳолатда бўлишини таъминлайди;

- калибрлаш ишларини ўтказиш учун зарур техник, методик ва меъёрий ҳужжатлар жамгармасини шакллантиради ва ривожлантиради;

- меъёрий ҳужжатларнинг ўлчашлар бирлигини таъминлаш ва калибрлаш фаолияти доирасидаги талабларининг бажарилишини таъминлайди;

- кадрлар тайёрлаш ва кадрлар малакасини ошириш ишларини бажаради;

- калибрлаш фаолиятини такомиллаштириш ва ривожлантириш бўйича тақлифларни ишлаб чиқади.

Метрологик хизмат қўйидагиларга масъул бўлади:

- корхоналарда калибрланиши лозим бўлган ЎВ нинг ҳолатига;

- бажариладиган калибрлаш ишларининг сифатига;

- корхонага карашли калибрлаш воситаларининг ҳолатига;

- калибрлаш интервалларининг тўғри ўрнатилганлигига.

Ўзбекистон Республикасининг калибрлаш тизими ўз белгисига эга. Бу белгининг шакли ва ўлчамларини метрология бўйича миллий идора тасдиқлайди. Ўз КТ нинг белгисиз бланкларга, штампларга, шунингдек Ўз КТ нинг бошқа ҳужжатлари ва объектларига тамғалаб босилади. Ўз КТ нинг белгисини тамғалаш (қўлланиш) жойи ва тартибини Ўз КТ нинг Марказий идораси белгилайди.

3.3. Ўлчаш воситаларининг метрологик ишончлилиги

Маълумки, эксплуатация жараёнида ўлчаш воситаларининг параметрлари ва метрологик характеристикалари ўзгаради. Ушбу ўзгаришлар монотонли ёки флукуацион характерга эга бўлади ва рад этишларга олиб келади, яъни, ушбу ҳолда ўлчаш воситаси ўз функциясини бажара олмайди. Рад этишлар нометрологик ва метрологик турларга бўлинади.

Дастлаб, нометрологик рад этишга тушунча берамиз. Ўлчаш воситаси метрологик характеристикаларининг ўзгариши билан боғлиқ бўлмаган сабабларга асосланган рад этишлар метрологик бўлмаган рад этишлар бўлиб ҳисобланади. Бундай рад этишлар яққол характер касб этиб бирдан намоён бўлади ҳамда кичёслашни амалга оширмадан аниқланиши мумкин. Ўлчаш воситалари метрологик характеристикаларининг ўрнатилган йўл қўйиладиган чегаралардан чиқиш туфайли бўлган рад этишларга метрологик рад этишлар дейилади. Ушбу турдаги рад этишлар анча кўп учрайди. Бу эса уларни аниқлаш ва башорат қилишнинг махсус

методларини ишлаб чиқиш заруратини белгилайди. Метрологик рад этишлар бирдан ёки қўшилмаган ва доимий рад этишларга бўлинади:

Қўшилмаган рад этишларга таъриф берамиз:

Бир ёки бир нечта метрологик характеристикаларнинг ўзгаришини сакрашсимон тарзда характерловчи рад этишга қўшилмаган рад этиш дейилади. Ушбу рад этишлар тасодифий бўлгани учун уларни олдиндан айтиб бўлмайди.

Уларнинг таъсири (кўрсатишларнинг бузилиши, сезгирликнинг йўқолиши ва б.к.) ўлчаш воситасининг эксплуатация шароитида онсон аниқланади. Қўшилмаган рад этишларнинг хусусияти бўлиб улар интенсивлигининг вақт бўйича интенсивлигидир. Бу эса ишочлиликнинг назариясини ушбу рад этишларни таҳлил қилишга қўллаш имкониятини беради. Ушбуга кўра бу турдаги рад этишлар кейинчалик қараб чиқилмайди.

Ўлчаш воситаларнинг бир ёки бир нечта метрологик характеристикаларнинг монотон равишда ўзгаришини характерловчи рад этишлар аста – секин рад этишлар дейилади. Намоён бўлиш характерига кўра аста – секин рўй берадиган рад этишлар яширин бўлади ва фақатгина ўлчаш воситаларини даврий назорат қилиш натижаларига кўра юзага чиқиши мумкин. Кейинчалик айнан шундай рад этишлар қаралади. Метрологик рад этиш билан ўлчаш воситаларининг метрологик созлиги тушунчаси яқин боғланган. Ушбу тушунча сифатида ўлчаш воситасининг шундай ҳолати тушуниладики, бунда барча нормаланган метрологик характеристикалар ўрнатилган талабларга мувофиқ бўлади. Ўлчаш воситаларининг берилган вақт давомида маълум режим ва эксплуатация шароитларида метрологик характеристикаларнинг қийматларини саклаб қолиш қобилиятига метрологик ишончлилик дейилади. Замонавий ишончлилик назарияси иккита характерли ҳолатга: ишга яроқлилиги ва ишга яроқсизликка, эга бўлган ускуналарга йўналтирилган. Ўлчаш воситаларининг ишончилиги умумлашган тушунча бўлиб, ўз ичига барқарорлик, рад этмаслик, узок муддатли ишлаши, таъмирга яроқлилиги (тикланувчан ўлчаш воситалари учун) ва сакланувчанлигини олади.

Ўлчаш воситасининг барқарорлиги унинг сифат характеристикаси бўлиб унинг метрологик характеристикаларининг вақт бўйича ўзгармаслигини ифодалайди. У ҳатолар таксимоти қонунининг вақтга боғлиқ бўлган параметрлари билан тавсифланади. Метрологик ишончлилик ва барқарорлик ўлчаш воситаларнинг эскириш жараёнининг турли хоссалари бўлиб ҳисобланади. Барқарорлик ўлчаш воситалари метрологик хоссаларининг ўзгармаслигига оид кўпроқ маълумот элтали ва “ички” хосса бўлиб ҳисобланади. Ишончлилик эса аксинча “ташқи” хосса бўлиб ҳисобланади. Чунки, барқарорлик ва ўлчаш аниқлиги ҳолда йўл қўйиладиган қийматларга боғлиқ бўлади. Ўлчаш воситаларига таалукли бўлган рад этмаслик ҳолатини узлуксиз сақлашини билдиради. Ушбу хосса

иккита ҳолат билан характерланади: ишга қобилиятлилиқ ва ишга ярқисизлиқ. Аммо, мураккаб ўлчов тизимлари учун ҳолатлар соғни кўпроқ бўлиши ўринли бўлиши мумкин, чунки, ҳар қандай рад этиш ҳам улар функциясининг тўлиқ тўхташига олиб келмаслиги мумкин. Рад этиш тасодифий ҳодиса бўлиб ҳисобланади ва иш қобилиятининг бузилиши ёки иш қобилиятининг тўхташи билан боғлиқ бўлади. Бу эса рад этмаслик кўрсаткичларининг тасодифлик табиатини асослайди, уларнинг асосийси бўлиб ўлчаш воситасининг рад этмасдан ишлаш вақтининг тақсими бўлиб ҳисобланади.

Чидамлилиқ - ўлчаш воситасининг ҳоссаи бўлиб, ўзининг ишга ярқилиқ ҳолатини чегаравий ҳолат бўлгунча сақлаб қолишидир. Ўлчаш воситасининг ишга ярқилиғи эса унинг ҳолати бўлиб, бунда унинг метрологик характеристикалари нормаланган қийматларга мувофиқ бўлади. Ўлчаш воситасининг чегаравий ҳолати дейилганда, ушбу ҳолатда унинг қўлланишига йўл қўймаслиги тушунилади.

Метрологик рад этишдан кейин ўлчаш воситаси мос ҳолдаги ростлашлардан кейин йўл қўйиладиган диапазонларга қайтарилиши мумкин. Метрологик рад этиш турига қараб ростлашларни ўтказиш жараёни рад этиш турига конструкцияси ва қатор бошқа сабабларга қўра давомийли ёки қисқа давомли бўлиши мумкин. Шунинг учун ишончилиқ характеристикасига "таъмирга ярқилиқ" тушунчаси киритилган. Таъмирга ярқилиқ ўлчаш воситасининг ҳоссаи бўлиб, ушбу ҳосса рад этишларнинг аниқланиши, пайдо бўлиш сабабларини ҳамда техник хизмат кўратиш ва таъмирлаш орқали ишга ярқилиқлигини таъминлашга мувофиқлаштиради. Метрологик характеристикаларнинг ўзгариш жараёни ўлчаш воситаси иштатиладим ёки омборда сақланадими барибир узлуксиз равишда бўлади. Ўлчаш воситаларининг рад этмаслик кўрсаткичи, узок муддатлилиғи ва таъмирлашга ярқилиқ ҳоссаларининг сақлашдан кейинги ва транспортировка қилишда қийматларни сақлаб қолиш ҳоссаиға унинг сақланувчанлиғи дейилади.

Телекоммуникация узатиш тизимларида ишончилиқнинг кўп соғни кўрсаткичларидан фойдаланилади. Қуйида метрологик ишончилиқ назариясида қўлланилишини ишончилиқнинг асосий параметрларига оид маълумотлар ўз аксини топган. Метрологик ишончилиқ кўрсаткичларини билиш истъмолиға ўлчаш воситасидан оптимал фойдаланишни, таъмирлаш бўйича участкалар қувватини режалаштиришни, асбобларнинг резерв фонди ўлчамини, асосли равишда қиёслашлараро интервалларни ҳамда ўлчаш воситаларига техник хизмат кўрсатиш бўйича талбирларни ўтказиш имконини беради. Ўлчаш воситаларининг барқарорлиғи хато ортирмаси зичлигинини тақсимотини характерлайди.

$$\Lambda[\Lambda(t)] = \Delta_{\sigma, \sigma^2}(t) - \Lambda_{\sigma^2} \quad (3.1)$$

Рад этмаслик кўрсаткичларининг ичида рад этмаслик эхтимоллининг иши, ўрта ва рад этишгача бўлган гамма – процентли ишлаш ва рад этиш интенсивлиги каби кўрсаткичлар мавжуд. Ўлчаш воситасининг рад этмасдан ишлаш эхтимоллиги $P(t)$ бу t – вақт давомида нормалланган метрологик характеристикаларнинг йўл қўйиладиган чегаралардан ташқарига чиқмаслигининг эхтимоллигидир. Яъни, метрологик рад этиш рўй бермайди. Ўлчаш воситаси ишининг давомийлиги ишлаш деб, рад этишгача ишлаш деб эса – эксплуатация бошланганидан биринчи рад этишнинг пайдо бўлишигача бўлган ишнинг давомийлигига айтилади.

$P(t)$ эхтимоллик вақтнинг функцияси бўлиб ҳисобланади ва аналитик ёки жадвал ёки график кўринишда берилади. Масалан, агар рад этмасдан ишлаш эхтимоллиги 1000 соат давомида $P(t) = 0,97$ ташкил этса, бу ушбу турдаги кўп сонли ўлчаш воситаларининг ичидан 97% атрофидагилари 1000 соатдан кўп ишлайди.

$P(t)$ эхтимоллик ноҳдан биргача ўзгаради. У бирга қанча яқин бўлса, ўлчаш воситасининг рад этмасдан ишлаши шунча юқори бўлади. Амалиётда $P(t) \geq 0,9$ йўл қўйиладиган қиймат бўлиб ҳисобланади. Ўлчаш воситасининг 0 дан t гача бўлган интервалдаги рад этмасдан ишлаш эхтимоллиги ифодадан аниқланади.

$$P(t) = 1 - Q(t) = 1 - F(t) = 1 - \int_0^t p_H(t) dt = \int_0^t p_H(t) dt. \quad (3.2)$$

бу ерда $F(t)$, $p_H(t)$ - рад этишгача ишлашнинг интеграл ва дифференциал функцияси;

$Q(t)$ – рад этиш эхтимоллиги.

Рад этишгача бўлган ўртача ишлаш деб, ўлчаш воситаси ишлашнинг биринчи рад этишгача бўлган математик кутилмасига айтилади:

$$t_{sp} = \int_0^t t p_H(t) dt. \quad (3.3)$$

Рад этишгача бўлган гамма – процентли ишлан t_γ - бу шундай ишлашнинг давомида объектнинг рад этиши фойзларда ифодаланган γ эхтимоллик билан пайдо бўлмайди. γ ифодалан аниқланади:

$$P(t_\gamma) = 1 - F(t_\gamma) = 1 - \int_0^{t_\gamma} p_H(t) dt = \gamma \cdot 100. \quad (3.4)$$

$\gamma = 100\%$ бўлганда гамма – фойзли ишлаши ўрнатилган рад этилмаган ишлаши дейилади. $\gamma = 50\%$ бўлганда медиан ишлаши дейилади. Рад этишлар частотаси (интенсивлик) $\omega(t)$ қайта тикланмайдиган ўлчаш

воситаси рад этишининг юзага келиши эхтимоллигининг шартли зичлиги сифатида аникланиб, у қаралиётган вақт моменти учун фақат ушбу моментгача рад этиш юзага келмаган шартда бўлади.

$$\omega(t) = -\frac{1}{P(t)} \frac{\alpha P(t)}{dt} = \frac{P_H(t)}{P(t)} \Big/ \int_0^t P_H(t) dt. \quad (3.5)$$

t- вақт давомида рад этмасдан ишлаган ўлчаш воситаси вақтнинг охириги dt-оралиғида, $\omega(t)dt$ га тенг, рад этади. Рад этмасдан ишлаш эхтимоллиги, рад этишлар интенсивлиги билан қуйидагича ифодаланади:

$$P(t) = \exp\left[-\int_0^t \omega(t) dt\right]. \quad (3.6)$$

Ишончлилик назариясидан маълумки, аста-секинлик билан рад этишларда, уларга метрологик рад этишлар мансуб, рад этишга бўлган ишлашнинг тақсимланиш зичлиги қуйидаги тўртта конуннинг бири бўйича тақсимланади:

- экспоненциал
- нормал
- Вейбулл

У ёки бу конуннинг танланиши экспериментал тадқиқотлар асосида амалга оширилиши керак.

Нормал конунда

$$P_H(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-(t - T_{yp})^2 / (2\sigma^2)\right] \quad (3.7)$$

бу ерда, T_{yp} , σ - тақсимот параметрлари. Ушбу ҳолда

$$P(t) = 1 - \Phi\left[(t - T_{yp})/\sigma\right] \quad (3.8)$$

бу ерда, $\Phi(z)$ - Лаплас функцияси

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-(t - T_{yp})^2 / (2\sigma^2)\right] \Big/ \left[1 - \Phi\left[(t - T_{yp})/\sigma\right]\right]. \quad (3.9)$$

Ушбу ифодалардан фойдаланиш учун ўртача хизмат вақти T_{yp} ва унинг ўқч - σ ни билиш керак, улар экспериментал - ўлчаш воситасини ишончликка синаядиган аниқланади.

Узок муддатлиликнинг асосий кўрсаткичлари бўлиб ўрта ва гамма - фонзли хизмат муддатлари ва ресурслар ҳисобланади.

Хусусан хизмат муддати – бу ўлчаш воситаси ишининг календар давомийлиги, яъни, унинг эксплуатациясининг бошидан охириги – чегаравий ҳолатига ўтишигача бўлган давомийлиги. У йил-ларда ва ойларда ўлчанади.

Ўртача хизмат муддати деб, хизмат қилиш муддатининг математик кутилмасига айтилади.

$$\bar{T}_{xp} = \int_0^{\infty} t f_{xp}(t) dt. \quad (3.10)$$

бу ерда, $f_{xp}(t)$ – хизмат муддатининг зичлик тақсимоти. Гамма - фоизли хизмат муддати – бу ўлчаш воситаси эксплуатациясининг бошланишидан бўлган календар давомийлик бўлиб, ушбу давомийликда у чегаравий ҳолатга фоизларда ифодаланган γ - эҳтимоллик билан эришмайди ва ифодадан аникланади.

$$P(T_{xp, \gamma}) = 1 - \int_0^{T_{xp, \gamma}} f_{xp, \gamma}(t) dt = \frac{\gamma}{100}. \quad (3.11)$$

Ўлчаш воситалари учун ресурс номланган ишлаш бўлиб, у эксплуатация бошланишдан чегаравий ҳолатга ўтгунча бўлган ораликдир. Ресурс – ўлчаш воситаси ишлашининг захира имкониятидир. Ўрта ресурс деб, ресурснинг математик кутилмасига айтилади.

$$\bar{T}_p = \int_0^{\infty} t f_p(t) dt, \quad (3.12)$$

бу ерда, $f_p(t)$ - ресурс тақсимотининг зичлиги бўлиб, берилган турдаги ўлчаш воситасининг бирлашмаси учундир. Навбатдаги тушунча гамма-фоизли ресурсдир. Бу ишлаш бўлиб, унинг давомида ўлчаш воситаси ўзининг чегаравий (охириги) ҳолатига фоизларда ифодаланган γ - берилган эҳтимоллик билан эриша олмайди. У тенгламадан аникланади.

$$P(T_p, \gamma) = 1 - \int_0^{T_p, \gamma} f_p(t) dt = \frac{\gamma}{100}. \quad (3.13)$$

Асосий тушунчалардан яна бири хизмат (ўрта ёки гамма-фоизли) муддати бўлиб, эксплуатациянинг календарли давомийлиги бўйича эътиборни тортади. У ўзига ўлчаш воситасининг бевосита ишлаш вақтдан ташқари, омбордаги сақланиш вақти, ўчирилган ҳолатда бўлиши, транспортировкаси, таъмирланиши ва б.қ. олади. У нормаланганда йилларда бериллади. Ресурс - эса (ўрта ёки гамма фоизли) ускунанинг тоза ишлашини ифодалаб, ушбу уланган (ёқилган) ҳолда бўлади ва соатларда нормаланади. Телекоммуникация узатиш тизимларида қўлланиладиган ўлчаш воситасининг рад этмаслиги ва чидамлилигини характерловчи тайёрловчи

завод томонидан берилган кўрсаткичлар 3.1 – жадвалда келтирилган. Ушбу берилганларни таҳлил қилишда уларнинг йиғинди ишончлиликини (метрологик ва метрологик бўлмаган) характерлашини ёдда тутиш керак. Ундан ташқари ўлчаш воситасининг эксплуатациясида метрологик рад этишлар эксплуатациянинг давомийлиги йилида 60% дан ортиқроқни, тўрт йилдан ортиқроқ ишлаганда эса 96% ни ташкил этади. Шунинг учун келтирилган маълумотнинг аксарият қисми метрологик ишончликка таълуқлидир. Таъмирга яроқлилиқ кўрсаткичлари сифатида эҳтимоллик ва ўлчаш воситаси ишга яроқлилигининг ўрта вақтдан фойдаланилади. Ишга яроқлилиқни тиклашининг ўртача вақти деб тикланиш вақтининг математик қутилмасига айтилади ва у унинг тақсимот функциясида аниқланади. Ўлчаш воситаларининг сақланувчанлиги сақланувчанлик муддати билан яъни, унинг сақланиши ва транс портировка-лашнинг календар давомийлиги билан характерланади. Ушбу давомийлик ва ундан кейин ҳам рад этмаслик, чидамлилиқ ва таъмирга яроқлилиқ бўйича кўрсаткичлар қийматини ўрнатилган чегараларда сақланишини таъминлайди.

Сақланувчанлик кўрсаткичи бўлиб сақланувчанликнинг ўртача муддати ҳисобланади. яъни бир турдаги ўлчаш воситалари сақланиш муддатлари тақсимоли функциялари бўйича аниқланадиган математик қутилма ва гамма-фоизли сақланувчанлик муддати. Телекоммуникация узатиш тизимларида қўлланиладиган айрим ўлчаш воситаларининг сақланувчанликни характерловчи параметрлар 3.2 – жадвалда келтирилган.

Ўлчаш воситаларини метрологик жиҳатдан иш ҳолатида бўлишини таъминловчи шаклларида бири уларнинг қиёслашга тортилишидир. Ушбу метрологик тадбир метрология хизматлари томонидан бажарилади. Маълумки, қиёслаш, соҳавий қиёслаш ва таъмирлашга аккредитланган лабораториялар норматив ҳужжатлар асосида амалга оширилади. Қиёслашнинг даврийлиги ўлчаш воситаси ишончлилигига қўйиладиган талаблар билан мувофиқ бўлиши керак. Қиёслашни оптимал танланган вақт интервалларида ўтказиш зарур, бу интервал қиёслашлараро интерваллар дейилади.

3.1-жадвал.

Телекоммуникация узатиш тизимларида қўлланиладиган айрим ўлчаш воситаларининг рад этмаслик ва чидамлилигини характерловчи параметрлар

| Ўлчаш воситаси | Рад этишгача ўртача ишлаш, с (йил) | Ўртача (ва гамма-фоизли) ресурс, с | Ўртача (ва гамма-фоизли) хизмат муддати, йил |
|--|------------------------------------|------------------------------------|--|
| В1-9-вольтметрларини киёслаш курилмаси | 8250 (0,942) | 15000 | 10 |
| В7-16-универсал вольтметри | 1000 (0,114) | 500 | 7 |
| Г3-109-паст частотали генератор | 8000 (0,913) | 10000 ($\gamma=90\%$) | — |
| Г4-153-ю қори частотали генератор | 6000 (0,685) | 5000 | 10 |
| Г5-75-импульслар генератори | 5000 (0,571) | 10000 | 10 |
| 3.1-жадвални давоми. | | | |
| Е7-14 иммитанс ўлчлагичи | 7000 (0,799) | 10000 ($\gamma=90\%$) | 15 ($\gamma=90\%$) |
| С1-114/1-осциллограф77 | 5000 (0,571) | 10000 ($\gamma=95\%$) | 10 ($\gamma=80\%$) |
| С8-17-эслаб колувчи осциллограф | — | 1000 | 10 |
| С9-8-ракамли эслаб колувчи осциллограф | 6000 (0,685) | — | — |
| Ч3-32-частотамер | 1500 (0,171) | 5000 | 7 |
| Ч3-57-частотамер | 3000 (0,342) | 10000 | 10 |

Метрологик рад этиш моментининг кириб келишини факат киёслаш оркали аниқлаш мумкин бўлиб, киёслаш орасида рўй беришини аниқлаш имконини беради. Киёслашлараро интервал катталиги оптимал бўлиши керак. Чунки тез-тез ўтказиладиган киёслашлар моддий ва меҳнат харакатларга, киёслашларнинг кам ўтказитиши эса метрологик рад этишлар хисобига хатоларнинг ортишига олиб келади.

3.2-жадвал.

Телекоммуникация узатиш тизимларида қўлланиладиган ўлчаш воситалар и сакланувчанлигини характерловчи параметрлар

| Ўлчаш воситаси | Иситиладиган (иситилмайдиган) биноларда сакланувчанлик муддати, йил |
|--------------------------------|---|
| Б5-47 ўзгармас ток манбаи | $\gamma=90\%$ да 13 (5) |
| Г3-109 паст частота генератори | $\gamma=80\%$ да 10 |
| Е7-14 иммитанс ўлчлагичи | $\gamma=90\%$ да 10 (5) |
| С1-114/1 осциллограф | $\gamma=80\%$ да 10 (5) |

Қиёслашлараро интерваллар ўлчаш воситалари учун календар вақт ўрнатилди ва ўлчаш воситаларининг эскириши ҳисобига метрологик характеристикаларнинг ўзгариши ҳамда эксплуатациянинг интенсивлигига боғлиқ эмас. Қиёслашлараро интервал қийматларини қуйидаги қатордан танлаш тавсия этилади: 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 9; 12.

392

Метрологик характеристикаларнинг ўзгариши элементларнинг эскириши - эксплуатация интенсивлигига боғлиқ бўлган ўлчаш воситалари учун қиёслашлараро интервал ишлаш қийматларида белгиланади.

3.4. Телекоммуникациялар ўлчаш воситаларининг сертификатланиши

Сертификатлаштириш маҳсулотнинг юқори сифатини ва хавфсизлигини таъминлаш шакли сифатида халқаро миқёсда тан олинди. Сертификатлаштириш Ўзбекистонга “Маҳсулотлар ва хизматларни сертификатлаштириш тўғрисида”ги 1993 йилнинг 28-декабрида қабул қилинган қонунни орқали кириб келди. Қонунга мувофиқ, сертификатлаштириш мажбурий сертификатлаш-тириштириш керак бўлган маҳсулот ва хизматлар рўйхати орқали амалга оширилади. Дастлаб, бу рўйхат 1994 йилда Вазирлар Маҳкамасининг 409-сонли қарори билан, кейинчалик, Вазирлар Маҳкамасининг 2004 йилнинг 6-июлидаги 318-сонли қарори билан янги рўйхат амалга киритилди. Ушбу рўйхатда мувофиқлиги тайёрловчининг баёноти билан тасдиқланган маҳсулот турлари мавжуд. Қарорда, ундан ташқари, ўрнатилган тартибда мувофиқликни тасдиқлаш тизимини киритиш ва баёнотлаш тартиби тўғрисида талаблар мавжуд. Мажбурий сертификатлаштириш бўйича ташкилий ишлар Ўзстандарт (Ўзбекистон метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш) Агентлиги зиммасига юкланган. Мажбурий сертификатлаштириш катнашчилари бўлиб, Ўзстандарт агентлиги, сертификатлаштириш бўйича аккредитланган лабораториялар (марказлар), назорат органлари ҳамда бўјуртмачилар ва бошқа тайёрловчилар ҳисобланадилар.

Қонунда Ўзстандарт агентлиги ва бошқа сертификатловчи органларга бир турдаги маҳсулотларни сертификатлаштириш тизимини яратиш ҳуқуқи берилган. Қонун импортланган маҳсулотларни олиб кириш шартларини аниқлади. Ушбу маҳсулотлар сертификат ва мувофиқлик белгисига эга бўлиши керак. Қонун ихтиёрий сертификатлаштириш бўйича ҳам ҳуқуқий муносабатларни бошқаради.

“Маҳсулотлар ва хизматларни сертификатлаштириш тўғрисида”ги қонунда назорат ва текширув масалалари ҳам ўз счимиға эға. Эксперт-аудиторлар фаолияти аниқланган. Қонунда тортишувларни қараб чиқиш масалалари ҳам ифодаланган. апелляциян кенгаш вазиғалари аниқланган. жарималар ва уларнинг миқдори кўрсатиған.

“Истеъмолчиларнинг ҳуқуқларини ҳимоя қилиш тўғрисида” ва “Озик-овқат маҳсулотлари-нинг сифати ва хавфсизлиги тўғрисида”ги қонунлар ҳам сертификатлаштиришнинг асослари-дан ҳисобланади.

Замонавий телекоммуникация хизматларини жорий этиш ва тақдим этиш соҳасида давлат бошқаруви ва тартибга солиш ричаглари-дан биринчи телекоммуникация техник воситаларини (ТТВ) сертификатлаштириш ҳисобланади.

Телекоммуникация тармоқларида фойдаланиладиган ТТВ. шу жумладан, охириги (терминал) ускуна белгиланган стандартлар, техник шартлар ва қонун ҳужжатларига мос келадиган бошқа нормаларга мувофиқ сертификатлаштирилиши керак.

Ўзбекистон Республикаси сертификатлаштириш миллий тизими (Ўз СМТ) доирасида ТТВни сертификатлаштирилишини тақомиллаштириш мақсадида телекоммуникация техник воситаларини сертификатлаштириш тизими тузилган («Телекоммуникациялар» сертификатлаштириш тизими).

«Телекоммуникациялар» сертификатлаштириш тизими Ўзбекистон телекоммуникация тармоқларида фойдаланиладиган (сертификатлаштириш, декларация қилиш ва б.ш.к.) ТТВ мувофиқлигини тасдиқлаш бўйича ишларни ўтказиш учун мўлжалланган ва қуйидаги асосий мақсадларга эришиш учун йўналтирилган

- инсонларнинг ҳаёти, соғлиги ва уларнинг мулки учун хавfli бўлиши, шунингдек атроф-муҳитга зарар етказиши мумкин бўлган ТТВни сотиш ва қўллаш, сақлаш, монтаж қилиш ва эксплуатация қилиш мумкин эмас;

- фойдаланувчилар (жисмоний ва юридик шахслар)нинг амалдаги норматив ҳужжатлар талабларига жавоб бермайдиган техник параметрлари ва тавсифларига эга ТТВни харид қилишдан ҳимоя қилиш.

Телекоммуникациялар техник воситаларини сертификатлаштириш тизими 24.02.1999й. №12-201 тасдиқланган, қайд қилинган ва Ўзбекистон Республикасининг миллий тизимида амалга ошириш учун киритилган (қайдлов рақами NSS.US.10.NSO.002).

«Телекоммуникациялар» сертификатлаштириш тизими Ўзбекистон ҳудудида ишлаб чиқариладиган ҳамда бошқа давлатлардан келтирилатган ТТВ учун мувофиқликни тасдиқлашнинг ягона қоидалари ва тартибини назарда тутган

ТТВни сертификатлаштириш бўйича барча ишлар мажмуасини Ўзбекистон алоқа, ахборотлаштириш ва коммуникацияларни ривожлантириш агентлигининг UNICON.UZ маркази қошида белгиланган тартибда аккредитация-ланган Телекоммуникация техник воситаларини сертификатлаштириш идораси амалга оширади.

ТТВни сертификатлаштиришнинг асосий процедуралари Ўз СМТ ва белгиланган тартибда «Ўзстандарт» агентлигида рўйхатга олинган Телекоммуникация техник воситаларини сертификатлаштириш тизимининг норматив ҳужжатлари билан тартибга солинган.

ТТВ СИ ташкилий-бошқарув ҳужжатларида талабгор томонидан ариза берилишидан бошлаб ва унга мувофиқлик сертификати берилишигача ТТВни сертификатлаштирилиш процедураларини бажариш коидалари, ўтказиш тартиби ва регламенти белгиланган, шунингдек, Мустақил давлатлар ҳамдўстлигининг (МДХ) иштирокчи - давлатлар ҳудудида тайёрланган ва уларнинг Сертификатлаштириш миллий тизимларида белгиланган коидалари бўйича сертификатлаштирилган, шунингдек, узоқ хориж давлатларидан олиб кириладиган, агар улар билан ўзаро тан олиш тўғрисида битим тузилган бўлса, ТТВ мувофиқлик сертификатларини тан олиш тартиби белгиланган. Кичик ва ўрта бизнес субъектлари учун қулай шароитлар яратиш, истеъмолчилар ҳуқуқларини ҳимоя қилишни таъминлаш мақсадида Вазирлар Маҳкамасининг 2004 йил 06 июлдаги «Маҳсулотни сертификатлаштириш процедурасини осонлаштириш бўйича қўшимча чоратadbирлар тўғрисида»ги 318-сон қарорининг талабларига мувофиқ ТТВни сертификатлаш-тиришни ўтказиш процедуралари қайта кўриб чиқилган.

ТТВнинг хавфсизлиги, мослашувчанлиги ва сифати бўйича талабларнинг текширувини UNICON.UZ марказида аккредитацияланган Телекоммуникация техник воситаларини сертификатлаштириш синов маркази (ТТВ ССМ) амалга оширади. Марказда қуйидаги синаш лабораториялари мавжуд: 1. СЛ-01. Рақамли коммутация тизимлари ва абонент терминал қурилмалари; 2. СЛ-02. Телекоммуникациянинг радиотехник воситалари; 3. СЛ-03. Рақамли узатиш тизимлари ва алоқа кабеллари.

ТТВни сертификатлаштириш барча процедураларининг ижобий натижаларида талабгорга белгиланган намунадагидек мувофиқлик сертификати топширилади. Берилган мувофиқлик сертификати талабгор (тайёрловчи, сотувчи)га сертификатлаш-тирилган ТТВнинг рекламаси ва сотилишсини амалга ошириш ҳуқуқини беради.

Қуйидагилар сертификатлаштиришнинг ҳуқуқий ва меъёрий асосларини ташкил қилади:

- Ўзбекистон Республикасининг “Маҳсулот ва хизматларни сертификатлаштириш тўғрисида”ги Қонуни;

- Ўзбекистон Республикасининг “Озик-овқат маҳсулотларининг сифати ва хавфсизлиги тўғрисида”ги Қонуни;

- Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 1994 йил 12 августдаги 409-сонли “Сертификатланиш мажбурий бўлган маҳсулотлар рўйхатини, сертификатлаштиришни ўтказиш тартибини, Ўзбекистон Республикаси ҳудудига хавфсиз эканини тасдиқлаш талаб қилинувчи товарларни олиб кириш ва ўз ҳудудидан олиб чиқиш тартибларини тасдиқлаш ҳақида”ги қарори;

- Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2002 йил 3 октябрдаги 342-сонли “Маҳсулот ва хизматларни стандартлаштириш,

метрологияси ва сертификатлаштиришни такомиллаштиришга доир чора-тадбирлар тўғрисида”ги қарори:

- Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2002 йил 5 декабрдаги 427-сонли “Ўзбекистон Республикасига истеъмол товарларини олиб киришни такомиллаштириш бўйича чора-тадбирларни татбиқ этиш ҳақида”ги қарори;

- Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2004 йил 6 июлдаги 318-сонли “Махсулотларни сертификатлаштириш тартиботини соддалаштиришга доир қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги қарори;

- Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2004 йил 5 августдаги 373-сонли “Махсулотлар ва хизматларнинг стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш тизимини такомиллаштириш соҳа-тадбирлари тўғрисида” қарори.

Сертификатлаштириш миллий тизимининг асосланувчи меъёрий ҳужжатлари

4. ЎЛЧОВ СИГНАЛЛАРИНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАРИ ВА ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИНИНГ КЛАССИФИКАЦИЯСИ

4.1. Ўлчов сигналлари тўғрисида умумий тушунчалар

Дастлаб, сигнал тушунчасини ёритиб оламиз.

Воқеа, ҳодиса ёки нарса ҳақидаги маълумот – ахборотни моддий ташувчи ҳар қандай физик катталик сигнал деб аталади.

Радиоэлектрон қурilmалар уларни электр токи, кучланиши ёки қув вати кўринишида ифодаланадиган электр тебранишларига айлантириб боради. Шунга кўра бундай тебранишларни ифодалаш сигнали – видеосигналлар деб аталади. Видеосигналлар бевосита ёки юқори частотали тебранишга айлантирилган (модуляцияланган), узатилиши мумкин. Юқори частотали модуляцияланган сигналлар–радиосигнал, қолганлари эса, бошқарувчи сигнал дейилади.

Ҳар қандай электр тебранишлар ҳам сигнал бўлавермайди. Масалан, тургун ҳолатдаги ўзгарувчан ток сигнал эмас, чунки унинг амплитудаси, частотаси ёки фазасининг вақт бўйича ўзгариш қонуни – функцияси аниқ бўлиб, ҳеч қандай ахборотга эга эмас. Демак, сигнал вақт бўйича тасодифий қонун бўйича ўзгарадиган функция орқали ифодаланадиган катталикдир.

Сигналлар, оғалда аниқланган (маълум) ва тасодифий сигналларга ажратилади.

Ўзгариши вақт бўйича аналитик функция кўринишида ифодаланиши мумкин бўлган сигналлар аналитик аниқланган сигнал деб, акс ҳолда эса, тасодифий сигнал деб юритилади. Аниқланган сигналларга ток кучи,

кучланиш. электр заряди ва бошқаларнинг гармоник ёки импульс кўринишидаги ўзгариши мисол бўлади. Чунки бунда уларнинг шакли, катталиги вақт бўйича аниқ қонун бўйича ўзгаради. Нутқ, мусиқа, телеграф белгилари ва бошқаларни ифодалайдиган электр тебранишлари тасодифий сигналлардир.

Сигналлар даврий ва даврий эмас – узлукли бўлади. Агар сигналнинг $f(t) = f(t+mT)$ функцияси $-\infty \leq t \leq \infty$ ораликда узлуксиз ўзгарса (T – давр, m – ихтиёрий бутун сон), бундай сигнал даврий сигнал дейилади, акс ҳолда, у даврий бўлмайди. Соф гармоник қонун бўйича ўзгарадиган аниқланган сигнал монохроматик сигнал деб аталади.

Сигналлар узлуксиз – даврий ва узлукли – дискрет сигналларга бўлинади. Қиёсий сигналларга микрофонга нутқ таъсир этган вақтда ҳосил бўладиган токнинг узлуксиз ўзгаришини, дискрет сигналга эса, маълум вақт ораликларида узатиладиган импульслар кетма-кетлигини кўрсатиш мумкин.

Сигналларни узатишда уларни вақт оралиги ёки амплитуда кийматлари бўйича бўлақларга ажратиш даражалашдан фойдаланилади. Ҳам вақт, ҳам киймат бўйича сатҳларга ажратилган (даражаланган) дискрет сигнал рақамли сигнал деб аталади.

Сигналнинг ҳар бир тури жуда кўп физик катталиклар – параметрлар орқали характерланади. Улардан энг асосийлари бўлиб импульснинг давом этиш вақти, динамик диапазон ва спектр кенлиги ҳисобланади.

Маълумки, ҳар бир сигнал вақт бўйича содир бўладиган бирор жараёни ифодалайди. Шунинг учун унинг бошланиш ва тугаш вақти мавжуд. Сигналнинг таъсири мавжуд бўлган вақт оралиги сигналнинг давом этиш вақти деб аталади.

Сигнал оний қувватининг энг катта кийматини унинг энг кичик кийматига нисбати динамик диапазон дейилади. Учинчи параметр спектр кенлиги – сигналнинг ўзгариш тезлигини характерловчи катталиқдир. У сигнал ташкил этувчиларининг частотага боғлиқ ўзгариши ифодалайдиган спектрал функция деган катталиқдан аниқланади. Спектр кенлиги сигнал узатиладиган занжирнинг ўтказиш полосасини танлаш учун хизмат қилади.

Сигнал реал радиоэлектрон қурилмадан ўтишда албатта ўзгаришга учрайди. Натижада қурилманинг чиқишидан олинган ахборот бошланғич кийматидан фарқ қилади. Бунинг сабаби, бир томондан, радиоэлектрон қурилма киритадиган бузилишлар бўлса, иккинчи томондан, сигналга бўлган зарарли таъсирлардир. Фойдали сигналга қўшилиб унинг қабул қилинишини қийинлаштирадиган ҳар қандай зарарли таъсир ҳалакит деб аталади.

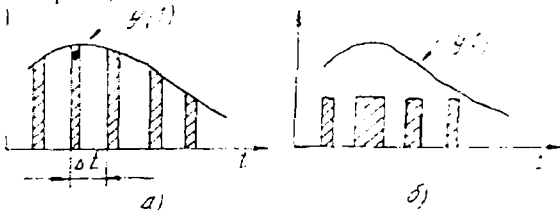
Ҳалакитга қўшни радиостанцияларнинг таъсири, атмосферадаги электр жараёнлари (чакмоқ), саноат ва транспорт электр тармоқларидаги ток кучининг кескин ўзгаришлари, радиоэлектрон қурилма элементларидаги ток кучи ва кучланишнинг ўртача кийматдан четлашиши – флюктуациялар киради.

Флюктуациялардан ҳосил бўладиган ҳалакитлар тасодифий функциялар орқали ифодаланadi ва эҳтимоллик назарияси усуллари (таксимот функцияси, корреляция функцияси, дисперсия ва бошқалар) орқали текширилади.

Шуни айтиш керакки, электр тебраниши бир ҳолда фойдали сигнал, иккинчи ҳолда эса, ҳалакит бўлиши мумкин. Унинг қандай бўлиши кўрилаётган хусусий ҳол билан белгиланади.

Радиотехник система орқали информация, узлуксиз ёки узлукли сигнал кўринишида узатилиши мумкин. Узлуксиз сигналда информация миқдори чексиз, дискрет сигналда эса чекли бўлади. Уларнинг алоқа системасидан ўтишида информация йўқолиши бир хил бўлмайди. Узлуксиз сигнал информациясининг йўқолиши узлукли сигналникидан етарлича кўп бўлади. Ҳатто узлуксиз сигнал аввал узлукли сигналга айлантирилиб, сўнгга узатилса ҳам информация йўқолиши узлуксиз сигнал узатилгандагидан камроқ бўлар экан. Шунинг учун информация узатишда сигналнинг узлукли ҳолидан кенг фойдаланилади.

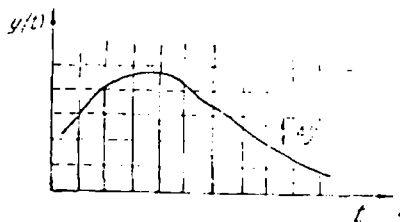
Узлуксиз сигнал икки хил – вақт ёки сатҳ бўйича узлукли сигналга айлантирилади. Узлуксиз сигнални вақт бўйича узлукли бўлақларга ажратиб узатишда Δt вақт оралиғи бир хил қилиб олинганда бўлақчалар – импульсларнинг амплитудалари турли қийматли, амплитуда сатҳлари бир хил қилиб олинганда эса, вақт оралиқлари турлича катталikka эга бўлади (4.1-расм).



4.1-расм. Сигнални вақт бўйича узлукли сигналга айлантириш:
 а – амплитуда ўзгарувчан, б – вақт оралиғи ўзгарувчан.

Бу икки ҳол ўзаро эквивалентдир, чунки ҳар бир ажратилган импульс бўлагининг юзалари ўзаро тенг бўлади.

Сигнални амплитуда қиймати бўйича сатҳларга ажратиб бўлақлаш квантлаш деб аталади. Бунда бир-бирдан ажратилган бўлақлар квантлаш даражасини (шкаласини) ҳосил қилади. Даражаларни ҳар бир бўлақ оралиғи квантлаш қадами деб аталади (4.2-расм).



4.2-расм. Амплитуда сатҳи бўйича бўлақларга ажратиш.

Квантлашда сигналнинг катталиги унга яқин тақрибий кийматларга ажратилади. Шунинг учун ҳар бир бўлақ ўзининг ҳақиқий кийматидан фарқ қилади. Бу фарқ квантлаш ҳалакити ёки квантлаш шовкини деб юритилади.

Сигнални вақт бўйича узлукли қилиб узатиш радиоалока системасининг узатиш қобилиятини оширса, амплитуда сатҳи бўйича сигнални узлукли дискрет сигналга айлантириш натижасида махсус сигнал рақамли сигнал ҳосил қилинади. Бунинг учун сигналнинг ҳар бир бўлағи бинар сон – қўш сон «0» ёки «1» рақамлари билан белгиланади. Масалан, мусбат кутбلى кучланиш «1» билан белгиланса, манфий кутблиси «0» деб белгиланади; сигнал частотасининг бир киймати «1» деб олинса, иккинчиси «0» деб белгиланади ва х. к. Микроэлектрониканинг ривожланиши интеграл микросхемаларда рақамли сигналлардан кенг фойдаланиш имкониятини яратмоқда.

Сигнални дискретлаштиришда Δt вақт оралиғини қандай танлаш лозимлиги Котельников теоремаси орқали белгиланади. Бу теоремага биноан қискартирилган спектрли сигнал ($\omega < \omega_m$) ўзининг $\Delta t = \frac{1}{2f_m}$ га тенг вақт оралиқларида олинган кийматлари орқали тўлиқ ифодаланади. Бунинг маъноси шуки, узатилиши керак бўлган $y(t)$ сигнал спектри ω_m юқори частота билан чегараланган бўлса, унинг барча кийматларини узатиш шарт эмас. Қабул қилиш жойида бошланғич сигнални тиклаш учун $y(t)$ сигналнинг Δt вақт оралиқларида узатилган оний кийматларини қабул қилиш етарли бўлади.

Ҳар бир электр занжири ўзининг ўтказиш соҳасига эга. Идеал занжир учун сигналнинг спектрал функцияси ўтказиш соҳасидан ташқарида нолга тенг бўлади ($S(\omega) = 0$). Шунга биноан Фурье интеграл қискартирилган спектрли сигнал учун қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$y(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\Omega}^{\Omega} \dot{S}(\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega \quad (4.1)$$

Ундаги $\dot{S}(\omega)\Omega$ нинг ўзгариш интервали учун куйидаги каторга тенг.

$$\dot{S}(\omega) = \frac{1}{2} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \dot{C}_n \cdot e^{-jn\frac{\pi}{\Omega}\omega} \quad (4.2)$$

Бунда

$$\dot{C}_n = \frac{1}{\Omega} \int_{-\infty}^{\infty} \dot{S}(\omega) \cdot e^{-jn\frac{\pi\omega}{\Omega} d\omega} \quad (4.3)$$

Агар (4.9) ва (4.11) ифодаларни ўзаро солиштирсак,

$$\dot{C}_n = \frac{2\pi}{2\Omega} \cdot y(-n\frac{\pi}{\Omega}) = \Delta t \cdot y(-n\Delta t) \quad (4.4)$$

экани кўринади. Бунда

$$\Delta t = \frac{\pi}{\Omega} = \frac{1}{2f_m} \quad (4.5)$$

Агар (4.2) ифодани (4.1) формулага қўйиб, математик алмаштиришлар ўтказилса, сигналнинг кискартирилган спектри учун куйидаги ифода ҳосил бўлади:

$$y(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} y(n\Delta t) \frac{\sin 2\pi f_m(t - n\Delta t)}{2\pi f_m(t - n\Delta t)} \quad (4.6)$$

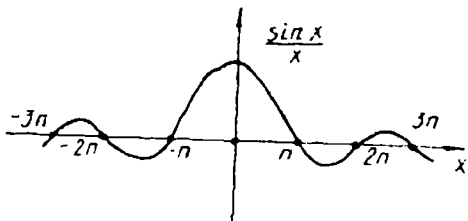
Бу ифода спектри кискартирилган ($\Omega = 2\pi f_m$) $y(t)$ функцияли сигнални аниқлаш учун унинг ўзаро тенг $\Delta t = \frac{\pi}{\Omega} = \frac{1}{2f_m}$ вақт оралиқларида олинган кийматларини билиш етарли эканини кўрсатади.

Демак, $y(t)$ функциянинг ҳисоб олинган нуқталаридаги $y(n\Delta t)$ киймати вақт оралиқлари орасида $\frac{\sin x}{x}$ кўринишдаги конун бўйича ўзгарар

экан. $\frac{\sin x}{x}$ ифода $t_1 = n\frac{\pi}{\Omega}$ нуқталарда 1 га, t_{1-k} кийматларида эса, 0 га тенг бўлгани учун y функциянинг ҳисоб олиш нуқталаридаги кийматига таъсир этмайди. чунки t_1 нуқталарда (4.6) катор фақат битта ташкил этувчига эга бўлади.

Шундай қилиб, бирор занжирнинг чиқишида узлукли қилиб узатишган сигнални тиклаш учун унинг турли вақт моментларида олинган

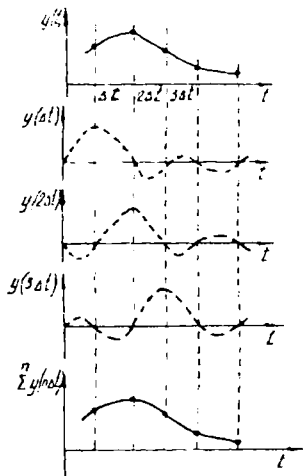
кийматларидан ташқари $\frac{\sin x}{x}$ кўринишдаги функциясини ҳам билиш керак (4.3-рasm).



4.3-рasm. $\frac{\sin x}{x}$ функциясининг графиги.

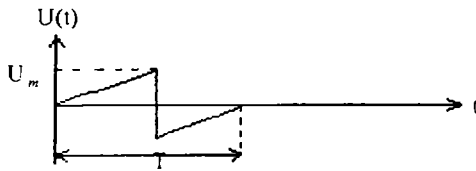
4.4-рasmда ўтказиш соҳасининг юқори чегараси f_m га тенг бўлган идеал занжирдан давом этиш вақти танланган Δt вақтлардан етарлича кичик бўлган тўғри бурчакли импульслар кетма-кетлиги ўтишида ҳосил бўладиган $\frac{\sin x}{x}$ функциялар кўрсатилган. Уларни жамлаш натижасида $y(t)$ функция тикланади.

Котельников теоремаси информация узатишнинг телеметрия, алоқа системалари каби жуда кўп соҳаларида кенг қўлланилади.

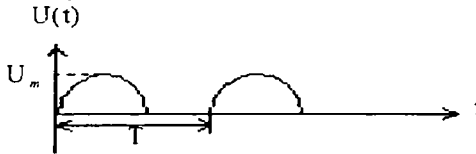


4.4-рasm. $y(t)$ функцияни дискрет кийматлар орқали тиклаш. Сигналлар ва уларни характерловчи параметрларни келтириб ўтамыз.

1. Аррасимон шакли



2. Импульс шакли



Юқорида келтирилган сигнал шакллари ўз кучланишига эга бўлиб, куйида уларни характерловчи параметрларни келтирамиз. Кучланиш параметрлари куйидагилардир:

- Оний қиймат.
- Ўрта қиймат.
- Ўрта тўғриланган қиймат.
- Ўрта квадратик қиймат.
- Амплитуда қиймати.

Кучланиш параметрларига доир таъриф ва тушунчаларни келтириш мумкин:

Кучланишнинг оний қиймати – бу қаралаётган вақт momentiдаги қиймат бўлиб, электрон ва рақамли осциллографлар ёрдамида ўлчанади.

$$U_1 = U_m \sin \omega t \quad (4.7)$$

Кучланишнинг ўрта қиймати бу давр давомидаги оний қийматларнинг ўрта арифметигидир.

$$U_{\text{ср}} = \frac{1}{T} \int_0^T U(t) dt \quad (4.8)$$

Кучланишнинг ўрта тўғриланган қиймати - бу давр давомидаги абсолют оний қийматларнинг ўрта арифметигига тенг бўлган қийматдир. Бу қиймат чизикли вольтметр билан ўлчанади.

$$U_{\text{ср1}} = \frac{1}{T} \int_0^T U(t) dt \quad (4.9)$$

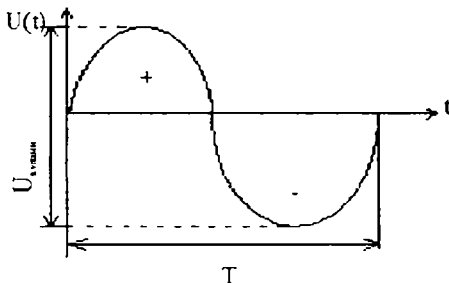
Кучланишнинг ўрта квадратик (эски адабиётларда таъсир этувчи ёки

эффeктив киймат деб талкин килинган) киймати бу – ўрта кийматнинг давр давомидаги квадратидан олинган мусбат квадрат илдиздир.

$$U_{\text{ўр кв}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} \quad (4.10)$$

бу киймат квадратли вольтметр асосида ўлчанади.

Кучланишнинг амплитуда (тик) киймати – бу барча оний кийматлар, яъни, тебранишларнинг “+” ёки “-” ярим даврлари ичдаги максималидир. У кучланиш кўлами деб юритилади.



4.5 расм. Кучланиш кўлами.

Юқорида келтирилган параметрлар бир-бири билан ўзаро учта коэффициент билан боғланган:

–амплитуда (K_a) коэффициенти:

шакл (K_m) коэффициенти:

–ўртачалаш ($K_{\text{ўр}}$) коэффициенти:

Масалан: Синуссимон сигнал шакли учун бу коэффициентлар:

$$K_a = 1.41 \quad K_m = 1.11 \quad K_{\text{ўр}} = 1.57$$

Кучланишнинг асосий шакллари учун маълумотлар 4.1-жадвалда келтирилган.

4.1-жадвал.

Сигналнинг асосий шакллари, параметрлари ва коэффициентлари бўйича

| СИГНАЛ ТИПИ | График тасвир | U_{10} | $U_{10\%}$ | $U_{1-0.01}$ | K_1 | K_2 | $K_{0.99}$ |
|-------------------|---------------|----------------------|---------------------------|------------------------|------------|------------|------------|
| Гармоник | | 0 | $0.63 \frac{U_m}{\omega}$ | $0.707 U_m$ | 1.41 | 1.11 | 1.07 |
| Ишқирқоқ импульс | | $\frac{U_m}{\omega}$ | $\frac{U_m}{\omega}$ | $\frac{U_m}{\omega}$ | $\sqrt{2}$ | $\sqrt{2}$ | 0 |
| Менара | | 0 | U_m | U_m | 1 | 1 | |
| Узғарма | | $0.5 U_m$ | $0.5 U_m$ | $0.5 \sqrt{2} U_m$ | 1.73 | 1.16 | 1 |
| Агрессив | | $0.5 U_m$ | $0.5 U_m$ | $0.5 \sqrt{2} U_m$ | 1.73 | 1.16 | 2 |
| Ишқирқоқ | | $0.318 U_m$ | $0.318 U_m$ | $0.5 U_m$ | 2 | 1.57 | 1.14 |
| Ўзгаришсиз сигнал | | $\frac{U_m}{\omega}$ | $\frac{U_m}{\omega}$ | $\frac{U_m}{\omega}$ | | | |
| Тролени | | $0.5 U_m$ | $0.5 U_m$ | $\frac{U_m}{\sqrt{2}}$ | | | |

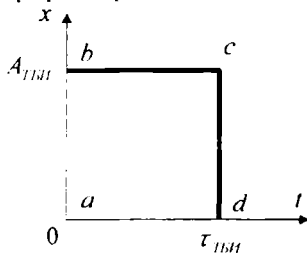
маълумотлар.

4.2. Ўлчов сигналларининг математик моделлари

Куйида ўлчаш техникасида кўпроқ қўлланиладиган ўлчов сигналларининг моделларининг график ва аналитик ифодаланишига доир таҳлилни келтирамыз.

1. Тўғри бурчакли импульс.

График ифодаланиши



Аналитик ифодаланиши

$$x(t) = \begin{cases} 0; & t < 0 \\ A_{TBI}; & 0 \leq t \leq \tau_{TBI} \\ 0; & t > \tau_{TBI} \end{cases}$$

4.6-расм. Тўғри бурчакли

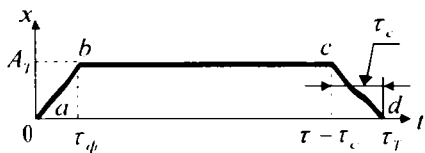
импульс

τ_{TBI} - тўғри бурчакли импульс (ТБИ) давомийлиги; A_{TBI} - тўғри бурчакли импульснинг пик қиймати; ab - кесма ТБИ fronti; bc - ТБИ нинг

учи: cd - ТБИ нинг тушиши.

2. Трапециясимон импульс.

График ифодаланиши



4.7-расм.
импульс

Трапециясимон

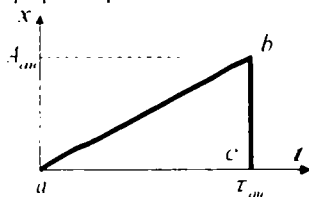
Аналитик ифодаланиши

$$x(t) = \begin{cases} A_t \frac{t}{\tau_\phi}; & 0 \leq t \leq \tau_\phi \\ A_t; & \tau_\phi \leq t \leq \tau - \tau_c \\ A_t \left(1 - \frac{t - \tau_\phi + \tau_c}{\tau_c} \right) & \\ \tau - \tau_c \leq t \leq \tau_t \\ 0; & t \geq \tau_t \end{cases}$$

A_t - трапециясимон импульснинг пик киймати; τ_t - трапециясимон импульснинг давомийлиги; τ_ϕ - трапециясимон импульс fronti давомийлиги; τ_c - трапециясимон импульс кесмасининг давомийлиги.

3. Аррасимон импульс.

График ифодаланиши



4.8-расм. Аррасимон импульс

$A_{ам}$ - аррасимон импульснинг пик киймати;

$\tau_{ам}$ - аррасимон импульс давомийлиги;

ab - аррасимон импульснинг тўғри йўли;

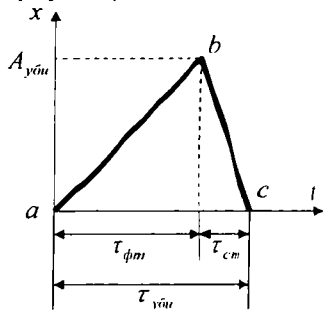
bc - тескари йўли.

Аналитик ифодаланиши

$$x(t) = \begin{cases} 0; & t < 0 \\ \frac{A_{ам} t}{\tau_{ам}}; & 0 \leq t \leq \tau_{ам} \\ 0; & t > \tau_{ам} \end{cases}$$

4. Учбурчакли импульс.

График ифодаланиши



Аналитик ифодаланиши

$$x(t) = \begin{cases} 0; & t < 0 \\ \frac{A_{ybu} t}{\tau}; & 0 \leq t \leq \tau_{fm} \\ A_{ybu} \left(1 - \frac{t - \tau_{fm}}{\tau_{cm}} \right) & \tau_{fm} \leq t \leq \tau_{ybu} \\ 0; & t > \tau_{ybu} \end{cases}$$

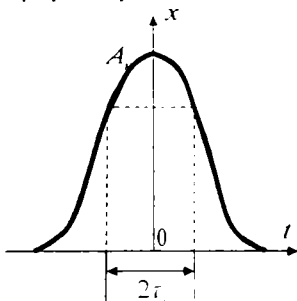
4.9-расм. Учбурчакли импульс

ab – кесма учбурчакли импульснинг fronti дейилади;

bc – учбурчакли импульснинг тушиши дейилади.

5. Кўнғироксимон импульс.

График ифодаланиши



Аналитик ифодаланиши

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

4.10-расм. Кўнғироксимон

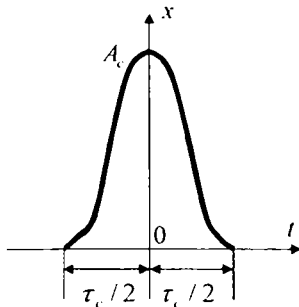
импульс

A_k - кўнғироксимон импульснинг пик киймати;

$2\tau_k$ - кўнғироксимон импульс эгилтиш нукталари орасидаги вақт интервали ($0.606 A_k$ даражаси бўйича ҳам аниқланади).

6. Косинус квадратли импульс.

График ифодаланиши



Аналитик ифодаланиши

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

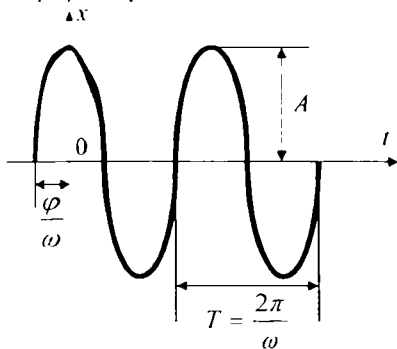
4.1.1-расм. Косинус квадратли импульс

A_c - косинус квадратли импульснинг пик киймати;

τ_c - косинус квадратли импульс давомийлиги (τ_c параметр киймати A_c даражаси бўйича ҳам аникланади).

7. Гармоник сигнал.

График ифодаланиши



Аналитик ифодаланиши

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$$

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

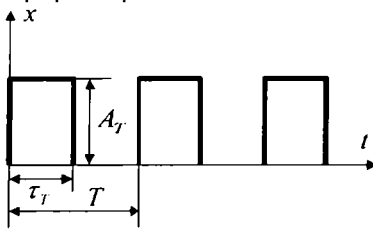
4.1.2-расм. Гармоник сигнал

A - гармоник сигналнинг амплитудаси;

ω - до иравий частота;

φ - бошлангич фаза.

8. Тўғри бурчакли импульсларнинг даврий кетма-кетлиги.



$$x(t) = \begin{cases} A_T; & kT \leq t \leq kT + \tau_T \\ 0; & kT + \tau_T < t < kT \end{cases}$$

T/τ_T нисбати ўтказувчанликка мойиллик, унга тескари бўлган катталиқ эса тўлдириш коэффициентини дейилади. $T/\tau_T = 2$ бўлганда, импульсларнинг даврий кетма-кетлиги меандр дейилади.

Амалиётда реал ўлчов сигналларининг шакли унинг моделдан фаркланади. Ўлчашларни режалаштириш ва ўтказишда ушбу фаркланиш эътиборга олиниши лозим. Сигналларни шакллантириш ва турли ўзгартиришларда улар шаклида бузилишлар пайдо бўлади. Шунинг учун, идеал сигналларни уларнинг қабул қилинган моделларига мос равишда шакллантиришга ҳар доим ҳам эришиб бўлавермайди. Масалан, импульс fronti давомийлигини нолга тенг қилиб шакллантириб бўлмайди. Реал аппаратурада кераксиз сизимлар мавжуд бўлади, шунга кўра кучланиш ва вақт орасида идеал чизикли боғлиқтик шакллантириш мумкин эмас. Сигналлар кучайтирилганда чизикли, фазавий ва ночизикли бузилишлар пайдо бўлади. Сигналлар ушбу бузилишларга турлича реакция билдиради. Мисол тариқасида частотавий бузилишлар (юкори ва қуйи частоталар соҳасида частотавий характеристикаларнинг тушиши ёки кўтарилиши) импульслар шаклини сезиларли бузиши, лекин бундай ҳолларда гармоник сигнал шакли умуман ўзгармаслиги мумкин. Айнан, бир вақтда ночизикли бузилишлар (сигналнинг чекланиши) тўғри бурчақли импульс шаклига таъсир кўрсатмаслиги, ammo, гармоник сигналга эса таъсир кўрсатиши мумкин. Юкорида келтирилганларга қарамадан ўлчов сигналларининг бузилишларга берилувчанлиги уларнинг камчилиги бўлиб ҳисобланмайди. Аксинча, ўлчашларни бажаришда ўлчов сигналлари шаклининг ўзгариши бўйича тадқиқ қилинаётган объект характеристикалари муҳокама қилинади.

Ўлчов сигналларининг параметрларини математик моделлари асосида метрологик таҳлил

Дастлаб элементар сигналларнинг математик моделларини таҳлил қиламиз. Метрологияда ўлчов сигналлари

$$Y = f(X, A, B, C, \dots).$$

кўринишидаги математик моделлар билан тавсифланади. Бу ерда Y -

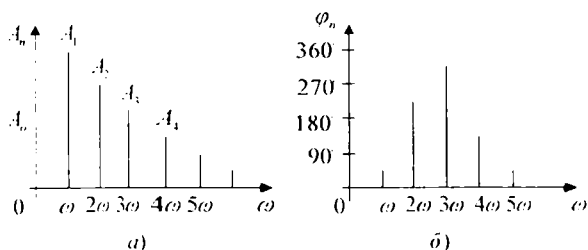
сигналнинг асосий информатив параметри: X - сигналнинг боғлиқ бўлмаган аргументи; A, B, C - сигнал параметрлари.

Боғлиқ бўлмаган аргументнинг турига қараб сигналлар вақтли ($x=t$) ва частотали ($x=\omega$) математик моделлар билан тавсифланади. Модел шакли ечиладиган масаланинг конкрет шартларига боғлиқ ҳолда танланади. Вақт соҳасида маълум математик функциялар $f(t, A, B, C, \dots)$ қўлланилиб сигнал ўзгаришини аниқ тавсифлайди ва A, B, C ва бошқа параметрлардан бири ўлчанаётган параметрга боғлиқ бўлади. Сигнални вақт кўринишида тақдимот этилиши энергия, қувват ва сигнал давомийлиги каби муҳим характеристикаларни осон аниқлаш имконини беради. Сигналларни вақтли тафсилоти билан бир қаторда спектрал (частотали) ифодаланишидан кенг фойдаланилади. Сигналларни узатиш ва уларга ишлов бериш жараёнида ушбу тақдимот алоҳида рол ўйнайди, чунки, бунда фойдаланиладиган аппаратура параметрлари аниқланади. Частотавий тақдимот $Y(\omega)$ сигналнинг Фурье ўзгартришларига асосланади.

$$Y = A_0 + \sum_{n=1}^k A_n \cos(n\omega t + \varphi_n). \quad (4.11)$$

бу ерда A_n - доимий ташкил этувчи; A_n, φ_n - n -инчи гармониканинг амплитуда ва фазаси.

$A_n(\omega)$ ва $\varphi_n(\omega)$ тўплам қийматлари амплитуда ва фазавий спектрларни ташкил қилиб ушбу спектрлар $Y(t)$ сигнал ҳосасини частотавий соҳада характерлайди. Бундай спектр чизиксимон ёки дискрет спектр дейилади. Даврий сигнал спектрини ифодалашнинг турли шакллари турли ифодалар ёрдамида аниқланиши мумкин. Айрим детерминалланган даврий сигнал учун характерли бўлган амплитудавий ва фазавий дискрет спектрлар кўриниши 4.13 -расмда келтирилган.



4.13-расм. Амплитуда ва фаза дискрет спектрлар

Сигнал даврини кетма-кет орттириб боришда (чексизликкача бўлган чегарада) спектрни ёнма-ён частотавий ташкил этувчиларининг фарқи жуда

кам бўлиб колганлиги сабабли дискрет спектр узлуксиз спектрга айланиб қолади.

Нодаврий бўлган $Y(t)$ сигналнинг узлуксиз спектрини тавсифлаш учун $S(\omega)$ спектрал функциясидан фойдаланилади. Ушбу $|S(\omega)|$ – бўлган спектрал функциянинг модули кўпинча спектр деб, $\arg S(\omega)$ – эса спектрал функциянинг аргументи деб номланади.

