

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ. И. Сәтбаев атындағы  
Қазақ ұлттық техникалық университеті

А. Ж. Сағындықова

## **ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ АРНАЙЫ ӨЛШЕУЛЕР**

Университеттің Ғылыми-әдістемелік кеңесі  
оқу құралы ретінде ұсынған

Алматы 2014

ЖОК 621.31 (075.8)

ББК 32.22 я 73

С 14

**С 14** Сағындыкова А. Ж. Телекоммуникациялық жүйелердегі арнайы өлшеулер: Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2014. – 140 б.  
Сурет 74. Кесте 8. Библ. – 14 атау.  
ISBN978-601-228-611-3

*Қазіргі заманғы операторлар қолданатын өлшеу техникасы тек стандартқа сәйкестікті (бірінші кезекте халықаралық стандарттар) ғана тексеріп қоймай, сонымен қатар желіден өтетін үрдістерді оқыту үшін де қолданылады. Жоғары жіберу қабілеттілігі бар сандық жүйелерге өту, т.б. байланыс жүйелерінің қиындықтары объективті түрде өсіп отырады. Сонымен қатар, телекоммуникациялық жүйелердегі өлшеулердің таратылуы мен зерттелуіне нақты мысалдар беріліп, олардың әдістемелері, интеллектуалды желі түйіндерінің ішкі диагностикасының даму жүйесі, сондай-ақ қазіргі заманғы өлшеу техникаларын қолдану да толығымен қарастырылған.*

*Оқу құралы өлшеу техникасы жүйесін өңдеушілерге, сонымен қатар: «радиотехника», «электроника және телекоммуникация», «ақпараттық жүйелер», «есептеу техникасы және программалық қамтамасыз ету», т.б. мамандық студенттері мен магистранттарына пайдалы болып есептеледі.*

ЖОК 621.31 (075.8)

ББК 32.22 я 73

Пікір жазғандар:

*Шайхин А.К.*, доцент, ф.-м.ғыл. канд, Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ;

*Табултаев С.С.*, профессор, техн. ғыл. канд., АУЭС;

*Атыханов А.К.*, каф. меңгерушісі, профессор, техн. ғыл. докт., ҚазҰАУ

ISBN978-601-228-611-3

© Сағындыкова А.Ж, 2014

© ҚазҰТУ, 2014

## КІРІСПЕ

Өлшеулер – бұл тәжірибелік жолмен алынатын берілген физикалық көлем және оның кейбір мәнінің арасындағы салыстырмалы өлшем бірлік ретінде қабылданған сандық ақпараттық үрдіс.

Өлшеу нәтижесі – физикалық көлемді өлшеу жолымен табылған атаулы сан. Өлшеу нәтижесі өлшенетін көлемнің нақты мәні ретінде қабылдануы мүмкін.

Өлшеудің негізгі міндеттерінің бірі – өлшенетін физикалық өлшем – өлшеу қателігінің шынайы және нақты мәндерінің арасындағы ерекшелік немесе олардың жуықтық деңгейінің бағасы.

Өлшеу қателігі – бұл өлшеу нәтижесінің өлшенетін көлемнің шынайы мәнінен ауытқуы.

Өлшеу қателігі нақты өлшеудің тікелей сипаттамасы болып табылады.

Өлшеу құралдары – бұл экспериментті өлшеулерде қолданылатын және нормаланған нақтылы сипаттамасы бар техникалық құрылғы.

Өлшеу жолымен алынатын сандық ақпараттар өлшеу ақпараттарын көрсете алады.

Өлшеу ақпараттары – бұл объектімен өзара әрекеттесу нәтижесінде өлшеу құралдарының көмегімен алынатын материалды объекті, оқиға немесе үрдістің қасиеттері немесе қасиеттің сандық сипаттамасы.

Өлшеу техникасының рөлі отандық байланыс тәжірибесінде жаңа болып табылады. Қазіргі кезге дейін өлшеу техникасы желі жұмыстары және бірінші кезекте оның түйіндері – желі байланыстарын өлшеудің нақты әдістемесі, яғни, аспаптарға қойылатын нұсқаулық, өлшеу әдістемесі және өлшеу параметрлерінің отандық стандарттарға сәйкестігін бақылау үшін қызмет етті. Қазіргі заманда технологияны стандарттау

үрдістері технологиялардың дамуынан әлдеқайда қалып бара жатқан жағдайда, өлшеу техникасын пайдалану әдістемесі жайында нақты ұсыныстар жоқ және жақын арада пайда болмасы да анық.

Қазіргі заманғы операторлар қолданатын өлшеу техникасы тек стандартқа сәйкестікті (бірінші кезекте халықаралық стандарттар) тексеріп қана қоймай, сонымен қатар желіден өтетін үрдістерді меңгеру үшін де қолданылады. Бұл операторларға халықаралық деңгейде қазіргі заманғы жаңа технологияларды тез меңгеруге мүмкіндіктер береді. Ол өз кезегінде ары қарай табысты жұмыстар жүргізуге керекті шарттардың бірі болып табылады. Жоғары өткізу қабілеттілігі бар сандық жүйелерге өту, т.б. байланыс жүйелерінің қиындықтары объективті түрде өсіп отырады. Осыған байланысты интеллектуалды жүйелердегі жұмыстарды реттеу және бақылау міндеттері пайда болады, қазіргі кезде сол міндеттердің біріне байланыс желілері жатады. Бұл үрдіс екі жолмен орындалады: біріншісі – желінің интеллектуалды түйіндерінің ішкі жүйе диагностикасының дамуы, екіншісі – қазіргі заманғы өлшеу техникасының қолданылуы.

Байланыс құралдарының өте қарқынды дамып отырғанын ескеретін болсақ, өзін-өзі диагностикалау жүйесінің өңделуі және олардың пайдаланылуы байланыс құралдарының дамуынан біршама артта қалып отыр. Соны ескерсек, бақылау жүйесінің құрылғыларға тәуелсіз қолданылуы бірқатар жағдайларда бірегей дұрыс шешім болып табылады. Бұл байланыс желілеріндегі өлшеу техникасының рөлі жаңа технологиялардың көп пайда болуына әкеледі.

Қазіргі заманғы телекоммуникация желілеріндегі өлшеу техникасы – байланыс желілерін ретке келтіру және оңтайландыру, жарамсыздық және қақтығыстардың себебін анықтау, тартысты жағдайды шешуде маңызды рөл атқарады.

Байланыс жүйелеріндегі сандық жүйелер әлдеқайда жақсы және сенімді, сондықтан пайдалану кезеңінде қызмет көрсету деңгейі аздау болады деген пікір дұрыс емес. Шындығында, сандық технологиялар байланыс сапасын жақсы қамтамасыз етеді, пайдалану шығындары да аз кетеді, желі ресурсын жақсы

бақылайды. Сонымен қатар, жақсы қалыптастырылып "күтілген" сандық желілер қызмет көрсету деңгейін аз талап ететіндігі де шындық. Бірақ та "күтілмеген" сандық желілер аналогтық желілерге қарағанда жылдам тозады және оны қалпына келтіруге шығын көбірек кетеді. Бұл – сандық беру технологиясы күрделілігінің объективті төлемі.

Тәжірибе жүзінде шетелдік ұйымдарда сандық желі бөліктерін қосуды қамтамасыз ететін желіні жеткілікті деңгейде ретке келтіру және оның ары қарайғы жұмысын жалғастыру білікті пайдалануды керек етпейді деген дұрыс емес тұжырымдамалар кездеседі. Мұндай жолдардың пайда болуы желі операторларын шетелдік ұйымдарға тәуелді етіп қояды, ол өз кезегінде дұрыс емес фактор болып табылады. Қазіргі заманғы өлшеу техникасын қолдану операторларға желіде жүргізілетін үрдістерді түсінудің кілті деп нық сеніммен айтуға болады. Бұл кезде тартысты жағдайлар және қайшылықтарды іздеу, желіні "қарапайым ретке келтіру" оның жұмысындағы максимальды тиімділікті алуға көмектеседі.

Дәстүрлі жолдардың бірі ретінде өлшеу техникасындағы сызықты құралдарға «қосымша» құралдарды, яғни сызықты құралдармен бірге пайдалануға арналған құралдарды бірге қолдану кеңінен таралған.

Әдетте өлшеулерді ұйымдастырудағы кешендік таратудан басқа «аспаптар жиыны» түріндегі шешім туындайды. "Аспаптар жиыны" жеткізуші ұйымдарға техникалық түрде өте ыңғайлы шешім болып табылады, себебі кез келген кешендік шешім өлшеу әдістерінің негіздерін қайта өңдеуді талап етеді, өлшеу аспаптарын жалпы желіге интеграциялау талаптары пайда болады, алынған кешенді басқару жүйесімен байланыстыру жағдайлары туындайды, т.б. Ерекше қарапайым нұсқа "аспаптар жиыны" нақты шешімді көрсететін пайдалану деңгейіндегі осы міндеттердің мәліметтері болып табылады. Мұндағы "аспаптар жиыны" нақты шешімді көрсетеді. Құралдармен жабдықталған жолдардың таралуы «қосымша» эксплуатациялайтын қызметкерлердің қазіргі заманғы телекоммуникациялық технологиялар жайында білімдерінің төмен деңгейде екендігімен анықталады, себебі, кешендік шешімдердің талаптары нақты бір желідегі өлшеу техникаларының есептерін түсінумен байланысты.

## **1. ӨЛШЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ДАМУ ЗАНДЫЛЫҚТАРЫ**

Өлшеу технологиясын жетілдіру процесі оның XX ғ. II жартысында даму үрдісіндегі жоғары технологияның күрделенуінің жалпы тенденцияларына бағынады. Дамудың негізгі тенденциялары: миниатюризация, үнемділік және салдарлы.

Осы үрдісті сандық байланыстың заманауи технологиясының дамуынан мысал ретінде көруге болады. Өткізу мүмкіндігі жоғары (SDH) таратудың сандық жүйесіне көшу, мультиплекстеудің жаңа ұстанымдары (ATM), дабыл жүйесінің жаңа концепциясы (SS 7 және ISDN ведомстволық желі хаттамалары), жаңа желі концепцияларын қолданушыларға қызметін ұсыну (зияткерлік желі) байланыс жүйесіндегі қиындық қарқынды өсуде. Бұл үрдіс тарату жүйесі өткізу мүмкіншілігінің ұлғаюы, заманауи телекоммуникациядағы таратылған ақпаратты өңдеу принциптері және интеллектуалды құрылғы бағасының түсуімен байланысты. Осыған байланысты қазіргі кездегі желі байланысы қандай болатындығы туралы интеллектуалды жүйенің жұмысын туралау және басқару тапсырмалары туады. Бұл үрдіс екі жолмен жүреді: бірінші – желі түйіндерінің интеллектуалдық диагностикасы ішкі жүйесінің дамуы, екінші – заманауи өлшеу техникасын қолдану.

Өзін өзі диагностикалау жүйелерін жасау және оларды еңбекпен өтеу байланыс құралының дамуынан біраз артта қалды. Сөйтіп, тәуелсіз бақылау жүйесі жабдықтарын қолдану бірқатар жағдайларда бірегей шешім болып табылады. Бұл жаңа технологияның дамуымен байланыс жүйесіндегі өлшеу техникасы рөлінің өсегіндігін көрсетеді.

Қазіргі телекоммуникация жүйесіндегі өлшеу техникасы – байланыс жүйелерін күйге келтіру және оңтайландыру, ақауларды табу және жанжалдың себебін іздеу және келіспеушілік жағдайды шешуде маңызды рөл атқарады.

Сандық байланыс жүйелері дұрыс және сенімді, сондықтан эксплуатациялау кезеңінде аз дәрежеде қызмет көрсетуді талап етеді деген пікір дұрыс емес.

Тәжірибеде шетелдік фирмалар, сандық жүйенің телімін қажетті жағдайда іске қосады және болашақта оның жұмысы қиыншылық туғызбайды деген жансақ пікір қалыптасқан. Мұндай пікір желі операторларын шетелдік фирмаларға тәуелді етеді, бұл жағымсыз фактор болып табылады. Қазіргі өлшеу техникасын қолдану жүйе операторларына кілтті үрдісті түсінуге мүмкіндік береді деп сенімділікпен айтуға болады. Осы келіспеушілік жағдай мен қайшылықтар ізденісі, желінің "жіңішке күйі" оның максимальды жұмысының тиімділігіне көмектеседі.

Бұл өлшеу техникасының рөлі тәжірибеде жаңа отандық байланыс болып табылады. Қазірге дейін өлшеу техникасы бірінші кезекте желі жұмысын бақылау және отандық стандартқа желі және оның түйіншегінің сәйкестігін – байланыс желісіндегі нақты өлшеу методологиясы, яғни аспаптық нұсқау, өлшеу әдістемесі және өлшеу параметрін тексеру үшін қызмет етті. Қазіргі жағдайда, технология стандартизациясының үрдісі технологияның өзінің дамуынан біршама артта қалып отырғанда, өлшеу техникасын және эксплуатациялық методологияларды қолдану туралы нақты ұсыныстар жоқ және жақын арада болмайды да.

Өлшеу техникасы дамуының күйін бағалай отырып, жүйелі интеграциялаудың кезеңі енді ғана басталып келе жатыр деуге болады. Бұл дегеніміз өлшеу техникасы телекоммуникация технологиясы терең білімді, сонымен қатар бірнеше қосымша пәндерді (теория, метрология, т.б.) талап етендігімен байланысты. Жүйелі интеграциялаудың "инкубация кезеңі" өлшеу технологиясының нарығы, байланыс құралы нарығына қарағанда ұзағырақ екендігі таңқаларлық емес.

### **1.1. Кешенді өлшеу шешімдерін құру мен дамыту**

Өлшеу технологиясы және өлшеу техникасын дамыту нарығында өлшеу шешімдері қолданылып, құрылымдары анықталады. 1.1-суретте кешенді өлшеу шешімдерінің даму кезеңдері берілген.



1.1-сурет. Кешенді өлшеу шешімдерінің даму кезеңдері

Ұсынылып отырған өлшеу технологиясының нарығы мен олардың даму деңгейлері анық байқалады. Бастапқыда (СП-дистрибьютер жұмысы кезінде) қабылданған шешімдер ұсынылған техника негізінде құрылады, әдетте тапсырыс берушінің тапсырмалары талданып, өлшеу әдістемелері орындалады. Өлшеу техникасының жетіспеушілігінен, тапсырыс берушінің жоғары біліктілігі де жеткіліксіз болады. Өлшеу технологиясының дамуына байланысты кешенді өлшеулер алынады. Екінші жағынан нарықта өндіруші фирмалар пайда болып, өздерінің құралдарын қолдана отырып кешенді өлшеулер алынады. Мұнда тек бір ғана өндірушінің құралдары қолданылады. Өлшеу техникасы әртүрлі болғанымен нақты сипаттамалар жасалады. Осы кешенді шешімдер арқылы шетелдік ұйымдардың тәжірибелері жүргізіліп, олардың барлығы тиімді болады да тапсырыс берушінің сұраныстары ескеріледі.

Нарықтағы даму кезеңдері бойынша өлшеу жасаудың бірнеше технологиясы ұсынылған, демек дамудың төрт кезеңі төмендегі 1.1-кестеде берілген.

## 1.1-кесте

### Өлшеу технологияларының даму кезеңдері

| Кезең | Өлшеулерді жүргізу кезеңдері                 | Жүйелі интеграциялар дамуы           | Өлшеу шешімдерінің дамуы                                                                              | Сипаттамалық ерекшеліктері                                                                   |
|-------|----------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Өлшеу техникаларымен жабдықталған «ілімекті» | СП кезеңдері мен дистрибьюторлар     | Ұсынылған техника бойынша алынған шешімдер, «құралдар жиыны» түрінде                                  | Тапсырыс беруші мен мердігерлердің төмен біліктілігі. Өлшеу техникаларының тиімділігі төмен. |
| 2     | Кешенді талдамалар жасау                     | Өндірушілердің нарыққа шығуы         | Бір ғана мердігер ұсынған техника негізінде алынған кешенді шешімдер                                  | Шетел мамандарының біліктілігі мен тәжірибесін қолдану, шешімдердің жоғары тиімділігі        |
| 3     | Кешенді талдамалар тапсырмасы                | Жүйелі интеграторлардың пайда болуы  | Барлық техника мүмкіндіктері бойынша кешенді шешімдердің пайда болуы                                  | Кешенді шешімдердің жетілген жүйесі. Мердігерлердің жоғары біліктілігі.                      |
| 4     | Нарықтағы тұрақтылық                         | Өндірушілердің жүйелі интеграторлары | Бір ғана өндірушілер ұсынған техника бойынша алынған кешенді шешімдер мен нарықтағы өндірістер жұмысы | Тапсырыс берушілер мен мердігерлердің жоғары біліктілігі                                     |

Нарықтың тиімді дамуын бағалай отырып, оларды тұрақтандырамыз. Олардың барлығы нарық қатысушыларының әлемдік өлшеу технологиясын дамыту деңгейіне дейін біліктілігін көтеруге әсер етеді (мердігерлер мен тапсырыс берушілер). Демек өлшеу технологиясының даму деңгейлері байқалып, тапсырыс берушілер мен мердігерлердің біліктілігі есепке алынады.

## 1.2. Өлшеу технологиясы

Өлшеу технологиясының қалыптасу үрдісі бойынша ортақ тенденция анықталып, даму үрдісінің технологиясы қалыптасады. Даму тенденцияларының негізгі түрлеріне:

- кішірейту,
- экономика,
- зияткерлік қондырғылар мен құралдарды кеңінен қолдану жатады.

Осы үрдістер сандық байланысты анықтайтын технологияларды қолдана отырып жүзеге асады. Сандық беріліс жүйелерінің дамуына байланысты, өткізу қабілеті (SDH),

мультиплексирленудің ортақ принциптері (АТМ), жаңа жүйелі концепциялар арқылы күрделі нысандық жүйелер артып отырады (ОКС 7 және тізбелік желі хаттамалары ISDN). Жаңа желілік концепциялар ұсынылып, қолданушыларға қызмет көрсетіледі. Демек зияткерлік мектебі артады.

Өлшеу техникасын қолдана отырып, жаңа технологиялардың түрі артады. Өлшеу техникасы арқылы телекоммуникациялық байланыстар дамып, ақаулар мен сәйкессіздік байқалып жатады. Осы кезде шиеленіскен тапсырмалар орындалады. Қазіргі өлшеу құралдары белгілерді талдап, сандық берілістер арқылы ТОТЖ (талшықты оптикалық тарату жүйелері) өлшеу құралы қолданылады. Осылайша, арнайы маманданған техника нарықтары дамиды.

Жоғарыда аталған қорытындылардан келесі тұжырымдамалар жасаймыз:

- телекоммуникациялық байланыс аумағын сандандырып, ғылыми-техникалық төңкеріспен негіздейміз, демек байланыс жүйесінің жаңа түрін қолданамыз;

- осындай сипаттамалар арқылы ұжымдық-техникалық шаралар орындалып, жұмыс қамтылады. Техникалық даму қалыптасып, олардың бағыттары орындалып жатады. Өлшеу жасау техникасы арқылы кеңінен қолданылатын дамудың екі бағыты анықталған. Желі жұмыстары бақыланып, өлшеу техникасы мен телекоммуникациялық торлар арқылы байланыс орнайды. Демек қазіргі заман талабы орындалып жатады. Өлшеу техникасын қолданғанда келесідей ерекшеліктерді ескерген дұрыс:

- өлшеу техникасының атқаратын рөлін арттыра отырып, арнайы өлшеу құралдарының қолданыс аясын кеңейтеміз, демек арнайы мамандану нарығы пайда болып, олардың динамикасы анықталады. Демек нарықтағы байланыс қалыптасып, барлық мүмкіндіктер тұтынушыларға ұсынылады. Байланыс құралдары қызметін қалыптастырады.

### **1.3. Өлшеу технологиясының ерекшеліктері**

Қазіргі таңда нарықтағы өлшеу технологиясының дамуы жоғарыда айтылған заңдылыққа толығымен сәйкес келеді.

Мысалы, қазіргі кезеңде өлшеу технологиясының дамуы өлшеу технологиясы саласында кең ауқымды білімдер Е1 ағындары, PDH, ТЧ арналары, аналогты сигнализацияның хаттамаларымен сипатталады. Жоғарыда көрсетілген топтастыруларда осы технология III кезеңде болады. IV кезеңде өлшеу технологиясының дамуы жиі бөлінуі бар аналогты тарату жүйелері, бұл технология ескі және нарықтан біртіндеп шығарылуда. Жаңа өлшеу технологиялары, мысалы желілердегі өлшеу технологиялары ISDN және ОКС 7 қалыптасудың (II кезең) кезеңінде болады. АТМ желілеріндегі өлшеулерді жаңа технологияларға жатқызсақ болады, (I кезең) нарыққа шығару да көзделуде, яғни өлшеу технологиялары туралы білімінің төмен деңгейімен сипатталады, өлшеу аспаптары тәжірибесінің аздығы және де кең ауқымда нарықта жетіспеушілігі болып табылады.

Өлшеу технологиялары әдетте телекоммуникациялық технологиялармен және де оның дамуымен тығыз байланысты.

Дегенмен бұл процестің маңызды ерекшелігі – өлшеу технологиясының дамуы екі “толқынға” бөлінеді. Нарықта өлшеу технологиялары екі бағытта болады: жүйелі және пайдалану жабдығы.

Физикалық ұлғайтулардың түрлері мен формалары.

Физикалық ұлғайтулар үздіксіз және үзілмелі (уақыт бойынша және кеңістікте дискретизацияланған) деп бөлінеді; және де аналогты және квантталған ұлғайтулар, квантталған ұлғайтулардың түрлілігі кодтық ұлғайтулар болып табылады.

Уақыт бойынша үздіксіз сигналдың дискретизациясы  $x(t)$  сызықтық операциясындағы сигналдың көбеюі уақыт бойынша дискретизацияның функциясына негізделген.

Деңгей бойынша кванттау – сигнал жасау операциясы, абсолютті немесе параметрлерін салыстырмалы мөлшерлер қай берілген мәнде шектеулі саны болатынын білдіреді.

Кодтау – формальды объектінің белгілі ережелері бойынша аударманың операциясы, формальды объектіге бір әліппенің кодтық символдары бейнеленген, басқа әліппенің символдарымен бейнеленген (мысалы: ондық жүйеде бейнеленген аналогты сигналды өзгерту, уақыт бойынша дискретизацияланған, деңгей бойынша квантталған және әр есептеуде  $n$  символдарымен өзгертілген көп мәнді екілік код болып табылады.

## 2. ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛАРДАҒЫ ӨЛШЕУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЖІКТЕУ

### 2.1. Қазіргі таңда телекоммуникациялардағы өлшеу техникасының рөлі

Жоғарыда көрсетілгендей қазіргі заманғы телекоммуникациялардағы өлшеу техникасы тар шеңберлі маманданумен ажыратылады. Қазіргі заманғы өлшеу технологиялары және телекоммуникацияларға арналған өлшеу техникасы әртүрлі болып келеді. Бұл алуан түрлілікте өлшеу техникасы дамуының жалпы үрдістерін табу күрделі, сондықтан өлшеу техникасын және өлшеу технологиясын жіктеу міндетті түрде керек.

Осы талаптар бойынша аталған әртүрлі кластар үшін басымдық кему тәртібінде орындалады (2.1-сурет).



2.1-сурет. Қазіргі байланыс технологиясы басымдықтарының иерархиясы

Цифрлі технологияларға өтуге байланысты жылдам өткізгіштік қабілетпен (SDH және ATM) мәліметтерді жіберу, жаңа сигнал жүйелеріне (ОКС 7 және ISDN мекемелік желілеріндегі хаттамалар) және (интеллектуалдық желілер) қолданушыларға жаңа тұжырымдама қызмет түрлерін ұсыну, жабдықпен байланыс жүйелерін бағдарламалық қамтамасыз ету едәуір күрделірек болды.

Тиісінше байланыс желілерінде өлшеу техникасының рөлі жоғарылады. Қазіргі таңда телекоммуникациялар желілеріндегі өлшеу технологиялары конструктивтік рөлді атқаруы керек, яғни байланыс желісін оңтайландыру, ақаулықтарды іздестіру, даулы жағдайларды шешу, т.б.

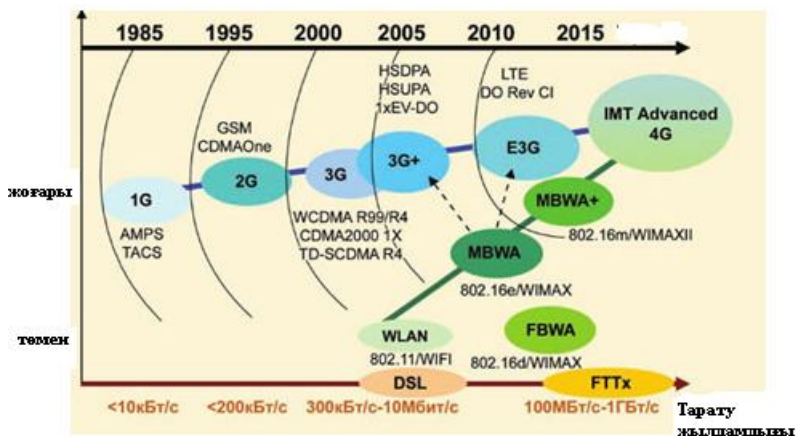
## **2.2. Телефондық желінің даму кезеңдері**

Телефондық байланыс технологиясының даму үрдісі 2.2-суретте сызба түрінде берілген. Телефондар желісінің даму кезеңдері тіктөртбұрыштармен, күйдің ауысуына келтіретін ауыспалы үдерістер – сопақшамен берілген, шеттері дөңгелек тіктөртбұрыштарда негізгі факторлар арқылы үдеріс өткелі есептелінген.

Кестеде көрсетілгендей, телефондау желісінің эволюциясы аналогты белгілерден сандылыққа тұрақты өту жолымен барады. Оның құрама сандық байланыс жолдарының бірінші кезеңі сандық АТС болып табылады. Дүниежүзілік тәжірибеде АТС құралымы үшін PDN E1D1 алғашқы ағынының арналары, отандық тәжірибеде – E1 (ИКМ-30) арнасы ғана пайдаланылады. Осы үдерістің қозғаушы күші ретінде желі эксплуатациясының таза экономикалық көрсеткіштері талқыланды (қызмет көрсетудегі еңбексыйымдылықтың төмендеуі, сенімділіктің артуы, жұмыс орнының азаюы). Нәтижесінде сандық түрде трафиктің берілуін қамтамасыз ететін, бірақ аналогтық телефондау қызметінде таратылатын интеграцияланған сандық желінің атауы (ИЦС - Integrated Digital Network - IDN) пайда болады.

Осы уақытта дербес компьютерлерді кеңінен енгізуге басты назар аударылатын мәліметтерді жіберу технологиясы қарқынды дамып келеді. IDN қызметін кеңейту міндеті тұрады. Аналогты-сандық түрлендіргішті абонентке орын алмастырып, қажет IDN желісінде сандық тасқынды пайдаланушыға жеткізу шешімі оңай болды. Сандық желі қызметі (ЦСИС – Integrated Service Digital Network – ISDN) телефондау желісінің интеграциялануы сияқты және деректер желісі берілуінің интеграциялануынан туады.

Үшінші кезең дегеніміз кеңжолақты желінің және ISDN интеграциялануы кеңжолақты желілер (бейнекөрініс, жоғарыжылдамдықты мәліметтер беру желісі, кабельді телевизия, т.б.) қызметіне өту болып табылады. Бұл процестің негізгі қозғаушы күштерінің желілерде деректердің таратылуы, бағдарламалық өнімдердің өсуі мөлшерімен байланысты трафиктің жылдам өсуі болып табылады. Локальды желілердің бірігуінен технологияның және технологиялық мультимедияның дамуы, нәтижесінде бұл процестің болашақ кеңжолақты желінің негізгі ISDN технологиясының жылдам қолданылуы асинхронды мультиплекстеуден және пакетті берілуінен пайда болады.



2.2-сурет. Телефондау желісінің эволюциясы

Аналогты желілер кезеңінде әдетте аналогты хаттамалар қолданылады (біржиілікті, дискретті немесе көпжиілікті үлгідегі E&M), содан кейін IDN желілерінде сандық хаттамаларға көшті, дыбыс байланысымен байланысты берілген сигналдық арнамен енгізу мүмкіндігі пайда болды. Ведомоствалық хаттамалар желісі мен дабыл жүйесінің бірінші мүмкіндігі болған осы сияқты аналогты арналар мен сигналдық жүйе пакетті режимі. Телефондау желісінде сигналдық ақпараттың желіде бөлініп берілуі келесі кезең болып табылады.

### **2.3. Қазіргі телебайланыстардың өлшеу технологиясын жіктеу және бақылау үлгісінің негізі**

Өлшеулерді ала отырып бақылау, диагностика жүргізу арқылы талдаулар жасап, физикалық үрдістерді терең анықтаймыз. Осы кезде ақпараттар ағымы беріліп, оған арналған арнайы құралдар қолданылады, демек қанағаттанарлық критерийлер қажеттілігі болады.

Талдау – бұл жеке кезеңдер мен құрамдар арқылы нысандардың бөліктерін қарастырып шығу, яғни арнайы техникалық құралдардың көмегі арқылы өлшеулер жасалып, нысандар өңдеуден өтеді. Демек өлшеулер алу ережелері мен нәтижелері шығады.

Хаттамалар – ережелер мен стандарттарды дұрыс алу, демек қосылыстар мен ақпараттық алмасуларды қамти отырып, біртекті құрылымдық белгілер арасында регламентті байланыстар мен ақпараттар алмасады. Осылайша, электрлік байланыстар орнап, оларды жан-жақты қарастырып, физикалық өлшемдерді аламыз. Өлшемдер жүргізу кезінде арнайы операциялар жасалады.

Тестілеу – тәжірибе жүзінде нысан мен үрдіс арасындағы байланыстар мен сәйкестіктерді орнату, анықтау. Бұл дегеніміз, қоршаған ортаның әсері арқылы нақты өлшемдерді алып, арнайы құралдармен өлшем бірліктерін сақтап қаламыз. Осы кезде нормалық қолданыс аясы анықталып беріледі. Нормалардың мәндері анықталып есепке алынады.

Мониторинг – нысан мен үрдістердің өлшемдерін анықтаймыз, демек аталмыш тапсырмалар сақталып, белгілі бір мөлшерде мониторинг жүреді, осылайша нормалар сақталып, салыстыру жұмыстарын қамтимыз. Нысандар арқылы физикалық өлшемдер алынады. Олардың тұтастығын қамти отырып, мониторинг кезінде талдау жұмыстары жүреді. Мониторинг дегеніміз – айналаны бақылау.

Диагностика және бақылау – бұл құрамы мен орнының сәйкес үрдісі мен олардың физикалық өлшемін алу. Осы кезде оларды алдын ала өлшеп, қалыптасу тұжырымдарын қамтимыз. Басқаша айтқанда диагностика жүргізіп, бақылау арқылы нысандар анықталып, сапалы тұжырымдар жасалады. Осыған

сәйкес нормалар қалыптасып, үзілістер анықталған. Нормалық түзетулер енгізіліп, нысандардың орны беріліп, сәйкестіктер мен сәйкессіздіктер қалыптасып жатады. Осы кезде орналасу қалыптары берілген.

## 2.4. Жүйелі және эксплуатациялық өлшеу жабдығы

Қазіргі заманғы телекоммуникацияның барлық өлшеу техникасын шартты түрде негізгі екі класқа бөлуге болады: жүйелі және эксплуатациялық өлшеу жабдығы. Екі класқа қойылатын талаптар айтарлықтай ажыратылады, сәйкесінше, аспаптың атқаратын қызметі, оларды пайдалану сұлбасы, тест спецификациясы, т.б.

Жабдықтың барлық спектрін екі негізгі сыныпқа бөліп, әрқайсына қойылатын талаптарды оңай түсінуге болады. Аталған кластарға қойылатын бұл талаптар әртүрлі және басымдығының кему тәртібінде төмендегі кестеде берілді.

### 2.1-кесте

#### Өлшеу жабдығының спектр жабдығы

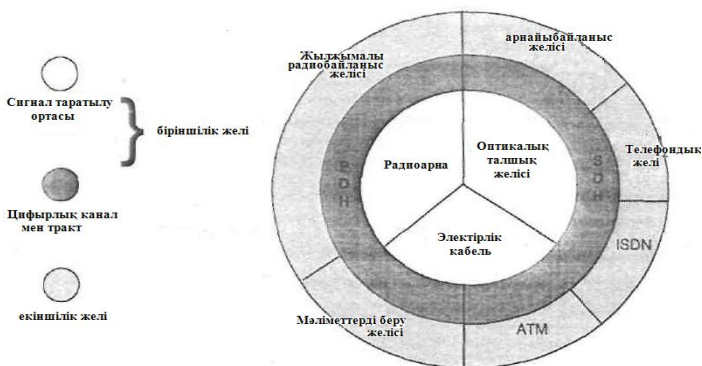
| Жүйелі жабдық                               | Эксплуатациялық жабдық  |
|---------------------------------------------|-------------------------|
| - тестің функционалдылығы                   | ықшамдылық              |
| - интеграцияланудың мүмкін жүйесі           | сенімділік              |
| - модернизацияның жылдамдығы және жеңілдігі | жұмыстың жайлылығы      |
| - жұмыстың жайлылығы                        | тестің функционалдылығы |
| - сенімділік                                |                         |
| - құны                                      |                         |
| - ықшамдылығы                               |                         |

Жүйелі жабдық үшін негізгі талап аспаптың ең көп функционалдылығы болып табылады: тест спецификациясы қолданыстағы стандарттар мен әдістемелердің талаптарына сай болуы керек. Олай болмаған жағдайда аспап жүйе параметрлерінің толық күйі мен бағасын қамтамасыз ете алмайды.

Аспаптар жүйесіне және есептеу қорлары мен деректерді жіберу желісіне интеграцияның мүмкіндігі келесі талап болып табылады. Бұл сонымен қатар өлшеу қорлары да енгізілген TMN құру жағдайында маңызды болып табылады.

Эксплуатациялық жабдық бірінші кезекте ықшамды және арзан, артынша сенімді және бұдан кейін көпфункционалды болуы керек.

Өлшеу – электрлік байланыс жүйесінің қазіргі заманғы әртүрлі бөліктері. Бұл топтауды сараптау үшін қазіргі заманғы сандық электрлік байланыс жүйесінің құрылымдық сызбасын қарастырамыз (2.3-сурет).



2.3-сурет. Сандық электрлік байланыс жүйесінің құрылымдық сызбасы

Негізгі өлшеу технологиясы әрі қарай электрбайланыс жүйесінің әртүрлі бөліктерінде қолдану бойынша өлшеу технологиясын топтастыру контекстінде беріледі.

## 2.5. Ашық жүйе әрекеттестігінің жетіденгейлі түрін қолдану

Электрлік байланыс қызметі – тұтынушыларға қызмет көрсетуді қамтамасыз етуші қорлар кешені. Екінші желілер, тасымалдау, электрлік байланыс қызметтеріндегі коммутациялық белгі, бірінші арналарды екінші арналармен жабдықтауды қамтамасыз етеді. Сәйкес қызметтің құрама бөлігі тұтынушыда

орналасатын бас жабдық болып табылады. Деректерді беру қызметін телефон желілері қызметі де атқара алады. Ол әртүрлі телефондық емес ақпараттың берілуін қамтамасыз етеді.



2.4-сурет. Желі және байланыс қызметінің құрамы

Әр деңгей өзінің тапсырмасын орындайды. Деңгейлер сақтандырылады және бір-бірінің жұмыстарын тексереді.

Жетінші деңгей – қолданбалы деңгей негізгі болып табылады, осы жетінші деңгей үшін барлық қалған деңгейлер жүреді. Онымен кейбір тапсырмаларды осы қолданбалы процестермен шешуге міндетті, басқа ашық жүйелерде (факс, телекс және бейнемәтін үшін хаттама алу) орналасқан қолданбалы үдеріс жүйелері әрекеттеседі. Эталонды қалыптың қолданбалы деңгейі ақпарат мазмұнының мағынасын анықтайды, үдеріс кезінде белгілі болған бірлескен шешімнің ілгері тапсырмаларымен алмасады.

Алтыншы деңгей – көрініс деңгейі. Ол қажетті жүйе формасына (символдардың ASCII екіліктің кодына айналуы) берілген ақпараттың көрініс тәртібін анықтайды. Әртүрлі компьютерлер, желі бойынша берілген ақпараттарды біріктіруші желіде көріністің белгілі бірыңғай түрі болуы керек.

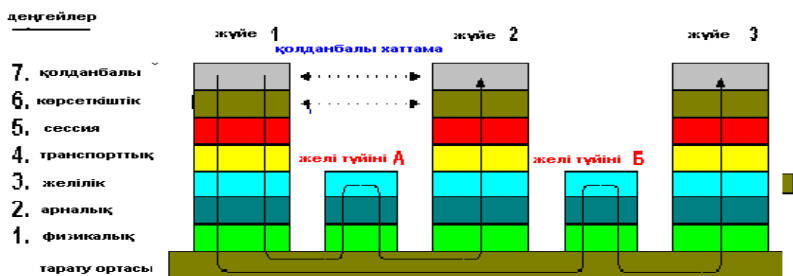
Бесінші деңгей – сессияның деңгейі деп аталады. Ол ұйым, байланыс сеансы диалогының синхронизациясына арналған.

Төртінші деңгей – көліктік деңгей. Негізгі тапсырма – еркін қателерді және үнемді үйлесімді бағыттар деректерінің берілуін табу. Мұнда қателер кездеседі және басынан соңына дейін дұрысталады.

Үшінші деңгей – желілік, желі арқылы жол салынып, байланыс қосылады, хабарласады және содан кейін сеанс біткенде ажыратылады. Осы деңгейде деректерден алынған пакеттер нысанға келеді және мекен-жайы көрсетіледі.

Екінші деңгей – арналық, физикалық қосылу негізінде ұйымдастырылған арна арқылы деректер берілуін басқару тәртібі мен әдістері кешенін ұсынады, ол қателерді табуды және түзетуді қамтамасыз етеді.

Бірінші деңгей – физикалық, ортамен берілістің тікелей байланысын қамтамасыз етеді. Ол қосылуды, физикалық байланысты қосу және ажырату үшін талап етілетін механикалық және электрлік сипаттамасын анықтайды. Арна бірнеше битті бірден (параллель) немесе дәйекті түрде жібере алады. Әр деңгейде ITU-TS халықаралық стандарттау ұйымы тағайындаған стандарттау хаттамалары анықталады. ITU хаттамалары – TS қоғамдық және жекеменшік желі үшін пайдаланылады. 4-7 деңгейлердің атқаратын қызметтері бірдей.



2.5-сурет. Эталонды қалыптың талшықты-оптикалық желі құрылымы

Электрлік байланыс жүйесінің негізіне, таратылуы және белгі берілісінің аппараты, жиынтық арнаның жасалуы және алғашқы желі тактісі, ақпараттың берілуі үшін пайдаланылатын алғашқы желі жатады. Электрлік байланыстың қазіргі заманғы жүйесі үш түрлі: электрлік сым, талшықты-оптикалық сым және радиоэфир немесе радиожиілік ресурс.

Суреттегі сипатталған құрылыммен сәйкес келесі өлшеу шешімдерінің жіктелуі ұсынылады. Өлшеудің бірінші деңгейі – бұл белгі беруді тарату ортасын тестілеу: кабельдік және

радиоэфирлі. Кабельдік тестілеуге металды кабельді және талшықты-оптикалық кабельдерді тестілеу жатады. Радиожиілік өлшеу эфир беру және бақылаудың радиорелейлік және спутниктік жүйесін, ереже бойынша, екінші радиобайланыс желісін де өлшеумен байланысты. Радиожиілік өлшеу радиорелейлі және хабар таратудың спутниктік жүйесі және эфирді бақылау, ереже бойынша екіншілі радиобайланыс желілерінде өлшеумен байланысты.

Екінші деңгей – алғашқы желінің сандық трактісін өлшеу. Бұл кітапта тек сандық алғашқы желі сипатталады, осылай, PDH және SDH желілерімен байланысты өлшеу шешімдері суреттеледі.

Үшінші деңгей; екінші желілік байланысты өлшеу, әдетте оған келесі топтар жатады: арна деңгейінің өлшемі, хаттама – құрылғының жұмысын, трафиктік және қызмет көрсету сапасын сараптау.

Екінші желілік байланыс үшін сипатты өлшеу топтары 2.6-суретте берілген. Екінші желілік байланыста өлшеу технологиясын қарастырудың ыңғайлығы үшін осындай бірнеше өлшеу топтарын белгілеуге болады.



2.6-сурет. Екінші желідегі өлшеудің негізгі топтары

Алғашқы желінің жиынтық арнасы мен тракты әртүрлі екінші желілермен қолданылады: сандық телефондау және сандық қызмет (ISDN интеграциясы, берілістің (ATM) асинхронды режимінің негізгі ұстанымы, деректер (ПД) берілісінің мынадай X.25, Frame Relay, т.б. негізгі хаттамаларын қолдануы, ұялы радиобайланыс және транкинг, сонымен қатар арнайы

тағайындалған желілер: диспетчерлік байланыс, шұғыл және технологиялық басқару, аймақтық мәжіліс, т.б.

Арнаның деңгейін өлшеу тобы – бұл алғашқы желімен интерфейсті, екінші желілік және циклдік (пакетпен) берілген ақпараттар құрылымының сипаттамасын өлшеу. Ереже бойынша, бұл өлшеулер тобы алғашқы желідегі өлшеулерге катысты.

Хаттаманы сараптаумен байланысты өлшеу топтары, барлық екінші желілер үшін біртұтас. Екінші желілерде желі құрылымы әрекеттестігін ұйымдастыру үшін сигнализацияның түрлі хаттамалары пайдаланылады. Желі түйіні жұмысының қисынды хаттама-сараптамалары құрылым жұмысының дұрыстығын және мүмкін қарама-қарсылықты анықтау үшін қажет. Өлшеу тобының жеке хаттама-сараптамасынан бөлек трафик имитациясымен байланысты өлшеу тұрады. Бұл өлшеулер байланыс желісі мүмкіндігін жүктелген трафик тапсырмаларын таратуға және сараптауға қажет.

### 3. ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ ТАРАТУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӨЛШЕУЛЕРІ

#### 3.1. Оптикалық тарату жүйелеріндегі өлшеу технологиясының жалпы сипаттамасы

Тарату жүйелерінің талшықты-оптикалық технологиясының дамуы (ТОТД). Телекоммуникацияларда дабылдың таралу орталарының өлшеулері туралы мәселені қарастыруды оптикалық кабельдердің өлшеу технологиясынан бастаймыз. Жоғары жылдамдықты таратудың қазіргі заманғы технологиясы бірінші кезекте қазіргі уақытта өткізгіштік қабілеттер барынша қамтамасыз етілген оптоталшықты ортада қолдануға негізделген. Сондықтан да таратудың оптоталшықты орта технологиясы қазіргі уақытта дүниежүзінде, сонымен бірге біздің елімізде де қарқынды дамыды.

Таратудың оптоталшықты ортасының технологиясы жаңа, тез дамушы және анағұрлым перспективті, және бұл саладағы өлшеу – өте маңызды болып табылады.

#### Оптикалық тарату торабының типтік сұлбасы

ТОТД типтік сұлбасын қарастырайық.

ТОТД-ның құрамына: оптикалық таратқыш немесе дабыл өндіргіші, оптикалық өндіргіш интерфейсі, оптикалық талшық немесе әртүрлі және біртекті емес кабельдер және дәнекерлеу кедергісінің ерекше сипаттамалық орындары, кабельаралық стансалар немесе ретранслятор және дабылдың оптикалық қабылдағышы, сонымен қатар электрлік сигнал беруді қабылдайтын тарату жүйесі және электрлік белгінің оптикалық болып өзгертілуі қамтамасыз етілген кедергі аппаратурасы жатады.



3.1-сурет. Талшықты-оптикалық байланыс желісінің типтік сұлбасы

Оптомалшықты тарату жүйесінде өткізілетін негізгі өлшеулер. Оптомалшықты кабельдер және тораптарды сараптауда маңызды міндеттердің екі санаты айтарлықтай ажыратылады: өнеркәсіптік және эксплуатациялық талдау болып бөлінеді.

Өнеркәсіптік талдау тораптары өлшеу және төсеу алдындағы кабельдер параметрлерінен тұрады.

Бұл санаттың өлшеу міндеттері жаңа жабдықты жасауда, оптикалық кабельдердің өндірістік процестерінде және белгіленген (айлақтардағы кабельдерді сараптау) нормаларына сай кабельдің сипаттамалары сәйкестігін анықтауда пайда болады.

Кабельдерді өнеркәсіптік талдаудың спецификациясы келесі параметрлерді өлшеуден тұрды:

- сандық аппаратура;
- оптикалық-талшықты ұзындығы бойынша өлшеу;
- өткізу жолағы және дисперсия;
- кескіш толқын ұзындығы;
- сыну көрсеткішінің кескіні;
- оптомалшықты кабельдің геометриялық және механикалық сипаттамалары;
- энергетикалық потенциал және фотокабылдағыш құрылғының сезгіштігі;
- құрылғылардың оптикалық қуатының деңгейлері.

Өлшеудің бұл санаттағы жоғары дәлділігі және автоматтандыру талаптары ескеріле отырып, олар жүйелі өлшеу жабдығында орындалады.

Оптикалық кабельдер және тораптарды қолдану кезіндегі талдау, кабель төсеу процесінде өлшеуді талап етеді және пайдалану кезінде де өлшенеді.

Қолдану кезіндегі кабель өлшемдері спецификациясы мыналардан тұрады:

- оптикалық қуаттың деңгейлерін өлшеу;
- өтпелі өшуді өлшеу;
- оптомалшықты кабельдің бүліну орынын және сипатын анықтау;
- ТОТД аппаратының стресті тестілеуі.

Эксплуатациялық сараптау міндеттері эксплуатациялық өлшеу жабдығымен орындалады.