Спектрал функцияси Фурье интегралли ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} Y(t)e^{-j\omega t} dt = |S(\omega)|e^{-j\arg S(\omega)} = \operatorname{Re}\{S(\omega)\} - j\operatorname{Im}\{S(\omega)\} \quad (4.12)$$

бу ерда, $\operatorname{Re}\{S(\omega)\}$ ва $\operatorname{Im}\{S(\omega)\}$ – спектрал функциянинг хақиқий ва мавҳум қисми:

$$\operatorname{Re}\{S(\omega)\} = \int_{-\infty}^{+\infty} Y(t)\cos\omega t dt; \quad \operatorname{Im}\{S(\omega)\} = \int_{-\infty}^{+\infty} Y(t)\sin\omega t dt. \quad (4.13)$$

Спектрал функциянинг модули ва аргументи мос ҳолда ифодалар билан аниқланади:

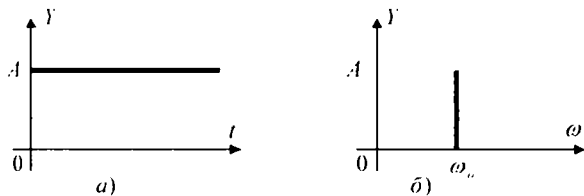
$$|S(\omega)| = \sqrt{\operatorname{Re}^2[S(\omega)] + \operatorname{Im}^2[S(\omega)]}; \quad (4.14)$$

$$\arg S(\omega) = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{Im}\{S(\omega)\}}{\operatorname{Re}\{S(\omega)\}}. \quad (4.15)$$

$S(\omega)$ спектрал функция комплекс катталиқ бўлиб, спектр амплитуда ва фаза тўғрисидаги ахборотни ўзида сақловчи комплекс катталиқ ҳисобланади ва комплекс спектр деб номланади. $S(\omega)$ -функция модули амплитудалар спектри бўлиб ҳисобланиб, бевосита амплитудани эмас, унинг спектрал зичлигини ифодалайди. Сигнални спектрал тарзда ифодалаш унинг частотавий диапазонини яъни, чегаравий частоталарни, улар орасидаги барча ёқил асосий, энг юқори амплитудаларга эга бўлган сигнални гармоник ташкил этувчиларига эга бўлган, баҳолаш имкониятини беради. Частотавий диапазон сигналнинг муҳим характеристикаси бўлиб ҳисобланади, ҳамда ўлчаш воситасининг зарурий ўтказиш соҳасини аниқлаб, талаб қилинган аниқликда сигнални узатиш учун хизмат қилади. Элементар ўлчов сигналларига вазн бўйича ўзгармас бўлган, ҳамда ягона ва синуссимон функциялар ва дельта функция билан тавсифланувчи сигналларни киритиш мумкин.

Доимий (ўзгармас) сигнал элементар сигналлар ичидаги энг оддийси бўлиб, $Y=A$ математик модел билан тавсифланади, бу ерда, A – сигналнинг

ягона параметри. 4.14-расмда ўзгармас сигналнинг вақтли ва частотавий графиклари келтирилган.



4.14-расм. Ўзгармас сигнал вақтли (а) ва частотавий (б) графиклари.

Баъзан, Хевисайд функцияси деб номланган бирлик функция тенглама билан ифодаланади.

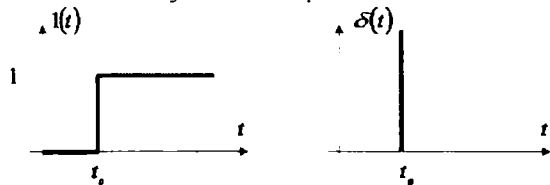
$$l(t - t_0) = \begin{cases} 0, & t < t_0; \\ 1, & t \geq t_0. \end{cases} \quad (4.16)$$

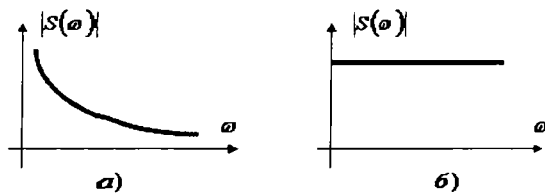
Ушбу функция ягона параметрга эга - t_0 - вақт momenti. Унинг вақтли ва частотавий моделлари 4.15. а-расмда ифодаланган.

Дельта функция тенглама билан тавсифланади.

$$\delta(t - t_0) = \begin{cases} 0, & t \neq t_0; \\ \infty, & t = t_0. \end{cases} \quad (4.17)$$

Ушбу функция ҳам ягона параметрга - t_0 - вақт momentига эга. Дельта функция $\delta(t)$ нинг вақтли-частотавий моделларининг графиклари 4.15 б - расмда келтирилган. улардан кўриниб турибдики. дельта-функция чексиз кенгликка эга бўлган спектрга эга.





4.15-расм. Бирлик (а) дельта-функциялар (б) моделларнинг графикалари.

Дельта-функция куйидаги хоссаларга эга:

$$\int_{-x}^x \delta(t - t_0) dt = \int_{t_0 - \varepsilon}^{t_0 + \varepsilon} \delta(t - t_0) dt, \quad (4.18)$$

бу ерда, ε - ихтиёрый кичик сон. У бир параметрли узлуксиз функциялар оиласининг чегаравий функцияси сифатида қаралиши мумкин, масалан, чексиз кичик ўртақкватратик четланишга эга бўлган (σ) нормал тақсимотли функция сифатида:

$$\delta(t - t_0) = \lim_{\sigma \rightarrow 0} \frac{\exp\left[-\frac{(t - t_0)^2}{2\sigma^2}\right]}{\sigma\sqrt{2\pi}}. \quad (4.19)$$

Бирлик ва дельта функция бир-бири билан куйидаги ифодалар билан боғланган:

119

$$1(t - t_0) = \int_0^t \delta(t - t_0) dt, \quad \delta(t - t_0) = \frac{d[1(t - t_0)]}{dt}. \quad (4.20)$$

Дельта-функциянинг муҳим хусусияти бўлиб строёловчи таъсири ҳисобланади ва у тенглама билан тавсифланади.

$$\int_{-\infty}^{\infty} x(t) \delta(t - t_0) dt = x(t_0). \quad (4.21)$$

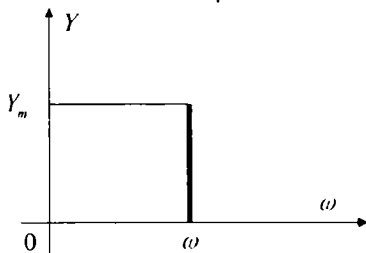
У дискретланиш одими Δt - бўлган вақт бўйича дискретланган функцияни ифодалаш учун фойдаланилади.

$$x_n(t) = \sum_{n=1}^N x(n\Delta t) \delta(t - n\Delta t). \quad (4.22)$$

Гармоник сигнал тенглама билан тавсифланади:

$$Y(t) = Y_m \sin(\omega t + \varphi) = Y_m \sin(2\pi/T + \varphi). \quad (4.23)$$

Бундай сигналнинг параметрлари бўлиб: Y_m – амплитуда, T – давр (ёки частота $f=1/T$, ёки ω -доиравий частота) ва φ – бошланғич фаза ҳисобланади.



4.16-расм. Гармоник сигнал спектри.

Қуйида, мураккаб бўлган ўлчов сигналларининг математик моделларини таҳлил қилишга доир маълумотларни келтирамиз. Маълумки, ўлчаш воситаларида турли шаклдаги кўп сонли ўлчов сигналларидан фойдаланилади. Улардан амажётда кўп қўлланиладиганларини қараб чиқамиз.

Дастлаб, тўғрибурчакли импульсларнинг математик моделларини таҳлиллаймиз. Тўғрибурчакли якка идеал импульс (4.17-а расм) тенглама билан тавсифланади.

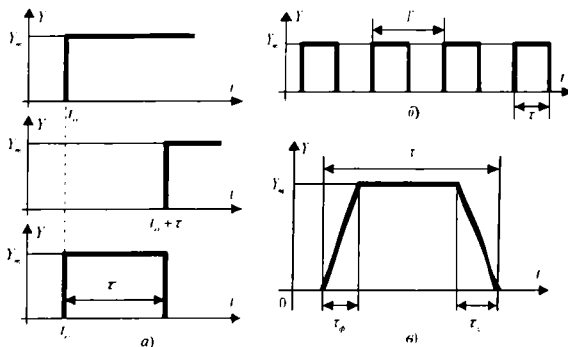
$$Y(t) = Y_m [1(t - t_0) - 1(t - t_0 - \tau)] \quad (4.24)$$

яъни, у иккита вақт бўйича τ импульс давомийлигига тенг бўлган катталikka сурилган бирлик функцияларнинг фарқи сифатида шаклланади.

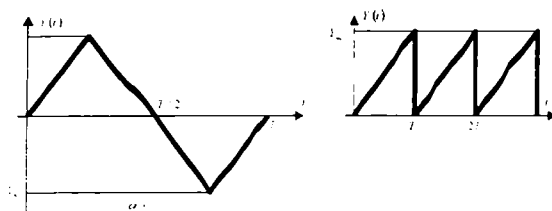
Тўғрибурчакли импульслар кетма-кетлиги якка импульслар йингиндисидир:

$$Y(t) = \sum_{k=0} Y_m [1(t - kT) - 1(t - kT - \tau)] \quad (4.25)$$

Уни тавсифлаш учун учта параметрни билиш керак: Y_m -амплитуда, τ -давомийлик ва T -даврни (4.17, б-расм).



4.17-расм. Идеал тўғрибурчакли импульсни (а), тўғрибурчакли импульслар кетма-кетлигини (б) ва трапециясимон импульсларни (в) шакллантириш.



4.18-расм. Ишораси алмашадиган чизикли (а) ва бир қутбли чизикли ўзгарувчан (аррасимон) (б) сигналлар.

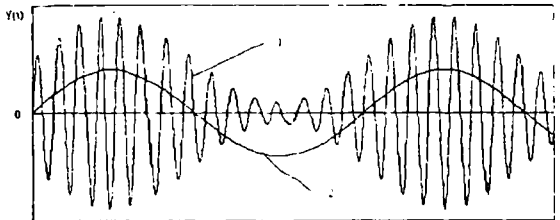
Тўғрибурчакли импульс даврини унинг давомийлигига бўлган нисбати ўтказувчанликка мойиллик, унга тескари бўлган катталиқ эса тўлдириш коэффиценти дейилади. Ўтказувчанликка мойиллик иккига тенг бўлса, импульслар кетма-кетлиги меандр деб аталади (4.17. б-расмга қаралсин). Амалийда идеал тўғрибурчакли импульслар учрамайди. Реал импульсларда сигнални нолинчи қийматдан амплитуда қиймати гача (ва тескари) ҳар доим якуний (охирги) давомийликка эга бўлади. яъни. T_f - фронт ва T_n - пасайиш (4.17. в-расм). Шунга кўра, реал импульсларда трапециясимон шакл бўлади. Трапециясимон импульс реал импульсларнинг идеаллаштирилиши бўлиб ҳисобланади ва нисбаган мураккаб шаклга эга бўлади. Навбатдаги сигнал тур. бу чизикли участкаларга эга бўлган сигналлар. Ўлчаш техникаси воситаларини қуришда чизикли участкага эга бўлган даврий сигналлар кенг қўлланилмоқда. Энг аввало, улар чизикли ишораси ўзгарувчан ва чизикли ўзгарувчан бир қутбли сигналлардир (4.18-расм). Чизикли ишораси ўзгарувчан сигнал тенглама билан берилди

$$Y(t) = \begin{cases} 4Y_m t/T & t \in [0; T/4] \text{ бўлганда,} \\ 4Y_m (T/4 - t)/T + Y_m & t \in [T/4; 3T/4] \text{ бўлганда,} \\ 4Y_m (t - 3T/4)/T - Y_m & t \in [3T/4; 2T] \text{ бўлганда.} \end{cases} \quad (4.26)$$

Аррасимон сигнал

$$Y(t) = Y_m \frac{t}{T}, \quad t \in [0; T] \text{ бўлганда.} \quad (4.27)$$

Модуляцияланган сигналлар тўғрисидаги маълумотларни қараб чиқамиз. Иккита ёки ундан ортиқ сигналларнинг ўзаро таъсирлашуви натижасидаги сигналлар модуляцияланган, яъни, модуляция сигналлари дейилади. Модуляция - $X(t)$ ўлчов сигнаlining $Y(t)$ стационар сигналнинг қандайдир параметрига ўзаро таъсири.



4.19-расм. Амплитуда-модуляцияланган (1) ва модуляцияловчи (2) сигналлар.

Элтувчи деб номланган стационар сигнал сифатида синуссимон (гармоник) тебраниш ёки импульслар кетма-кетлиги танланади.

$$Y(t) = Y_m \sin(\omega_m t + \varphi_m) \quad (4.28)$$

Модуляцияга нисбатан тесқари бўлган физик жараён демодуляция ёки детектирлаш дейилади. Демодуляциянинг максади — имкон даражасида $X(t)$ — модуляцияланган сигналда мавжуд бўлган ахборотни тўлиқ тиклашдир. Модуляция тури ва детектирлаш усули ахборотни узатиш аниқлигига қўйиладиган талаблар билан аниқланади. Нисбатан оддий модуляцияланган сигнал бўлиб, амплитуда модуляцияланган сигнал ҳисобланади ва унда амплитуда-модуляцияланган сигналда ўлчов ахборот синуссимон сигнал элтувчисининг амплитудасида бўлади (4.19-расм).

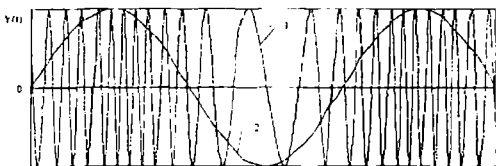
Амплитуда модуляцияланган сигналларқуйидаги ифода билан тавсифланади.

$$Y(t) = Y_m \left[1 + m \frac{X(t)}{X_m} \right] \sin(\omega_o t + \varphi_o), \quad (4.29)$$

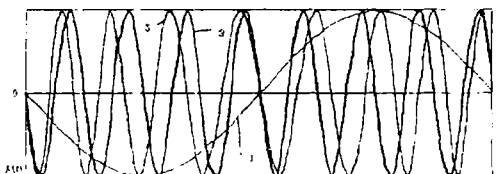
бу ерда, m амплитудавий модуляция чуқурлиги (хар доим бирдан кам). Частотавий модуляцияда (4.20-расм) ўлчов ахбороти модуляцияланган сигнал частотасида бўлади, яъни,

$$\omega(t) = \omega_o + \Delta\omega \frac{X(t)}{X_m}, \quad (4.30)$$

бу ерда, $\Delta\omega$ - модуляцияланган сигнал частотасининг энг катта ўзгариши. яъни, модуляцияланган сигнал амплитудасига пропорционал бўлган частота девиацияси.



4.20-расм. Частота-модуляцияланган (1) ва модуляцияловчи (2) сигналлар.

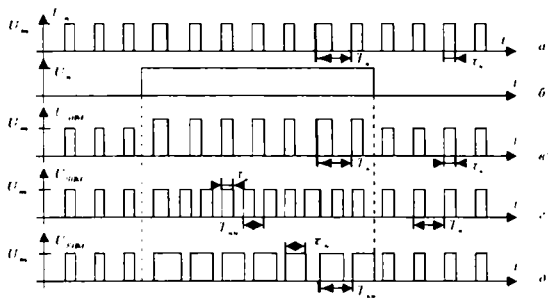


4.21-расм. Модуляцияловчи (1), фаза модуляцияланган (2) ва таянч (3) сигналлар.

Фазавий модуляцияда, $X(t)$ модуляцияланувчи сигнал элтувчи тебраниш фазасига таъсир кўрсатади:

$$Y(t) = Y_m \sin \left\{ \omega_c t + \varphi_c \left[1 + m_\phi \frac{X(t)}{X_m} \right] \right\}, \quad (4.31)$$

бу ерда m_ϕ – фазавий модуляция коэффиценти.



4.22-расм. Тўғрибурчакли импульслар кетма-кетлигининг элтувчилари (а), модуляцияловчи (б), амплитуда-модуляцияланган (в), частота-модуляцияланган (г) ва кенг модуляцияланган (д) сигналлар.

Детектрлашда модуляцияланувчи сигнални тиклаш учун модуляцияланувчи сигнал, таянч сигнали деб ном олган сигнал керак бўлади. Ушбу сигналга нисбатан модуляцияланувчи сигнал фазасининг ўзгариши кузатилади. Модуляцияловчи, модуляцияланувчи ва таянч сигналлар 3.21-расмда кўрсатилган. Агар модуляцияланувчи сигнал бўлиб тўғри бурчакли импульслар кетма-кетлиги бўлса, у ҳолда модуляциянинг уч хил кўриниши бўлиши мумкин (4.22-расм):

- амплитуда импульсли (АИМ);
- частота-импульсли (ЧИМ);
- кенг-импульсли (КИМ).

Бунда ўлчов ахборотини элтувчи бўлиб мос ҳолда амплитуда, частота ва импульс лавомийлиги ҳисобланади.

4.3. Сигнал шакллари ва характерловчи параметрлар

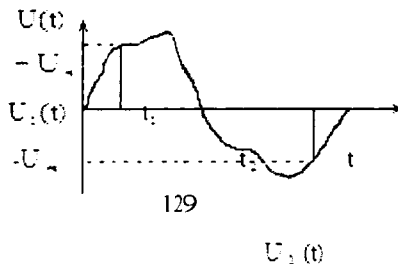
Ток ва кучланишнинг ўлчанадиган электр сигналлари шакли ва турли параметрлар билан характерланади. Сигнал шакли дейилганда олий кийматнинг вақтга боғлиқ функцияси тушунилади.

$$U(t) = U_m \cdot \sin \omega t$$

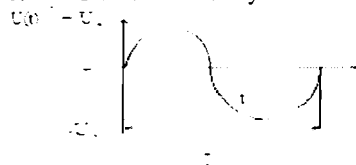
$$U_1(t) = U_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_{1.})$$

$$U_2(t) = U_m \cdot \cos(\omega t + \varphi_{2.})$$

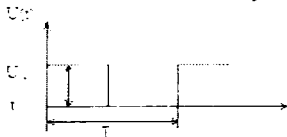
Сигнал шакли турлича бўлиши мумкин. Ушбу шаклларни кўриб чиқамиз.



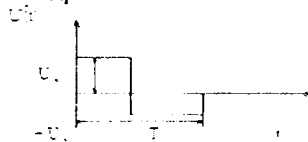
1. Сигналнинг синуссимон шакли.



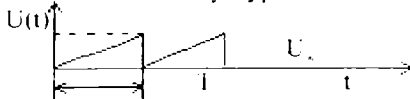
2. Сигналнинг импульслар кетма-кетлиги шакли.



3. Сигналнинг меандр шакли



4. Сигналнинг учбурчак шакли

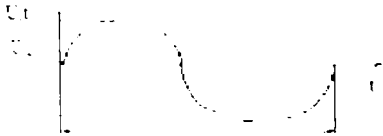
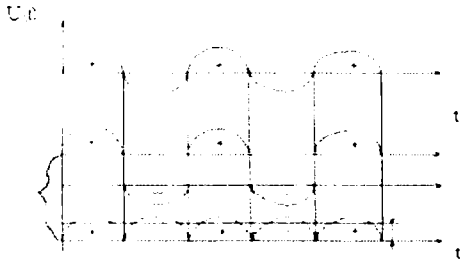


5. Сигналнинг адрасимон шакли



6. Импульси

U(t)



4.4. Ўлчов сигналларнинг классификацияси ва ўлчов сигналларига халақитларнинг таъсири

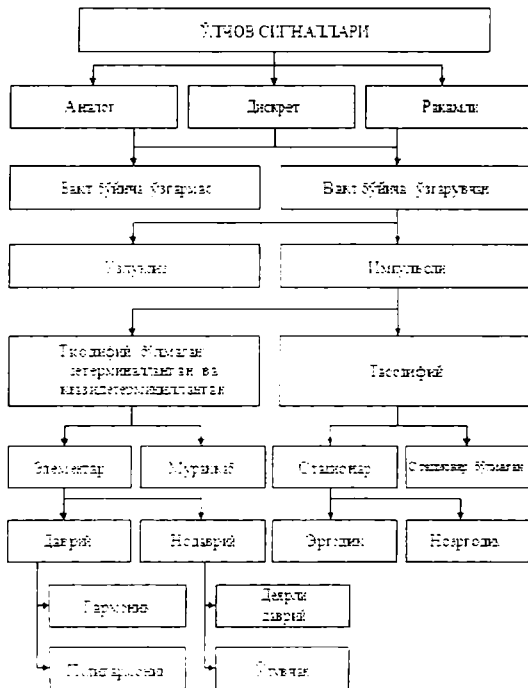
Маълумки, ўлчов сигнали - бу ўлчанаётган катталиқ тўғрисида миқдорий ахборотга эга бўлган сигналдир. Ўлчов сигналлари турлича бўлади. Уларнинг турли белгилари бўйича классификацияси 2.5-расмда келтирилган. Ўлчов сигналлари ахборотли ва вақт параметрларини ўлчаш характерига кўра аналог, дискрет ва рақамли сигналларга бўлинади.

Аналог сигнал - бу узлуксиз ёки бўлакли узлуксиз $Y_a(t)$ функция билан ифодаланадиган сигнал бўлиб, ушбу функциянинг ўзи ва унинг аргументи t берилган $Y \in (Y_{\min}; Y_{\max})$ ва $t \in (t_{\min}; t_{\max})$ (4.23-расм) интервалларда ихтиёрий қийматни қабул қилиши мумкин.

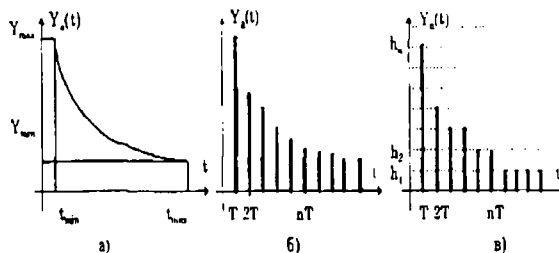
Дискрет сигнал - бу вақт ёки сатҳ бўйича ўзгарувчан сигналдир. Дастлабки ҳолда $y(nT)$ вақтнинг дискрет моментларида, бу ерда $T = \text{const}$ - дискретланиш (даври) интервали, $n = 0; 1; 2; \dots$ - бутун $Y_n(nT) \in (Y_{\min}; Y_{\max})$ ихтиёрий сонлар бўлиб танланма ёки сонлар дейилади. Бундай сигналлар

(. 4.23 б-расм) панжаравий функциялар билан тавсифланади. Иккинчи холда $Y_a(t)$ сигналнинг киймати вақтнинг $t \in (t_{\min}; t_{\max})$ ихтиёрий моментида мавжуд бўлади, бироқ улар $h_i = nq$, q -квантга қаррали бўлган чегараланган қатор қийматларини қабул қилиши мумкин.

Рақамли сигналлар – сатҳ бўйича квантланган ва вақт бўйича дискретли $Y_n(nt)$ бўлиб, квантланган панжаравий функциялар билан (квантланган кетма-кетли) тавсифланиб nT -вақт моментининг дискрет охириги қаторида h_1, h_2, \dots, h_n (4.23, в-расм) квантланиш даражаларида дискрет қийматларни қабул қилади.



4.23-расм. УЎЧОВ сигналларининг классификацияси



4.24-рasm. Аналог (а), дискрет (вакт бўйича) (б) ва ракамли (в) ўлчов сигналлари.

Вакт бўйича ўзгариш характериға кўра сигналлар ўзгармас сигналларға ва вакт бўйича киймати ўзгарадиган, яъни ўзгарувчан сигналларға бўлинади. Ўзгармас сигналлар ўлчов сигналларининг оддий шаклларидан бири бўлиб ҳисобланади. Ўзгарувчан сигналлар вакт бўйича узлуксиз ва импульсли бўлиши мумкин. Параметрлари узлуксиз равишда ўзгарадиган сигналлар узлуксиз сигналлар дейилади. Импульсли сигнал – бу вақтнинг чегараланган интервалида нолдан сезиларли фаркланадиган энергияли ва тизимдаги ўтиш жараёнини яқунланиш вақти билан ўлчаб бўладиган ва унга таъсир кўрсатиши мўлжалланган сигналдир. Априор ахборотнинг мавжудлик даражасига кўра ўлчов сигналлари детерминалланган, квазидетерминалланган ва тасодикий сигналларға бўлинади.

Детерминалланган сигнал – бу ўзгариш қозуни маълум бўлган, модели эса номаълум параметрға эға бўлган сигналдир. Детерминалланган сигналнинг оний киймати вақтнинг ихтиёрий моментида маълум бўлади. Детерминалланган (маълум аниқлик даражасида) бўлиб ўлчовлар чиқишидаги сигналлар ҳисобланади. Масалан, паст частотали синуссимон сигнал генераторининг чиқишидаги сигнал амплитуда ва частотанинг кийматлари билан характерланади, ушбу кийматлар унинг бошқарув органларига ўрнатилган бўлади. Ушбу параметрларнинг ўрнатилиш хатолари генераторнинг метрологик характеристикалари билан аниқланади. Квази детерминал сигналлар – бу вакт бўйича қисман ўзгариш характериға эға бўлган сигналлардир, яъни, бир ёки бир нечта номаълум параметрлидир. Ушбу сигналлар метрология жихатидан қизиқарлидир. Кўплаб сигналлар квази детерминал сигналлар деб ҳисобланади. Детерминалланган ва квазидетерминалланган сигналлар элементлар, яъни оддий математик ифодалар билан тавсифланадиган ва мураккаб сигналларға бўлинади. Элементар функцияларға доимий ва гармоник сигналларни ҳамда ягона ва дельта-функция билан тавсифланадиган сигналларни киритиш мумкин. Мураккаб сигналларға импульсли ва модуляцияланган сигналлар таалуқли.

Сигналлар даврий ва нодаврий бўлиши мумкин. Нодаврий сигналлар деярли даврий бўлган ва ўтувчан сигналларга бўлинади. Ўтувчан сигналлар физик тизимлардаги ўтувчан жараёнларни тавсифлайди. Оний қиймати ўзгармас (доимий) вақт интервали орқали такрорланадиган сигнал – даврий дейилади. T – давр сигнал параметри бўлиб вақтнинг шундай энг кичик интервалига тенг бўлади. Даврий сигналнинг f -частотаси – даврга тескари бўлган катталиқдир. Даврий сигнал спектри билан характерланади. Спектрнинг учта кўриниши мавжуд:

- комплексли – дискрет аргументнинг комплекс функцияси;
- амплитудали – дискрет аргумент функцияси бўлиб, даврий сигналнинг комплекс спектри модулини ўзида ифодалайди;
- фазавий – дискрет аргумент функцияси бўлиб, даврий сигнал комплекс спектрининг аргументини ўзида ифодалайди.

Даврий сигнал катор гармоникаларга эга. Гармоника – амплитуда ва бошланғич фазали гармоник сигнал бўлиб, аргументнинг айрим кий матларида даврий сигналнинг амплитуда ва фазавий спектрининг кий матларига мувофик бўлади. Даврий сигнал спектрида юкори гармоникаларнинг мавжудлиги микдоран гармоника коэффиценти билан тавсифланади, ҳамда ушбу даврий сигнал шаклининг гармоник (синусоидал) сигналдан фарқини билдиради. Даврий сигналлар гармоник, яъни битта гармоникага эга ва поли гармоник бўлиб уларнинг спектри кўпплаб гармоник ташкил этувчилардан ташкил топган бўлади. Гармоник сигналларга синус ва косинус функцияларини тавсифловчи сигналлар таалуклидир. Қолган барча сигналлар полигармоник сигналлар бўлиб хисобланади. Тасодифий сигнал – бу вақт бўйича ўзгарадиган катталиқ бўлиб, унинг оний қиймати тасодифий катталиқ бўлиб хисобланади.

Ўлчаш воситаларидаги ўлчов сигналлари камдан-кам ҳолларда соф ҳолатда мавжуд бўлади. Амалда, ҳар доим уларга ҳалакитлар илашади. Одатда, ҳалакит дейилганда, ўлчов сигнали билан бир жинсли бўлган ҳамда у билан бир вақтда таъсир килувчи сигнал тушунилади. Ҳалакитнинг мавжудлиги ўлчаш хатолигига олиб келади. Ушбу ҳалакитларни катор белгилари бўйича классификациялаш мумкин. Намоён бўлиш ўрнига кўра ҳалакитларни ички ва ташқи ҳалакитларга бўлиш мумкин. Ташқи ҳалакитлар табиатдаги жараёнлар ва турли техник қурилмаларнинг ишлаши туфайли пайдо бўлади. Техник қурилмалар индустриал ҳалакитларни пайдо килади. Ички ҳалакитлар эса, ўлчаш воситасининг ишлашидаги ички жараёнлар сабабли пайдо бўлади. Частотавий спектрининг кўринишига кўра ҳалакитлар ок ва алвон шовқинларга бўлинади. Ок шовқиннинг спектрал ташкил этувчилари частота диапазони бўйича текис тақсимланган. Алвон шовқиннинг частота декадасига тўғри келадиган спектрал қуввати доимийдир. Асосий хоссаларига кўра ҳалакитларни уч турга бўлиш мумкин:

- флукуацион;
- мужассамланган;

- импульсли.

Флукуацио н халакитлар кўпинча шовкин деб номланади. Масалан, ўлчов-электрон кучайтиргичларнинг ички шовкини. Агар, флукуацион халакитнинг спектрал зичлиги ўлчаш воситасининг соҳа ўтказувчанлиги чегарасида ўзгармас бўлса, у жолда ушбу халакит турининг ўлчаш натижасига бўлган таъсирини камайтириш мумкин, бунда, халакит ок шовкин характерига эга бўлади. Агар халакитларнинг асосий куввати частоталар диапазонининг айрим участкаларида мужассамланган ва ўлчаш воситасининг соҳа ўтказувчанлигидан кичик бўлса, бундай халакитларга мужассамланган халакитлар дейилади. Ўлчаш воситаларининг ўлчаш занжирларида пайдо бўладиган частотаси 50 Гц бўлган саноат тармоғидан ўтувчи халакитлар мужассамланган халакитларга мисол бўлади. Ўлчов сигнали билан бир жинсли бўлган доимий ва хаотик импульсли сигналлар кетма-кетлигига импульсли халакитлар дейилади. Бундай халакитларнинг манбаалари бўлиб ўлчаш воситаларининг рақамли ва коммутацияловчи элементлари бўлиб хисобланади. Халакитлар таъсирида ўлчаш хатолари пайдо бўлганлиги сабабли ушбу халакитларнинг таъсири камайтирилади ёки бартараф этилади. Кўпгина электр халакитларни экранлаш ва ўлчаш воситасини ерга улаш орқали йўқотиш мумкин.

4.5. Ўлчаш воситаларининг классификацияси

Ўлчаш воситалари турли белгиларга кўра классификацияланади:

- бажарадиган метрологик функциясига кўра: эталонлар, намунавий асбоблар, ишчи асбоблар;
- ўлчашлар характерига, ўлчанадиган катталикларнинг тури, асосий бажарадиган функциялари, техник характеристикаларининг мажмуаси. Кичик гуруҳлар, кўринишлари, турлари:
 - аниқлиги: аниқлик синфи: (К: 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6.);
 - эксплуатация шароити: 1, 2, 3, 4, 5 гуруҳлар;
 - частота диапазони: паст частотали, юкори частотали;
 - иш тамойили: аналог, рақамли;
 - ўлчаш усули: бевосита баҳолаш, солиштириш;
 - ўлчов ахборотини такдим этиш усулига кўра;
 - хисоб усули: бевосита хисоблаш, бошқариладиган хисобли;
 - кайд килиш усули: ўзи ёзар, чиқарувчи;
 - конструктив хусусиятлари: кўчма, стационар;
 - жорий кийматли, интегралловчи, жамловчи ва бошқалар.

Ўлчаш воситалари ўлчанадиган катталик характерига кўра кичик гуруҳларга, асосий бажарадиган функциясига кўра - хилларга, техник характеристикаларининг мажмуаси ва ишлаб чиқарилишининг кетма-

кетлигига кўра – турларга бўлинади. Ҳар бир турдаги асбобларга моделнинг тартиб раками берилади.

Ўлчаш воситаларини классификациялаш куйидаги кичик гуруҳлар ва асбоб хилларини назарда тутди:

А – ток кучини ўлчайдиган асбоблар:

A1 – амперметрларни қиёслаш асбоблари ёки қурилмалар;

A2 – ўзгармас ток амперметрлари;

A3 – ўзгарувчан кучланиш амперметрлари;

A7 – универсал амперметрлар;

A9 – ток ўзгарткичлари.

В – кучланишни ўлчаш асбоблари:

B1 – вольтметрларни қиёслаш асбоблари ёки қурилмалар;

B2 – ўзгармас ток вольтметрлари;

B3 – ўзгарувчан ток вольтметрлари;

B4 – импульсли ток вольтметрлари;

B5 – фазасезувчан вольтметрлар;

B6 – селектив вольтметрлар;

B7 – универсал вольтметрлар;

B8 – кучланишлар фарқи ва нисбати ўлчагичлари;

B9 – кучланиш ўзгарткичлари.

Е – Занжир компонентларининг параметрларини ўлчаш учун приборлар:

E1 – компонентлар ва занжирлар параметрларининг ўлчагичларини қиёслаш учун ўлчовлар, қурилмалар ёки асбоблар:

E2 – тўлик қаршиликлар ва тўлиқ ўтказувчанлик ўлчагичлари;

E3 – индуктивлик ўлчагичлари;

E4 – аслик ўлчагичлари;

E6 – қаршиликлар ўлчагичлари;

E7 – параметрлар ўлчагичлари. универсал;

E8 – сизим ўлчагичлари;

E9 – компонентлар ва занжирлар параметрларининг ўзгарткичлари.

М – қувватни ўлчаш асбоблари:

M1 – ваттметрларни қиёслаш учун қурилма ёки асбоблар;

M2 – ўтувчан қувват ваттметрлари;

M3 – қотувчан қувват ваттметрлари;

M5 – ўзгарткичлар, ваттметрларнинг қабулловчи каллаклари;

Р – тақсимланган доимийли элемент ва трактларнинг параметрларини ўлчаш учун приборлар:

P1 – ўлчов линиялари;

P2 – тургун тўлқин коэффициентни ўлчагичлари;

P3 – тўлиқ қаршилик ўлчагичлари;

P4 – узатишнинг комплекс коэффициентларини ўлчагичлари;

P5 – узатиш линиялари параметрларининг ўлчагичлари;

- P6 – асллик ўлчагичлари:
- P9 – параметр ўлчагичлари
- Ч – частота ва вақтни ўлчаш учун асбоблар:
- Ч1 – частота ва вақт стандартлари:
- Ч2 – резонанс частотомерлар;
- Ч3 – электрон-ҳисобли частотомерлар;
- Ч4 – гетеродинли, сигимли ва кўприкли частотомерлар;
- Ч5 – частота синхронизаторлари ва сигнал частотасининг ўзгарткичлари;
- Ч6 – частота синтезаторлари, бўлгичлар ва частота кўпайтиргичлари;
- Ч7 – эталон частотали ва вақт сигналларининг приёмниклари, частота компараторлари (фазали, вақт) ва синхронometrлар;
- Ч9 – частота ўзгарткичлари.
- Ф – фазалар фарқини ва гуруҳий кечикиш вақтини ўлчаш учун асбоблар:
 - Ф1 – фазалар фарқини ва гуруҳий кечикиш вақти ўлчагичларини киёлаш асбоблари ва қурилмалари:
 - Ф2 – фазалар фарқи ўлчагичлари:
 - Ф3 – ўлчов фазаайлантиргичлари:
 - Ф4 – гуруҳий кечикиш вақтининг ўлчагичлари.
- С – сигнал ва спектр шаклини кузатиш. ўлчаш ва тадқиқ қилиш учун асбоблар:
 - С1 – универсал осциллографлар:
 - С2 – амплитудавий модуляция коэффициентлари ўлчагичлари (модулометрлар)
 - С3 – частота девиациясининг (девиометрлар) ўлчагичлари;
 - С4 – спектр анализаторлари:
 - С6 – нозикли бўзилиш ўлчагичлари:
 - С7 – тезкор, стробоскопик осциллографлар:
 - С8 – эслаб қолувчи осциллографлар:
 - С9 – махсус осциллографлар.
- Х – радиоқурилмаларнинг характеристикаларини кузатиш ва тадқиқ қилиш учун асбоблар:
 - Х1 – амплитуда-частотавий характеристикаларни тадқиқ қилиш учун асбоблар:
 - Х2 – ўтувчан характеристикаларни тадқиқ қилиш учун приборлар:
 - Х3 – фазачастотавий характеристикаларни тадқиқ қилиш учун асбоблар:
 - Х4 – амплитуда характеристикаларини тадқиқ қилиш учун асбоблар;
 - Х5 – шовқин коэффициентлари ўлчагичлари:
 - Х6 – корреляцион характеристикаларни тадқиқ қилувчи асбоблар:
 - Х8 – радиоқурилмаларнинг характеристикаларини киёлаш учун асбоблар ёки қурилмалар.

- П – радиохалакит ва майдон кучланганлигини ўлчовчи асбоблар;
- П1 – майдон кучланганлиги ва радиохалакитларни ўлчовчи асбобларни киёслаш учун асбоблар;
- П2 – майдон индикаторлари;
- П3 – майдон кучланганлигини ўлчагичлари;
- П4 – радиохалакит ўлчагичлари;
- П5 – ўлчаш кабуллагичлари;
- П6 – ўлчаш антенналари;
- П7 – антенна параметрларининг ўлчагичлари;
- У – ўлчаш кучайтиргичлари:
- У2 – селектив кучайтиргичлар;
- У3 – юкори частотали кучайтиргичлар;
- У4 – паст частотали кучайтиргичлар;
- У5 – ўзгармас ток кучланиши кучайтиргичлари;
- У7 – универсал кучайтиргичлар.
- Г – ўлчаш генераторлари:
- Г1 – ўлчаш генераторларини киёслаш учун қурилмалар;
- Г2 – шовқин сигналларининг генераторлари;
- Г3 – паст частота сигналларининг генераторлари;
- Г4 – юкори частота сигналларининг генераторлари;
- Г5 – импульслар генераторлари;
- Г6 – махсус шакли сигналлар генераторлари;
- Г8 – чайкалувчан частота генераторлари (свип-генераторлар).
- Д – аттенюаторлар ва сусайиш ни ўлчаш учун приборлар:
- Д2 – резисторли ва сигимли аттенюаторлар;
- Д3 – поляризациян аттенюаторлар;
- Д4 – чегаравий аттенюаторлар;
- Д5 – ютувчи аттенюаторлар;
- Д6 – электрик бошқариладиган аттенюаторлар;
- Д8 – сусайиш ўлчагичлари.
- К – комплекс ўлчаш қурилмалари:
- К2 - комплекс ўлчаш қурилмалари;
- К3 – автоматлаштирилган комплекс ўлчаш қурилмалари;
- К4 – комплекс ўлчаш қурилмаларининг асбоблари;
- К6 – комплекс автоматлаштирилган ўлчаш қурилмаларининг асбоблари (блоклари);
- Я – радиоўлчаш асбобларининг блоклари:
- Я1 – ток кучи ва кучланишни қўжтанган доимийли занжирлар ва компонентлар параметрларини ўлчаш асбобларининг блоклари;
- Я2 – тақсимланган доимийли трактлар ва элементлар параметрлари ўлчагичларининг блоклари;
- Я3 – частота ва вақтни ўлчаш асбобларининг блоклари: фазалар фарқи ва гуружий кечикиш вақти ўлчагичларининг блоклари;

Я4 – сигнал шакли ва спектрини кузатиш. Ўлчаш ва талқин қилувчи асбобларнинг блоклари;

Я5 – радиоқурилмалар характеристикалари ўлчагичларининг блоклари ва импульс ўлчашлар учун асбобларнинг блоклари;

Я6 – майдон қучланганлиги ва радиоҳалакитларни ўлчаш учун асбоблар блоклари ва ўлчаш қучайтиргичларининг блоклари;

Я7 – ўлчов генераторларининг ва сусайишни ўлчаш асбобларининг блоклари;

Я8 – таъминлаш манбаларининг блоклари;

Я9 – ўлчаш ўзгарткичларининг блоклари, ўлчаш натижаларини индикациялаш учун блоklar, коммутация блоклари.

Э – коаксиал ва тўлқин узаткич трактларининг ўлчаш қурилмалари.

4.6. Рақамли ўлчаш воситаларида рақамлаштириш жараёни

Маълумки, рақамли ўлчаш асбоби – бу ўлчов ахборотли сигналларни рақамли шаклда автоматик ишлаб бeрувчи ўлчаш воситасидир. Рақамли ўлчаш воситаси аналог ўлчаш асбобларига нисбатан қатор афзалликларга эга, хусусан:

- ўлчанаётган катталикларнинг қийматларини ҳисобланишининг қулайлиги;

- ўлчаш жараёнини тўлиқ автоматлаштириш мумкинлиги;

- ўлчаш натижаларини компьютерга киритиш ва принтерда чиқариш мумкинлиги;

- ўлчашларни тезкор ва кўп қаррали бажариш мумкинлиги.

Аналог асбоблар содда ва ишончли. Вақт бўйича ўзгарадиган сигналлар даражасининг кузатиши талаб этилганда кўрсаткичли асбоблар кўргазматилиги билан афзалроқ деб ҳисобланади.

Рақамли ўлчаш воситаларида ўлчанадиган узлуксиз катталиқнинг рақамли кодга айлантирилиши рўй бeради. Ушбу жараён аналог-рақамли ўзгарткич (АРЎ) ёрдамида амалга оширилади. Унда ўлчов ахборотли сигнал дискретланиш, квантланиш ва кодлашга тортишади. Дискретлаш, яъни, ўлчов ахборотли сигнални дискретга айлантириш жараёни вақт ва даража бўйича амалга оширилиши мумкин. Вақт бўйича дискретлаш $x(t)$ - сигналнинг ҳисоблаш вақтининг аниқ детерминалланган моментларида олиш йўли билан бажарилади. Шундай қилиб, ўлчов ахборотли сигналдан алоҳида қийматлар бирлашиши сақланиб қолади. Дискретлашнинг иккита momenti орасидаги Δt -вақт оралиғи дискретлаш одими дейилади. Одатда вақт ўқидаги ҳисоб моментлари тен танлаб олинади, яъни, дискретлаш одими Δt -доимий бўлади. Ўлчов сигналнинг сатх бўйича дискретланиши квантланиш деб исм олган. Квантлашда вақт ва амплитуда бўйича узлуксиз

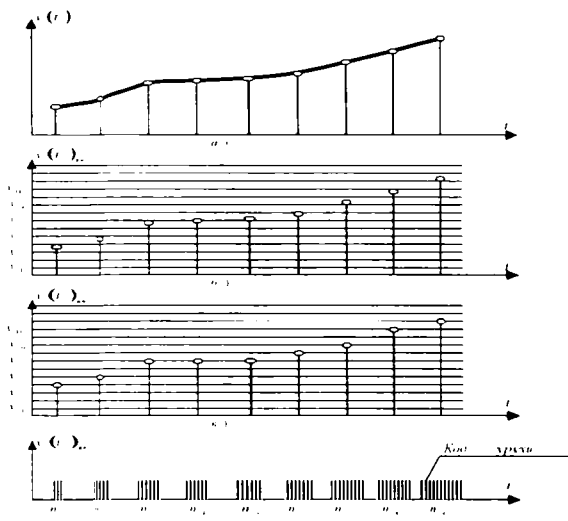
бўлган катталик дискрет даражаларнинг ўрнатилган шкаласида якинроқ фиксацияланган киймати билан алмаштирилади. Ушбу дискрет (рухсат этилган) сатхлар ўлчовлар ёрдамида аниқ қонуният асосида ташкил топган. Иккита рухсат этилган сатхлар орасидаги Δx -фарқга квантланиш интервали (одим ёки поғона) дейилади. Квантланиш интервали ўзгармас ёки ўзгарувчан бўлиши мумкин. Агар, катталик вақт бўйича ўзгарса шундагина ўлчанадиган сигналнинг вақт бўйича дискретланиши маънога эга бўлади. Ўлчанадиган сигнал доимий (ўзгармас) бўлса квантланиш амалга ошириш етарли бўлади. Вақтни (вақт интервалини) ўлчаш алоҳида ҳол бўлиб ҳисобланади. Ушбу ҳолда дискретлаш жараёни мазмунини йўқотади ва вақтнинг ўзини квантлаш амалга оширилади.

Ўлчов сигналининг навбатдаги ўзгартирилиши кодлаш дейилади. Рақамли код деб рақамлар ёки сигналлар кетма-кетлигига айтилади. Рақамли код маълум қонуниятга бўйсунди, унинг ёрдамида катталикнинг сонли кийматининг шартли ифодаланиши амалга оширилади. Ўзгартиришнинг график тафсилоти 4.25 а-расмда 1, 2, 3 ... 9 рақамлари билан белгиланган. 4.25 в-расмда кўриниб турибдики $x(t)$ -сигналнинг дискретланишдан кейинги олинган кийматлари $x(t)$ функциясининг оний кийматларига аниқ мос келади. Агар шу расмнинг ўзида бир-биридан Δx масофада жойлашган квантланиш сатхлари белгиланса, у ҳолда, сигналнинг бир қисм дискрет кийматлари улар орлигида бўлиб қолади. Сатх бўйича квантланиш жараёнида сигналнинг дискрет кийматларини якинроқ рухсат этилган сатхларга яхлитлашга олиб келинади. 1-моментда сигналнинг оний киймати x_1 – сатхдан $\Delta x/2$ дан салгина кичикроқ бўлган катталик ортади. Яхлитлаш камайиш томонига бажарилади ва квантланган киймат x_1 – га тенг деб олинади.

2-моментда сигнал киймати x_2 – сатхдан $\Delta x/2$ га нисбатан кўп бўлган катталик ортади. Квантланган киймат x_2 – га тенг деб олинади (4.25 в-расм). Охириги босқич $x(t)_k$ квантланган сигнални рақамли кодга ўзгартириш билан яқунланади. 4.25 г-расмда квантланган сигналнинг кийматига мос келувчи $x(t)$ рақамли унитар код мисол тарикасида келтирилган. Кодлашнинг бундай усулида код гуруҳидаги импульслар сонни квантланган сигнал сатҳига тўғри пропорционал бўлади. Масалан, 7-санокка x_1 квантланиш сатҳи мос келади ва n - код гуруҳида тўққизта импульс мавжуд бўлади.

4.2.5 - расмдан кўриниб турибдики, сигнални дискретлаш ва квантлашда ўзгартириш ҳатоллиги пайдо бўлади. Узлуксиз бўлган $x(t)$ функция фақат дискретлаш momentiда тахлил қилинади. Δt интервалда иккита санок нукталарида сигнал ўзгармас деб фараз қилинади. Δt интервални камайтириб, яъни санок нукталарини яқинлаштириб ҳатони йўл қўйиладиган катталиккача камайтиришга эришиш мумкин. Ўзгармас катталикларни ўлчашда дискретлаш билан боғлиқ бўлган ўзгартириш ҳатоллиги нолга тенг. Узлуксиз ўлчанаётган катталикни квантлашдаги ҳато

квантланиш сатхларининг ниҳоявий сонига тенг. Ушбу хато барча турдаги рақамли ўлчаш воситалари учун характерлидир. ушбу хато Δ_d дискретлик хатолиги деб номланган. Текис квантланишда Δ_d - хато $0 \leq \Delta_d \leq \Delta x$ чегараларда бўлади. Ўзгартиришнинг кейинги босқичида рақамли код рақамли санок қурилмаси кўрсатишига айлантирилади. Бунинг учун дешифратор зарур. у код гуруҳларини мос кучланишга айлантиради ва бу кучланиш рақамли индикаторни бошқаради. Аналог-рақамли ўзгартиргич, дешифратор ва рақамли индикатордаги амалга оширилган ва қараб чиқилган ўзгартиришлар кетма-кетлиги рақамли ўлчаш қурилмасининг иши тўғрисида содда тушунтиришлар беради. Мисол тариқасида ўзгармас катталикни ўлчашни келтиришимиз мумкин. Бунинг учун ўзгартиришнинг битта цикли етарлидир. Бунинг натижасида кодли гуруҳ олинади. Аммо, кодли гуруҳ бу импульслар “пакети” бўлиб, вақтнинг кичик интервали давомида узатилади. Ўлчаш натижаси экранда етарлича узок. масалан, кейинги циклгача сақланиши керак. Шунинг учун рақамли ўлчаш асбоби тартибига ёдда сақлаш қурилмаси киритилиши керак.



4.25-расм. Ўзгартиришларнинг график тавсилоти.

Қуйида рақамли ўлчаш воситасининг иш тартиби ва уларнинг характеристикаларига доир маълумотларни келтирамыз. Дастлаб бир қаррати ўлчаш тартибини кўриб чиқамиз. Ушбу тартибда ўлчаш жараёни Δt -интервал орқали даврий равишда такрорланади. Ўлчашларни ўтказиш оператор томонидан бажарилади. ўлчаш натижаси эслаб қолувчи қурилмада сақланади ва рақамли индикаторда аксланади. Рақамли ўлчаш воситасида ўлчов сигналнинг квантланиши ва унинг кодланиши амалга оширилади.

Кейинги иш тартиби бўлиб даврий равишда ўлчаш ҳисобланади. Бунда, ўлчаш жараёни даврий равишда оператор ўрнатган Δt интервал орқати такрорланади. Рақамли ўлчаш воситасида дискретлаш, квантлаш ва кодлаш тадбирлари бажарилади. Навбатдаги ўлчаш тартиби бўлиб кетма-кетли ўлчаш тартиби ҳисобланади. Ўлчанаётган катталикнинг ўзгариши квантланиш поғонасидан ортиб кетиши билан ўлчаш цикли такрорланади. Ўлчаш хатоларидан ташқари рақамли ўлчаш воситасининг зарурий характеристикалари қаторига тезкорлиги, ўлчаш вақти ва ҳалақитбардошлигини киритиш мумкин. Рақамли ўлчаш воситасининг тезкорлиги дейилганда вақт бирлиги меъёрланган хато билан бажариладиган ўлчашларнинг максимал сони тушунилади. Ўлчаш вақти – бу ўлчанаётган катталикни ўзгартiriш циклининг бошланишидан натижа олингунча бўлган интервалдир. Ҳалақитбардошлик дейилганда, ҳалақитлар таъсирида рақамли ўлчаш воситасининг меъёрланган хато билан ўлчашларни бажара олиш қобилияти тушунилади. Рақамли ўлчаш воситасининг тезкорлиги юқори. Замонавий элемент база 1 секундда 10^7 гача ўзгартiriшларни таъминловчи рақамли ўлчаш воситаларини қуриш имкониятинини беради. Ушбу тезкорлик – ўлчаш натижаларини эслаб қилинишини талаб қилади, лекин, қайд қилувчи қурилмалар қўрсатилган тезликдаги ўлчаш натижаларини қайд қилинишини таъминлай олмайди. Лекин, визуал қўзатишда тезкорликка бўлган талаб кескин қамаяди, чунки, оператор секундига 2-3 та ўлчашларни баҳолаши мумкин бўлади.[4]

4.7. Ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикаларини моделлар асосида ҳисоблаш

Бугунги кунда соҳада фойдаланилаётган ўлчаш воситалари ёрдамида аниқ ўлчаш натижаларига эришиш учун уларнинг метрологик характеристикаларини стандартларда ўрнатилган талабларга мувофиқ ҳолда математик моделлар асосида меъёрлаш ва ҳисоблаш талаб этилади. Қуйида маълумотлар таҳлилни келтираемиз.

Метрологик характеристикаларни меъёрлаш ва баҳолаш тизимига ўлчаш хатоларини ва уларнинг ҳақиқий қийматларини баҳолашнинг адекватлик тамойили киритилган ва бунда реал топилган баҳо “юқорилан баҳолаш” бўлиб ҳисобланади. Охири шарт шуни ифодалайдики, “қуйидан баҳолаш” ҳар доим хавфлироқ ҳисобланади, чунки, ўлчаш ахборотининг ишонч сизлиги туфайли катта йўқотишларга олиб келади. Бундай ёндашувни тушунишда, метрологик характеристикаларни аниқ меъёрлаш мумкин эмас, чунки, қўплаб таъсир этувчи омилларни эътиборга олиб бўлмайди (уларни билмаслик оқибатида ва уларни аниқлаш инструментлари мавжуд бўлмаганлиги сабабли). Ушбуга қўра меъёрлаш ва баҳолашда оддий усуллардан фойдаланиш маъқулроқдир. Истеъмолчи ўлчаш воситаси учун намунавий метрологик характеристикаларни илмий-техникавий ҳужжатдан

олади. лекин, камдан-кам ҳолларда ўлчаш воситасининг индивидуал характеристикалари учун экспериментал тадқиқотларни мустакил равишда ўтказилади. Шунинг учун ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикалари билан ўлчашларнинг инструментал хатолари орасида ўзаро боғлиқликни билиш зарурдир. Бу эса ўлчаш воситасининг комплекс метрологик характеристикаларини билиш асносида ўлчаш хатолигини бевосита топиш имконини берар эди ва бунда ўлчашларнинг умумий жамланган хатолигини топишдек мураккаб масалани ечишдан озод қилар эди. Аммо, бунга яна бир ҳолат тўқинлик қилар эди, яъни, конкрет ўлчаш воситасининг метрологик характеристикаларининг айнан шу ўлчаш воситаларининг метрологик хоссаларидан фарқланиши. Масалан, берилган ўлчаш воситасининг систематик хатолиги, детерминаланган катталиқ бўлиб, ўлчаш воситаларининг мажмуаси учун эса тасодифий катталикдир. Ихтиёрий ҳолда, нормаланган метрологик характеристикалар комплекси, ўлчашларнинг инструментал ташкил этувчи хатоларини баҳолашни таъминлаши керак. Шунга кўра, нормаланган метрологик характеристикалар комплекси конкрет ўлчаш воситаларини реал эксплуатация қилиш шартларидан келиб чиқиб ўрнатилиши керак. Ушбу аснода барча ўлчаш воситаларини иккита функционал категорияга бўлиш максалга мувофиқ бўлади.

1. Бошқа ўлчаш ўзгарткичлари, ҳисоблаш, қайд қилувчи ва бошқарувчи қурилмалар билан биргаликда фойдаланиладиган ўлчаш воситалари. Бундай мураккаб ўлчаш воситаларининг хатолари ўлчаш каналда қатор ўзгарткиришларга дуч келади.

2. Алоҳида кўрсатувчи ёки қайд қилувчи ўлчаш воситалари бўлиб, уларнинг чиқишига бошқа қурилмалар уланиши мумкин бўлмайди. Табиий равишда бундай категориялар учун нормаланган метрологик характеристикалар турлича бўлади, чунки, масалан, иккинчи категория учун динамик характеристикаларни меъёрлаш ортиқча бўлади. Унда нормаланган метрологик характеристикалар комплексининг мураккаблиқ даражасига кўра ўлчаш воситаларининг барча турлар учта гуруҳ бўйича классификацияланиши мумкин:

- ўлчовлар ва рақамли-аналог ўзгарткичлар (РАЎ);

- ўлчаш ва қайд қилиш асбоблари;

- аналог (АЎ) ва рақамли ўлчаш ўзгарткичлари (РЎЎ).

320

Биринчи ва учинчи гуруҳдаги ўлчаш воситалари учун ўлчаш воситасининг кириш ва чиқишига уланган қурилмалар ва чиқиш сигналнинг ноинформатив параметрларининг ўзаро таъсирлашув характеристикалари меъёрланиши керак. Ундан ташқари учинчи гуруҳ учун ўзгарткиришларнинг номинал функцияси $f_{ном}(x)$ (иккинчи гуруҳ ўлчаш воситаларида уни шкала ёки бошқа даражаланган санок қурилмалари алмаштиради) ва тўлиқ динамик характеристикалар меъёрланиши керак. Кўрсатилган характеристикалар иккинчи гуруҳ ўлчаш воситалари учун қайд

килувчи курилмалардан ташқари, маънога эга эмас, улар учун тўлик ёки хусусий динамик характеристикаларни меъёрлаш мақсадга мувофиқ бўлади. Ўлчаш воситаларининг нормаланадиган метрологик характеристикаларига қиритиш мумкин:

Ракамли ўлчаш воситасидан чиқувчи ўлчанадиган катталикнинг қийматини аниқлаш имконини берувчи характеристикани.

Нормал шароитдаги ракамли ўлчаш воситаси билан ўлчашдаги хатоларнинг ташкил этувчиларини ҳисоблаш (баҳолаш) имконини берувчи характеристикалар. Бу квантланишнинг номинал поғонаси q , йўл қўйиладиган асосий хато чегараси Δ_{op} , асосий хатонинг тасодифий ташкил этувчиси ўрта квадратик четланишнинг чегараси τ_{op} ва нормал шароитдаги йўл қўйиладиган вариация чегараси H_{op} .

Ракамли ўлчаш воситасини ишчи эксплуатация шароитларидан келиб чиқадиган ўлчаш хатоларини ҳисоблаш (баҳолаш) имконини берувчи характеристикалар. Ушбу характеристикалар бўлиб, таъсир этувчи функциялар ёки йўл қўйиладиган хатолар чегараси, ракамли ўлчаш воситасининг объект билан ўзаро таъсирлашувчи характеристикалари ва динамик характеристикалар ҳисобланади.

Δ_{op} ва H_{op} характеристикаларни x_k -диапазоннинг юқори чегарасидан фоизларда ифодалаш ёки квантланишнинг номинал поғонасининг усулларида ифодалаш қабул қилинган. Ракамли ўлчаш воситаси аниқлик синфининг кенг тарқалган кўринишда ифодаланиши бўлиб қуйидаги ифодалар ҳисобланади:

$$1) \delta_{op} = \pm \left[c + d \left(\left| \frac{x_k}{x} \right| - 1 \right) \right], \quad (4.32)$$

бу ерда, c ва d - доимий коэффициентлар; x_k - ўлчаш диапазонининг чегаравий охириги қиймати; x - жорий қиймат.

$$2) \delta_{op} = \pm [(a + b)x_i - x] \quad (4.33)$$

бу ерда, b - a , c - b .

3) Хорижий ракамли ўлчаш воситалари учун характерли символик ёзув бўлиб.

$$\Delta_{op} = \pm [a(\%)x + b(\%)x_k] \quad (4.34)$$

ифода шундай ўқилади: хатоларнинг йўл қўйиладиган чегаралари $a(\%)$ ўлчанадиган катталик қийматига плюс ўлчаш диапазони юқори чегарасининг қийматига тенг.

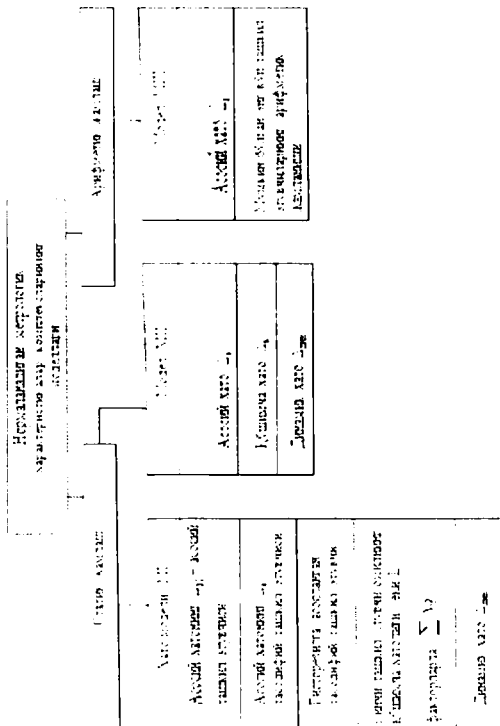
4.26-расмда нормаланган метрологик характеристикаларнинг моделлари келтирилган.

Стандарт 8.009-84 нормаланган метрологик характеристикалар комплексини шакллантирувчи иккита асосий модели (M1 ва M2) назарда тутди (4.26-расм).

Модел II-хатолгининг тасодифий ташкил этувчиси инobatга олинмаса ҳам бўладиган ўлчаш воситалари учун қўлланилади. Ушбу модел масъулиятли ўлчашлар учун ишлатилади. Бундай ўлчашларда техник ва иктисодий омиллар ва бўлиши мумкин бўлган катастрофик оқибатлар, инсонлар соғлигига ҳафв солувчи оқибатлар ва б.к. бўлиши мумкин.

Агар ташкил этувчилар сони учтадан ортик бўлса, ушбу модел анчагина кўпол лекин ишончли бўлган ўлчаш воситасининг асосий хатолигини “юқоридан” баҳоланишини таъминлайди.

Модел I ўлчаш воситаси асосий хатолгининг рационал баҳосини P<I эҳтимоллик билан беради.



4.26-расм. Метрологик нормаланадиган характеристикаларнинг моделлари.

Шундай килиб, I ва II моделлар учун нормаланадиган метрологик характеристикалар комплекси хатоларни алоҳида ташкил этувчиларининг статик жамланмаси деб қарайди ва бунда уларнинг аҳамияти ҳисобга олинади. Лекин, айрим ўлчаш воситалари учун бундай статистик жамланмалар максалда мувофиқ эмас. Агар, ташкил этувчи хатоларнинг сони **учтадан** кўп бўлса, ушбу хатолар ташкил этувчиларининг каттароқ кийматларини арифметик жамлаш мумкин. Ушбу ҳолда, умумий инструментал хатонинг баҳоси амалий жиҳатдан статистик жамлашдан фарқ қилмайди.

Шундай килиб, юқорида келтирилганларга асосан, ўлчаш воситаларининг ҳисобланадиган метрологик характеристикалари учун иккита гуруҳни ажратиш мумкин.

Биринчиси – I моделга мувофиқ келувчи ўлчаш воситаларининг хатолари бўлиб ўлчаш хатолари инструментал ташкил этувчилар интерваллини бирдан кичик эҳтимоллик билан ҳисоблаш имконини беради.

Иккинчиси – II ва III моделларга мувофиқ бўлиб, кўрсатилган ҳисоблашларни бирга тенг бўлган эҳтимоллик билан ўтказиш имконини беради. Нормаланадиган метрологик характеристикаларнинг комплексини ўрнатиш ўлчаш воситалари хатоларининг моделини танлашдан бошланади. Нормаланадиган метрологик характеристикаларни танлашдаги микдорий критериялар уларнинг реал қўлланиш шароитларига боғлиқ ҳолда бирон моделга мос ҳолда ўрнатилади (3.21-расм). Моделнинг турига боғлиқ ҳолда ўлчашлар хатоларининг инструментал ташкил этувчисини ҳисоблаш учун турли усуллардан фойдаланилади.[6]

Метрологик характеристикаларнинг моделларини танлашга доир тавсияларни келтираемиз.

I-модел

A. Аналог ўлчаш воситалари ва РАЎ

Δ_{max} – асосий хатонинг юқори киймати тенг:

$$\Delta_{\text{max}} = \Delta_{\text{OSP}} + 2\sqrt{\delta^2 [\Delta_{1j}]} + H_{0.95} / 12 \quad (4.35)$$

бу ерда Δ_{OSP} асосий хатонини йўл қўйиладиган систематик ташкил этувчисининг чегараси; $\delta^2 [\Delta_{1j}]$ – асосий хато тасодифий ташкил этувчисининг ўрта квадратик четланishi; $H_{0.95}$ – нормал шароитдаги кўрсатишлар вариацияси (гистерезис);

Δ_{OS} гистерезисдан бўлган тасодифий хато нормал шароитларда

$$\Delta_{\text{OS max}} = |0,5H_{0.95}| \text{ га тенг бўлган максимал кийматга эга бўлади.}$$

Δ_{OSP} – катталик I модел учун ҳар қандай ҳолларда нормаланади, чунки реал ўлчаш воситалари идеал аниқ тайёрлана олмайди.

Б. Рақамли кайд келувчи ва ўлчаш асбоблари

Рақамли ўлчаш асбоблари ва аналог-рақамли ўзгарткичлар.
Ушбу ўлчаш воситалари учун

$$\Delta_{\sigma \max} = \Delta_{\text{OSP}} + 2\sqrt{\delta^2 [\Delta(\cdot)] + (H(\cdot) + q_{\text{st}}^2)/12} \quad (4.36)$$

бу ерда, q_{st} – квантланишнинг номинал погонаси бўлиб, Δ_{OSP} каби ҳамма ҳолларда нормаланади.

Лекин, шунинг эътиборга олиш керакки, агар q_{st} сезиларли равишда Δ_{OSP} ёки H_0 дан камроқ бўлса, РАЎ ва АРЎ нотўғри танланганлигини билдиради.

$\Delta_{\text{OSP}} > 5q_{\text{st}}$ бўлганда чиқиш кодининг охириги разрядлари (кўрсатишлари) ахамиятсиз бўлиб ҳисобланади.

Модел II

Ушбу модел тасодифий хатолиги ҳисобга олинмаса ҳам бўладиган даражада кам бўлган ўлчаш воситалари учун қўлланилади.

Аналог ўлчаш воситалари ва РАЎ-ларнинг асосий хатоларининг характеристикаларини уларни ташкил этувчиларга ажратмасдан меъёрлашда вариация H_0 – кўшимча қаршилик сифатида намоён бўлади. У ҳолда асосий хатонинг энг катта қиймати:

$$\Delta_{\sigma \max} = \Delta_{\text{OS} \max} + H_0 / 2. \quad (4.37)$$

бу ерда, $\Delta_{\text{OS} \max}$ – ўлчаш воситасининг ушбу турини учун энг юқори бўлиши мумкин бўлган хатонинг систематик ташкил этувчисининг қиймати бўлиб, II модел учун меъёрланмайди.

5. ЭЛЕКТР КУЧЛАНИШНИ ЎЛЧАШ ВА ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИНИНГ ИШ ТАМОЙИЛЛАРИ

5.1. Электр кучланиш тушунчаси

Ўзгарувчан кучланишни ўлчаш телекоммуникациялар, радиоэлектроника, автоматик ўқув тизими ва ахборотга ишлов беришда энг кўп тарқалган ўлчаш туридир. Бунинг сабаби, даврий системаларнинг ахборотни узатишдаги кенг қўлланилиши ва ўлчашнинг соддалигидир. Ўзгарувчан ток ва кучланишнинг ўрта квадратик қийматини ўлчаш воситаларига алоҳида эътибор берилмоқда ва ушбу қийматни ўлчаш телекоммуникация тизимларидаги муҳим масалалардан биридир. Электр сигнал қувватининг ягона асл қиймати, яъни иссиқлик ажратиш қобиляти бўлиб унинг ўрта квадратик қиймати ҳисобланади ва бунда, сигналнинг синуссимон ёки импульслар кетма-кетлиги шаклида бўлишининг аҳамияти йўқ. Ўрта квадратик қиймат даврий жараённинг асосий характеристикасидир. Косинуссимон шаклдаги (тўғри бурчакли, учбурчак, шовкинсимон) сигналларнинг кенг тарқалганлиги сабабли ўрта квадратик қийматни бевосита ўлчаш муҳимдир. Қувватни ўлчашда, телекоммуникация тизимларини текширишда шовкин даражасини назорат қилишда, рақамли тизимларда сигнал тўғрисидаги фойдани ахборотга эга бўлишга факат унинг ўрта квадратик қиймати орқалигина эришилади. Ток ва кучланишнинг ўрта квадратик қийматини ўлчаш, тесқари алоқага эга бўлган бошқарув тизимларини ишлаб чиқишда, радиоэлектрон аппаратурани текшириш, соzлаш, таъмирлаш, радиоэшиттириш, симли алоқада ва турли илмий-тадқиқот ишларида кенг қўлланилади. Кучланишнинг ўрта квадратик қиймат ўлчаш ўзгарткичлари асосида ютилувчанлик қувват ваттметрлари, корреляцион ўлчаш қурилмалари ҳамда фазасезувчан вольтметрлар қурилади ва улар спектроанализаторларда, стандарт сигналларнинг генераторларида, аслик ўлчагичларида сигнал даражасини ўрнатиш ва назорат қилиш учун фойдаланилади.

Электр кучланиш деб электр майдон кучланишининг чизикли интегралига тенг бўлган скаляр катталиққа айтилади. Кучланишни ўлчаш амалиётида электр потенциаллар фарқи (кучланишнинг тушиши) аниқланади ва бу электр занжирининг қисмида ёки унинг элементидаги кучланиш бўлиб ҳисобланади. Кучланишнинг ўлчов бирлиги бўлиб вольт [В] ҳисобланади.

Саноат частотали ўзгарувчан кучланиш синуссимон шаклга эга:

$$u(t) = U_m \sin(\omega t - \varphi) \quad (5.1)$$

ва унинг оний киймати $u(t)$ бир нечта асосий параметрлар билан характерланади:

- амплитудаси – U_m ;
- айланма (циклик) частотаси – ω ($f \approx 0.5\omega/\pi$);
- бошланғич фазаси – φ .

Электр кучланиш вақт бўйича рўй берадиган жараён бўлиб, уни ўлчаш метрология ва электррадио ўлчашлар амалиётида кенг қўлланилади. Алоқа техникаси ва электроникада кучланишни ўлчаш ўз хусусиятига эга:

• частоталарнинг кенг соҳаси – ўзгармас ва инфрапаст частотадан бир неча ГГц бўлган ўта юқори частотагача;

• ўлчанадиган кучланишнинг кенг диапазони – микровольт улушларидан юзлаб Киловольтгача;

• сигнал шаклларининг турли-туманлиги.

Ўзгарувчан кучланишни ўлчашдан мақсад бу унинг қайсидир параметрини топишдир. Ўлчаш амалиётида кучланишни ўлчаш аҳамиятлидир, чунки, бу катталик билан турли радиотехник занжир ва қурилмаларнинг иш тартибини характерлаш мумкин. Вольтметрнинг занжир қисмига параллел уланиш бу қисмдаги электр жараёнларнинг бузилишига олиб келмайди, чунки асбобнинг ички қаршилиги етарли даражада катта қилиб танланади. Ток кучини ўлчашда эса тадқиқ қилинаётган занжирнинг узишга тўғри келади ва бу узилишга кетма-кет равишда ички қаршилиги полдан фарқи бўлган амперметр уланади. Кучланиш ва ток кучи Ом қонунига мувофиқ чизикли боғланишда бўлганлиги сабабли дастлаб кучланишни ўлчаб, кейин унинг ўлчанган киймати бўйича ток кучини аналитик ҳисоблаш қулайдир.

5.2. Электр кучланишни характерловчи кийматлар

Электр кучланиш қуйидаги кийматлар билан характерланади:

1) Кучланишнинг оний киймати $u(t)$:

$$u(t) = U_m * \sin \omega t \quad (5.2)$$

бу киймат осциллограф экранда кўзатилади

2) Кучланишнинг ўрта киймати $U_{\text{ср}}$:

$$U_{\text{ср}} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt \quad (5.3)$$

Синуссимон сигнал шакли учун бу киймат “0”га тенг, чунки сигналда доимий ташкил этувчи мавжуд эмас. Бир кутбли кучланишлар учун эса ўрта ва ўртатўғриланган кийматлар бир-бирига тенг.

Кучланишнинг ўрта киймати давр давомидаги оний кийматларнинг ўрта арифметигидир.

3) Кучланишнинг ўрта тўғриланган киймати – $U_{\text{ўрт т}}$:

$$U_{\text{ўрт т}} = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt \quad (5.4)$$

бу киймат “чизикли вольтметр” ёрдамида ўлчанади.

Ўрта тўғриланган киймат даврдаги абсолют оний кийматларнинг ўрта арифметигидир.

4) Кучланишнинг ўрта квадратик киймати – $U_{\text{ўрт кв}}$:

$$U_{\text{ўрт кв}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt} \quad (5.5)$$

бу киймат “квадратли вольтметр” билан ўлчанади.

5) Кучланишнинг амплитуда (пик) киймати – U_m . Бу киймат “пик” вольтметри билан ўлчанади

Амалда кўпрок кучланишнинг ўрта квадратик киймати ўлчанади, чунки, бу параметр кувват ва исроф (йўкогиш) лар билан боғлиқ. Лекин, бу кийматни амплитуда ва ўртатўғриланган кийматларни ўлчаш орқали аниқлаш қулай бўлиб, амплитуда K_a ва шакл $K_{ш}$ коэффициентларини кўллаб ҳисоблаш мумкин.

$$K_a = \frac{U_m}{U_{\text{ўрт кв}}} \quad (5.6)$$

$$K_{ш} = \frac{I_{\text{ўрт кв}}}{I_{\text{ўрт т}}} \quad (5.7)$$

5.3. Электр кучланишни ўлчаш воситаларининг иш тамойиллари

Вольтметр таркибда кучайтиргич бўлса, бундай вольтметр электрон вольтметр (ЭВ) дейилади.

ЭВ ларда ўлчанаётган кучланиш электрон қурилмалар ёрдамида ўзгармас кучланишга айлантирилади ва бу кучланишлар магнитоэлектрик ўлчаш механизмига узатилади.

ЭВ юкори сезгирликка эга. Ўлчаш диапазони кенг, катта кириш каршилигига эга. Кенг частота диапазонида ишлай олади (10 Гц-700 МГц).

ЭВ ларнинг қуйидаги турлари мавжуддир:

V1 – вольтметрларни қийслаш қурилмалари

V2 – ўзгармас ток вольтметри;

V3 – ўзгарувчан ток вольтметри;

V4 – импульсли сигнал вольтметри;

V6 – селектив вольтметр;

V7 – универсал вольтметр;

V8 – кучланишлар нисбати ўлчагичлари;

V9 – кучланиш ўзгарткичлари.

ЭВ асосан иккита структуравий схема бўйича йиғилади.

Электрон вольтметрларининг блоклари ва қурилмалари тўғрисидаги маълумотлар:

- Кириш қурилмаси-кириш каршилиги катталигини ва ўлчаш чегарасини кенгайтиришни таъминлайди. Ўлчанадиган кучланишлар чегараси, “кучланиш таксимлагичи” орқали кенгайтирилади.

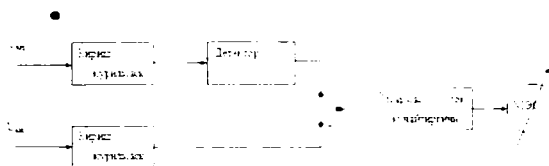
- Ўзгарувчан кучланиш кучайтиргичи кучайтириш коэффициентининг юкори барқарорлигини таъминлайди.

304

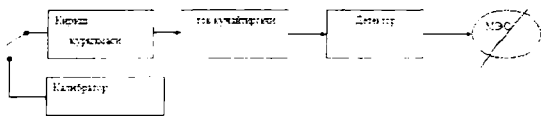
- Ўзгармас кучланиш кучайтиргичи қувват кучайтиргичи режимида ишлайди. Бу кучайтиргичлар катта кириш каршилигига ва кичик чиқиш каршилигига эга.

- Детекторлар ўлчанаётган ўзгарувчан кучланишни ўзгармас ёки пульсланувчи кучланишга айлантиради.

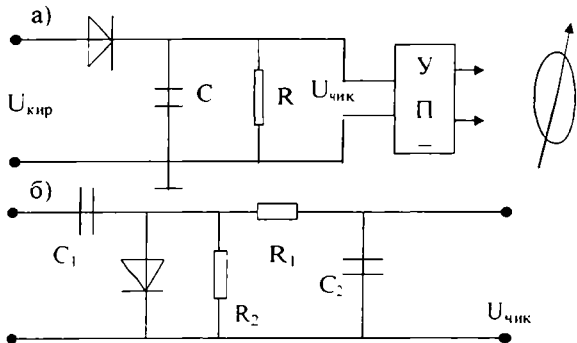
- Калибратор асбобнинг хатолигини камайтириш учун хизмат қилади. У юкори стабил синусоидал кучланиш ишлаб беради. Бу кучланиш асбобнинг киришига берилади ва унинг кўрсаткичлари текширилади. Агарда асбобнинг кўрсатиши калибратор кучланиш катталигидан фарк қилса, унда тузатиш кучайтиргичининг кучайтириш коэффициенти ни ўзгартириш орқали амалга оширилади. Электрон вольтметрлар-электр ўлчов асбоблари бўлиб, улар кучланишнинг ўрта тўғриланган, ўрта квадратик ва амплитуда қийматларни ўлчайди.



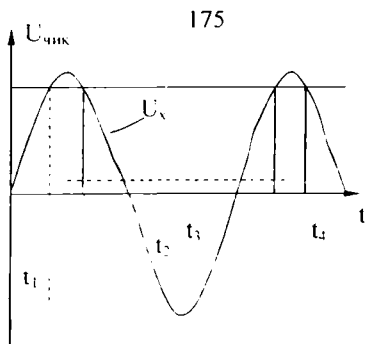
5.1-расм. Ўзгармас ва ўзгарувчан кучланишни ўлчовчи вольтметрнинг чизмаси



5.2-расм. Ўзгарувчан кучланишни ўлчовчи вольтметрнинг структуравий схемаси



5.3-расм. Амплитуда детектори схемаси:

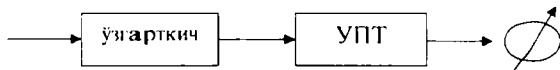


Сигналнинг вақт диаграммаси
 а) очик киришли
 б) ёпик киришли

Даврий кучланишнинг амплитуда киймати “пик” вольтметри билан ўлчанади. Бу вольтметрда асбобнинг кўрсатиши ўлчанаётган катталикнинг амплитуда, яъни пик кийматига пропорционалдир.

Асбобда амплитуда детекторидан фойдаланилади. Унинг таркибига хотира элементи кириб, бу элемент кириш сигнаlining амплитуда кийматини эслаб қолади. Хотира элементи сифатида конденсатор ишлатилади.

Пик (амплитуда) детектори очик (5.3а) ва ёпик (5.3б) киришли бўлади. Агар вольтметр куйидаги



5.4-расм. Электрон вольтметрнинг умумлашган схемаси

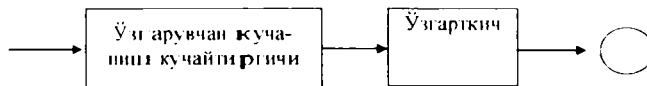
кўринишга эга бўлса, ўзгарткич учун: $U_{кпр} = U_{\alpha}$;

$$\alpha = k_{\alpha} U_m$$

k_{α} - вольтметрнинг ўзгарткиш коэффициенти.

Ўрта тўғрилланган киймат вольтметрлари ўзгарувчан кучланишни ўзгармас кучланишига айлантирувчи ўзгарткичдан ташкил топади.

Улар ушбу тузилишга эга:



5.5-расм. Ўрта тўғрилланган киймат вольтметри

ВЗ-36; ВЗ-38; ВЗ-43 русумли ЭВ кўп қўлланилади: ўлчаш чегараси: $3 \div 300$ В частота диапазони: $10 \text{ Гц} \div 1000 \text{ МГц}$.

Бунда ўлчаш механизми харакатланувчи қисмининг бурилиш бурчаги ўлчанаётган кучланишнинг тўғрилланган ўрта кийматига пропорционал бўлади.

Чизиқли вольтметрнинг иш тамойили ушбу ифодага кирган математик операцияларни амалга оширишдан иборат.

$$U_{\text{ўртқа}} = K_{\text{и}} U_{\text{ўрт.г.}} \quad (5.8)$$

$$U_{\text{ўрт.г.}} = \frac{1}{T} \int_0^T |U(t)| dt. \quad (5.9)$$

Бу ерда:

$U(t)$ – ўлчанаётган кучланишнинг оний қиймати.

$U_{\text{ўрт кв}}$ – ўлчанаётган кучланишнинг ўрта квадратик қиймати.

$U_{\text{ўрт Т}}$ – ўлчанаётган кучланишнинг ўрта тўғриланган қиймати.

$K_{\text{ш}}$ – шакл коэффициенти.

$U(t)$ модулини топиш детектор орқали, интеграллаш ва даврга бўлиш магнитоэлектрик ўлчаш механизми (1) орқали бажарилади. Асбоб шкаласини даражалаш $K_{\text{ш}}$ - шакл коэффициентни ҳисобга олинган ҳолда ўтказилади. Шунга кўра, чизикли вольтметр билан факат битта сигнал шаклининг ўрта квадратик қийматини ўлчай олади. Энг кўп тарқалган сигнал шакли бу синусоидадир, чизикли вольтметр шу сигнал учун даражалангандир.

Шундай қилиб, чизикли электрон вольтметрлар синусоидал сигналнинг тўғриланган ўрта қийматини сезади. текис шкаладан эса ўрта квадратик қиймат ҳисобланади.

Агар, чизикли вольтметр киришига носинусоидал кучланиш берилса, унда асбобда (5.8) формулага кўра тўғриланган ўрта қиймат ҳисобланади, кейин (5.8) формула асосида бу қиймат $K_{\text{ш}}$ - синусоидага кўпайтирилади ва кўпайтма асбоб шкаласидан ҳисобланади.

Синусоидал кучланиш учун бу кўпайтма физикавий мантикка эга эмас. Аммо ундан фойдаланиб, синусоидал кучланиш учун ўрта-тўғриланган қийматни топиш мумкин. Бунинг учун асбоб кўрсаткичи синусоидал сигналнинг шакл коэффициентига кўра бўлиш етарли бўлади. Бу коэффициентнинг $K_{\text{ш}} = 1.11$, бу усул 2 - лаборатория ишида қўлланилади.

Ихтиёрий шаклдаги кучланишнинг ўрта квадратик қийматини ўлчаш учун квадратли вольтметрлардан фойдаланилади, бунда чиқиш кучланиши

$$U_{\text{чик}} = k U_{\text{кв}}^2; \quad (5.10)$$

$$\alpha = k_{\text{ш}} \frac{1}{T} \int_0^T U^2 x(t) dt = k_{\text{ш}} U^2 x \quad (5.11)$$

Бундай вольтметр квадратли шкалага эгадир, яъни шкаласи нотекис.

$K_{\text{ш}}$ - иш тамойили ушбу ифодага кирган математик операцияларни бажарини асосланган.

$$U_{\text{г}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt}; \quad (5.12)$$

Бу ерда:

$U(t)$ кучланишнинг ихтиёрий шаклдаги оний қиймати. T - давр.

$U(t)$ кучланишни квадратга кўтариш диодли функционал ўзгартгич орқали амалга оширилади, бу ўзгартгич-квадратор дейилади. Интеграллаш ва

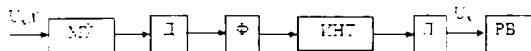
T-даврга бўлиш магнитоэлектрик тизимидаги ўлчаш механизми оркали амалга оширилади.

Бу механизм токнинг ўрта қиймати таъсир остида ишлайди.

$$Y_{урт} = \frac{1}{T} \int_0^T i(t) dt ; \quad (5.13)$$

Электрон вольтметрларда ўлчаш механизми сифатида асосан магнитоэлектрик микроамперметрлардан фойдаланилади. Бу асбобларнинг тўлиқ огдириш токи 50, 100 мА, рамка чўлгамининг қаршилиги 500, 1000 Ом оралиғида, рамка чўлгамида кучланишнинг тушиши 25 мВ÷1 В.

Ўзгарувчан кучланиш ва тоқларни ўлчовчи ракамли вольтметрлар мавжуд бўлиб, уларда кучланишнинг ўрта квадратик қиймати ва ўрта тўғриланган қийматини ўлчашда ўзгарувчан кучланиш ўзгармас кучланишга айлантирилади. Бундай РЎВ чизмаси куйида келтирилган:



5.6-расм. Ўзгарувчан кучланиш ва тоқларни ўлчовчи ракамли вольтметрлар

Бу ерда:

МЎ - масштабни ўзгарткич;

Д - детектор;

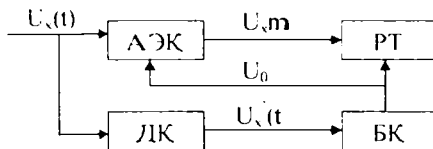
Ф - филтър;

Инт-интегратор;

Л-линеаризатор;

РВ-ракамли вольтметр.

Ўзгарувчан синусондал ёки импульсли кучланишнинг амплитуда қийматини ўлчаш учун амплитуда анализаторлари ва хотирада сақловчи ракамли вольтметрлар ишлатилади. Айниқса, ўлчанаётган кучланиш амплитудасини хотирада сақлаш усули соддалиги билан фаркланади.



5.7-расм. Амплитуда қийматини эслаб қолувчи ракамли вольтметрнинг тузилиши

Бу вольтметр 0,1-0,2% хатока эга.

Эслаш вақти t_{κ} 10 мкс.

АЭҚ – аналог эслаш қурилмаси
РТ – рақамли табло
ДҚ – дифференциалловчи қурилма
БК – бошқариш қурилмаси

5.4. Ўлчаш воситаларига қўйиладиган метрологик талаблар

Ўзбекистон Республикаси «Метрология тўғрисида»ги Қонунининг 7-моддасига мувофиқ, фойдаланилаётган ўлчаш воситалари белгиланган аниқликда ўлчаш натижаларини қонунлаштирилган birlikларда таъминланиши ва қўллаш шартларига мувофиқ бўлиши керак.

Алоқа, ахборотлаштириш ва коммуникацияларни ривожлантириш соҳасида қуйидагилар қўлланилади:

- фақат алоқа, ахборотлаштириш ва коммуникацияларни ривожлантириш соҳасидаги ўлчашлар учун фойдаланиладиган ўлчаш воситалари;

- умумий вазифалардаги ўлчаш воситалари.

Алоқа, ахборотлаштириш ва коммуникацияларни ривожлантириш соҳасининг метрологик хизматлари фаолиятидаги бош йўналишлардан бири махсус мўлжалланган ўлчаш воситаларини киёслаш масаласидир.

Алоқа, ахборотлаштириш ва коммуникацияларни ривожлантириш соҳасида ўлчаш воситаларини, шу жумладан махсус мўлжалланган ўлчаш воситаларини киёслаш ҳуқуқи Фан-техника ва маркетинг тадқиқотлари маркази қошидаги Асос метрология хизматининг таъмирлаш ва киёслаш лабораториясига ҳамда алоқа, ахборотлаштириш ва коммуникацияларни ривожлантириш соҳасидаги ҳўжалик юритувчи субъектларнинг аккредитлаш соҳасига мувофиқ метрологик хизматларига берилган.

Давлат метрологик назорат ва текширувининг таъсир доирасидан ташқарида бўлган ҳамда телекоммуникация хизматлари ва почта операцияларини кўрсатишда фойдаланиладиган ўлчаш воситалари калибрланиши мумкин.

Физик катталиклар ўлчамларининг birlikлари эталондан ишчи ўлчаш воситаларига узатилиши, ишчи ўлчаш воситаларини киёслаш (калибрлаш) учун мўлжалланган намунавий ўлчаш воситалари билан амалга оширилади.

Намунавий ўлчаш воситаларини танлаш тартиби тегишли ўлчашлар бирлигини таъминлаш Давлат тизимининг норматив ҳужжатларида белгиланган.

Алоқа, ахборотлаштириш ва коммуникацияларни ривожлантириш соҳасининг метрология хизматлари ўлчаш воситаларининг у ёки бу турлари учун давлат киёслаш схемаси бўлмаганда, «Ўзстандарт» агентлигининг метрологик хизматларини кўрсатиш бўйича Республика маркази билан келишилган ҳолда талаб этилган аниқлик ва эҳтиёжлардан келиб чиқиб, ишчи ўлчаш воситаларидан намунавий ўлчаш воситаларини танлаб

олишлари мумкин.

Барча намунавий ўлчаш воситалари киёслаш ва метрологик шаҳодатлашдан ўтиши шарт.

Намунавий ўлчаш воситалари сифатида қўллаш учун мўлжалланган ўлчаш воситаларини метрологик шаҳодатлаш, фойдаланишдан олдин, четдан келтирилганда, таъмирлашдан сўнг ва намунавий ўлчаш воситаларининг турини ўзгартириш зарур бўлганда ўтказилади.

Ўлчов воситаларининг ишлаш имкониятларини тегишли даражада сақлаш ва тиклаш учун алоқа, ахборотлаштириш ва коммуникацияларни ривожлантириш соҳасининг метрологик хизматлари ўлчаш воситаларининг муайян хил ва турлари бўйича ўлчаш воситаларининг таъмирлаш ишларини ўтказиш ҳуқуқи учун аккредитланиши керак.

Барча таъмирланган ўлчаш воситалари белгиланган тартибда мажбурий киёсланиши (калибрланиши) шарт.

Зарурият бўлганда, технологик жараёнларни назорат қилиш учун қўлланиладиган ўлчаш воситалари индикаторлар разрядига ўтказилиши мумкин.

Янги ўлчаш воситаларини сотиб олиш тендер асосида мутахассис - метрологларнинг мажбурий иштирокида ўтказилиши керак.

Янги ўлчаш воситаларини сотиб олаётганда хўжалик юритувчи субъектлар ахборот-коммуникация тармоқларида фақат «Ўзстандарт» агентлигининг вақолатланган органи томонидан берилган, тегишли сертификатлари бўлган ўлчаш воситаларидангина фойдаланишлари мумкинлигини ҳисобга олиниши керак.

6. ЎЛЧОВ ГЕНЕРАТОРЛАРИ ВА ЭЛЕКТР СИГНАЛЛАРНИНГ ШАКЛЛАРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

6.1. Ўлчов сигналлари генераторларига доир умумий маълумотлар ва классификацияси

Маълумки, турли радиотехник элементлар, схемалар, қурилмалар ва тизимларни тадқиқ қилиш, сигнали ва параметрларини ўлчашда турли-туман шакллар, частоталар ва қувватларга эга бўлган стандарт синув сигналлари манбаи талаб қилинади. Мазкур сигналларни тадқиқ этилаётган аппаратурага узатиб, манбани ўлчовлар сифатида қўллаб, электр сигналларнинг қатор параметрларини (гармоник тебраниш частотаси, импульсларнинг давомийлиги ва кузатиш даври, модуляция коэффициенти ва ш.к) ўлчайди: электр занжирларнинг амплитуда – частотавий ва ўтиш тавсифларини олади, шунингдек шовкин коэффициенти ва радиоқабул қилгич қурилмалар сезгирлигини аниқлайди, ўлчов асбобларини даражақайди ёки тестлайди; югурувчи ва тинч тўлкинлар коэффициентларини, ЎЮЧ қурилмалар юкланишини акслантириши ва тўла қаршилиги коэффициентларини аниқлашда ўлчов линияларини таъминлайди. Турли тебранишларнинг бундай манбалари сигналларнинг ўлчов генераторлари (автогенераторлар) деб аталади.

Ўлчов сигналлари генератори – бу метрологик тавсифларга мувофиқ берилган чегараларда меъёрлаштирилган частота, вақтли ва амплитудавий параметрларининг маълум шаклдаги радиотехник сигналлари манбаидир.

Ўлчов сигналларининг генераторлари электр тебранишлар, модуляция қуввати ва даражаси маълум чегараларда қайд этиладиган ёки созланадиган экранли манбадир. Улар оддий генераторлардан қатор принципаф фарқларга эга: кенг диапазонларда тебранишнинг чиқиш параметрларини кучланиш ёки қувватнинг частотаси, шакли, давомийлиги ва даражаси аниқ ўрнатиш ва созлаш имкониятига эга, сигналларни ўрнатиш ва созлашни назорат қилишга имкон берувчи юқори барқарор параметрлар ўрнатилган ўлчов асбобларига эга, ўлчаш ва дастурли бошқаришнинг бошқа воситалари билан ҳамкорликда ишлаши мумкин.

Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, ўзгармас ток энергиясини электр тебранишлари энергиясига айлантириб берувчи электрон қурилмалар ўлчов сигналларининг генераторлари деб аталади.

Генераторлар Г билан белгиланади ва улар 8 та синифга бўлинади.

–Г1 – ишчи воситаларини текширувчи намуна генератори.

Г2 – шовкин сигналлари генератори.

Г3 – наст. частотали синусодал сигнал генератори, частота диапазони – 20Гц – 300кГц

–Г4 – юқори частотали сигнал генераторлари, частота диапазони – 30кГц – 300МГц.

–Г5 – тўғри бурчак шаклдаги импульслар генератори

Г6 – махсус шаклдаги генератор

Г7 – ўрта юқори частота (ЎЮЧ) генераторлари ёки частота синтезатори. частота диапазони – 300МГц – 18ГГц

–Г8 – чайқалувчан частотали генераторлари [свий генератор]

Генераторлар махсус асбоблар бўлиб, бу асбоблар чиқиш сигнали параметрларини нормаланган метрологик тавсифлар оралигида тўғри қўйилишини назорат қилишни таъминлайди. Шундай қилиб, ўлчов генераторлари стандарт радиосигналлар ўлчо видир.

Ўлчов сигналлари генераторларининг асосий вазифаси, турли радиоэлектрон қурилмаларни текширишда, соzлашда, параметрларни ўлчашда уларга стандарт сигнални узатишдан иборатдир.

Ўлчов генераторларининг қуйидаги турлари фарқланади:

- паст частотали сигналлар генератори – инфратовуш (лотинча *infra*-паст; эластик тўлқинлар 16 Гц дан паст, уларни киши аъзоси эшитмайди) частотали (0,01-20 Гц), паст частотали ёки паст товушли ва ультратовуш частоталар (20-300000 Гц) нинг гармоник модулланмаган ёки модулланган сигналлар манбаи;

- юкори частотали сигналлар генераторлари – юкори (0,3Гц – 300МГц) ва ўта юкори частоталар (ЎЮЧ, 300 МГц) нинг гармоник модулланмаган ёки модулланган сигналлар манбаи;

- тебранувчан частотали (свин-генераторлар) белгиланган частота полюсаси чегараларида частота автоматик ўзгарадиган гармоник сигналлар генератори;

- импульслар генераторлари ёки релакцион генераторлар турли шаклдаги бир (ягона) ёки даврий видео импульс- сигналлар манбаи;

- шовкин ва шовкинсимон сигналлар генераторлари-чиқиш кучланиш статистик тавсифлар билан назорат қилинадиган тасодифий жараён-ларни амалга оширишга мўлжалланган электр шовкини ва шовкинсимон сигналлар манбаи.

Чизикли – ўзгарувчан кучланишлар генераторларини (ЧЎКГ) ажратиб қўрсатиш лозим, улар релаксацион генераторларга оид бўлиб, ўлчов ҳамда ёйилмалар генераторлари сифатида ишлатиш мумкин.

Таъкидлаб ўтиш керакки, гармоник тебранишлар генератори чиқиш сивнати спектрида бир ёки бир неча гармоникалар мавжуд. Релаксацион генераторларнинг чиқиш тебранишлари ўлча-надиган амплитудали кўплаб гармоникаларга эга.

Ўлчов генераторларида реал сигнални имита-циялаш учун гармоник тебранишларни модуля-циялаш имконияти кўзда тутилган. Модуляция қўринишига кўра генераторлар амплитудали (бир полюсали амплитудали), частотали ва фазовий синусоидал амплитудали, частотали ва импульсли модуляцияси, шунингдек импульсли кодли ва шовкинсимон (псевдотасодифий, “псевдо” грек *pseudos*-ёлгон, ёлгондан, сохта) модуляцияли ускуналарга бўлинади.

290

6.2. Ўлчов сигналлари генераторларининг метрологик характеристикалари ва таъминоти.

Ўлчов генераторлар кучланиши (куват) нинг чиқиш даражаси калибрланган ва калибрланмаган бўлиши мумкин. Кучланишнинг калибрланган даражаси микровольтнинг 100 бирдан то 10 дан бири ва вольт бирли гигага, куввати эса 10^{15} Вт дан бир ва ўнлаб микроваттгача ўзгаради. Калибрланмаган даражаси генераторнинг чиқиш куввати бир неча ваттгача етади. Гармоник сигналлар генераторларнинг асосий метрологик тавсифлари частотаси ва чиқиш даражасига белгилаш хатолиги, частота нобарқарорлиги, чиқиш сигнаlining модуляциялашдаги параметрлари, мослашган юкламада максимал чиқиш кувватидир.

Импульсли сигналлар генераторлари ягона ёки жуфт импульслар, герцнинг бир қисмидан то юзлаб мегагерцгача такрорланадиган частотали тўғрибурчакли импульслар, уларнинг давомийлиги наносекунднинг бир бўлагидан то бир неча секундгача ва амплитудага милливольтдан то ўнлаб вольтгача, пачкасини ва даврий кетма-кетлигини шакллантиради.

Махсус шакли сигналлар генераторлари кучланишнинг учбурчакли ва бошқа шаклларни вужудга келтиради.

Ўзгармас ток энергиясини электр тебранишлари энергиясига айлантириб берувчи электрон қурилмалар генераторлар деб аталади.

Генераторлар Г балан белгиланади ва улар 8 та синфга бўлинади.

Г1 - ишчи воситаларини текширувчи намуна генератори.

Г2 - шовкин сигналлари генератори.

Г3 - паст частотали синусоидал сигнал генератори - 20Гц - 300кГц

Г4 - юқори частотали сигнал генераторлари - 30кГц - 300МГц

СВЧ 300МГц-18ГГц

Г5 - тўғри бурчак шаклдаги импульслар генератори

Г6- махсус шаклидаги генератор

Г7 - ўрта юқори частота генераторлари ёки частота синтезатори

Г8- чайкалувчан частотали генераторлари [свип генератор]

Генераторлар махсус асбоблар бўлиб, бу асбоблар чиқиш сигнали параметрларини нормалланган метрологик тавсифлар оралигида тўғри қўйилишини назорат қилишни таъминлайди. Шундай қилиб, ўлчаш генераторлари стандарт электрсигналлари ўлчовидир.

Ўлчаш генераторларининг асосий вазифаси турли радиоэлектрон қурилмаларни текширишга, созишга, параметрларни ўлчашга уларга стандарт сигнални узатишдан иборатдир.

Генераторларнинг схемада белгиланиши.

Г – генератор лотинча G.

Ўзгарувчан ток генератори ёки синусоидал сигналлар генератори.

«аррасимон» – тебранишлар генератори.

«тўғри бурчакли» импульслар генератори.

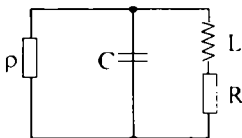
Паст частота генераторлари.

Алоқа қурилмаларининг амплитуда, частота, модуляция ва нозичиклик тавсифларини олтишда паст частота генераторлари синов

сигналлари манбаи бўлиб хизмат қилади. Бундан ташқари, улардан индуктивлик, частота, фаза, тўлиқ қаршиликни ўлчашда фойдаланилади.

Пчг - LC ва RC генераторларига бўлинади. Улар синусоидал тебранишлар генераторидир. Электр тебранишлари электрон генераторининг эквивалент схемаси расмда кўрсатилган. Агар LC резонанс контуридаги L ғалтакнинг актив қаршилиги R нолга тенг бўлган идеал ҳолни олсак, бундай занжирда пайдо бўлган ток тебранишлари сунмас бўлади.

284



6.1 – расм. LC генераторининг чизмаси.

Пчг диапазони 20-20000 Гц. Агар бу диапазон юзлаб килогерцларни эгалласа, бундай Г товуш ва ультратовуш генератори дейилади.

Ишлагиладиган частотасига қараб генераторлар: асосий тебранишлар генераторларига ва тепкили тебранишлар генераторига бўлинади. Индуктивлик реал ғалтаги ҳамма вақт R қаршиликка эга. Демак, LC типдаги реал занжирда сўнмас тебранишлар ҳосил қилиши учун индуктивлик ғалтагининг мусбат актив қаршилиги Rни манфий қаршилик ёрдамида йўқотиш керак, бунинг учун мусбат тесқари алоқадан фойдаланилади. Генераторда сўнмас тебранишлар пайдо бўлиши, яъни генератор уйғотилиши учун иккита шарт бажарилиши лозим.

Фазалар баланси шarti, яъни бунда тесқари боғланиш ва кириш қучланишлари фаза бўйича мос бўлади.

Амплитудалар баланси шarti: тесқари буғланиш қучланишининг миқдори кириш қучланишига тенг ёки ундан катта бўлади.

Агар генератор схемасида бу икки шарт бажарилса ва бу мусбат тесқари боғланиш реактив элемент снгим ёки трансформатор орқали амалга оширилса схемада сўнмас синусоидал тебранишлар вужудга келади.

LC - генераторда частота тебраниш контурининг индуктивлиги ва снгими билан аниқланади.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{1}{Q^2}} \quad (6.1) \quad 195 \quad \Omega \quad \text{контур тоҳори асликка эга бўлса нифога соддаланади}$$

яъни

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (6.2) \quad \begin{array}{l} \Gamma - \text{герцларда} \\ L - \text{генриларда} \\ C - \text{фарадаларда} \end{array}$$

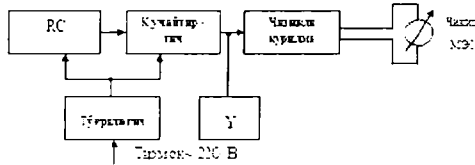
RC генераторлар.

RC генераторлар гармоник тебраниш генераторларидир. Бундай генераторларда генерацияни амалга ошириш учун керак бўлган мусбат

тескари боғланиш занжирига кирган резисторлар каршилиги ва конденсаторлар сигими каттатиклари оркали генератор частотаси аникланади.

RC генераторининг асосий блоки ўз-ўзидан уйғонувчи генератордир. Бундай генератор сифатида кучайтириш коэффициенти k – бўлган икки каскадли кучайтиргичдан фойдаланилади. Частота танлаш мақсадида ишлатиладиган RC филтрлардан бири Вин кўпригидир.

Бу кучайтиргич частота боғланишли тескари манфий алоқа занжирига эга. Мусбат тескари алоқа маълум частотали тебранишларни генерациялайди. Манфий тескари алоқа эса генерацияланадиган диапазон бўйича генератор ишини барқарорлаштиради.



6.2 – расм. RC генераторнинг блок чизмаси.

Тескари боғланиш кучланишлари кучайтиргичнинг киришига Вин кўприги ёрдамида узатилади.

Кучайтиргичнинг мусбат тескари алоқа коэффициенти:

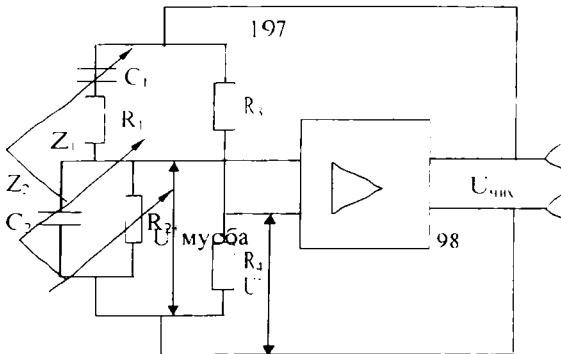
$$\gamma = \frac{Z_2}{Z_1 - Z_2} \quad (6.3)$$

Манфийси эса

$$\beta = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (6.4)$$

$$K_{\text{теск алоқа}} = \frac{K}{1 - K(\gamma - \beta)} \quad (6.5)$$

Кучайтиргичнинг киришдаги нагивавий кучланиш эса мусбат ва манфий тескари боғланиш кучланишлари «0» га тенг бўлади.



6.3 – расм. Ёзин кўприги фойдаланилган RC – генератор чизмаси.

Тескари алокали кучайтириш коэффициентлари куйидагичадир.

$$U_{кир} = U_{мусб} = U_{манф} = \gamma \cdot U_{чик} - \beta \cdot U_{чик} = (\gamma - \beta) \cdot U_{чик}; \quad (6.6)$$

Маълумки, чикиш кучланишининг кириш кучланишига мисбати кучайтириш коэффициентидир.

$$K = \frac{U_{чик}}{U_{кир}} = \frac{U_{чик}}{U_{кир} (\gamma - \beta)} = \frac{1}{\gamma - \beta} \quad (6.7)$$

(6.5) ва (6.7) лардан (6.8) ларга эга бўламиз.

$$K(\gamma - \beta) \geq 1, \quad (6.8) \quad \text{бу генерация шартидир}$$

Юқорида

айтилгандек генерация юзага келиши учун кириш ва чикиш кучланишлари фаза бўйича мос бўлишлари керак.

Кўклик $R_3 = 2R_4$ бўлганда мувозанатда бўлади. R_3 ва R_4 кўкликни мувозанат шартидан аниқлайди.

$$Z_1 R_4 = Z_2 R_3$$

$$R_1 = R_2 = R \quad \text{ва } C_1 = C_2 = C \quad \text{хисобга олган ҳолда } Z_1 \text{ ва } Z_2 \text{ ни ўрнигақўйиб}$$

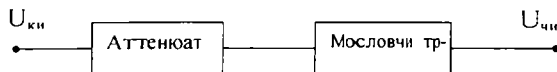
$$2R_4 + i\omega CR_4 \cdot \frac{R_3}{1 + i\omega CR} = R_3, \quad (6.9)$$

Бундан кўринадики, $R_3 = 2R_4$ частотада кўприк мувозанатда бўлади. Тебранишлар генерацияланган пайтда тескари алока коэффициентлари $\beta = \frac{1}{3}$, $\gamma = \frac{1}{3}$ га тенг бўлади.

Мусбат тескари алока манфий тескари алока билан тўлиқ мувозанатлашади. Шунинг учун кучайтиргичнинг кириш қисмидаги нагжавий кучланиш $U_{кир} = 0$ бўлади. Бу шароитда генерация юзага келмайди.

Бу қарама-қаршилик R_3 қаршиликни $2R_4$ дан каттарок қилиб танлаш йўли билан ҳал қилинади. Бунда $\beta_1 < \gamma$ дан сал кичикроқ бўлади. Кўприк мувозанати озроқ бузилади ва генерация юзага келади. Генерацияланган тебранишлар синусоидал кўринишда бўлади, чунки бундай ҳолда

кучайтиргич чизикли режимда ишлайди. Генераторнинг чиқиш қурилмаси – чиқиш кучланиши керакли катталikka қуйиш вазифасини бажаради. Бундан ташқари, ўлчов генераторнинг чиқиш қаршилиги билан юкланиш қаршилигини мослаш учун хизмат қилади. Шунга кўра, у даражаланган аттенюатор, яъни сусайтиргич ва мословчи трансформатордан иборатдир.



6.4– расм. РС – генераторнинг тузилиши.

Тепкили тебранишлар генератори РС генераторлардан мураккаброқдир.

Улардан турли акустика, радиотехник қурилмаларининг частота тавсифларини автоматик ҳолатда ёзиб олишда фойдаланилади.

1. Частотаси: стабиллашган кваршли генераторлар.

Ҳозирги замон радиотехник ва қўпканалли электр алоқа қурилмаларига катъий талаблар қуйилмоқда. Бу аппаратура ва қурилмаларни назорат қилиш ва соzлаш учун частотали барқарор бўлган генераторлар керак. Бундай талабларга кварц резонаторли ўлчов генераторлари жавоб беради.

2. Импульс сигналли генераторлар:

Алоқа техникасида телевидения, электрон – ҳисоблаш машиналарда, радиолақация ва телеметрияда импульсли қурилма ва чизмаларни текшириш ва соzлашда ҳамда кенг полосали кучайтиргичларда ўтиш тавсифларини тадқиқ қилишда кучланишнинг импульс кўринишдаги тўғри бурчакли трансимон шакли синов сигналларидан фойдаланилади.

Импульсли ўлчов генераторлари шундай сигналлар манбаидир. Юкори ва ультра юкори частота генераторлари:

Бу ўлчов генераторлари сўнмас ёки модуляцияланган тебранишлар манбаидир.

бундай генераторлар – радио қабул қилгичлар, кучайтиргичлар, телевизион қурилмалар, антенна, кабел, алоқа линияларини соzлаш ва синаниш учун ишлатилади.

Юкори частота генераторлари

Ультра юкори частота генераторлари ҳа 20-30 дан 3000 МГц гача бўлиди диапазонни қоплайди.

Ўта юкори частота генераторлари.

-1000 МГц частотада ишлайди ва радиорелели алоқа линиясида телевизион ретрансляция қурилмаларида фойдаланилади.

Чайкалувчи частота генераторлари (свипгенераторлар)

- ўзгарувчан кучланиш манбаидир, частотаси бирон қонун асосида автоматик ҳолатда ўзгаради.

7. ЭЛЕКТР СИГНАЛЛАРНИНГ ШАКЛЛАРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

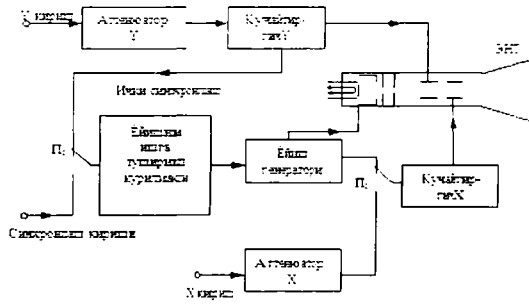
7.1. Осциллографлар тўғрисида умумий тушунчалар

Универсал электрон осциллограф ёрдамида узлуксиз ва импульсли даврий жараёнларни, электр тебранишларининг амплитуда ва даврийлигини, кучланиш ва ток ёриси тактини текшириш, тебранишлар частотасини, фазалар фарқини ўлчаш, ундан ташқари, турли қурилмаларнинг амплитуда, фаза, вольт-ампер тавсифларини ўрганиш мумкин.

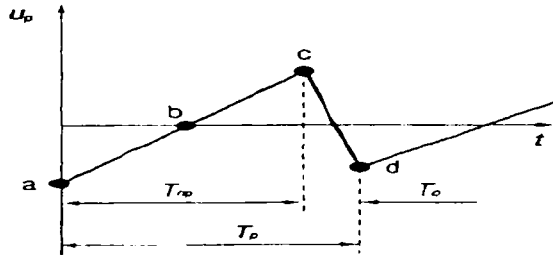
Универсал осциллографнинг соддалаштирилган структуравий схемаси 7.1-расмда берилган. Тадқиқ қилинаётган сигнал кучайтиргич Y киришига аттенюатор орқали берилади. Сигнал кучайтиргич чиқишидан ЭНТ нинг нури вертикал оғдириш пластиналарига берилади. Аттенюатор катта амплитудаларга эга бўлган сигналлар билан ишлашда зарурдир.

Нурининг 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 қўзда тутилган. Ёйиш генераторини, зарурат бўлганда, узиш ва P_2 алмашлаб улагични пастки ҳолатга ўтказиб, ташқи сигнални X нинг кириши орқали горизонтал оғдириш пластиналарига бериш мумкин.

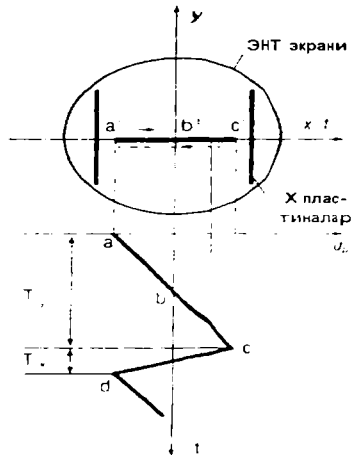
Тадқиқ қилинаётган сигналнинг осциллограммасини ҳосил қилиш учун ЭНТ экранидаги ёруғ доғнинг горизонтал ва вертикал йўналишлардаги ҳаракатини бошқариш лозим.



7.1-расм. Универсал осциллографнинг соддаштилган тузилмавий схемаси.



7.2-расм. Ёйманка генератор кучланишининг шакли.



7.3-расм. Ёйманкачизигининг хосил бўлиши.

Графикнинг а-с участкасида ёйиш кучланиши U_c чизикли ўсади. U_c минимал кийматидан максимал кийматигача ўзгаришига кетадиган вақт $T_{1/2}$ ёйишнинг тўғри йўли вақти деб аталади. T_k вақт давом этадиган с-d участка ёйишнинг қайтиш йўлига мос келади. $T_{1/2}$ ва T_k вақтлар ёйиш вақти T_e ни ташкил этади. Агар U_c ни, сигнални вертикал огдириш пластиналаридан узиб, горизонтал огдирувчи пластиналарга берилса, ЭНТнинг электрон дастаси фақат горизонтал текисликда огади. Бунда экрандаги ёруғланувчи доғ ушбу кетма-кетликда кўчади. Максимал манфий кучланиш U_c да (7.3-расмдаги а нукта) ёруғланувчи доғ экранда энг четки чап вазиятни (а' нукта) эгаллайди. U_c чизикли ошиб борганида доғ секин-аста б' нуктага кўчади ва U_c нинг кутби ўзгарганидан сўнг с' нуктага кучади. а'-с' участкада доғнинг ҳаракат тезлиги ўзгармас бўлади, чунки U_c чизикли конун бўйича ўсади ва

$$h = \frac{II_c U_{c \max}}{2at_{1/2}}$$

кучланиш орасида чизикли боғланиш мавжуд. с' нуктага етганидан сўнг, доғ тескари йўналишда кўча бошлади.

272

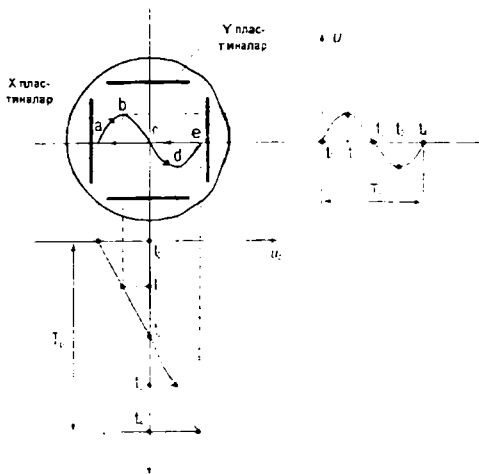
Қайтиш йўли $T_k > T_{1/2}$ вақтда амалга ошади, шу сабабли доғнинг тескари йўналишдаги ҳаракат тезлиги каттадир. Доғнинг қайтиш йўли вақтидаги ҳаракат траекторияси 7.3-расмда шартли равишда бироз пастга кўчирилган штрихли чизик билан кўрсатилган. Аслида нур тескари томонга ўша йўналишда ҳаракатланади. Осциллограммани ҳосил қилиш учун U_T нинг тўғри юриш участкасида (а-с) чизиклилиги муҳим аҳамиятга эга, тескари юриш йўли (с-d)да U_c нинг шакли принципиал аҳамиятга эга эмас. Муҳими, қайтиш йўли вақтини илжи борича минималлаштириш керак.

Шундай қилиб, U_c ни горизонтал пластиналарга берилишида x ўқи бир вақтда вақт ўқи t ҳам бўлади, шу билан бирга ёруғланувчи доғнинг ҳаракат тезлиги а'-с' участкада ўзгармас бўлганида t ўқи бўйича масштаб ўзгармас бўлади. U_c шаклининг тўғри юриш интервалида бузилиши ёйилишининг ночизиклигини юзага келтиради, бу эса доғнинг экран бўйлаб нотекис ҳаракат тезлигида ва осциллограмманинг бузилишида намоён бўлади. Ҳаракатнинг нотекислиги x ўқи бўйича масштабнинг нотекислигини юзага келтиради, бу эса сигнал параметрларини баҳолашни қийинлаштиради.

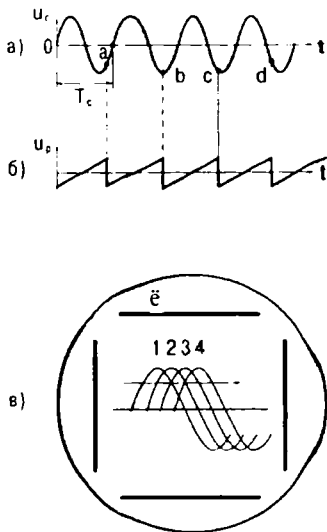
Иккита ёйиш кучланиши (U_c) ва сигналнинг (U_s) мос равишда x ва y пластиналарда таъсири остида ЭНТ экранида тасвирнинг ҳосил бўлиши кўрсатилган. Осциллограммани ясашда аррасимон ёйиш кучланишининг даври сигнал даврига тенг. Тескари йўл даври эса нолга тенг бўлади, деб қабул қилинган. Ёйиш даври чегаралари 7.4-расмда t_0 , t_1 , t_2 , t_3 ва t_4 билан белгиланган тўртга тенг интервалга бўлинган. t_0 моментда $U_c=0$, U_s максимал манфий кийматга эга ва ёруғ а нуктада жойлашган t_1 моментда U_c сигнал кучланиши максимал мусбат кийматга эга, U_s эса аррасимон кучланиш қулоқининг $1/4$ га тенг на доғ b нуктада бўлади, ЭНТ экранида с, da ва e нукталарнинг вазиятларини шунга ўхшаш йўл билан топиш мумкин.

Ўйиш тугалланганидан сўнг, ёруғланувчи доғ е-а тўғри чизик бўйича оний равишда бошланғич ҳолатига қайтади (7.4-расмда T_k нолга тенг деб қабул қилинган). Доғнинг тўғри ва тескари йўллари вақтидаги харакати стрелкалар билан кўрсатилган. Ўйишнинг навбатдаги циклларида осциллограмманинг ҳосил бўлиши яна шундай бўлади, шу билан бирга осциллограмманинг барча нуқталари 7.4-расмдаги осциллограмманинг мос нуқталари билан устма-уст тушади. Шундай қилиб, кузатувчи экраннинг бир хил жойларига қўйилган осциллограммалар сериясини кўради. Кўриш образида қайд қилинган бундай бирламчи осциллограммалар сони ўйиш даврига, люминофорнинг сўнг ёруғланиш узунлигига (давомийлигига) ва одамнинг кўриш хотирасига боғлиқ.

Айрим осциллограммаларнинг устма-уст қўйилиши ва кўзгалмас тасвирнинг ҳосил бўлиши 7.4-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» айнан бир хил бўлади.



7.4-расм. ЭНТ экранида тасвирнинг шаклланиши.



7.5-расм. Ёйша частотасининг карраллиги бузилганда тасвирнинг шаклланиши.

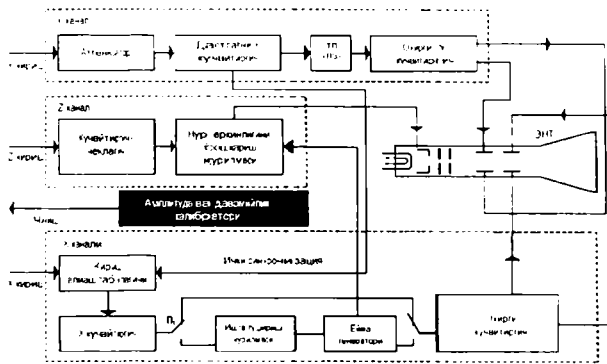
Осциллограммалар бир-бирига мужассамланганда ягона кўзгалмас тасвир ҳосил бўлади. $T_c = nT_c$ бўлганда ҳам осциллограмманинг тасвири шунга ўхшаш ҳосил бўлади. Агар n - бутун сон бўлса, у ҳолда ёйишнинг битта даврида сигналнинг n та даври жойлашади. Осциллограмма 7.4-расмда тасвирланган осциллограммадан сигналнинг x ўқи бўйлаб қўйилган даврлари сони (2, 3 ва ундан кўп) билан фарк қилади. $T_c = nT_c$ шарти ёйша даври T_c ни сигналнинг каррали даврига тенг қилиб танлаш зарурлигини билдиради.

Ёйиш ва сигнал частоталарининг карраллиги бузилганида осциллограф экранда тасвирнинг шаклланиши 7.5-расмда кўрсатилган. Синусоидал шаклдаги тебранишдан иборат сигнал даври (7.5-а расм) $T_c > T_c$. Ёйишнинг биринчи циклида (7.5-б расм) экранда осциллограмма синусоиданинг оа нукталар орасидаги кесмаси, иккинчи циклида ab кесма билан, учинчисида bc кесма билан ва х.к. тасвирланади. 1, 2, 3, 4 осциллограммаларнинг кетма-кет пайдо бўлиши стрелка билан кўрсатилган йўналишда тасвирнинг ҳаракатланиш тасвирини беради. Ёйиш даври сигнал давридан қанча катта бўлса, осциллограмманинг ҳаракат тезлиги шунча каттадир. $T_c < T_c$ бўлганда осциллограмма қарама-қарши йўналишда, яъни ўнгдан чапга томон ҳаракатланишини кўрсатиш мумкин. Шундай қилиб, кўзгалмас осциллограммани ҳосил қилиш учун ёйиш даврини (частотасини) сигнал даврига (частотасига) каррали қилиб олиш зарур. Осциллограф

конструкциясида бундай имконият назарда тутилган. Бирок 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, осциллог-раф ёйиш генераторини тадқиқ қилинаётган сигнал частотаси билан ёки частотаси тадқиқ қилинаётган сигнал частотасига (кадрали) тенг бўлган махсус сигнал билан синхронлаштирилгани-дагина ҳал этилиши мумкин. Структуравий схемада синхронлаш сигнаlining узатилиши кўрсатилган, бунда синхронлаш сигнали ёйишни ишга тушириш қурилмасига кучайтиргич Y дан келади, бу ташки синхронлаш режимидир. 7.1-расмда ёйиш генераторини ЭНТ модулятори билан уловчи занжир кўрсатилган. Бу занжир ёйилманинг тескари йўли e - c -а да электрон дастани ёпиш учун хизмат қилади. Қайтиш йўл чизиги экранда ҳалакитни юзага келтиради. $T_k=0$ бўлган идеал ҳолатда нур e нуктадан a нуктага бир онда кўчади ва тескари юриш чизиги 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 ёйиш генераторидан трубка модуляторига махсус сўндирувчи импульслар берилади.

Турли типдаги осциллографларнинг структуравий схемалари бир-биридан баъзи жиҳатлари билан фарқланиши мумкин, бирок улар 7.6-расмда тасвирланган умумлашган схемага асосан мос келади. Осциллограф учта канал X , Y ва Z га эга. Y канал вертикал оғишни бошқаради ва аттенуатор, дастлабки ва охириги кучайтиргичлар, секинлатиш линиясига эга. Секинлатиш линияси сигнални секинлаштириш учун хизмат қилади, бу эса баъзан импульсли сигналларни кузатишда зарурлиги кейинроқ кўрсатилади.

X канал кириш алмашлаб улагич, кучайтиргич X , ишга тушириш қурилмаси, ёйиш генератори ва охириги кучайтиргич Y га эга. Кириш алмашлаб улагичи ё синхронлаш сигнални дастлабки кучайтиргич Y дан уланишини, ёки сигнални чиқиш киекичи X дан берилишини таъминлайди. X нини киришига ё ташки синхронлаш сигнали ёки тадқиқ қилинаётган сигнал берилиши мумкин. Осциллограф ёйиш генератори билан ишлаётганда P_1 ва P_2 алмашлаб улагичлар иваски ҳолатига ўрнатилади, синхронлаш сигнали ёйишни ишга тушириш қурилмасига узатилади. Охириги кучайтиргичдан аррасимон кучланиш ЭНТ нинг x пластиналарига келади. P_1 ва P_2 ни юкори ҳолатига ўрнатилганида ёйиш узилади. Бу ҳолда сигнал чиқиш X дан кириш алмашлаб улагичлари ва кучайтиргичлар каскади орқали ЭНТ га келали.



7.6-расм. Универсал осциллографларнинг умумлаштирилган схемаси.

Z-канал ЭНТ нурининг ёркинлигини бошқариш учун хизмат қилади. Кучайтиригич-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 даврийлик калибратори киритилади. Калибратор сигнали, одатда, осциллографнинг олд панелига чиқарилган бўлади ва улаш кабели ёрдамида канал Y киришига берилиши мумкин.

7.2. Универсал ва ракамли осциллографларнинг иш тамойиллари

Ракамли осциллографларнинг яратилиши ва қўлланилиши осциллографлаш техникасининг кескин яхшиланишига сабаб бўлди.

Ракамли осциллографларда тадқиқот қилинаётган аналог сигнал кириш блокида Аналог-ракамли ўзгартиргич ёрдамида ракамли шаклга ўзгартирилади ва дискретли хотирада эслаб қолинади. Хотирада сақланган сигнал уни экранда кўрсатилиши учун фойдаланилиши мумкин. Ракамли осциллографлар бир вақтда экранда сигнални кўзатиш имконини ҳамда унинг параметрларининг сонли қийматларини юқори аниқликда олиш мумкин. Бунда ўлчашни бевосита оддий осциллограф экранидан катталикни миқдоран ҳисоблаб олиш мумкин. Чунки сигнал параметрлари бевосита осциллограф киришида ўлчанганда вертикал огдириш каналдан ўтгандагидан аниқроқ ўлчанади. Ракамли осциллограф қурилмаларида сигналнинг тўлиқ ракамли ишлови амалга оширилади. Матрицали экранларнинг қўлланилиши ракамли осциллографларнинг ўлчамлари ва массасини камайтиради, юқори кучланиш манбаларидан фойдаланишни чеклайди.

Ракамли осциллографларда ўлчаш натижалари учта усул асосида амалга оширилади:

- Сигнал тасвирини кўзатиш билан параллел ҳолда экранда сигналнинг

сонли параметрлари таблода аксланади.

•Сигнал тасвирига оператор бир вақтда ёруғлик белгиларини шундай келтирадики, бунда ростлашнинг мос кийматида пара-метрнинг катталиги аниқланади.

•Тадқиқ қилинаётган сигналлар ва рақамли маълумот тасвирини шакллантиришнинг махсус индикаторлари ва растрли усулидан фойдаланилади.

Рақамли осциллографларда экран индикаторида тасвирнинг оптимал ўлчамлари автоматик равишда қўйилади. Рақамли автомат-лаштирилган осциллографнинг тузилиш схемаси қуйидагилардан иборат: кириш сигнали аттенюатори; вертикал ва горизонтал оғиш кучайтиргичлари; амплитуда ва вақт интервалларини ўлчагичлар: сигнал ва ўлчагичлар интерфейси; микропроцессорли контроллер; ёйма генератори; синхронлаш схемаси ва электрон-нурли трубка.

Замонавий рақамли осциллографнинг техник характеристикалари:

- ўтказиш соҳаси 0...100 МГц;
- экран ўлчами 80x100мм;
- рақамли ўлчашлар хатолиги 1...3%.

Рақамли осциллографнинг функционал имкониятлари: тасвир ўлчамларини автоматик равишда қўйиш, автоматик синхронлаш, икки белги орасида айирмалли ўлчашлар, сигналлар амплитудаси қўламини, максимуми ва минимум импульслар даври, давомийлиги, паузаси, фронти ва пасайишини автоматик ўлчаш, умумий каналга кириши. Рақамли осциллографлар аниқликни оширишдан ташқари, ўлчаш жараёнини тўлиқ автоматлаштириш, иш тартибининг масофавий бошқариш, маълумотга математик ва мантикий ишлов бериш имконини беради.

Рақамли осциллографнинг соддаштирилган тузилиш схема-си қуйидагилардан иборат: процессор, АРЎ, интерфейслар, таймер, контроллер, амплитуда ва вақт интервалларини ўлчагич, оператив эслаб қолиши ва акс эттириш қурилмаси (7.7-расм). Схепада қўриши мумкинки, тадқиқ қилинаётган сигналнинг амплитуда ва вақт параметрлари асбобга ички ўрнатилган ўлчагичлар ёрдамида аниқланади. Ўлчаш маълумотлари асосида микропроцессор оғим²¹⁷ ва ёйманинг керакли коэффициентларини ҳисоблайди ва интерфейс орқали акс эттирувчи қурилмада белгилайди.

Бу индикаторда тасвирнинг вертикал ва горизонтал ўлчамлари ўзгармас бўлишини таъминлайди.

Процессор контроллер орқали олдинги панелдаги бошқарув органлари жойлашувини сўрайди ва сўров маълумотлари кодланганидан сўнг яна контроллерга келади, у эса автоматик ўлчашнинг мос келувчи режимини ишга туширади.

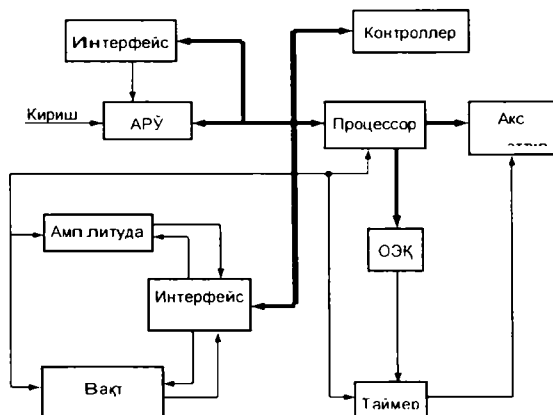
Ўлчашлардан олинган натижалар акс эттирувчи қурилмада кўрсатилади, бунда амплитуда ва вақт параметрлари бир вақтнинг ўзиде ёритилади.

Бошқариш блокига сигналли микро-процессорни киритилиши рақамли осциллограф-нинг функционал имкониятларини оширади. Тадқиқ қилинаётган сигналнинг ихтиёрий қийматларини рақамлаш-тириш имкони бўлади, шу жумладан сигналнинг спектрал характе-ристикасини, корреляцион функциясини, эҳтимоллик зичлигининг тақсимотини олиш ва акслантиришни ва бошқалар қўлланилади.

Ҳозирги замон микропроцессор техникасини рақамли осциллограф таркибига киритилиши сигнални тадқиқот қилишда юзага келадиган барча функционал масалаларни ечиш имконини беради. Ҳозирги вақтда кўглаб фирмалар (Hewlett-Packard, Agilent Technologies) аралаш сигналли рақамли осциллографларнинг янги серияларини ишлаб чиқармоқда. Ушбу серияга соҳа ўтказувчанлиги 350 МГц ва 500 МГц бўлган моделлар киради ва бунда дискретланиш ўта юқори частотага - секундига 2 миллиард танлан-мага эга бўлади.

Осциллографлар 16 МБайтгача бўлган MegaZoom хотира билан жиҳозланган.

Янги осциллографлар қулай фойдаланувчан интерфейсга эга, бошқариш қулай бўлган тугма ва ростлагичлар олдинги панелда жойлашган. ўша ерда параллел ва кетма-кет RS232 киритиш ва чиқариш портлари ва ички дисководнинг слоти жойлашган. Осциллографлар CAN, USB, I2C ва SPI протоколларни қўллайди. Экранда маълумотларнинг тезкор янгиланиб туриши юқори тиниқликдаги вектор туридаги ёркинлиги 32 градацияли дисплей асосида таъминланади. Юқори техник тавсифлари ва кенг интерфейс имкониятлари туфайли ишчи соҳаси 500 МГцли янги осциллографлардан асбобсозликда юқори тезликдаги иловалар учун ҳамда алоқада, саноат автоматикасида, муҳофаа ва аэрокосмик соҳаларда фойдаланиш мумкин.



7.3. Универсал С1-220 турдаги осциллограф техник характеристикаларининг тафсилоти ва қиёсланиши

Осциллографнинг блок схема си 6.8-расмда келтирилган.

Осциллографнинг соҳа ўтказувчанлиги 20 МГц, максимал сезғирлиги 1 мВ/бўл, ёйишнинг минимал коэффициенти 0,2 мкс/бўл. Ўн марта чўзиш учун 20 НС/бўл бўлган ёйиш вақтини ўрнатиш имконияти мавжуд. Осциллограф 6-дюмли (12,5 см) тўғрибурчакли электрон нури ички кизил шкалали трубкага эга. Бошқарилиши қулай ва юқори даражадаги эксплуатацион ишонччиликка эга.

Осциллограф куйидаги хусусиятларга эга:

- ёритишнинг юқори интенсивлиги, тезлаштириш учун юқори кучланишнинг мавжудлиги ҳисобига ҳатто, ёйманинг юқори тезликларида ҳам аниқ тасвир олиш мумкинлиги.

- кенг соҳа ўтказувчанлиги ва юқори сезғирлиги. 20 МГц соҳа ўтказувчанлиги ва 5 мВ/бўл (1 мВ/бўл, қўшимча 5 марта қўшимча кучайтириш) сезғирликни таъминлаши.

- жамланган сигнал билан синхронлашуви. Бир вақтта иккита турли частотали сигнал тадқиқ қилинганда ҳам бузилмас синхронлашга эришиш мумкинлиги.

- ТВ-синхронланиши. Осциллограф ТВ кадр ва ТВ-сатр бўйича автоматик синхронлаш учун синхронлаш филътрига эга.

- А канал сигналининг чиқиши: 50 Ом чиқишли А канал сигнали частотомернинг ва бошқа турдаги ўлчаш воситаларининг уланиши учун фойдаланилиши мумкин.

- Z-кириш: Сигнал ёркинлигининг мусбат даражали сигнал билан бошқарилиши. масалан ТТЛ-логикадан.

- X-Y режими: Осциллограф X-Y режимига ўтказилганда А-канал X-ўқи сифатида, В-канал кириш Y-ўқи сифатида фойдаланиши.

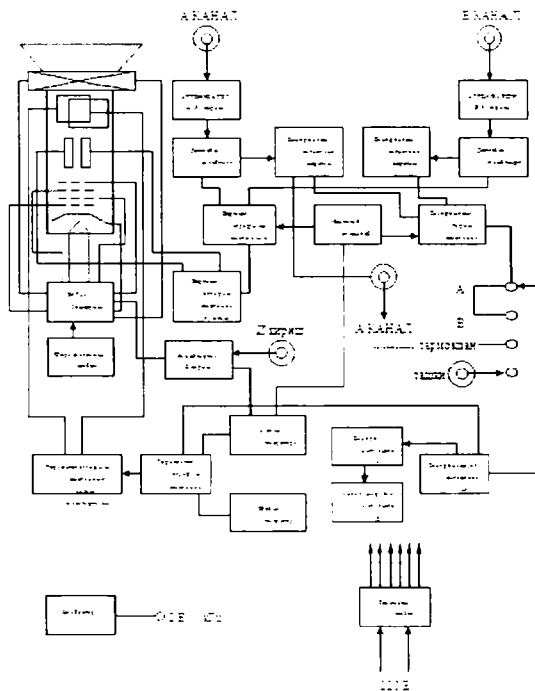
Осциллограф куйидаги техник характеристикаларга эга. Вертикал огдириш кафанни оид техник маълумотларни келтирамай.