Өнеркәсіптік және қолдану кезіндегі сараптау міндеттерінен басқа калибрлеу және қолдану кезіндегі өлшеу жабдығын тексеру міндеті болады.

### **3.2. ТОТЖ өлшеу**

Талшықты жарық жетекшісінің және оптикалық кабельдің (ТЖжОК) сипаттамалары. Беріліс және оптикалық сипаттамалар:

- геометриялық сипаттамалар;
- механикалық сипаттамалар;
- климаттық және эксплуатациялық сипаттамалар.

Оптикалық сипаттамалар:

- өшу, өшудің коэффициенті, түйістердегі шығындар;
- дисперсия, өткізу жолағы, нөлдік дисперсия толқынының

ұзындығы;

- сандық апертура, бағыт диаграммасы;
- сыну көрсеткішінің профилі;
- модовты алаң диаметрі (бірмодовтық үшін ТЖ);
- толқынның ауыспалы ұзындығы (бірмодовтық үшін ТЖ).

Геометриялық сипаттамалар:

- ТЖ немесе ОК-ның ұзындығы, бұзылуға дейінгі немесе біртекті емес арақашықтық;

- өзек, ТЖ қорғаныс қабатының диаметрлері, ОК конструкциясының өлшемдері;

- өзек эксцентриситеттерінің тыс және қорғаныстық жабындыға қатынасы, сонымен қатар өзек, тыс және қорғаныстық жабындының жұмырлығы.

Механикалық сипаттамалар:

- ВС және ОК үшін мүмкін созылу және басып-жаншу күші;

- ВС және ОК-ның мүмкін бұрау саны және мүмкін иілу радиусы;

- соққы мен дірілге тұрақтылық;

- мүмкін ассиметриялық қысылу (суасты ОК үшін).

Климаттық және эксплуатациялық сипаттамалар:

- жоғары және төмен температураларға төзімділік, отқа төзімділік;

- ылғалдың әсеріне және агрессивті ортаға төзімділік;

- радиациялық төзімділік;
- герметикалық.

Бұл сипаттамалардың көп бөлігі ВС және ОК конструкциясын шығарғанда, зауыттық сынақтарда қолданылады.

ВОЛС өлшеу классификациясы.

ВОЛС өлшеуі екі топқа бөлінеді:

1) Құрылыс жағдайында өлшеу

- кіріс бақылау;
- құрылыс жұмыстарына баға беру;
- қабылдау-тапсыру сынақтары.

2) Эксплуатация жағдайында өлшеу

- профилактикалық өлшеу;
- апаттық өлшеу;
- кіріс тексерістері;
- апаттық қалыпқа келтіру жұмыстарынан кейінгі соңғы өлшеу;
- бақылау-өлшеу жабдықтарының ТОТЖ-ның көмегімен толассыз мониторингі.

Кіріс бақылауы құрылыс және жөндеу жұмыстарын жасау алдында, кабельдер мен ТОТЖ компоненттерін ауыстырумен байланысты жасалады. Бұл жұмыстың барысында құрылыс кабельдері және басқа құрамдастарының ұзындықтары бақыланып отырады. Кіріс тексерістерінде өшуді өлшейді және белгілі құрылыс ұзындығының өзара өшу еселігін есептеп, шығындарды түрлі құрылыс ұзындығын бақылау дәнекерлеушілерінің арасында есептейді және құжаттандыру үшін құрылыс ұзындықтығының барлық ВС рефлектограммасын тіркейді.

Апаттық қалыпқа келтіру жұмыстарынан кейінгі профилактикалық және бақылау өлшеулерінің қабылдау-өткізу сынақтары, барлық ВС кабельдік аймақтың сөну өлшемдері, ара түйіс шығындары, сөну еселіктерінің бас әртүрлі телімдері, сонымен бірге кабельдік аймақтың өлшеу нәтижесі мен оның рефлектограммасынан тұрады.

Апаттық өлшеулер оған дейінгі зақымдану және арақашықтығы сипатын анықтау үшін қолданылады.

### **3.3. Оптикалық рефлектометрдің техникалық сипаты**

Талшықты-оптикалық ортаны талдау үшін келесі техника түрлері қолданылады:

- қуат күшін оптикалық өлшеу;
- тұрақты белгі көзі;
- оптикалық желінің өлшеу шығындары;
- ауыспалы оптикалық аттенюаторлар;
- оптикалық рефлектометрлер.

Оптикалық кабельдерді тестілеудегі қосымша жабдықтар түрінде қайта құрылған оптикалық рефлектометрлер мен оптикалық өшіргіштер қолданылады.

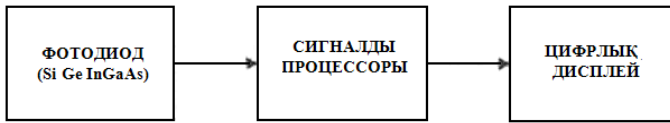
Оптикалық кабельдерді талдау жабдықтары мен жүйелеуде нақты өлшемдер жасалып, құралдардың техникалық сипаты алынады (мысалы, портативтік). Осы кезде қондырғылардың атқаратын қызметі біркелкі болады.

Қуатты өлшеуге арналған оптикалық өлшегіштер (Optical Power Meter – OPM) арқылы белгілердің оптикалық қуаты өлшеніп, сымдар тұйықталып сөніп қалады. Осы кездегі өлшемдер арқылы инженерлік құралдар таралып, олардың барлығы талшықты жүйелермен тығыз байланыста болады. Демек инженер-электроншылар мультиметр құралын қолданады.

OPM негізгі өлшеміне детектор, нақтылық, мөлшерлеу графиктері, сонымен қатар әртүрлі оптикалық интерфейстер жатады.

Өлшегіштердегі аса маңызды элементтердің бірі – оптикалық детектор, демек құралдың сипатын анықтап береді.

Оптикалық детектор арқылы оптикалық белгілер енгізіліп, олардың барлығы қатты денелі фотодиодтарды береді, демек оптикалық белгілер қабылданып, электр белгісі ретінде беріледі, яғни белсенділік байқалады. Алынған электрлік белгілер процессорларға беріліп, олардың барлығына қатты денелі фотодиодтар сәйкес келеді. Демек өлшем бірліктері алынады (дБм немесе Вт), осылайша құралдың экраны көрінеді (3.2-сурет).



3.2-сурет. Күштерді өлшеуге арналған оптикалық құралдың сұлбасы

Күштерді есептеуге алынған оптикалық қондырғылардың сұлбасы арқылы оптикалық белгілер сәуле түрінде таралып отырады. Осыған сәйкес нақты уақыт белгісі берілген. Процессорлық белгілерге байланысты аталмыш сәуле таралып, сызықты емес сипаты байқалып, деңгейлері анықталады.

Толқындардың ұзындықтарына байланысты детекторлардың бірнеше түрлері қолданылады (3.1-кесте).

Қуаты аса күшті ОРМ арқылы детекторлар алынып, олардың сипаты балқымалы түрде қалқып InGaAs отырады. Демек оптикалық үш терезенің белгілерін өлшеу мүмкіндіктері жоғары болады: 850, 1300 және 1550 нм. Сонымен қатар InGaAs қорытпалы детекторлар тегіс таралып өлшеулердің сипатын алады. Осы кезде температуралар тұрақталып, дыбыстар, яғни германий негізіндегі детекторлардың дыбысы акырын шығады.

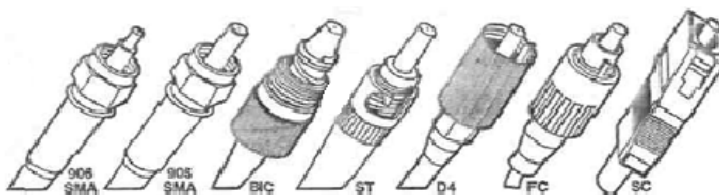
3.1-кесте

Толқын ұзындықтарына байланысты ОРМ детекторларының түрлері мен ТОТЖ

| Толқын ұзындығы, нм | Детекторлардың оптималды түрі |
|---------------------|-------------------------------|
| 850                 | Si (кремний)                  |
| 850/1300            | Ge (германий) и InGaAs        |
| 1300/1550           | InGaAs                        |
| 850/1300/1550       | InGaAs                        |

ОРМ-ның жеткізу қабілеттілігі мен диапазоны – бұл дегеніміз оның негізгі аспап параметрлері.

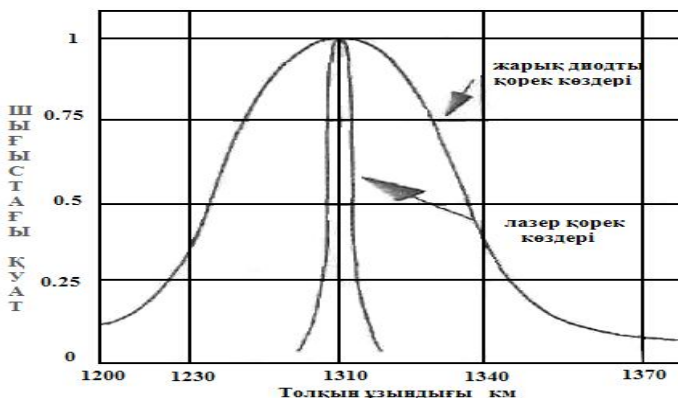
Көптеген оптикалық интерфейстерде оптикалық тарату оның ең басты мүмкіншілігі болып табылады. Негізінен көп тараған түрлері 3.3-суретте көрсетілген.



3.3-сурет. Аса кең таралған оптикалық интерфейстердің түрлері

Оптикалық белгілердің тұрақтанған көздері (Stabilized Light Source – SLS) қуатты оптикалық өлшегіштер арқылы белгілер қабылданып, өшулер деңгейлері бағаланып, оптикалық сымдармен енгізіледі.

Тұрақты белгі көздерінің негізгі 3 түрі болады: лазерлік көздер, жарық диодтарының көздері (LED) мен ашық түсті вольфрамды шамдар. Бұл шығу көздері арқылы басты көздер анықталады, демек шағылысулардың енді жолақтары байқалады. Лазерлік шағылыстырушылар арқылы жоғары деңгейліктер байқалып ашық түсті көздер шығады, демек олардың толқынды сәулені шағылыстырушысы төмен болады.



3.4-сурет. Лазерлік және жарық диодтарының спектральды көздері

Оптикалық белгілердің лазерлік көздері тар енді жолақты болады, демек тәжірибе жүзінде монохроматты белгілерді генерациялап жинайды. Жарық диодтарына қарағанда тұрақты белгілердің көздері пайда болып, оларды шағылыстыру диапазондары қалыптасып отырады (ені шамамен 5 нм). Лазерлік көздердің басты сипатына келетін болсақ, олардың шағылыстыру көздері бірнешеу болады, демек негізгі жиіліктері шеткі аумақтарын қамтиды. Шығу көздері аса қуатты болады, дегенмен олардың бағасы қымбат. Бұларды оптикалық шығындарды өлшеуге және аралықтарды өлшеуге қолданамыз. Сымдық аралықтар арқылы қашықтық белгіленген (шығын деңгейлері шамамен 10 дБ).

Жарық диодтары мен оптикалық көздер (LED) арқылы кең спектральды белгілер алынып, олардың шағылысулары жоғары болады, әдетте 50 – 200 нм аралықтарын қамтиды. Жарық диодтарының белгілері когерентті емес, сондықтан аса күштерімен тұрақтылық танытады. Жарық диодтары бар белгілердің көздері арқылы шығындар талданып, олар арқылы желі талданып, локальдық есептегіштер арқылы анықталып өлшенеді. (LAN).

Ақ түстердің шығу көздері үшін вольфрамды шамдар қолданылады, демек альтернативті LED пен арзан белгі көзі қажет. Кремнийлік детекторлар арқылы оптикалық желінің сөнудері анықталып, оптикалық толқындардың ұзындықтары 850 нм барады. Осыған сәйкес InGaAs детекторы арқылы толқын ұзындығы 1310 нм барады. Демек спектральды OPM сипаты қалыптасып, олардың барлығы ақ түсті береді, демек орталық жиіліктері 1300 нм барады.

Сөнудерді талдаушылар арқылы оптикалық сымдар енгізіледі (Optical Loss Test Set – OLTS), демек бұл оптикалық өлшегіштердің жинағы мен оптикалық белгінің шығу көздері. Оптикалық күштердің шығындарын өлшеп тарату арқылы кадамдық оптикалық сызықтар анықталып, берілістердің желі аралықтары қамтылған, демек қосылыстар пайда болады. Бұл бірінші кезекте игеру жұмыстарын атқарады. Демек күш шығындары анықталып өлшенеді. Шығындарды өлшеу кезінде өндірістік талдау жүреді, демек жоғары қызмет пен нақты өлшемдер жасалады.

### **3.4. Оптикалық рефлектометрлердің қолданылуы**

Оптикалық рефлектометрлер оптикалық талшықты желінің құрылуының барлық бөлімдері мен қысымын қамтамасыз етудегі техникалық қызметінде, ақауын анықтау мен түзетуде кең қолданылады. Оптикалық рефлектометрлер қолданылу себебі:

- барабандағы талшықты тексеру және оның техникалық сипаттамасын растау, желіні қабылдау және оны қатарға енгізу үшін талшықтың толық шығынын өлшеу;

- механикалық сияқты, дәнекерлі жалғауларды (оптоталшықты түйіндерде) жөндеу жұмыстарында және құрылыс, монтаждау кезіндегі шығындарды өлшеу;

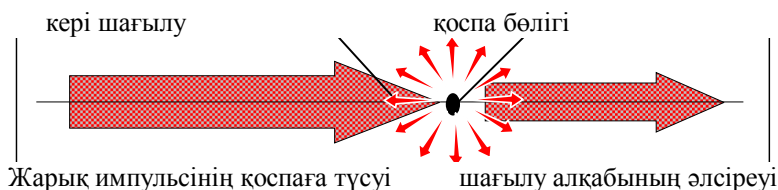
- сәулені өлшеу немесе оптикалық шығындар сәулелерге оптикалық тіркеуіш және механикалық құрылымдар (оптоталшықты түйістерде) үшін CATV (кабельдік теледидар желілері), SDH(СЦИ) және басқа да аналогтық немесе жоғарыжиіліктік сызықтық сандық байланыс көрсетілуі төменгі деңгейде қосылуы керек;

- талшықтардың ақауы мен бөлігінің орнын анықтау;
- ұтымды операциялардың оңтайлылығын тексеру;
- талшық қасиетінің жайлап немесе аяқ астынан төмендеуін, оның сипаттамасын алдыңғы өткізілген тестің нәтижесінен байқау.

Оптикалық рефлетометр. Оптикалық талшықтың сипаттамасын өлшеу үшін оптикалық рефлектометрлер Релеевтік себулер мен Френелевтік сәулелерді қолданады. Талшыққа жарық импульсін жібере отырып, оның таралу уақытын өлшеп және ішінде орналасқан талшық сәулесінің нүктеден қашықтығын, рефлектометр «сигналдың сәулелену деңгейі оның қашықтығына тәуелділігін» рефлектограмма экранына шығарады.

Релеевтік шашырау. Талшыққа жарық импульсін жібергенде жарты импульс шынының өте аз бөлігіне қадалады және барлық бағытта шашырайды. Бұл құбылыс релеевтік шашырау деп аталады, ол 3.5-суретте көрсетілген. Жарық энергиясының жартысы – шамамен 0,0001 % кері шашырайды, импульстің таралуы қарама-қарсы таралады, бұл кері шашырау деп аталады. Талшықты дайындау барысында қоспа талшықтың барлық

бөлігіне бірдей бөлінеді, бұл шашырау құбылысы оның барлық ұзындығында пайда болады.



3.5-сурет. Релеевтік шашырау

Релеевтік шашырау – бұл талшықта орын алатын негізгі үгілу себебі.

Өте ұзын жарық толқындарында шашырау өте қысқаларына карағанда аз. Мысалы, 0,2-ден 0,3 дБ километр (дБ/км) релеевтік шашыраудың әсерінен жарық 850 нм – 4,0-ден 6,0 дБ/км болған уақытта 1550 нм жоғалтады.

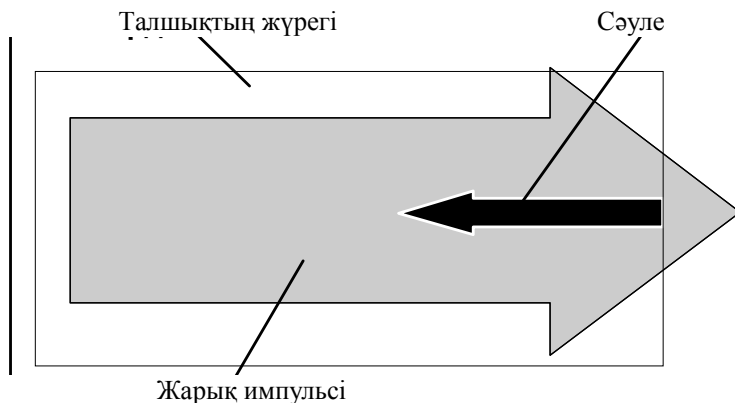
Өте жоғары тығыздығы бар қоспа шашырауды үлкейтеді, сонымен қатар басылудың бөліну деңгейін жоғарылатады. Оптикалық рефлектометр кері шашырау деңгейін жоғары дәлдікпен өлшей алады, бұл қасиетін талшықтың кез келген нүктесі сипаттамасының азғантай өзгерісін анықтауда қолданады.

Френелевтік сәулелену. Әрқашан қандайда бір материалға таралған жарық (мысалы, талшықты оптикалық), материалға басқа тығыздықпен келіп түседі (мысалы, ауаға), басқа жарық энергиясы ары қарай таралған уақытта жарық энергиясының жартысы (4 %-ға дейін) ток көзіне кері шағылады.

Материал тығыздығының тез өзгеруі талшықтың соңында, кейде оптоталшықтардың түйіскен жерінде орын алады. Жарықтың сәулелену саны материал тығыздығының өзгеру үлкендігіне байланысты (сыну көрсеткішімен сипатталады – аса жоғары сыну көрсеткіші үлкен тығыздықты білдіреді), сондай-ақ сол бұрыштан, яғни екі материалдың арасындағы беткі бөлігіне жарық түседі. Бұл құбылыс френелевский сәулесі деп аталады (3.6-сурет). Ол оптикалық рефлектометрде талшық бөлігінің орнын дәл анықтауда қолданылады.

Френелевтік сәулелену қалта фонарының жарығы терезе әйнегіне құлаған жағдайда ескертеді. Жарықтың көп бөлігі

шыны арқылы өтеді, бірақ қандайда бір бөлігі кері сіздерге қарай шағылады. Жарық сәулесі терезе шынысына түсетін бұрыштан сәулеленген жарық қайда түсетіні белгілі: сіздің көзіңізге немесе қайта фонарикке.



3.6-сурет. Френелевтік сәулелену

Оптикалық рефлектометрдің техникалық сипаттамасы. Динамикалық диапазон оптикалық рефлектометрдегі қандай талшықтың ұзындығын өлшеуді анықтайды. Диапазон децибелмен беріледі, диапазоны көбірек болса, өлшеуге болатын талшықтың ұзындығы да көп болады. Тест жүргізілетін талшықтың соңына жету үшін, тест жүргізілетін импульс мейлінше күштірек болуы тиіс, талшықтың ұзындығына түсетін ең аз жағдайдағы сәулелену сигналын өлшеу үшін өлшегіш аппарат мейлінше сезімтал болуы керек.

Динамикалық диапазон лазерлі жарық көзінің толық импульсті қуатына, сондай-ақ өлшегіштің сезімталдығына да байланысты: өте жоғары жарық көзінің қуаты және сезімтал өлшегіш үлкен және кіші динамикалық диапазонын қамтамасыз етеді. Динамикалық диапазон оптикалық рефлектометрдегі талшықтың жоғары дәрежедегі орташа мөлшердегі шуды немесе содан кейінгі және кері шашыраудың арасындағы дәрежесінің әртүрлілігін анықтайды.

Жарамсыз белдем дегеніміз – Френель бейнесінің рефлектограммалық талшықты бөлігі, оның ішіндегі бейнені кері шашыратудың деңгейін қайта жабады.

Жарамсыз белдемнің пайда болуын жұлдызды аспанды қарастыру мысалымен түсіндіруге болады: егер ешқандай да жарық айнала жоқ болса, онда сіздің көзіңіз сезгіш болады және сіз "кері шашыратудағы" өте көмескі жұлдыздарды ажыратасыз. Егер біреу сізге тура жарық түсірсе, онда ("Френель көрсетілу") сіз жарықты жұлдыздан ажырата алмайтындай, көздік бейнеден айырады. Содан кейін жарықты алғаннан кейін, біртіндеп дағдыланылған қараңғылыққа сіздің көзіңіз сезгішірек және сіз нашар жұлдыздардың жарығын қайта ажырата аласыз. Рефлектометрдің өлшеуіші дәл осылай сіздің көзіңіз шамамен өзін-өзі елестей берген "соқырлық" кезең мен сезгіштіктің калпына келуі жарамсыз белдем болып табылады.

Жарамсыз белдемді екі санатта бөлуге болады: (эртектілік) оқиға жарамсыз белдем және жарамсыз белдемдердің сөнуі.

Айыру қабілетінің екі түрлі өзгешелігі болады: кеңістіктің (қашықтық) және жоғалтуға (деңгей) арналған.

Жоғалтуға арналған айыру қабілеті – оларға қабылданатын қуат деңгейлерін ажыратқан (сөну бойымен) өлшеу қабілеттілігі. Рефлектометрлердің өлшеуіштерін көпшілік кері шашырату деңгейлердің арасындағы дисплей айырымнан 0,01-ден немесе 0,001 децибелге дейін шығара алады.

Жоғалту өлшеу дәлдігі. Оптикалық рефлектометрдің өлшеуіші оптикалық ваттметрлерде және кез-келген фотоқабылдағыштардың өлшеу дәлдігімен тура анықталады.

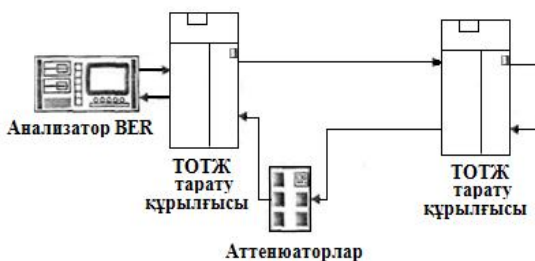
Қабылдағыштары кез келген оптикалық өлшеуіштің дәлдік электрлік бөлігі шығыс оптикалық сәуле кіріс қуатына сәйкес келеді. Оптикалық өлшеуіштерді көпшілік жұмыс диапазоны бойымен оптикалық сәуленің жасайтын қуатын бірқалыпты электр түрлендіруге тиісті деңгейге сигнал беріледі, сосын электрлік белгі шығу қуаты ретінде көрсетіледі. Барлық өлшеуіштерде электрлік белгі шығыс қуаты төменгі деңгей электр күшейткіштері жоғарылатуға пайдаланады, бірақ күшейткіштер бәрі белгілі бұрмалаулы сигнал береді.

Сыну көрсеткішіндегі жарық – бұл вакуумдағы жарық жылдамдығымен қандайда болмасын талшықтың аралығындағы арақатынас. Рефлектометр кабельдің біркелкі емес талдауын іздеструді қамтамасыз етіледі.

Аппаратураның стресс тестілеуі ТОТЖ (талшықты-оптикалық тарату жүйесі). Аппаратураның жобалауы ТОТЖ, міндетті түрде оптикалық сигналды энергетикалық бюджетті есептеуден қажет етеді.

Артығымен қуатты талдау үшін стресс тестілеуі ұстанымдары, т.б пайдаланады, яғни тарату жүйелері талшықты-оптикалық қызмет етудің жағдайларын қарастырады.

Талшықты-оптикалықтарға тарату жүйелері сапасы нашар еліктеуі үшін оптикалық аттенюаторларды пайдаланады.



3.7-сурет. Стресс тестілеудің ТОТЖ сұлбасы

Сапасы нашар ТОТЖ еліктеуі үшін, оптикалық аттенюаторларды пайдаланады. Бұрынырақ сұлбаға сәйкес қосымша өшу асқынынан кіргізген оптикалық аттенюаторы қосылған. Жанындағы мына қате BER кіргізілетін өлшеуді деңгейден параметрін тәуелділікке өлшенеді. Талшықты-оптикалық тарату жүйелері аппаратура өшкенде шектік мәнге сәйкес кіргізілген, анықталған қуаттан алады.

Талшықты-оптикалық кабельді өнеркәсіптік талдау.

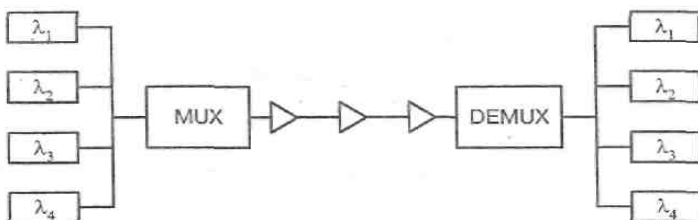
Өнеркәсіптік талдау келесі параметрлерді өлшеуден тұрады:

- оптикалы-талшықты ұзына бойынша өлшеу;
- өткізу жолағы және дисперсия;
- кескіш толқын ұзындығы;
- сыну көрсеткішінің кескіні,

- сандық аппаратурасы;
  - геометриялық және оптогалшықты кабельдің механикалық сипаттамалары;
  - энергетикалық потенциал мен сезгіштік фотоқұрылғылар;
  - құрылғылардың оптикалық қуатының деңгейлерінен тұрады.
- Зертханалық шарттарда оптикалық кабельде өлшеуді өте дәл, тура әдіспен орындайды. Ол өлшеулер жоғарыда айтылған.

### 3.5. Талшықты-оптикалық тарату жүйесінің өлшеу технологиясындағы дамуы

Өлшеу технологиясының дамуы әрқашан телекоммуникация технологиясының дамуымен қатар жүреді. Талшықты-оптикалық кабельдердің өткелге берілетін жүйелеріне жиіліктің бөлінуімен ортақ үрдісті белгілемей, талшықты-оптикалық тарату жүйесі келешегінің дамуын бағалауға болмайды (Wavelength Division Multiplexing - WDM).



3.8-сурет. Тарату жүйесінің мультиплексоры

Бұл жүйе сызба түрінде 3.8-суретте көрсетілген. Көрсетілген тарату жүйесінде төрт жиілік қолданылады:  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ .

Төрт толқын ұзындығының модульденген сигналдары оптикалық мультиплексорге кіреді (MUX), одан кейін демультиплексорға оптикалық кабельдер арқылы жіберіледі (DEMUX), төрт жиіліктің белгісі қайтадан топтық сигналдан қалыптасады. WDM технологиясының негізінде оптикалық тарату жүйесінің жиіліктер бөлінуі (немесе толқын ұзындығының бөлінуі) жатады.

## **4. ӨЛШЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ТАРАТУ ОРТАСЫ. ЭЛЕКТРЛІК ӨЛШЕУ КАБЕЛЬДЕРІ**

### **4.1. Тексеру әдісінің үлгісі. Өлшеу әдісі. Классификациясы**

Салыстыру әдістері – бір уақытта пайдаланылатын теориялық жылдам, барлық қолдануға оңай өлшеу әдістері, бір қабылдауда қатарлас жүзеге асырылады. Алдын ала құралған өлшем тапсырылған өлшеу шамасынан басқа жаңғыртумен орындалады және сондықтан өлшеу процедурасы тек бір салыстыру операциясынан тұрады.

Теңестіру әдістері – нақты уақытты талап ететін, бірнеше қабылданған өлшеу процедураларының тізбектей орындалуын жүзеге асырады.

Дифференциалдық әдістер – екі өлшем және салыстыру құрылғысын пайдалануымен тізбектей түрде жүзеге асырылады, бастапқы да айырманы анықтайды, бірінші шамада, одан кейін нақты қосындысының нәтижесін алады.

Толық жиынтықты қосатын, осы әдістердің қасиеттері қолданылған оңай өлшеу тәсілдерінің үйлесуімен тәуелді.

Өлшем – өлшемдік түрлендіргіш және салыстыру құрылғысы. Өлшемдік түрлендіргіш, өлшем, салыстыру құрылғысы және масштабты түрлендіргіш.

Салыстыру және түрлендіргіш әдістерін әртүрлі әдістермен жүзеге асыруға болады:

- көп арналы реттелмейтін өлшем және бірнеше салыстыру;
- құрылымымен атқарылатын салыстыру операциясы;
- бірарналы реттелмейтін өлшем және масштабты көпарналы түрлендіргіш.

Теңестіру әдістері бір уақытта және әртүрлі уақытта атқарылатын теңестірулер болуы мүмкін. Осының негізінде біруақытты теңестірулер мынадай жағдайда жүзеге асырылады:

- бірарналы реттелетін өлшем және салыстыру құрылғысы, яғни шығыс шамасы өлшемінің өзгеруі және салыстыру құрылғысының кіріс шамасы;
- шығыс сигналы мен кіріс шамасының теңестірілгенге дейінгі түрлендірігіш коэффициентін өзгерте отырып алынған

бірарналы реттелмейтін өлшем мен реттелетін масштабты бірарналы түрлендіргіш.

Дифференциалды әдіске байланысты,  $X$  сигналының шамасы, үлкен квантталу адымына ие, соның нәтижесінде  $\Delta x$  пен  $X$ -тің айырмашылығы анықталады, одан шыққан  $x_1 = N_m \Delta x_k$  мәнінің шамасы өлшенеді. Екінші кезеңде өлшемнің көмегімен айырмашылығы мәнін ала отырып кіші квантталу адымына ие алынған айырмашылық өлшенеді.

Анализдік өлшем – қабылдау немесе физикалық шама мәнінің тәуелділігін белгілеу тәсілдерінің жиынтығы, талдау негізінде, орналастырылған сол немесе басқа анализ құрылымына байланысты физикалық құбылыстың немесе эффектінің уақытша немесе басқа параметрінің біртекті шамаларының реттік қатынасы немесе арақатынасы.

Анализ жұмыс істеу принципі мен мақсатына байланысты мынадай түрлерге бөлінеді: спектральды анализ кезінде уақытша берілу сигналы жиілікті берілуге өту үшін Фурье түрлендіргішінің көмегімен іске асырылады, ал шығыс берілу сигналын қалпына келтірілуі кері Фурье түрлендіргіші арқылы іске асады.

Анализде логикалық жіктелген сигналдар логикалық операция негізінде іске асады, сондықтан оларды биттік ағындардан бөліп алу тәсілімен теңгерілген кодтарға байланысты бөлуге болады.

Тестілеу әдісі – бақыланған шаманың мәндер облысына қарағанда анықталған мәндерінің нормасы болып саналады, осы кезде тестілеу әдісі қолданылады. Тестілеу кезінде өлшем әдістері қолданылады. Тестілеуді, кодтарды байт бойынша салыстыру сияқты анықтауға болады. Кодтарды бит бойынша біртіндеп салыстыру үшін мәндері бірдей кодтарды салыстыру түсінігі қолданылады.

Бақылау қажеттілігі – бақылау аспаптары мен жүйелері бір ортақ құрылымға ие, аспаптардың көптеген мөлшерін зерттеуді талап ететін, ақпараттардың біріктірілуі болып табылады. Хаттамалар анализаторлары (Protocol analyzers) ақпараттық немесе аспапты-ақпараттық жүйесінің, басқару жүйелерінен айырмашылығын, тек желінің мониторингі мен трафик анализінің құрылымында екенін шектеп көсетеді.

## **4.2. Бақылаудың негізгі түрлері мен сипаттамасы**

Электрлік байланыста барлық бақылау спектрі өлшеу, талдау және тестілеуге бөлінеді, сонымен қатар тікелей бақылау, басқарылатын физикалық мөлшердің бірлігінде орындалатын бақылау және жанама бақылау, тікелей бақылаудан басқа мөлшерге шығуды жүзеге асыратын ізделетін бақылау болып бөлінеді.

Бақылаудың мынадай түрлері бар:

- түзету бақылауы, яғни арналар мен тракттардың алғашқы түзетулерін айқындау мақсатында қолданылатын құрылғыға байланысты түзету нормасымен және сипаттамасымен сәйкес келеді.

- қабылдау-берілу бақылауы, бұл толық көлемді өлшеу процедурасына негізделген.

- профилактикалық бақылау, яғни эксплуатацияның орындалуы нәтижесінде эксплуатациялық нормаларға сәйкес жүйеде берілген.

- жоспардан тыс бақылау, бұл қалпына келтірілген жөндеу жұмысының құрамдас бөлігі болып табылады, яғни тікелей берілу өлшемі және тестілеу сияқты соңғы кезеңінде қалпына келуі мүмкін.

Жұмыс жасау режиміне қарай бақылау құрылғылары қосылған, ажыратылған, жартылай ажыратылған құрылғылармен жүзеге асырылуы мүмкін (4.1-сурет).

Сондай-ақ бақылау тікелей, дистанциялық, үлестірілген, орталықтандырылған (мониторинг) болады.

Осы қарастырылған бақылау түрлері аналогты, дискретті және логикалық жіктелетін мөлшерлер үшін жүзеге асырылуы мүмкін.

Телекоммуникациялық байланыста бақылаудың ерекшеліктерін ескере отырып, мынадай түрлерге бөлуге болады:

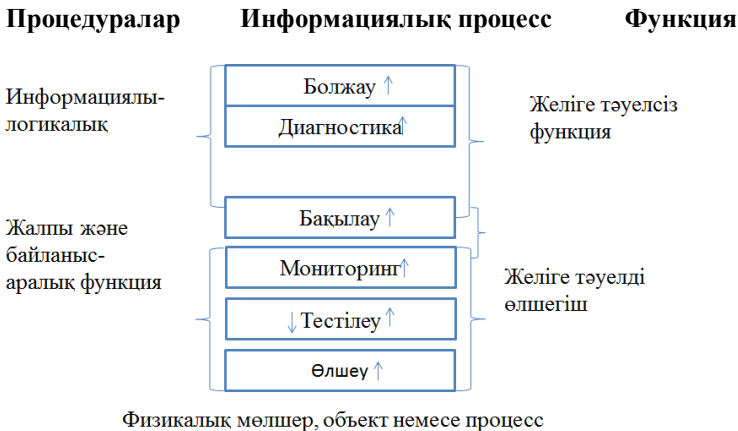
- тарату параметрлерімен бірге транспорттық деңгейдің бақылау желісі;

- абоненттік деңгей бақылауы;

- трафикті бақылау;

- хаттама жіберуді бақылау, яғни олар бағдарламалық, бағдарламалы-ақпараттық және ақпараттық (техникалық) құрал болуы мүмкін.

Бақылау моделінің ашық жүйенің іс-әрекетіне сәйкес келуі.



4.1-сурет. МКС ТОЖ процедурасы мен функциясы

Бақылаудың маңызды сипаттамасы болып нақтылық және сенімділік, өлшеудегі нақтылық, өлшеу қателігі арқылы бейнеленетін жүйелік, кездейсоқтық, қателіктер, методикалық, мультипликативті болып табылады.

### 4.3. Электрлік кабельдерді өлшеу технологиясының жалпы тенденциялары

Электрлік кабельдерді өлшеу тарихи танымал болып келеді және өңделген технологиялар болып табылады. Бірақ соңғы жылдары цифрлі желіге көшкендіктен, электрлік кабельдерді өлшеу кейбір өзгерістерге келді. Кабельді жүйенің жоғары өнімділігіне байланысты, қазіргі уақытта электрлік кабельдердің магистральдық арналарын оптикалыққа ауыстыру көзделді. Болашақта электрлік кабельдердің телекоммуникацияда абоненттік желі кабельдерімен шектелуі болжамы бар. Бірақ абоненттік желі кабельдерінде соңғы уақытта өзгерістер бар,

олар өтімділік қасиетінің қажеттілігіне байланысты. Қазіргі уақытта абоненттік кабельді желілерді құрудың негізі 5-ші стандартты кабельдер категориясы TIA/EIA 568A концепция құрылымды кабельді желілер болып табылады. Жаңа цифрлі технологиялардың ISDN және HDSL абоненттік кабельдерге байланысты талаптар, жалпы кабельдерді өлшеу үрдісіне алып келетін – өлшеулер абоненттік кабельдерге байланысты.

Магистральды кабельдерді өлшеу. Магистральды кабельдерді өлшеу кабельді тартуға байланысты бөлінеді:

- кабельді төсеместен бұрынғы өлшеу;
- кабельді тарту процесіндегі өлшеу;
- эксплуатация этапында, ақауы бар кабельді оқшаулау

және жою қажеттілігіне байланысты.

Кабельді төсеуден бұрын өлшеулер кабельдің анализ сиппатамаларына байланысты болады, бухтадағы кабельдерді тексеру максатында кабельдің сәйкестігін берілген сиппатамаларға байланысты алады. Әдетте мұндай өлшеулер, желі байланыс операторларының көмегімен берілген техникалық сиппатамаларды тексеру үшін өндірістік зауытта жүргізіледі. Айлақтағы кабельдерді өлшеу үшін кабельдің келесі параметрлері талданады:

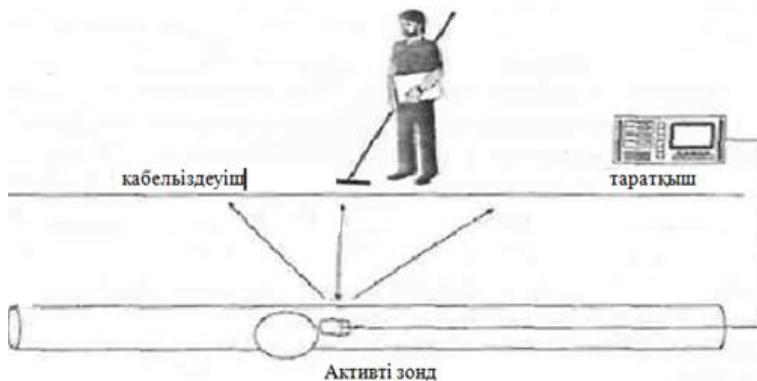
- погондық кедергі кабель импедансы;
- изоляция кедергісі;
- кабельдегі өшудің жиілікке тәуелділігі.

Изоляция кедергісін талдауға арнайы аспаптар қолданылады – изоляциялы кедергінің анализаторы, анализатор тізбегі жұмыс істеу принципі болып табылады, бірақ өлшеудегі өзгешеліктермен: тізбек анализаторы изоляция тізбегіне жоғары кернеу беріп, сосын токтың кемуі өлшенеді. Өлшеудің ерекшелігі, генератор әрдайым осы жағдайда қуатты, анализатор – жоғары сезімді болуы керек. Эксплуатация деңгейінде өлшеулер әдетте кабельді ақау нүктесінің локализациясымен байланысты. Магистральды кабельдерді талдауда басынан соңына дейін металдық ұзақмерзімді рефлектометр қолданылады, жұмыс істеу принципі жоғарыда айтылғандай, оптикалық рефлектометрдің жұмыс істеу принципіне ұқсас.

Металдық ұзақмерзімді рефлектометрдің өлшеу диапазоны 15 – 20 км, рұқсат ету қабілеті 10 см-ге дейін, кабельді локаатор аймағын қолданбай-ақ үзілу нүктелерінің локализациясын қамтамасыз етеді. Магистральды кабельдерді өлшеу, кабельді локация ақау нүктесімен байланысты. Эксплуатация деңгейінде өлшеулер әдетте кабельді ақау нүктесінің локализациясымен байланысты. Осы локация нүктесінің негізгі бірнеше әдісі бар. Өлшеудің ең қарапайым тәсілі кабельге тестілік дабылды беру және кабельді бүліну нүктесін индуктивті датчикте анықтау. Тестілік дабыл қуаты мен жиілігі, терең жатқан және қабылдағыш сезгіштікпен беріліп тұратын кабельге кабель түрімен сәйкестікте таңдалады. Мұндай өлшеулерді жүзеге асыратын аспаптар кабель іздеушілер деп аталады. Әдеттегідей, кабель іздеушілер келесі өлшеулерді орындайды:

- кабельдің орналасу жолын салдыру;
- кабельдің орналасу тереңдігін анықтау;
- кабельдегі ток шамаларын өлшеу;
- ақау сипатын анықтау: қысқа тұйықталу немесе үзілу;
- ақау деңгейін анықтау: жеңіл ақау немесе күрделі ақау;
- күшті кабель индикациясы және қоректі кабель;
- кабельдің су болып қалу нүктелерін анықтау.

Кабель іздеушілер жерастындағы кабельді іздеп қана қоймай, сондай-ақ діңгектердегі кабельдер мен аспаптарда, өлшеу көтерілген дымқыл жағдайда жүргізіледі. Кабель іздеушілер құрамына өлшенетін кабель тестілік дабыл генерация қамтамасыз ететін хабарлағыш және антенналардың теруімен локация қабылдағыш кіреді. Хабарлағыш тестелетін кабельге тікелей немесе индуктивті өткізгіш арқылы қосылуы мүмкін. Кабель іздеушілердің пайдалануымен қосымша өлшеулердің бірі – «құбырдағы кабель тарату үшін кедергілерді талдаумен» байланысты. Бұл жағдайда құбырға жобаланған кабель тарату белсенді көзі төмендейді, мини-хабарлағыш кедергінің тұрған орнын көрсетеді. Кабель іздеушілер бұл орынды кедергіні алып тастау бойымен құрылыс жұмыстарын жүргізу үшін бекітеді.



4.2-сурет. Құбырдағы кабельді тарату үшін кедергіні анықтау сұлбасы

Өлшеулердің тиісті сұлбасы 4.2-суретінде берілген. Мұндай өлшеудің маңызы бірінші реттік абоненттік кабельдер үшін өзекті екендігін ескеру керек.

Металдық кабельдер үшін рефлектометрлерді пайдаланумен өлшеу. Металдық кабельдер үшін рефлектометр құрылғысының ұстанымдары (TDR) оптикалық рефлектометрлер құрылғысының ұстанымдарына ұқсас.

Металдық рефлектометрлердің екі негізгі түрі ажыратылады: қабылданатын толқынды пішіннің бейнеленуі және цифрлі бейнелену. Қабылданатын (рефлектограммалар) толқынды пішінің бейнеленуі бар рефлектометрлері барлық бір текті емес кабельде кешендік талдау мүмкіндігі беріледі, сандық бейнеленуі бар рефлектометр бірінші әртектілікке дейін қашықтығын көрсетеді, себебі арзан болады және аспаптың ықшамды нұсқасы табысты пайдалануда қолданылады.

#### 4.4. Абоненттік сымды желілерді өлшеу

Абоненттік сымды желілерді өлшеудің жалпы принциптері. Абоненттік сымды желілерді өлшеу технологиясы кеңінен таралған, демек әлемдік тәжірибелерде қолданылып, өлшемдерді ұйымдастырудың белгілі бір ұсыныстары жоқ. Абоненттік желілердің өлшемдері белгілі болса да осы өлшемдерді

жүргізетін бірнеше әдістер мен амалдар бар. Бұл амалдар әртүрлі сипатта болады.

Абоненттік желілердің негізгі өлшемдері:

- сымдардың кедергілері (қысқа мерзімдік тұйықталуды, үзілуді сынақтан өткізу);

- сымдағы полярлануды алмастыру;

- жұптардың таралымдары;

- АЖС абоненттік арналар (өткізу жолақтары);

- желі ұзындықтары.

Абоненттік желілерді өлшеу келесідей түрде жүргізіледі:

- абоненттік сымдарды сынақтан өткіземіз,

- сапалы жұптарды тандап инсталляциялар ISDN, HDSL орындалады – абоненттік желілерді сәйкестендіріп, телефон байланыстарының сапасы артады.

Абоненттік сымдардың электрлік өлшемдерін аламыз. Ол үшін бірнеше әдістер қолданылады. Аса қарапайым түріне сандық мультиметр жатады (DMM), демек абоненттік желілердің скалярлық сипаты анықталады.

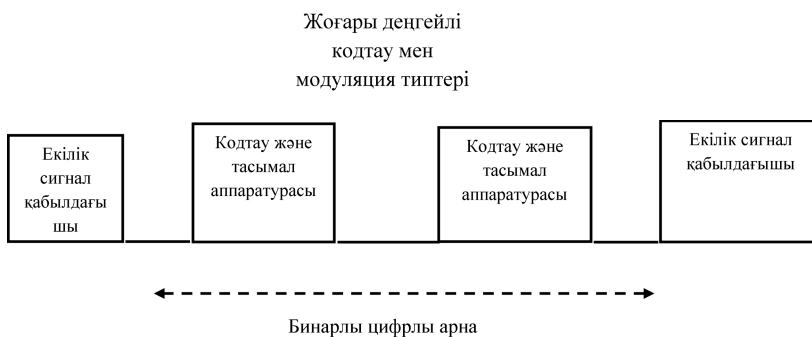
Сымдардың бір ұшын өлшеп анықтауды ұйымдастыруда шлейф бөлінген, демек сандық мультиметрге қосылып, төмен омды желілердің индикациялануы орындалады ("қоңырау шалу"). Осы сұлбалар бойынша желілердің импеданстық өлшемі өлшеніп, абоненттік жұптардың қысқа тұйықталуы талданып, үзілістер болады. Осындай өлшемдерді алу әдісі арқылы абоненттік желінің өлшемдерін талдаймыз.

Өлшемдер жүргізудің екінші әдісіне арнайы өлшем құралдары, демек абоненттік жұпты құралдар қолданылады. Өлшеу құралы ретінде абоненттік жұптар талданып мультиметрлердің комбинациялары қабылданып, локаторлық қарапайым телефон арналары – TIMS қолданылады. Абоненттік жұптық талдану құралының басты қызметі арқылы телефон арналарының электрлік сипаты алынып, бұзылыстардан болған ақаулар бағаланады. Осы кезде регенераторлардың саны артып, дәнекерленген сымды желі қолданылып регенераторлар қызметін атқарады.