- Вертикал огдиришнинг ҳар бир канали 5 мВ/бўлдан 5 В/бўлгача бўлган огдириш коэффициентига эга.

- Осциллограф 2,5 мартабадан кам бўлмаган ҳолда, кучайтиришнинг текис ростланишини таъминлайди.

- А ва В каналлар огдириш коэффициентлари асосий хатоларининг йўл қўйиладиган қийматлари:

5 мартаба кучайтириш ўчирилганда: $\pm 3\%$.



7.8-расм. С1-220-турдаги икки каналли универсал осциллографнинг блок схемаси

5 мартаба кучайтириш уланганда: $\pm 5\%$.

- Осциллографнинг киришдаги пробниксиз соҳа ўтказувчанлиги 20 МГц – 5 – мартабалик кучайтириш узилганда ва огдириш коэффициентлари 5 мВ/бўл ва 5 В/бўл учун.

5-мартабалик кучайтириш уланганда 7 МГц бўлади.

- Осциллограф комплектидаги 1:10 бўлган бўлгич уланганда.

Осциллографнинг соҳа ўтказувчанлиги:

Бўлгичнинг 1:1 ҳолатда – 6 МГц. Вольт/бўл алмашлаб улагичнинг барча ҳолатларида.

Бўлгичнинг 1:10 ҳолатида: ўчирилган кучайтиришда огдириш коэффициентларининг 5 МВ/бўл ва 5В/бўл кийматлари учун 7 МГц.

- Вертикал огдиришнинг ҳар бир канали ўтиш характеристикасининг параметрлари восита киришда 5 мВ/бўл дан 5 В/бўл огдириш коэффициентлари учун қуйдагилардан кўп бўлмайди: 5-мартаба кучайтириш ўчирилганда 17.5 НС 5-мартаба кучайтириш уланганда 50 НС.

- Кучайтиргич каналларининг хар бир киришидаги параметрлари: -1:10 бўлгич билан: актив қаршиллик 10 МОМ ± 2%: кириш сигими 25 ± п Ф.

Пробниксиз: актив қаршилиқ 1 МОМ ± 2% кириш сигими 45 ± 4 пФ.

- Осциллограф кириш кучайтиргичи қуйидаги боғлиқлик режимини таъминлайди: - Ёпик кириш – вертикал оғдириш кучайтиргичининг киришига частотаси 10 Гц дан юкори бўлмаган сигналларнинг ўтиши. – Очик кириш – вертикал оғдириш кучайтиричининг киришига доимий ташкил этувчини ҳисобга олган ҳолда, барча частоталар соҳаси бўйича сигналларнинг киришини. – кучайтиргич кириши корпусга туташтирилган ушбу ҳолда кучайтиргич киришига сигнал узатилмайди.

- Осциллограф кучайтиргичининг қуйидаги режимларини таъминлайди. А,В, А ва В каналлар бўйича сигналларнинг кузатилишини.

Сигнал А ва В каналлар бўйича кузатилганда кетма-кет ва ёки алмаштириш режимларида ишлаш мумкин. Коммутаторнинг алмашлаб улаш частотаси, алмаштириб улаш режимда, тахминан 250 КГц бўлади.

А ва В каналларнинг очик ва ёпик киришларида А+В жамлаш. Кучайтириш каналларининг хар бир алоҳида киришларида 1 КГц. дан юкори бўлмаган ўзгарувчан ва ўзгармас кучланишларнинг йўл қўйиладиган йигинди қиймати ташкил этади:

- 1:10 бўлгич билан – 600 В дан ортик эмас.

- пробниксиз 300 В дан кўп эмас.

- Синфаз сигналларнинг сусайтириш коэффиенти 50 КГц ли сигнал учун ва А ва В каналларнинг тенг сезгирлигида 50:1 ташкил этади.

- Алмашлаб улагичнинг Вольт-бўл ҳолатларидаги каналлар орасидаги узиш (ажратиш) коэффиенти. (5 МВ/бўл бўлганда)

- 1000 дан кам эмас. кириш сигналининг частотаси 50 КГц бўлганда.

- 30 дан кам эмас. кириш сигналнинг частотаси 20 МГц бўлганда.

Ёйма кучайтиргичига оид маълумотлар:

- Осциллографнинг ёйма коэффиенти 1:2:5 кетма-кетликда. 02 МКс/бўл дан 0,5 сек/бўл гача қийматлар қабул қилади.

- Осциллограф ёйманн қўшимча 10 мартаба чўзишни (20 нС/бўл) таъминлайди.

- Ёйиш коэффиенти асосий хатолигининг йўл қўйиладиган қиймати ташкил этади:

± 3% - ўчирилган чўзишда.

± 5% - уланган чўзишда (20 нС/бўл ва 50 нС/бўл қийматлар инобатга олинганда).

Синхронлаштиришга доир маълумотлар тавсили: Осциллограф ёйманн ишга тушириб юбориш бўйича қуйидаги режимларни таъминлайди:

- авто - автоматик. синхронлаш даражасини қўлда ўрнатиш. (частотаси 25 Гц дан кам бўлмаган сигналлар учун).

- ждуш - кутиш.

- кадр - ТВ-кадрлар бўйича синхронлаш.

- строк – ТВ-сатр бўйича синхронлаш.

Осциллограф куйидаги манбаалардан синхронлашни таъминлайди:

- А-каналда сигнал билан синхронлаш (В-каналда), бир каналли режимда;

- А-каналда сигнал билан синхронлаш (В-каналда), икки каналли режимда ва кириш сигналларини жамлаш режимда;

- А-канал ва В-каналда сигнал билан синхронлаш учун, икки каналли режимда ва кириш сигналларини жамлаш режимда;

- тармоқдан синхронлаш;

- ташки манбаадан синхронлаш.

Осциллограф синхронлаш сигналининг кутбини ўзгартиришни таъминлайди. Ички синхронлаш кириш сигналининг куйидаги даражаларида таъминланади:

- кириш сигналининг 20 Гц ... 2 МГц частоталар диапазонида 0,5 бўл.кам бўлмаган;

- кириш сигналининг 2 МГц ... 20 Гц частоталар диапазонида 1,5 бўл.

- ТВ сигнал билан. синхронлаш импульсининг 1 В дан кам бўлмаган амплитудасида.

- ташки синхронлаш кириш сигналининг куйидаги даражаларида таъминланади:

- кириш сигналининг 20 Гц ... 2 МГц частоталар диапазонида 200 мВ;

- кириш сигналининг 2 МГц ... 20 МГц частоталар диапазонида 800 мВ.

Ташки синхронлашнинг кириш параметрлари:

• актив қаршилик 1 МОм ± 2%.

• кириш сизими 45 ± 4 пф.

Ташки синхронлаш киришидаги ўзгармас ва ўзгарувчан кучланишнинг йўл қўйиладиган йиғинди қиймати 300 В дан юкори эмас. бунда ўзгарувчан кучланиш частотаси 1 кГц қийматдан ортиши керак эмас.

Осциллограф Х-У кириш режимини таъминлайди. Ушбу холда Х-ўқининг кириши бўлиб А-каналга узатиладиган сигнал ҳисобланади. У-ўқининг кириши бўлиб В-каналга узатиладиган сигнал ҳисобланади. Ўтказиш соҳасининг кенглиги 0...500 кГц ни ташкил этади. 50 кГц ли частотадаги фаза сизжиши : 3° диапазонни эгаллайди.

Z-киришига таалукли бўлган маълумотларни келтираемиз. Осциллограф, кириш сигналининг ёркинлик модуляциясини Z-киришга мусбат кучланиш берилганда амалга оширади.

Z-киришнинг сезгирлиги 5 В ни ташкил этади. ушбу кучланишда ёритиш ёркинлиги нолга тенг бўлади. Ёритиш ёркинлиги, узатилган кучланиш камайса, ортади ва максимумига “0” вольтда эришади. Ушбу режимда соҳа ўтказувчанлиги 2 МГц ни ташкил этади. Z-киришдаги ўзгармас ва ўзгарувчан кучланишнинг йўл қўйиладиган йиғинди (жамланган)

киймати 30 Вольтдан ортик бўлмайди, бунда, ўзгарувчан кучланишнинг частотаси 1 кГц дан ортмаслиги керак.

Ёркинликнинг ташки модуляцияли киришининг актив қаршилиги 47 кОм \pm 2% кам бўлмайди.

Калибраторнинг параметрлари (1:10 бўлгичларни калибрлаш учун мўлжалланган) куйидагича:

Сигнал шакли – Меандр, мусбат кутбли

Частотаси - $1 \pm 0,02$ кГц

Тўлдириш коэффициенти – 48:52 чегарада

Амплитуда - $2 \pm 0,04$ В

Чиқиш қаршилиги - ≈ 1 кОм.

Электрон – нурли трубка бўйича маълумотлар:

Экран тури – 6 дюймли тўғрибурчакли

Фосфор – Р 31

А-коднинг тезлаштириш кучланиши = 2 кВ

Экраннинг ички қисми 8X10 бўл (1 бўл = 10 мм)

Шкала – ички

Нурнинг бурилиши – таъминланади.

Умумий бўлган параметрларни келтирамиз.

- Осциллограф ўзининг техник характеристикаларини 15-минутли киздиришдан кейин норма чегараларда таъминлайди.

- Осциллографнинг параметрлари ўзининг техник характеристикаларига тармоқдан. 230 В \pm 15% ва частотаси 50 \pm 0.5 Гц (гармоникалар 5 %) кучланиш билан таъминлаганда мос келади.

- Ўзгарувчан кучланиш тармоғидан номинал кучланиш билан таъминланганда осциллограф сарфлайдиган қувват 45 ВА ни ташкил этади.

- Осциллограф эксплуатациянинг ишчи шароитларида узлуксиз 8 соат ишлатилишини таъминлайди.

- Берилган техник характеристикалар кафолатланадиган ишчи ҳарорат диапазоли 10 \div 35^o С эгаллайди ва бунда ҳавонинг нисбий намлиги 85% гача бўлиши керак.

Ўлчамлари (мм): 350 (кешлиги) x 190 (баландлиги) x 190 (қалинлиги).
Вазни: ≈ 8 кг. Сакланиш ҳарорати 10 дан - 70^o С, намлик 70% (максимум) бўлганда.

7.1 - жадвал

Осциллограф комплекти

| Номи | Сони (дона) |
|--------------------------------|-------------|
| Осциллограф иккиканалли С1-220 | 1 |
| Тармоқ шнури | 1 |

| | |
|-----------------------------|---|
| Фойдаланиш бўйича йўриқнома | 1 |
| Бўлғич – пробник (1:1/1:10) | 2 |

Универсал осциллографларни қиёслашни ГОСТ 8.311-78 аниқлайди. Ушбу стандартга мувофиқ ҳолда қуйида қиёслаш методикасини аниқловчи умумий талаблар, баъзи қиёслаш тадбирларининг характери хусусияти ва тавсия этиладиган қиёслаш воситалари келтирилади. Стандарт тавсия қилинган намуна ўлчаш воситаларидан ташқари, бошқа янги ишлаб чиқилган ёки қўлланилаётган ўлчаш асбоблари, ўрнатилган тартибда метрологик аттестациядан ўтган ва ўлчаш хатолиги қиёсланадиган ўлчаш воситасининг 1/3 йўл қўйиладиган хатолигидан кўп бўлмаган ўлчаш воситаларидан фойдаланишга йўл қўйилади. Қиёслаш ГОСТ 22261-82 ўрнатган нормал шароитларда ўтказилади: қиёслашни ишчи шароитларда ўтказишга йўл қўйилади, агар, бунда намуна ва қиёсланадиган ўлчаш воситалари хатоларининг нисбати ёмонлашмаса. Стандарт қиёслашнинг қуйидаги тадбирларини белгилайди: ташки кўрик, синаб кўриш, нур чизигининг кенглигини аниқлаш, оғдириш ва ёйиш коэффициентларининг хатоларини аниқлаш, кучланиш ва вақт интервалларини ўлчаш хатоларини аниқлаш, ўтиш ва амплитуда-частотавий характеристикаларини аниқлаш. Нур чизиги кенглигини вертикал ва горизонтал йўналишларда аниқлаш билвосита ўлчаш усули билан калиброванган амплитудали тўғрибурчакли генераторлар ёрдамида бажарилади. Осциллографнинг автотебраниш режимида оғдириш ва ёйиш коэффициентларининг ўрта қийматларида ЭНТ экранда иккита горизонтал чизик кузатилади. Ушбу чизиклар вертикал оғдириш каналининг киришига берилган импульсли кучланишнинг нолинчи ва максимал даражасига мувофиқ бўлиши керак. Ундан кейин, импульслар амплитудасини камайтириш йўли билан киришда горизонтал чизикларнинг бир-бирига тегиш momenti кузатилади. Генератор шкаласи бўйича ҳисобланган импульслар амплитудасининг қийматларини ўрнатилган оғдириш коэффициентига бўлилади ва вертикал йўналиш бўйича нур чизигининг кенглиги олинади. Горизонтал йўналишда ҳам худди шундай иккита вертикал чизиклар тасвири олиниб юқорида келтирилган амаллар бажарилади.

Бунинг учун вертикал оғдириш каналининг киришига аррасимон кучланиш берилади, горизонтал оғдириш каналининг киришига кучайтириш режимида импульсли генератор кучланиши берилади. Горизонтал бўйича шкала калибровкасини амалга ошириб бўлимга вольтларда генератор импульсларининг амплитудасини камайтирилади. Бунда, вертикал чизикларнинг кесишув моментлари белгиланади. Генератор бўйича ҳисобланган импульслар амплитудасининг горизонтал бўйича ўрнатилган оғдириш коэффициентига бўлиб горизонтал йўналиш бўйича нур чизигининг

кенглиги олинади. Нур чизигининг кенглиги ЭНТ ишчи участкасининг ўртасида ва чегараларида аниқланади.

Оғдириш коэффициентининг хатолигини аниқлаш, импульслар генератори ёрдамида (калибрланган амплитудали) оғдириш коэффициентининг хақиқий қийматини билвосита ўлчаш усули билан бажарилади ёки вольтметрларни қиёслаш қурилмаси ёки осциллограф калибратори ёрдамида бажарилади. Ички ишга тушириш режимида оғдириш коэффициентининг максимал қийматида тасвир баландлигини ўлчаш бажарилади. Тасвир баландлиги ЭНТ вертикал бўйича шкаласининг барча жуфт бўлинмаларига тенг бўлиб, ўлчашда намуна ўлчаш воситаларида кучланишнинг мос қийматлари ўрнатилади. Хато, ўрнатиш оғдириш коэффициентини билан²³³ олинган қийматларини солиштириб баҳоланади. Ушбу коэффициентнинг барча бошқа қийматлари учун ўлчашлар, сигнал тасвири баландлигининг жуфт бўлинмалар сонига тенг бўлган ва экран ишчи участкасининг 60-100% ташкил этганида бажарилади.

Кучланишнинг ўлчаш хатолигини аниқлаш, кучланишни бевосита ўлчаш усули билан намуна воситалари билан шаклланган калибрланган амплитудали импульслар генератори, вольтметрларни қиёслаш қурилмаси, осциллограф калибраторлари билан аниқланади. Ўлчашлар, оғдириш коэффициентининг барча қийматларида ва осциллограф билан ўлчанадиган кучланишлар диапазоннинг камида бешта нуктасида, иккита чегаравий қийматни қўшган ҳолда бажарилади. Кучланишни ўлчашда қиёсланувчи ўлчаш воситасининг норматив-техник хужжатларида кўрсатилган методикасидан фойдаланилади. Ўлчаш хатолиги осциллограф ёрдамида кучланишнинг ўлчанган қийматларини намуна ўлчаш воситаларида ўрнатиш билан мос қийматлари билан солиштириб аниқланади.

Ёйиш коэффициентининг хатолигини аниқлаш ёйиш коэффициентининг хақиқий қийматини сигналлар генератори, импульслар генератори, электрон-ҳисобли частотомер ёки осциллографлар калибратори ёрдамида билвосита ўлчаш усули билан бажарилади. Ёйишни ишга тушириш режими-ички. Ўлчашлар оғдириш коэффициентининг ўрта қийматида ўтказилади. Ёйиш коэффициентининг хатолиги унинг ўрнатиш қийматини намуна ўлчаш воситасида олинган қийматга солиштириш орқали аниқланади. Ёйиш коэффициентини горизонтал бўйича шкала узунлигининг барча қийматлари учун аналогик ҳолда аниқланади. Ўлчашлар ёйиш коэффициентининг барча фуксацияланган қийматлари учун бажарилади.

Вақт интервалларининг ўлчаш хатолигини аниқлаш намуна ўлчаш воситалари томонидан синуссимон ва импульсли кучланиш шаклида берилган вақт интервалларини бевосита ўлчаш усули билан бажарилади. Ўлчашлар, қиёсланидиган ўлчаш воситасининг норматив-техник хужжатида ўрнатиш методикага мос ҳолда, ёйиш коэффициентининг барча қийматлари учун оғдириш коэффициентининг ўрта қийматларида ва осциллограф билан ўлчанаётган вақт интерваллари диапазонининг энг

камида бешта нуктасида иккита четки кийматларни қўшган ҳолда бажарилади. Ўлчаш хатолиги кучланиш даврининг ўлчанган кийматларини унинг намунавий прибор бўйича ҳисобланган кийматларига солиштириш билан баҳоланади.

Вертикал огдириш каналининг ўтиш характеристикаси параметрларини аниқлаш, синов импульслари генератори ёрдамида бевосита ўлчашлар усули билан бажарилади. Синов импульсларининг параметрларига бўлган талаблар ГОСТ 8.311-78 иловасида келтирилган. Уларнинг асосийси бўлиб синалаётган импульс fronti t_{ϕ} -билан t_{ψ} -ўтиш характеристикасининг ўсиш вақти орасидаги муносабат ҳисобланади: $t_{\phi} \leq (0,1-0,3) t_{\psi}$.

Ўлчашлар, ёйманинг ташки ишига тушириш режимида ёйма коэффициентининг минимал кийматида ўтиш характеристикасининг параметрларини ЭНТ экранидаги тасвири бўйича бевосита ҳисоблаш йўли билан бажарилади: ўсиш вақти, ўрнатиш вақти, четланишлар, огдириш коэффициентининг барча фиксацияланган кийматлари учун синов импульсларининг мусбат ва манфий кутбларидаги нотекикликлар.

Вертикал огдириш каналининг амплитуда-частотавий характеристиканинг параметрларни аниқлаш, инфрапаст, паст, юкори частота генераторлари ва вольтметр ёрдамида АЧХ ни олиш йўли билан бажарилади.

Частотанинг ўзгаришида ва кириш сигналнинг назорат килинадиган ўзгармас даражасида ЭНТ нинг вертикал шкаласида вертикал огдириш каналинини чикиш кучланиши олинади. Нукталар сони ва частотанинг дискрет ўзгарувчанлиги кийёсланадиган ўлчаш воситасининг норматив-техник ҳужжатларидаги талабларга мос келиши керак. АЧХ параметрлари-частоталарнинг нормал ва кенгайтирилган диапазони, соҳа ўтказувчанлиги, нотекислиги-огдириш коэффициентининг барча фиксацияланган кийматлари учун аниқланади. Шуни таъкидлаш жоизки, кўпинча, АЧХ ни олиш методикаси рационал ҳисобланади, у бўйича вертикал огдириш каналининг чикиш кучланишининг ўзгармаслиги сақланади, яъни, вертикал бўйича тасвир ўлчашининг ўзгармаслиги, частотанинг ўзгаришида кириш сигналнинг ўзгариши фиксацияланади. Ушбу ҳолда, кириш кучланишини ўлчаш учун шкаласи децибелларда даражаланган шкалани вольтметрдан фойдаланиш қулай бўлиб, АЧХ нотекислигини баҳолашни сезиларли тарзда онсонлаштиради.

Огдириш ва ёйиш коэффициентлари ҳамда кучланиш ва вақт интервалларининг фоизларда ифодаланган асосий нисбий хатолиги (7.1) ифодадан ҳисобланади:

$$\delta_4 = \frac{A_{ном} - A_{так}}{A_{ном}} \cdot 100 \quad (7.1)$$

Бу ерда $A_{ном}$ – параметрнинг номинал қиймати:

$A_{хак}$ – параметрнинг ҳақиқий қиймати.

Нур чизиги кенглигининг, ўсиш ваки ва вертикал оғдириш канали ўтиш характеристикасининг ўрнатилиши ҳамда унинг соҳа ўтказувчанлиги уларнинг йўл қўйиладиган қийматларини абсалют қиймат бўйича солиштирилади: бунда, ўлчанган қийматлар киёсланадиган ўлчаш воситасининг норматив-техник ҳужжатларида ўрнатилган йўл қўйиладиган қийматлардан ортик бўлмаслиги керак. Ўтиш характеристикасининг чўкисидаги четланишлар ва вақтнинг берилган участкасидаги унинг тушиши фоизларда баҳоланади. АЧХ нинг нотекислиги унинг норматив-техник ҳужжатда берилиш усулига боғлиқ холда фоиз нисбатида ёки децибелларда баҳоланади.

8. ЧАСТОТАНИ ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИНИНГИШ ТАМОЙИЛЛАРИ ВА МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТИ

8.1. Электромагнит тебранишларнинг частотасига оид маълумотлар

Тебранишлар частотаси ўзгарувчан токнинг зарурий характеристикаси бўлиб ҳисобланади. Частотани ўлчаш – телекоммуникациялар ва радиоэлектроникада асосий масала ҳисобланади. Вақт бирлиги ичидаги тўлиқ тебранишлар сонига частота дейилади. яъни

$$f = N / T_{\kappa} \quad (8.1)$$

бу ерда, T_{κ} – вақт интервали бўлиб, бу ораликда N та тебранишлар содир бўлади. Гармоник тебранишлар учун частота:

$$f = \frac{1}{T} \quad (8.2)$$

бу ерда Tfd – тебранишлар сони.

Гармоник тебранишлар қуйидаги ифода билан берилади:

$$U(t) = u_m \cos(\omega t + \varphi_0) = u_m \cos\varphi(t) \quad (8.3)$$

U_m – амплитуда;

ω – бурчак частота;

φ_0 – бошланғич фаза;

$\varphi(t) = \omega t + \varphi_0$ – тўлиқ (жорий, оний) фаза частотани ўлчаш маълум вақт оралигини талаб қилганлиги учун ўлчаш натижаси бўлиб ўлчаш

интервалидаги частотанинг ўртачаланган қиймати ҳисобланади. Шунга кўра частотани ўлчаш хатолиги ўртачалаш вақтига боғлиқ бўлади. Ундан ташқари частотанинг узок муддатли ва қисқа муддатли нобарқарорлиги тушунчалари ўринлидир. Маълумки, электромагнит тебранишларнинг частотавий спектри Герцнинг улушли бирликларидан минг Гигагерцгача бўлган диапазонни эгаллайди. Электромагнит тебранишларнинг спектрини иккита, паст ва юқори частота диапазонига бўлиш мумкин. Паст частоталар 20 Гц ÷ 200 кГц, юқори частоталар 20 кГц ÷ 30 МГц соҳани эгаллайди.

Частотанинг вақт бўйича доимий бўлмаган қиймати унинг нисбий барқарорлиги билан баҳоланади ва t_2-t_1 вақт ораллигидаги частота ўзгаришининг унинг айрим оний қийматининг ушбу интервалда танланган қийматига нисбати билан аниқланади, яъни

$$\delta f = [f(t_2) - f(t_1)] / f(t_1) = \Delta f / f \quad (8.4)$$

Ўхшаш нисбат билан частотани ўрнатишдаги нисбий хатоли хамда частотани ўлчаш хатолигини баҳолаш мумкин ва бунда Δf нинг қиймати частотанинг ўрнатилган ёки ўлчанган қийматининг унинг хақиқий қийматидан четланишини ифодалайди.

Электромагнит тебранишлар частотасининг нобарқарорлиги

Ўзгарувчан токда ишловчи қатор телекоммуникациялар техник воситалари ва радиоэлектрон асбобларни қиёслаш, метрологик аттестациялаш ва калибрлашнинг частота диапазонининг аниқ нуқталарида амалга оширилиши частота ўлчашларининг зарурий эҳтиёжлигини кўрсатади.

Электромагнит тебранишли сигналлар манбаини икки гуруҳга бўлиш мумкин. Биринчи гуруҳга - телекоммуникациялар ва радиоэлектрон аппаратуранинг турли компонентларини (генераторлар, гетеродинлар); иккинчи гуруҳга - частотани тиклаш учун мўлжалланган ўлчаш воситаларини (частота стандартлари, ўлчов генераторлари) киритиш мумкин. Частотани ўлчаш амалиётида электромагнит тебранишларнинг хақиқий қийматини аниқлаш зарур бўлади ва бу қийматнинг асл қийматга яқинлиги муҳимдир.

Умумий ҳолда электромагнит тебранишли сигналлар частотасининг оний қиймати қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\omega(t) = \omega_{ном} + \alpha \omega_0 t + \Delta \omega(t) \quad (8.5)$$

бу ерда: $\omega_{ном}$ - частотанинг номинал қиймати; ω_0 - сигнал частотасининг бошланғич қиймати (манба ишлаб чиқарадиган частотанинг хақиқий қиймати); α - манба частотасининг вақт бўйича барқарорлигига боғлиқ бўлган коэффициент; $\Delta \omega(t)$ - частотанинг флукуацион ўзгариши.

Электромагнит тебранишли сигналларнинг частота манбаида (8.5) га кўра частота нобарқарорлигининг икки кўриниши мавжуд: узок муддатли.

давомли вақт ҳисобига частотанинг мунтазам силжигани учун (α, ω_0, t) ва киска муддатли, сигнал частотасининг флукуацияли ўзгаришига кўра $[\Delta\omega(t)]$. Нобарқарорликнинг келтирилган кўринишларининг бўлиниш чегараси шартли бўлиб, конкрет частота манбаига боғлиқ. Частотани ўлчаш жараёни маълум вақт оралиғини эгаллагани учун ва бу оралиқда бир вақтнинг ўзида унинг систематик ва флукуацияли ўзгаришлари рўй бергани учун частотанинг асл қийматини аниқлаб бўлмайди. Шунга кўра частотанинг ҳақиқий қийматини баҳолаш учун уни τ - ўлчаш интервалида ўртачаланган $\omega_{\text{ср}}(t)$ қийматидан фойдаланилади ва қиймат 1.6 ифодадан аниқланади

$$\omega_{\text{ср}}(t) = \frac{1}{\tau} \int_{t-\tau/2}^{t+\tau/2} \omega(t) dt \quad (8.6)$$

(8.6) дан фойдаланиб, узок муддатли ва киска муддатли частотанинг нобарқарорлиғи учун ифодага эга бўлиши мумкин ва бунда T вақт интервали берилди ва бу интервалда келтирилган нобарқарорликлардан бири ва τ ўртачалаш вақти қафолатланади. Амалда T катталиқ частота манбаининг йўриқномасида келтирилган бўлади. τ эса частота ўлчовчи асбобнинг тезқорлиғига боғлиқ. Электрон ҳисобли частотомерда τ частоталарнинг ҳисоб вақтига тенг. Юқорида келтирилганларга кўра, частотанинг узок муддатли, нобарқарорлиғи $\Delta\omega_s(t)$ T вақт интервалининг боши ва охирида олинган частотанинг иккита ўртачаланган қийматининг фарқи сифатида аниқланади:

$$\Delta\omega_s(t) = \omega_{\text{ср}}(t+0,5 T) - \omega_{\text{ср}}(t-0,5 T) \quad (8.7)$$

(8.7) даги τ ва T орасида мутаносиблик статистика тасдиқлаган қуйидаги мулоҳазалар асосида ўрнатилди. Минимал мумкин бўлган вақт $\tau_{\text{мин}}$ электромагнит тебранишларнинг битта тўлиқ цикли вақти билан чегараланади. Максимал мумкин бўлган $\tau_{\text{макс}}$ вақт эса $T \gg \tau$ шарт бажарилишнинг зарурийлигига кўра τ ва T орасидаги тавсиявий муносабат (8.1) жадвалда келтирилган. Узок муддатли $\omega_s(t)$ нобарқарорликни аниқлаш натижасининг ишончлиғини ошириш учун частотанинг бу нобарқарорлигини N маротаба ўлчанади ва унинг ўрта арифметик қиймати (8.8) ифодадан топилади:

$$\Delta\omega_{\text{ср}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [\omega_{\text{ср}}(t_i + 0,5T) - \omega_{\text{ср}}(t_i - 0,5T)] \quad (8.8)$$

Частотанинг киска муддатли нобарқарорлиғини аниқлашда дастлаб частотанинг τ вақт интервалидаги ўртачаланган қиймати (8.9) ифодадан топилади.

$$\omega_{\text{yp}}(t, T) = \frac{1}{T} \int_{t-1}^{t+1} \omega(t) dt \quad (8.9)$$

Кейин частотанинг киска вақтли нобарқарорлиги (8.10) ифода ёрдамида аниқланади:

$$\Delta\omega_h = \omega_{\text{yp}}(t, \tau) - \omega(t, T) \quad (8.10)$$

(8.8)дан фаркли ҳолда частотанинг киска вақтли нобарқарорлиги учун (8.11) ифода билан T интервал учун ҳисобланган унинг ўрта квадратик кийматидан фойдаланилади.

234

$$\delta_t = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^N \omega_{\text{yp}}(t_i, T)}{N} \right)^2 - \left(\frac{\sum_{i=1}^N \omega(t_i, T)}{N} \right)^2} \quad (8.11)$$

(8.7)да $T \gg \tau$, бунда шундай T интервал берилдики, унда частотанинг систематик ўзгариши эътиборга олмаसा ҳам бўладиган даража кичик бўлади.

8.1-жадвал

T ва τ орасидаги таъсирвий нисбати

| | | | | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|---------|
| T 1 йил | 6 ой | 1 сут. | 1 сут. | 1 соат | 100 с | 100 с | 100 с | 100 с |
| τ 1 сут. | 1 сут. | 1 сут. | 1 соат | 100 с | 1 с | 0.1 с | 0.01 с | 0,001 с |

8.2. Рақамли частотамернинг иш тамойили

Рақамли частотомернинг ишлаш тамойили частотанинг таърифидан келиб чиқади, яъни вақт оралиғида импульслар сони санадан иборат. Бу асбоблар ишлатишга қулай, кенг диапазондаги частоталарни ўлчайди (бирнеча Герцдан юзлаб мегагерцгача) ва юқори аниқликдаги натижалар олади (нисбий хатолиги 10^{-6} - 10^{-9}).

Рақамли частотомерлар кўп функцияли ўлчаш асбоблари бўлганлиги сабабли, уларнинг ишлаш тартибига қараб, фақатгина частота ёки икки частота нисбатини эмас, балки вақт интервалларини (даврий сигналлар кетма-кетлик даври ва икки импульснинг вақтдаги ҳолатида белгиланган интервал) ҳам ўлчаш мумкин.

Гармоник сигнал частотасини рақамли усулда ўлчаш принципи 8.1-расмда келтирилган. Кириш қурилмаси КҚ келган сигнални керакли кийматга кучайтиради ёки сусайтиради (8.1. а). КҚдан чиққан гармоник u_1 сигнал (8.1. б) импульс шакллантиргич ИШга келади. ИШ уни бир қутбли киска импульслар u_2 кетма-кетлигига айлантиради, кетма-кетлик даври

$T_x = 1/f_x$ бўлиб, санокли деб аталади. Бу импульсларнинг олдинги фронтлари u_1 сигналнинг вақт ўқида нолинчи кийматдан ўтиш моментларига деярли мос тушади. Импульс шаклантиригич кучайтиригич-чеклагич ва компаратор (Ш митт триггери) дан иборат.

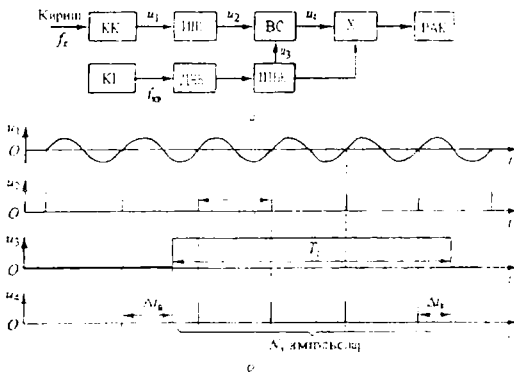
u_2 санок импульслари ВС вақт селекторининг кириш йўлларида бирига кириб келади. Унинг иккинчи кириш йўлига ШБҚ шаклантириш ва бошқариш қурилмасидан келадиган тўғри бурчак шаклидаги ва калибрланган $T_0 > T_x$ давомийликдаги u_3 строб-импульс киради. T_0 вақт интервали санок вақти деб аталади. Вақт селектори u_3 строб-импульси билан очилади ва бутун муддати давомида ХС ҳисоблагичнинг кириш йўлига бирнеча u_2 импульслар гуруҳи (пакети) ни ўтказиши. Натижада вақт селекторидан ҳисоблагичга N_x та u_4 импульсларнинг пакети келиб тушади. T_0 строб-импульснинг вақт дарвозаларига келадиган биринчи u_2 санок импульси уларнинг фронтига нисбатан Δt_n вақтга кечикади, дарвозалар кесими ва унгача пайдо бўлган охириги санок импульсини Δt_k интервали ажратиб туради. (8.1-расм, б).

8.1 б-расмдан келиб чиқадики,

$$T_0 = N_x T_x - \Delta t_n - \Delta t_k = N_x T_x - \Delta t_d \quad (8.12)$$

бу ерда Δt_n ва Δt_k - T_0 интервали боши ва охирининг тасодифий методик дискретлаш абсолют хатоларидир. Улар строб-импульснинг u_2 санок импульсларига нисбатан тасодифий жойлашувидан келиб чиқади, чунки строб-импульс ва санок импульслари синхронланмаган; $\Delta t_d = \Delta t_n - \Delta t_k$ - дискретлашнинг умумий абсолют хатолиги.

(8.12) формуладан билиш мумкинки, пакетдаги импульслар сонни $N_x = T_0 / T_x = T_0 f_x$ ва нати-



8.1-расм. Рақамли частотомер:

а - тузилмавий схемаси; б - вақт диаграммалари

жада ўлчанаётган частота ҳисоблагичга келаётган санок импульслар сонига пропорционалдир.

$$f_x = N_x / T_0 \quad (8.13)$$

Строб-импульсни шакллантириш учун ШБКга схемадан T_0 даврли қисқа импульслар келади. Схема таркибига намунавий частотанинг кварцли генератори ва импульслар кетма-кетлигининг ДЧБ декадли частота бўлгичи киради (8.1-расмда кўрсатилмаган).

ДЧБ чиқишидаги импульслар даври ва строб-импульс муддати тенг: $T_0 = K_d / f_{кв}$. Шу сабабли (8.13) формулани қуйидагича ёзиш қулайроқ:

$$f_x = N_x f_{кв} / K_d \quad (8.14)$$

Дискретли тарзда $f_{кв}/K_d$ нисбатини ўзгартириш учун K_d ни вариациялаш, яъни ДЧБ декадалари сонини ўзгартириш мумкин.

230

Ҳисоблагич N_x импульслар сонини санайди ва тегишли кодни РСҚ ракамли санок қуришмасига беради. $f_{кв}/K_d$ нисбати 10^9 Гц га тенг қилиб олинади. бу ерда n — бутун сон. Бунда РСҚ ўлчанаётган f_x частотага мос келувчи N_x сонни танланган бирликда кўрсатади. Масалан, K_d ни ўзгартириш ҳисобига $n=6$ коэффициент танланса, РСҚда кўринадиган N_x сони мегагерцда ифодаланган f_x частотасига мос келади. Ўлча ш бошланишидан олдин ШБК ҳисоблаш кўрсаткичларини нол қилиб қўяди.

Ўлча ш хатолигининг систематик ташкил этувчиси ҳосил бўлишига асосий сабаб кварцли генератор $f_{кв}$ частотасининг узок муддат ностабил бўлишидир. Уни камайтириш учун кварц термостатланади ёки кварцли генераторда термокомпенсацияли элементлар қўлланади.

Бунда частотанинг нисбий ўзгариши (нисбий хато) суткада $\delta_{кв} = 5 \cdot 10^{-9}$ дан ошмайди. $f_{кв}$ частотанинг номинал қиймати нотўғри қўйилганидан келиб чиқадиган хатони камайтириш учун частота эталон қийматларининг радиодан узатиладиган сигналларига қараб кварцли генератор калибрланади.

Кварцли генератор калибровкасининг нисбий хатолиги (1-5) 10^{-10} дан ошмайди. Қўпинча частотани керакти стабилликка келтириш учун кварцли генератор схемасига частотани фазали автотўғрилаш (ЧФАТ) системаси киритилади.

Ўлча ш хатолигининг тасодифий ташкил этувчиси дискретлаш Δ_t хатолиги билан аниқланади. Строб-импульс ва санок импульслари ўзаро синхронланмайди. Шу сабабли. 8.1-б расмда строб-импульс боши ва охирининг икки қўшни санок импульслари орасидаги жойлашувини аниқловчи $\Delta_{т1}$ ва $\Delta_{т2}$ хатолар бир хил эҳтимолли вақтда нолдан T_x гача қиймат қабул қилиши мумкин. Шунинг учун $\Delta_{т1}$ ва $\Delta_{т2}$ хатолар тасодифий бўлиб, қонуният бўйича текис тақсимланган. Бу хатолар мустақил бўлганлиги учун,

дискретлаш умумий Δt_d хатолиги $\pm T_0$ чегаравий кийматлар билан учбурчаклик конунига кўра таксимланган.

Хисоблаш вакти интервалнинг боши ва охирини дискретлашнинг максимал $\Delta t_d = \pm T_0$ хатолигини санок импульслари N_x сонини ± 1 импульсга эквивалент тасодифий ўзгартириш орқали ҳисобга олиш қулайроқ.

Ракамли частотомернинг частота ўлчаш йиғинди нисбий хатолиги фоизларда нормаланади ва ушбу формула билан аниқланади:

$$\delta_{fx} = \pm 100 \left(\delta_{km} + \frac{1}{T_0 f_x} \right). \quad (8.15)$$

Бу формулага кўра, ўлчанаётган частота камайган сари хато ошади. Частота жуда кам бўлса, хатто ҳисоблаш максимал T_0 вақтида ҳам хато йўл кўйиладиган кийматдан ошиб кетиши мумкин. Максимал вақт ракамли частотомерларда 1 ёки 10 секунддан ошмайди. Бундай ҳолда олдин T_0 даврни ўлчаб, кейин частотани $f_x = 1/T_x$ формуласи билан ҳисоблаб чиқариш мақсадга мувофиқ. Ракамли частотомерлар ўлчайдиган частоталар диапазони пастдан дискретлаш хатолиги, юқоридан ҳисоблагичлар ва частота бўлгичларнинг ишлаш тизими билан чегараланган. Юқори чегара 500 МГцгача боради ва уни паст частоталар соҳасига гетеродин ўзгартириш усули орқали кенгайтирилади. Замонавий ракамли частотомерларда частоталар кварцли синтезатори кенг қўлланади, улар частоталар дискретли тўридан иборат сигналлар яратади. Дастурий бошқариладиган частота синтезаторлари ва микропроцессорга эга ракамли частотомерлар юқори аниқлиги, ўлчайдиган частоталар диапазони кенглиги, ишончилиги ва автоматлашган ўлчаш тизимларига кўшиш қулайлиги туфайли истикболли ўлчаш асбоблари бўлиб ҳисобланади.

8.3. Электрон-ҳисобли частотомернинг иш тамойили

Электрон-ҳисобли частотомер даврий тебранишларнинг частотасини ва такрорланувчи сигналларнинг характерли оний кийматлари орасидаги интервалларни ўлчайди. Улар иккита такросланувчи частоталар инебатини ўлчашни импульслар ҳисоблагичи ролинини бажариши, частота бўлгич ва барқарор частотали кучланиш манбаи сифатида қўлланилиши мумкин. Электрон-ҳисобли частотомерлар қўшимча қуриматлар билан ишлатилганда уларнинг имкониятлари ортади. Кеш соҳали кучайтиргичлар билан ишлатилганда асбобнинг сезгирлиги ортади. Кучланишни частотага ўзгарткичлар эса электрон-ҳисобли частотомерни ракамли вольтметрга, частота ўзгарткичлар эса унинг частота диапазонини кенгайтиради. Электрон-ҳисобли частотомерларнинг универсаллиги ва ўлчашнинг юқори аниқлиги бу ўлчагичларнинг истикболли эканлигини кўрсатади. Электрон -

хисобли частотомернинг иш тамойили вақт интервалидаги импульслар сони санашга асосланган. Частотаси ўлчаниши керак бўлган f_x ўзгарувчан кучланиш частотаси f_x тенг бўлган киска импульслар кетма-кетлигига айлантирилади. Агар T_x вақт интервалидаги N импульслар сони ҳисобланса, унда частота

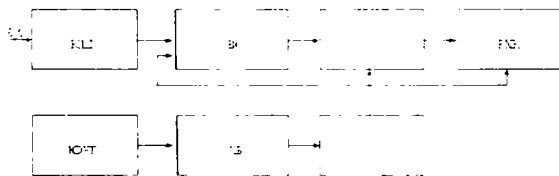
$$f_x = N / T_x \quad (8.16)$$

Электрон-хисобли частотомернинг структура чизмаси 8.2-расмда келтирилган. f_x частотали сигнал кучайтиргич-шакллантиргичга киради ва частотаси ўлчанаётган синуссимон кучланиш бир кутбли импульслар кетма-кетлигига айлантирилади. Бу импульслар кетма-кетлигининг частотаси импульслар вақт селекторининг 1-киришига узатилади. Селекторнинг 2-киришига қатъий аниқ давомийликдаги T_x импульси киради. Бу импульснинг давомийлиги бўлиш коэффициенти 10^n частота бўлгичли юкори частота генераторидан берилади.

Кварц стабилизацияли генераторнинг частотаси $T_{кв}$ 1 ёки 0,3 мкс га тенг. Ҳисоб вақтининг бундай давомийлигида $f_{кв}$ тенг ёки кичик бўлган частотани ўлчаш мумкин эмас. Шунга кўра, кварц генераторидан кейин частотани декадалаш бўлгичлари уланади. Уларнинг чиқишида 10^n ($n = 1, 2, 3, \dots, 7$) марта генератор частотасидан паст бўлган частоталар ҳосил қилинади, яъни 100, 10 ва 1 kHz, 100, 10, 1 ва 0,1 Hz. Шунга кўра, ҳисоб вақтини аниқловчи импульснинг давомийлигини 10^n дан 10 с поғонада ўрнатиш мумкин. Бунда ўлчанаётган частота қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$f_x = N * 10^{-n} * f_{кв} \quad (8.17)$$

Давомийлиги $T_x = 10^n / f_{кв}$ (8.18) бўлган импульс бошқариш блокади шакллантирилади.



8.2-расм. Электрон-хисобли частотомернинг структура чизмаси.

- 1 – кучайтиргич шакллантиргич (КШ);
- 2 – вақт селектори (ВС);
- 3 – электрон хисоблагич (ЭХ);
- 4 – рақамли хисоблаш қурилмаси (РХК);
- 5 – юкори частота генератори (ЮЧГ);
- 6 – частота бўлгич (ЧБ);

7 - бошқариш блоки (ББ).

Ўлчанаётган частотали импульслар электрон ҳисоблагичга селекторнинг 2-киришига $T_{\text{хис}}$ давомийликли импульс қўйилгандагина ўтади. Ҳисоблагич чиқишидан N импульслар сонни тўғрисидаги ахборот, иккилик код кўринишида дешифратор орқали рақамли ҳисоб қурилмаси (табло)га узатилади ва ўлчаш натижалари частотанинг ўлчов бирликларида рақамли кўринишда қайд қилинади. Ўлчашлар бошқариш блоки ўрнатган такрорланувчи циклар билан амалга оширилади.

Бир вақтнинг ўзида бошқарувчи қурилма вақт селекторига таъсир кўрсатиб рақамли индикатор кўрсатишларини автоматик ҳолда ташлаб юбориш учун ҳамда дешифратор ва частота бўлгични бошланғич ҳолатга келтириш учун импульслар узатилади.

Оператор рақамли табло бўйича кўрсатишлар ҳисобини амалга ошира олиши учун бошқарувчи қурилмада вақт селекторини айрим вақт интервалига блокировкалаш орқали ушбу вақт интервалида табло кўрсатишларнинг сакланиши назарда тутилган. Бу вақт оралиғи индикация вақти дейилади ва оператор томонидан бир неча секунд чегарасида ростланиши мумкин.

Частота ўлчагичда ўлчашнинг автоматик ва қўл режими мавжуд. Автоматик режимда ҳар сафар импульслар саногини ўрнатилган вақт индикацияси тугаши билан такрорланади. Қўл билан бошқариш режимида тугмага босилганда ҳисоб бир марта бажарилади ва бунда индикация вақти чекланм айди. Электрон-ҳисобли частота ўлчагичнинг нисбий хатолиғи қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\delta = \delta_0 + \delta_{\text{ноб}} + 1/f_x T_{\text{хис}} \quad (8.18)$$

бу ерда:

δ_0 – кварц генератори частота ўрнатилишининг нисбий хатолиғи;

$\delta_{\text{ноб}}$ – кварц генераторининг нобарқарорлиғи юзага келтирган нисбий хато:

$1/f_x T_{\text{хис}}$ – бу T_x – давр ва $T_{\text{хис}}$ – ҳисоб вақтининг нобарқарорлиғидан пайдо бўлган нисбий хато.

Хатони бу охириги ташкил этувчиси шундай баҳолашдаки T_x давр ва $T_{\text{хис}}$ – ҳисоб вақтидан импульслар саногини ± 1 импульс аниқлиғи билан амалга оширилиши мумкин. Лекин, унда $1/N = 1/f_x T_{\text{хис}}$:

Хозирги замон электрон-ҳисобли частота ўлчагичларида δ_0 ва $\delta_{\text{ноб}}$ тахминан $1 \cdot 10^{-8}$ ваундан камроқ ва техник ўлчашларда ҳисобга олинмаслиғи мумкин. Хатонинг ташкил этувчилари $1/f_x T_{\text{хис}}$ ўлчанаётган частотага ва ҳисоб вақтига боғлиқ. 8.2-жадвалда бу ташкил этувчи кийматининг турли частоталар учун вақтга боғлиқлиғи келтирилган.

8.2-жадвал

| Ўлчаш вақти $T_{\text{хис}} \text{ с}$ | Хато $1/f_x T_{\text{хис}}$ | | |
|---|-----------------------------|-----------|-----------|
| | 0,1 Hz | 1 00 Hz | 1 00 kHz |
| 10^{-3} | 10^3 | 1 | 10^{-3} |
| 10^{-1} | 10^3 | 10^{-1} | 10^{-4} |
| 1 | 10 | 10^{-3} | 10^{-3} |

Жадвалдан кўриниб турибдики, электрон-хисобли частотомерларнинг паст частоталарни ўлчаш учун қўлланилиши мақсадга мувофиқ эмас. Чунки, ўлчаш хатолари жуда юқори. Паст частоталарни ўлчаш хатолиги меъёр даражасида бўлишлиги учун даврни ўлчашга ўтиш зарур.

8.4. Частотани ўлчаш усуллари

Ҳозирги замон частотани ўлчаш техникасида ўлчанаётган частотани маълум (намуна) частота билан таққослаш усулидан кенг фойдаланилмоқда. Бу усул ўлчашнинг юқори аниқлиги билан фарқланади. Таққослаш усули асосида частотани осциллографик ўлчаш услублари ва гетеродинли частотаўлчачиглар амалга оширилади. Бевосита баҳолаш усули асосида қурилган асбобларга резонансли ва электрон-хисоблаш (рақамли) частотаўлчачигларни киритиш мумкин. Бугунги кунга келиб электрон-хисобли частотомерларнинг метрологик ва эксплуатацион характеристикаларининг юқорилиги сабабли гетеродинли ва резонансли частотомерлар фойдаланишдан чиқариб юборилган, кам ҳоллардагина улардан фойдаланиш мумкин. Шунга кўра частотани ўлчашнинг электрон-хисоблаш ва осциллографик усулларидан кенг фойдаланилмоқда.

Электрон-хисобли частотомер усули:

Частоталарни таққослашнинг ушбу усули ўлчанаётган частотанинг даврлар сонини намуна частота шакллантирган вақт интервалида ўлчашга асосланган. Намуна частота ёрдамида маълум давомийликда Δt вақт интервали шакллантиради. Бу вақт интервали номаълум f_x частотали импульслар билан тўлдирилади. Δt интервалга тушган импульслар сонининг ҳисоби қуйидаги ифода билан ҳисобланади:

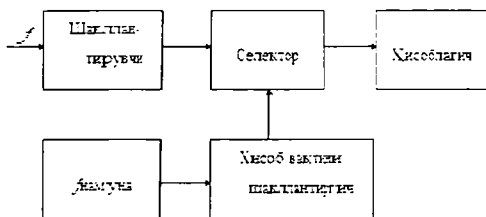
$$n = \Delta t f_x \quad (8.19)$$

(8.19) дан

$$f_x = n/\Delta t \quad (8.20)$$

Δt вақт интервалига тушган импульслар сонининг ҳисоби импульслар ҳисоблагичи ёрдамида рақамли шаклда қайд қилинади. Кўпинча Δt вақт 10^6 га тенг, м бутун сон бўлиб, 3 ± 2 гача қиймат қабул қилади. Шунга кўра

электрон-хисобли частотомернинг кўрсатиши ўлчанаётган частоталарга сон жихатдан мос келади. Частотани электрон-хисобли усулда ўлчаш схемаси 8.3-расмда келтирилган.



8.3-расм. Частотани электрон-хисобли частотомер билан ўлчаш.

Ўлчанаётган частотали сигнал шакллантирувчи қурилмага келади ва бу электромагнит тебранишлар частотаси кириш сигнали частотасига тенг бўлган импульслар кетма-кетлигига айлантирилади. Шакллантирувчи қурилма чиқишидаги импульслар вақт селекторига узатилади. Намуна частотали сигнал ҳисоб вақти шакллантиргичга ўтади ва селектор Δt вақтга очилади ва бу вақт намуна частота импульсларининг даврига тенг бўлади. Частота нинг ўлчашдаги электрон хисобли частотаўлчагичнинг хатолиги куйидаги ифодадан аниқланади:

$$\delta_{\text{ЭХЧ}} = \delta_{\text{ТГХ}} + \delta_{\text{ноб1}} + \delta_{\text{ноб2}} + 1/f_x \tau \quad (8.21)$$

бу ерда:

$\delta_{\text{ЭХЧ}}$ – электрон-хисобли частотомернинг хатолиги;

$\delta_{\text{ТГХ}}$ – таянч генератор частотасининг ўрнатиш хатолиги;

$\delta_{\text{ноб1}}$ – таянч генераторининг узок муддатли нобарқарорлиги сабабли юзага келган хато

$\delta_{\text{ноб2}}$ – электрон-хисобли частотомер ҳисоб вақти интервалида таянч генераторининг киска муддатли нобарқарорлиги сабабли юзага келган хато;

$1/f_x \tau$ – ўлчанаётган f_x сигнал даврини ва τ санок вақтини шакллантирувчи сигнал даврларининг қаррали эмаслигига боғлиқ бўлган хато;

$\delta_{\text{ТГХ}}$ хато частота намуна ўлчовининг хатолигига боғлиқ. Ҳозирги замон электрон-хисобли частотомерларда $\delta_{\text{ТГХ}}$ тахминан $10 \cdot 10^{-8}$ га тенг. $\delta_{\text{ноб1}}$ ва $\delta_{\text{ноб2}}$ вақт интервалига боғлиқ. Бу хатоларнинг турли вақт интерваллари учун қийматлари 8.3-жадвалда келтирилган.

8.3-жадвал

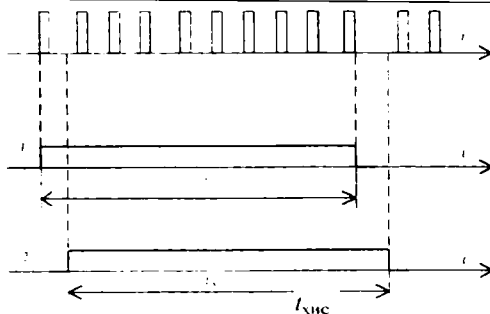
Таянч генераторлари нисбий хатолигининг вақт интервалига боғлиқлиги

| | |
|--|--|
| | ЭХЧ таянч генераторлари частотасининг вақт интерваллари учун нисбий хатолиги |
|--|--|

| | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------|------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Нобар- карор- лик тури | 1 с | 10 с | 10 ми | 1 соа | 1 сут. | 1 ой | 6 ой | 1 й |
| Узоқ муд- датли | - | - | - | - | $1 \cdot 10^{-8}$ | $1,5 \cdot 10^{-7}$ | $3 \cdot 10^{-7}$ | $5 \cdot 10^{-7}$ |
| Қиска муд- датли | 10^{-10} | 10^{-10} | $1,5 \cdot 10^{-9}$ | $3 \cdot 10^{-9}$ | - | - | - | - |

$1/f_{\text{хт}}$ хато ўлча наётган частотага электрон-хисобли частотаўлчагичнинг ўлчаш вақтига боғлиқ. Бу хатонинг юзага келишини 8.4-расмда келтирилган электрон-хисобли частотаўлчагич селекторининг вақт диаграммасида кузатиш мумкин.

1-ҳолда стробловчи импульс давомийлик вақтида селектор 10та импульсни ўтказди ва хисоблагич 10та импульсни кайд қилади. 3-ҳолда селектор 9та импульс ўтказди ва хисоблагич 9та импульсни кайд қилади. 8.3-жадвалда ҳозирги замон электрон хисобли частотомерлар учун $1/f_{\text{хт}}$ кийматлари келтирилган.



218 8.4-расм. Электрон-хисобли частотомер селектори ишининг вақт диаграммаси.

8.4-жадвал

Частотани ўлчаш хатолигининг ўлчаш вақтига боғлиқлиги

| Ўлча ш вақти | $1/f_{\text{хт}}$ частотани ўлчаш хатолиги | | | | | | | | | |
|--------------------|--|---------|----------|------------|----------|-----------|-------------|----------|------------|-------------|
| | 0,1- Hz | 1 Hz | 10 Hz | 100- Hz | 1 kHz | 10 kHz | 100- kHz | 1 MHz | 10- MHz | 100- MHz |
| | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 10^{-3} с | 10^4 | 10^3 | 10^3 | 10^1 | 10^0 | 10^{-1} | 10^{-3} | 10^{-3} | 10^{-4} | 10^{-5} |
| 10^{-3} с | 10^4 | 10^3 | 10^1 | 10^0 | 10^{-3} | 10^{-3} | 10^{-3} | 10^{-4} | 10^{-5} | 10^{-6} |
| 10^{-1} с | 10^3 | 10^1 | 10^0 | 10^{-1} | 10^{-3} | 10^{-3} | 10^{-3} | 10^{-4} | 10^{-5} | 10^{-6} |
| 1 с | 10^1 | 10^0 | 10^{-1} | 10^{-3} | 10^{-3} | 10^{-4} | 10^{-5} | 10^{-6} | 10^{-7} | 10^{-8} |
| 10 с | 10^0 | 10^{-1} | 10^{-3} | 10^{-3} | 10^{-4} | 10^{-5} | 10^{-6} | 10^{-7} | 10^{-8} | 10^{-9} |

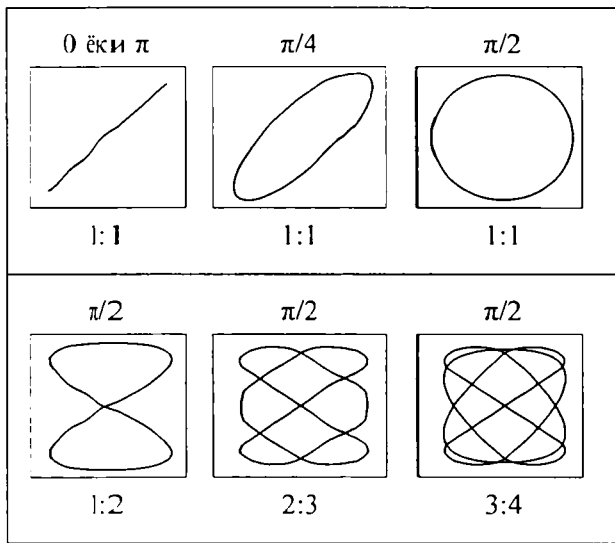
Частотани осциллографик ўлчашнинг усуллари

Лиссажу шакллари – бир вақтнинг ўзидикиккита ўзаро перпендикуляр йўналишда иккита гармоник тебранишни амалга оширувчи нукта устидан чизилган ёпик эгри чизиклардир. Илк бор француз олими Ж. Лиссажу томонидан ўрганилган. Лиссажу шаклларининг кўриниши икки тебраниш даври (частотаси), фазаси ва амплитудаси орасидаги муносабатга боғлиқ. Энг содда ҳолатда, Лиссажу шаклининг даврлари тенг бўлганда эллипслар юзага келади, фазалар фарқи 0 ёки π бўлганда тўғри чизик шаклида бўлиб, фазалар фарқи $\pi/2$ ва амплитудалар тенг бўлганда доирага айланади. Агар икки тебраниш даврлари мос келмаса, фазалар фарқи доим ўзгариб туради ва натижада эллипс шакли ўзгараверади.

Икки сигнал даврларида фарқ катта бўлса, Лиссажу шакллари кузатилмайди. Бироқ агар даврлар нисбати бутун сон бўлса, иккала даврнинг энг кичик қарралисига тенг вақт интервалидан сўнг ҳаракатдаги нукта ўз ҳолатига яна қайтади – мураккаброқ кўринишдаги Лиссажу шакллари юзага келади.

Ўлчашларда номаълум f_y частотани маълум f_0 частота билан таққосланади. Ўлчанаётган частота осциллограф кириш йўлига узатилиб, намунавий генераторнинг маълум частотаси маълум частотаси шундай ростланадики, осциллограф экранда оддий шакл пайдо бўлади. Мисолни 2.3-расмда кўриш мумкин. Лиссажу шаклларининг кўриниши частоталар m/n нисбати ва таққосланаётган тебранишлар бошлангич фазаларига боғлиқ.

Икки гармоник тебраниш частоталари нисбати Лиссажу шаклининг вертикал бўйича кесишув нукталари m сонининг горизонтал кесишув нукталар n сонига нисбати сифатида ифодалаш мумкин. Мисол учун, 8.5-расмдаги осциллограммаларда бу нисбат $f_y/f_0 = m/n = 2/4 = 1/2$ тенглигини кўриш мумкин. Бундан, ўлчанаётган частота $f_y = 2f_0$ эканлиги келиб чиқади.



8.5 - расм. Лиссажу

айрим шакллари нинг кўринишлари

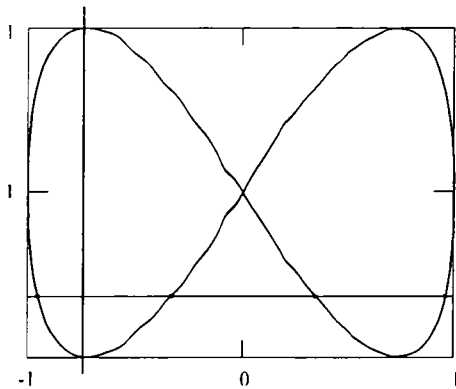
Бу усулнинг аниқлиги нисбатан юкори булиб, намунавий генераторнинг баркарорлиги билан аниқланади. лекин бу каби шакллари олиш ва кузатиш кийин вазифадир.

Частота доиравий ёйма усулида ўлчашда усулни қўллаш учун. ўлчанаётган номаълум f_x частота намунавий f_0 дан бир неча марта катта бўлиши керак. Осциллографнинг Y ва X кириш йўлига f_0 намунавий частотанинг гармоник сигналлари фаза бўйича 90° га силжитилган холда кириб келади.

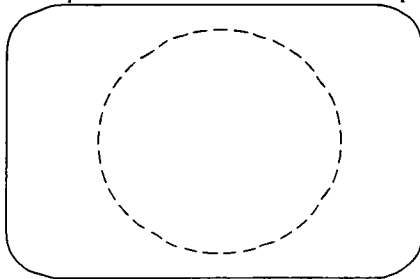
Осциллографнинг нур равшанлиги модуляциясининг Z кириш йўлига ўлчанадиган f_x частотали гармоник сигнал узатилса ва муайян чегараларда f_0 намунавий частота ростлаб турилса. равшанлик бўйича модуланган деярли харакатсиз доиравий ёйилма ҳосил килиш мумкин (8.7-расм).

Агар T доиравий ёйилмадаги равшан ёйлар (ёки ёйлар орасидаги коронги ораликлар) сони бўлса, унда частота $f_x = N \cdot f_0$.

Осциллографик методларда аниқлик юкори эмас (ўлчашлар нисбий хатолиги 0.1-0.5). Ўлчанадиган частоталар диапазонининг юкори чегараси осциллограф параметрларига боғлиқ бўлиб, одатда 500 МГц дан ошмайди.



8.6 - расм. Иккита сигнал частоталарининг нисбатини аниқлаш



8.7 - расм. Равшанлик бўйича модуляцияланувчи доиравий ёйма.

Гетеродинли усулнинг тафсилоти

Частотани ўлчашнинг гетеродинли усули – ўлчанаётган частотани намунавий генератор-гетеродин частотаси билан солиштириш усулларидан биридир. Бу усул нолинчи тепкили тебранишли ўлчаш схемаларини тузиш принциpidан фойдаланади. Тузилиш схемаси 8.8-расмда кўрсатилган. Унда куйилмагилар мавжуд: кириш қурилмаси, кварцли генератор, аралаштиргич, гетеродин, паст частотани кучайтиргич ва индикатор. Гетеродин частота ўлчигичнинг ишлаш принципи оддий: К калит 1 ҳолатга ўтказилса гетеродин шкаласи калибрланади; 2 га ўтказилса кириш қурилмасига узатилган f_x частота ўлчанади.

Гетеродин шкаласини калибрлаш қўшимча кварцли генератор ёрдамида ўлчашдан олдин амалга оширилади. Кварцли генератордан келадиган сигнал мураккаб шаклда бўлиб, қаррали частотага эга бир қатор гармоник ташкил этувчилардан иборат: $f_{кв 1}, f_{кв 2}, \dots, f_{кв 1}, \dots, f_{кв n}$ бу ерда n – гармоника тартиб рақами. Бу частоталар кварцли нукталар деб аталади. Гетеродиннинг санок лимби ўлчанаётган частотага энг яқин бўлган кварц нуктасига мос тушувчи ҳолатга ўрнатилади (ўлчанаётган частотанинг

тахминий қиймати маълум бўлиши керак, акс холда ўлчаш анча қийинлашади).

Кварцли генератор ва гетеродиндан келган сигналлар аралаштиргичга тушади, шу сабабли унинг чиқиш йўлида йигинди, айирма ва комбинацион тебранишлар ҳосил бўлади. Индикатор минимал айирма частотада тепкили тебраниш $F_0 = |f_{кв} - f_c|$ сигнали мавжудлигини қайд этади. Бу сигнал паст частоталарни кучайтиргичдан ўтади (кварцли генератор ва гетеродин частоталарини аралаштиришдан ҳосил бўлган юқори частотали ташкил этувчилар кучайтиргичдан ўтмайди).

Гетеродин контуридан конденсатор сизимини ўзгартириб, нолинчи тепкили тебраниш олинади, натижада гетеродин частотаси кварцли гармоника частотасига тенг бўлиб қолади $f_c \approx f_{кв}$.

Кейин К калитни 2 ҳолатга ўтказиб, номаълум частотани ўлчаш бошланади. Гетеродиннинг санок лимбини айлантириб, нолинчи тепкили тебраниш олинади ва гетеродиннинг тўғриланган шкаласи бўйича частота қиймати топилади ($f_x \approx f_c$).

Гетеродин частотаўлчагичлар анчагина аниқ ўлчаш асбобларидир. Уларнинг ўлчаш нисбий хатолиги 10^{-3} - 10^{-5} чегарасида бўлади. Лекин ўртача частоталар диапазони (300 МГцгача) да уларни электрон-ҳисоб частотаўлчагичлар сиқиб чиқаради, чунки уларда аниқлик деярли бир хил, лекин шқлатишда анча осон.

ЎЮЧ тебранишлар диапазонида гетеродин усули рақамли усуллар билан бирга қўлланади. Ўлчанаётган частотани пастрок частоталар соҳасига ўтказиш орқали ўлчаш чегараси 10...12Ггача кенгайтирилади. Бунақанги ўтказиш частотани дискретли гетеродин ўзгарткич ёрдамида амалга оширилади. Унинг тузилиш схемаси 8.9-расмда паст частотали рақамли частотаўлчагич билан бирга келтирилган.

Гетеродин ўзгарткичининг рақамли частота ўлчагичи таркибига таянч (намунавий) f_0 частота генератори қиради (соддалаштириш мақсадида схемада кўрсатилмаган). Бу частота гармоникалар генератори (ночизикли элемент)га келиб тушади ва у гармоник ташкил этувчилар $f_n = n f_0$ тўрини ҳосил қилади. Бу ерда $n = 1, 2, \dots$ бутун сонлар. Фильтр (санок шкаласи ҳажмий резонатор) ёрдамида улардан ўлчанаётган f_x частотага энг яқин бўлган f_n гармоникаси ажратиб олинади. Бунда аралаштиргичнинг чиқиш йўлида айирма частотали $\Delta f = f_x - n f_0$ сигнал пайдо бўлади. Оралик частотани кучайтиргичда айирма Δf частота билан ўлчовдош ўтказиш полосасига эга.

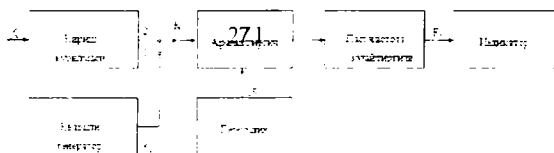
Тебранишларнинг номаълум f_x частотасини ўлчаш натижаси $\Delta f = |f_x - n f_0|$ формуласи бўйича автоматик равишда ҳисобланади, бунда гармониканинг n тартиб рақами фильтр шкаласидан ўқилади. Охириги ифода бир қийматли бўлмаганлиги сабабли, аниқрок натижани олиш учун иккинчи ўлчаш амалга оширилади, бунда фильтр ёрдамида $n f_0$ билан қўшни бўлган $(n \pm 1) f_0$

гармоникаси танланади. Агар натижалар мос келса, улар тўғри деб ҳисобланади.

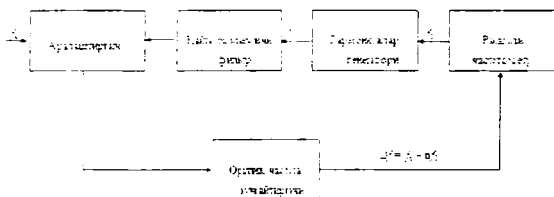
Частотани ўлчашнинг резонансли усули

Резонанс усулида тебранма контурдаги резонанс ходисаси қўлланади. Шунинг учун резонанс частотаўлчагичнинг ишлаш принципи ўлчанаётган f_x частотани даражаланган тебранма контур ёки резонаторнинг ўз резонанс f_p частотаси билан такқослашга асосланган. Бу усулда ишлайдиган ўлчаш асбоблари резонанс частотаўлчагичлар деб аталади; уларнинг умумий тузилиш схемаси 8.9-расмда берилган.

Тебраниш системаси кириш қурилмаси орқали ўлчанаётган частота сигнали $U(f_x)$ билан уйғотилади. Тебраниш системасидаги тебранишлар интенсивлиги резонанс пайтида, яъни $f_x = f_p$ да кескин қўпаяди. Тебраниш системасига уланган резонанс индикатори бу моментни қайд этиб қўяди ва ўлчанаётган f_x частота қиймати сошлаш механизмининг даражаланган шкаласидан ҳисобланади.



8.8-расм. Гетеродинли частотомернинг соддашатирилган тузилмавий схемаси



8.9-расм. Дискрет гетеродинли ўзгарткичнинг тузилмавий схемаси

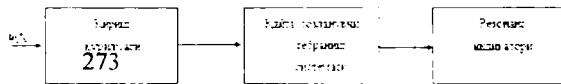
Бу принципдан келиб чиқалики, тебранма контурнинг резонанс эгри чизиги аниқ ифодаланган максимумга эга бўлиши шарт. Маълумки, резонанс эгри чизиги қанчалик ўткир бўлса, Q контур асслиги шунчалик юқори бўлади. Тебранма контурнинг турига қараб асслик гужланган доимийли контурнинг бирнеча юз бирлигидан ҳажмий резонатор кўринишида бажарилган 10000-30000та контургача микдордан иборат бўлади.

Юз мегагершгача бўлган частоталарда тебраниш системаси сифатида тебранма контурлар ишлатилади: 1 ГГцгача бўлган частоталарда – таксимланган параметрли контурлар (коаксиал узаткич кесмалари); 1 ГГцдан юқори частоталарда ҳажмий резонаторлар ишлатилади.

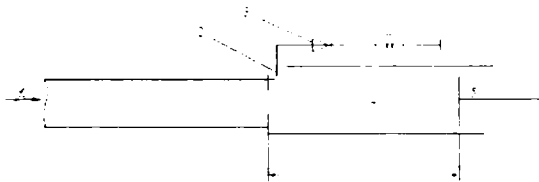
8.10-расмда ҳажмий резонаторли резонанс частота ўлчагичнинг тузилиш схемаси келтирилган.

Резонансга сошлаш моментида ҳажмий резонаторнинг чизикли / ўлчами унда электромагнит тебранишларни уйғотувчи тўлқиннинг λ узунлиги билан боғлиқ. Резонанс резонаторнинг $l = n\lambda/2$ узунлигида ҳосил бўлади, бу ерда $n=1, 2, 3$, ва ҳк. Плунжерни биринчи резонанс ҳосил бўлгунча суриб, кейин иккинчисига суриб, санок шкаласи бўйича $\Delta l = l_1 - l_2 = \lambda/2$ фарқни баҳолаб, тўлқиннинг λ узунлигини аниқлаш мумкин. Бу ерда l_1 ва l_2 – биринчи ва иккинчи резонанс моментида санок шкаласининг чизикли кўрсаткичлари. Ўлчанган f_x частота $f_x = c/\lambda$ формуласи бўйича ҳисобланади, бу ерда c – ёруғликнинг вакуумда тарқалиш тезлиги.

Резонанс частотаўлчагичлар нисбатан содда қурилма бўлиб, ишлатишга ҳам қулай. Уларнинг энг аниқлари частота ўлчашда $10^{-3}-10^{-4}$ нисбий хатони беради. Хатонинг асосий манбалари резонатор резонансидаги сошлаш хатолиги, санок шкаласи хатолиги ва маълумотларни ҳисоблаш хатолиқидир.



8.10-расм. Резонансли частотомернинг умумлашган тузилмавий схемаси



8.11-расм. Резонансли частотомернинг тузилмавий схемаси.

- 1 – тўлқинни йўналтиргич; 2 – алоқа боғламаси; 3 – детектор (диод);
4 – ҳажмий резонатор; 5 – плунжер; И – резонанс индикатори

8.5. Частотамерларнинг ўлчаш хатоларини метрологик баҳолаш

Частотани ўлчашнинг умумий тамойилига мос ҳолда хатоларнинг ташкил этувчиларини унга гуруҳда тақдим этиш мумкин: частота ўлчовининг хатолари, частотанинг ўлчанаётган киймати билан ўлчовнинг таққослаш хатолиги ва санок импульсларини шакллантириш хатолари. Маълумки, электрон-ҳисобли частотомерларда частотанинг ўлчови бўлиб кварцли таянч генераторининг f_0 – частотаси бўлиб ҳисобланади. Уни тақсимлаш (бўлиш) асосида вақтнинг зарурий санок интервали шакллантирилади. Генератор частотасининг нисбий хатолиги (нобаркарорлиги) киймати

$$\delta_0 = \pm \Delta f / f_0 \quad (8.22)$$

бўйича худди шундай санок оралигининг давомийлигини шакллантирувчи нисбий хатони, яъни унга тенг бўлган частотани ўлчаш хатолигининг ташкил этувчисини юзага келтиради.

Шакллантириш системасини ишлатиб юбориш нобаркарорлигига таъсир кўрсатувчи санок интервалини шакллантириш хатолиги электрон-ҳисобли частотомерларда ҳисобга олмаса ҳам бўладиган кичик бўлганлиги учун амалда бу хато эътиборга олинмайди. Худди шундай санок импульсларини шакллантириш хатолиги ҳам сезиларсиз даражада кам бўлади, уларнинг кетма-кет келиш частотаси юқори аниқлик билан ўлчанаётган частота кийматига мос келади.

Частотани ўлчаш хатолигининг характерли ташкил этувчиси бўлиб таққослаш хатолиги ҳисобланиб, вақтнинг санок интервали ҳисобининг дискретлиги ҳисобига мавжуд бўлади. Қатор мулоҳазалар асосида хатонинг бундай ташкил этувчисини аниқлаш мумкин. f_s частотани вақтнинг калибрланган ҳисоб оралигидаги ҳисоблагич билан саналувчи m импульслар даврига таққослаш йўли билан амалга оширилади. Ҳисобнинг дискретлиги ва санок импульслари вақт ҳолатларининг санок оралигига нисбатан боғлиқ эмаслигига кўра таққослашнинг максимал абсолют хатолиги мавжуд бўлиши мумкин ва у санок импульсларининг битта даврига тенг бўлади.

$$\Delta t_{\text{так}} = \pm 1 / f_s \quad (8.23)$$

Ушбуга кўра, дискретликка асосланган $t_{\text{сан}}$ санок интервалидаги таққослашнинг нисбий хатолиги тенг бўлади. Электрон ҳисобли частото-

$$\delta f_{\text{yp}} = \Delta t_{\text{yp}} / t_{\text{сан}} = \pm 1 / (t_{\text{сан}} f_s) \quad (8.24)$$

томер билан частотани ўлчашнинг натижавий нисбий хатолигини унинг чегаравий қиймати билан бахоланиши қабул қилинган бўлиб, унинг иккита зарурий ташкил этувчилари йиғинди сифатида ифодаланади:

$$\delta f_{\text{че}} = \pm [\delta_0 + 1 / (1 + \text{сиг} f_x)] \quad (8.25)$$

Шунга биноан қуйидаги муҳим натижага эга бўлинади: электрон-хисобли частотомер билан частотани ўлчаш хатолиги унинг қийматига боғлиқ. Кичик f_x ларда таққослаш хатолигининг ташкил этувчиси (санок хатолиги) кварц генераторининг нобарқарорлигига асосланган ташкил этувчидан анча кўпроқ бўлиши мумкин. Кўрсатилган паст частоталарни ўлчаш бўйича хатоларни санок вақти интервалини ошириш ҳисобига камайтириш мумкин. Ёки сигналнинг даврини ўлчашга ўтиб, электрон-хисобли частотомер киришига ўлчанадиган частота кўпайтиргичларини улаш йўли билан эришиш мумкин.

9. ФАЗАЛАР ФАРҚИНИ ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИ

9.1 Электромагнит тебранишларнинг фазаси тўғрисида тушунча

Электр гармоник тебранишларнинг асосий параметрларидан бири бўлиб, тебранма жараёнининг ҳолатини исталган вақт моментдаги аниқловчиси бўлиб фаза ҳисобланади. Биргина тебранишнинг фазаси қаби иккита тебранишлар фазаларининг ўзаро нисбати муҳимдир. Фазалар ва фазалар силжишини ўлчаш зарурати, кучайтиргичларни, филтрларни, чизикли занжирлар, фазаайланттиргичларни даражалашда, телекоммуникацион тизим боғламаларининг фаза частотавий характеристикаларини олишда намоён бўлади. Фаза тушунчаси фақат гармоник жараёнларга хосдир. Гармоник бўлмаган, масалан, импульсли жараёнлар учун фазалар фарқи ёки фазалар силжишини жараёнлар орасидаги вақт бўйича сурилиш тушунчаси билан алмаштириш мумкин. Фазалар фарқини ўлчашнинг осциллограммик, фазалар фарқини ток ёки кучланишга айлантириб ва ушбу катталикларни ўлчаш, компенсацион ҳамда вақт интервалига айлантириш усуллари мавжуд. Фазалар фарқини ўлчаш муҳим масалалардан ҳисобланади.

Электромагнит гармоник тебранишнинг асосий параметрларидан бири бўлган, ҳар қандай берилган моментда тебраниш процессининг ҳолатини аниқловчи параметр бу - фазадир. Битта тебраниш фазаси билан бир ўринда иккита тебраниш фазаларининг нисбати ҳам ўрганилади. Бу ҳол фазавий силжиш деб аталади, бунда икки гармоник тебранишнинг ўзаро таъсири аниқланади. Фаза ва фаза силжишини ўлчаш зарурати кучайтиргичлар, филтър, линия занжирларини ўрганишда

фазаайлант иргичларни даражалашда, телекоммуникация системалари боғламаларининг фазавий-частотавий характеристикаларини олишда ва бошқаларда юзага келади.

“Фаза” тушунчаси ҳар қандай конкрет моментдаги гармоник (синуссимон) тебранишни билдиради. U_{m1} амплитудати ва ω доиравий частотали $u_1(t) = U_{m1}\sin(\omega t + \varphi_1)$ гармоник тебраниш учун t вақтнинг ҳар қандай моментидagi жорий (лахзавий) фаза $\varphi(t) = \omega t + \varphi_1$ функция аргументидан иборат бўлиб, бу ерда φ_1 – бошланғич фаза.

Радиоўлчашлар амалиётида одатда тенг частотали икки гармоник тебраниш фазаларининг фарқини ўлчаш вазифаси бажарилади. Бир хил частотали икки сигнал орасидаги фаза силжиши $0, \pi/2$ ёки π га тенг бўлса, улар мос равишда *синфаз*, *квadrатурада жойлашган*, ёки *тесқари фазали* деб аталади.

Бир хил частотали

$$u_1(t) = U_{m1}\sin(\omega t + \varphi_1) \text{ ва } u_2(t) = U_{m2}\sin(\omega t + \varphi_2) \quad (9.1)$$

гармоник сигналларнинг $\Delta\varphi$ *фазавий силжиши* деб уларнинг бошланғич фазалари фарқининг модулига айтилади:

$$\Delta\varphi = |\varphi_1 - \varphi_2|. \quad (9.2)$$

Одатда $\varphi_1 - \varphi_2$ катталики икки сигнал *фазалари фарқи* деб аталади. Агар φ_1 ва φ_2 сигналлар бошланғич фазалари ўзгармаса, $\Delta\varphi$ фазавий силжиши вақтга ва санок бошланишига боғлиқ бўлмайди.

Ҳар хил доиравий частотали икки гармоник тебраниш учун фазалар фарқи қуйидагича аниқланади:

$$\Delta\varphi = (\omega_1 - \omega_2)t + \varphi_1 - \varphi_2 \quad (9.3)$$

Бу катталики вақтнинг чизикли функциясидир.

Ногармоник тебранишлар учун фазавий силжиш тушунчаси уларнинг вақт бўйича силжишига алмашади. Бу ҳолда бир сигналнинг иккинчисига нисбатан кечикиш вақти ўлчанади.

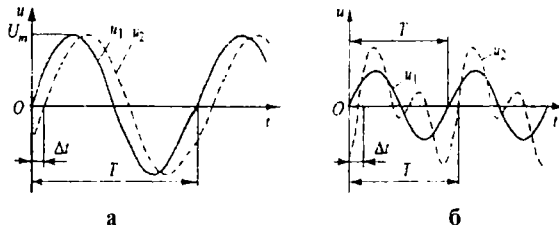
Конкрет ўлчаш вазифаси ва ўлчашлар бажариладиган частоталар диапазониға қараб, фазавий силжишни ўлчаш аниқлиғиға талаб ҳар хил бўлиши мумкин – анча ноаниқ (ўлчаш хатолиғи $1...5^\circ$) ўлчашлардан етарлича аниқ (0.01°) ўлчашларғача.

Кўпинча тенг частотали икки гармоник тебранишнинг фазавий силжишиға сигналларнинг фазаларига мос келувчи Δt вақтдаги силжиши сифатида қаралади. Жумладан, $T = 2\pi/\omega$ даврдаги $u_1(t) = U_{m1}\sin\omega t$ ва $u_2(t) =$

$U_m \sin \omega(t-\Delta t)$ сифатида ёзилган (9.1. а-рasm) тебранишлар учун фаза силжиши, раднанда, қуйидагича бўлади:

$$\Delta \varphi = \omega \Delta t = \frac{2\pi \Delta t}{T} \quad (9.4)$$

Даврий гармоник ва нoгармоник сигналлар ҳамда бир хил T даврли икки нoгармоник сигналга (9.1 б-рasm) нисбатан уларнинг Δt вақтдаги силжиши (кечикиши) тушунчаси қўлланилади.



9.1-рasm. Бир хил даврли икки сигнал графиклари:

а – иккаласи ҳам гармоник;

б – бири гармоник, иккинчиси нoгармоник

Фазавий силжишни ўлчаш учун фазаметрлардан фойдаланилади, силжиш бирлиги сифатида эса фазайлантиргич қўлланилади. Таърифга кўра фазайлантиргич – электромагнит тебранишлар фазасини ўзгартиришда қўлланиладиган қурилма бўлиб, у автоматика, алмаштириш ва ўлчаш техникасида ишлатилади. Фазайлантиргичлар ростланувчи ва ростланмайдиган бўлади.

Энг содда фазайлантиргичлар бу дифференциалловчи ва интегралловчи RC-занжирлардир. RC-турдаги фазайлантиргичлар паст частоталар соҳасидаги ўзгармас (одатда 90°) ва раvon (кенг бўлмаган микёсда) ўзгарувчи фазавий силжишни олиш учун ишлатилади. Бу фазайлантиргичлар гултанган параметрли занжирларга киради. Бундан ташқари мураккаброк фазайлантиргичлар ҳам ишлатилади, улар кенгрок диапазондаги ($0..360^\circ$) фаза ўзгариши ҳамда юкори ва ўта юкори частоталарда ишлашни таъминлайди.

198 Фазавий силжишни ўлчаш учун турли усуллардан фойдаланилади: осциллографик, компенсацион, фазавий силжишни вақт интервалига айлантириш, рақамли (дискрет ҳисобли).

Юкорида келтирилган усуллардан фойдаланиб фазавий силжишни ўлчайдиган асбобларга аналог ва рақамли фазаметрлар киради. Улар инфратовушдан юкори частоталаргача бўлган диапазонда ўлчашни амалга оширади.

9.2 Фазавий силжиш ва фазавий параметрларни ўлчашга доир маълумотлар

Фазалар фарқи физикавий катталиқ сифатида сигнални электр занжири орқали кечикиб ўтишини миқдоран баҳолаш учун кенг қўлланилади. Шунга кўра, конкрет ўлчаш масаласи ва частоталар диапазонига боғлиқ холда фазалар фарқини ўлчаш аниклигига кўйиладиган талаблар турлича, яъни кўпол ўлчашлардан ($1 \div 5^\circ$) аник ўлчашларгача ($0,003^\circ$) бўлиши мумкин. Фазалар фарқини ўлчаш учун мураккаблиги турлича бўлган ўлчаш усуллари қўлланилади ва бунда аналог ва рақамли электрон фазаметрлардан (осциллографик усулдан ташқари) фойдаланилади. Ушбу ўлчаш воситалари инфратовуш диапазонидан юкори частоталаргача бўлган диапазонда фазалар фарқини ўлчашни таъминлайди.

Алоқа линия ва трактларнинг элементлари ва аппаратура боғламаларининг фазавий параметрлари муҳим аҳамиятга эга, чунки сигналларни аник такрорлаш учун барча узатилаётган частоталар тенг вақт оралигида тарқатилиши зарур. Бу айниқса дискрет маълумот ва телевизион сигналларни узатишда, бундан ташқари, туридан қатъи назар барча сигналларни узок масофага узатишда муҳим аҳамият касб эгади.

Синуссимон сигналнинг занжир бўйлаб тарқалиш вақти $t_{\text{тар}}$ га тенг бўлса, бу вақт ичида фаза сигнали ўзгарадиган φ_2 абсолют фаза бурчаги $\varphi_2 = \omega t_{\text{тар}}$ га тенг. *Нисбий фазавий силжиш* деб $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ га тенг бўлган катталиққа айтилади, бу ерда φ_2 – синуссимон сигналнинг ўлчанаётган система чиқишидаги фазасидир, φ_1 – система киришидаги фаза (бу сигнал одатда таъин қилинган фаза деб аталади ва $\varphi_1 = 0$ деб олинади).

Кўп частотали сигналларнинг фазавий бузилишлари одатда кечикишнинг абсолют гуруҳий вақтига частотавий боғлиқдир. Бу вақт $\omega t_{\text{тар}} = c d \varphi / d \omega = t_{\text{тар}} - \omega (d t_{\text{тар}} / d \omega)$ доиравий частота бўйлаб φ фазавий силжишнинг ҳосиласи орқали аниқланади. Бундан келиб чиқадикки, кечикишнинг абсолют гуруҳий вақти $t_{\text{тар}}$ билан маълум катталиқнинг йиғиндисига тенг. Бу катталиқ фазанинг частота билан кечикиши ўзгаришининг ҳисобга олади. Агар $t_{\text{тар}}$ частотага боғлиқ бўлмаса, унда $t_{\text{тар}} = t_{\text{тар}}$. Кечикишнинг гуруҳий вақтини ўлчаш амалиётида частота ва фазанинг кечикис орттирмалари нисбатан кичик якуний орттирмаларга алмашинади: $t_{\text{тар}} = \Delta \varphi / \Delta \omega = (\varphi'' - \varphi') / (\omega'' - \omega')$ (бу ерда φ'' ва φ' ва ω'' частоталардаги фаза силжишлари), $t_{\text{тар}}$ катталиги кечикишнинг нисбий гуруҳий вақти деб аталади. У ҳақиқий (абсолют) $t_{\text{тар}}$ катталиқдан $2 \text{ кл } \omega$ катталиққа фарқ қилиши мумкин. $t_{\text{тар}}$ нинг частота ўзгариши билан бекарорлиги (фаза силжиши частотавий характеристикасининг қизикликлдан оғиши)ни $t_{\text{гр}}$ характеристикасининг бузилиши ёки фазавий бузилиш деб аталади.

Тўрткүтблилар, алоқа қурилмаларининг боғлама ва элементлари, электрон схемалар ва бошкаларни ўрганишда одатда фазавий силжишлар ва уларнинг частота характеристикалари ўлчанади. Кучланиш ва ток орасидаги фазавий силжишни ўлчаш орқали куч занжирларидаги қувват коэффициентни баҳолаш мумкин. Ишлаб турган магистралларда ва алоқа қурилмаларини синашда одатда кечикишнинг гурухий вақти ва қурилманинг частотавий характеристикалари ўлчанади. Тонал частотали каналларда $f_{гр}$ нинг 1000 Гц частотага нисбатан нотекислик киймати нормаланади, кенг полосали каналларда эса каналнинг ўртача частотасига нисбатан нормаланади. Шу тарзда, алоқа қурилмаларида қайсидир ω частотада сигналнинг ω_0 таянч частотага нисбатан кечикиши ўлчанади. Шу сабабли тарқалишнинг нисбий вақти бўлган $t_{гр}$ ни ҳақли равишда кечикишнинг гурухий вақти деб аталади.

Фазавий силжишни ўлчашнинг қуйидаги усуллари мавжуд: осциллографик усул, йигинди ва фарқли кучланишларни ўлчаш усули, фазавий силжишни импульслар оралигидаги вақт интервалига алмаштириш усули, таккослаш ва компенсация усуллари, частотани алмаштириш усули ва қириш қаршилиқларини ўлчашга асосланган усуллар мавжуд.

Амалиётда асосий частота бўйлаб икки даврий импульсли кучланиш орасидаги “фаза силжиши” тушунчасига дуч келиш мумкин. Бу фарқ ўрганилаётган кучланишлар импульслари орасидаги нисбий вақтинчалик силжиш билан аниқланади: $\varphi = 360^\circ \Delta t / T$ (T — импульсли кучланиш даври).

Кечикишнинг гурухий вақти қуйидаги усуллар билан ўлчанади: “нуқталар бўйлаб”, осциллографик, гурухий сигналларни узатиш орқали ва панорамали усуллар (олдинги усулнинг бир тури) билан. Фазавий силжишни ўлчашнинг барча усуллари ёрдамида кечикишнинг нисбий вақтини ҳам билвосита аниқлаш мумкин.

9.3. Фазаметрларнинг турлари

Аналог фазаметрлар

Аналог фазаметрлар билан фазалар фарқини ўлчаш усулининг моҳияти иккита синусоидал кучланишни даврий қисқа импульслар қетма-қетлигига ўзгартиришдан иборат. Бу кучланишларнинг бир хил ишорали ташкил этувчилари билан нол орқали ўтиш моментларига мос. Энг яқин импульслар орасидаги вақт интерваллари аниқланаётган фазалар айирмасига тенг (9.2-расм). Ўзгартиришдан сўнг вақт интервалининг (даврга нисбатан) нисбий қиймати аниқланади. Маълум $\varphi = \Delta t$ ва $\omega = 2\pi / T$ ифодалардан фойдаланиб, фазавий силжиш φ ва нисбий вақт интервали орасидаги муносабатни аниқлайдиган ушбу формулани ёзишимиз мумкин:

$$\varphi = 360^\circ \frac{\Delta T}{T} \quad (9.5)$$

Шуни қайд этиш керакки, фазавий силжишни вақт интервалига ўзгартиришда шовкин халакитларининг таъсири туфайли тасодифий хатолар юзага келиши мумкин.

Ушбу баён қилинган усул кенг тарқалган. Бу усул бир-биридан асосан нисбий вақт интервалини ўлчаш усули билан фаркланадиган турли фазаметрларда учрайди.

Магнитоэлектрик ўлчагичли фазаметр

Ҳар бир канали кучайтиргич-чеклагич, дифференциалловчи занжир ва бир томонлама чеклагичдан иборат шакллантирувчи қурилма (9.3-расм) гармоник тебранишларни, 9.2-расмда кўрсатилганидек, синусоиданинг бир хил ишқорали ташкил этувчилари билан нол орқали ўтиш моментига мос тик фронтни қисқа импульслар сериясига ўзгартиради. Қўшни импульслар жуфтликларидан триггер ёрдамида ΔT давомийликдаги тўғри бурчакли импульслар шаклланади. Нисбий вақт интервали $\Delta T/T$ триггернинг тармоқларидан бирига уланган магнитоэлектрик асбоб ёрдамида ўлчанади.

Ўлчаш кетма-кетлиги қуйидагича бажарилади. Ўлчанаётган сигналлар берилишига қадар триггер ток асбоб орқали оқиб ўтмайдиган ҳолатда бўлади. Иккала киришга синусоидал шаклдаги сигналлар берилганидан кейин (сигнал u_1 сигнал u_2 дан илгари кетади), каналларнинг чикишларида мусбат импульсларнинг даврий кетма-кетлиги пайдо бўлади.

1-каналнинг биринчи импульси триггернинг ҳолатини ўзгартиради, бунинг натижасида ток схеманинг магнитоэлектрик асбоб уланган чап қисмида пайдо бўлади. Ўлчанаётган фазавий силжишга пропорционал бўлган ΔT интервалдан кейин иккинчи каналдан иккинчи импульс келиб, триггерни дастлабки ҳолатига қайтаради. Асбоб орқали ўтаётган ток тўхтайдди. T даврдан сўнг жараён такрорланади ва х.к. Триггер ΔT давомийликдаги тўғри бурчакли импульсларни шакллантиради (9.4-в расм). Магнитоэлектрик асбоб токнинг бир давр ичидаги ўртача қийматини кўрсатади:

$$I_{\text{ср1}} = \frac{\Delta T}{T} I_m \quad (9.6)$$

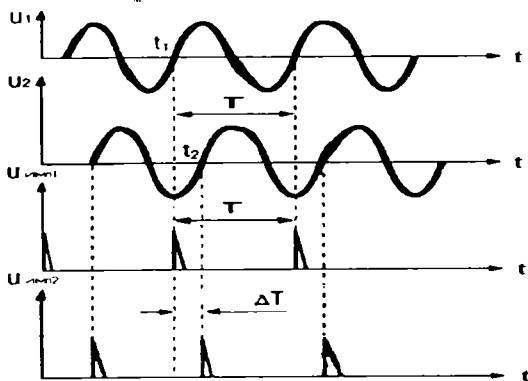
(9.5) ва (9.6) ифодаларни таккослаш

$$\varphi^\circ = 360^\circ \frac{I_{\text{ср1}}}{I_m} \quad (9.7)$$

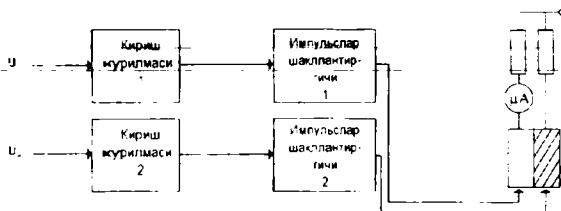
формулага олиб келадиган бундан кўриниб турибдики, φ° ва $I_{\text{ср1}}$ катталиклар орасидаги боғланиш чизиклидир. Индикаторли асбоб шкаласини беvosита градусларда даражалаш мумкин, чунки I_m const (транзисторнинг тўйиниш токи билан аниқланади).

Асбобнинг ажратиш қобилияти

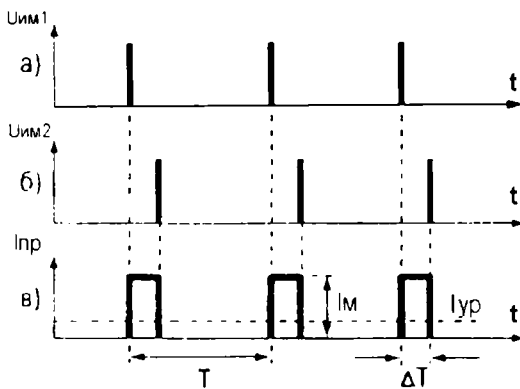
$$\Delta\varphi = \frac{360^\circ}{T_n} \Delta t_{\text{врт}} \quad (9.8)$$



9.2-расм. Аналог фазаметрнинг иш тамойилини тавсифловчи вақт диаграмматари



9.3-расм. Икки каналли шакллантирувчи қурилманинг тузилмавий схемаси



9.4-расм. Икки каналли шаклантирувчи курилманинг вақт диаграммалари

Электрон-ҳисобли фазаметр

Электрон-ҳисобли фазаметрда кўрсатиб ўтилганидек, вақт интервалларини дискрет санок методи билан ўлчаш мумкин. У, табиийки, маълум фазавий силжишга мос нисбий вақт интервалларини ўлчаш учун ҳам қўлланилиши мумкин. Бу методни вақт интервалларини рақамли ўлчагич ёрдамида амалга ошириш мумкин. Дастлаб бир давр ичида фазавий силжишни ўлчаш тамойилини қараб чиқамиз. Қуйидаги ишларни бажаришга келтирилади. Тадқиқ қилинаётган синусоидал кучланишнинг даврини ўлчанмоқда. Бу ҳолда ундан вақт дарвозалари шаклантирилади ва улар $F_{\text{сан}}$ частота билан келаётган санок импульслари билан тўлдирилади (9.5-б ва в-расм). Ҳисоблагич томонидан бир давр ичида саналган импульслар сони

$$N = F_{\text{сан}}T \quad (9.9)$$

га тенг.

Ораларидаги фазавий силжишлар ўлчаниши лозим бўлган y_1 ва y_2 синусоидал кучланишлар қисқа бир қўбди импульслар жуфтликларига ўзгартирилади.

Импульслар жуфтликларидан асбобда ΔT га тенг вақт дарвозалари шаклантирилади (биринчи импульс фронтни, иккинчи импульс эса вақт дарвозалари қирқимини аниқлайди). «Дарвозалар» очик бўлганда ҳисоблагич ўша $F_{\text{сан}}$ билан келаётган импульсларни санайди (9.5.г-расм). Уларнинг сони

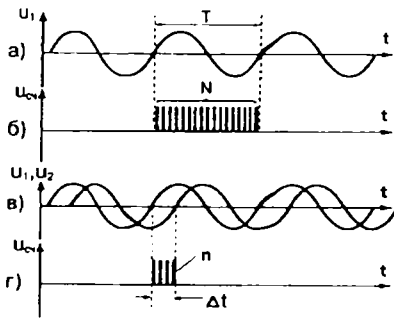
$$n = F_{\text{сан}} \Delta T \quad (9.10)$$

га тенг. (9.9) ва (9.10) формулаларни (9.5) формула билан такқослаб,

$$\varphi^\circ = 360^\circ \frac{n}{N} \quad (9.11)$$

ни ҳосил қиламиз.

Бу усул гает ва инфрагает частоталарда юқори аниқликка эришиши имконини беради.



9.5-расм. Фазавий силжишни ўлчаш бўйича вақт диаграммалари

Кичик фазавий силжишларни ўлчашда ёки тадқиқ қилинаётган синусодал кучланишларнинг частотаси юқори бўлганида келиш частотаси тадқиқ қилинаётган кучланишлар частотасида анча ортик бўлган санок частоталари кваршги генератори ҳамда катта сигимли ва санок тезлиги жуда юқори ҳисоблагич талаб қилинади.

Дискретлик хатолигини фазавий силжиш φ нинг градусларида ифодалаб бу айтилган фикрларга ишонч ҳосил қилиш кийин эмас. ΔT нинг қийматини (9.2) ифодадан топиб (9.3) формулага қўямиз ва унда изланаётган кучланишнинг T даврини $f = 1/T$ частотага алмаштирамиз.

$$\text{У ҳолда} \quad \varphi^\circ = \frac{360^\circ}{F_{\text{сан}}} f n = c^\circ n \quad (9.12)$$

$$\text{бу ерда} \quad C^\circ = \frac{360^\circ}{F_{\text{сан}}} f \quad (9.13)$$

(9.11) ифодадан $\Delta\varphi^\circ = C^\circ \Delta n$ ни ҳосил қиламиз.

Дискретликнинг санок кичик разряди плюс-минус бирга тенг хатолигига, яъни $\Delta n = \pm 1$ га фазавий силжишни ўлчаш хатолиги

$$\Delta\varphi^\circ = \pm C^\circ \quad (9.14)$$

мос келади.

$f = 1$ МГц частотали иккита синусодал кучланиш орасидаги фазавий силжишни абсолют дискрет хато $\Delta\varphi = \pm 0.1^\circ$ билан ўлчаш учун зарур бўладиган $F_{\text{сан}}$ частота (9.12) дан аниқланиши мумкин. Бунда $C^\circ = 0.1^\circ$ бўлганлиги учун (9.12) га асосан

$$F_{\text{сан}} = \frac{360^\circ f}{C^\circ} = 3600 \text{ МГц} \quad (9.15)$$

бўлади.

Гетеродинли ўзгартигич

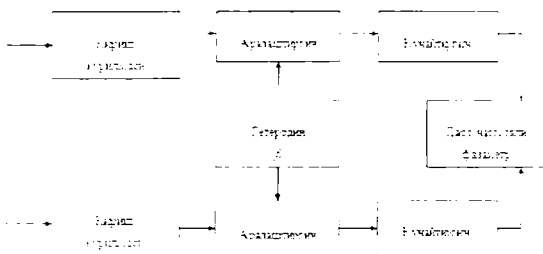
Частотани гетеродинли ўзгартириш радиоприёмникларда кенг қўлланилади. Бирок мазкур ҳолда иккита сигналнинг частотасини улар орасида фазавий силжиш сақланадиган қилиб жуда аниқ ўзгартириш зарур. 9.6-расмда бундай ўзгартигичнинг структуравий схемаси кўрсатилган. Ораларидаги фазавий силжиш ўлчаниши лозим бўлган сигналлар иккита бир хил аралаштиргичга берилади. Бу билан бир вақтда иккала аралаштиргичга битта гетеродиннинг ўзидан f_c частотали кучланиш келтирилади. Аралаштиргичлар чиқишларида $f_c - f$ айирма частота кучланишлари ҳосил бўлади. Агар иккала канал айнан бир хил бўлса, у ҳолда кучайтиргичлар чиқишларида ҳосил бўлган кучланишлар орасидаги фазавий силжиш ϕ га тенг бўлади. Уни паст частотали фазаметр билан ўлчанadi.

Частотани ўзгартириш зарурат тугилган ҳолда икки босқичли бўлиши мумкин.

Хатоларни бартараф қилиш учун схема шундай ростланадики, бунда битта манбанинг ўзидан фазаметрнинг иккала киришига кучланиш берилганида у нол силжишни кўрсатсин. Манба кучланишини карама-карши киришларга қайта уланганда ҳам кўрсаткишлар ўзгармаслиги керак.

Фазаметрнинг кенг частоталар диапазонида ишлашига берилган диапазонда соzilанадиган гетеродин, кенг полосали аралаштиргичлар: аттенуаторлар ва схеманинг бошқа элементларидан фойдаланиш билан эришилади.

Частотани гетеродинли ўзгартириш методи бўйича ишлайдиган асбобга мисол қилиб 20 Гц дан 10 МГц гача частоталар диапазонида 0° дан 180° гача бўлган фазавий силжишларни ўлчайдиган Ф2-4 фазаметрини келтириш мумкин. 20 Гц дан 50 кГц гача частоталар диапазонида ишлайдиган паст частотали фазаметрдан ва частота ўзгартигичдан иборат.



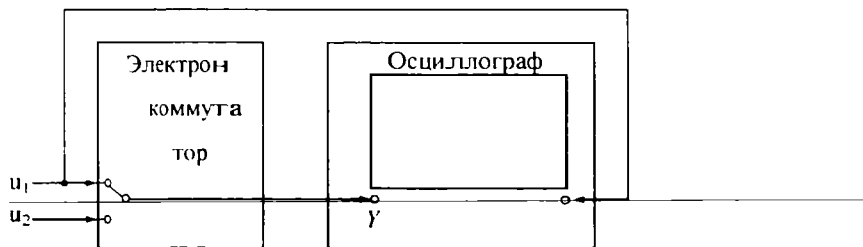
9.6-расм. Частотани гетеродинли ўзгартиригич схемаси

9.4. Фазалар фарқини ўлчашнинг усуллари

Тебранишлар фазавий силжишини осциллограф ёрдамида ўлчаш учун чизикли, синуссимон, доиравий ёйма усулларида ва мувозанатлаш усулларида фойдаланилади.

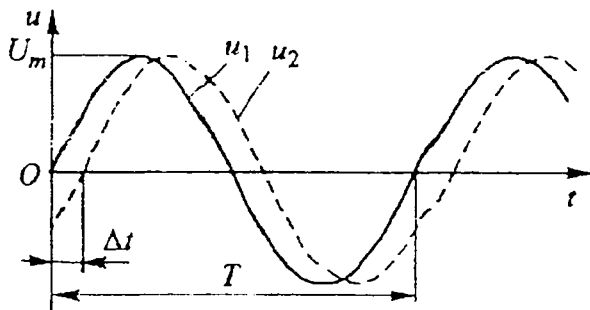
Чизикли ёйма усуlining таҳлили

Чизикли ёйма усулида осциллограф экранида бир вақтнинг ўзида иккита гармоник тебраниш кўзатилади (9.7-расм). Бу усулда икки нурли ёки икки каналли осциллографнинг вертикал огиш каналларига (Y_1 ва Y_2 киришига) $u_1(t)=u_1$ ва $u_2(t)=u_2$ кучланишлар узатилади ҳамда Δt ва T вақт интерваллари ўлчанади. Агар ўрганилаётган сигналлар Y киришга тезкор электрон коммутатор орқали кетма-кет узатилса, бир нурли осциллограф ишлатса ҳам бўлади (9.7-расм).



9.7-расм. Чизикли ёйма усули.

Электрон коммутатор “меандр” туридаги импульслар ёрдамида алмаштиради. Бу импульслар тактли импульслар генераторидан келади ва $F \geq 25 \dots 100$ Гц частотада такрорланади.



9.8-расм. Бир хил даврли иккита гармоник сигнал графиклари.

Хар икки вариантда ҳам осциллографларнинг горизонтал ёйматари (ичк и синхр.) ўрганилаётган сигналларнинг бири билан синхронлаштирилиши керак. Ўлчашдан олдин иккала кириш кучланишининг амплитудаларини тенглаштириш мақсадга мувофик. Δt ва T даврий кесмаларини ўлчаб (9.8-расм), сигналларнинг фазавий силжишини даражада ҳисобланади:

$$\Delta\varphi = \frac{360^\circ \Delta t}{T} \quad (9.16)$$

Ўлчашнинг бу усулида $\Delta\varphi$ фазавий силжишни ўлчаш хатолиги $\pm(5...7)^\circ$ ни ташкил этади. Бу хато ёйманинг ночизиклигидан, Δt ва T интервалларини ўлчаш ноаниқлигидан ҳамда вақт ўқи жойлашувини аниқлаш хатоларидан келиб чиқади.

Синуссимон ёйма усулининг таҳлили

Синуссимон ёйма усули (эллипс усули) да бир нурли универсал осциллографда битта сигнални нур оғишининг Y киришига, иккинчисини X киришига узатилади. Бунда осциллографнинг ёйма генератори ўчирилган бўлиши керак.

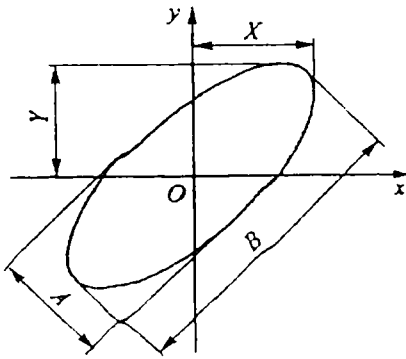
Осциллографнинг X ва Y киришига бир вақтнинг ўзида ўрганилаётган $u_1(t)=u_1=U_{m1} \sin\omega t$ ва $u_2(t)=u_2=U_{m2} \sin(\omega t + \varphi)$ кучланишлар берилган бўлсин. Улар учун фазавий силжиш $\Delta\varphi = \varphi$ бўлсин. Электрон нурнинг осциллограф экранида горизонтал ва вертикал ўқлар бўйича оний оғиши мос равишда қуйидагига тенг:

$$x = h_x U_{m1} \sin \omega t = X \sin \omega t; \quad (9.17)$$

$$y = h_y U_{m2} \sin(\omega t + \varphi) = Y \sin(\omega t + \varphi). \quad (9.18)$$

бу ерда h_x , h_y – осциллографнинг электрон нурни горизонтал ва вертикал бўйлаб оғишига сезгирлиги; $x = h_x$, $y = h_y$ – нурнинг оғиш амплитудаси.

Бу гармоник кучланишлар таъсирида электрон нур осциллограф экранида эллипс шаклидаги фигурали чиқади (9.9-расм).



9.9-расм. Фазалар фаркини эллипс усулида ўлчаш.

Пластиналардаги кучланишлар огиши амплитудалари X ва Y ни тенг ($X=Y$) деб олайлик. Бу шартни бажариш учун ўрганилаётган кучланишларни навбатги билан осциллографнинг вертикал ва горизонтал огиш каналлари киришига узатилади. Вертикал ва горизонтал огиш каналларининг кучайиш коэффициентларини ростлаш оркали нурнинг огиши тенглаштирилади. Бунда ўлчанаётган фазавий силжиш эллипсининг ҳажми билан куйидаги ифода оркали боғланган:

$$\operatorname{tg}(\Delta\varphi/2) = A/B, \quad (9.19)$$

176 бу ерда A – эллипснинг кичик ўқи, B – катта ўқи.

Шундай қилиб, эллипснинг кичик A ва катта B ўқларини ўлчаб, фазавий силжишни куйидаги формула оркали осонгина топамиз:

$$\Delta\varphi = 2\arctg(A/B). \quad (9.20)$$

Эллипс методи фазавий силжишни $0...360^\circ$ да бир хил қийматда аниқлаш имконини бермайди. Ўлчашнинг бир қийматли бўлмаслиги куйидаги фазавий силжишларга хос:

$$\begin{aligned} 0 < \Delta\varphi < 90^\circ \text{ ва } 270^\circ < \Delta\varphi < 360^\circ; \\ 90^\circ < \Delta\varphi < 180^\circ \text{ ва } 180^\circ < \Delta\varphi < 270^\circ; \\ \Delta\varphi = 90^\circ \text{ ва } \Delta\varphi = 270^\circ. \end{aligned}$$

$\Delta\varphi$ фазалар фаркини ўлчашда аниқроқ натижага эришиш учун u_2 сигнални осциллографнинг Y киришига фазайлантиргич оркали узатиш

керак. У 90° га қўшимча фазавий силжиш яратади. Осциллограмманинг ўзгаришига караб $\Delta\varphi$ нинг киймати хақида хулоса чиқариш мумкин.

Икки синуссимон сигнал орасидаги фаза силжишини эллипс усулида ўлчашнинг абсолют хатолиги $\approx (2\dots 5)^\circ$ ни ташкил этади. У ифода (9.5)га кирувчи кесмалар узунлигини ўлчаш аниқлигига, осциллограмма ўлчамига ва осциллограф экранида нурни фокуслаш аниқлигига боғлиқ. Ўлчанаётган фаза силжиши 0 ёки 90° га қанчалик яқин бўлса, бу сабабларнинг таъсир кўрсатиши шунчалик катта бўлади.

Осциллографдан таккослаш қурилмаси сифатида фойдаланганда шунинг ёдда тутмоқ лозимки, вертикал ва горизонтал оғиш каналлари кучайтиргичлари хосил қиладиган турли хилдаги фазавий силжишлар туфайли ўлчашнинг систематик хатолиги юзага келиши мумкин. Бу хилдаги силжишнинг мавжудлигини текшириш учун битта кучланишни бир вақтнинг ўзиде иккита киришга узатилади.

Зарур бўлганда бошланғич силжиш ёрдамчи фазаайлантиргич ёрдамида компенсацияланади. Бунинг учун, ўлчашдан олдин ўрганилаётган битта сигнал осциллографнинг Y киришига тўғридан-тўғри узатилади, X киришига эса ростланувчи фазаайлантиргич орқали узатилади. Экранда 45° бурчак остида эгилган тўғри чизик пайдо бўлгунга қадар фазаайлантиргични сошлаш зарур. Кейин фазаайлантиргич киришига иккинчи сигнал узатилиб, фазавий силжиш ўлчанади. Бошланғич силжиш компенсацияланган ҳолда, ўлчаш хатолиги фазаайлантиргич хатолиги билан аниқланади. Замонавий фазаайлантиргичлар схема ечимлари ва частоталар диапозонига караб фоиз улушларидан бир неча фоизгача бўлган хатоларга эга. Бу хатони тўғрилаш учун ўлчаш натижаларига ўзгартiriш киритилади.

Доиравий ёйма усулининг тафсилоти ва таҳлили

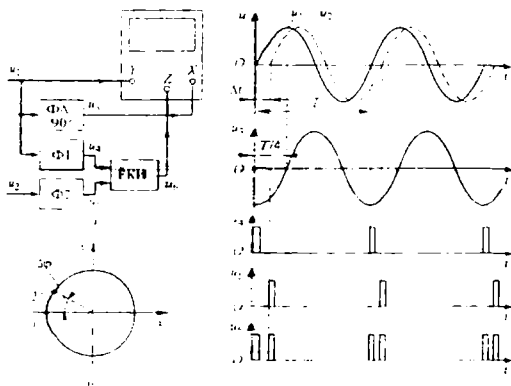
Бу усулда фазавий силжишни 0 дан 360° гача чегарада ўлчаш мумкин. Бу усулнинг мохияти 9.10-расмда кўрсатилган схема ва диаграммаларда очиб берилган. Бунда $u_1 = U_{m1} \sin \omega t$ ва $u_2 = U_{m2} \sin(\omega t - \Delta t)$ сигналлар орасидаги фазавий силжиш ўлчанган.

Ўлчашларда олдин ёйма генератори ўчириб қўйилиб, Y ва X киришларига u_1 ва u_2 сигнал узатилади. u_2 сигнал қўшимча фазаайлантиргич ёрдамида фаза бўйлаб u_1 га штебетаган 90° га кечиктирилган (9.10. а-расм). Электрон нур горизонтал ва вертикал бўйича бир хил оғса, осциллограф экранида доирасимон кўринишдаги осциллограмма акс этади (9.10. б-расм).

Ўрганилаётган u_1 ва u_2 кучланишлар бундан ташқари иккита бир хил $\Phi 1$ ва $\Phi 2$ шакллантиргичларнинг киришига ҳам келиб тушади. Улар синуссимон тебранишларни бир кутбли u_3 ва u_4 киска импульслар кетма-кетлигига айлантиради (9.10. в-расм). Бу импульсларнинг олдинги фронтлари синуссимонларнинг ўсиш мобайнида нол кийматидан ўтиш моментига тўғри келади. u_1 ва u_2 импульсли сигналлар ЁКИ (ИЛИ)

мантикий схемаси ёрдамида бирлаштирилади. Бу схемадан чиққан сигнални икки импульсли кетма-кетлик кўринишида осциллограф нури равшанлигини бошқаришнинг 3 киришига узатилади. Натижада доиранинг 1 ва 2 нукталарида кучайтирилган равшанлик белгилари пайдо бўлади (9.10, б-расм).

Синуссимон u_1 ва u_2 сигналлар орасидаги $\Delta\phi$ фазавий силжиш доира ёрдамида ўлчанади, бу 9.10 б-расмда кўрсатилган. Бу усулда фазавий силжишни ўлчашда осциллограф экранига шаффоф транспортёр қўйиб олиш қулайроқ. Транспортёр маркази доира марказига қўйилади. Ўлчанадиган фаза бурчаги транспортёр ёрдамида ўлчанади. Ўлчашнинг бу усули куйидагиларга асосланган: 360° бурчакли тўлиқ доирани нур чизиши учун кетадиган вақт u_1 ёки u_2 сигналнинг T даврига тенг. 1 ва 2 нукталари орасидаги ёйни эса (унга $\Delta\phi$ бурчак мос келади) бу сигналларнинг кечикиш вақтида $\Delta t = \Delta\phi T / 360^\circ$ чизади.



9.10-расм. Доиравий ёйма усули:

а – ўлчаш схемаси; б – осциллограмма; в – сигналлар эпюралари.

Фазавий бурчакни яримдоира усулида ўлчаб (бу усул камдан-кам ҳолларда ишлатилганлиги сабабли уни кўриб чиқмаймиз) юқорироқ аниқликка эришиш мумкин (ўлчаш хатолиги $1 \dots 3^\circ$).

Фазавий бурчакни ўлчаш хатолигига куйидагилар таъсир кўрсатади: доирани шакллантириш ва унинг марказини белгилаш аниқлиги, шакллантиригичларнинг ишлаб кетиш бўсағасининг бир хиллик даражаси ва транспортёр ёрдамида $\Delta\phi$ бурчакни ўлчаш аниқлиги.

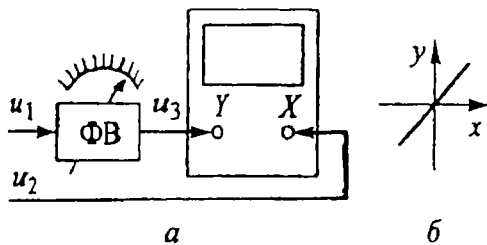
Фазалар фарқини ўлчашни мувозанатлаш усулининг таҳлили

Амалиётда такқослаш усулининг турларидан бири бўлган мувозанатлаш (нол) усулидан фазалар фарқини ўлчашда фойдаланилади. Усулнинг моҳияти шундаки, ўлчанаётган номаълум фазалар силжиши,

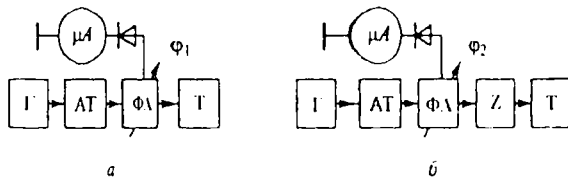
киймати маълум бўлган фазалар силжиши билан таққосланади. Ушбу фазалар силжишини ўлчов асосида намуна фазаайлантиргич орқали ҳосил қилинади. Ўлчаш қурилмасининг тузилмавий схемаси 9.11-расмда келтирилган. Унинг таркибига ўлчаш фазаайлантиргичи ЎФ ва фазалар тенгизлигининг индикатори сифатида ёйма генератори ўчирилган осциллографдан фойдаланилади. Сигнал u_1 осциллографнинг Y киришига ФА фаза айлантиргич орқали, сигнал u_2 – бевосита X киришига узатилади. Иккита u_1 ва u_2 таққик қилинаётган кучланишлар орасидаги $\Delta\varphi$ фазалар фарқи қўшимча u_3 сигналнинг фазасини намунавий фазаайлантиргич ёрдамида экранда қия тўғри чизик (9.11, б-расмдаги осциллограмма) пайдо бўлгунча, яъни, u_2 ва u_3 сигналлар фазаларининг тенглашиши моментигача ўзгартирилади. Бунда, изланаётган фаза силжиши $\Delta\varphi$ намуна фазаайлантиргичнинг шкаласидан ҳисобланади. Янада аниқроқ ўлчаш учун фазалар силжишининг тенгизлигини текшириш ва мувозанатлаш керак. Ушбу фазалар фарқини осциллографнинг вертикал ва горизонтал огдириш каналларининг кучайтиргичлари ишлаб беради. Мувозанатлаш усулидан ЎЮЧ диапазонида ҳам фазалар силжишини ўлчашда фойдаланилади. Фазалар силжишининг волноводнинг қирқилган бўлаги ҳосил қилади. Ўлчаш жараёнининг баёни 9.12-расмда келтирилган тузилмавий схемада кўрсатилган. Ўлчаш икки босқичда бажарилади. Дастлаб 9.12, а-расмда келтирилган қурилма йиғилади. ЎЮЧ генератори Г ёқилганда ЎЮЧ-трактада тургун тўлқин ўрнатилади. Ўлчаш қурилмасини ЎЮЧ-генератори билан боғлаш учун ЎЮЧ-генератори ўлчаш фазаайлантиргичга – ФА ажратувчи АТ-аттенюатор орқали уланади. Ўлчаш фазаайлантиргичнинг ихтиёрий қисмига диод ва индикатор билан боғланган зонд киритилади. Фазаайлантиргични қайта сошлаб, тургун тўлқиннинг кучланиш боғламасини қесим текислиги билан мос келишига эришилади. Бундай мос келиш индикаторнинг “нол” кўрсатиши бўйича ўрнатилади.

Фазаайлантиргичнинг шкаласидан фазавий бурчак φ_1 кўрсатиши саналади. Кейин, 9.12,б-расмда кўрсатилган қурилма йиғилади. Қурилмада фазаайлантиргич ва қиска туташтирувчи зағлушка орасига Z – синалувчи қурилма киритилади. ЎЮЧ тебранишларининг тарқатиш трактида кучланиш боғламасининг суриниши рўй беради. Фазаайлантиргични яна қайта сошлаб боғламани зондни ўрнатиш текислиги билан мос келтирилади. Фазаайлантиргичнинг шкаласидан φ_2 – фазавий бурчакнинг янги кўрсатиши саналади. Z – қурилма киритган фаза силжиши $\Delta\varphi = (\varphi_1 - \varphi_2) / 2$ ифодадан аниқланади.

Мувозанатлаш усули билан фаза силжишини ўлчаш жараёнини автоматлаштириш мумкин ва бунда ўлчаш фазаайлантиргичи автоматлаштириш объекти бўлиб ҳисобланади. Мувозанатлаш усулининг ўлчаш аниқлиги юқори. Ўлчаш ҳатоллиги асосан фазаайлантиргич шкаласининг даражаланиш сифатига боғлиқ ва 0,1...0,2° эришади.



9.11-расм. Фаза силжишини ўлчашнинг мувозанатлаш усули.
 а – ўлчаш қурилма сининг тузилмавий схемаси;
 б – осциллограмма



9.12-расм. ЎЮЧда фаза силжишини мувозанатлаш усули билан ўлчаш.
 а – қурилманинг схемаси: б ўлчаш схемаси:

10. РАҚАМЛИ ФАЗАМЕТРЛАРНИНГ ИШ ТАМОЙИЛЛАРИ

10.1. Дискрет-хисоб усул асосида қурилган рақамли фазаметрнинг иш тамойили

Дискрет (рақамли) ҳисоб усулини амалга оширадиган рақамли фазаметрнинг тузилмавий схемаси, изланаётган $\Delta\phi$ -фаза фарқини Δt -вакт интервалига ўзгартиргич ($\Delta\phi \rightarrow \Delta t$), ВС – вакт сектори, санок импульсларининг шакллантиргичи (f/nf), X – ҳисоблагич ва РСҚ – рақамли санок қурилмасидан ташкил топган (10.1, а-расм). Вакт селектори калитли логик схема кўринишида бажарилган. Санок импульсларининг шакллантиргичи эса кириш сигналнинг частотасини импульсли кўпайтиргичи базасида ва чиқиш импульсларини шакллантириш схемасида қурилган. Рақамли фазаметр қуйидаги тартибда ишлайди. Ўзгарткич $\Delta\phi \rightarrow \Delta t$ унинг киришига узатиладиган фазалар фарқи $\Delta\phi$ бўлган u_1 ва u_2 синуссимон сигналлардан тўғри бурчакли импульсларни u_3 (10.1, б-расм) шакллантиради. Бу импульсларнинг давомийлиги Δt ва такрорланиш даври T , u_1 , u_2 сигналлар даври ҳамда вакт бўйича силжишига мос ҳолда тенг бўлади. u_3 -импульслар ҳамда санок импульслари шакллантиргичи ишлаб берувчи такрорланиш даври T_0 га тенг бўлган u_4 санок импульслари вакт селектори киришларига берилади.

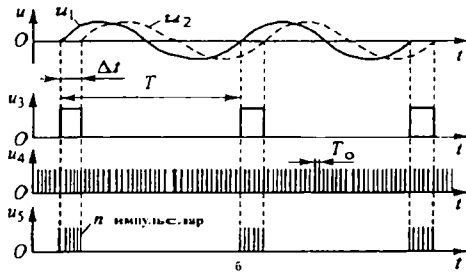
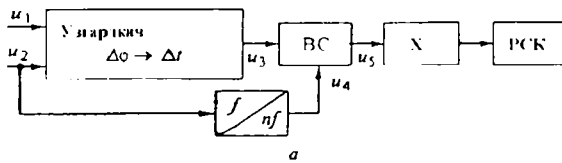
Вакт селектори u_3 импульсларнинг Δt давомийлигига тенг бўлган вактга очилади ва ушбу интервал давомида u_4 импульсларни ҳисоблагич киришига ўтказди. Селекторнинг чиқишида T давр билан такрорланадиган u_5 импульслар пакети шаклланади. Ўлчашлар u_1 ва u_2 сигналлар келишининг T битта даври давомида бажарилади (бундай режимни таъминловчи бошқариш схемаси 10.1, а-расмда содалаштириш учун кўрсатилмаган).³¹¹ Бунда, ҳисоблагичга селектор чиқишидан битта пакетда сакланувчи импульсларнинг қуйидаги сони кириб келади:

$$n = \Delta t / T_0 \quad (10.1)$$

Рақамли фазаметрларда унинг қисмларини схемавий амалга ошириш учун шакллантиргич санок импульсларининг кетма-кетлик даври қуйидаги кўринишида берилди:

$$T_c = T / (36 \cdot 10^m), \quad m = 1, 2, 3, \dots \quad (10.2)$$

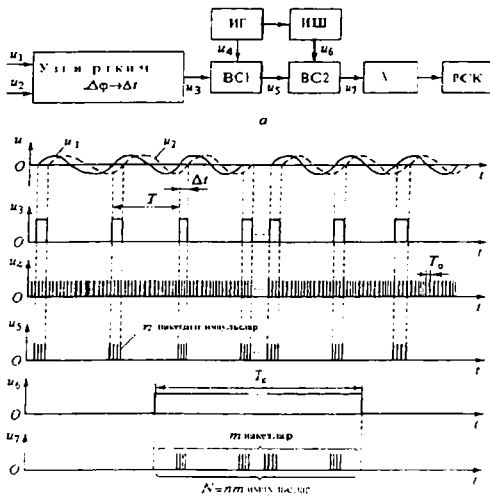
10.1 ифодага Δt учун муносабатни ифодага кўямиз ва $T_0 = T(36 \cdot 10^m)$ эканлигини ҳисобга олиб, u_1 ва u_2 сигналларнинг ўлчанаётган фазалар фарқи учун қуйидаги ифодага эришамиз:



10.1-расм. Фазалар силжишини ракамли ўлчаш усули

$$\Delta\varphi = \frac{n}{10^m - 1} \quad (10.3)$$

10.3 ифодадан $\Delta\varphi$ фазалар силжиши, ҳисоблагичга келган n -санок импульслари сонига пропорционал эканлиги келиб чиқади. Фазалар силжиши $\Delta\varphi$ га пропорционал бўлган кодли сигнал ҳисоблагичдан кўрсатиши градусларда берилган ракамли санок қурилмаси (РСК) га узатилади, бунда, градуснинг ўнли улушлари ҳам ҳисобга олинади ($m=2$ ва б.к. бўлганда).



10.2-расм. Ўрта қиймат фазаметри билан фаза силжишини ўлчаш.
 а – схема; б – схемаларга эпюрлар;

Ушбу фазаметрнинг хатолиги аппаратуранинг дискретлик хатолари билан аниқланади. Дискретлик хатолиги вақт интервали Δt ни санок импульсларининг битта давригача аниқлик билан ўлчанишига боғлиқ. Аппаратурави й хато давомийликини Δt дан четланиши. $\Delta\phi \rightarrow \Delta t$ ва бошқалар орқали аниқланади. Хатоларни камайтириш учун фазалар силжишининг ўрта қийматини ўлчовчи рақамли фазаметрлардан фойдаланилади, бунда, ўлчаш натижаси бўлиб, тахлил қилинаётган гармоник тебранишнинг T кўп сонли тебранишларидаги ўлчанаётган фазалар фарқининг ўрта қиймати ҳисобланади. Бундай рақамли фазаметрнинг тушунтирувчи эпюраларли тузилмавий схемаси 10.2-расмда кўрсатишган. Бу схема 10.1 а-расмдаги схемадан иккинчи вақт селектори ВС-2, импульслар генератори ИГ ва импульслар шакллантиргичи ИШ мавжудлиги билан фарқланади. Фазаметрнинг иш тамойилини ундаги функционал тугалланган қурилмаларни ажратиб тахлиллаш қулайроқдир. Улар каторига Δt вақт интервалига иккита u_1 ва u_2 синуссимон сигналларнинг изланаётган $\Delta\phi$ фазалар фарқининг ўзгарткичи $\Delta\phi \rightarrow \Delta t$ импульсли сигнални шакллантирувчи u_3 (10.2 б-расм), ҳамда Δt интервални мос сонли (пакет) n -импульсларига $\Delta t \rightarrow n$ ўзгарткични киритиш мумкин. Ўзгарткич $\Delta t \rightarrow n$, u_3 импульслар пакетини шакллантириб, ИГ импульслар генератори ва ВС1 вақт селекторидан ташкил топган. Битта пакетдаги n импульсларнинг номинал сонли 10.1-ишода билан аниқланади. Ўлчаш натижаларини

ўртачалаш учун u_3 импульслар пакети $T_k \gg T$ ($T = u_1$ ва u_2 талдик килинаётган сигналларнинг такрорланиш даври) калибрланган вақт бўлагиди шундай m та пакетларни берадиган қурилмага узатилади.

Қурилма таркибига давомийлиги T_k бўлган ИШ импульслар шакллантиргичи ва В2 вақт селектори киради. ИШ схемаси бўлиш коэффициентини K_6 бўлган частота бўлгич базасида қурилган. Унинг киришига ИГ импульслар генераторидан такрорланиш даври T_0 бўлган u_4 кучланиш импульслари узатилади. (10.2 б-расм). Бунда ИШ чиқишида вақт селектори ВС2ни очувчи давомийлиги $T_k = K_6 T_0$ бўлган u_6 импульсни шакллантиради. Бунинг натижасида ВС2 чиқишига сони

$$m = T_k / T = K_6 * T_0 / T \quad (10.4)$$

бўлган u_5 импульслар пакетининг катори ўтади. ВС2 вақт селекторидан сигнал (10.2 б-расм) u_7 сигнал РСҚ билан боғлиқ бўлган X хисоблагичга

келади. X хисоблагичга 10.1, 10.4 ифодалар ва асосий ифода $\Delta\varphi = \frac{360^\circ \Delta t}{T}$

хисобга олинган ҳолда кириб келган импульсларнинг умумий сони T :

$$N = nm = \frac{\Delta t}{T_0} \frac{K_6 T_0}{T} = K_6 \frac{\Delta t}{T} = K_6 \frac{\Delta\varphi}{360^\circ} \quad (10.5)$$

160

10.5-ифодадан u_1 ва u_2 гармоник кучланишлар орасидаги ўлчанаётган фазалар силжишини топамиз:

$$\Delta\varphi = N \frac{360^\circ}{K_6} = \frac{N}{k} \quad (10.6)$$

10.6-ифодада k коэффициент ушбу асбоб учун доимий хисобланади: $k = 10^4$, бу ерда a – бутун сон.

Бунда, РСҚ шкаласида фазалар силжиши градус (даража)да ифодаланади. Агар a канчалик катта бўлса, фазаметрнинг k коэффициент билан аниқланувчи ўтказувчанлик кобилияти шунча юқори бўлади. Фазаметрда (10.2 а-расм) ИГ импульслари u_1 ва u_2 талдик килинаётган импульслар ўзаро синхронлашишга эга эмас. Шунга кўра, битта пакетдаги импульсларнинг номинал сони ± 1 импульсга ўзгариши (дискретлик хатолиги) мумкин. Лекин, T_k ўлчаш вақтида натижавий хато камайди. чунки, хисоблагичга m пакетлардан импульслар кириб келиб, уларда p импульслар сонининг битта импульсга кўпайиши ёки камайиши тенг эҳтимолидир.

Фазаметр кўрсатишларининг хатолигига яна ўзгарткичнинг ($\Delta\varphi \rightarrow \Delta t$) u_1 ва u_2 сигналларнинг нолинчи сатҳдан ўтиш моментларини нозаник фиксацияланиши ҳам таъсир килади. Аммо, ушбу асбобларнинг хатолиги.

худди дискретланиш хатолиги каби тадқиқ қилинаётган сигналлари даврдан сезиларли катта бўлган T_k вақт интервалидаги ўлчаш натижаларини ўртачалашда камаяди.

10.2 Микропроцессорли фазаметрларнинг иш тамойили

Фазаметрларнинг функционал имкониятларини ва уларнинг ишончлилигининг оширилиши, уларнинг ўлчаш ўзгаркичлари билан бирга ишлайдиган микропроцессор асосида қурилиши таъминлайди. Бундай фазаметрлар ихтиёрий танланган даврда иккита даврий сигнал орасидаги фазалар силжишини ўлчаш. ўхшаш силжишларнинг флукутациясини кузатиш ва уларнинг статистик характеристикаларини математик кутилма, дисперсия, ўртаквадратик четланишни ҳамда юкорида қараб чиқилган фазаметрлар каби фазалар силжишининг ўрта қийматини ўлчаш имконини беради. Микропроцессорли фазаметрнинг тузилмавий схемаси 10.3 а-расмда келтирилган. Синуссимон u_1 ва u_2 сигналларнинг, уларнинг T битта давридаги фазалар фарқини ўлчаш тамойилини 10.3 б-расмда кўрсатилган вақт диаграммалари орқали тушуниб олиш мумкин. Микропроцессорли рақамли фазаметрнинг ИЎ импульсли ўзгарткич схемасида u_1 ва u_2 сигналлар мос ҳолда u_1 ва u_2 қисқа импульсларга ўзгартирилади. Ш1 шакллантиргич ушбу импульсларнинг биринчи жуфти ёрдамида давомийлиги Δt бўлган u_1 ва u_2 сигналларга вақт бўйича силжишига тенг бўлган u_3 импульс ишлаб беради. Ушбу u_3 импульс билан ВС1 вақт селектори очилади ва у Δt вақт интервали давомида МПС микропроцессорли система ишлаб чиқадиган T_0 даври билан келувчи санок импульсларини Х1 ҳисоблагич киришига ўтказиб юборади. Х1 ҳисоблагичга кириб келаётган санок импульсларининг пачкаси 10.3-расмда u_4 орқали белгиланган. Пакетдаги импульслар сони 10.1 формула орқали аниқланади ва бунга тенг:

$$n = \Delta t / T_0 \quad (10.7)$$

Ш2 шакллантиргич u_3 импульсини ишлаб чиқади. унинг давомийлиги u_1 ва u_2 тадқиқ қилинаётган сигналларнинг даврига тенг.