## 5. ЦИФРЛІ АРНА ПАРАМЕТРЛЕРІН ӨЛШЕУ ӘДІСТЕМЕСІ. ТЕЛЕФОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІҢ ДАМУ САТЫЛАРЫ

### 5.1. Бинарлы арна түсінігі және талдау әдістері

Қабылданған терминдерге және жіберу арнасын анықтауға сәйкес, осы арнаға тән жиіліктер жолағында және жылдамдықта электрлік байланыстың дабылын қамтамасыз ететін техникалық құралдар кешені және таралу ортасы түсіндіріледі.



5.1-сурет. Бинарлы сандық арна

Бинарлы сандық арнаның негізгі мақсаты – бұл екілік пішінде және биттік түрде сандық ақпаратты жіберу. Сондықтан негізгі параметрлердің сандық тапсыруының сапасы биттер бойымен (Bit Error Rate – BER) және оның туындыларымен қате параметрге байланысты. Сәйкес бөлімдерде көрсетілгендей, бинарлы арна параметрлерін өлшеу әдістемесі – ерекше орынды BER параметрі бойынша біріншілік және екіншілік желілер бойынша өлшеу әдісі.

Сандық арна байланыстарының өзгешіліктерін дұрыс түсіну үшін бинарлы сандық арналардың технологияларына терең үңілу керек, және де ол осы тарауда қамтылмақ.

Бинарлы арнаны өлшеудің екі типі қарастырылуда: арнаны өшіру мен арнаны қосу. Арнаны өшірумен өлшеулер сол кездегі арна сандық трафик тасымалы кезінде қолданылмайтыны қаралады.

Екілік сигналдың қабылдағышы ретінде сандық арнаның анализаторы – қабылдағыш және көзі ретінде қолданылады. Арнаны өшіріусіз өлшеулер кезінде трафик тасымалында арнайы параметрлі анализ алгоритмдері қарастырылады.

## **5.2. Сандық арналар арқылы қателік өлшемдерін есептеу әдістері**

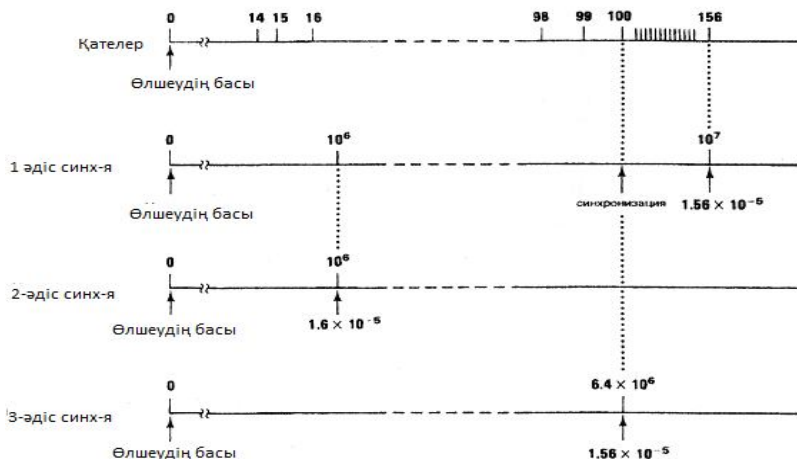
Тестілік таңдау арқылы нақты өлшемдер алынып, олардың нәтижесі алынып жатады. Осы кезде негізгі факторларға мән береміз, демек алгоритмдік өлшемдер жасалып, есептеу нәтижесі бойынша өлшемдер жасалады.

Сандық бинарлық арналарды өлшеу кезіндегі негізгі өлшемдер арқылы BITS мәндері шығады (қателік биттердің саны), BER (бит бойынша қателіктер өлшемі) және ES (секунд саны, қателіктер мөлшері). Қалған барлық өлшемдер арқылы туынды үш өлшем алынады. Ендігі кезекте қалған әдістерді қарастырып шығамыз, демек BER мен ES өлшемін.

BER өлшемін есептеу әдістері

BER өлшемі тестілеу кезіндегі кез келген сандық арналар мен жүйелердің өлшемі болып табылады. BER өлшемі интегралды қатынастармен тығыз байланыста, сондықтан қателіктер мен сандық арналардың таралымдары нақты болады. Осылайша BER өлшемі кеңінен таралған статикалық сапалы арналық өлшем болып отыр. Өлшенген өлшемдер мен сапалы өлшемге қарағанда сандық және сапалық қателіктер алынып, оларды игеру кезеңдері әртүрлі болады. Сондықтан қателіктер саны бойынша BER өлшемін алу әдістерін қарастырамыз.

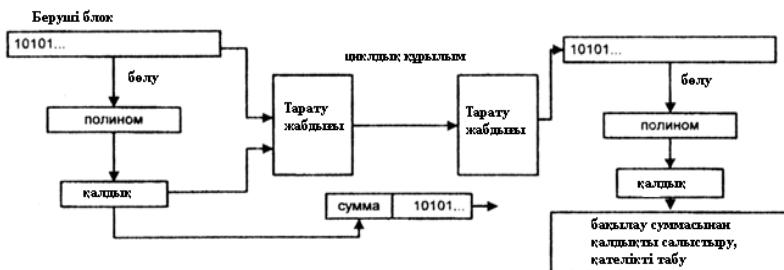
Бірінші әдіс – 100 қателіктерді ала отырып, BER қатынастарын аламыз, демек автоматты түрде өлшемдердің нақтылығы қамтылып (жақсы 10 %), жұмыс өнімділігі артады. Дегенмен өлшемдерден бастап нәтижеге алуға дейін біраз уақыт қажет (демек уақыт аралықтары жоғары болады).



5.2-сурет. BER өлшемін алу әдісі

Екінші әдіс – өлшемдер алуға дейінгі байланыстар мен биттік қателіктердің болуы. Мұндай жағдайларда нақты өлшемдер пайда болып, биттердің саны анықталады. Демек нақтылық өлшемі арқылы қабылданған биттер жеткілікті болуы тиіс. Осылайша биттердің саны беріледі.

Сандық арналардың ауытқуларын нақты өлшеу үшін артық циклдік кодтары бар алгоритмдер қолданылады. Демек талдау жүреді, осындай талдау жұмыстарының алгоритмдері арқылы 5.3-суреттегі сипаттамаларды қарастырып шығамыз.



5.3- сурет. Артық сандық кодтарды қолдану алгоритмдері

Ақпараттар ағымы сандық арналар арқылы беріледі, демек бірнеше мәліметтердің белгіленген блоктарына бөлінеді. Әрбір блок үшін жеке операциялар орындалып, олар толық биттерге бөлінген, демек аталмыш нысан сипатталып жатады. Бөліну нәтижесінде қалдықтар қалыптасып, олардың барлығы блоктар арқылы циклдік құрамдарға келеді. Мәлімет ағымдарының бөліну шарасы арқылы мәліметтер беріліп, қалдықтары арқылы циклдік құрылымдар алынады. Осы кезде қателіктер анықталып, өлшемдер жүреді, демек циклдік құрылымдар пайда болады. Бөліну қалдықтары арқылы бақылау соммасы шығады. Қабылдау кезінде аналогтар арқылы қалдықтар бөлінеді. Есептеу нәтижесінде салыстырмалы сызықты соммааралық нәтиже пайда болады. Ыдырау кезінде нәтижелер сәйкестеніп, биттік қателіктер пайда болып, олардың шамасы артып кетеді. Демек блоктар пайда болады.

Бекітілген әдістеме G.821/G.826/M.2100 қарастырылып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері баяндалды. Демек осы әдістер арқылы үш ұсынысқа қол жеткіземіз, яғни ITU-T - G.821, G.826 және M.2100 (M.2101).

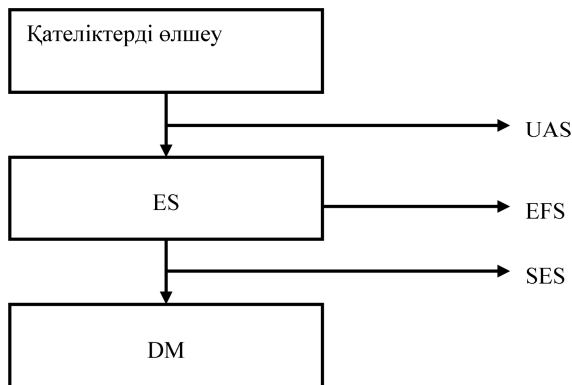
G.821 әдістемесі

G.821 тұжырымдары арқылы бірнеше жұмыстар мен үрдістер атқырылып алғаш рет 1980 ж. жария болған, демек халықаралық HRX қосылыстардың сапалық өлшемдері анықталды.

Мұнда осы ұсыныстарға міндетті түрде барлық өлшемдердің нормасын қоса отырып, нақты жылдамдықтарын білеміз, демек ОЦК - 64 кбит/с анықталып, нақты өлшемдер бойынша келесідей шамалар алынады: ES, EFS, SES, DM и UAS.

Өлшемдерді өлшеу сипаты мен сұлбасы 5.4-суретте берілген.

Өлшемдер қателіктерді өлшеуге бағытталған, демек барлық уақыт бөлініп, осы кездегі өлшем бірліктері шығады. Осыған сай дайындық пен уақыт бірліктері анықталып, арналар беріледі. Нәтижесінде UAS алынған. Осыдан кейін арналар дайындығы байқалып, уақыт секундтарына байланысты ES қателіктері анықталып, автоматты түрде EFS шамасы есептеледі. Секундық қателіктер үшін BER мен SES өлшемі есептеледі. SES талдамалар негізінде DM өлшемі алынған.



5.4-сурет. G.821 өлшемдерін алу алгоритмдері

G.821 әдістемесінің басты кемшілігі оның кеңейіп, сандық жүйелердің анықталуында болып отыр, демек жоғары жылдамдықтар арқылы мәліметтер беріліп, оның шамасына 64 кбит/с жылдамдық мәндері сай келеді.

#### G.826 әдістемесі

G.826 әдістемесін ұсына отырып алғаш рет 1993 ж. G.821 әдістемесі дамыған болатын, демек кемшіліктері ескерілген. Әдістеменің негізгі принциптері:

- жылдамдығы 64 кбит/с болатын сандық арналарды қолдану;
- берілістердің негізгі жылдамдықтарын есепке ала отырып, сандық PDH/SDH жүйесін қолдану;
- арналық ауытқуларсыз-ақ өлшемдер алып, арналарды анықтау, жүйелерді игеру.

G.826 әдістемесі арқылы өлшенген өлшемдер бойынша арналар ауытқып отырады. Демек қателіктердің өлшемдері блоктар бойынша таралады. G.826 сәйкес келесідей шамалар алынған, атап айтсақ: EB, ES, SES, BBE. Өлшемдерді алу нәтижесінде ESR, SESR, BBER пайда болған.

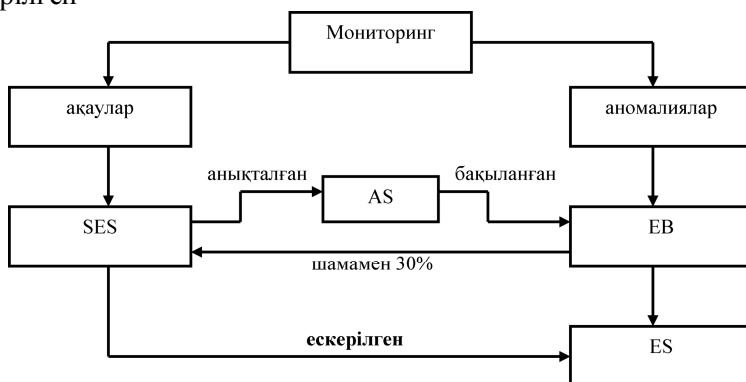
G.826 ұсына отырып өлшемдердің келесідей шекті мәндері берілген (5.1-кесте):

5.1-кесте

G.826 бойынша сандық шамалардың өлшемдерін алу

|                      |                   |                   |                   |                   |                   |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Жылдамдық,<br>Мбит/с | 1,5-5             | 5-15              | 15-55             | 55-160            | 160-3500          |
| Блок өлшемі,<br>бит  | 2000-<br>8000     | 2000-<br>8000     | 4000-<br>20000    | 6000-<br>20000    | 15000-30000       |
| ESR                  | 0,04              | 0,05              | 0,075             | 0,16              | анықталмаған      |
| SESR                 | 0,002             | 0,002             | 0,002             | 0,002             | 0,002             |
| BBER                 | $3 \cdot 10^{-4}$ | $2 \cdot 10^{-4}$ | $2 \cdot 10^{-4}$ | $2 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-4}$ |

G.826 әдісі бойынша шамаларды алу сұлбасы 5.5-суретте берілген



5.5-сурет. G.826 әдістемесі бойынша өлшемдерді алу сұлбасы

M.2100/M.2101 игерілген өлшемдер әдістемесі

M.2100/M.2101 әдістемесі арқылы кең қолданылатын G.821/G.826 амалдары алынып, олардың барлығы игеру мақсатында жүрген. M.2100/M.2101 әдістемесінің басты артықшылықтарының біріне индикациялық өлшемдер жатады, демек тестілік нәтижелер пайда болады. Осы кезде тестер жүргізіліп, өлшемдер алынады. Негізгі өлшемдер ретінде SES мен ES алынған.

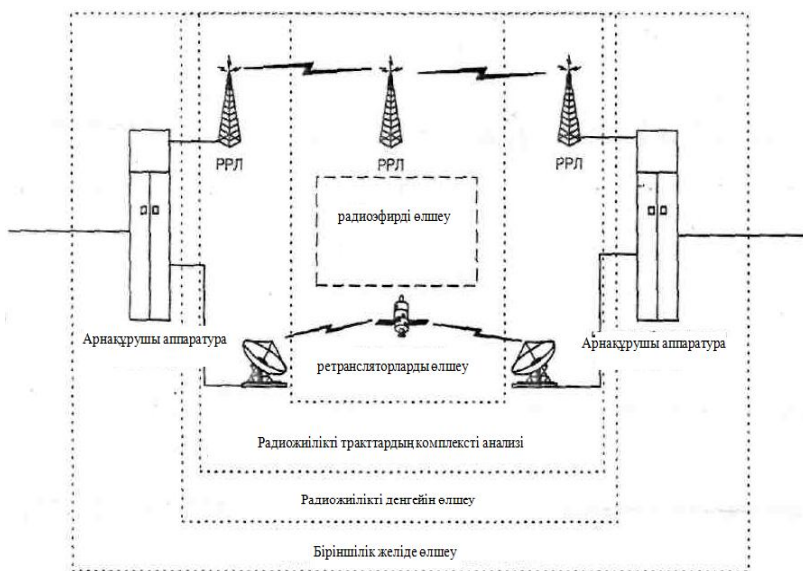
M.2100 әдістері алғаш рет 1993 ж. жарияланып, өлшемдер жүргізу аумағы ретінде сандық арналар қолданылған болатын, демек PDH берілістер қалыптасып отырды. Сандық желі технологиясы дамыды, енгізілді.

## 6. РАДИОЖИЛІКТІ ӨЛШЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

### 6.1. Радиожилікті өлшеудің ерекшеліктері

Радиожилікті өлшеу радиожилікті арналар мен сымсыз байланыс жүйесі сараптамасымен байланысты ірі өлшеу түріне жатады.

Сымсыз радиобайланыс жүйесінің қатарына байланыстың барлық түрі жатады, радиоэфирде ақпаратты тарату түрі де кіреді. Радиожилікті өлшеу технологиясының өзгешілігі, өлшеу аралығы мен сигналды тарату шартына тәуелділігі радиоэфирді пайдалану ерекшелігімен байланысты.



6.1-сурет. Радиожилікті өлшеудің біріншілік жүйесін ұйымдастырудың құрылымдық сызбасы

Берілген сызбада радиожилікті өлшеудің біріншілік жүйесі өлшеу жиынтығының негізгі құрамына кіреді. Қарастырылған радиожилікті өлшеуде арнадан үйлестіруші құрылғы алынады, өзгертілген дабылдар сандық арналардағы біріншілік жүйенің радиодабылына өзгереді.

## **6.2. Радиоэфирлерді өлшеулер**

Радиоэфирлерді өлшеу жүйесінің бір-бірінен айырмашылығы келесі факторлармен көрсетіледі:

- анализаторларды кеңістікте орналастыру;
- қабылдау антенналарын қолдану;
- желі жинақтау құрылымы және электромагниттік жабдықтарға байланысты ақпаратты өңдеу;
- түрлі алгоритмдердің оңтайландыру өлшемі.

Радиожілікті қорды бақылау жүйесі кешенді электромагниттік жағдайдың анализі төнірегінде жалғастыру арқылы орындалады. Мұндай өлшеулер нәтижесінде мәліметтерді карта түрінде үйлестіріп, түрлі диапазондағы жіті электромагниттік жазықтықты талдау арқылы көрсетеміз.

Аймақты қамту тәуелділігіне байланысты келесідей ажыратылады:

- электробайланысты Халықаралық одақ стандартымен орындалған кездегі ұлттық маңыздағы радиобақылау желісі (ITU);
- ұлттық жүйе бақылауымен үйлесімді, бірақ азғантай аумақты қамтитын жергілікті маңыздағы радиобақылау желісі;
- локальды алаң жағдайының электромагниттік анализі үшін – радиобақылаудың локальды жүйесі (мысалы, ретранслятордың немесе қабылдау-тасымалдау станциясының орнату жерінде).

Облыстық және жергілікті маңыздағы радиобақылау жүйесі. Жергілікті және облыстық жүйесі облыстық әкімшілікте және ірі операторлық желілерде радиобайланысты бақылау және түрлі аумақ спекторларының оңтайландырылуы үшін қолданылады.

Радиобақылау жүйесі әдетте облыстық және жергілікті мағына мәліметтерді тазалау орталығы бар радиал топологиясының ұстанымы бойымен салынады және оған стационарлық және спектр бақылауының жылжымалы нүктелері қатысты болады. Бақылау нүктелеріндегі географиялық координаталарға байлану навигациялық спутниктік амалмен жүзеге асады.

Радиобақылаудың локальды жүйесі. Жергілікті мәнді (ЭМО) электромагниттік жағдайын бақылау жүйесі радиоэфирдің параметрлерін осы (әдетте, антенналардың қажетті теруімен

спектр талдағыш) аспап арқылы радиосигналдың көзін орналастыруға болады.

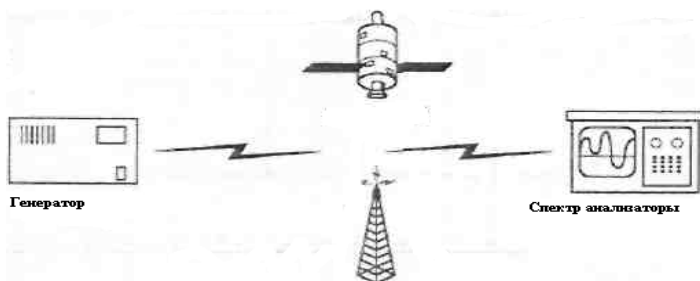
Радиобақылаудың жергілікті жүйелері негізі спектр талдағыштарды құрайды. Стационар жүйелерді ажыратады және қолдануға өте дәл бағыттаған тиісінше ықшам спектр талдағышта орындайды. Өте дәл спектр талдағыштар ЭМО өлшеулерді жүргізу үшін радиобайланыс жүйелерін тораптық станциялардың орналастыруында пайдаланады немесе (жерсеріктік байланыс жеріндегі станция және радиорелейлік станциялар) жіберу аппаратурасын қарастырады. Ықшам спектр талдағыштары жерсеріктік байланыс жүйелерінің абоненттік терминалдар антенналары теңшелімінің жанында және радиобайланыс жүйелерінде қолданылады, және бөгет көздерінің өрескел орналасуы және интерференциясы индикациялау үшін қолданылады.

### **6.3. Ретрансляторлардың сипаттамаларын өлшеу**

Радиоэфирдің сипаттамаларын талдаудан кейін сигнал беруші ретрансляторлардың немесе белсенді құрылғылардың сипаттамаларын талдау келеді. Ретранслятордың жұмысына радиожиілік даңғыл жолдарының параметрлері және алғашқы желі арналарының параметрлері де тікелей тәуелді. Сондықтан ретрансляторлар жұмысының параметрлерін талдау кешенді өлшеулер жүргізгенде ең маңызды кезең болып табылады.

Радиорелейлік тарату жолдарында қабылдау-тарату және радиорелейлік байланыстың регенераторлық станциялары ретрансляторлар болып табылады және солай аталады ( РТР), жерсеріктік байланыс жүйелерінде ретранслятордың рөлін байланыс жерсерігі атқарады. Радиожиілік даңғыл жолының белсенді құрылғысы – ретранслятор параметрлерін талдау СВЧ күшейткішін талдауға ұқсас, себебі күшейткіш ретранслятордың негізгі элементі болып табылады. Негізгі өлшеу топтары ретранслятордың амплитудалық жиілік (АЖС), күшейту, фазалық-жиілік сипаттамалары және шуылды өлшеу болып табылады.

Ретранслятордың АЖС-н өлшеу 6.2-суретте көрсетілген. Ретранслятордың АЖС-н ретранслятордың жиілік бойынша күшейткіш сипаттамасының сызықтық параметрлері анықтайды. Бұл параметрлер ретранслятордың берілген аралықтағы жұмысын және оның жиілік ресурсын анықтайды. Ретрансляторлардың АЖС-н өлшеу спектрлі талдаушы генератормен бірге орындалады. Соңғы уақытқа дейін бұл мақсатқа қуаттың таңдаулы өлшегіштері (таңдаулы вольтметрлер) қолданылатын бірақ соңғы кезде өлшеу техникасында спектрлік талдаушыларға (қабылдағыш ретінде) өту үрдіске айналады.



6.2-сурет. АЖС ретрансляторын өлшеу

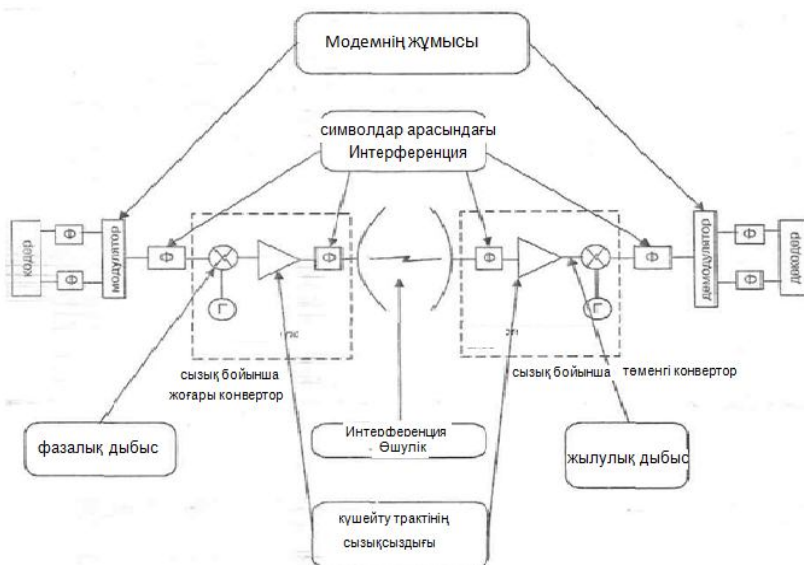
Ретрансляторлар күшейткіштерінің сипаттамаларын өлшеу. Күшейткіштердің сипаттамалары әдетте спектрлік талдаушылармен не таңдаулы қуат өлшегіштерімен (генератормен бірге) өлшенеді және шығудағы дабыл деңгейімен кірудегі дабыл деңгейіне тәуелділігі болып табылады. Бұл сипаттамалар радиожілік даңғыл жолдарының сызықтық еместігінің параметрлерін анықтайды. Радиожілік даңғыл жолдарының сызықтық еместігі маңызды параметр болып табылады, себебі радиобайланыс жүйелерінде төмендегідей жағымсыз жайттарға әкеледі:

- комбинациялық кедергілердің пайда болуы;
- дабылдың паразиттік модуляциясының пайда болуы;
- жерсеріктік жүйелердегі жиілік бөлінумен көпбекеттік рұқсатты режимінде шығу қуатының төмендеуі.

Ретрансляторлардың сызықтық еместігінің параметрлері өлшеулердің нәтижесіне негізделген, маңызды әрі қызықты математикалық моделдеу мәселесі болып табылады. Күшейткіш сипаттамасы ретранслятордың сызықтық аралығын және оның энергетикалық ресурсын анықтайды.

#### 6.4. Негізгі өлшеудің радиожилікті жолының сипаттамасы

Радиожилікті жолды өлшеудің негізгі параметрлері. Серіктерді өлшеуден кейін радиожилікті өлшеу жолы деңгейімен өтеді, оларға радиорелелік желі және спутникті байланыс желісі жатады. Өлшеу параметрлерінің әдістері радиожилікті жол және кешенді өлшеудің радиожилікті жолы болып бөлінеді, олар өлшеудің арна деңгейімен желі арқылы орындалады (өлшеудің параметрлік қателесімен-BER).



6.3-сурет. Типті радиожилікті жолды тасымалдау және оның ықпалы, параметрлер жолына әсер етуші сұлбасы

Суретте негізгі факторлар көрсетілген, радиожилікті жолға және қорытынды параметрдің радиожилікті жүйені жіберуі – параметрлік катенің көбеюіне (BER) әсер етеді. Қарастырылған параметрлер бойынша өлшеуді радиожилікті жолға сәйкес келетін топтарға бөліп қарауға болады:

- қателіктері болуы мүмкін модемнің жұмысын бақылау – ол өлшеу параметрлерінің модуляциясының қажеттілігіне алып келеді;
- бақылау қажеттігін күшейту және оның өлшеу элементтерінің сипаттамасын күшейту.

### **6.5. Радиожилікті трактатты комплексті өлшеу**

Барлық радиожилікті өлшегіш құралдар трактатта ең аз кате параметрді системаға беру үшін өндіріледі. Негізгі берілетін жүйелі санды параметр BER болып табылады. Мысалы, BER-ге қатысты қарым-қатынас радиожилікті жүйеде сигнал/шу беретін тым маңызды практикалық бөлік. Яғни, құрылғының ішіндегі барлық радиожилікті трактат ортақ параметрге енгізгендіктен, бір қадамдық өлшеу құрылысымен әйгілі.

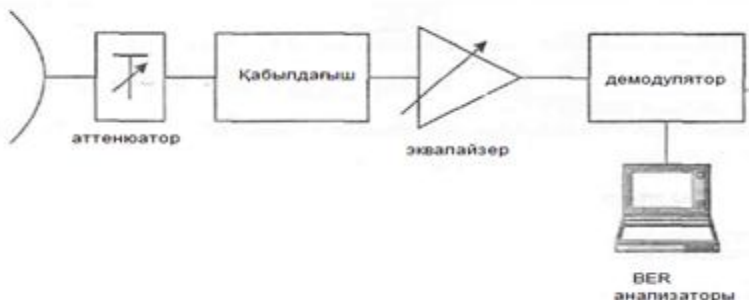
Эквалайзерлі жұмысты анализ. Көпсәулелі байланысқан сигнал тұрақты өлшеу параметрі сызықты сөндіруге әкеліп соғады. Радиожилікті системаның берілуі басқа кабельді системадан ерекшелігі, радиоэфирлі сигналды сапалы ортада бере тұра, жүйелер сигнал беретін ортада тура сипат бермейді.

Металдық және оптикалық кабель уақыт өте радиоэфирлі параметр сияқты маңызсыз әрдайым өзгеріп отырады. Нәтижесінде толықтай сигналдың жағдайын тарату тек радиоарнада статистикалық жолмен қарастырылады.

Заманауи радиожилікті система екі басты көпсәулелі өту сигналымен байланысты: сызықты сөну және сөну болып бөлінеді.

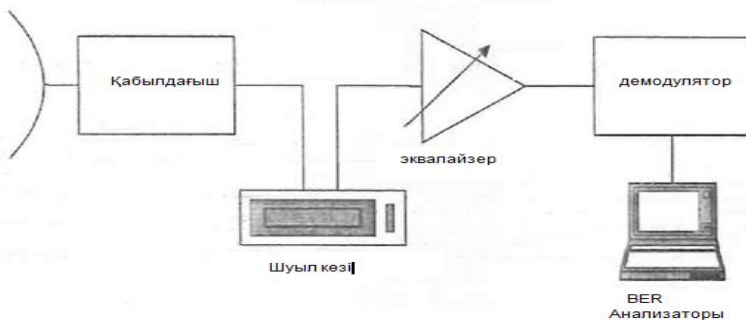
Арнадағы өшу өз алдына амплитудалы жиілікке деген тәуелділігін біркелкі кемуін қадағалайды. Сигналдың азаюына сигнал/шудың, цифрлі системадағы үлкейген параметр ішіндегі қателіктің де азаюына әкеліп соғады. Арналы сөну көбіне табиғи формамен шартты түрде радиожилікті сигналмен таратылады.

Арналы сөнуде эквалайзер хабарлағыш ретінде қолданылады. Эквалайзерлі жұмыстың орнын толтыратын арналы сөнудің өлшеу схемасы 6.4-суретте берілген.



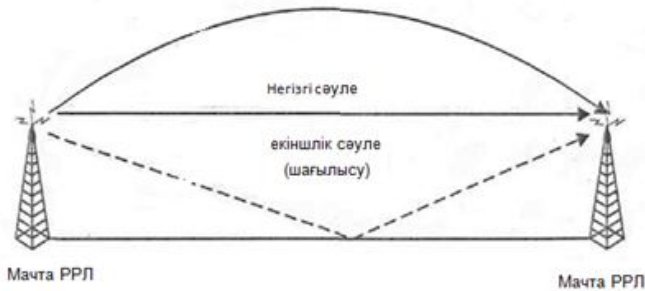
6.4-сурет. Өзгертілетін аттенюатордың игерушілігі эквалайзердің жұмысының сараптамасы

Арнадағы өшу имитациясының қазіргі әдістемелерінде радиожилік трактісінде үрдіс қайта құру аттенюатордың игерушілігінен шуылдың немесе интерференцияның қосымша бастауымен белгіленді. Сонымен қоса эквалайзердің жұмысының анализі, сигнал мен шуылдың азаю қатынасын қамтамасы етеді.



6.5-сурет. Қосымша бастаудың игерушілігі шуылдың эквалайзердің жұмысының сараптамасы

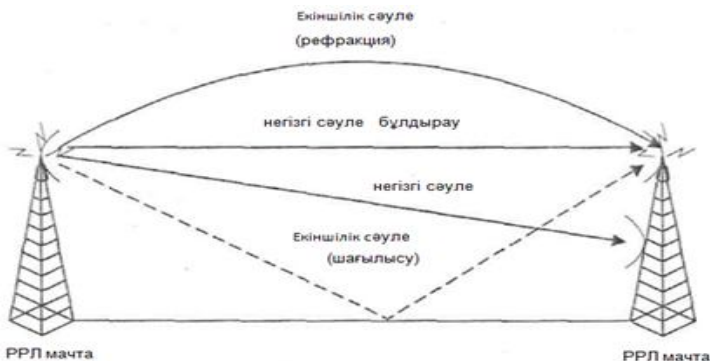
Әдістеменің жүзеге асуы мен игерушілік шуылдың қосымша бастауы үшін Гаустық немесе шуылдың жоғары дәлдікті бастауы керек.



6.6-сурет. Көп сәулелі өтімділік сигналының құрылысы

Сөну, көп сәулелі өтімділік сигналына байланысты, тек қана радиорелелік жүйеге қатысты беріледі. Көп сәулелі өтімділік сигналының құрылысы 6.6-суретте көрсетілген.

Радиорелелік жүйеде ең бастысынан басқа (түзу сәуленің), тағы екі қосымша туындайды. Бір сәуле атмосферада себепті рефракцияның айнымалы еселігінен туады. Әдетте жазда, шартты түрде, жоғары температура кезінде. Нәтижесінде рефракцияның және негізгі сәуленің екіншілік сәулесінің интерференциясының жиілікке деген тәуелділігінен туады. Өзге екіншілік сәуле жердің бетіне себепті белгінің шағылысуынан туады.



6.7-сурет. Қабылдағыш антенна құрылымының резервтеуі белгі таратуының ең жақсы жолының ізденісі

Көп сәулелі өтімділік көрінісі қабылдау-тарату телімінің ұзындығынан тәуелді болады. Мысалы, үлкен телімдегі РРЛ жобасын жасаған кезде, жиілік диапазонын төмендегі 15 ГГц пайдаланады, жоғары диапазон үшін көбінесе, қысқа ұзындықты қабылдау-тарату телімдерінің жобасы алынады, осылайша, сызықтық өшу мен көп сәулелі өтімділік сигналының ықпалы азаяды.

Берілетін радиожіілік жүйесінің негізінде ретранслятордың игерушілігі жатады, ал спутникті байланыстың жүйелері үшін, спутникті ретранслятор, радиорелелік жүйелері үшін ретрансляторы РРЛ беріледі. Ретранслятордың түйінді радиожіілік құрылымы жұмысының анализі – радиожіілік өлшегіш бөлігі болып табылады және келесі радиожіілік өлшегіш деңгейін құрады.

## 7. САНДЫҚ АЛҒАШҚЫ ЖЕЛІДЕ PDH ӨЛШЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

### 7.1. PDH негізінде құрылған алғашқы желі құрылымы. PDH өлшеу технологияларындағы жалпы тенденциялар

PDH/SDH негізінде құрылған алғашқы желі иерархияның түрлі деңгейлері арналары, стандартты өткізу қабілеті бар арналар арасындағы түрлендіргіштердің, регенераторлардан, созылған трактілердегі қалпына келтіруші сандық ағындардан және алғашқы желі арналарының коммутациясын жүзеге асыратын сандық кростар рөлін атқаратын мультиплекстеу (мультиплексорлар) түйіндерінен (7.1, 7.2-кестелер) тұрады.

ITU-T G.703 және G.707 кеңестеріне сәйкес PDH және SDH негізіндегі алғашқы желі типтік арналар мен трактілерді құрады (7.1, 7.2-кестелер).

7.1-кесте

PDH желісінің беріліс жылдамдығы

| PDH деңгейі | Беріліс жылдамдығы,<br>кбит/с |
|-------------|-------------------------------|
| E1          | 2 048                         |
| E2          | 8 448                         |
| E3          | 34 368                        |
| E4          | 139 264                       |

7.2- кесте

SDH желісінің жылдамдығы

| SDH деңгейі | Беріліс жылдамдығы, Мбит/с |
|-------------|----------------------------|
| STM-1       | 155.520                    |
| STM-4       | 622.080                    |
| STM-8       | 1 244.160                  |
| STM-12      | 1 866.240                  |
| STM-16      | 2 487.320                  |

SDH жүйесінің PDH жүйесінен айырмасы мультиплекстеудің жаңа принципіне өту болып табылады. PDH жүйесі асинхронды мультиплекстеу принципін қолданады, соған сәйкес, мысалы, E1 төрт ағынын (2048 кбит/с) бір ағынға E2 (8448 кбит/с) мультиплекстеу үшін тактілік жиіліктермен кіретін сигналдарды стаффинг әдісімен тегістеу процедурасы жүзеге асырылады. Нәтижесінде демультимплекстеу кезінде бастапқы арналарды қалпына келтірудің қадамдық процесін жүзеге асырады. Мысалы, сандық телефонияның екінші мәртелі желілерінде E1 ағынды қолдану кең тараған. Осы ағынды PDH желісі арқылы трактіге E3 жібергенде алдымен қадамдық мультиплекстеуді E1-E2-E3, содан кейін – E1 арна бөлінуінің әрбір пунктінде қадамдық демультимплекстеу E3-E2-E1 орындалады.

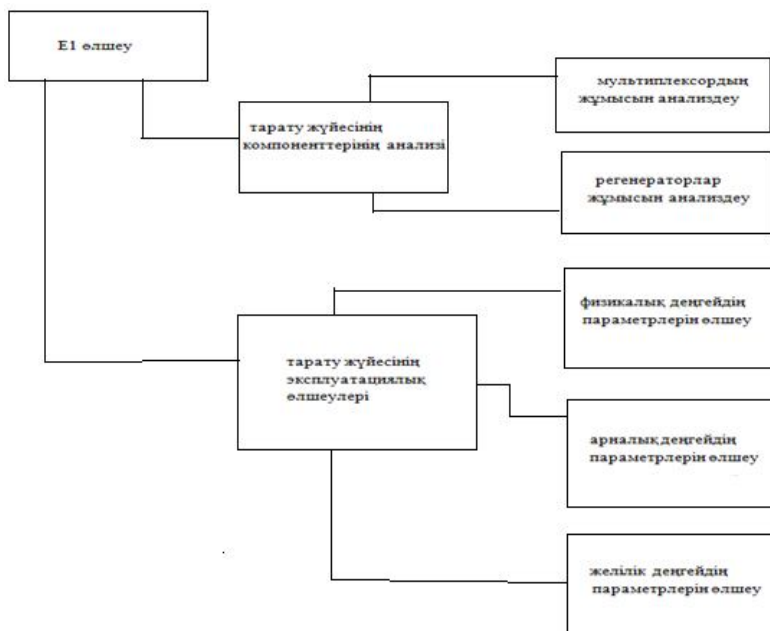
SDH жүйесінде синхронды мультиплекстеу/ демультимплекстеу жүзеге асырылады, бұл SDH желісіне берілетін PDH арналарына тікелей қатынауды ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Бұл технологиядағы өте маңызды және қарапайым процесс, SDH желісіндегі мультиплекстеу технологиясы PDH желісіне қарағанда біршама күрделі болғандықтан, синхрондау бойынша және беріліс ортасының сапа параметрлері бойынша талаптар күшейді, сондай-ақ желі жұмысы үшін маңызды параметрлер де артты. Соның салдары ретінде, SDH өлшеу технологиясы PDH өлшеу технологиясына қарағанда біршама күрделі.

Айта кету керек, SDH ағынды E1 иерархияның SDH барлық деңгейінен шығару/енгізу процедурасы есебінен 2048 кбит/с арнасына тікелей қатынау мүмкіндігін береді. E1 арнасы сандық телефония және ISDN жүйелерінде қолданылатын негізгі болып табылады, соның салдарынан SDH желісінің операторлары иерархияның PDH барлық деңгейінде өлшеуді өткізуге мүдделі емес.

## **7.2. PDH өлшеу технологиялары. E1 ағынының талдауы**

E1 өлшеу ерекшеліктері. E1 ағыны – иерархиясының PDH алғашқы арнасы – телефондау, деректерді беру және ISDN екінші деңгейлі желілерде қолданылатын негізгісі. Иерархияның PDH басқа арналарымен салыстырғанда бұл арнаның пайдаланумен

байланысты бірнеше ерекшеліктері бар, атап айтқанда циклден тысқұрылымы және сандық телефондаудың екінші деңгейлі желісінде және ISDN қолданылатын сигнализации арнасы.



7.1-сурет. E1 беріліс жүйесін өлшеуді ұйымдастырудың жалпы концепциясы

E1 ағынның барлық өлшемдері екі үлкен класқа бөлінеді: беріліс жүйесі компоненттерін өлшеу және жалпы желіге қатысты эксплуатациялық өлшеулер. E1 беріліс жүйесі бірнеше желілік элементтерден тұрады. Пайдалану мақсатында барлығының ішінде мультиплексорлармен регенераторлардың маңызы зор. Коммутаторлардың жұмысы әдетте E1 жүйесін пайдаланғанда талданбайды. Сөйтіп, берілістің сандық жүйе компоненттерін талдаумен байланысты өлшеулерге өлшемнің екі тобы кіреді: мультиплексорлар жұмысын талдау мен регенераторлардың жұмысын талдау. Екі топ та функционалды өлшеулер болып табылады, бұларды желі құрылғысын сөндіру

арқылы өткізеді, сондықтан шартты түрде оларды инасталиция алды өлшеулерге жатқызуға болады.

Е1 ағынның құрылымын сипаттау, ол отандық дереккөздерде ИКМ-30 атауына ие болған, сондай-ақ өлшеуге арналған талаптар мен параметрлер келесідей халықаралық стандарттарда МСЭ көрсетілген:

- МСЭ G.703 интерфейстердің физикалық/электрлік сипаттамалары;
- МСЭ G.704 синхрон цикл құрылымдары;
- МСЭ G.706 циклдік құрылым (FAS) және бақылау жиынтығы (CRC);
- МСЭ G.821 халықаралық байланыс арналарындағы қателік параметрлері;
- МСЭ M.550/M.2100 халықаралық байланыс арналарының сервисті нормалары.

Е1 ағынды өлшеудің негізгі топтары (физикалық, арналық және OSI үлгісінің желілік деңгейі) 7.3-кестеде берілген.

### 7.3-кесте

#### Е1 ағынды өлшеудің негізгі топтары

| Деңгей    | Өлшеулер                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Физикалық | 1. МСЭ G.703 параметрлерін өлшеу (импеданс, кернеу, т.б.)<br>2. Сигнал формасының МСЭ G.703 талаптарына сәйкестігін өлшеу<br>3. Сызықтық кодтау типін анықтау және өлшеу<br>Сызықтық кодтаудың дұрыстығын өлшеу (кодтық қателер)                                      |
| Арналық   | 4. МСЭ G.821 сәйкес қателер параметрлерін өлшеу<br>5. Циклдік және циклден тыс Е1 құрылымын талдау<br>6. Бақылау жиынтығын талдау (CRC-4)<br>7. МСЭ G.826 сәйкес «өтіп кетуін талдау, синхронизация параметрлерін өлшеу<br>8 МСЭ M.2100 сәйкес эксплуатациялық талдау |
| Желілік   | 9. Е биттер бойынша талдау                                                                                                                                                                                                                                            |

Физикалық Е1 деңгейді өлшеу МСЭ G.703 кеңесіне сәйкес Е1 алғашқы арнаның физикалық интерфейсіне толықтай

талдауын қамтамасыз етеді. Бұл кеңес PDH арналардың физикалық деңгей параметрлерінің бүкіл кешенін анықтайды, мыналарды қоса алғанда:

- деректер берілісінің жылдамдығы мен жиілігі;
- сызықтық кодтау типімен алгоритмі;
- сандық сигналдың рауалы формасы;
- қолданылатын кабель жұбының типі, жүктемелі импеданс;
- сандық импульс параметрлері (импульстің номиналды

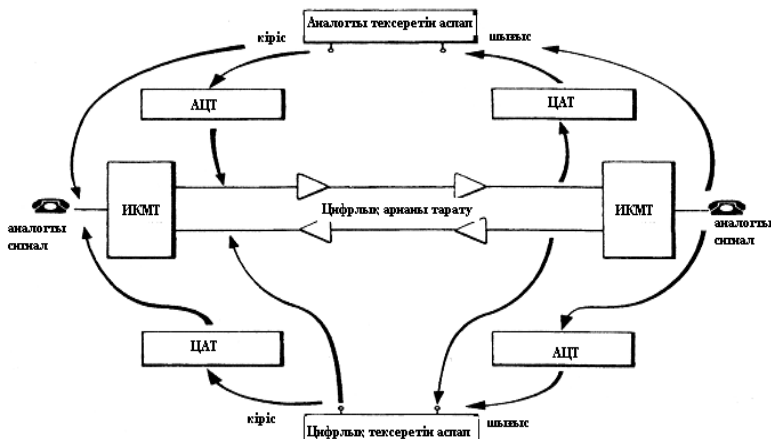
қауырт кернеуі және импульстің жоқтығы, импульстің ені, оң және теріс импульс амплитудаларының қатынасы, оң және теріс импульстің ені бойынша қатынасы);

- сигналдың фазалық дірілінің рауалы деңгейі (джиттер және вандер).

Аталған барлық параметр желі дамуының барлық кезеңінде өлшенуі керек: өрістеу, ретке келтіру, пайдалану және модернизация.

Алғашқы желідегі өлшеулерге арналған физикалық деңгейді өлшеу мәндері тым үлкен. PDH технологиясы өте жетілдірілген, сондықтан заманауи желілік жабдық әдетте кодты қате ақауын немесе циклдік құрылымның Е1 бұзылуын бермейді. Сонымен бір мезетте физикалық деңгейдегі жұмыстың бұзылуы жиі кездеседі, өйткені эксплуатациялық себептер санына байланысты (қосылыс сапасының нашарлығы, кабель жүйесіндегі ақаулар, сай келмейтін кабельдерді қолдану, синхронизация жүйесін дұрыс жобаламау, т.б.).

Сонымен қатар, физикалық деңгейді өлшеу Е1 бір жағынан кабель шаруашылығының толық талдауын өткізусіз кабель желілері жақтан, екінші жағынан – синхронизация жүйесінің (жиілік өлшеулері) және жалпы алғандағы сандық алғашқы желі (джиггерді өлшеу) жүйесінің жұмыс сапасын жанама бағалауын қамтамасыз етеді. Мысалы, егер импульс формасы арнадағы жоғары реактивті құрамдасты көрсетсе, қателер параметрін өлшеудің қажеті жоқ. Бұл ең алдымен кабельдегі ақауға байланысты болса керек, ал қателер параметрі (BER) бұл жағдайда нормада болмауы мүмкін. Екінші жағынан, қабылдағыш пен таратқыштың жиілігі бойынша рассинхронизация ұдайы сырғып кетуіне және қателердің реттілігіне жол беруі мүмкін, жиілікті өлшеусіз олардың себептерін анықтау мүмкін емес.



7.2-сурет. Аналогты-сандық ИКМ түрлендіргіштерді өлшеуді ұйымдастыру сұлбасы

7.2-суретте АЦП қолданылатын заманауи сандық желінің учаскесін ауыстыру сұлбасы көрсетілген, және сұлбалық түрде өлшеуді ұйымдастыру әдістері көрсетілген.

Өлшеу үшін осындай жүйеде аналогты және сандық өлшеу аспаптарын қолдануға болады. Қажет жағдайда аспаптардың арналармен үйлестігі үшін АЦП және ЦАП конвертерлер қолданылады. Суреттен аналогты-сандық түрлендіргіштерді өлшеуді ұйымдастырудың ықтималды сұлбасы көрсетілген - А-А (аналог - аналог), А-Ц (аналогты арнадан сандық арнаға) және Ц-Ц (сандық арнадағы өлшеу).