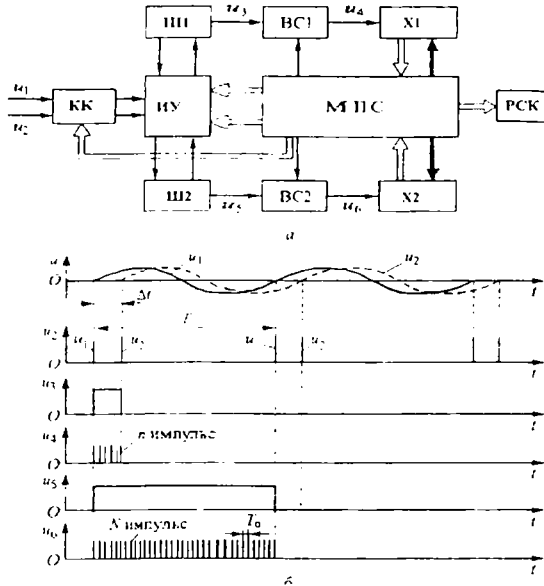
Ушбу u_3 импульс маълум вақтда ВС2 вақт селекторини очади ва ушбу селектор МПСдан Х2 ҳисоблагичга u_3 импульслар пакетини ўтказиб юборади. Пакетдаги ³¹⁰импульслар даври T_1 га тенг бўлиб, улар сони

$$N = T / T_0 \quad (10.8)$$

Танланган давр учун изланаётган фазавий силжиш $\Delta\phi$ нинг қийматини баҳолаш учун 10.1 ва 10.7 ифодалар билан ҳисобланувчи ва $p / N = \Delta t / T$ тенг бўлган катталиқлар нисбатини топиш талаб этилади. Кейин эса, фазалар силжишини ҳисоблашнинг асосий ифодасини эътиборга олиб, бу қийматни 360° га кўпайтириб қўйиш керак

$$\Delta\varphi = 360^\circ p/N \quad (10.9)$$

Фазалар силжишини 10.10 ифода бўйича ҳисоблашни МПС бажаради, унга Х1 ва Х3 ҳисоблагичлар ишлаб берадиган p ва N сонлардан олинган кодлар узатилган бўлади. МПСнинг мос дастурига биноан РСҚ рақамли санок қурилмасида ихтиёрий Т давр учун фазалар силжиши $\Delta\varphi$ нинг қиймати белгиланади. Турли даврлардаги силжишларни таккослаш ҳисобига турли даврларда $\Delta\varphi$ нинг флукутациясини кузатиш ва уларнинг статистик параметрларини баҳолаш имконияти пайдо бўлади.

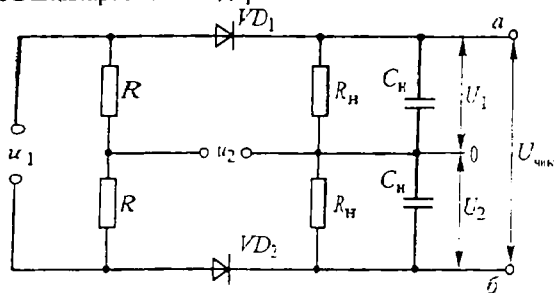


10.3-расм. Микропроцессорли рақамли фазаметр. а – тузилмавий схемаси; б – вақт диаграммалари.

Фазаметрнинг иккита синуссимон сигналлар орасидаги $\Delta\varphi$ фарқнинг ўрта қийматини баҳолаш режимида (берилган r сонли Т даврлар учун) Х1 ва Х2 ҳисоблагичларда уларнинг киришига r-даврлар давомида кириб келган импульслар сонидан кодларнинг гужланиб қолиши рўй беради, яъни, мос ҳолда p_r ва N_r сонларнинг коди, кейинчалик улар автоматик ҳолда МПСга узатилади.

10.3. Фаза детекторли рақамли фазаметрнинг иш тамойили

Иккита бир хил частотали гармоник сигналлар орасидаги фазалар силжишини фазавий детектор ёрдамида ўлчаш мумкин. Бундай фазаметрнинг оддий схемаси 10.4-расмда келтирилган. Гармоник сигналлар u_1 ва u_2 фазавий детекторда ўзгармас кучланишга айлантирилади. Схеманинг чиқишига вольтметр уланиб, у а ва б нукталар орасидаги кучланишнинг доимий ташкил эгувчисини ўлчайди, бу киймат детекторланган U_1 ва U_2 кучланишларнинг фаркига тенг бўлади. Агар тадқиқ қилинаётган гармоник сигналларнинг амплитудасини ўзгармас қилиб турилса, вольтметр шкаласини фазавий бурчак кийматларида бевосита даражалаш мумкин. Фазавий детектор ёрдамида 2-3°га тенг бўлган ўлчаш хатолигига эга бўлиш мумкин. Ўлчаш хатолиги схеманинг параметрларига ва тадқиқ қилинаётган кучланишнинг амплитудасига, бу катталикларнинг вақт бўйича барқарорлигига, вольтметрнинг сезгирлигига ва бошқаларга боғлиқдир.

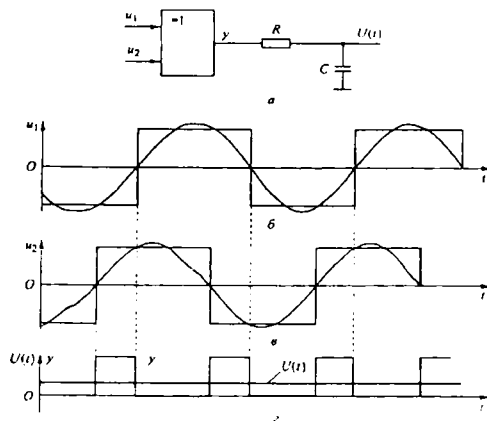


10.4-расм. Фаза

детекторли фазаметр.

Фазалар силжишини ўлчаш учун ракамли фазавий детекторларни турли ракамли мантикий схемаларда куриш мумкин: JK триггер элементида. “ЁКИ” ва бошқаларда. Бунда, чиқиш импульсларининг давомийлигига осонроқ эришиш мумкин бўлиб, бу давомийлик u_1 ва u_2 сигналлар орасидаги фазалар силжишига пропорционал бўлиб, ундан кейин бу импульслар ПЧФ паст частота филтрида текисланади.

Мисол сифатида 10.5-расмда “ЁКИ” элементдан ракамли фазавий детектор схемаси келтирилган (иккинчи модул бўйича жамлагич). Қараб чиқилаётган ракамли фазавий детекторнинг схемаси 10.5 б-г – расмларда кўрсатилган. Ушбу детекторда u_1 ва u_2 тадқиқ қилинаётган гармоник тебраннишлардан “меандр” туридаги импульсли кучланиш шакл антирилади (10.5 б. в-расм).



10.5-расм. “ЁКИ” логик элементидаги рақамли фазавий детектор.

а - схемаси; б - u_1 гармоник сигнал ва меандр;

в - u_2 гармоник сигнал ва меандр;

г - y элементнинг g ва фазавий детектор $U(t)$ нинг чиқиш сигналлари.

Логик элементнинг чиқишида (элемент=1) y кучланиш импульслари ишлаб чиқилиб, уларнинг давомийлиги кириш сигналларининг фазалар ситжишига пропорционал бўлади (10.5 г-расм). Кейин бу сигнал ПЧФ паст частота филътрига узатилади. ПЧФ чиқишидаги $U(t)$ ўзгармас кучланиш u_1 сигнал ситжишига u_2 таянч сигналга нисбатан пропорционал бўлади.

10.4. Фазалар фарқини ўлчаш воситаларининг метрологик таъминоти

Метрологик таъминотнинг асосий тадбирларидан бири – киёслашдир. Телекоммуникация тизимларида қўлланиладиган барча ўлчаш воситалари Давлат метрология хизмати томонидан киёслашга даврий равишда тортилади. Киёслаш – бу ўлчаш воситасининг яроклилигини ўрнатиш максалида ва уларнинг мезърий хужжатлар талабларига мувофиқлигини аниқлаш бўйича тадбирлар бирлашмасига айтилади. Киёслашда ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикалари баҳоланади. Ўлчаш воситаларини киёслаш бўйича асосий талаблар “Ўз РСТ 8.003-92 Ўз.ЎБТТ. Ўлчаш воситалари киёслаш. Асосий талаблар”да келтирилган. Давлат метрология текшируви ва назоратининг таъсир доирасида бўлган ўлчаш воситалари эксплуатация жараёнида мажбурий киёслашга тортилади.

Киёслаш - киёслаш схемалари орқали амалга оширилади. Ушбу схемалар фазалар фарқини ўлчаш воситаларига ҳам тааллуқли бўлиб, фазалар ситжиши бурчаги бирлигининг ўлчамини давлат махсус

эталонларидан намуна ва ишчи ўлчаш воситаларига узатиш тартибини аниқлайди. Фазаметр ва фазаўлчагичларни қиёслашда қуйидаги талбирлар амалга оширилади: ташқи кўрик; ишлатиб кўриш; фазаметр ва фазаайлантиргич киришларининг турғун тўлқин коэффициентини аниқлаш (ЎЮЧ ўлчаш воситалари учун); фазаметр хатолигини аниқлаш; фазаайлантиргичнинг ишчи частоталар диапазонидаги хатолигини аниқлаш. Фазаметр ва фазаайлантиргичларнинг киришларининг турғун тўлқин коэффициенти бевосита ва билвосита ўлчаш усуллари асосида, P1 – турдаги ўлчов линиялари ёрдамида ҳамда P2 турдаги турғун тўлқин коэффициенти ўлчагичлари ва P3 – тўлиқ қаршиликлар ўлчагичлари билан тааллуқли частоталар диапазонида аниқланади.

Фазаметрларнинг частоталарнинг иш диапазонидаги хатоларини аниқлаш, маълум фазалар силжишини қиёсланаётган фазаметрлар билан бевосита ўлчаш натижалари бўйича бажарилади.

Фазаайлантиргичларнинг хатоларини аниқлашда ёрдамчи ўлчаш воситаларидан фойдаланилади (ўзгарувчан аттенуаторлар, ўзгарувчан даражаланмаган фазаайлантиргичлар, учталиқ (тройник)лар).

Ўлчаш воситасининг хатолиги градусларда 10,9-ифола бўйича аниқланади:

$$\Delta = \varphi_k - \varphi_{\text{нам}} \quad (10.10)$$

бу ерда φ_k ва $\varphi_{\text{нам}}$ – қиёсланувчи ва намуна ўлчаш воситалари.

Фазалар силжиши бурчагининг Давлат эталони мавжуд бўлиб, у 0-360° гача 1000 Гц частотада $0,3 \cdot 10^{-3} \div 10 \cdot 10^{-3}$ градус диапазонда фазалар силжиш бурчагини тиклайди.

11. ТҮРТҚУТБЛИЛАРНИНГ АМПЛИТУДА - ЧАСТОТАВИЙ ТАВСИФЛАРИНИНГ ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ, ВОСИТАЛАРИ ВА СИГНАЛ СПЕКТРИНИНГ ТАҲЛИЛИ ҲАМДА СПЕКТР АНАЛИЗАТОРЛАРИНИНГ ИШИ

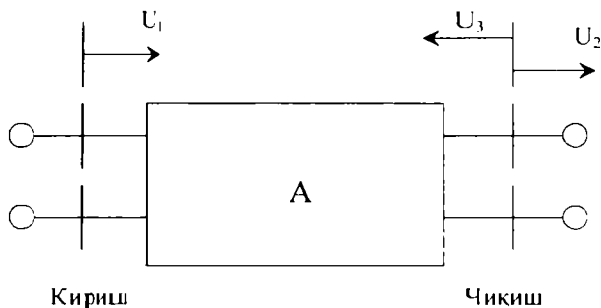
11.1. Тўртқутблларнинг амплитуда-частотавий тавсифлари тўғрисидаги маълумотлар

Электрон қурилмаларнинг техник ҳолатини назорат қилишда унинг турли усулларидаги частотавий тавсифларини ўлчаш алоҳида аҳамият касб этади. Тўртқутблнинг амплитуда-частотавий тавсифи узатиш коэффициенти модулниинг сигнал частотасига боғлиқлиги орқали аниқланади.

Узатиш коэффициентининг модули тўрткүтбличнинг чиқишидаги қувват ёки қучланишнинг киришига бўлган нисбати билан аниқланади. Ушбу ҳолда киришда қайтариш йўқ деб ҳисобланади (11.1-расм)

$$A = U_2 / U_1 \quad (11.1)$$

Ушбу $U_2 < U_1$ ҳолда тўрткүтблидан ўтаётган сигнал сусаяди ва тўрткүтбли **пассив** бўлиб, узатиш коэффициентининг сусайиш коэффициентидир.



11.1-расм. Тўрткүтбличнинг схемаси.

Ушбу $U_2 > U_1$ бўлган ҳолда сигнал кучаяди ва узатиш коэффициентининг кучайтириш коэффициентини деб қабул қилинади. Ушбу ҳолда тўрткүтбли **актив** деб ҳисобланади.

Тўрткүтбли узатиш коэффициентининг қиймати ва сигнал частотасининг қиймати мос координаталар системасида нукта ташкил этади ва бундай нукталарнинг бирлаштирилиши талаб этилган диапазонда амплитуда-частота эгрисини ташкил қилади.

11.2 Тўрткүтбличларнинг амплитуда-частотавий тавсифларини ўлчаш усулларини ва ўлчаш воситалари

Тўрткүтбличларнинг амплитуда-частотавий тавсифларини иккита усул билан ўлчаш мумкин:

- узатиш коэффициентининг модулининг частотага боғлиқлигини нукталар бўйича олиш йўли билан;

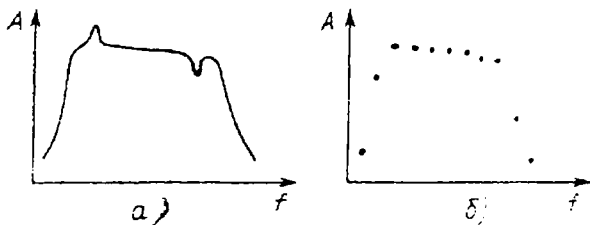
- чайқалувчан частотали генератор ва индикатор қурилмаси ёрдамида амплитуда-частотавий тавсифларининг панорамали тасвирини олиш йўли билан.

Биринчи усулда синуссимон сигналлар генератори, вольтметр ва кувват ўлчагичидан фойдаланиш назарда тутилади. Барқарор частотати сигнал генератордан текшириладиган тўрткүтблига узатилади, бунда тўрткүтблининг киришидаги ва чиқишидаги сигнал даражаси ўлчанади. Узатиш коэффициентининг модули (11.1) бўйича ҳисобланади. Ушбу усул бир қатор камчиликларга эга:

– амплитуда-частотавий тавсифнинг эгрисини нуқталар бўйича олиш узок вақтни олади;

– амплитуда - частотавий тавсифнинг (АЧТ) такрорланишининг дискретлигига кўра нуқталар орасида эгрининг кескин ўзгаришлари ўтказиб юборилиши мумкин (11.2-расм).

Давомли ўлчашларда АЧТ эгриси характериға атроф-муҳит хароратининг ва таъминлаш манбаининг таъсири ҳақиқий эгрини бузади.

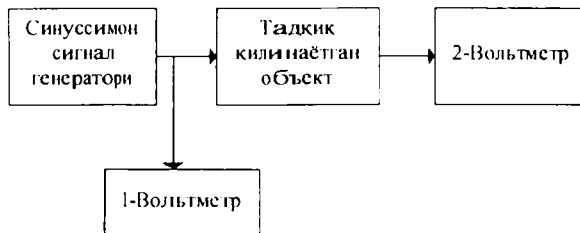


11.2-расм. АЧТнинг ҳақиқий эгриси (а) ва ушбу эгрининг нуқталар бўйича олинган (б).

АЧТ параметрларини ўлчашнинг иккинчи усули ушбу камчиликлардан холидир. Лекин унга тааллуқли камчилик ҳам бор – АЧТ эгрисининг ҳар бир нуқтасидаги ўлчашларнинг қисқа муддатлиги тўғрисида ўлчаш аниқлигининг пасайиши.

АЧТ параметрларини ўлчашнинг иккинчи усулидан фойдаланишда генераторнинг бўлиши кўзда тутилган бўлиб, унинг частотаси муайян қонуният асосида талаб қилинган частоталар соҳасида техник жиҳатдан ўзгаради. Ушбу усулда АЧТ такрорловчи индикатор ҳам мавжуд. Бундай индикатор сифатида осциллографик қурилмалардан фойдаланиш мумкин. Қуйида АЧТни нуқталар бўйича ўлчаш усулининг бошқа манбада келтирилган тафсилотини келтирамыз. Ушбу АЧТни ўлчаш усули махсус асбобларни талаб қилмайди ва етарлича аниқдир. Унинг камчилиги паст унумдорлигидир. Шунга кўра усул нисбатан кам қўлланилади, лекин ўлчаш методи қаси жиҳатидан эътиборни ўзига тортади. Ушбу усулнинг тамойили 11.3-расмда келтирилган. Тадқиқот объекти (қучайтиргич ёки филтёр) га генератордан синуссимон шаклли сигнал узатилади. Генераторнинг параметрлари: частота диапазони, чиқиш қучланиши

тадқиқ қилинаётган объектнинг қутилаётган характеристикаларига мос равишда танланиши керак.



11.3-расм. АЧТни

нукталар бўйича ўлчаш усулининг тамойили.

Ўлчанаётган сигналнинг амплитудасини ўлчовчи вольтметрлар ихтиёрий турда бўлиши мумкин, лекин тадқиқ қилинаётган объект актив элементларга эга бўлса, сигналнинг нозиклиги бузилишлари пайдо бўлиши мумкин. Шунга кўра чиқишдаги сигнални ўлчаш учун танловчи вольтметр қўлланиши керак. Ўлчаш жараёни тадқиқ қилинаётган объект кириш ида синуссимон шаклли сигналнинг турли частоталарини ўрнатиш, кириш ва чиқишдаги сигнал кучланишини ўлчаш ҳамда узатиш коэффициенти ҳар бир частота учун ҳисобланади. Узатиш коэффициенти қуйидаги ифода орқали ҳисобланади:

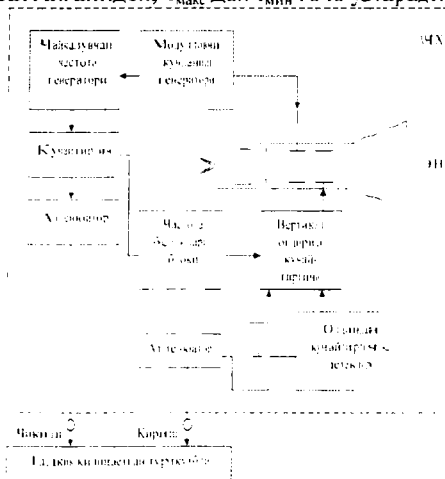
$$K(f) = U_{\text{чик}} / U_{\text{кир}} \quad (11.2)$$

Ушбу усулни амалга ошириш маълум ўлчаш қўникмаларини талаб қилади. Масалан, агар АЧТ катта фарқларга эга бўлса (режектор ёки резонанс частоталарнинг мавжудлиги), кириш сигнални танлашда эътиборли бўлиш керак. Агар, дастлабки танланган кириш сигнали режекция частотасида жуда ҳам кичик бўлса, чиқиш сигнали 2-вольтметр билан ўлчана олмаслиги мумкин. Ундан ташқари кириш сигнали жуда юқори бўлса, тадқиқ қилинаётган объектда нозиклиги бузилишлар пайдо бўлиши мумкин. Бу эса АЧТни унинг кўтарилишининг ўзгаришига олиб келиши мумкин. Ундан ташқари частоталар одимини ҳам тўғри танлаш керак. Танлаш узлуклилиги қанча катта бўлса, ўлчашни шунча тез ўтказиш мумкин. Бироқ, АЧТ қуриладиган графикда нукталарнинг кам жойлашганлиги характеристиканинг айрим деталларининг йўқолишига олиб келади. Шундай қилиб, жараён машаққатли бўлиб, учта асбоб кўрсатишларини кўпқаррали ҳисоблашларни талаб қилади. АЧТ графиги қўлда график интерполяциялаш орқали қурилади. Бирон элементни ўзгартиришдан сўнг аппаратурани сошлашда ўлчашлар процедурасини такрорлашга тўғри келади. Бу эса таъмирлаш ва сошлаш ишларининг

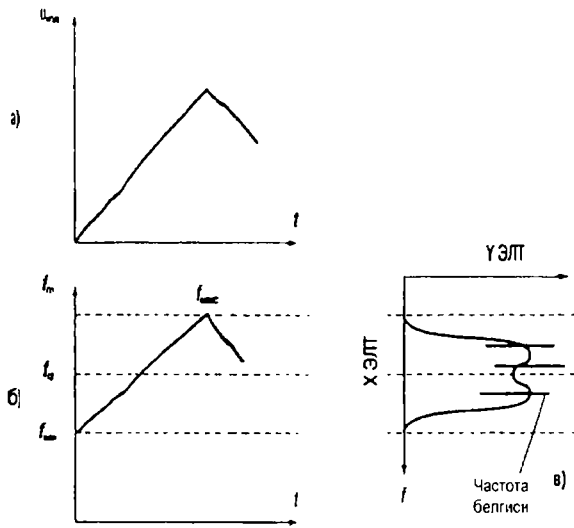
самарадорлигини камайтиради. Юқоридагиларга асосан, АЧТ ўлчаш жараёнини автоматлаштириш зарурати юзага келди.

Қуйида АЧТ автоматик ўлчагичнинг иш тамойилининг тахлилини келтирамиз. АЧТни ўлчаш жараёнини автоматлаштириш жараёни частотаси муайян конуният асосида зарурий частоталар соҳасида даврий текис ўзгарадиган генераторни ва осциллографик индикаторни қўллаш асосида содир бўлди. Амплитуда-частотавий тавсифлар ўлчагичининг соддалаштирилган схемаси 11.3-расмда келтирилган.

Ўлчанадиган сигнални чайкалувчан частота генератори (ЧЧГ) ишлаб беради ва у модуляцияловчи кучланиш генераторидан келувчи аррассимон кучланиш билан бошқарилади. Ушбу кучланишдан электрон нузли трубкада нурни оғдириш учун ҳам фойдаланилади. ЧЧГни синуссимон тебранишлар частотаси чизикли конун бўйича 11.5-расмда кўрсатилганидек, f_{\max} дан f_{\min} гача ўзгаради.



10.4-расм. Амплитуда-частотавий тавсифлар ўлчагичининг соддалаштирилган схемаси



11.5-расм. ЧЧГни

синуссимон тебранишлар частотасининг чизикли конун бўйича

Ўртача частота $f_{\text{ср}}$ ЧЧГ хусусий созланиши режимига модуляцияловчи кучланиш нишироқ этмаган ҳолда мос келади. Модуляцияловчи тебраниш бир даври тугагандан кейин ЧЧГ частотаси $f_{\text{мин}}$ кийматга қайтадан ва яна чизикли конун бўйича ўсади.

Шуни эътиборга олиш керакки, ЧЧГ частотали-модуляцияланган тебранишларни паразит амплитуда модуляциясиз ишлаб бериши керак. АЧГни ўлчашда фақат ўлчанадиган сигнал частотаси ўзгариши керак.

Бу ҳолат АЧГЎ (амплитуда-частотавий тавсифлар ўлчагичи) куришда муайян кийинчиликларни юзага келтиради. Модуляцияловчи кучланиш шаклига келсак, у аррасимонгина эмас, балки учбурчак ва синуссимон ҳам бўлиши мумкин. Энг аҳамиятлиси, частотани ўзгариш конунини нурнинг ЭНТда горизонтал бўйича оғиш конуни билан мос тушиши керак, фақат шундагина “Х” ўқи бўйича чизикли частотали масштаб яратилади.

Ночизикли модуляцияловчи кучланишда АЧТ айрим участкалари нотекис ёркин бўлади, бирок, синуссимон кучланишда бу нотекислик деярли сезилмайди. Частота бўйича модуляцияланган сигнал ЧЧГдан кучайтиргич ва аттенюаторга келади. Кучайтиргич ўлчанадиган сигнални кучайтириш учун ҳамда аттенюаторнинг ЧЧГга бўлган таъсирини бартараф қилиш учун хизмат қилади. Аттенюатор кучайтиргич билан бирлашиб, сигнал кучланишини кенг чегарада ўзгарттиришга имкон беради, чунки тадқиқ қилинаётган ҳар бир тўрткүтбли ўзининг узатиш

коэффициентига эга. Масалан: тўсувчи филтёрнинг АЧТни ўлчашда катта амплитудали ўлчов сигналининг узатиш зарурати пайдо бўлиши мумкин.

Катта кучайтириш коэффициентига эга бўлган кучайтиргичнинг АЧТни ўлчашда асбобнинг чиқиш сигнали аксинча кичик бўлиши керак. Тадқиқ қилинаётган тўрткутблининг кириши ўлчаш асбобининг чиқиши билан уланади. Сигнал унинг чиқишидан яна ўлчаш асбобига қайтади. Агар ўлчанадиган тўрткутбли детекторга эга бўлса (масалан, детекторли кучайтиргич), унда сигнал аттенюатор ва алмашлабулагич оркали вертикал оғдириш кучайтиргичига ва ЭНТ пластиналарига келади.

Агар тадқиқ қилинаётган тўрткутбли детекторга эга бўлмаса, унда сигнал алмашлабулагич оркали дастлабки кучайтиргичга келади. Кучайтиргичда сигнал кучайтирилади ва детектирланади, кейин вертикал оғдириш каналига берилади. Тадқиқ қилинаётган тўрткутблидан частотавий-модуляцияланган сигнал амплитудавий модуляцияга эга бўлади ва бундатадқиқ қилинаётган объект АЧТ шакли тўғрисидаги ахборотни элтади. Детектирланган сигналнинг вертикал оғдирувчи пластиналарга ва ёйма аррасимон кучланишнинг горизонтал оғдирувчи пластиналарга таъсири натижасида ЭНТ (электрон нурли трубка) экранида АЧТ тасвири пайдо бўлади.

ЧЧГ учун модуляцияловчи кучланиш ва ЭНТнинг ёйма кучланиш битта генераторда шаклланади, шунинг учун экранда нурнинг огиши ва тадқиқ қилинаётган тўрткутблига таъсир кўрсатувчи тебранишлар частотасининг ўзгариши синхрон равишда амага ошади. Шундай қилиб, ЭНТ экранида Х ўқи, вақт ўқи ва частота ўқи билан бир пайтда пайдо бўлади.

Тўрткутблининг частотавий параметрларини ўлчаш учун горизонтал ўқнинг ажратилган нуқталарига мос келувчи частоталарни билиш керак. Уларни шакллантириш учун АЧТЎда частотавий белгилар блоки кўзда тутилган. Белгилар таянч ва чайкалувчан частоталарни аралаштириш йўли билан пайдо қилинади. Частотавий белгилар блоки кварц билан барқарорлаштирадиган таянч генераторига эга. Резонаторни алмашлабулаш йўли билан таянч генератор бир нечта таянч частоталарга қайта созилади, масалан 1, 10 ва 100 кГц. Сигнал таянч генератордан бўлишга келади ва унда асосий частота сигналдек кучайтирилади (масалан 1 кГц), ва худди шундай унинг гармоникалари ҳам кучайтирилади (2, 3, 4 кГц ва б.к.) Ушбу тартибда частоталар сеткаси ташкил бўлади. Асосий частотани алмашлаб улаш оркали частоталар сеткасининг 10 ва 100 кГц дискретлигига эришиш мумкин.

Таянч частота ва гармоникаларни таянч асбоб мўлжалланган частота диапазонида боғлиқ. Частота белгиси блокида таянч частота сигналларни аралаштиргичга келади, унга бир вақтда ЧЧГдан ҳам сигнал узатилади. ЧЧГнинг частотаси таянч частоталари гармоникалари билан мос келганда аралаштиргич чиқишида сигналлар ташкилланади, улардан паст частота

фильтри ёрдамида частота белгилари шаклланади. Белгилар кучайтирилгандан кейин вертикал огдириш каналига келади ва ЭНТ экранида вертикал тўлқин шаклида кузатилади.

Тадқиқ қилинаётган тўртқутблнинг чиқишидаги ўлчаш сигналининг динамик диапазони етарли даражада кенг бўлиши мумкин. Чунки, тўртқутблнинг тадқиқ қилинаётган частоталар соҳасидаги узатиш коэффициентининг маротаба ўзгариши мумкин. Ушбу ҳолда АЧТни ЭНТ экранида логарифмли масштабда ифодалаш мақсадга мувофиқ бўлади. Қараб чиқилган схема соддалаштирилган ҳисобланади. Замонавий АЧТЎ анча мураккаб бўлиб, экспериментларни ўтказишда катта имкониятларга эга. Масалан, частотани чайкаш даври 0,01 дан 40 Гц гача ўзгаради. Ундан ташқари қўлда қайта созлаш ва частотани чайкаш, ҳамда частотани бир маротабалик чайкаш назарда тутилган. Чайкаш соҳасининг қийматиغا кўра АЧТЎ тор соҳали, ўртача соҳали, кенг соҳали ва комбинацияланган бўлади.

20 дан 30 10^6 Гц частота диапазонида ишлайдиган АЧТЎ тор соҳали, агар чайкаш соҳаси диапазоннинг 0,01 дан ортмаса ўрта соҳали бўлади. Агар чайкаш соҳаси $0,6f_{\max}$ дан кам бўлса АЧТЎ кенг соҳали ҳисобланади ва бунда чайкаш соҳаси барча частота диапазонини эгаллайди. Частотавий параметрларнинг йўл қўйиладиган хатоларига кўра АЧТЎ бешта классга бўлинади, амплитудавий хатоларининг йўл қўйиладиган қийматлари бўйича учта классга бўлинади. Частотавий характеристикалар ўлчашчиларининг нормаланган тавсифларига қуйидагилар киритилади: элтувчи частоталар диапазони; элтувчи частота шкаласининг хатолиги; чайқалиш соҳаси; чиқиш кучланиши; чайқалиш соҳасидаги хусусий АЧТнинг нотекислиги (динамик характеристика); чайқалиш даври ва б.к.

Ўлчашчи экранида АЧТни бузилишларсиз такрорланиши учун қатор шартлар бажарилиши зарур. Актив тўртқутбллар (масалан, кучайтиргичлар) ни тадқиқ қилишда уларнинг амплитудавий характеристикаларининг ночизиклигига кўра АЧТ шаклининг бузилиши рўй бериши мумкин. Ушбу турдаги бузилишни ЧЧГдан олиннадиган кучланишни ошириб юзага чиқариш мумкин. Агар АЧТ шакли ўзгарса, у ҳолда ночизикли бузилиш мавжуд бўлади. Ушбу ҳолда киришдаги кучланиш минимал бўлиши керак. Катта сўнишга эга бўлган тўртқутблларнинг АЧТ ўлчашда чиқиш кучланиши паст бўлади ва АЧТ шаклида бузилишлар пайдо бўлади. Ушбу бузилишлар детекторнинг ночизиклиги билан боғлиқ бўлади.

АЧТЎ хатоларига қуйидагилар киради: частотани ўлчаш хатолиги; нисбий амплитуданинг ўзгариш хатолиги; хусусий АЧТнинг нотекислиги ва б.к. Қуйида АЧТЎнинг асосий параметрларини келтирамиз. АЧТЎнинг параметрлари қуйидагиларга бўлинади:

- фақат ЧЧГни характерловчи чиқиш параметрларига;
- индикаторга тааллуқли бўлган кириш параметрларига;

–умумий бўлган ЧЧГ ва индикаторнинг биргаликдаги ишини характерловчи параметрлар.

Чиқиш параметрлари:

–частоталарнинг ишчи диапазони – ушбу диапазон ичида АЧТЎ билан ўлчашларни бажариш мумкин.

–чайқалиш соҳасининг максимал ва минимали бўлиб марказий частотадан фоизларда ёки абсолют катталикларда ЧЧГнинг қурилиш тамойилига кўра берилади. Максимал чайқалиш соҳаси частоталар ишчи диапазон инининг энг катта участкаси бўлиб АЧТЎ индикатори экранда бир вақтнинг ўзида қузатилиши мумкин. Минимал соҳа АЧТЎнинг ажрата олиш қобилиятини аниқлайди.

–марказий частотанинг қисқа муддатли барқарорлиги минимал чайқалиш соҳасидан нисбий бирикларда берилади ва тадқиқ қилинаётган АЧТ эгрисининг ўлчаш вақти давомида индикатор экранда барқарор туришини аниқлайди (одатда 1–3 минут).

–частотавий белгилар.

–давр ёки чайқалиш частотаси экранда эгрини чизиш вақтини аниқлайди ва бунда АЧТ алоҳида нукталаридаги ўлчаш назарга тутилади.

–АЧТЎнинг чиқиш қучланиши худди бошқа ўлчаш генераторлари каби унинг максимал катталиги, ўрнатиш аниқлиги, ростилаш чегаралари ва ночизиклиги бўзилишлар билан характерланади.

–АЧТЎнинг чиқиш қучлиги ўлчанадиган радиоқурилмаларнинг кириши билан мослаш учун. Унинг катталиги частота диапазонида кўп тарқалган тўлқин қаршилигига тенг бўлади. Масалан, ишчи диапазони мегагерцнинг бирикларига эга бўлган АЧТЎ учун 600 Ом, бошқа диапазонларда 75 ва 50 Ом бўлади.

–чиқиш қучланишининг нотекислиги АЧТЎнинг специфик параметри бўлиб ҳисобланади. У маълум чайқалиш соҳасида ёки ишчи диапазон бўйича қуйида келтирилган ифода билан аниқланади:

$$\delta = \pm \frac{U_{\text{мин}} - U_{\text{макс}}}{U_{\text{макс}} + U_{\text{мин}}} 100\% ; \quad (11.3)$$

Буерда $U_{\text{мин}}$ ва $U_{\text{макс}}$ – мосравишда, чиқиш қучланишининг чайқалиш соҳасидаги минимал ва максимал катталикларидир.

Кириш параметрлари:

–вертикал оғдириш каналининг сони;

–вертикал оғдириш каналининг соҳа ўтказувчанлиги ва унинг амплитуда характеристиксининг ночизиклиги;

–амплитудаларнинг динамик диапазони АЧТЎ индикаторининг зарурий параметри бўлиб ҳисобланади ва одатда 25–30 дБни ташқил қилади:

–экран ўлчамлари:

АЧТ ўнинчи кириш каршилиги. юзлаб килоОм ва параллел конденсаторнинг сизими ўнлаб пикофарадани ташкил қилади.

11.3. Тўрткүтблларда ночизикли бузилишларни ўлчаш усуллари

Алоқа, ахборотлаштириш ва коммуникацияларни ривожлантириш соҳасида ўлчашлар бирлигига эришиш махсулотлар, хизматлар, технологияларнинг сифатини ва рақобатбардош-лигини таъминлаш бўйича бажарадиган ишларнинг асосидир. Ўлчашлар бирлигини таъминлаш дунёдаги ҳар бир мамлакат учун Давлат аҳамиятидаги масаладир. Маълумки, ўлчашлар бирлиги Ўзбекистонда ўлчашлар бирлигини таъминлаш тизими асосида амалга оширилади.

Бугунги кунда ночизикли бузилишларни ўлчаш усуллари ва ўлчаш, назорат қилиш воситаларининг метрологик характеристикаларини аниқлаш мақсадида тадқиқотлар ўтказиш, телекоммуникация узатиш тизимини метрологик таъминлаш асосида сифатли алоқани амалга ошириш, ҳозирги кунда долзарб масалалардан ҳисобланади.

Узатувчи, кучайтирувчи ва бошқа алоқа қурилмаларида ночизикли бузилишлар кам миқдорда бўлса ҳам уларни ночизикли системалар табақасига киритиш мумкин. Кучайтиргичлар ва синуссимон тебранишли генераторларга қўйиладиган талабларнинг ортиб бориши ночизикли бузилишларни ўлчаш заруратини оширмоқда. Кучайтиргичнинг актив элементлари кўпроқ ночизикли хоссаларга эга бўлса, ферромагнит ўзакли элементлар камроқ хоссаларга эга бўлса конденсатор ва резисторлар эса жуда кам бундай хоссаларга эга бўлади, чизма элементларнинг ночизиклиги, кучайтиргич чиқиш кучланишининг кириш кучланишига боғлиқлиги ҳам ночизикли бузилиш бўлишига сабаб бўлади. Бунинг натижасида кучайтиргич чиқишда кириш сигналида бўлмаган спектрал ташкил этувчилар пайдо бўлади.

Синуссимон тебранишлар генераторлари, кучайтиргичлар ва тўрткүтблларга қўйилган талабларнинг ортиб бориши ночизикли бузилишларни ўлчаш ва баҳолашни зарурий шарт қилиб қўймоқда.

Ночизикли бузилишларни ўлчаш усуллари аппаратуравий ечимига, усулий ва метрологик характеристикаларига кўра ажратилади. Ночизикли бузилишлар коэффициентини ўлчаш усуллари ахборотни ифодалаш ва ишлов бериш услубига қараб иккита катта гуруҳга бўлинади: аналог ва рақамли (11.6-расм).

Аналог асбобларда ўлчанаётган сигнал ҳисоблаш қурилмасидан ахборот олинунга қадар ишловдан ўтади. Оралиқ операциялар аналог шаклда амалга оширилади. Шунга кўра, сигнал мумкин бўлган барча бузилишлар таъсирига берилиши мумкин. Бу ўлчагичларнинг умумий хатолигига таъсир кўрсатади.

Баъзи ҳолларда ночизикли бузилишларни баҳолаш ўзаро модуляция усулида, яъни ночизикли бузилишларнинг комбинацион ташкил этувчилари бўйича амалга оширилади.

Рақамли асбобларда аналог сигналдан бирдан рақамли шаклга айлантирилади ва натижага дискрет усуллар асосида махсус ҳисоблаш қурilmалари ёки микропроцессор ёрдамида биринчи гармоникани ҳамда ночизикли бузилишларнинг бирорта коэффицентини ҳисоблаш йўли билан эришилади.

Метрология нуктаи назаридан қараганда барча аналог усуллар иккита катта гуруҳга бўлинади:

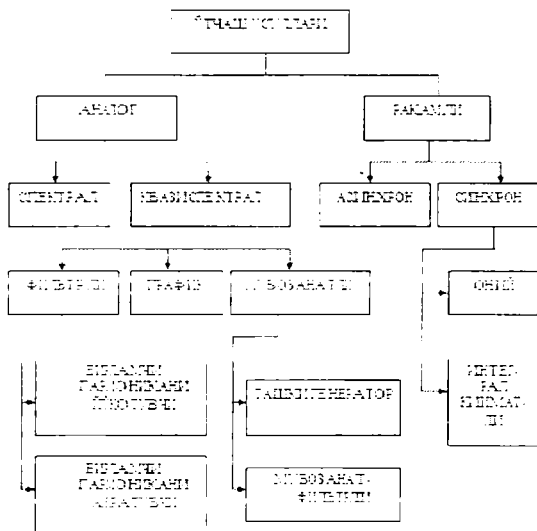
- Спектрал
- Квазиспектрал.

Ночизикли бузилишлар коэффицентини ўлчашнинг спектрал усуллари селектив асбобларни қўллашга асосланган.

Улар ёрдамида кириш сигнали гармоник ташкил этувчиларнинг даражасини ўлчаш амалга оширилади, ночизикли бузилишлар коэффиценти эса қўлда ҳисобланади.

Спектрал усулларнинг афзалликларига қуйидагилар қиради

–паст даражадаги ҳамда кучли ҳатакитлар таъсиридаги сигналларнинг ночизикли бузилиш коэффицентини ўлчаш;



11.6-расм. Ночизикли бузилишларни ўлчаш усуллари.

–кенг частота диапазонида ўлчаш мумкинлиги:

–ночизикли бузилишлар коэффициентини кичик кийматларнинг ўлчаниши (0.01-0,0001%);

–спектри усулларнинг камч илиги;

–ўлчашнинг кийинлиги.

Квазиспектрал усуллар эса сигнални ташкил этувчилардан бирини, яъни биринчи гармоникани ажратиб ёки йўқотиш асосида тўлиқ сигнал ёки юкори гармоникаларнинг таъсир этувчи кучланишларини аниқлашга асосланади. Сигнал осциллограммаси бўйича чизикли бузилишлар коэффициентини ўлчашнинг графоаналитик усуллари ҳам ушбу гуруҳга киради.

Фильтрли усуллар иккита майда гуруҳга бўлинади:

–биринчи гармоникани йўқотиш;

–биринчи гармоникани ажратиб олиш.

Биринчи гармоникани ажратиб олиш кенг тарқалган усулдир. Бу усул асосида ноцизикли бузилиш ўлчавчиларнинг ҳамма турлари қурилган. Фильтр турдаги ўлчавчиларнинг яхши намуналари 600 кГц гача бўлган частота диапазолида узлуксиз ишлайди ва хато 3% ошмайди.

Инфракисил частоталарда махсус аппаратуранинг мураккаблиги сабабли график усул қўлланилади. Бу усулда ўлчаш кийин, хато эса 10% кам эмас.

Ночизикли бузилишлар коэффициентини ўлчашнинг мувозанатли усули ўлчанаётган сигналдан ноцизикли бузилишлар коэффициенти кам кийматга эга бўлган бошқа сигнал билан йўқотишга асосланган. Мувозанатловчи кучланиш ёрдамчи генераторлардан олиниши мумкин ва ундан бу кучланиш ўлчанаётган сигналлар фаза бўйича боғланган бўлади ёки бу кучланиш текшириляётган сигналдан юкори гармоникаларни филтрлаб олинади. Мувозанатловчи кучланиш амплитудаси нобарқарор бўлган ҳолда қўшимча хато пайдо бўлиши мумкин.

Частота диапазоли кенгайиб борганда ва ноцизикли бузилишлар коэффициентининг киймати кичик бўлган ҳолда барча аналог усуллар келажакнинг чеклаб қўяди. Кенг частота ва динамик диапазонларда юкори аниқлик ва тескариликка эришишни талаб қилмаган ҳолларда ноцизикли бузилиш коэффициентини ўлчашга ҳамда ўлчаш техникасининг бошқа соҳалардаги ўлчашларнинг рақамли усуллари қўлланилади.

Ночизикли бузилишлар коэффициентини ўлчашнинг рақамли усуллари ўлчанаётган сигналнинг “оний” кийматининг даврининг нолинчи нуқталарида ажратиб олишга асосланади. Бу ажратиб олинган “оний” киймат рақамли кодга айлантирилади ва белгиланган алгоритм бўйича ишлов давом эттирилади.

Қурилмавий амалга оширилишига кўра рақамли усуллар асинхрон ва синхронларга бўлинади.

Асинхрон усулда ўлчанаётган сигналнинг “оний” киймати танловини амалга ошириш учун стробловчи ёки импульслар ёрдамчи

генераторларидан фойдаланилади. Бу генераторнинг частотаси ўлчанаётган сигнал частотасидан N марта кўп, лекин унга қаррали эмас:

$$f_{\text{стр}} = N(f_{\text{ўлч}} \pm \Delta) \quad (11.4)$$

Бу усулнинг хатолиги $K_f \geq 0.5\%$ бўлганда $0,1\%$ дан яхши эмас. Ночизикли бузилишлар коэффициентини ўлчашнинг синхрон усулида ўлчанаётган сигнал частотаси ва строб частотаси орасида барқарор синхронлаш ўрнатилади.

$$f_{\text{стр}} = Nf_{\text{ўлч}} \quad (11.5)$$

Сигналнинг паст бўлган даражаларида ночизикли бузилишлар коэффициентини фоизнинг юздан бири бўлган улушларини ўлчаш қийинчиликларни юзага келтиради. Бу мақсадни амалга ошириш учун паст частота гармоникаларининг анализаторларидан фойдаланилади, ammo гармоника анализатори 10-20000 Гц частота диапазонида ўз хусусий ночизикли бузилишлар даражасига эга бўлади, яъни бу бузилишлар 1000 Гц гача $0,1\%$, 1000 Гц дан юқори бўлган частоталарда эса $0,05\%$ ёки ўзининг хусусий бузилишлари ночизикли бузилишлар коэффициентини ўлчашда максимал $0,1\%$, 20000 Гц гача бўлган частоталарда бу хато 10% ни ташкил қилади. Бундан ташқари, бу асбоблар асосий частотадан, 60 дБ дан кўпроқ фаркли бўлган гармоник ташкил этувчиларнинг амплитудасини ўлчаш имконини бермайди. Агар юқори гармоникаларни ўлчаш талаб этилса, бундай ҳолларда асбоб сезгирлигини ошириш лозим бўлиб, бунинг имкони ҳар доим ҳам бўлавермайди.

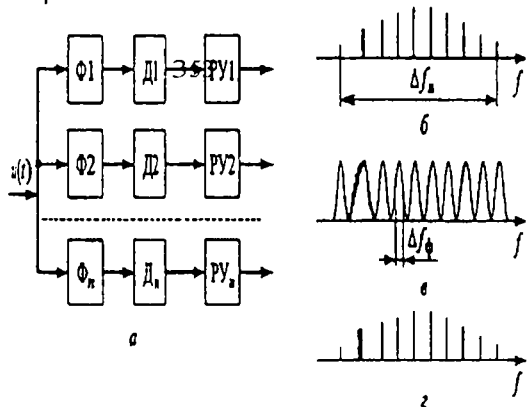
11.4. Сигнал спектрини таҳлил қилиш усуллари ва спектр анализаторлари

Амалда барча спектр анализаторлари иккита схема асосида амалга оширилади: параллел ва кетма-кет. Спектрни параллел таҳлил қилиш усули кўпроқ яққа импульсли сигналлар спектрларини тадқиқ қилиш учун қўлланилади. Параллел турдаги анализаторларнинг тузилмавий схемаси ва та Ф-соҳавий филтёрларга эга бўлиб, улардан ҳар бири маълум частотага созланган (11.7 а-расм).

Тадқиқ қилинаётган $u(t)$ сигнал, спектри Δf_c – частоталар соҳасида жойлашган (11.7 б-расм), барча филтёрларга баравар узатилади. Филтёрлар бир-бирига ўхшаган АЧТ (амплитуда-частотавий тавсиф) га эга бўлиб, Δf_ϕ – бир хил соҳа ўтказувчанлигига эга ва маълум частоталарга созланган (11.7 в-расм). Филтёрлар чиқишидаги сигналлар таҳлил қилинаётган жараён (11.7 г-расм) спектрининг ташкил этувчиларини аниқлайди.

Д-детекторларда детектирланган спектрал ташкил этувчилар ҚҚ – кайдлов қурилмасига кириб келади. Спектрни кетма-кет тахлил қилиш усули кўпинча кўпқаррали спектрларни ёки вақт бўйича такрорланадиган жараёнларни тадқиқ қилишда қўлланилади. 11.8-расмда кетма-кет турдаги спектр анализаторнинг соддалаштирилган схемаси келтирилган бўлиб, у супер гетеродинли қабуллагич, индикатор (кўпроқ осциллографик) қурилма ва калибратордан ташкил топган.

Супергетеродинли қабуллагичнинг асосий блокли – частота ўзгартиргичи бўлиб, аралаштиргич, чайқалувчан частота генератори ЧЧГ ва оралик частота кучайтиргичдан ташкил топган. Қабуллагич ундан ташқари кириш қурилмаси, детектор (ушбу ҳолда амплитудавий) ва чиқиш кучайтиргичи.



11.7-расм. Спектрни параллел тахлил қилиш
 а-анализатор усулининг тузилмавий схемаси; б-тадқиқ қилинаётган спектр;
 в-АЧХ-фильтрлар; г-анализатор чикишидаги спектр.

в-АЧХ-фильтрлар; г-анализатор чикишидаги спектр.

Супергетеродинли қабуллагичда тахлил қилинадиган $u(t)$ сигнал частота ўзгарткичи орқали f_0 – эллувчан частотадан оралик частотага ўтказилади (ушбу анча куйироқ частотада оралик частота кучайтиргичи ишлайди):

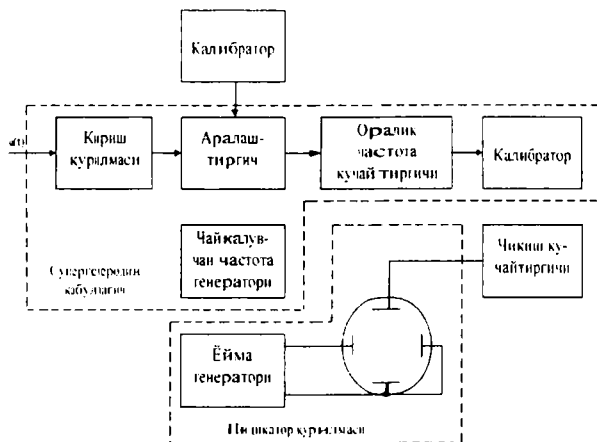
$$f_{\text{ор}} = f_0 - f_c = |f_c - f_0| \quad (11.6)$$

бу ерда f_c - ЧЧГнинг марказий частотаси.

Аралаштиргичнинг битта киришига кириш қурилмаси орқали $u(t)$ кириш сигнали, иккинчи киришига ЧЧГ дан кучланиш узатилади.

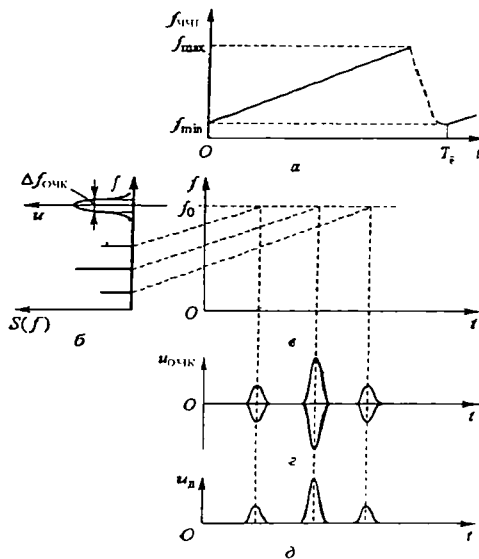
Индикатор курилмаси ёрдамида тадқиқ қилинаётган жараён спектри кузатилади. Калибратордан спектрнинг қуйидаги характерли параметрларини ўлчашда фойдаланилади. Хусусан, частота, мос келувчи максимумлар ёки спектр эгрисининг нолинчи қийматлари ва бк. Анализаторга тааллуқли бўлган процесслар эгюрасини қараб чиқамиз (11.9-расм). 11.9 а, б-расмда ЧЧГ частотасининг вақт бўйича мос ҳолдаги ўзгариши ($f_{\text{ЧЧГ}}$ частотаси $f_{\text{мин}}$ дан $f_{\text{макс}}$ гача ёйма генератори кучланиш тақтига мос ҳолда ўзгаради), оралик частота кучайтиргичининг (ОЧК) $U_{\text{очк}}$ – амплитуда-частотавий характеристикасининг шакли ва $S(f)$ – тадқиқ қилинаётган сигнал спектрининг диаграммаси (диаграммада у учта гармоник ташкил этувчилари билан кўрсатилган бўлиб), синуссимон модуляциядаги амплитуда-модуляцияланган тебранишларни ифодалайди.

Анализаторнинг аралаштиргичига тадқиқ қилинаётган сигналнинг таъсирида $S(f)$ спектрнинг ташкил этувчилари оралик частота $S(f_{\text{ор}})$ диапазонига ўтказилади. Тадқиқ қилинадиган сигналнинг спектр шакли ушбу ҳолда ўзгармайди. ЧЧГ частотасининг қизикли ўзгариши билан ўзгартирилган спектрнинг спектрал ташкил этувчилари ҳам вақт бўйича қизикли ўзгаради ва кетма-кет оралик частота кучайтиргичининг ўтказиш соҳасига тушади (11.9 в-расм). Оралик частота кучайтиргичининг чиқишидаги кучланиш радиоимпульс кўринишини олади (11.9 г-расм), уларнинг ЧЧГ доимий кучланишидаги амплитудаси тадқиқ қилинаётган спектр ташкил этувчиларининг амплитудасига пропорционал бўлади. Оралик частота кучайтиргичининг чиқишидан радиоимпульслар амплитудавий спектра берилди. Амплитудавий детекторнинг чиқишида u_d видео импульслар (11.9 г-расм) пайдо бўлиб, чиқиш кучайтиргичи орқали ЭНТнинг вертикал оғдириш пластиналарига келади. ЭНТнинг горизонтал оғдириш пластиналарига ёйиш генераторидан аррасимон кучланиш берилди. бунинг натижасида осциллограф экранда видеоимпульслар пайдо бўлади, улар $T_c = T_s$ ёйманинг бир даври давомида тадқиқ қилинаётган спектрни ифодалайди.



11.8-расм. Кетма-кет турдаги спектр анализаторининг тузилмавий схемаси.

Сигнал спектрини таҳлил қилишнинг рақамли усуллари ва рақамли спектрнализаторлар мавжуд. Дастлаб, спектрни рақамли таҳлил қилиш усулини таҳлил қиламиз. Ушбу усулда сигнал рақамли кодга айлантирилади ва махсус микропроцессорлар ёрдамида спектрнинг ташкил этувчилари ҳисобланади. Спектрни рақамли анализаторлари умуман олганда спектрал зичликни (2) интегрални танланмалар айрим сонлари яқуний суммасига



11.9-расм. Кетма-кет турдаги спектр анализаторидаги жараёнлар эъжораси.

- а- ЧЧГ частотасининг ўзгариши;
- б- тадқиқ қилинадиган спектр ва ОЧКнинг АЧТи;
- в – ўзгартирилган сигнал спектрининг чизиқли ўзгариши;
- г – ОЧК чиқишидаги сигнал;
- д – детектор чиқишидаги сигнал.

алмаштириб ҳисоблайди. Бундай ҳисоблашларни дискрет алгоритмлар ва Фурьенинг тезкор ўзгартиришларни ёрдамида амалга оширилади. Қуйида Фурьенинг дискрет ва тезкор алмаштиришларининг алгоритмини келтирамиз (ФДА). Агар тадқиқ қилинадиган сигнал $u(t)$ вақтнинг $0-T_0$ интервалида амплитуда ўзининг k -инчи ҳисоблари билан келтирилган бўлса, $\{u(k\Delta t)\} = \{U_k\} = u_k$, ва Δt вақт оралиғида олинган бўлса, у ҳолда уни Фурьенинг дискрет алмаштириши шаклида келтириш мумкин.

$$C_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} u_k e^{-j2\pi n k / N} \quad (11.7)$$

бу ерда $N = T_0 / \Delta t$ – саноқтар сони;
 C_n – тадқиқ қилинадиган спектрнинг комплекс гармоникалари;
 $n = 0, 1, 2, \dots, (N/2 - 1)$ – спектр ташкил этувчисининг рақами.

Навбатдаги боскичда рақамли спектр анализатор иш тамойилининг тахлилини келтирамиз. Замонавий рақамли анализаторда кўпсонли асбобларнинг специфик функциялари компьютер дастурлари тўплами ёрдамида моделланади. Рақамли спектр анализаторининг иш тамойили турли жараёнларнинг параметрлари ва характеристикаларини ҳисоблаш муолажасига асосланган. Рақамли анализаторнинг функционал имкониятларига қуйидаги алгоритмлар жойлаштирилган (11.10-расм):

–сигнали ўз спектри бўйича тиклаш, яъни Фурьени тескари алмаштиришини ҳисоблаш;

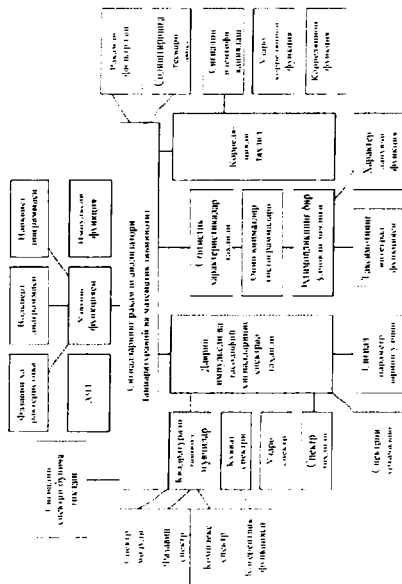
–электр занжир характеристикаларини анализ ва синтез қилиш, занжирларнинг узат иш ва фазавий характеристикалари;

–сигналларнинг корреляцион тахлили;

–сигналларнинг фазавий ўзаро нисбатларини ҳисоблаш (сигналларни идентификациялаш);

–сигнал параметрларини ўлчаш (амплитудалар, частоталар, частоталар девиацияси), импульсли сигналларнинг параметрларини аниқлаш (амплитудалар, давомийликлар, фронт давомийликлари, давр кетма-кетлиги ва б.к.)

–даврий, импульсли ва тасодифий сигналларнинг спектрал тахлили; квадратурали ташкил этувчиларнинг анализи – спектр модули, фазавий спектрни, комплекс спектрни; тасодифий жараённинг қувват спектрини аниқлаш; ўзаро спектрни ҳисоблаш; частоталар соҳаси бўйича спектрни ўргачалаш; мультипликатив сигналларнинг спектрини аниқлаш;



11.10-расм. Замонавий ракамли спектранализаторнинг функционал имкониятлари.

–сигнални ракамли ишлов ва филтрлаш; спектрлар ҳосиласини ҳисоблаш;

–тасодифий жараёнларнинг статистик характеристикаларининг таҳлили, сигналлар³⁶нинг кийматларининг гистограммасини қуриш; эҳтимолликнинг бир ўлчовли зичлигини ва тасодифий жараёнлар тақсимотининг интеграл функциясини аниқлаш.

Ракамли спектранализаторнинг тузилмавий схемаси 11.11-расмда келтирилган. Галлик килинадиган сигналлар бир (А) ёки иккита (А, Б) каналлар бўйича мос кучайтиргичларга ўзгарувчан кучайтириш коэффициенти билан узатилади. улар кириш сигналларининг турли даражаларини (0.01 дан 10 В гача) кейинги трактларнинг зарурий нормал ишлаши қийматларигача олиб келади. Кейин, сигналлар ПЧФ (паст частотали филтр) га кириб келади ва у анализга частоталар соҳасини ажратади. Тадқиқотчи филтрни улаши ва узиб қўйиши мумкин. Филтрнинг чиқишидан сигналлар АРЎга келади ва у ерда параллел 10-разрядли иккилик кодига айлантирилади. Ушбу ҳолда, битта канал ёки иккита канал бир вақтда ишлаши мумкин. Кейинги ҳолда сигнал танланмаси иккала канал бўйича ўтиши ахборотнинг ракамли код шаклида сакланишига имкон беради.

Танланма частотаси ички кварц резонатори билан берилади ва тадқиқотчи томонидан 0, 2... 100 кГц чегарасида ўзгартирилиши мумкин. Ушбу частота сигнал спектри анализаторининг санок масштабини вақт ва частота соҳасида аниқлайди. Тадқиқ қилинаётган сигналларнинг ўтиш трактлари кучайтиргичнинг киришида АРЎ чиқишигача узатиш коэффициентининг барча частоталар диапазони ва кучланишлар даражаларида калибланган қийматига эга бўлади. Узатиш коэффициентининг ва АРЎ танланма частотасининг қиймати тўғрисидаги маълумотлар микропроцессор (ҳисоблаш қурилмаси) га киритилади ва тадқиқотларнинг яқуний натижаларини шакллантиришда эътиборга олинади.

Микропроцессор унинг хотирасига киритилган дастур асосида ишлайди. Дастур бир катор кичик дастурлардан ташкил топган бўлиб, у ёки бу ҳисоблаш тадбирини (спектрни ёки корреляцион функцияни ҳисоблаш, эҳтимоллик характеристикаларини аниқлаш, гистограммаларни қуриш ва б.к.) ташкил қилади. Зарурий кичик дастурни чақириш бошқариш қурилмаси ёрдамида амалга оширилади. Ҳисоблашларнинг натижалари индикатор ёки кайд қилувчи қурилмага чиқарилади. Улар сифатида рақамли график қурувчи, принтер, рақамли магнитофон, дискли жамловчи, осциллограф ёки ўзиёзгичдан фойдаланиш мумкин. Охириги иккитаси РАЎ (рақамли-аналог ўзгартиргич) орқали уланади. Барча натижалар масштабли коэффициент билан уларни физик бирликларга ўтказиш учун кузатилади.

Рақамли кўринишда ифодаланган сигналлар таҳлил қилинганда, маълумотлар ҳисоблаш қурилмасига рақамли маълумотларни киритиш қурилмасидан ўнли ³⁶³ шаклида киритилади.

Рақамли спектр анализаторининг асосий иш режимлари:

- спектрал;
- рақамли филтрлаш;
- статистик ва корреляцион анализ;
- қувват спектрини ўлчаш;
- иккита сигналнинг ўзаро спектри.

Замонавий спектр анализаторлар 10 Гц дан 40 ГГц гача бўлган частоталар диапазонида 0.001 ... 300 кГц соҳа ўтказувчанлиги ва 1 кГц ажратиш қобилияти билан юқори частоталарда ишлай олади. Кучланиш даражаларини ўлчаш ҳатолиги 5% ни ташкил этади.

12. ОПТИК ҚУВВАТ ЎЛЧАГИЧЛАРНИНГ ИШ ТАМОЙИЛЛАРИ ВА УЛАРНИ МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТ

12.1. Оптик қувватни ўлчаш тўғрисида маълумотлар

Оптик қувватни ўлчаш толали оптиканинг метрологик асоси бўлиб ҳисобланади. Оптик қувват ўзгарткичи эса ёруғлик тўлкинининг параметрларини ўлчаш учун қўлланиладиган деярли ҳар бир ўлчаш воситасида амалий жиҳатдан қўлланилади. Узатиш тизимларида оптик қувватни ўлчаш абсолют ва нисбий қувватни ўлчашга бўлинади. Абсолют қувватни ўлчаш оптик манбалар ва оптик сигналлар қабуллагичларининг характеристикаларини аниқлаш учун хизмат қилади. Оптик нисбий қувватни ўлчаш, сўсайишни, кучайишни қайтвучи ва киритиладиган йўқотишларни ўлчашда зарурий муолажа ҳисобланади. Шунга кўра, узатиш тизимларида абсолют қувватни ўлчаш, масалан, оптик узаткичнинг қувватини ёки оптик кучайтиргичнинг сезгирлигини ўлчаш асосида қувват захирасини аниқлаш мумкин. Нисбий қувватни ўлчаш эса оптик толадаги йўқотишлар қиймагини оптик кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициентини ва бошқаларни ўлчаш имкониятини беради.

Оптик қувватни электр қувватни ўлчаш асосида берилади. Электр қувватни ток ва кучланиш бўйича аниқлаш мумкин. Юқоридагига асосан оптик қувватни ўлчаш, электр қувватни ўлчаш асосида текширилши мумкин.

Оптик қувват ўлчагичларини иккита асосий гуруҳга бўлиш мумкин: биринчи гуруҳга TFD - термофотодиодли қувват ўлчагичларини киритиш мумкин, улар билан оптик нурланиш таъсиридаги ҳароратнинг ошишини ўлчаш мумкин.

Иккинчи гуруҳга мансуб бўлган фотодиодли қувват ўлчагичларида оптик нурланиш фотонлари боғланган электрон тешикли жуфтларни генерациялайди. FD тўрдаги қувват ўлчагичлари унча катта бўлмаган ишчи тўлқин узунликларига эга бўлса ҳам каттибровкага тортилади, сезгирлиги юқори бўлганиги сабабли кўпроқ қўлланилади. Шунга қарамадан TFDли қувват ўлчагичлари юқори барқарорлиги ва кўрсатишларининг кенг динамик диапазондаги оптик нурланишларини тўлқин узунлигига боғлиқ эмаслигига кўра метрология лабораторияларида фойдаланиш афзалроқдир. Ундан ташқари TFDлар электр қувватни ўлчаш ёрдамида бевосита киёсланиши мумкин. Умуман олганда қувват ўлчагичларининг иккала тури ҳам ўз қўлланилишини топиш мумкин.

12.1-жадвал.

Термофотодиодли ва фотодиодли қувват ўлчагичларининг киёсий характеристикалари.

| Характеристикалар | TFDли қувват ўлчагичлари | FDли қувват ўлчагичлари |
|--|-------------------------------|---------------------------|
| Кўрсатишларнинг тўлқин узунлигига боғлиқлиги | тўлқин узунлигига боғлиқ эмас | тўлқин узунлигига боғлиқ |
| Тўлқин узунлиги диапазони | кенг диапазон | диапазон 2:1 |
| Калибрлаш | ўзини калибрлаши мумкин | калибрлаш зарур |
| Сезгирлик | жуда паст (одағда 10 мкВт) | жуда юкори (1 пВтдан кам) |
| Калибрлаш усулига боғлиқ бўлган аниқлик | ±1% | ±2% |

12.2. Термофотодиодли қувват ўлчагичларининг иш тамойили

Хозирги вақтда термофотодиодлар ёрдамида оптик қувватни ўлчашнинг турли тамойиллари мавжуд. Улардан кўпроқ тарқалгани радиометрик ўрнига қўйиш усули бўлиб, умумий ҳолда автокалибровка усулидир. Ушбу усулга асосан қувват ўлчагичи дастлаб оптик нурланиш таъсирига тортилади, кейин эса нурланиш бартараф этилади ва электр генерацияловчи қувват билан алмаштирилади ва вақтга боғлиқ бўлмаган ҳароратни сақлаб туриш учун назорат қилиб турилади. Электр қуввати юкори аниқликда ўлчаниши мумкин, бу эса оптик қувватни ушбу метод билан ҳам юкори аниқликни таъминлаш имконини беради. Ушбу усулга мувофиқ ҳолда ютувчи қатламга, масалан қора бўёқ билан қопланган юзага дастлаб тушувчи ёруғлик билан таъсир кўрсатилади, кейин эса ушбу қатламга қиздиргич билан таъсир кўрсатилади, ушбу қиздиргич ютувчи қатлам билан термик жиҳатдан боғланган бўлади. Қиздиргичнинг орка томони кумушли изоляцияланган қатламга, ҳароратнинг қандайдир четланишни мувозанатлаш учун, кумушнинг ўзи ҳам қора бўёқ билан қопланган, ҳарорат термобатарея ёрдамида ўлчанади (кетма-кет уланган термобатареялар) улар кумушли пластина ёнида бевосита жойлашган бўлиб, ютувчи қатлам ва юза орасидаги температура фарқи пропорционал бўлган қўчланишни ушлаб беради. Бу нда ягона мақсад бўлиб икки турдаги галаёнланиш учун ҳароратлар тенглигига эришишдир ва ушбу масалада

чизиклилик эътиборга олинмайди. Аммо мақсад аниқ ўлчашга эришиш бўлса қуйидагиларни таъминловчи зарурий ҳолатлар ҳисобга олиниши керак.