Арналық деңгейді өлшеу Е1 өлшенетін Е1 арнаның МСЭ G.821, G.826 және M.2100 кеңес нормаларына сәйкестігін анықтау үшін өткізіледі. Осы нормалар өлшеулердің спецификациясын және төменде келтірілетін өлшенетін параметрлердің тізімін анықтайды (жақшада параметрді сипаттауға арналған аспаптар мәзірінде жиі ұшырасатын қысқартулар мен аббревиатуралар көрсетілген). Е1 беріліс жүйесінің арналық деңгейінің параметрлерін талдауға қатысты өлшеулер тобы соларды пайдалануда барынша маңыздысы болып табылады. Арналық деңгей беріліс жүйесі үшін және жалпы алғашқы желі үшін барынша маңыздысы болып табылады. Дәл сол себепті

өлшеулердің осы тобына алғашқы желі арнасының нормаларын анықтайтын стандарттардың көп бөлігі жатады.

Арналық деңгейді өлшеу тобына өлшеулердің келесі топтарын жатқызуға болады:

- битті қателік параметрлерін өлшеу;
- блокты қателерді өлшеу;
- кодты қателерді өлшеу;
- циклдік және циклден тыс құрылымды талдау.

G.821 бойынша жалпы өлшеулер (қателік параметрлері бойынша талдау):

- дабылдың болуы параметрлері, арнаның дайындығы және оның дайын болмауы;
- битті және кодты қателердің пайда болу саны мен жиілігі;
- блокты қателердің және CRC қателердің пайда болу саны мен жиілігі;
- циклдік және циклден тыс құрылымның бұзылу саны;
- қателермен зақымданған секундтар пайызы, секунд, қателермен бірнеше рет зақымданған секундтар пайызы және байланыс сапасының деградация минуты.

G.826 бойынша жалпы өлшеулер (синхронизация параметрлері бойынша талдау):

- қабылданатын сигналдың жиілігі, максималды және минималды жиіліктер;
- биттік сырғу деңгейі, биттік сырғу жиілігі;
- сигналдың фазалық дірілінің рауалы деңгейі, джиттердің (10 Гц жоғары жиіліктегі фазалық діріл жиілігі немесе периоды) және вандердің (10 Гц төмен болатын төменгі жиілікті фазалық діріл жиілігі немесе периоды);
- синхронизацияны жоғалтатын секунд саны және синхронизацияны жоғалтатын секунд пайызы.

Өлшеулерге E1 ағынның циклдік және циклден тыс құрылымын талдау кіреді. E1 циклдік құрылымның негізгі үш нұсқасы бар: құрылымдалмаған ағын, циклдік құрылымы бар және циклдік және циклден тыс құрылымы бар.

Құрылымдалмаған ағын E1 деректерді беру желісінде қолданылады және циклдік құрылымы жоқ, яғни, арналарға бөлінбейді (әдетте бұл арналарды мультиплекстеу ОЦК - 64

кбит/с). Құрылымдалмаған ағынды өлшеу циклдік құрылымды талдауды қажет етпейді. Әдетте, бұл жағдайда ағынды талдау ЕІ физикалық деңгейді өлшеуге және қателік параметрлерін өлшеуге келіп тіреледі (BER).

Циклдік құрылымы бар ЕІ ағынның 0-ден 31 дейін арналық интервалдарға бөлу (Time Slot - TS) формасында 64 кбит/с бойынша ОЦК 32 арнаға бөлінуі болады. Және бұл кезде нөлдік арналық интервал циклдік синхронизация сигналын FAS (Frame Alignment Signal) беруге жіберіледі. Отандық терминологияда циклдік құрылымның бұл нұсқасы ИКМ-31 атауына ие болған. Ол деректерді берудің бірқатар жүйесінде, сондай-ақ ISDN және B-ISDN кейбір қосымшаларында қолданылады.

Арналық деңгейді өлшеу үшін циклдік құрылымды талдаумен қатар бақылайтын реттілікті қолдану тиімділігін талдау да маңызды болмақ.

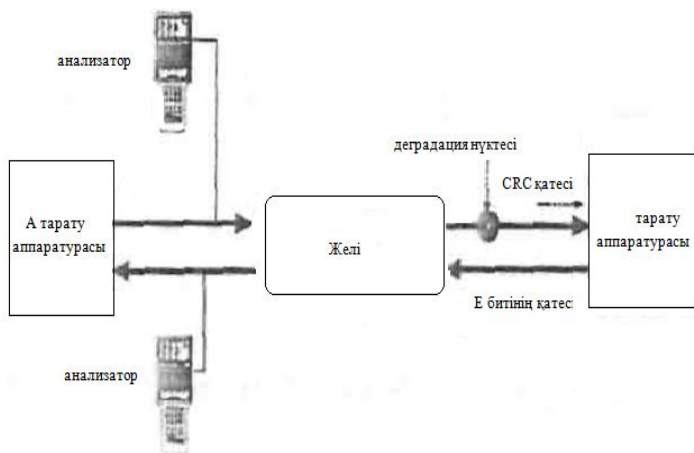
(CRC-4).

Бақылайтын реттілік жиынтығы CRC-4 циклден тыс құрамда ықтималды қателерді сәйкестендіру үшін ағынды ЕІ беру кезінде жиі қолданылады. CRC-4 жұмыс істеп тұрған арнада сервисті мониторинг процесіндегі ЕІ беріліс қатесін анықтауға мүмкіндік береді.

CRC-4 принципі әрбір циклден тыс деректерде жүргізілетін қарапайым математикалық есептеулерге негізделеді. ЕІ беріліс жабдығы CRC-4 жиынтығын есептейді және қосынды нәтижесін келесі циклден тыс дабыл жиынтығына қосады. Қабылдағыштың жабдығы дабылды қабылдап, соған ұқсас есептеулер жүргізеді де алынған сомасын және келесі циклден тыс берілгенін салыстырады. Егер алынған екі сомада айырмашылық болса, қателік сигналы CRC-4 генерацияланады. Қазіргі кезде желілік жабдыққа және сандық арналардың өзін өзі диагностикалау ИКМ жүйесіне CRC-4 бойынша талдау функциясы кіріктіріледі. Бұл жағдайда, егер жүйе CRC-4 бойынша қателер параметрін талдайтын болса, BER бойынша талдау өткізудің қажеттілігі туралы сұрақ жиі қойылады. Бұл сұраққа жауап беріп, CRC-4 пайдаланудың негізгі екі принципін ескеру қажет. Біріншіден, әрбір CRC-4 қатесі ақпараттың бір битімен міндетті байланысты екендігін білдірмейді. Бір циклден тыстағы бірнеше биттік қате

блокқа арналған CRC-4 бір ғана қатесін береді. Екіншіден, бірнеше биттік қате CRC-4 жиынтығы мәні тұрғысынан бірін – тірі толықтыруы мүмкін. CRC-4 бит бойынша қателердің нақты параметрін өлшеу мүмкін болмаған кездегі жұмыс істейтін арнадағы сервистік мониторинг процесінде қатені бақылаудың ыңғайлы әдісі болып табылады, себебі тестілік реттіліктің синхрондалуына қол жеткізу мүмкін емес. Соған қарамастан, арнаны сөндіретін режимде бит бойынша қателерді өлшеуді өткізу керек, себебі осындай өлшеудің нәтижелері барынша нақтырақ болмақ.

CRC-4 - 16 циклдің циклден тыс құрылымын қолданады. Алайда жоғары цикл CRC-4 жоғары циклмен MFAS міндетті түрде байланысты болмайды. Әрбір жоғары цикл 2 кіші циклге бөлінуі мүмкін (SMF).



7.3-сурет. Желідегі Е-биттер алмасу процедурасының дұрыс жұмысын талдау

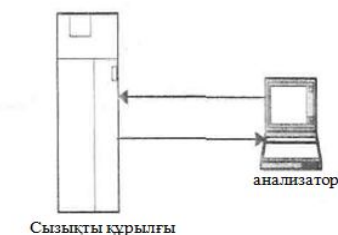
Жабдық алгоритмді CRC-4 қолданып жұмыс істегенде, Е-биттерді өзара берудің процедурасы туындайды. Қазіргі кезде осы процедураның жұмысын талдау мүмкіндігі бар.

Жабдық, бит Е, CRC-4 қатесі туралы ақпарат алған кезде, генерациялайды.

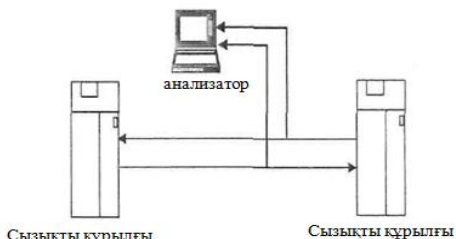
Процедура беріліс Е1 тәжірибесінде тым жаңа болып табылады, сондықтан, оның жұмысында ақаулардың болу ықтималдығы да бар. Арнаны сөндірусіз сервистік мониторинг режимінде Е-биттер алмасу процедурасының жұмысын тексеру үшін 7.3-суретте көрсетілген сұлбаны қолданады.

Анализаторларды сандық арнаға қосудың негізгі үш сұлбасы бар: арнаны сөндірумен, арнаны сөндірусіз жоғары омдық қосылыс және "өзі арқылы" режимі (THRU).

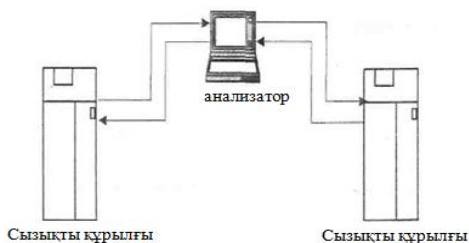
Аспаптың арнаны сөндіру режимінде қосу сұлбасы 7.4, 7.5-суреттерінде көрсетілген (сандық ағынды Е1 беру және қабылдау нұсқаларымен берілген). Сұлбаға сәйкес сандық арнаның анализаторы берілу/қабылдаудың желілік соңғы жабдығын көрсетеді. Мұндай сұлбаны физикалық және арналық деңгейдің барлық спецификациясын өткізу үшін қолданады. Сұлба желіні тарқату кезеңінде өзекті болмақ. Анализаторларды сандық ағынға Е1 қосудың типтік сұлбалары.



7.5. сурет өшірілген каналдың қосылу сұлбасы



7.6. жоғарыомды анализатордың  
Қосылу сұлбасы



7.7. THRU анализатордың  
Қосылу сұлбасы

Аспаптың жоғары омдық қосылыс режимінде қосу сұлбасы 7.6-суретте көрсетілген. Бұл жағдайда сандық ағынның анализаторы жоғары омдық сандық арнаға сандық алмасуды бұзбай қосылады. Мұндай сұлба алмасудың толық талдауын қамтамасыз етеді, алайда зерттелетін арнаға өзгерістер енгізу мүмкіндігі жоқ, бұл стресті тестілеуді өткізу үшін өте маңызды. Сұлбаны әдетте желіні пайдалану кезінде қолданады.

Аспаптың "өзі арқылы" режимінде (режим THRU) қосу сұлбасы 7.7-суретте көрсетілген. Бұл жағдайда сандық ағынның анализаторы сандық арнаға, сандық ағын анализатор арқылы өтетіндей етіп қосылады. Бұл кезде барлық сандық ағын анализатордың қабылдау портынан беріліс портына беріледі.

Қосылыстың мұндай сұлбасы үшін анализаторда берілу/қабылдау портының жұбы болуы керек, бұл осы класты аспаптардың бәрінде бірдей жүзеге асырылмаған. Мұндай сұлба алмасудың толық талдауын қамтамасыз етеді және стресті тестілеуді өткізу үшін зерттелетін арнаға өзгерістер енгізуге мүмкіндік береді. Сұлбаны әдетте ашу, желіні пайдалану кезінде және апатты өлшеулерді өткізгенде қолданады.

Ағынды Е1 тікелей өлшеуге келесі өлшеулер кіреді:

- мультиплексорлы жабдық ИКМ-30;
- берілістің сандық жүйесінің арналары;
- желіні эксплуатациялық мониторингтеу.

Магистральды және аймақ ішілік беріліс жүйелерінде жұмыс істейтін РРС жұмыс істейтін үздіксіз тәуліктік режимін қамтамасыз етуі тиіс.

РРС келесі режимдерде жұмыс істейді:

- телефондау дабылдарын қабылдау/беру;
- деректерді қабылдау/беру.

Деректерді қабылдау/берудің жылдамдығына қарай аппаратура тірегіндегі сандық РРС келесі түрге бөлінеді:

- жоғары жылдамдықты (бір радиотіректе 100 Мбит/с астам);
- орташа жылдамдықты (бір радиотіректе 10 Мбит/с ден 100 Мбит/с дейін);
- төменгі жылдамдықты (бір радиотіректе 10 Мбит/с аспайды).

Плэзиохронды сандық иерархияға (PDH) сәйкес радиорелелік жүйеде алғашқы, екінші реттік, үшінші реттік және төртінші реттік сандық желілік тракт түзілуі мүмкін.

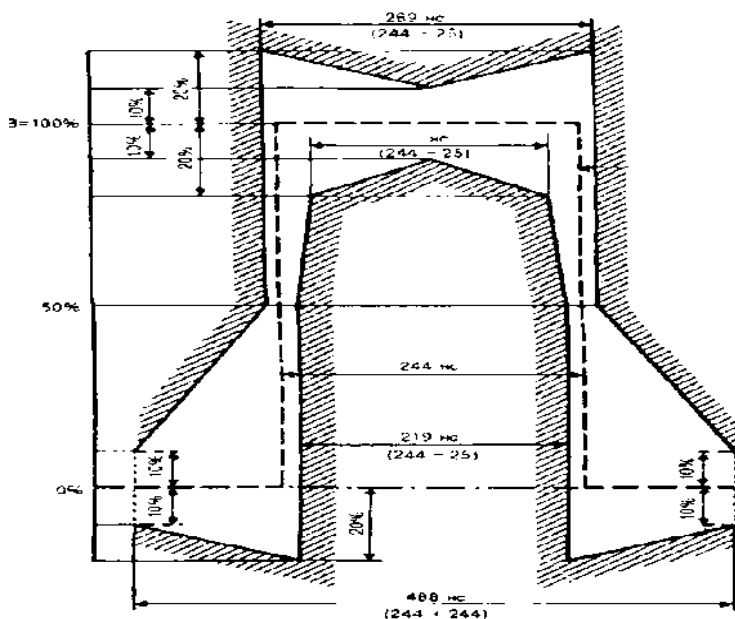
Синхронды сандық иерархияға (SDH) сәйкес радиорелелік жүйеде субалғашқы (SUBSTM-1), алғашқы (STM-1) және жоғарғы деңгейдегі сандық желілік трактілер түзілуі мүмкін.

Қабылдағыш параметрлеріне қойылатын талаптар.

Қабылдағыштың айналы арна бойынша таңдауы келесідей болуы керек:

- 3 ГГц дейінгі жиілік диапазонында жұмыс істейтін РРС үшін – 75 дБ кем емес;
- 3 тен 6 ГГц дейінгі жиілік диапазонында жұмыс істейтін РРС үшін – 120 дБ кем емес;
- 6 дан 8 ГГц дейінгі жиілік диапазонында жұмыс істейтін РРС үшін – 100 дБ кем емес;
- 8 ГГц астам жиілік диапазонында жұмыс істейтін РРС үшін – 90 дБ кем емес.

Дабыл формасы белгісіне қарамай, 7.8-суреттегі маскаға сәйкес келуі керек.



7.8-сурет. 2048 кбит/с түйісуіндегі импульс маскасы

8448 кбит/с түйісу.

Беріліс жылдамдығы:  $8448 \text{ кбит/с} \pm 30 \times 10^{-6}$ .

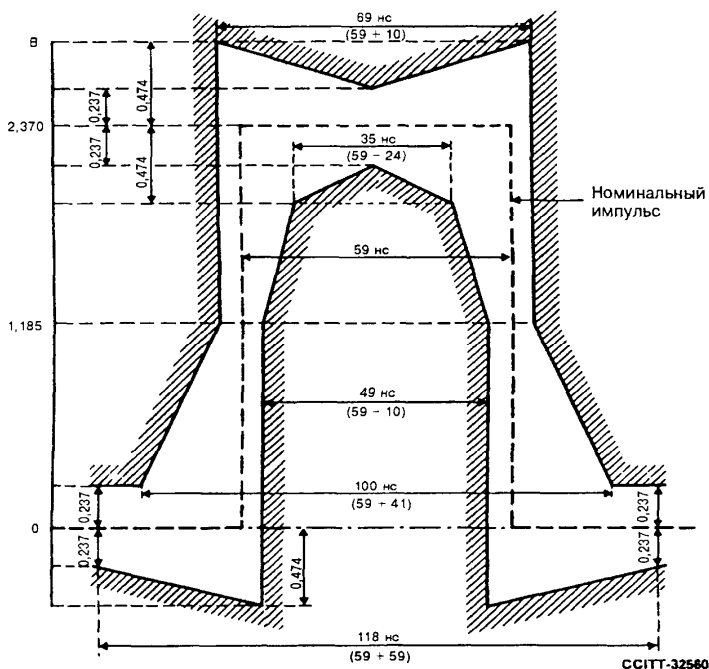
Код: үшінші қатарлы жоғары тығыздықты биполярлы код (HDB3).

Кіріс порттарындағы параметрлер:

Сандық сигнал, қосылатын жұптардың сипаттамаларына байланысты, параметрлер өзгерісін ескере отырып, жоғарыдағы талаптарға сәйкес болуы тиіс.

Осы сөну аппаратура комплектілері арасындағы ауыстырып-қосудың сандық құрылғысының болуымен байланысты кез келген сөнуді ескеруі керек.

Коаксиалды жұптың сыртқы өткізгіші шығыс портында жерлендіріледі; қажет жағдайда коаксиальды жұптың сыртқы өткізгішінің кіріс портына жерлендіру мүмкіндігі қарастырылуы қажет.



7.9-сурет. 8448 кбит/с түйісуіндегі импульс маскасы

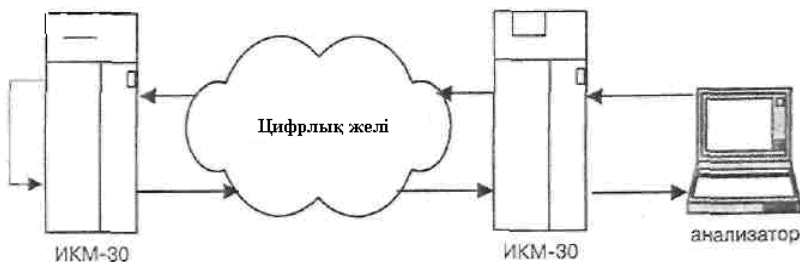
Берілістің сандық жүйесі арналарының өзгерісі. Мультиплексорларды талдау берілістің сандық жүйесінің түйіндерінің жұмысы туралы қажетті ақпаратты береді. Осындай өлшеулерді өткізу үшін 7.10, 7.11-суреттерде көрсетілген типтік екі сұлба бар.



7.10-сурет. "Нүкте-нүкте" типтегі берілістің сандық жүйесі арналарының параметрлерін өлшеу сұлбасы

Өлшеудің ең қарапайым тәсілі "нүкте-нүкте" сұлбасы бойынша өлшеу болып табылады. Өлшеу үшін арнаны сөндіру сұлбасы бойынша қосылған ағынның Е1 екі анализаторы қажет, біреуі тестілік реттілік генераторы ретінде, екіншісі – сандық арна параметрлерінің анализаторы.

Бұл ақау 7.11- суретте көрсетілген шлейфті өлшеу өткізген кезде жойылады. Сұлбаға сәйкес өлшеу үшін сандық алғашқы желі арқылы шлейф орнатылады. Анализатор бұл кезде ағынның Е1генераторы болып табылады. Мұндай сұлбаның кемістігі өлшеуді өткізу үшін біреудің орнына екі сандық арнаны пайдалану қажеттілігі болып табылады. Сонымен қатар, өлшеу нәтижелері өлшенетін екі арнаның параметрлеріне де байланысты, бұл сапаның деградациялану учаскелерін жоюды қиындатады.



7.11-сурет. Берілістің сандық жүйесі арналарының параметрлерін шлейфті өлшеу сұлбасы

Берілістің сандық жүйесінің арналарын өлшеу сандық алғашқы желі учаскелерін құру бойынша баптау және қабылдау/өткізу жұмыстарын өткізудің қажетті бөлігі болып табылады.

### 7.3. PDH өлшеу технологиялары. E2, E3 и E4 ағындарын сараптау

E2, E3 және E4 ағындарын тестілеудің айрықша ерекшеліктері. PDH арнасын сараптау технологияларын өлшеудің негізгі айырмашылығы E1-ден иерархиясы жоғары E1 өлшеу амалдарының шешімдеріне қарағанда, E2, E3 және E4 арналарына қатысты жоғары циклді құрылымға ие өлшеудің неғұрлым тар спецификациясы болып табылады.

Бұдан басқа, мультиплексорлық құрылғы PDH-нің E2, E3 және E4 деңгейлері тестердің жалпы спецификациясын азайтатын сандық-аналогтық түрленулердің қызметін атқарады.

E2, E3 және E4 арналарының технологияларын өлшеудің өзі келесідей өлшемдерден тұрады:

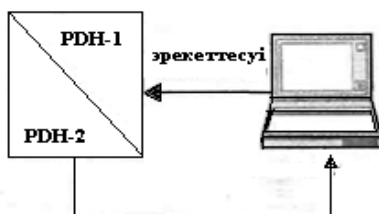
- мультиплексорлық құрылғы;
- сандық жүйе беру арналары;
- желінің эксплуатациялық мониторингі.

Мультиплексорлық құрылғыны өлшеу. Жоғары иерархиялы PDH мультиплексорлық құрылғысы ИКМ-30 мультиплексорларынан айрықша ерекшеленеді. PDH мультиплексоры екі тәртіпте қолданылады:

- PDH иерархиясының әртүрлі деңгейлерінің арасындағы өткелдерді ұйымдастыру ( $E_N$  ( $N=1, 2, 3$ ) арналарының жалғыз  $E_{N+1}$  арнасына мультиплексирленуі);

-  $E_N$  ( $N=1, 2, 3$  және 4) арналарының регенераторлары сипатында, PDH иерархиясының келесі деңгейіне өтпей қолданылуы.

7.12-суретте PDH мультиплексоры сараптамасының типтік сызбасы көрсетілген. Сызбада көрсетілгендей, мультиплексор PDH-1 арнасынан PDH-2 арнасына өтуі көрініс тапқан. Бұл жағдайда,  $PDH-1 > PDH-2$  болса, онда бұл мультиплексирлену процесі, ал егер  $PDH-KPDH-2$  болса, онда бұл демультимплексирлену процесі, ал егер  $PDH-1 = PDH-2$  болса, бұл регенерация процесіне сай келеді.