- **етарлича сирт майдони ҳароратни узок ўлчаш вақтида ўзгармас килиб ушлаб туриш учун;**

- **фонли ва сочилган ёруғлик нурланишини блокировкалаш, чунки термофотодиод нафақат нурланиш манбаининг, балки хона ҳароратини ҳам ўлчайди. Лекин, ушбу ходисани иссиқлик изоляцияси ёрдамида камайтириш мумкин. Қатор апертуралардан фойдаланиш фотодиоднинг фақат оптик манбадан нурланишни қафоталайди.**

- **иссиқлик окимини йотувчи катлам ва иситкич ўртасидаги иссиқлик қаршилигини камайтириш мақсадида оптимизацияланади, бунда қобиқнинг иссиқлик қаршилиги конвекция ва нурланишнинг таъсири бўлганлиги сабабли нурланиш иложи борича юқори бўлиши керак;**

- **юқори йотувчанлик қобиляти 100 фоизга яқинлашуви, яъни қайтган ва сочилган ёруғлик фотодиод ҳароратининг ортшига олиб келмайди ҳамда коррекцияланган бўлиши керак. бунда қайтарувчанлик қобилятини ўлчаш бошланғич калибровканинг таркибий қисми сифатида ихтиёрий ҳолда ўтказилиши керак:**

- **ток ва кучланишни ўлчаб, электр қувватни кучланишни аниқ ўлчаш натижаларини олишда иситкич таъсирини бартараф қилиб аниқ ўлчашда, улаш симлари ҳам ҳароратнинг барқарорлигига таъсир кўрсатади.**

Ушбу усулни бошқача бажариш шунга асосланганки, оптик нурланиш ва электр қувватнинг кетма-кет таъсирининг ўрнига термофотодиод, масалан, юпка пленкали датчик электр қувват билан узлуксиз қиздирилади. Бу қувват ўлчаниши керак оптик қувватдан бироз каттарок бўлади. Бунинг учун термофотодиоднинг кучланиши дастлаб, оптик қувватнинг таъсирисиз ўрнатилади, кейин эса оптик қувват таъсирига тортилади, электр қувват тесқари алоқа воситасида термофотодиод кучланиши оптик қувватнинг таъсирингача тенг бўлгунча камайтирилади (калибровка уланган). Оптик қувватнинг қўтилиётган ўлчаш натижаси бу икки муолажа орасидаги электр қувват фарқини ифодалайди ва ушбу ҳолда термофотодиод кучланишини ўлчашни ўтказиш зарурати бўлмайди.

Термофотодиодни ўлчаничлардан фойдаланишда уларнинг сезгирлигининг пастлиги ва ўлчашларнинг давомийлиги асосий муаммо бўлиб ҳисобланади. Агар ярим ўтказгичли термосезгир элементлардан фойдаланилса, юқорида келтирилган камчиликлар қисман бартараф этилиши мумкин.

Қувватнинг иссиқлик ўлчаничлари 1 мкВт сезгирлик билан характерланади ва ±1% бўлган ҳатоқа ультрабинафшдан инфрақизил спектр гача бўлган диапазонда эга бўлади. Вақт доимийси термофотодиоднинг ўлчанига кўра бирнеча секунддан бирнеча минутгача

ташқил қилади. Ушбу характеристикалар қувватнинг иссиқлик ўлчагичларини калибровка қилишда фойдаланилишига имкон беради. Лекин шунга қарамадан толали-оптик ўлчашларнинг бошқа соҳаларида улардан кам фойдаланилади.

Қувватни иссиқлик ўлчагичининг алоҳида тури криогенли радиометр хисобланиб, у термофотодиод бўлиб, бу термофотодиод вакуумга жойлаштирилиб, суюқ гелий билан тахминан 6 К гача совутилади. Криогенли радиометрлар қуйидагиларга асосан қувватни анча аниқ ўлчаш воситаси бўлиб хисобланади:

- БК да ютувчи материалнинг массаси сезиларли даражада камаяди, бу эса вақт давомийсини ва ўлчаш вақтини камайтиради
- нурланиш оқибатида иссиқлик йўқотишлари бартараф этилади
- резисторнинг улаш симларидан келадиган иссиқликни йўқотиш учун бу ўтказгичларни ўта ўтказгичли қилиш зарур
- конвекция таъсиридаги йўқотишларни фотодиоддан вакуумда фойдаланиш йўли билан бартараф қилинади

Ушбу характеристикаларга асосланиб, криогенли радиометрлар қувватни ўлчашда $\pm 0,01\%$ хатока эришади. Шунга қарамадан, қурилманинг кимматлиги ва эксплуатациядаги мураккаблиги сабабли улардан фақат миллий калибрлаш лабораторияларида фойдаланилади.

12.3. Фотодиодли қувват ўлчагичларининг иш тамойиллари, спектрал сезгирлиги ва термостабилизация

Фотодиодларнинг асосий устунлиги шундаки, улар даражаси 1 Вт (-90 дБ_к) камроқ бўлган модуляцияланган юқори частотали қувватни ўлчай олади, аммо улардаги соҳа ўтказувчанлигининг тўлқин узунлигига сезиларли боғлиқлиги сабабли бир октавадан ошмайди. Шунга қарамадан, бугунги кунда юқори сезгирлиги, кам инерционлиги ва фойдаланишнинг оддийлигига кўра фотодиод кенг тарқалган фотосезгир элементдир. Бу элементлар толали оптикада қўлланиладиган кўплаб ўлчаш воситаларида фойдаланилади. Уларни батафсил қараб чиқамиз. Фотодиоднинг функционал вазифасидан келиб чиққан ҳолда унинг сезгирлигига доир тушунчаларини келтирамиз. Фотодиод оптик нурланиш таъсирида фототок яратади, унинг қиймати фотонлар сонига, худди шунингдек оптик қувватга пропорционал бўлади. Фотодиоднинг сезгирлиги 1 фотоннинг Р-оптик қувват бирлигига нисбат и билан аниқланади.

$$\gamma = \frac{I}{P}. \quad (12.1)$$

Электр токи битта электрон e зарядига Δt вақт оралиғида тенг бўлгани учун

$$I = \frac{e}{\Delta t}, \quad (12.2)$$

оптик кувват эса айнан ўша Δt вақтда ёруғлик тўлкинининг ν частотасида куйидагига тенг:

$$P = \frac{h\nu}{\Delta t} = \frac{hc}{\lambda \Delta t}, \quad (12.3)$$

η сезгирлик η квант эффективлиги ҳисобга олинган ҳолда тўлқин узунлигига пропорционал бўлади

$$\eta = \frac{e\lambda}{hc} \eta. \quad (12.4)$$

Бу ерда: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Ж·сек. – Планк доимийси;
 $c = 3 \cdot 10^8$ м·сек⁻¹ – ёруғлик тезлиги;
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ К – электрон заряди;
 η – квант эффективлиги бўлиб, PINдиод учун 1га тенг;
 λ – тўлқин узунлиги.

Оптик нурланиш куввати майдон кучланганлиги $E(t)$ билан $P = E(t)^2$ тенглигини ҳисобга олиб, фотодiod токнинг оний қиймати

$$i(t) = \mathfrak{R}\{E(t)\}^2. \quad (12.5)$$

ифода билан аниқланади.

Амалда эса фотодиодлар ушбу боғлиқликдан четланади, чунки:

- тўлқин узунлиги бўйича чегара мавжуд (тўлқиннинг юқори критик узунлиги) бўлиб, бу чегарасидан ташқарида фотон энергияси фойдаланиладиган яримўтказгичли материалнинг таъқикланган энергетик зона энергиясидан пастроқ бўлиб қолади. бу эса сезгирликнинг кескин пасайишига олиб келади;

- киска тўлқин узунлигида айрим фотонлар фотодиоднинг i -области чегарасининг ташқарисида ютилади, бунинг оқибатида электрон тешик жуфтликлар сони камаяди;

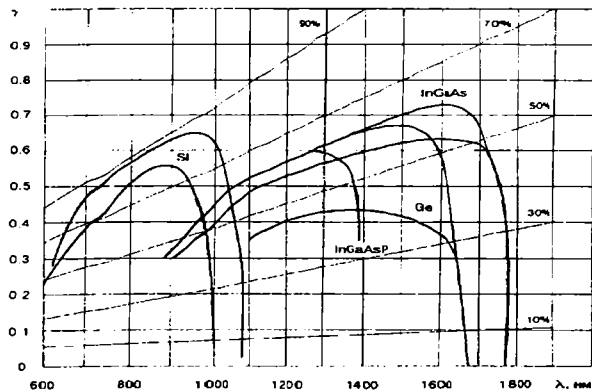
•рекомбинация натижасида, яъни электронлар тешиқлар билан бирлашиб электродларга етиб борганда сезгирликнинг пасайиши рўй беради;

•фотодиоднинг сиртидан ёки ичидан ихтиёрий кайтишлар ҳам сезгирликни камайтиради.

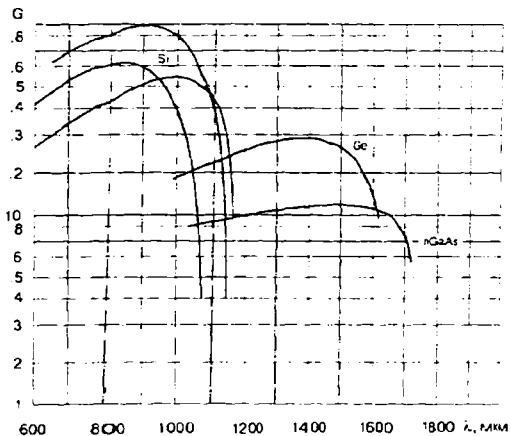
Охириги омил жуда муҳимдир, чунки, оптик қувват ва киритилган йўқотишларни ўлчашда кайтишлар аҳамиятли хатоларни келтириб чиқариши мумкин.

Фотодиоднинг спектрал сезгирлиги ва термостабилизация:

Фотодиодларнинг турли типлари учун сезгирликни ўлчашнинг нормаланган намунавий натижалари 12.1 ва 12.2-расмларда кўрсатилган. Улардан кўриниб турибдики, 500 ва 1000 нм бўлган қисқа тўлқинли диапазонда кремнийли диодлар самаралироқ экан. Узун тўлқинли соҳада германийли ва InGaAs фотодиодлардан фойдаланиш мумкин. Германий бугунги кунда етарлича арзон бўлгани билан уни тўлқин узунлиги маълум бўлган тор спектрда қувватни ўлчаш учун тавсия қилиш мумкин. Бу 1550 нм бўлган тўлқин узунлигида муҳимдир, чунки бу соҳада германийли фотодиод 1% хатока, тўлқин узунлиги 1 нмга четланганда эга бўлади. Германийли фотодиодлардан фарқи холда InGaAs фотодиодлари тўлқин узунлигига кам даражада боғлиқ. Айниқса 1550 яқинида бу толали-оптик кучайтиргичлар бўйича ўлчашларда жуда муҳимдир, чунки бу соҳа EDF А кучайтириш соҳасига мос келади (1525÷1570). InGaAs технологияси қиммат технологиядир. Германийли фотодиоднинг сезгирлиги кам даражада ҳароратга боғлиқдир. Ярим ўтказгичли структуранинг биржинсли эмаслигига боғлиқ холда фотодиодларнинг сезгирлиги сиртининг турли нукталарида ўзгариши мумкин, бу эса ўлчаш хатолигига олиб келади. Ўлчаш жараёнида тушувчи нур диаметри ва ҳолатининг ўзгариши назорат қилинмайди. Ушбу омил кўпмодли толадаги ўлчашларда таъсир кўрсатади. Кенг динамик диапазонда оптик қувватни ўлчашда ишончли натижаларга эришишнинг чегараланганлиги бўлиб ўлчагич ўзгартириш функциясининг ночизиклидир. Ушбу ночизиклилик фотодиоднинг ночизиклиги ёки унинг электрон схемасининг ночизиклиги келтириб чиқариши мумкин. Оптик қувват ўлчагичи ночизиклигининг асосий кўринишлари 12.3-расмда келтирилган.



12.1-расм. PIN диод сезгирилигининг оптик нурланишнинг тўлқин узунлигига боғлиқлиги.



12.2-расм. APD диод сезгирилигининг оптик нурланишнинг тўлқин узунлигига боғлиқлиги.

Амалда, оптик қувватнинг олти ва декададан кўпроқ диалязонда фотодиодлар юкори чизиклиги билан характерланади. Лекин ушбу постулатни учта омил бузиши мумкин. Уларни келтираимиз:

- қувватнинг паст даражаларидаги шовқин;
- ўрта даражалардаги ўтачизиклилик;

- қувватнинг юкори даражаларида фотодиоднинг тўйиниши. Электрон схеманинг ночизиклиги ўз навбатида фотодиод сигналини кучайтиришдаги ночизиклилик билан боғлиқдир. Масалан: қувватнинг паст даражаларидаги силжиш билан;

- қувватнинг юкори даражаларида кучайтиргичнинг тўйиниши билан;

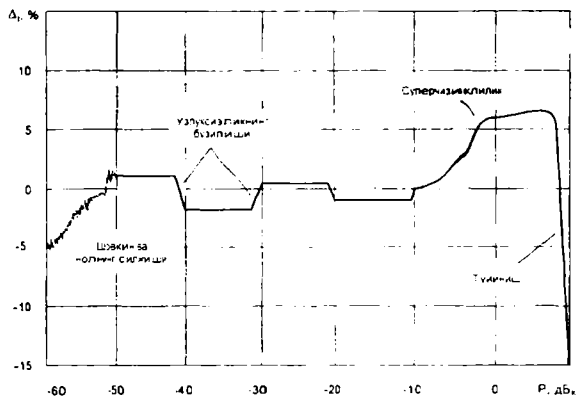
- ўлчаш диапазонининг узлуксизлигининг (дискретлиги) бузилиши билан.

Умуман олганда, ўзгартириш характеристикасининг ночизиклиги асосидаги ўлчаш хатолиги ночизиклилик хатолиги деб номланган ва берилган тўлқин узунлиги ва атроф-муҳит ҳароратида классик ифода билан аниқланади.

$$\Delta_{\text{н}} = \frac{\gamma(P) - \gamma(P_0)}{\gamma(P_0)}, \quad (12.6)$$

Бу ерда: $\gamma(P)$ ва $\gamma(P_0)$ – қувват ўлчагичининг ихтиёрий ва эталон (10 мкВт) даражаларидаги сезгирлиги.

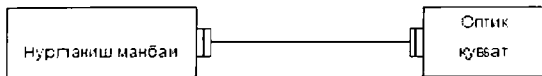
Қувватнинг эталон даражасини танлаш ночизиклилик характеристикасига таъсир кўрсатади (таърифга кўра, ночизиклилик эталон сатҳда нолга тенг). Шу билан биргаликда киритилган йўқотишларни ўлчашда ушбу параметрни танлаш ўлчаш аниқлигига таъсир кўрсатмайди. Бунда, ночизиклилик таъсиридаги хато иккита релевант қувват даражалари орасидаги фарқ сифатида аниқланади.



12.3-расм. Оптик қувват ўлчагичи ночизиклигининг асосий кўринишлари.

12.4. Оптик қувват ўлчагичларини калибрлаш усулларининг хатоларини баҳолаш

Дастлаб абсолют қувватни ўлчашнинг қисқача тафсилотини келтирамиз. Абсолют қувватни ўлчаш схемаси 12.4-расмда келтирилган.



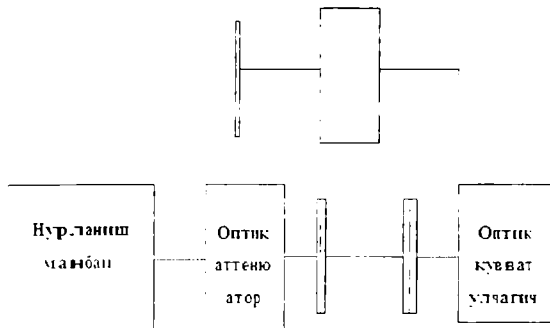
12.4.-расм. Абсолют қувватни ўлчаш схемаси

Оптик қувватни ўлчаш процедураси оддий бўлиб, бунда нурланиш манбаи оптик қувват ўлчагичига уланади ва ўлчагичнинг кўрсаткичлари ўзиб олинади.

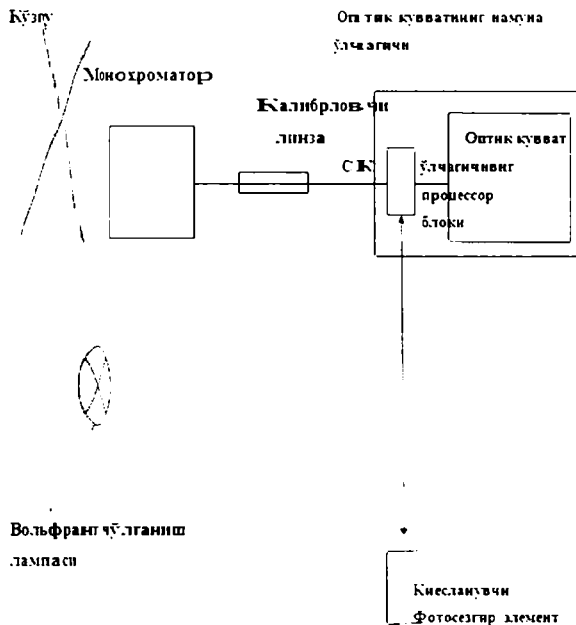
Оптик қувватни чегаратанган нурланиш спектрида зарурати бўлганда оптик филтрдан фойдаланилади (12.5-расм). Ўлчашнинг бундай схемаси берилган тўлқин узунлиги диапазонидаги нурланишнинг спектрал қувватини ўлчаш имкониятини беради.

Абсолют қувватни аниқ ўлчашнинг зарурий омили бўлиб, калибрлаш ҳисобланади. Амалда қувватнинг барча ўлчагичлари тестланувчи ва намунавий қувват ўлчагичларига уларга бир вақтда ёки кетма-кет равишда нурланишнинг эталон манбаининг таъсири остида кўрсатишларини солиштириш йўли билан таккосланади. Тўлқин узунлигининг кенг диапазонида аниқ калибрлаш зарур бўлса, оқ ёруғликнинг галогенли манбаидан фойдаланилади.

Филтёр ёки линза



12.5-расм. Оптик Филтър билан ўлчаш схемаси



12.6-расм. Монохроматор воситалигида фотокабуллагични калибрлаш схемаси

Бу манба нурланиш спектрининг монохроматори воситасида филтёрланади (12.6-расм), намуна ўлчагичи сифатида термо ва фотодиодлардан фойдаланилади. Улар доимий равишда лабораторияларда калибрланиши керак. Бунда, қувват даражаси 10 мкВтга яқинроқ қилиб ўрнатилади, спектр кенглиги эса 5 нм дан ортмаслиги керак. Калибровканинг ушбу усули қиммат бўлгани ва эксплуатация ва техник хизматда мураккаб бўлгани учун 12.7-расмда калибрлашнинг бошқа амалий усули келтирилган. Ушбу усул намуна ўлчагичлари сифатида фойдаланилган махсус калибрланган оптик элемент ҳамда Фабри-Перонинг икки тўлқинли лазери нурланиш манбаи сифатида фойдаланилган.

Ушбу ҳолда 1400 ва 1550 нм берилган тўлқин узунликларни генерациялайди. Калибрлашнинг зарурий қувват даражаси аттенюатор ёрдамида ўрнатилади. Аттенюатор ундан ташқари нурланиш манбаининг оптик изоляциясини таъминлайди. Мониторингни амалга ошириш учун

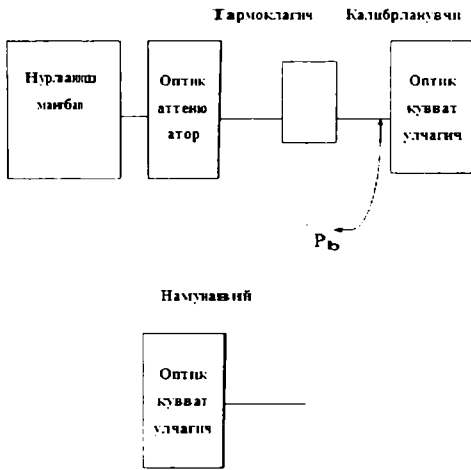
хамда оптик қувватни намуна ва калибрланувчи ўлчагичлар орасида таксимлаш учун ушбу схемада оптик тармоқлагичдан фойдаланилади. Агар калибровка иккита тўлқин узунлигида етарли бўлмаса, масалан, абсолют қувватни бошқа тўлқинда ўлчаш зарурати бўлса, қайта созулувчан лазер манбаидан фойдаланиш мумкин. Ушбу ҳолда қайта созулувчан лазер энсиз линияси пайдо қиладиган оптик ҳалақитларнинг пайдо бўлмаслиги учун алоҳида эҳтиёткорлик керак.

Тармоқлагичнинг иккита шахобчасини намуна ва калибрланувчи қувват ўлчагичларига улашдан $K_{отв}$ бўлиш коэффициентини аниқлаш учун, тузатиш коэффициентини $\mathfrak{K}_{кор}$ ҳисоблаш учун фойдаланиш мумкин. P , символ намуна қувват даражаларини белгилаш. $P^{(1)}$ символ эса калибрловчи ўлчагичнинг кўрсатишларини белгилаш учун фойдаланилади.

$$k_{отв} = \frac{P_1}{kP^{(1)}} = k \frac{P^{(2)}}{P_2}. \quad (12.7)$$

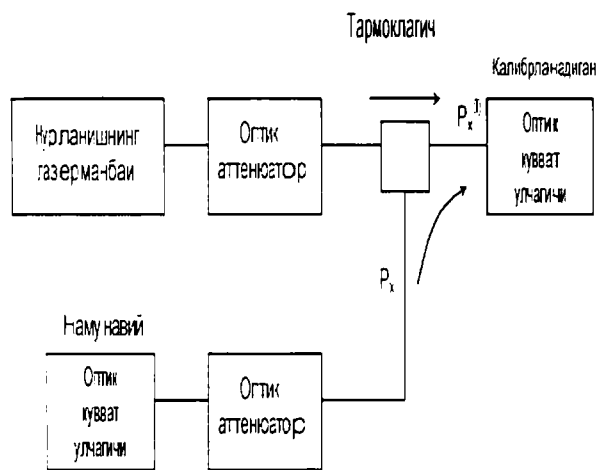
$$k_{кор} = \sqrt{\frac{P_1 P_2}{P^{(1)} P^{(2)}}}. \quad (12.8)$$

Берилган тенгламалар, бўлиш коэффициенти ва тузатиш коэффициентини қандай ҳисоблаш мумкинлигини кўрсатади. Бунда, манба қувватининг четланиши натижага таъсир кўрсатмайди. Тузатиш коэффициентини калибрланувчи ўлчагични коррекциялаш учун ҳамда калибрлаш натижаларини калибрлаш баённомасида келтириш учун фойдаланилиши мумкин.



12.7-расм. Икки тўлкинли лазерли манба бўйича сезгирликни калибрлаш схемаси.

Оптик қувват ўлчагичи нинг чизиклилигини калибрлашни таккослаш ва суперпозиция усулларининг тахлилани келтирамиз.



12.8-расм. Чизиклиликти таккослаш усулида калибрлаш схемалари

Кувват ўлчлагичнинг чизиклилигини калибрлаш икки сабабга қўра зарурдир:

– биринчидан, абсолют кувватни кувватнинг барча диапазони бўйича калибрлаш учун;

– иккинчидан, йўқотишлар ва кучайтиришни юқори аниқлик билан ўлчаш учун, ушбу ҳолда, ўлчаш олти ва кўпроқ декададан ташкил топган диапазонни эгаллаши керак.

Чизиклилик тўлқин узунлигига боғлиқ эмас, шунинг учун калибровкани фотодиоднинг спектрал сезувчанлиги соҳасида ўтказиш етарлидир. Маълумки, фотодиодлар шовкин даражасидан тахминан 1 мВтга тенг бўлган даражагача аъло чизиклиликни таъминлайди, шунинг учун, кувват ўлчлагичнинг ночизиклигини аниқлаш инструментнинг чизиклилиги билан чегараланмайди, балки калибрлаш жараёнидаги сошлаш билан чегараланади.

Куйида калибрлашнинг икки усули тафсилоти келтирилган. Чизиклиликни калибрлашнинг энг оддий усули калибрланувчи ва намуна ўлчлагичлари билан олинган ўлчаш натижаларини таққослаш орқали намуна нурулини исгалганча сусайтириш орқали амалга оширилади.

12.8-расмда чизиклиликни иккита аттенюатордан фойдаланиб калибрлаш схемаларидан бири келтирилган. Бу ерда биринчи аттенюатордан кувват даражасини сошлаш ва кувватни бўлиш учун фойдаланилади.

Иккинчи аттенюатордан ўлчаш диапазонини кенгайтириш учун фойдаланилади. Кувватнинг жуда кичик даражалари учун иккита ўлчлагич уланиши мумкин. ушбу ҳолда иккинчи аттенюатордан кувватнинг паст даражаларини ҳосил қилиш учун фойдаланилади. Шуниси аҳамиятлики, сусайишнинг ихтиёрли иккита ўлчанган нуқтаси орасидаги фаркланиш ўлчлагичнинг ночизиклигини билдиради ва бу чизиклилик халқаро стандартларга мувофиқ ҳолда, йўқотишларни ўлчаш хатолигига мос келади.

$$\Delta_m = \frac{A_m - A}{A} = \frac{P_x^{(m)} / P_x^{(0)}}{P_x / P_0} - 1, \quad (12.9)$$

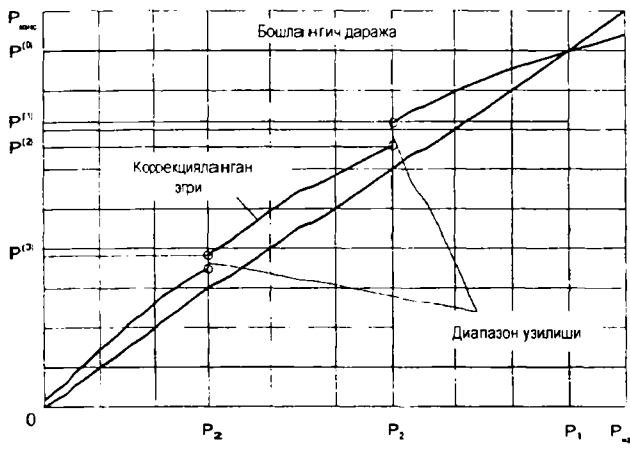
Бу ерда: A ва A_m кувватнинг ҳақиқий ва ўлчанган киймати.

$P_x^{(m)}$ $P_x^{(0)}$ калибрланувчи ўлчлагичнинг экранда тасвирланган кувват нисбати.

P_x P_0 кувватнинг ҳақиқий нисбати (намуна ўлчлагичнинг кўрсатиши).

Чизиклиликни калибрлашнинг суперпозиция усули ҳам мавжуд бўлиб, куйидаги тафсилотга эга. Чизиклиликни калибрлашнинг муқобил усули кувватни суперпозициялаш тамойилига асосланади. Уни ўзини-ўзи

калибрлаш усули деб ҳам тушуниш мумкин. Ушбу усул намуна ўлчагични талаб қилмайди. Шунинг учун, миллий стандартга мувофиқ ҳолда ўлчашлар бирлиги мажбурий талаб эмас. 12.10-расмда суперпозиция усулида чизиқлиликни калибрлаш схемаси келтирилган. Ушбу усул иккита аттенюатордан фойдаланишга асосланган. Бунда, калибрланадиган қувват ўлчагичига таъсир этувчи иккита оптик нур қувватлари тенг $P_A \approx P_B$ бўлади.



12.9-расм. Чизиқлиликни калибрлашдаги қувват даражалари

Ҳар бир аттенюатор алмашлаб улагич билан таъминланган. Ўлчаш жараёнида дастлаб иккита аттенюатордан бирининг алмашлаб улагичи ёпик ҳолатда бўлади. Кейин, бир вақтнинг ўзида иккала алмашлаб улагичнинг очилиши билан иккита нурнинг бирлашиши рўй беради. Натижада, калибрланувчи асбобнинг кўрсатиши, иккита олдинги кўрсатишлар йиғиндисига тенг бўлиши керак.

$$P_i = P_{A,i} + P_{B,i} \approx 2P_{A,i} \quad (12.10)$$

$$\Delta_i = \frac{P_i}{P_{A,i} + P_{B,i}} - 1 \quad (12.11)$$

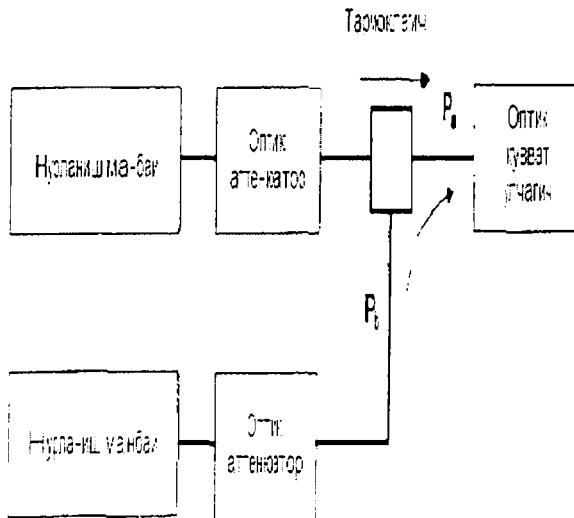
Кейинги цикл ҳар бир аттенюаторда қувватнинг алоҳида шаклланиши билан бошланади ва уларни бирлаштиргунча давом этади. Эталон сифатида ўлчанадиган қувват даражаси фойдаланилишини ҳисобга олиб

(12.11) натижани худди олдинги усулга ўхшаб хусусий ночизиклилик сифатида, сусайишнинг барча оралик кийматлари учун аниқланади.

Яқуний босқичда умумий ночизиклилик ҳисобланади. Натижада эталондан паст бўлган қувват даражалари учун умумий ночизиклилик ифодадан аниқланади:

$$\Delta_o(P_n) = -\sum_{i=1}^n \Delta_i, \quad (12.12)$$

бу ерда: $n=1, 2, \dots$ эталон нуқтадан паст бўлган даражани кўрсатади,
 Δ_i — i стадия учун хусусий ночизиклилик



12.10-расм. Суперпозиция усулида чизиклиликни калибрлаш схемаси

Эталондан юқори бўлган қувват даражалари (12.13) ифода билан аниқланади.

$$\Delta_o(P) = -\sum_{i=0}^{n-1} \Delta_i, \quad (12.13)$$

Яқуний натижа бўлиб, ночизиклилик характеристикаларининг кириш қуввати учун бутун диапазон бўйича кадам 3 дБга тенг бўлган бирлашмаси ҳисобланади (қувват ўлчашнинг ҳар бир қалами бўйича икки мартаба ортади).

Оптик қувват ўлчагичларни калибрлаш хатоларини баҳолаш:

Калибрлаш усулларининг хатоларини баҳолашдан олдин абсолют қувватни ўлчаш хатоларини баҳолаймиз. Абсолют қувватни ўлчашнинг

умумий хатолигининг ўртаквадратик қийматини аниқлаш учун қуйидаги ташкил этувчилар ҳисобга олиниши керак:

– тасодифий хато бўлиб, бу хато нурланиш манбаининг нобарқарорлиги оқибатида ёки ташқаридан қайтган нурнинг таъсирида пайдо бўлади. Шунинг учун хатонинг ушбу ташкил этувчиси ўлчаш схемасининг конкрет амалга оширилиши билан аниқланади ва 0,1% атрофида тебранади.

– мунтазам хато бўлиб, қувват ўлчагичининг калибровкаси билан аниқланади. Абсолют хато $\pm 2\%$ ни ташкил этади. Агар ўлчашнинг реал шароитлари берилган шартларга мос тушса, у ҳолда хатолар тахлилини яқунлаш мумкин бўлади.

Эксплуатацияда бўлган оптик қувват ўлчагичларининг метрологик таъминотини амалга ошириш учун киёслашлар тенг вақт ораликларида даврий равишда такрорланиб турилиши керак. Калибрланувчи ўлчагичнинг хатолигини аниқлаш учун калибрлашнинг ҳар бир босқичи 78 учун ўлчаш воситалари билан таъминланганлиги, қувват даражалари, тўлқин узунлиги, нурнинг диаметри ва калибрлашнинг бошқа шартларини билиш зарур. Фақат шундагина ҳар бир даража учун хатони ҳисоблаш мумкин.

Калибровканинг қатор босқичларига мос ҳолда қуйидаги хатолар кузатилади:

– намуна ўлчагичнинг хатолиги бўлиб, бу хато қувватнинг стандарт ўлчагичини калибрлашнинг маълум шароитларида аниқланади;

– намуна ўлчагичнинг хатолиги бўлиб, унинг калибрланиши ва эксплуатацияси шароитлари турличалиги оқибатида ўлчаш натижаларининг ўзгариши. Ушбу хато ўрта квадратик хато сифатида аниқланиши керак ва бунда қуйидаги омиллар ҳисобга олинади: стандартнинг амал қилиш муддати, тўлқин узунлигининг ўзгариши, ҳароратлар, қайтиш шароитлари, қувват даражалари (ночизиклиликлар), нурнинг геометрияси ва манба спектрининг кенглиги;

– калибрланувчи ўлчагичнинг хатолиги билан, бу хато калибрлаш шартининг йўл қўйилиши жоизлиги билан ва тўлқин узунликларининг қийматлари, ҳарорат, қайтариш шартлари, қувват даражаси, нур геометрияси, спектр кенглиги ва нурланиш манбаининг қўбланиш ҳолати, берилган параметрларнинг жоизлик майдони асосида аниқланади.

– тасодифий хато билан. Ушбу хато кузатиш коэффициентининг бир хил инструментлардан фойдаланиб кетма-кет ўлчашлар натижасида ўзгариш натижасида пайдо бўлади.

Бунда эксплуатация шартларининг ўзгариши натижасида пайдо бўлган хато хатонинг ўрта квадратик қиймати билан ҳисобланиши мумкин. Ўлчашлар бирлигини таъминлаш занжирида, масалан учта юкори синф

приборларида калибровка учта боскичли бўлиши керак. Ундан кейин учта рекурсив хатолар ҳисобланиши керак. Ушбу асосда ўтказилган қувват ўлчагичларини калибрлаш хатолари $\pm 2\%$ ни ташкил этади. Маълумки, калибрлаш жараёни ночизиклиликнинг минимал хатолигини таъминлаши керак, ундан ташқари ночизиклилик характеристикаси тушунчаси яхши тушунилиши зарур. Бунинг учун дастлаб ўлчашларнинг мунтазам ва тасодифий хатоларини қараб чиқамиз.

Мунтазам хатолар. ўлчашларнинг такрорланувчи хатолари бўлиб, уларнинг ёрқин вакили бўлиб намуна ўлчагичнинг ночизиклиги ҳисобланади ва у ўзини калибрлаш технологияси асосида калибрланади.

Чизиклиликни калибрлашда тасодифий хатолар ҳам мавжуд бўлади. Ушбу хатоларни аниқлашнинг иккита имконияти бор: ушбу турдаги хатоларнинг ташкил этувчиларини аниқлаш ва иккинчиси хатоларни ташкил этувчиларини танлаш асосида аниқлаш мумкин:

- манба барқарорлигининг тасодифий хатолиги;
- оптик ҳалақитлар (қувват флукуацияси) юзага келтирган тасодифий хатолар. Ушбу хатолар юқори қайтарувчанлик таъсирида намоён бўлади.

Калибровкада барча кабеллар маҳкамланиши керак. Бу эса қутбланишнинг барқарор ҳолатини ва қувватли ўлчаш натижаларини барқарорлайди. Маълумки, тасодифий хатоларни камайтириш усули бўлиб ўртачалаш ҳисобланади. Умумий хато деб номланган хато турини мавжуддир. Ушбу хатонинг қийматларига эга бўлиш учун, дастлаб сусайишнинг барча даражалари учун хатоларни барча ташкил этувчиларининг (мунтазам ва тасодифий) ўрта квадратик қиймати қўринишидаги хатолигини аниқлаш тавсия этилади, кейин умумий хато (12.14) ифодага мос ҳолда аниқланади:

$$\Delta = \pm 2\sigma\sqrt{i}, \quad (12.14)$$

бу ерда σ , ва i – сусайишнинг битта боскич учун ягона хато ва ушбу боскичдан эталон даражага нисбатан ўлчаш боскичи бошланади.

Калибрлашнинг ушбу турида камчилик бўлиб чизиклилик стандартининг зарурлиги ҳисобланади. Ундан ташқари ҳар бир алоҳида боскич намуна ўлчагичнинг хатолигини ўз ичига олиши сабабли хато кам ҳолларда сусайишнинг 10 дБ одими учун $\pm 0.1\%$ ни ташкил этади. Ушбу муаммони бартараф этиш учун оптик қувват ўлчагичларини қиёслашда фойдаланиладиган суперпозиция усулидан фойдаланиш мумкин.

Қўйида таққослаш ва суперпозиция усуллари билан калибрлаш хатоларининг фарқланишининг тахтилни келтирамиз. Дастлаб мунтазам хатоларни баҳолаймиз. Суперпозиция усулининг афзаллиги шундаки, унда чизиклиликнинг намуна элементи йўқ ва шунга қўра улар юзага

келтирадиган хатолар ҳам йўқ. Шунинг учун унча катта бўлмаган мунтазам хато қайтариш сабабида намоён бўлади. бунда асосий қайтишни кабел охири пайдо қилади. Ушбу қайтиш оптик қувват ўлчагичига таъсир қилади. Ўлчагич $R_a=3,5\%$ бўлган 14,7 дБга эквивалент бўлган қайтариш коэффициентига эга. Агар қайтган тўлқин ўз йўлида манбага қайтиб тушса, қайтариш коэффициенти R_b бўлган қайтишнинг иккинчи нуқтасига тушадди, у холда, қувват даражаси P_{Σ} ортади.

$$P_{\Sigma} = (1 + R_a R_b) P_r, \quad (12.15)$$

Ушбу масала оптик алмашлаб улагичларни активлаштирилганда ҳам унча таъсирли бўлмайди, агар иккинчи қайтиш коэффициенти кичик доимий қийматга (масалан, -40 дБга) эквивалент бўлган $R_b \leq 10^{-4}$ бўлса.

Ушбу усулнинг тасодифий хатолари таккослаш усулидан фойдалангандаги каби бўлади. Умумий хато қуйидагича баҳоланади. Бунинг учун дастлаб 3 дБ сусайиш учун стандарт хато ҳисобланади, бунда барча мувофиқ келадиган ҳусусий хатолар (мунтазам ва тасодифий)нинг ўрта квадратик қийматидан стандарт четланиш шаклида фойдаланилади. У холда умумий хато қуйидагига тенг бўлади:

$$\Delta \Sigma = \pm 2\sigma_{\text{дБ}} \sqrt{n}, \quad (12.16)$$

бу ерда: $\sigma_{\text{дБ}}$ – биргина 3дБ боскич учун стандарт хато;

n – эталон даражага нисбатан ҳисобланадиган 3 дБли боскичлар сони.

Бугунги кунда суперпозиция усулидан фойдаланиш натижасида чизиклиликни калибрлаш хатоликлари $\leq 0,1\%$ ни 10 дБли қувват диапазонини ташкил қилади.

13. РАҚАМЛИ УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИДАГИ ХАТОЛИКЛАР ТАҲЛИЛИ

13.1. Рақамли узатиш тизимларидаги хатоликлар таҳлили

Рақамли узатиш тизимларидаги халакитлар сигнал шовкин нисбатининг ёмонлашувига олиб келади. Хусусан, бундай халакитларга линиядаги сўнишлар, символлараро халакитлар, тизимнинг эскириши ҳисобига шовкин даражасининг ортиши, тизим тактли частотасининг нобарқарорлиги, ўтувчан ва импульсли халакитлар, ташки электромагнит майдонлар, вибрация ва зарбалар ҳисобига контактларнинг механик шикастланиши натижасида пайдо бўладиган халакитларни келтириш

мумкин. Линия бўйлаб йнгиладиган халакитларни бартараф қилиш учун ҳар бир регенерацион участкада узатиладиган сигнал шакли тикланади. Халакитлар битларнинг хато қабул қилинишига олиб келади. Ҳозирги вақтда рақамли узатиш тизимларининг сифатини хато ва блокли хатоликларни ўлчаш муҳим долзарблик касб этмоқда.

Рақамли узатишнинг аналогли узатишга нисбатан асосий устунлиги линия бўйлаб халакитларнинг йнгилмаглигидир. Бунга ҳар бир регенерацион участкада узатиладиган сигнал шаклини тиклаш ҳисобига эришилади. Участка узунлигига боғлиқ бўлган барча факторларни ички ва ташқи факторларга бўлиш мумкин. Асосий ички факторлардан бири бўлиб линиядаги сўнишлар, символларро халакитлар, тизим тактли частотасининг нобарқарорлиги, кечиктиришнинг вариацияси, тизим эскириши ҳисобига шовкин даражасининг ортиши ҳисобланади.

Аҳамиятли бўлган ташқи факторларга одатда, ўтувчан ва импульсли халакитлар, ташқи электромагнит таъсирлар, вибрация ва зарбалар ҳисобига контактларнинг механик шикастланиши, ҳароратнинг кескин ўзгариши таъсирида узатувчи муҳит ҳоссаларининг ёмонлашувини киритиш мумкин. Юқоридагиларнинг барчаси одатда рақамли узатишнинг хато параметрларига энг сезувчан бўлган сигнал/шовкин нисбатининг ёмонлашувига олиб келади. Ҳақиқатан ҳам, ушбу нисбат катталигининг 1дб га пасайиши рақамли тизимларнинг умумлашган параметри бўлган сифатнинг яъни, битли хатоликлар коэффициентини камда бир тартибга ортишига олиб келади. Қондага қўра, BER – сонлар нисбатини ифодалаб хато қабул қилинган битларни қабул қилинган битларнинг умумий сонига нисбатини ифодалайди. Унинг катталиги статистик жиҳатдан хатоликлар коэффициентининг ўрта қиймати атрофида вақтнинг давомли оралигида тебраниб туради. Бевосита ўлчанган хато коэффициентини ва узок муддатли ўрта қиймати орасидаги фарқ назорат қилинувчи битлар сони ва ўлчаш давомийлигига боғлиқ. Вақт базаси иккита асосланиш ёрдамида шаклланади. Биринчи усулга мувофиқ қабул қилиш охирида кузатилаётган битларнинг қайд қилинган сони берилди ва мос келувчи хатоли битлар сони қайд қилинади.

Масалан, хатолик қабул қилинган битлар сони 20 га тенг бўлиб чиқса, қабул қилинган битларнинг берилган умумий сони 100 бўлса, у ҳолда хатолик коэффициенти $20/100 = 20 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-1}$ бўлади.

Бундай ёндошувнинг афзаллиги бўлиб, ўлчашнинг аниқ маълум бўлган вақти, камчилиги бўлиб эса, кичик сонли хатоликларда ўлчаш ишончлилиги юқори бўлмаглиги ҳисобланади.

Иккинчи усулга мос ҳолда, ўлчаш вақти берилган хатоликлар сони билан аниқланади. Ўлчаш, масалан, 100 хатоликлар қайд қилгунга қадар давом эттирилади. Кейин, битларнинг мос сони асосида хатолик коэффициенти ҳисобланади. Ушбу усулнинг камчилиги бўлиб ўлчаш вақтининг номаълумлиги ҳисобланади, хатоликнинг кичик

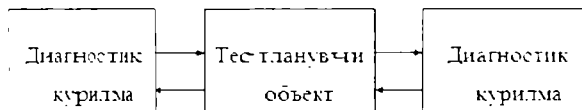
коэффициентларида ўлчаш вақти жуда катта бўлиб қолиши ва ундан ташқари маълумотларнинг бит ҳисоблагичи тўлиб қолиши ва бунинг натижасида ўлчашлар тўхтатилиши мумкин. Шунга кўра, ушбу усулдан кам ҳолларда фойдаланилади.

Рақамли сигналдаги хатолик канал демодулятори киришидаги АИМ сигнал катталигининг тез ўзгаришига олиб келади, бунинг натижасида абонент ИКМ канали чиқишида ёқимсиз товушни эшитади, бундай эшитиладиган ёқимсиз товушлар фақат кодли гуруҳнинг символлар вази бўйича кўпроқ бўлган биринчи иккитасидаги хатоликликлар эвазига пайдо бўлиши экспериментал аниқланган бўлиб АИМ сигнал ўзгаришига (мусбат ёки манфий) мувофиқ келади.

Агар ҳар бир каналда бир минутда биттадан ортиқ бўлмаган чирсиллаш кўзатиlsa, ушбу ҳолда алоқа сифати қониқарли ҳисобланади. Дискретизация частотаси 8 кГц га тенг бўлганда канал орқали $8000 \times 60 = 480000$ кодли гуруҳ узатилиши назарда тутилса, чирсиллашлар бўйича 960000 катта разрядлар жавфли ҳисобланади. Агар, хатолик эҳтимоллиги код гуруҳининг ихтиёрий разряди учун бир хил бўлса ва бир минутда битта чирсиллашга йўл қўйилган бўлса, линия трактидаги хатолик эҳтимоллиги $1/960000 = 10^{-6}$ дан ортиқ бўлмаслиги керак.

Маълумотларни узатиш ҳисобга олинган ҳолда ва унинг узатиш хатоликлигига ўта сез гирлигига кўра, узунлиги 275000 км бўлган халқаро эталон уланишда BER катталиги 10^{-7} дан ортиқмаслиги керак. Хатоликликларни иккита асосий усул билан аниқлаш мумкин.

Биринчидан, алоқа линиясини қабуллаш ва соғлаш вақтида нуқсонлар кидирилганда ва таъмирлашда ўлчашлар алокани узиб бажарилади, ушбу ўлчашлар учта уланиш схемаси асосида амалга оширилади (13.1-расм): нукта-нукта, тлейор ва транзит.

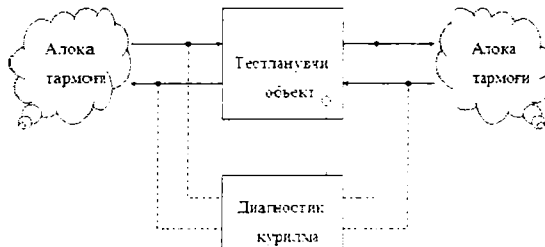


13.1- расм. Алокани узиб ўлчаш

Иккинчидан, тармоқни мониторинги ва унинг ҳолати сифатли баҳолаш, нуқсонларни аниқлаш ва барқараф қилиш учун алокани узмасдан ўлчашдан фойдаланилади (13.2-расм). BER ни алокани узмасдан ўлчаш рақамли сигналнинг структурасини аниқ билишни талаб этади. Цикл таркибидаги бундай сигнал, масалан, Е1 рақамли бирламчи сигнал бўлиб цикли синхросигнал ҳисобланади, ушбу сигнал Е1-сигналнинг нолинчи канал интервали (КИ) да 7 битни эгаллайди.

Цикли сигнал Е1-сигналнинг ҳар бир иккинчи циклида узатилади, бунда, Е1-ни ҳар бир цикли 32 КИ-канал интервалига эга, шунга кўра, $32 \times 8 = 256$ бит. Шундай қилиб, Е1-сигналдаги циклик синхросигналнинг нисбий улуши $7/(256 \times 2) < 1,4\%$ ни ташкил қилади.

Шунинг учун BER-ни цикли синхросигнал ёрдамида баҳолашнинг ишончлилиги жуда ҳам паст.



13.2- расм. Алокани узмасдан ўлчаш.

Рақамли узатишнинг сифатини баҳолашнинг яна бир маълум бўлган усули код хатоликлигини аниқлашга асосланган. Ушбу усулдан Т-1/Е-1 рақамли трактда фойдаланилади. Лекин, хатолик ўлчагичидан фойдаланиб бит хатоликлиги коэффициентининг асл қийматини аниқлаб бўлмайди. Код хатоликлигини ўлчаш натижалари ва хатоликни битлар бўйича таққослаб оддий ўлчаш натижалари айниқса, хатолик коэффициентлари 10^3 бўлганда сезиларли бўлади. Ундан ташқари, кодлаш қоидалари кўпинча бир нечта хатоликли битдан кейин турган бир нечта битга ҳам таалукли бўлади. Бунинг натижасида сигналнинг ушлаб турилишига боғлиқ бўлган силжиш ва хатолик, катта хатолик коэффициентларида хатоликликлар тақсироти аниқ таҳлил қилишга йўл қўймайди.

Шундай қилиб, BER ни амалий баҳолаш алокани узитишли режимда ва эталон синасин сигналларини узатишдаги ўлчаш орқали амалга оширилуши мумкин. BER ни ўлчашда синов сигнали имкон даражасида реал сигнални имитация қилиши, яъни, тасодифий характерга эга бўлиши керак. Бундаги синов сигнали сифатида, одатда, ҳақиқий ахборотли сигналга яқин бўлган берилган структурали битларнинг псевдотасодифий кетма-кетлигидан фойдаланилади. Бундай кетма-кетликлар тесқари алоқали силжитувчи такланувчи регистрлар билан шакллантирилади.

Рақамли синов сигнали одатда, узатиладиган ахборотли сигнални алмаштиради ва хатолик ўлчагичи билан қабул охирида баҳоланади.

Шундай қилиб, нормал эксплуатация шароитида BER – усули асосида рақамли узатиш хатоликлигининг узлуксиз мониторингини алокани узмасдан амалга ошириш амалий жиҳатдан мумкин эмас.

Ҳозирги вақтда рақамли узатиш тизимларининг сифатини баҳолаш учун эксплуатация шароитларида блокли хатоликликларни ўлчаш усули қўлланилмоқда. Ушбу усулнинг асосий афзаллиги шундаки, усул ахборотли сигналнинг ўзидан фойдаланишга асосланган бўлиб ва алоқани узмасдан бажарилади. Блокли хатоликликларни ўлчашнинг барча усуллари ахборотли сигналга тўйинганликни киритишни ҳамда ушбу ёрдамчи сигналга маълум алгоритм бўйича ишлов беришни ва ишлов натижасини қабул қилувчи томонга узатишни, қабул қилинган сигнал айнан узатишдаги ўша алгоритм бўйича ишланишини ҳамда, натижа узатган томондан олинган натижа билан солиштиришни назарда тутди. Уларнинг фарқига кўра, узатилган блок хатоликли ҳисобланади. Блокли хатоликликларни аниқлашнинг бир нечта услублари маълум. Жуфтликни ва контрол суммани блокли контрол қилиш услублари барча турдаги хатоликликларни топиб олишга имкон бермаганлиги учун уларнинг аматий қўлланилишини чеклайди. Алоқани узмасдан хатоликликларни ўлчашнинг ягона универсал усули бўлиб циклик тўйинган код (Cyclic Redundancy Check CRC) ёрдамда назорат қилиш ҳисобланади.

13.2. Телекоммуникацион BER - анализаторлари иш таъминининг таҳлили

BER – тестер иш таъминининг тафсилотини, бит хатоликликларини ўлчаш тўғрисида умумий тасаввурга эга бўлиш учун дастлаб, тест кодларини паст тезликли генератор ва хатоликликлар детектори мисолида киритамиз.

Алоқада қўлланиладиган BER – тестер, тест кодларининг генератори ва хатоликликлар анализаторидан ташкил топган. Ушбу тестер юқори бўлмаган (200 Мбит/с) гача тезликлар учун мўлжалланган бўлиб, максимал тезлик 44,736 Мбит/с (DS3-PDH нинг америка иерархияси) ва 139,264 Мбит/с (E4 – PDH нинг европа иерархияси) ҳисобга олинган.

Генератор чикишидаги псевдотасодифий кодли кетма-кетлик (ПККК) фиксацияланган частотали тактли сигнал манбасидан ёки синтезатордан синхронлашади, бу эса синхронизация частотасини ўзгартириш имкониятини беради. Хатоликликлар тестли кодга махсус логик элемент асосида қўшилади ва у синхросигнал генераторидан келувчи якка ёки даврий импульслар билан назорат қилинади, декадали бўлгич эса BER нинг зарурий даражасини 10 N кўринишида ўрнатади. Стандарт кодланган сигнални хатоликликлар анализатори олгач, генераторни тиклайди, кодли кетма-кетлик алгоритмининг ҳар қандай нуқсонларини аниқлайди ва сигналларни хатоликликлар ҳисоблагичига юборади бу эса хатоликликларни аниқлашнинг биринчи даражасини ташкил этади.

Фреймли (цикли) синхросигналлар билан ишланганда приёмник кетма-кетликнинг ихтиёрий элементини эгаллаб олади, хатоликликларнинг

мавжудлигини текширади ва авариявий сигнализациянинг ихтиёрий созланган сигналларнинг ёки CRC битларни декодлаштиради ва бунинг асосида Ўлчаш процедурасини таъминлайди. Нихоясида, иккилик маълумотлар ва синхросигнал хатоликликлар детекторига ва эталонли тестли кодлар генераторига юборилади. улар олинган битлар кетма-кетлигида олинган тестли кодни логик хатоликликларни аниқлаш учун текширади.

Вақт базаси узлуксиз, даврий, қўл режими учун ўлчашлар ўтказилишини назорат қилади. Йиғилган хатоликликлар сонига BER киймати ва хатоликликлар мавжуд ҳолдаги иш фаолиятини тахлили учун ишланади.

Қуйида, юқори тезликли тестли кодлар генератори ва хатоликликлар детекторининг иш тамойилини қараб чикамиз. Юқори тезликли тестли кодлар генераторидан фойдаланилганда, масалан, 3 Гбит/с тезликда, кетма-кетли ПТКК ва кодли гуруҳларни генерациялаш юқори тезликка кўра мақсадга мувофиқ эмас. Ушбуга кўра тестли кодлар 16-битли кодли гуруҳлар каби 200 Мбит/с максимал тезликда генерацияланади. Бундай генераторларнинг схемалари GaAs – ли логик схемалар асосида бажарилиб, улар, параллел берилганларни кетма-кет 3 Гбит/с гача бўлган оқимга айлантиради. Хатоликликлар детектори оддий параллел уранишга эга бўлиб, унинг эвазига синхросигнал ва маълумотлар кириши, дискрет ва текис тўхтатиш схемасидан ўтиб, синхросигнал берилганларнинг ихтиёрий фазаси учун оптимал созлашни (шу жумладан автоматикни ҳам) таъминлайди. Юқори тезликли демультимплексор маълумотларининг кетма-кетли оқимини 16-битли параллел кодли гуруҳларга айлантириб беради. Эталон тестли кодлар генератори параллел уланган бўлиб кириш маълумотлари билан синхронлашади ва битларни солиштиришни амалга оширади, шунинг учун ихтиёрий хатолик иккита ҳисоблагичнинг бирида қайд этилади, ҳисоблагичлардан бири хатоликликлар сонини санайди, иккинчисига эса битларнинг умумий сонини ҳисоблайди.

1.3.3. Хатолик кўрсаткичлари турларининг тахлили

Маълумки, бит хатоликликлари алоқа сифатини ёмонлаштирувчи асосий манбалардан ҳисобланиб, телефон каналларида нутқнинг бузилишига ҳамда маълумотларнинг узатишнинг ноаниқлигига олиб келади ва маълум статистик параметрлар билан характерланади.

Хатолик кўрсаткичларининг турларига оид тушунчалар тахлилини келтирамиз. Амалда хатолик кўрсаткичларининг қўплаб турлари ва уларни ташкил этувчи параметрлари мавжуд бўлиб, улардан толали-оптик узатиш тизимларининг (ТОУТ) самарадорлиги ва сифатини баҳолашда фойдаланилади. Қуйида ТОУТ тармоқ трактларидаги оптик рақамли канал

(OPK) ва бошқа турдаги каналларини регламентлашдаги стандарт кўрсаткич ва параметрлар тафсилоти келтирилган.

1. BER - Bit Error Ratio - битлар бўйича хатоликликлар коэффициенти - хатоликликлар билан қабул қилинган битлар сонининг стандарт псевдотасодифий кетма-кетликда (ПТКК) юборилган битларнинг умумий сонига нисбати бўлиб, T-вактнинг аниқ даври учун ҳисобланган. Ушбу параметр реал алоқа сеанслари вақтида эмас, балки, ўчирилган сервисда (Out of Service - OoS), фақатгина тестлаш режимида ўлчаниши мумкин. BER-тестер стандарт ПТКК узатади (64 кбит/с учун 2^{11} -1 бит ва 2 Мбит/с учун 2^{15} -1 бит узунликда) ва уни қабул қилиб олади ва бунда дастлабки ПТККни қабул қилингани билан таққослайди. BER-тестерлари учун T-давр - бу давомийлиги 10 секундга тенг бўлган тест оралиғидир. Бошқа услубда ўлчанган канал хатоликликлари ўлчаш шароитлари кўрсатилган ҳолдагина BER деб номланиши мумкин.

2. N_{ES} - the Number of Errored Seconds [ES] - берилган T-даврдаги хатоликли секундлар сони. Ушбу сонга нормаланган (нисбий) эквивалент кўрсаткич $ESR = N_{ES}/T$ мувофиқ келади ва бунда хатоликли секунд учун иккита таърифдан фойдаланилади. ES, яъни, бу таърифлар иккита стандарт асосида юзага келган: G821(ES-OPK) ва G826(ES-E1), ушбуга биноан:

- ES - Errored Second - хатоликли секундлар - икки маънода аниқланади:

- ES OPK бир секундли давр бўлиб, унинг давомида биттагина хатолик кузатилган бўлса:

- ES E1 - давр бир секундли бўлиб, унинг давомида хатоликли биттагина хатоликли блок ёки нуқсон кузатилган бўлса, блок дейилганда қуйидагилар тушунилади:

- блок бу битнинг логик кетма-кетлиги бўлиб (физик жихатдан узлуксиз бўлиши шарт эмас) сервиснинг ўчирилмаган режимида ишчи характеристикаларнинг мониторинги жараёнида фойдаланилади. Блок узунлиги ихтиёрий эмас, балки фойдаланилган кодга боғлиқ ва хатоликликлар аниқланган ҳолда танланади (Error Detection Code - EDC), масалан, E1-оқим учун блок узунлиги 2048 битга, унга эквивалент бўлган SDH виртуал VC-12 контейнерда - 11 20 битга тенг.

- нуқсон, бу, сервис узилмаган ҳолдаги мониторинг жараёнидаги ишчи параметрларнинг характерли ўзгариши, масалан, PDH-каналлари учун: (LOS)сигналнинг йўқолиши, авария ҳолатининг индикация (AIS)сигнали, фреймали синхронизациянинг (LOF) йўқолиши ёки (фақат SDH тизимларида бартарафланган нуқсоннинг RDL) индикация сигнали;

3. ESR - Error Seconds Ratio - секундлар бўйича хатоликли хатолик коэффициенти - бу ўлчашларнинг фиксацияланган вақт оралиғида тайёргарлик давридаги (узлуксиз вақт бўлаги деб қараладиган) ES сонининг секунднинг умумий сонига нисбатидир.

4. N_{SES} – the Number of Severely Errored Seconds (SES) - кўрсатилган Т-даврдagi хатоликли секундлар сони ёки унга эквивалент бўлган нормаланган кўрсаткич $SESR = N_{SES}/T$, бу ерда SES шундай аникланади:

5. SES – Severely Errored Second – хатоликка эга бўлган секундлар сони бўлиб спецификациятаниши учун стандартларга кўра иккита таърифга эга: G821(SES-OPK) ва G826(SES-E1) шунга кўра: SES-OPK-I секунддаги давр бўлиб, унинг давомида хатоликликлар коэффиценти $BER > 10^{-3}$ бўлади.

- SES-E1 – I секунддаги давр бўлиб, хатоликка эга бўлган $>30\%$ блокларни ўз ичига олади ёки унинг давомида ахамиятли бузилишга эга бўлган SDP битта давр кузатилган бўлса, бу ерда SDP шундай аникланади:

- SDP –Several Disturbed Period – жиддий бузилишга эга бўлган давр – хабар бўлаги 4 та кетма-кет блокли узунликда бўлиб, уларнинг хар бирида (ёки ўртача 4 та блок давомида) ёки хатоликликлар коэффиценти 10^{-2} га тенг ёки ундан катта, ёки ахборотли сигналнинг йўқотилиши кузатилиши керак.

- SESR – Severally Errored Seconds Ratio – бу жиддий хатоликли секундлар бўйича хатолик коэффиценти. яъни SES сонининг тайёргарлик давомидаги секундлар сонига нисбати (вактнинг узунлик бўлаги деб каралади).

6. N_{BBE} – the Number of Background Block Errors (BBE) – бу Т-кўрсатилган даврдаги фонли хатоликликларга эга бўлган блоklar сони, ёки нормаланган эквивалент $BBER = N_{BBE}/T$ (нисбий) кўрсаткич, бу ерда BBE тушунилади:

- BBE – Background Block Errors – фонли хатоликка эга бўлган блок бўлиб, SES нинг қисми эмас.

7. BBER – Background Block Error Ratio – фон хатоликли блоklar бўйича хатоликликлар коэффиценти бўлиб, бу BBE сонининг тайёргарлик давридаги блоklarнинг умумий сонига бўлган нисбатидир.

8. Availability – кўрсатилган Т-давр ва фoизлардаги хизматнинг фойдалилиги(тармокнинг хизмат кўрсатишга бўлган тайёргарлиги, баъзи келишувларда ушбу кўрсаткич “хатоликсиз ишлаш даври, хизматнинг ярокчилиги, номинал ишлаб чиқарувчанлик” деб каралади ва ушбу фарк асосида ҳисобланади (100%-фоизли хизматнинг фойдаланилмаслиги), кўйидагича аникланади.

- Unavailability – хизматдан фойдаланиб бўлмаклик ёки тармокнинг тайёр эмаслиги - 10 та SES кетма-кетликдан бошланувчи (ушбу тайёр бўлмаган даврга киририлган) ва SES сиз 10 та кетма-кет секундлар аникланиши билан яқинланувчи вақт оралиги, келишувларда ушбу кўрсаткич канал бўйича узатиб бўлмаклик деб тушунилади ёки тушириб колдирилади.

9. DM – Degraded Minutes – сигнал деградациясининг минутлари, яъни минутларнинг умумий сони бўлиб, улар учун BERL 10^{-6} ўрта киймати (минутига) тенг бўлади. Ушбу параметр ўлчаниши кийин бўлгани учун янги тахрирдан олиб ташланган ва BER-тестер билан кайд қилинади.

Ушбу кўрсаткичлардан фойдаланилганда куйидаги чекланишларни эътиборга олиш керак. Келишувда T-давр стандарти катталиклар каторидан танлаб олинishi керак: 15 минут ва 24 соат (сутка) ва 2 соат ва 7 сутка; ушбу интерваллар каналларни қабуллаш ва техник хизмат кўрсатиш нормаларида келтирилган. I-кўрсаткич рухсат берилган воситалар билан ўлчаниши мумкин (масалан, BER – тестерлар билан) ва узатиш мухитининг сифатини характерлайди. Ушбу кўрсаткич биринчидан сервиснинг йўқ бўлган режимида (OoS)ўлчанади, лекин амалий жихатдан сервиснинг мониторинг режимида (ISM)ўлчаниши мумкин эмас, у иккинчидан халқаро уланишлар учун (узок алоқа тракти) хатоликликлар кўрсаткичи учун эксплуатацион норма бўлиб, бевосита фойдаланилмайди. Учинчидан, BEK ни ES га ёки SES га қайта ҳисоблаш учун детерминаланган формула мавжуд эмас. SDH технологияли ОТАЛ – оптик толати алоқа линиясининг нормал участкасида BER 10^{-9} - 10^{-10} дан ёмон бўлмаган ҳолда амалга оширилади. WDM технологияси билан эса 10^{-10} - 10^{-12} дан ёмон эмас. Бирок алоқа сифати сифатида у PDH/SDH ли ОТУТни баҳолаш учун фойдаланилмайди. BER ўлчанган киймати (масалан 10^{-9} - 10^{-12} диапазонда) хатоликнинг каналдаги асл даражаси тўғрисида кам гапирилади. BER $<10^{-12}$ бўлган ОТАЛ BER 10^{-7} бўлган йўлдошли алоқа тизимидек бўлган алоқа каналининг истъёмол сифатига тенг. Шунинг учун, тасодифан эмас BER эксплуатацион норма сифатида халқаро уланишлар ва узок алоқанинг таркибий канали учун бевосита фойдаланилмайди, BER нинг ушбу каналларда ўлчанган киймати алоқа сифатининг кўрсаткичи бўлиб хизмат қила олмайди.

2.4.5 кўрсаткичлар норма ва стандартларда кенг фойдаланилади ва келишувларда ҳам кўрсатилади. Улар олдиндан алоқа каналидаги сифатни характерлаб “хатоликли секундлар” тушунчасига асосланиб уларни фақат ўчирилган (OoS)сервисда эмас балки иш жараёнида (ISM)ўлчаш мумкин. Оператив нормалар учун ўлчашлар танланган 4 та стандарт кийматдан: 15 мин, 2 соат, сутка ёки 7 суткада T-интервали давомида ўтказилади.

Аммо, қабуллаш нормалари каналларнинг техник хизмат кўрсатилишида 15 мин ва суткалар кўрсатилади ва келишувларда кўрсатилиши тавсия этилади. ТОАЛ да, масалан, SDH ва WDM тизимларида NMS (Network Management System) тармокли бошқариш тизимига хатоликни секундни назорат қилувчи қурилма ва юқорида тавсифланган кўрсаткичлар мавжуд. Агар NMS бўлмаса, у ҳолда ушбу кўрсаткичларни ўлчаш учун махсус қурилмалар керак. Алоқанинг йўлдошли тизимлари учун (ер усти участкаларини қўшган ҳолда) ушбу кўрсаткичлар стандартларда асосланган нормалардан олинади. Nes

кўрсаткичлар асосан кам сонли хатоликликларни ифодалайди, хатоликликлар пачкасини эмас. Шунга кўра N_{ES} – кўрсаткич етарли эмас. Гурухий хатоликликлар N_{SES} – параметрни ҳисобга олади. Тенг сонли хатоликликларда вақт бўйича уларнинг локализацияси турлича бўлиши мумкин.

Масалан, мисли АЛ – алоқа линияларида асосан яқка хатоликликлар СКС да эса пачкали хатоликликлар иштирок этади. Шуни таъкидлаш жоизки, N_{ES} , N_{SES} параметрларни (ва уларга эквивалент бўлган) Т-ўлчам даври тайёрлик даврига тўлиқ мос тушиши керак. яъни, даврлар ўлчанганда тайёр бўлмаслик бўлмаслиги керак.

6 ва 7 кўрсаткичлар тармоқда кам фойдаланилади ва асосан келишувларда кўрсатилмайди (ТОАЛ фойдаланувчи SDH тармоқларидан ташқари) чунки, уларни ўлчаш воситалари мавжуд эмас. Йўлдошли тармоқларда ушбу кўрсаткичлар бирламчи рақамли каналдан – БРК бошлаб нормаланади (2МБИТ/с, ушбу канал БРЙК – бирламчи рақамли йўлдошли тракт) деб номланади.

8-кўрсаткич (фойдаланиш мумкинлиги). Йўлдошли канал (ЙАК) иккита участкага эга: йўлдошли ва абонент бўлиб уларнинг ҳар бири каналнинг фойдаланиладиган хизматнинг кўрсаткичига эга.

Шунга кўра, фойдаланишнинг умумий кўрсаткичи – А энг яхши ҳолда ($A_{сн} * A_{аб}$) ортик бўлмайди.

Мулоҳаза ва рақамларни келтирамиз. Йўлдошли алоқа канали статистикаси катта узунликдаги хатоликликлар пачкасининг камлиги билан характерланади, шунга кўра $BER=10^{-7}$ бўлганда ҳам $A_{сн}$ канал рухсатини суткалик тестда 99.95-99.97 дан ёмон бўлмаган ҳолда олиш мумкин. А абонент (мисли) линиясининг статистикасида аксинча, нисбатан тез яқка хатоликликлар тўғрисида айтилади. Ушбуга кўра айнан ўша BER да канал рухсати BER – тесқари қайта ҳисоблагандаги катталikka яқин бўлади. бу эса оптик рақамли канал ДРК учун $A_{аб}=99.36$. Ушбу мисолдан кўриниб турибдики, умумий (2 та участкадан ташқил топган) каналнинг рухсати 99.31-99.33 дан афзатроқ бўлмайди. Шунга кўра амада "ўртача"ланган муҳим берилганларни олиш мумкин. Каналнинг тайёр бўлмаган даври – бу SES нинг 10 та кетма-кетли секундида бошланувчи ва SES сиз 16 кетма-кетли секундининг кириб келишигача яқунладиган даврди ва бунда SES - бу 1 секундли давр бўлиб, унинг давомида хатолик коэффиценти 10^{-3} дан ортикроқ бўлган бўлади. SES ни аниқлашда хатоликнинг бошқа (10^{-1} ёки 10^{-5}) даражаларини қараб чиқиши эътиборга молик эмас (уларни стандарт ўлчаш асбоблари ёрдамида ўлчаб бўлмайди).

13.4. BER асосида хатоликликлар кўрсаткичларини баҳолаш методикаси

Хатоликликлар параметрларини баҳолаш учун кўрсаткичларни ҳисоблашнинг (ўлчаш) иккита методикасидан фойдаланилади:

- биринчи методика - ўчирилган сервисда (OoS) канал хатоликлигининг мониторингига асосланган ва секунддаги блоклар сони билан ўлчанадиган маълум узунликдаги блоклар псевдотасодифий кетма-кетлиги ва узатиш тезлигидан фойдаланишга асосланади (ушбу усулга BER - деб номланувчи кўрсаткич асосланган ва у махсус приборлар BER-тестерлари билан ўлчанади).

Иккинчи методика - уланган (ISM) сервисда канал хатоликликларининг мониторингига асосланади ва хатоликликларни аниқлаш процедурасига ва узатишнинг номинал тезлигига боғлиқ бўлган, сервис билан аниқланадиган (ушбу усулга ES, SES, BBE кўрсаткичларини ўлчаш ва ҳисоблаш асосланган) блок узунлигига эга бўлган реал блоклар кетма-кетлигидан фойдаланилади. Алоқа тизимларидаги хатолик параметрларининг самарадорлик кўрсаткичларини баҳолашда қатор муаммолар мавжуд бўлади.

Биринчи методика - хатоликликлар параметрларини тестлашни осонроқ ўтказиш имконини беради ва бунда нисбатан арзон бўлган восита BER-тестеридан фойдаланиш мумкин бўлади. Ушбу усуллардан йўлдошли алоқа каналларида ва радиорелейли линиялардан фойдаланувчи алоқа каналларида кенг фойдаланилади (улар учун, масалан, $BER \leq 10^{-6}$ кўрсаткич канал функционал иш қобилиятининг амалий ўлчови бўлиб ҳисобланади). Лекин, шунга қарамастан ушбу усулдан фойдаланилади.

Тотали оптик узатиш тизимлари учун битлар бўйича хатолик коэффициентни тушунтаси тааллуқлидир. Ушбу коэффициентни турли шовкин манбаларига эга бўлган реал приёмниклар учун аниқлашимиз мумкин. Ушбу ҳолда, приёмник фототокни строблаш йўли орқали қайси бит (0 ёки 1) ҳар бир бит интервалида узатилганлиги тўғрисида қарор қабул қилади. Лекин, шовкинлар тўғрисида ушбу қарор нотўғри бўлиши мумкин. Бу эса хатолик битларнинг пайдо бўлишига олиб келади. BER-ни аниқлаш учун узатилган битни приёмник қандай қабул қилаётганлигини тушуниш керак. Хатоликликларнинг пайдо бўлиши қатор сабаблар ва узатиш шартларидан келиб чиқади. Узатиш шартлари тасодифий характерга эга бўлганлигига кўра ҳамда, хатоликликларнинг тақсимолини тўғрисидаги маълумотларнинг йўқлиги сабабли унинг айрим элементлари етарли даражадаги ишончлилик билан давомли ўлчашлар натижасида аниқланиши мумкин. Амалиётда эса, ТОУТ ни эксплуатацияга киритиш ва унга техник хизмат кўрсатиш учун хатоликликларнинг параметрларининг кийматлари вақтининг етарли даражадаги кичик интервалларига асосланиши зарур.

Хатоликликлар коэффициентини ўлчаш учун махсус BER-тестерлар ишлаб чиқилган бўлиб улар ўз ичига ушбу коэффициентини ўлчовчи псевдо тасодифий генераторларни ва доимий иккилик кетма-кетликларни

хамда, кабул килувчи курилмаларни олади. Кодларни битлар бўйича солиштиришда ўлчашлар битта охириги станцияда ўлчаш йўли билан бажарилиши мумкин ва бунда карама-карши томонига тлейор ўрнатилади. Бошқа усул фойдаланиладиган кодларнинг кўплигига асосан хатоликликларни ажратишга асосланган. Ушбу усулдан узатувчи томондан тракт ёки линия участкасининг кабул килувчи томонигача бўлган ўлчашларда фойдаланилади, бунда хатоликликларнинг ажратилиши ёки фиксацияланиши кабул охирида амалга оширилади.

13.5 Хатолик коэффициентини ўлчаш

Хатолик коэффициенти – линияли трактнинг зарурий характеристикаси бўлиб ҳисобланади. Ушбу коэффициент регенерациянинг алоҳида участкалари ва тўлик тракт учун ўлчанади. Хатолик коэффициенти $k_{\text{хатолик}}$ куйидаги ифодадан аниқланади:

$$k_{\text{хатолик}} = N_{\text{хатолик}} / N, \quad (13.1)$$

бу ерда N – вақт интервалида узатилган символларнинг умумий сони;

$N_{\text{хатолик}}$ – вақт интервали ичидаги кабул қилинган хатолик символлар сони.

Хатолик коэффициентини ўлчаш статистик характерга эга, чунки, олинган натижа тасодифий катталик бўлиб ҳисобланади.

Хатоликликлар сонининг, $N \geq 10$ бўлганда, нормал тақсимоти конунига кўра ўлчашнинг нисбий хатоликлигини куйидаги ифодадан аниқлаш мумкин:

$$\eta = \frac{t_{\beta}}{\sqrt{N_{\text{хатолик}}}}. \quad (13.2)$$

Бунда: t_{β} коэффициент бўлиб, ўлчаш натижасининг ишонч эҳтимолининг белгиси.

$$t_{\beta} = \frac{1 + \beta}{2} \Phi^*(x), \quad (13.3)$$

бу ерда $\Phi^*(x)$ эҳтимолиятлар интегралли $\Phi(x)$ нинг тескари функциясиدير.

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-t^2/2} dt. \quad (13.4)$$

$k_{\text{хатолик}}$ киймати. $P_{\text{хатолик}}$ – халакитга бардошлилик микдорий баҳосининг эҳтимоллий хатоликлигини баҳолаш имкониятини беради.

Баҳолашнинг мумкин бўлган кийматлар соҳасида берилган ишонч эҳтимоллиги билан $P_{\text{хатолик}}$ – киймати ётади, бу киймат юқори ($P_{\text{ю}}$) ва паст ($P_{\text{паст}}$) ишонч чегаралари билан аникланади. Хатоликликлар сонининг нормал тақсимот қонунида $P_{\text{ю}}$ ва $P_{\text{паст}}$ кийматлари қуйидаги ифода билан аникланади:

$$P_{\text{ю}} = k_{\text{хатолик}} + t_{\beta} \sqrt{\frac{k_{\text{хатолик}}(1 - k_{\text{хатолик}})}{N}}, \quad (13.5)$$

$$P_{\text{паст}} = k_{\text{хатолик}} - t_{\beta} \sqrt{\frac{425 k_{\text{хатолик}}(1 - k_{\text{хатолик}})}{N}} \quad (13.6)$$

Ажабланишлики, N – ортиб бориши билан хатолик эҳтимоллиги аниқлик баҳоси ва хатолик коэффициенти ўсади. T ўлчаш интервалидаги узатилган рақамли сигналдаги умумий символлар сони, узатиш тезлигига $V : N = TV$ боғлиқ. Бундан шундай хулоса келиб чиқадики, узатиш тезлиги қанча катта бўлса, хатолик коэффициентини шунча тез ва аниқроқ баҳолаш мумкин бўлади.

$k_{\text{хатолик}}$ нинг ишончли киймати барча хатоликликлар аниқлангандагина ва қайд қилингандагина олиниши мумкин. Бунга қабул қилинган ва узатилган кодли комбинацияларнинг кетма-кетлигини символлар бўйича солиштириш йўли билан эришилади. Хатоликликларни бундай усулда ажратиб олишдан ўлчашларни “шлейф бўйича” ташкил қилинганда фойдаланилади. Ушбу ҳолда трактнинг хатолик коэффициенти битта охириги станциядан ўлчанади, трактнинг қарама-қарши охирига эса шлейф ўрнатилади. Хатоликликларни ажратишнинг бошқа усули линияда кодларни узатиш учун фойдаланиладиган хоссаларига асосланади, ушбу хоссалар кўпайганлик жисобига хатоликни аниқлаш имконини беради. Ушбу ҳол хатолик коэффициенти “йўналиш бўйича” ўлчаниши мумкин, ушбу ҳолда хатоликликлар сонини ажратиш ва қайдлаш трактнинг қабул қилувчи охирида амалга оширилади. Хатолик коэффициентини ўлчаш учун махсус ўлчагичлар – хатолик коэффициенти ўлчагичи (ИКО) ишлаб чиқилган. Унинг таркибида псевдотасодифий ёки код ва линиядаги символларнинг доимий кетма-кетлиги генераторлари, хатолик коэффициентини ўлчовчи хусусий қабул қилувчи қуролма мавжуд. Хатолик коэффициентини “шлейф бўйича” ўлчаш битта комплектни, хатолик коэффициентини “йўналиш бўйича” ўлчаш иккита ўлчагичлар комплектини талаб этади. Биринчи ҳолда битта охириги пунктда ИКО комплекти жойлаштирилади, қарама-қарши бўлган охириги пунктда шлейф ўрнатилади. Хатолик коэффициентининг ўлчанган киймати рақами

сигналнинг икала йўналишидан ўтгандаги сифатини баҳолайди. Иккинчи ҳолда ИКО нинг биттадан комплектини чизикли тракт ёки регенерацион участканинг карама-карши бўлган охирига жойлаштирилади. Хатолик коэффициентининг баҳолалиши ҳар бир йўналиш учун алоҳида амалга оширилади.

Қуйида, хатолик коэффициентини ўлчаш техникасига доир маълумотларни келтирамиз. Хатолик коэффициентини символлар бўйича таққослаш йўли билан ва хатолик қабул қилинган импульсларни ҳисобга олинишини қараб чиқамиз. Бунинг учун ўлчашлардан олдин узатувчи станцияда оптик аттенуатор ёрдамида линияли тракт аппаратурасининг (T_y) техник шартида кўрсатилган оптик нурланиш даражаси ўрнатилади. Кейин, узатиш охирига синов сигналларининг генератори, қабул қилиш қисмига — хатолик коэффициенти ўлчлагичи уланади ва ўрта кувват даражасининг қиймати ўзгартрилиб, хатолик коэффициенти ўлчанади. Ўлчаш вақти узатиш тезлигига, ахборот ҳажмига ва BERj хатолик коэффициенти қийматига боғлиқ ҳолда аниқланади.

Оптик нурланишнинг ўрнатилган даражасидаги хатолик коэффициенти ифодадан ҳисобланади.

$$K_{\text{хатолик}} = K \pm \Delta K_{\text{хатолик}} \alpha \quad (13.7)$$

$$\text{бу ерда: } \bar{K} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{\text{хатолик}} \quad (13.8)$$

$$\Delta k_{\text{хатолик}} = \sqrt{\frac{1}{n-4} \sum_{i=1}^n (\bar{K} - K_{\text{хатолик}})^2} \quad (13.9)$$

Бунда $\Delta k_{\text{хатолик}}$ ва K – хатолик ва 3 минутли интервали 5та ва кўпроқ ўлчашлардаги хатолик коэффициенти нинг ўрта қиймати, мос ҳолда, α – коэффициент нинг ўлчашларни бажаришдаги ўлчаш хатоликликларини ҳисобга олувчи коэффициентлар.

13.6. Хатолик коэффициентини (ХК) техник воситалар (ТВ) билан ўлчаш ва баҳолаш

Толали оптик узатиш тизимлари (ТОУТ)нинг асосий интеграл параметрларидан бири хатоликликлар коэффициенти бўлиб линияли тракт хатоликликлар эҳтимолиятининг экспериментал баҳоси бўлиб ҳисобланади. Хатоликликларнинг асосий сабаблари бўлиб фото қабул қилувчи қурilmанинг флукутацион шовқинлари ва унинг кириш оптик

сигнали билан ўта юкланишидир. Фото қабул қилувчи қурилманинг шовқинлари унинг схемаси. фото қабул қилгич тури ва ТООУТ да маълумотларни узатиш тезлиги билан аниқланади ҳамда ушбу шовқинлар фото қабул қилувчи қурилманинг чиқишидаги сигналнинг шовқинга бўлган нисбатини камайтиради ва чизикли трактда берилган нурланиш қувватида сўнишнинг, яъни максимал йўл қўйиладиган сўнишни аниқлайди. Фото қабул қилувчи қурилманинг ўта юкланиши символлараро бузилишларнинг пайдо бўлишига ва хатоликликлар эҳтимоллигининг ортишига олиб келади. Символлараро бузилишлар чизикли трактда берилган нурланиш қувватида минимал йўл қўйиладиган сўнишни аниқлайди. “Бир” ва “нол” ларни тенг эҳтимолли узатишдаги хатоликликлар эҳтимоллигини қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:

$$P_{\text{хато}} = 0,5 \cdot [P(0/1) + P(1/0)], \quad (13.10)$$

бу ерда $P(0/1)$ –“1” ни узатишдаги “0” ни қабул қилиш эҳтимоллиги (бирни ўтказиш эҳтимоллиги);

$P(1/0)$ –“0” ни узатишдаги “1” қабул қилиш эҳтимоллиги (ортиқча “бир”ни қабул қилиш эҳтимоллиги).

Хатолик коэффициенти, ўлчаш вақти оралигида қайдланган хатолик символлар сони - “m” нинг қабул қилинган “n” – умумий символлар сонига бўлган нисбати билан аниқланади.

$$k_{\text{хато}} = \frac{m}{n}. \quad (13.11)$$

Узунлиги 2500 км бўлган линияли алоканинг рақамли телефон каналларида, халқаро (ITU-T G 821-Тавсия) стандартга мувофиқ 10^7 битли ахборотни узатишда иккитадан ортиқ бўлмаган хатоликка йўл қўйилади. Замонавий ТООУТ даги хатоликликлар коэффициентини 10^{-9} – 10^{-12} бўлади.

Фото қабул қилувчи қурилма ва ТООУТ параметрларини ўлчашда хатолик коэффициентини ўлчаш ёки унинг қийматини назорат қилиш зарурий ҳолдир.

Рақамли ТООУТ хатолик коэффициентини ўлчаш ва баҳолаш иккита усул билан амалга оширилади.

1. Битлар бўйича таққослаш усули. Ушбу усулда қабул қилинган сигналнинг кам сонли элементлари псевдотасодифий генератордан юборилган рақамли ўлчов сигналнинг кам сонли элементлари билан таққосланади.

2. Қабул қилинган рақамли сигналдаги кодни шакллантириш алгоритмидаги бузилишларни аниқлаш усули.

Хатоликликларни, узатилган ва қабул қилинган сигналларни элементлари бўйича таққослаш орқали аниқлайдиган ўлчогичлар биринчи

турдаги хатолик коэффициентни ўлчагичлари. ИКО-1 деб номланади (биринчи усул). Ушбу усулда алоқа узилади. Қабул қилинган сигналдаги код алгоритмининг бузилишлари аниқланганда юзага чиқадиган хатоликликларни ўлчайдиган ўлчагичлар, хатолик коэффициентини ўлчовчи иккинчи турдаги ИКО-2 ўлчагичлари бўлиб ҳисобланиб улар рақамли узатиш тизимларининг аппаратураси тартибига киради ва хатоликликлар коэффициентини ўлчашни алоқани узмасдан бажарилишини таъминлайди. ИКО-2 ўлчагичнинг иш тамойили линиявий коднинг тузилишини бузувчи импульслар сонини аниқлашга асосланган. Чизикли тракт орқали ўтган импульсларнинг умумий сонига нисбатан саналган бузилишлар сони хатоликликлар коэффициентини аниқлайди. Берилган ишонч эҳтимоллиги β ва ўлчаш аниқлигига эга бўлган маълум катталикнинг $k_{\text{хатолик}}$ – хатолик коэффициентини ўлчаш учун зарурий бўлган вақт куйидаги ифода билан аниқланади.

$$T_{\text{уч}} = \frac{t_{\beta}^2}{\alpha^2 \cdot F \cdot k_{\text{хатолик}}} \quad (13.12)$$

бу ерда: \dot{F} – ахборотни узатиш тезлиги, бит/с;

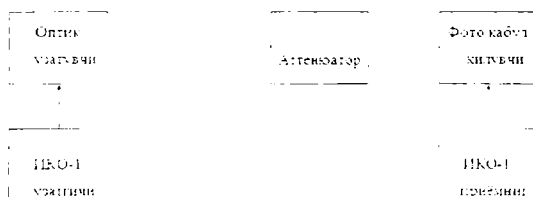
t_{β} – нинг β -га боғлиқ ҳолдаги киймати 13.1 жадвалда келтирилган.

t_{β} – кийматининг β -га боғлиқлиги

13.1-жадвал

| | | | |
|-------------|-------|------|------|
| β | 0,8 | 0,9 | 0,95 |
| t_{β} | 1,282 | 1,64 | 1,96 |
| | 3 | 0 | |

ИКО-1, аттенуатор билан биргаликда оптик қувватни назорат қилмасдан туриб регенерацион участкадаги энергетик захирани аниқлаш учун ишлатилиши мумкин. Ўлчаш схемаси 13.3-расмда келтирилган. Энергетик захира (запас) аттенуатордаги сўниш билан аниқланади, ушбу ҳолда, хатолик коэффициентининг киймати йўл қўйиладиган катталikka тенг бўлади.



13.3-расм. Энергетик захирани ўлчаш схемаси

14. АХБОРОТ-ЎЛЧАШ ТИЗИМЛАРИ ВА МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТИ

14.1. Ахборот-ўлчаш тизимларига оид атама ва тушунчалар

Замонавий ахборот ўлчов тизимлари ағпаратуравий ва дастурий воситаларга эга бўлганлиги сабабли ҳамда ўлчанадиган катталикларнинг номрўйхатининг кенгайиши, ўлчашларни кескин ташки омиллар (юкори харорат, юкори босим, ионловчи нурланиш ва б.к.) таъсирда ҳам амалга оширилишини таъминлаши ҳисобига ўлчов тизимларининг метрологик таъминоти муҳим аҳамият касб этмокда. Баъзан, объект параметрлари тўғрисидаги маълумотни олиш учун комплекс ўлчашларни бажариш зарур бўлади. Кўрсатилган масалалар ахборот ўлчов тизимлари (АЎТ) ёрдамида муваффақиятли ечилиши ҳисобига ушбу тизимлардан радиотехник қурилмаларда ҳам кенг миқёсда фойдаланилмокда. Юқоридагиларга асосан. “Радиотехника” таълим йўналиши битирувчилари АЎТни ишлаб чиқиш ва фойдаланишда уларга доир илмий-ташкилий ва техник масалаларни еча оладиган малакали мутахассис бўлишларида ушбу тизим ишнини билишлари ёрдам беради. Маълумки, АЎТ таркибини ташкил этувчиларидан бири бўлиб ўлчов тизимлари (ЎТ) ҳисобланади.

Дастлаб, ўлчов тизимларига таъриф берамиз:

Ўлчов тизими (ЎТ) дейилганда, ўлчаш, боғловчи, ҳисобловчи компонентлар, ўлчаш каналларини ташкил этувчилари, ёрдамчи қурилмалар (ЎТ компонентлари) мажмуаси тушунилиб, улар ягона, яхлит тарзда қуйидаги максадлар учун мўлжалланган:

- ўлчаш ўзгарткичлари ёрдамида объектнинг ҳолати тўғрисида ахборот олиш;

- ўлчаш натижаларига ишлов бериш;

- қайд қилиш ва ўлчаш натижаларини индикацияси ва улар ишловининг натижалари;

ЎТ-1 тайёрловчи томонидан тугалланган комплектланган ускуна сифатида ишлаб чиқарилади. Уларни фойдаланиладиган жойга ўрнатиш учун эксплуатацион ҳужжатларда етарлича кўрсатмалар берилиб уларда ЎТ ўлчов каналларининг (ЎК) метрологик характеристикалари меъёрланган бўлади.

ЎТ-2 конкрет объектлар учун лойихаланади ва тугалланган ускуна сифатида фойдаланиш объектида қабул қилинади.

ЎТни эксплуатация жойида ўрнатиш, лойихавий ҳужжатларга унинг компонентлари ҳужжатларига мувофиқ холда амалга оширилиб, уларда ЎТ, ўлчов каналларининг ва компонентларининг метрологик характеристикалари (МХ) меъёрланган бўлади. Санаб ўтилган ЎТнинг турлари автоном равишда ҳамда, анча мураккаб бўлган тузилмалар (ахборот ўлчов тизимлари): назорат тизимида: диагностикалаш, синаш қурилмаларида

хамда технологик жараёнларни бошқаришнинг автоматик тизимларида) таркибида фойдаланилиши мумкин. Энди, ЎТнинг ўлчов каналига (ЎК) изоҳ берамиз.

ЎТнинг ЎК конструктив ёки функционал ажраладиган қисми бўлиб, тугалланган функцияни яъни, ўлчанадиган катталикни қабул қилишдан тортиб ўлчаш натижаси олингунча. бажариши тушунилади.

ЎТнинг объект билан ўзаро таъсирлашуви 14.1-расм ёрдамида тасвирланади.

ЎК-2 киришнинг ўлчов каналлари объектнинг ҳолати тўғрисидаги маълумотни олиш учун мўлжалланган.

ЎК-1 чиқиш каналлари объектга таъсир кўрсатишни шакллантириш учун мўлжалланган. Электрон ҳисоблаш машиналари-ўлчаш натижаларига ишлов бериш, қайдлаш ва ўлчаш натижаларини индикациялаш учун хизмат қилади.

ЎК – компонентлардан ташкил топган бўлиб, қуйидаги техник қурилмалар тушунилади, улар ЎТ таркибига кириб, ўлчаш жараёнида кўзда тутилган функциялардан бирини бажаради. Ушбу функцияларга мувофиқ ҳолда компонентлар қуйидагиларга бўлинади:

- ўлчовчи;
- боғловчи;
- ҳисобловчи;
- комплекс;
- ёрдамчи.

ЎТ компонентларининг вазифаси ва қурилмаларнинг намуналари 14.1-жадвалда келтирилган.

14.2. Ўлчаш тизимларининг классификацияси

ЎТнинг классификацияланиш белгиларидан бири бўлиб лойиҳалашнинг хусусияти ҳисобланади:

- объектга боғлиқ бўлмаган ЎТ-1 (намуна ЎТ);
 - конкрет объект учун (объектлар гуруҳи) ЎТ-2 (ягона нусхадаги ЎТ).
- ЎК оддий ва мураккаб бўлиши мумкин.

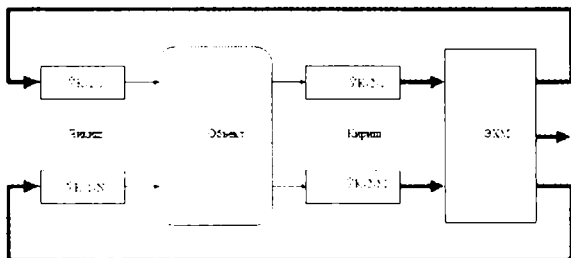
Оддий ЎКда кетма-кетли ўлчаш ўзгартичлари йўли билан бевосита ўлчаш усули амалга оширилади.

Мураккаб ЎК бирламчи қисмида бир нечта оддий ЎКнинг мажмуаси бўлиб, уларнинг чиқишдаги сигналлар бевосита, биргаликда ва бирлаштириб ўлчаш натижаларини олиш учун фойдаланилади.

ЎТ бошқа классификацион белгилари хизмат кўрсатиш характеридир (хизмат кўрсатиладиган, хизмат кўрсатилмайдиган). Хизмат кўрсатиладиган ЎТ классификацион учун бир ёки бир нечта кўп маротаба бажариладиган (даврий) тадбирларнинг мавжудлиги характерлидир:

- техник хизмат кўрсатиш;

- таъмирлаш;
- даражалаш;
- киёслаш (ёки калибрлаш).



14.1-расм. Ўлчов в тизимининг объект билан ўзаро таъсирлашиши.

14.1-жадвал

ЎТ компонентларининг вазифаси

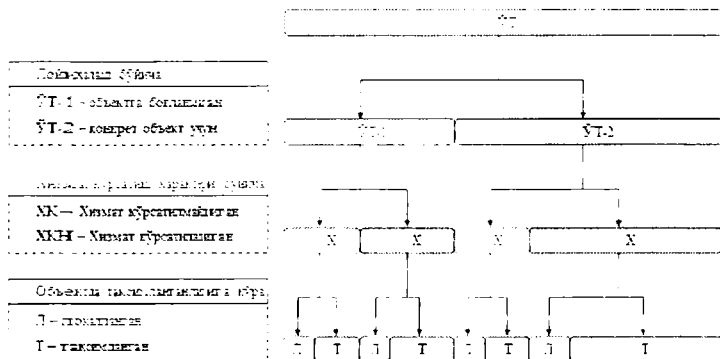
| Номи | Вазифаси | ЎТ компонентини амалга оширувчи қурилма |
|----------------------------|--|--|
| ЎТнинг ўлчаш компонентлари | Ўлчашлар ва катталикларни ўлчаш ўзгартиришлари учун | Метрологик характеристикалари алоҳида нормаланган ўлчаш воситалари: ўлчаш асбоби, ўлчаш ўзгарткичи (бирламчи, оралик, ўлчаш коммутатори, аналог филтър ва б.к.), ўлчов |
| ЎТнинг боғловчи компоненти | ЎТнинг бир компонентидан бошқа компонентига ўлчанаётган катталик тўғрисида ахборот элтувчи сигналларни минимал бузилишлар | Техник қурилма, алоқанинг симли линияси, радиоканал, алоқанинг |
| | билан узатиш учун | 14.1-жадвалнинг давоми телефон линияси. Ўтиш қурилмалари |
| ЎТнинг ҳисоблаш компоненти | Бевосита, билвосита, биргаликда, бирлаштириш ўлчаш натижаларини ҳисоблаш учун ҳамда логик операциялар ва ЎТ ишини бошқариш | Дастурий таъминотли рақамли ҳисоблаш қурилмаси |
| ЎТнинг комплекс | Ўлчаш ўзгартришларини, ҳисоблаш ва логик | Ўлчов-ҳисоблаш комплекси, контроллер, дастурий -- техник |

| | | |
|---------------------------------|---|--|
| КОМПОНЕНТИ | операцияларни яқунлаш хамда ЎТнинг чиқиш сигналларини ишлаб чиқиш учун | комплекс. |
| ЎТнинг ёрдамчи компоненти | ЎТнинг нормал ишлаши учун, лекин, ўлчаш ўзгартиришларида иштирок этмайди | Таъминлаш манбаи, ЎТни бошқариш ва фойдаланиш кулайлигини таъминловчи қурилма |

Хизмат кўрсатилмайдиган ЎТ классси учун даражалаш ва бирламчи киёслаш (ёки калибрлаш) тайёрлангандан кейин бир маротабагина бажарилади. Бунда, техник хизмат кўрсатиш, таъмирлаш ва даврий киёсланиши (ёки калибрланиши) хизмат кўрсатилмайдиган ЎТда назарда тутилмаган, чунки бундай ЎТнинг хизмат кўрсатиш муддати кагта эмас.

Локаллашган ЎТ учун метрологик текширув кўпчиликл холларда битта мутахассис томонидан бажарилади. Ундан ташқари бошка классификацион белгилар ҳам фойдаланилиши мумкин, масалан, резерв ЎТнинг мавжудлиги, ЎТнинг ишида вақтли танаффуслар бўлиши мумкин.

Иллюстрация сифатида ЎТ классификацияси 14.2-расмда келтирилган бўлиб, ҳар бир қараб чиқилган белгилар бўйича 14.2-расмга мувофиқ холда территориал тақсимланган хизмат кўрсатиладиган ЎТ кўпроқ тарқалган бўлиб, улар конкрет объект учун лойиҳаланган, территориал локалланган хизмат кўрсатилмайдиган ЎТ – энг кам тарқатгандир. Классификациялаш белгилари асосида ЎТнинг метрологик таъминоти бўлган талаблар ва хусусиятларни ифода қиламиз.



14.2-расм. ЎТнинг классификацияси.

ЎТ метрологик таъминотининг хусусиятлари ва талаблари

| № | Классификация белгиси | ЎТ класслари | |
|---------------------------------------|--|--|---|
| | | ЎТ-1 | ЎТ-2 |
| ЎТнинг хусусиятлари | | | |
| | 1. ЎТнинг сони ва ном рўйхати | Турнинг тафсилоти чегарасида ўзгариши мумкин | Турнинг тафсилоти билан регламентланган |
| | 2. ЎТнинг таркиби | Турнинг тафсилоти билан регламентланган | |
| | 3. Модернизация | Турнинг тафсилоти чегарасида ўзгариши мумкин | Эътиборга олинмаган |
| ЎТнинг метрологик таъминот тадбирлари | | | |
| | 1. Қабул-топшириш синовлари | Тайёрловчида ёки объектда | Объектда ўтказилади |
| 1 | 2. Турни тасдиқлаш мақсадида синаш | ЎТ-1 нинг бир ва бир нечта нусхалари учун ўтказилади. Ном рўйхати ва таркиби бўйича ЎК нинг барча турлари-ни ўз ичига олади. | ЎТ-2 нинг хар бир нусхаси учун ўтказилади. |
| | 3. Тасдиқланган турга мувофиқлигини текшириш мақсадида синаш | Қуйидаги ҳолларда ўтказилади: а) ЎТ сифатининг ёмонлашувида; б) Метрологик характеристикаларга таъсир кўрсатувчи ўзгаришлар киритилганда; в) Тури тасдиқлан-ганлиги тўғрисидаги сертификатнинг амал қилиш муддати тугаганда (5 йил) | Эътиборга олинмаган |
| | 4. Эксплуатацияга киритишдаги бирламчи қиёслаш | ЎТ хар бир нусхаси учун тайёрловчида ёки объектда ўтказилади | Қиёслаш тўғрисидаги гувоҳнома кўзда тутилмаган, турни тасдиқлаш мақсадида синаш натижалари бўйича расмийлаштирилади |
| | 5. Таъмирлангандан | Объектда ўтказилади | |

| № | Классификация белгиси | ЎТ класслари | |
|-------------------------------------|---|--|---|
| | кейинги бирламчи киёслаш | | |
| | 6. Даврий киёслаш | Объектда ўтказилади | |
| 2 | Хизмат кўрсатиш характери бўйича | Хизмат кўрсатилмайдиган | Хизмат кўрсатиладиган |
| | ЎТ метрологик таъминоти тадбирлари | | |
| | 1. Киёслаш | Эксплуатацияга киритишдаги факат бирламчи киёслаш | Эксплуатацияга киритишда бирламчи сифатида ҳамда даврий |
| | 2. Техник хизмат кўрсатиш, созлаш, таъмирлаш | Кўзда тутилмаган | Бўлиши мумкин |
| 3 | Объектда тахсимланганлигига кўра | Локаллашган | Тахсимланган |
| | ЎТ метрологик таъминотининг хусусиятлари | | |
| | 1. Фойдаланиладиган ходимлар сони 2. Ходимнинг алоқа воситалари билан таъминланганлиги | Битта мутахассис етарли | Камида иккита мутахассис |
| 3. Эталонларга қўйиладиган талаблар | Шарт эмас | Шарт Кичик ўлчамли, енгил, мобил, ишга тайёрлашга бўлган вақтнинг камлиги. Эксплуатациянинг ишчи шароитларида метрологик характеристикаларни кенг диапазонда сактовчи | |
| 4 | Эксплуатация шароитларининг назоратига бўлган талаблар | Битта бинолаги шароитлар назорати етарли | Бир нечта бинолардаги шароитларни назорат қилиш талаб этилади |

14.3. Ўлчаш тизимларининг характеристикалари ва умумлашган схемалари

Ўлчаш тизимларининг зарурий характеристикалари бўлиб, самарадорлиги, функцияларни бажаришнинг ишончлилиги, тезкорлиги, қириш ва ч икиш характеристикалари ҳамда метрологияси ҳисобланади.

Ўлчов тизимларининг самарадорлиги.

28

Дастлаб, ўлчаш тизимларининг зарурий характеристикаларидан бири иктисодий самарадорлик тўғрисидаги маълумотларни таҳлил қиламиз. Самарадорлик дейилганда тизим ишлатилганда объект ишининг яхшиланиши тушунилади. Иктисодий самарадорликнинг ўсиши куйидаги ифода билан берилади.

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 \quad (14.1)$$

бу ерда, \mathcal{E}_2 – ўлчаш тизими қўлланилган берилган вақт оралигидаги объектдан кўрилган иктисодий эффект, \mathcal{E}_1 – ўлчаш тизимсиз берилган вақт оралигидаги объектдан кўрилган иктисодий эффект

Иктисодий эффектни умум тан олинган тўлик харажатлар мезони бўйича ҳисоблаш мақсадга мувофиқ бўлади. Турли ўлчаш тизимларини солиштириш учун самарадорликнинг нормаланган кўрсаткичи, самарадорлик коэффициентидан фойдаланиш кулайроқдир.

$$\eta = \frac{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}{\mathcal{O}_n - \mathcal{O}}, \quad (14.2)$$

бу ерда, \mathcal{E}_n – идеал ўлчаш тизимидан фойдаланилгандаги объектдан кўрилган иктисодий самара.

Бақариладиган функцияларнинг тўлиқлиги, яъни назоратдаги ёки бошқариладиган объект ўлчаш тизимининг камраб олинишидир.

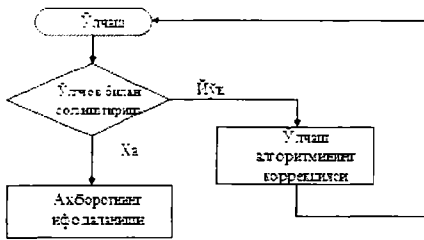
Тўлиқликни характерловчи коэффициент

$$P = \frac{N_k}{N}, \quad (14.3)$$

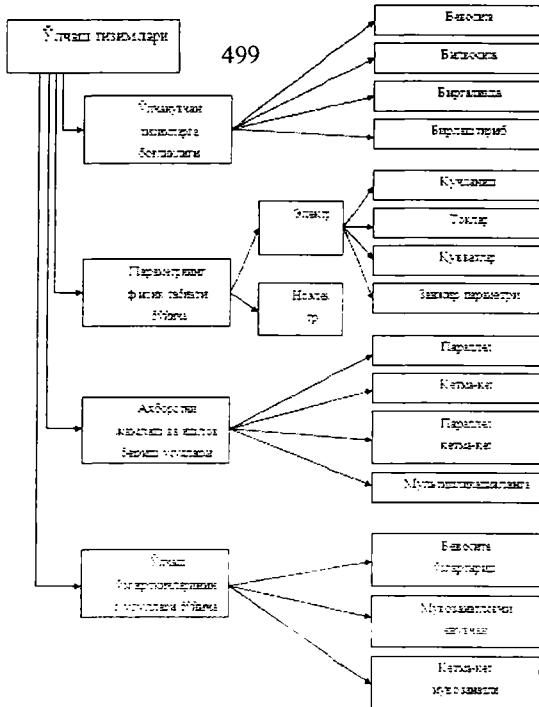
бу ерда, N_k – ўлчаш тизими камраб олган объект параметрларининг сони, N – объект параметрларининг умумий сони (масалан, назорат, ўлчаш, бошқариш).

Ҳақиқийлик умумлашган характеристикалардан ҳисобланади. Ҳақиқийлик аҳамиятли омилларидан бўлиб назорат қилинувчи параметрларнинг ўлчаш аниқлиги бўлиб ишончлик ва бутун қурилманинг халақитбардошлиги ҳисобланади.

Алгоритмик тузилмаларнинг энг содда ва кенг тарқалган шакли бўлиб, 14.3-расмда келтирилган блок схема ҳисобланади.



14.3-расм. Катталикини ўлчаш алгоритми блок-схемаси



14.4-расм. Ўлчаш тизимларининг содалаштирилган классификацияси

Ўлчаш тизимлари яқиндан ва узоқдан таъсирлашиши мумкин. Тизимнинг киришига вақт бўйича ўзгарувчан ва фазода тақсимланган катталиклардан берилиши мумкин. Ўлчаш тизимларининг содалаштирилган классификацияси 14.4-расмда келтирилган.

14.4. Ўлчаш тизимларининг метрологик характеристикалари

24

Амалдаги стандарт талабларига кўра ҳар бир ўлчов тизимларининг (ЎТ) ўлчаш каналлари (ЎК) учун метрологик характеристикалари меъёрланган бўлиши керак. Норматив ҳужжатларга мувофиқ ҳолда ЎТ ЎК меъёрланадиган метрологик характеристикаларининг рўйхати 14.3-жадвалда келтирилган. Таҳлил шуни кўрсатадики, ЎТ ЎК нинг метрологик характеристикаларини қатор гуруҳлар учун меъёрлаш, масалан ўзгартириш функциясининг характеристикаси (1-гуруҳ), динамик характеристикалар (4-гуруҳ) ва объект билан таъсирлашувчи характеристикалар ўлчаш воситаларининг метрологик характеристикаларини меъёрлаш билан баробардир. Шу билан биргаликда ЎТ ЎК нинг хатоликликлар характеристикаси (2-гуруҳ) ва таъсир этувчи катталикларга бўлган сезгирлик характеристикаси (3-гуруҳ) айрим хусусиятга эга бўлиб, меъёрлаш қуйидаги ҳолатлар ҳисобга олинган ҳолда ўтказилиши керак.

Биринчидан, ташкил этувчиларга бўлинган хатоликликлар характеристикалари (14.3-жадвалнинг 2.1-пункти) ўлчаш натижалари хатоликликларининг чегараларини ҳисоблашнинг анча аниқроқ усулларини таъминлайди, шунинг учун. регламентация. ўлчаш хатоликликларини ташкил этувчига бўлмайдиган регламентациядан афзалроқ ҳисобланади (14.3-жадвалнинг 2.2-пункти).

Иккинчидан, хатоликликлар характеристикалари ЎТ ЎКнинг нормал ёки кўлланилишининг ишчи шароитларида меъёрланиши мумкин.

Учинчидан, ЎТ ЎКнинг метрологик характеристикаларини регламентлаш, ЎТ ЎК компонентларининг метрологик характеристикаларини меъёрланиши ни инкор этмайди.

14.3-жадвал

ЎТ ЎК метрологик характеристикаларининг рўйхати

| № | Метрологик характеристика | Меъёрлаш усуллари |
|-------|---|---|
| 1 | Ўзгартириш функциясининг характеристикаси | Номинал ўзгартириш функцияси |
| | | Чиқиш коди |
| | | Код разрядларининг сони |
| | | Энг кичик код разряди бирлигининг номинал қиймати |
| 2 | | Хатоликликлар характеристикаси |
| 2.1.1 | Хатоликни систематик ташкил этувчиси- | Хатоликни систематик ташкил этувчисининг йўл қўйиладиган (ёки ишонч чегаралари) чегаралари |
| | | Хатоликни систематик ташкил этувчисининг йўл қўйиладиган (ёки ишонч чегаралари) чегаралари. |

| | | |
|--------------------|--|--|
| | нинг характеристи- калари | математик кутил-маси ва хатоликни систематик ташкил этувчисининг ўрта квадратик четланиши. Хатоликни систематик ташкил этувчисининг йўл қўйиладиган (ёки ишонч чегаралари) |
| 14.3-жадвал давоми | | |
| | | чегаралари, берилган вақт интервалида хатоликнинг систематик ташкил этувчисининг (ёки ишонч чегаралари) йўл қўйиладиган ўзгариш чегаралари. |
| 2.12 | Хатоликни тасодифий ташкил этувчиси- нинг характерис- тикалари | Хатоликни тасодифий ташкил этувчиси ўрта квадратик четланишининг йўл қўйиладиган чегараси |
| | | Хатоликни тасодифий ташкил этувчиси ўрта квадратик четланишнинг йўл қўйиладиган чегаралари. ЎТЎК хатоликлиги тасодифий ташкил этувчиси-нинг номинал нормалланган автокорреляцион функцияси ва ундан четланишнинг йўл қўйиладиган чегараси. |
| | | Хатоликни тасодифий ташкил этувчиси ўрта квадратик четланишнинг йўл қўйиладиган чегараси. ЎТЎК хатоликлиги тасодифий ташкил этувчиси-нинг номинал спектрал зичлиги ва ундан четланишнинг йўл қўйиладиган чегараси. |
| 14.3-жадвал давоми | | |
| 2.2 | Ташкил этувчиларга ажратилмаган хатолик характеристи- калари | Хатоликнинг йўл қўйиладиган (ёки ишонч чегаралари) чегаралари |
| | | Хатоликнинг йўл қўйиладиган (ёки ишонч чегаралари) чегаралари. математик кутилмаси ва ўрта квадратик четланиши |
| 3 | Таъсир этувчи катталиқ- ларга бўлган сезгирлик характерис- | Хатоликни систематик ташкил этувчисининг йўл қўйиладиган (ёки ишонч чегаралари) чегаралари. берилган вақт интервалида хатоликнинг систематик ташкил этувчисининг (ёки ишонч чегаралари) йўл қўйиладиган ўзгариш чегаралари |
| | | Номинал таъсир функцияси ва ундан йўл қўйилган четланишлар (ишонч чегаралари) чегаралари ЎТ ЎК метрологик характеристикалари ўзгаришларининг йўл қўйиладиган чегаралари. бу ўзгаришлар. ташки таъсир |

| тикалари | | 14.3-жадвал давоми |
|----------|--|--|
| | | этувчи катталикларнинг ва кириш сигнали ноинформатив параметрларнинг номинал қийматларидан четланиши хисобига пайдо бўлади |
| | | Таъсир кўрсатишнинг динамик характеристикалари, масалан: а) вақт бўйича ўзгарувчи таъсир этувчи катталик ва ЎТ ЎКнинг чиқиш сигнали орасидаги боғланишнинг номинал функцияси ҳамда ундан четланишининг йўл қўйилдиган чегараси б) Кўрсатишларни ёки ЎТ ЎКнинг чиқиш сигнални ўрнатиш вақти |
| 4 | | Динамик характеристикалар |
| 4.1 | Тўлиқ динамик характеристикалар | Ўтиш характеристикаси Импульсли ўтиш характеристикаси Амплитуда-фазавий характеристика Амплитуда-частотавий ва фаза-частотавий характеристикалар бирлашмаси Қайтиш функцияси |
| | | 14.3-жадвал давоми |
| 4.2 | Хусусий динамик характеристикалар | ЎТ ЎКнинг ўлчаш (ёки чиқиш сигнални ўрнатиш) вақти Натижалар берилишини тўхтатиш вақти Хисобни муддатлаш хатоликлиги Ўлчашларнинг максимал частотаси (тезлиги) |
| 5 | Ўлчаш объекти билан ўзаро таъсирлашиш характеристикалари | ЎТ ЎКнинг кириш ёки чиқиш импеданси |

Стандартлар РЎКнинг ўлчаш имкониятларининг метрологик характеристикаларини меъёрлаш, РЎК хисоблаш компоненталарининг метрологик характеристикаларини меъёрлашни назарда тутди.

Бажарилган тахтилар шуни кўрсатадики, ЎКнинг метрологик характеристикаларини меъёрлаш, мураккаб кўп вариантли масала бўлиб хисобланади. Меъёрлашнинг у ёки бу вариантини танлаш ЎТ ёки ЎКни юқорида эслатилган классификацион белгилари ва қуйидаги баён қилинадиган тасдиқлаш усуллари билан аниқланади. (14.5-расм) Билвосита

(биргаликда, бирлаштириб) ўлчашларни амалга оширувчи мураккаб ЎК характеристикаларини меъёрлаш алоҳида кўриб чиқирилиши талаб қилади. Стандартларнинг талабларига мувофиқ холда, хатоликликларнинг йўл кўйиладиган чегаралари бирга тенг бўлган эҳтимоллик билан регламентланиши керак. Шунга кўра мураккаб ЎК хатоликликларининг йўл кўйиладиган хатоликликларини топиш учун, оддий ЎК йўл кўйиладиган хатоликликларининг чегаралари модулларининг йигиндисини олиш керак.

14.5. Ўлчаш тизимлари метрологик характеристикаларнинг меъёрларга мувофиқлигини тасдиқлаш усуллари

ЎТ ЎК метрологик характеристикаларининг ўрнатилган меъёрларга мувофиқлигини тасдиқлаш усуллари (14.6-расм) урта белгига асосан классификацияланади. Классификациялашнинг ахамиятли белгиси бўлиб ЎТ ЎК метрологик характеристикаларининг ўрнатилган меъёрларга мувофиқлигини баҳолаш (микдорий ва альтернатив) ҳисобланади. Шунга мувофиқ холда усуллар қуйидагиларга бўлинади:

- метрологик характеристикаларни назорат усуллари;
- метрологик характеристикаларни аниқлаш усуллари.

Ушбу усулларнинг типик вакиллари бўлиб киёслаш (ЎК қўлланилишга яроқлилиги) ва калибровка (ЎТ ЎК метрологик характеристикаларини аниқлаш) ҳисобланади. Иккинчи классификацион белги – бу ЎК компонентларини экспериментал текширувга камраб олиниши методларни иккита классга бўлади:

- элементлар бўйича текширув усуллари;
- комплектли текширув усуллари.

Биринчи холда ЎК ҳар бир алоҳида компонентини унга ўрнатилган меъёрларга мувофиқлиги текширилади. Иккинчи холда ЎК ёки унинг қисмининг мувофиқлиги текширилади, у учун экспериментал текширув амалга оширилиши мумкин.

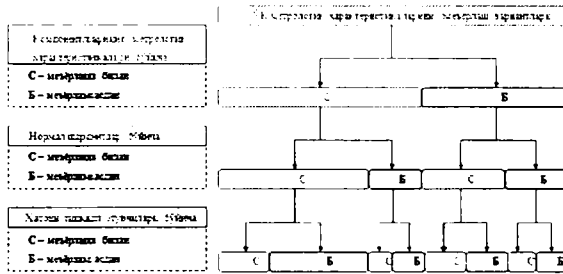
Учинчи классификацион белги – бу экспериментал тадқиқотларнинг мавжудлиги усулларни иккита классга бўлади:

- ҳисобланган усуллар;
- экспериментал усуллар.

Таҳлилчи, дастлаб, экспериментал усуллардан бошлаймиз. Экспериментал усулларни амалга ошириш учун қуйидагилар зарур:

- ЎК киришидан фойдаланиш мумкинлиги;
- эталонларнинг ва ўлчаналиган катталикларни берувчи воситалар.

Синаш ва ЎТ эксплуатацияси шароитлари учун характерли бўлган таъсир этувчи катталиклар қийматлари зарурий тўқламни бериш имкониятининг мавжудлиги.



14.5-расм. ЎТ ЎК метрологик характеристикаларини меъёрлаш вариантларининг классификацияси.



14.6-расм. ЎТ ЎК метрологик характеристикаларининг меъёрларга мувофиқлигини тасдиқлаш усуллари

Экспериментал тадқиқотларни амалга оширишда қуйидаги тадбирларни бажариш мақсадга мувофиқ бўлади:

- ташқи кўрик;
- ишлашни текшириш;
- ЎК компонентларининг эксплуатация шароитларини текшириш;
- дастурий таъми нотининг тўлиқлигини текшириш;
- ахборот алмашинуви хатоликларининг йўқлигини текшириш.

Шуни алоҳида таъкидлаш жоизки, эксперимент шароитларига бўлган талаблар назорат усуллари ва аниқлаш усуллари учун кескин фарқ қилиши мумкин.

ЎТни назорат қилишда нормал эксплуатация шартлари сақланиши керак. Шунга биноан қиёслашдаги муҳим тадбирлардан бири – катталиклар бирликларининг ўлчамларини эталонлардан қиёсланадиган ЎТнинг ЎКга узатилиши айнан, нормал шароитларда амалга оширилиши керак.

Назорат қилиш тадбирларининг хусусиятларига, назорат жоизлигини (метрологик захира коэффициенти деб номланадиган) қиёслашнинг талаб қилинган ишончлилигини таъминлаш учун киритиш мумкин. Ушбу ҳолда, қиёсланаётган ЎК қўлланилишга яроқли деб, факат асосий хатоликни текширишда унинг қийматлари йўл қўйиладиган чегаралардан ортиб кетмас, топилади.

$$\Delta_{\text{нгр}} = -kx|\Delta_{\text{асос}}|, \quad (14.1.)$$

бу ерда, $\Delta_{\text{асос}}$ – қиёсланаётган ЎТ ЎК учун регламентланган асосий хатоликнинг йўл қўйиладиган хатоликликларининг чегараси; k – коэффициент бўлиб, назоратнинг жоизлигини ва қиёслашнинг ишонччилигига бўлган талабларига ҳамда этатон хатоликликларининг чегаралари ва қиёсланувчи ЎТнинг ЎК орасида муносабатни аниқлайди; x – ўлчанаётган катталиқ.

$$k \leq 1.$$

Шуни ёддан чиқармаслик керакки, k – коэффициентнинг камайиши билан қўлланилишга яроқли ҳолдаги ЎТ ЎК яроқсиз ҳолатга тан олинаши эҳтимоллиги ортиб боради. Айнан, шунинг учун ЎТ ЎКнинг назорат қилинишини, ушбу назорат шароитларининг нормал шаронддан сезиларсиз четланишдагина ўтказиш мақсадга мувофиқдир. Акс ҳолда қуйидагилар тўғри келади:

- ёки k -коэффициентни шундай қийматгача камайтириш керакки, амалда ЎТ ЎКнинг барча назорат қилинувчилари яроқсиз деб тан олинади:

- ёки назоратнинг ишончлилиқ қийматини камайтириш, яъни, амалда қўлланилишга яроқсиз бўлган ЎТ ЎКни қўлланилишга яроқли деб тан олинаши эҳтимоллигини ошириш керак бўлади, маълумки, бунга йўл қўйиб бўлмайди.

Экспериментал тадқиқотлар дастурини яратинида (синаш, қиёслаш, калибрлар) ЎКнинг ўлчаш диапазонидаги текшириладиган нукталарни ва ушбу текшириладиган нукталардаги ўлчашлар сонини белгилаш зарур бўлади. Норматив ҳужжаларнинг талабларига кўра ўзгартириши чизикли номинал функцияли бўлган ЎК учун унинг ўлчаш диапазонидаги текшириладиган нукталар сони қуйидагича танланади:

- агар, ўлчанадиган катталиқнинг нолинчи қиймати ЎК ўлчаш диапазонининг ўртасида жойлашган бўлса, текшириладиган нукталар сони 11 га тенг деб олинади (5 тадан нукта ўлчаш диапазонининг мусбат ва манфий қисмларида ва битта нолинчи қиймат яқинида бўлади):

- агар, ўлчанаётган катталиқнинг нолинчи қиймати ЎК ўлчаш диапазонининг четида жойлашган бўлса, у ҳолда, текширилаётган нукталар сони 5 га тенг деб олинади.

ЎКнинг ўлчаш диапазони текшириладиган нуктадаги умуман ўлчашларнинг тавсиявий сони 3.2-жадвалда келтирилган ва хатоликни тасодифий ташкил этувчисининг ва вариациянинг аҳамиятлилигига доир априор маълумотларга боғлиқ. Мураккаб ЎК учун метрологик характеристикаларнинг ўрнатилган меъёрларга мувофиқлигини экспериментал тасдиқлаш ҳозирча норматив ҳужжатлар билан регламентланмаган.

14.4-жадвал

ЎК ўлчаш диапазони нуктасидаги ўлчашларнинг тавсиявий сони

| Хатоликни ташкил этувчилари | | Тавсия этиладиган ўлчашлар сони |
|-----------------------------|------------|---------------------------------|
| Тасодифий | Вариация | |
| Аҳамиятсиз | Аҳамиятсиз | 1 |
| Аҳамиятсиз | Аҳамиятсиз | 2 |
| Аҳамиятли | Аҳамиятли | 8-10 |
| Аҳамиятли | Аҳамиятли | 16-20 |

Вариация мавжуд бўлганда эксперимент икки мартаба амалга оширилади: дастлаб ЎК ўлчаш диапазонидаги текшириладиган нуктасига кам қиймат томонидан, кейин, катта қиймат томонидан (ёки аксинча).

Мураккаб ЎК текшириш учун бирламчи ўлчаш ўзгарткичларининг (БЎЎ) чиқиш сигналларини имитациясига асосланган ёндошувдан фойдаланилиши мумкин. Метрологик характеристикаларни алоҳида текшириладиган БЎЎ ўрнига эталонлар уланиди, яъни ЎТ ЎК метрологик характеристикаларининг “қисман комплект” текшируви амалга оширилади. Бунда, ҳар бир текшириладиган нуктага ҳар бир БЎЎ чиқиш сигналининг минимал $x_{min} = x_{ном} - \Delta$, ва максимал $x_{max} = x_{ном} + \Delta$ қиймати кетма-кет имитацияланади.

Δ – БЎЎ хатоликлигининг йўл қўйиладиган чегаралари. Мураккаб ЎК бир неча БЎЎ фойдаланилиши инobatга олиниб, эталонларнинг минимал ва максимал қийматларининг мумкин бўлган комбинациялари учун ЎК нинг хатоликликлари аниқланади. ЎК нинг текширилатган нуктадаги хатоликлигининг баҳоси сифатида олинган қийматларнинг максимали олинади.

ЎТ ЎК метрологик характеристикаларини ҳисоблаш усулларидан ЎТ ЎК метрологик характеристикаларини уларни яратиш босқичидаги лойиҳавий баҳолашда ҳамда ЎТни эксплуатацияга киритишда фойдаланиш мумкин. ЎТ ЎК хатоликликларини аниқлашда ҳисоблаш усулларининг қўлланилиши ЎТнинг ҳусусиятларига асосланади. Ушбу ҳусусиятлар, уларга текширишнинг аъъанавий усулларини, яъни ЎТ ЎК метрологик

характеристикаларини ўрнатилган меъёрларга мувофиқлигини аниқлаш усуллариини қўллаш имкониятини бермайди.

ЎТ метрологик характеристикаларини, компонентларининг метрологик характеристикалари бўйича ҳисоблаш учун қўллаш мумкин:

- хужжатларда келтирилган метрологик характеристикаларнинг нормаланган кийматлари;

- метрологик характеристикаларнинг эксперимент натижалари бўйича олинган натижалар.

14.6. Ўлчаш тизимларининг метрологик таъминоти

ЎКнинг таркиби ва характеристикалари уни ташкил этувчи компонентлари билан аниқланади ва лойиҳавий ва эксплуатацион хужжатларда тур тафсилоти бўйича регламентланади.

14.5-жадвал

ЎТ ЎК таркиби ва характеристикаларининг регламентланишига бўлган талаблар

| № | ЎК бўлган талаб-лар/ЎК классификацияланишининг белгилари | ЎТ класслари | |
|------------------------|---|---|---|
| | | ЎТ-1 | ЎТ-2 |
| 1 | ЎТ лойиҳаланиши бўйича | | |
| 1.1 | ЎК таркиби ўлчаш воситаларининг тури, уни ҳосил қилувчилари | ЎК нинг хар бир тури учун | ЎК нинг хар бир нусхаси учун, уни ўрнатиш жойи |
| 14.5-жадвалнинг давоми | | | |
| | регламентланиши керак | | кўрсатилган ҳолда |
| 1.2 | Компонентларнинг эксплуатация шароитлари регламентланиши керак: | ЎК нинг хар бир тури ёки ЎТнинг хар бир компоненти учун | ЎК нинг хар бир нусхаси, ЎК гуруҳи ёки ЎТнинг хар бир компоненти учун |
| 1.3 | Ўлчашлар диапазони, меъёрланадиган метрологик характеристикалари ва уларни ўрнатилган меъёрларга мувофиқлигини текшириш усуллари регламентланиши керак: | ЎК нинг хар бир тури учун | ЎК нинг хар бир нусхаси ёки ЎК гуруҳлари учун |
| 2 | Хизмат кўрсатиш характери бўйича | Хизмат кўрсатиладиган | Хизмат кўрсатилмайдиган |
| 2.1 | Компонентларнинг ишонччилик | Киёслаш | ЎТ хизмат қилиш |

| | | | |
|-----|--|---|--|
| | характеристикалари ўрнатилган | орасидаги интервал давомида | муддати давомида |
| | 14.5-жадвалнинг давоми | | |
| 2.2 | метрологик характеристикаларни ва ЎТ ишончлилиқ характеристикаларини таъминлаши керак: Компонентларни резервлаш таъминлаши зарур | Техник хизмат кўрсатиш ва ЎТни таъмирлаш мумкинлигини | ЎТ ишончилигининг талаб қилинадиган характеристикалари |
| 3 | Объектда тақсимланганлиги бўйича | Тақсимланган | Локаллашган |
| 3.1 | Компонентларнинг эксплуатация шароитлари регламентланган бўлиши керак, назорат ва таъминотга тортилади | Бир неча биноларда | Битта бинода |
| 3.2 | Богловчи компонентларга | Электромагнит | Ҳакконий ахборотларни |
| | 14.5-жадвалнинг давоми | | |
| | алоқа линиялари (симсизни қўшган ҳолда) орқали санкцияланмаган фойдаланишлардан химоялаш бўйича талаблар ҳамда, ўтиш қурилмалари ва таъминот бўйича талаблар регламентланиши керак | халақитлари шароитларида ҳакконий ахборотларни (шу жумладан симсиз) ишончли узатилиши | ишончли узатиш, шу жумладан ўлчов сигналларни минимал бузилишлар билан |

Регламентлаш, ЎК компонентлари мажмуаси ва уларни ўлчаш диапазони бўйича эксплуатацияси шартлари ва нормаланадиган метрологик характеристикаларга ва шунга кўра метрологик характеристикаларнинг ўрнатилган меъёрларга мувофиқлигини текшириш усулларига мослигини ақс эттириши керак. ЎК таркибининг регламентланишини таҳлил қиламиз. ЎК таркиби ва характеристикаларини ЎКнинг классификацион белгилари билан солиштиришни регламентлаш талаблари 14.5-жадвалда келтирилган.

Ҳусусан, ЎК таркиби, ЎТ-1 ва ЎТ-2 учун турлича регламентланиши керак. Масалан, ЎТ-1 учун ЎК ҳар бир турининг компонентлари ўлчаш воситасининг тури ва уни ҳосил қилувчилари регламентланиши керак.

Ундан ташкари ЎК нинг ҳар бир тури учун ўлчаш диапазони ва метрологик характеристикалари. ЎК нинг компонентлари учун эса уларнинг эксплуатация шароитлари регламентланиши керак. Шу билан бир каторда, ЎТ-2 учун ЎК нинг ҳар бир нусхаси ўлчаш воситасининг тури, уни ҳосил қилувчилари ва уларни ўрнатиш жойи регламентланиши керак.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Иванов А.Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения – М.: Компания Сайрус Системс, 1999. 671 с.
2. Иоргачев Д.В., Бондаренко О.В. Волоконно-оптические кабели и линии связи. М.: Эко-трендз, 2002, 276 с;
3. А.А.Абдувалиев, П.Г.Авакян. А.Б.Содыков. А.С.Умаров, О.Ш.Хақимов. Основы обеспечения единство измерений. Кн. 1 Ташкент-2005, 230 стр.
4. Исаев Р.И., Каримова У.Н. Метрология. стандартлаштириш ва сертификатлаштириш. Дарслик – Т.: “Fan va texnologiya”. 2011. 496 б;
5. Метрология и измерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов/ Б.П.Хромой – М.: ИРИАС, 2007
- ✓ 6. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебное пособие/ С.И.Боридько. Н.В.Дементьев. Б.Н.Тихонов, И.А.Ходжаев.: Под ред. Б.Н.Тихонова – М.: Горячая линия - Телеком, 2007
- ✓ 7. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов/ В.И.Нефедов. В.И.Хахин, Е.В.Федорова и др.; Под ред. В.И.Нефедова. – М.: Высш.шк., 2005
8. Метрология, стандартизация и измерения в технике связи. Учебное пособие для вузов/ Б.П.Хромой. А.В.Кандинов. А.Л.Сенявский и др.: Под ред. Проф. Б.П.Хромого – М.: Радио и связь, 1986 – 424 с.
9. Мунаваров А., Перепада Н. (пер. Ахмедова Ё., Туляганов Ш.) Алоқа линиялари ва узатиш тизимларига оид атамаларнинг русча-ўзбекча изоҳли лугати. Т.. 2008, 255 б.
10. Парпнев М.П. Метрология. стандартлаштириш ва сертификатлаштириш. Маърузалар матни. Т.: ТАТУ, - 2014. 147 б;
11. Парпнев М.П. Электррадиоўлчашлар. Ўқув қўлланма. Т.: “Aloqachi”, 2011. 186 б;
12. Парпнев М.П., Рахмонова Г.С., Иногамова Н.С. Ўлчаш хатолокликлари. Ўқув қўлланма. Т.: “Aloqachi”, 2014. 125 б;
13. Под ред. Дмитриева С.А. и Слепова П.Н. Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы - М.: ООО “Волоконно-оптическая техника”, 2005 – 576 с.

14. Сергеев А.Г. Метрология. стандартизация. сертификация. Учебное пособие для вузов/ Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. – М.: ЛОГОС, 2005 – 196 с.

15. Технологии измерений в первичной сети. Части 1 и 2. И.Г.Бакланов, М.: Радио и связь. ИТЦ «Эко-Тренз», 2000 г.

16. Ўзбекистон Республикасининг «Метрология тўғрисида»ги қонуни 1993й. 28 декабр (ўзгартиришлар киритилган)

17. Ўзбекистон Давлат стандарти О'з DSt 8.12:2010, ЎДТ. "Катталиклар"

Ўзбекистон Давлат стандарти О'з DSt 8.003:2005, Ўлчаш воситаларини қиёслаш. Умумий талаблар.

“Метрология” номли ўқув-қўлланма ТАТУ илмий-услубий кенгашида (9(80) – сонли баённомаси 20.05.2015) тасдиқлангант ва чоп этиш учун тавсия килинган.

Тўзувчилар:

Доц.Парпиев М.П.

Катта ўқитувчи: Рахмонова Г.С.

Катта ўқитувчи: Хайдарбекова М.М.

Ассистент: Ахмедова Х.Х.

Масъул мухаррир: Доц. Парсиев С.С.

Бичими 60×84^{1/16}

Адади 50 буюртма 318

“Алоқачи” нашриёт-матбаа марказида чоп этилди.

Тошкент шаҳри. А. Темур кўчаси. 108 уй

10.000