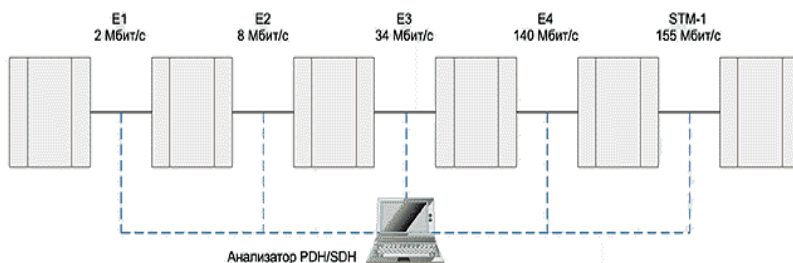


7.12-сурет. PDH мультиплексорларын өлшеуді ұйымдастыру сызбасы

Әдетте әсер ету параметрлері болып мыналар табылады:

- биттік және циклдік қателерді енгізу;
- арнаның төменгі сапасының имитациясы (кіру дабылдарының жоғарғы пайызы);
- кіру дабылындағы бұзылыстардың циклдік құрылымының имитациясы;
- кіру дабылдарының жиілігі бойынша жылжуларды енгізу (мұндай өлшеулерді жүзеге асыруда анализатор әдетте жиілікте нақты бір жылжу жасау үшін мультиплексорлармен синхронизацияланады);
- джиттерді енгізу;
- деңгейлер бойынша цифрлік дабылдарды әлсіздендіруді енгізу.

Әдетте, цифрлік хабар беру жүйелерінің арналарын өлшеу қабылданушы жұмыстарды жүргізу кезіндегі және біріншілік цифрлік аймақтарды күшейтудің соңғы деңгейлерінде қолданылады. E1 каналын өлшеудегідей, бұл сызбалар да сапаның деградациялану аумақтарын іздестіру жұмыстары кезінде де қолданылуы мүмкін.



7.13-сурет. PDH/SDH біріншілік желісінде цифрлік мониторинг ұйымдастырудың сызбасы

Біріншілік цифрлік желінің эксплуатациялық деңгейдегі өлшемдері желінің ең маңызды деген аумақтарында орындалады (әртүрлі өндірушілер арасындағы тоқайласу, сонымен қатар ірі түйіндер және т.б.). Мұнда анализаторлар арналарды өшірусіз жоғары деңгейде қосылады.

## **8. САНДЫҚ АЛҒАШҚЫ ЖЕЛІДЕ PDH/SDH ӨЛШЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

### **8.1. SDH өлшеу технологиялары**

SDH желісінде өлшеудің қажеттілігі. SDH технологиясы плезиохронды сандық беріліс технологиясынан әлдеқайда күрделі, бұл қызмет көрсететін персоналдың SDH жұмысының барлық механизмдерін терең білуін талап етеді. Тәжірибеде осы механизмдерді және олардың тестілік жабдықты қолданусыз өзара әсерін оқып-үйрену мүмкін емес.

SDH жүйесінің «сыртқы» тестілеуін пайдалану SDH-PDH желісінің синхрондау желісіндегі қателермен байланысты сигналдың (джиттер) фазалық діріл деңгейі сияқты өзара әсер етудің маңызды параметрлерін бақылау мүмкін болмақ.

Сөйтіп, SDH желісін сыртқы анализаторлармен тестілеу соларды жасау және пайдалану кезеңінде өзекті міндет болып табылады. Жоғарыда аталған себептер бойынша қазіргі кезде бұл SDH желісі жұмысының жоғары тиімділігіне жетудің жалғыз ғана тәсілі болып отыр.

Өлшеудің барынша маңызды учаскелері:

- SDH желісінің түрлі өндірушілермен түйісу нүктесі;
- SDH желісінің түрлі операторлармен түйісу нүктесі;
- SDH желісінің PDH желілерімен түйісу нүктесі;
- SDH "аралдарының" PDH желісі арқылы (Ресейге тән жағдай) қосылыс учаскесі.

SDH желісін талдау үшін бірнеше деңгей тән болмақ:

- мультиплексорлы жабдықты өлшеу;
- берілістің сандық жүйесінің арналарын өлшеу;
- желі жұмысы параметрлерін эксплуатациялық мониторингі.

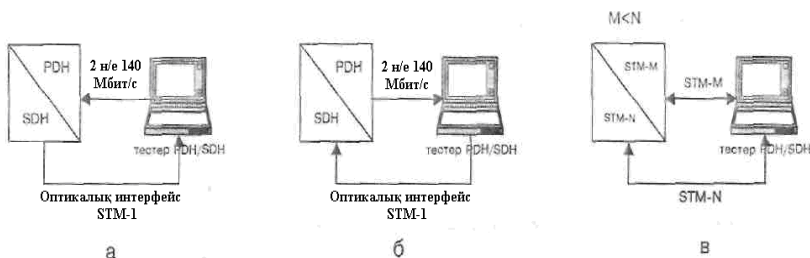
Мультиплексорлы жабдықты өлшеу. SDH желінің негізгі элементі кіріс/шығыс мультиплексоры болып табылады (MBB - Add-Drop Multiplexor/ADM). Ол келесідей негізгі функцияларды орындайды:

- PDH жүктемесі бар карт (mapping), битті стаффинг, тақырыбын жасауды қоса алғандағы виртуалды контейнерлерді құру.

- PDH жүктемесін виртуалды контейнерден қалпына келтіру, тақырыбын алу, стаффингті биттерді жою және алынған джиттердің өтемін қоса алғанда.

- STM-M ағындарын STM-N ( $N > M$ ) ағынға мультиплекстеу/демультиплекстеу, көрсеткіштерді (pointers) пайдалану есебінен келегін ағындарды ықтималды ассинхрондау өтемі.

Осы үшін негізгі функциялар анализатордың мультиплексорға қосылуының үш сұлбасын және мультиплексорлардың SDH негізгі үш тобын анықтайды (8.1, а, б, в-сурет).



8.1-сурет. Мультиплексорларды SDH өлшеуді ұйымдастыру сұлбасы

Виртуалды контейнерлерді құру процесстерін талдау (8.1, а - сурет) MBV жұмысының бірқатар параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді (енгізілетін джиттер, енгізілетін BER). Сонымен қатар, джиттерді енгізіп, енгізілетін джиттердің MBV өтем деңгейін анықтауға болады. Соңғысы берілетін дабылдың тұрақсыздық өтемі процедурасын орындауы керек (PDH жиіліктің тұрақсыздығына нормаларға сәйкес). Берілетін жиіліктің тұрақсыздығын енгізіп, осы параметрдің BER және джиттерге әсерін анықтауға болады. PDH жүктемесін қалпына келтіру процесстерін талдау (8.1, б-сурет) маңызды болып табылады, себебі дәл осы учаскеде байланыстың сандық арналарының сапа параметрлеріне айтарлықтай әсер ететін (мысалы, BER) джиттер пайда болады. Қарапайым тестілерде анализатор MBV шығысында алынған джиттерді және BER өлшеуін жүргізеді. SDH арнасына катені енгізіп, SDH бақылау жүйесінің жұмысын және беріліс қатесін енгізгендегі индикациясын MBV талдауға болады. Джиттерді енгізіп, енгізілетін джиттердің мультиплексормен өтелу деңгейін анықтауға болады. Тест желідегі

синхрондау процестерінің имитациясы айтарлықтай маңызды болып табылады. Бұл үшін қосымша көрсеткіштер (pointers) енгізіледі де MBV шығысындағы джиттер және BER өлшенеді. Бұл тест аралас көрсеткіштердегі (pointers movement) джиттердің өтелу механизмінің тиімділігін анықтайды. STM-N ағындарын синхронды мультиплекстеу/демультиплекстеу (8.1, в-сурет) процестерін талдау қарапайым жағдайда осы учаскеге енгізілген BER және джиттерді өлшеумен байланысты.

Алайда бұл жерде де бірқатар спецификалық тестер бар. Желімен SDH джиттерге енгізілетін мультиплексордың жұмысының орнықтылығын өлшеу үшін (мультиплексор оны өтеуі керек) джиттерді енгізіп, MBV шығысындағы оның өтелу деңгейін өлшеу керек. Берілетін сигналға қатені енгізіп, бақылау SDH жүйесінің жұмысын және беріліс қатесін алған кездегі индикацияны MBV талдауға болады. Кіретін ағындардың асинхрондауды имитациялайтын кешенді тест маңызды болмақ. Бұл үшін анализатор MBV синхрондалады және синхрондау имитациясы кіретін сигнал жиілігінің орнықсыздығын енгізу арқылы орындалады. Бұл жағдайда синхрондау өтемінің тиімділігін анықтайтын көрсеткіштердің ығысу деңгейі өлшенеді.

SDH арналарын таңдау. Мультиплексорларды тестілегеннен кейін, әдетте, жалпы алғандағы SDH желісін тестілеу өткізіледі:

- желі учаскелерінің мониторингі және статистиканы жинау, оны бақылау жүйесімен алынған статистикамен салыстыру;
- желі жұмысының түрлі механизмдерін, ең алдымен джиттердің бірнеше мультиплексорлардан өтуі кезіндегі өтемін зерттеу.

SDH желісінің мониторингі PDH жүйесінің мониторингімен кешенді түрде жүзеге асырылады, бұл 8.2-суретте көрсетілген. Мұндай мониторингке ITU-T G.821, M.2100 кеңесіне сәйкес сандық берілістің негізгі параметрлерін жинау кіреді. Қосымша берілген учаскеде джиттерді өлшеуге болады.

SDH желісінде джиттерді өлшеу ерекшеліктері. SDH желісінде өлшеу технологияларын сипаттау толық болмайды, егер біз SDH жүйелерінде джиттерді өлшеу мәселесін жеке қарастырмасақ. PDH жүйелерінде джиттер беріліс аппаратурасының дұрыс жұмыс істемеуінде пайда болады (мысалы,

жиілік беретін генератор жиілігінің дірілі) немесе сигналдың таралу ортасының ерекшеліктері, яғни физикалық түрде. SDH жүйелерінде джиттер алгоритм текті. Осы процесс жүктеменің бір байтқа уақытқа ығысуына жеткізетіндіктен, джиттерге осыны қолдану 8 UI шағылысын білдіреді (UI – бір бит ақпаратты беруге қажетті бірлі-жарым интервал немесе уақыт). Сонымен, PDH жүйелерінде джиттер амплитуда бойынша тұрақты болып табылады, ал SDH жүйелерінде – импульсті. Осы себепті SDH жүйелерінде джиттерді өлшеу – өте маңызды. Импульсті джиттер телекоммуникация тәжірибесінде SDH технологиясына өту кезінде ғана пайда болады, яғни өлшеудің принципті жаңа параметрі. PDH желілерінде джиттерді өлшеу үшін параметрдің орташа мәндерін талдау және деректерді жинақтаумен өлшеу әдісін қолдануға болады. SDH жүйелерінде джиттерді өлшеудің мұндай әдісі жарамсыз, себебі осы жүйелерге тән джиттер шығылысуы көрсетілмеуі мүмкін. Сонымен, өлшеу жабдығын тандағанда джиттердің қандай түрінің өлшенетінін нақты білу керек – импульсті немесе тұрақты. SDH үшін өлшеу техникасын қарастырғанда дәл осы принципті сәтті әдетте жіберіп алады.



8.2-сурет. Желідегі рассинхронизацияны өтеуді бақылау

Нарықта PDH және SDH желілерінде өлшеуді өткізуге мүмкіндік беретін әмбебап анализаторлардың бірнеше үлгілері бар.

## **8.2. Сандық жүйелерде джиттерді өлшеу**

Сандық жүйелерде джиттерді өлшеу. Джиттер (ағыл. jitter – дірілдеу) – керексіз фазалық және/немесе берілетін сигналдың жиілікті кездейсоқ ауытқуы. Беретін генератордың орнықтылығы салдарынан, уақыттағы беріліс желісі параметрлерінің өзгерісінен және бір ғана дабылдың жиілік құрамдастары таралуының түрлі жылдамдығына байланысты.

Джиттер сандық электроника құрылғыларын жобалау кезіндегі негізгі қиындықтардың бірі болып табылады, атап айтқанда, сандық интерфейстерді. Джиттерді елестетудегі мұқият болмау сандық сигналдың тракт бойынша өтуі кезінде жинақталуына әкеп соғып, құрылғы жұмысқа жарамсыз болуы мүмкін.

Дыбыстың сандық жазуында джиттер сигналға бұрмалану енгізеді. Алайда цифрлі джиттермен енгізілетін бұрмалану детонациямен енгізілетін дыбыстық бұрмалануға қарағандай айтарлықтай жоғары. Бұл детонациялық бұрмаланудың «жұмсақтығымен» және «жайлылығымен» байланысты болса керек («аналогты джиттер» деуге де болады), сонымен қатар магнитті таспаның созылмалығына және таспа ұзындығындағы механизмдердің механикалық элементтерінің инерциялығымен байланысты.

Телекоммуникацияда джиттер деп көбінесе дестенің орташадан өтуінің максималды және минималды уақыт айырмашылығын айтады. Мысалы, 100 десте жіберіледі, дестенің өтуінің минималды уақыты – 395 мс, орташа – 400 мс, максималды – 405 мс, бұл жағдайда джиттерді кішкентай деп санауға болады. Егер 100 десте жіберілсе, дестенің өтуінің минималды уақыты – 1 мс, орташа – 50 мс, максималды – 100 мс, бұл жағдайда джиттер үлкен. Мысалы VoIP джиттерге өте сезімтал.

Джиттер немесе жәй ғана джиттер (jitter) деп, тактілік жиілік сигналының паразитті фазалық модуляциясын айтады. Сондай-ақ, джиттердің керемет жағдайдан сигналдың дірілдеу сәтінің ауытқуы деуге де болады.

Тым үлкен джиттер кейде сандық сигналдың қосымша қатесін тудырады немесе оның синхронизациясын бұзады. Оның ықтималды себептері:

- тактілік жиілік генераторларындағы паразитті фазалық модуляциясы;
- қабылдауыштағы синхронизация тізбегіне шу мен бөгеуілдердің әсері;
- беріліс трактісінің ұзындығының өзгерісі;
- таралу жылдамдығының өзгерісі;
- қозғалатын объектілердің доплерлік ығысуы;
- хроникалайтын ақпараттың тұрақты түспеуі, т.б.

Кездейсоқ джиттердің RJ ықтималдық PDF тығыздығы таралуының гауссфункциясы бар және екі параметрмен сипатталады: орташа мәнмен және орташа квадратты ауытқумен.

Жүйелі джиттердің DJ гауссфункциясынан өзгеше тығыздығы таралуының ықтималдығы және шектеулі амплитудасы бар және оған бірқатар джиттер кіреді:

- периодтық (PeriodicJitter, PJ), кейде ол синусоидты SJ аталады;
- ақпараттық сигналға (депектепре) (DataDependingJitter, DDJ) тәуелді;
- цикл ұзақтығы (Duty Cycle Distortion, DCD);
- алгоритмдік (AlgorithmicJitter, AJ).

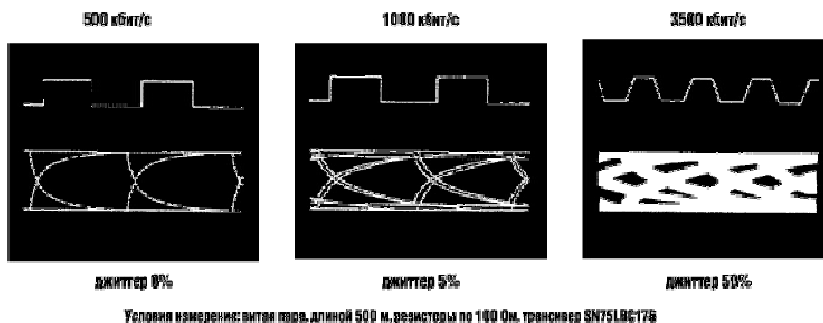
Периодтық джиттердің PJ басты себептері жергілікті радиостанциялардың немесе қуатты ток желілеріндегі ауыстыру-қосудың бөгеуілдері болып табылады. Ол жиілікті фазалық автобағыттаудың орнықсыз жұмысында да пайда болады (ФАПЧ).

Периодтық джиттер Фурье қатарына жазылып, синусоидалар жиынтығы түрінде де беріле алады, сондықтан кейде оны синусоидалы деп атайды. Анықтамасы бойынша, периодтық джиттердің деректердің кез келген периодты қайталанатын дабылымен корреляциясы жоқ. Сонысымен ол джиттерден DDJ өзгеше, оны төменде қарастырамыз. Ақпараттық сигналға тәуелді джиттер, DDJ, көршілес импульстердің символаралық интерференциясы (IntersymbolInterference, ISI) салдарынан туындайды. Осы бұрмаланудың, яғни, сәйкес джиттердің сипаттамалары сандық реттіліктің нақты түріне байланысты болады.

Джиттер амплитуда және жиілікпен сипатталады. 10 Гц жоғары жиілігі бар фаза флуктуациясын джиттер деп атайды, ал 10 Гц дейінгі жиілігі бар фаза флуктуациясын – вандер деп атайды. Отандық техникалық әдебиетте джиттерге «фазалық дірілдеу» термині, ал вандерге – тактілік жиіліктің «фазалық дрейфі» сәйкес келеді.

Вандерді өлшеу уақыттың абсолютті бірлігінде өткізіледі және тактілік жиіліктің прецизальдық көзін қажет етеді, бұл кезде ол ұзаққа созылады. Вандердің негізгі сипаттамасы – уақыттық интервалдың қатесі (TimeIntervalError, TIE) – тактілік жиіліктің эталонды көз жиілігінен ауытқуы болып табылады. TIE вандердің басқа екі параметрін есептеуге арналған базаны құрастырады: уақыттық интервалдың максималды рауалы қатесі (MaximumTolerableIntervalError, MTIE) және уақыт девиациясы (TimeDeviation, TDEV), солардың біріншісі ұзақ уақытты бағалау критерийі болып табылады, екіншісі – синхросигнал тұрақтылығының қысқа мерзімділігі. Тактілік жиіліктің эталонды көзі болмаса вандерді бағалау үшін саластырмалы параметр (MaximumRelativeTimeIntervalError, MRTIE) қолданылады. Бұл жағдайда параметрге MTIE жиіліктің ығысуы беріледі. Сондықтан MRTIE өлшегенде MTIE өлшеу нәтижесінен жиіліктің сәйкес ығысуы шегеріледі.

Джиттер – сандық сигналды беру сапасын анықтау параметрлерінің бірі. Сандық ақпаратты беру сапасын джиттердің (Jitter) көмегімен анықтайды. Джиттер – бұл сандық сигналдың дірілі немесе фазасының тез тербелісі. Басқаша айтсақ, джиттер – бұл сандық импульстер формасының паразитті фазалық модуляциясы. Сандық сұлбалар фазасының тербелісі импульстердің жалпы ұзақтығымен салыстырғанда айтарлықтай мәнге жеткенше тұрақты жұмыс істейді. Джиттер компараторлардың АЦП немесе кілттердің ЦАП тұрақсыз іске қосылуына әкеп соғады, бұл сигналдың қайта түзілуінің қатесіне жеткізеді. Бірінші жуықтауда джиттер қосымша шу шығарып, бастапқы сигналды, әсіресе жоғары жиілікті салада паразитті жиілік құрамдастарын тудырады деп санауға болады. Джиттердің көлемі туралы визуалды көрініс 8.4-суретте берілген.



8.4-сурет. Ұзындығы 500 метрлік есілген жұптарға арналған алмасудың түрлі жылдамдығындағы Джиттер

8.5-суретте джиттерді есептеу формуласы берілген. Интервалды бірлік деп деректерді беру жиілігіне кері пропорционал уақыт аралығын айтады.



8.5-сурет. Джиттер (Jitter) және оны өлшеу

Максималды уақыттық ығысу немесе джиттер амплитудасы – бұл уақыттағы ығысудың максималды мәні (әдетте наносекунд немесе пикосекундпен өлшенеді). Джиттердің үлкен мәні биттерді жоғалтуға немесе құрылғы жұмысындағы тоқтап қалуға әкеп соғуы мүмкін, егер қатені түзетуге немесе жою үшін ешқандай шара қабылданбаса.

### 8.3. Ұяшықты диаграммалар (ГД)

Сандық сигналдар параметрлерін талдау үшін ұяшықты диаграммаларды қолданады, зертханалық өлшеу кезінде де (жүйелік жабдық), пайдалану кезінде де. Ұяшықты диаграммалар осциллограммалардың модификациясы болып табылады, бар айырмасы, сандық сигналдардың периодтық құрылымын пайдаланады. Екі деңгейлі ұяшықты диаграммаларды құру үшін, 8.6-суретте сандық битті ағын осциллографқа беріледі, ал сыртқы жазылу синхронизациясы жиілікпен  $f_b$  биттік ағыннан өткізіледі, көп деңгейлі диаграммаларды құрғанда сигнал көп деңгейлі конвертерден өтуі керек, ал синхронизация жиілікпен  $f_s$  символды ағыннан өткізіледі. Ұяшықты диаграммаларды іріктеу үшін сигнал көбінесе, сигнал диапазонын шектейтін фильтрден тыс беріледі.

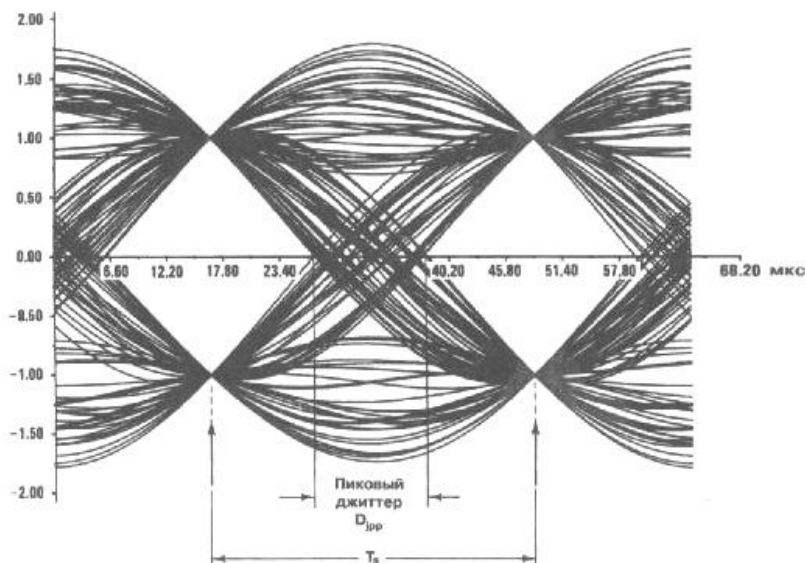
Бұл жағдайда тік бұрыш түріндегі диаграмма пайда болады, ол 8.7-суретте сол жағында көрсетілген. Берілетін сигналдың жолағын шектейтін филтритрипульс формасының өзгерісіне айтарлықтай әсер етеді, нәтижесінде «стандартты ұяшық» түріндегі диаграмма пайда болады (8.7-суретте оң жақтағы «бинарлы ұяшық»). Ұяшықты диаграммалар сандық сигналдардың периодты құрылымын қолданады.

Жинақтаумен өлшеулерді өткізу нәтижесінде ұяшықты диаграммалар шығады, оған Y осі бойынша деңгейлер бойынша сигналдардың амплитудасы беріледі (8.6-сурет).



8.6-сурет. Ұяшықты диаграммаларды өлшеудің құрылымдық сұлбасы

Ұяшықты диаграммаларды зерттеу толқынды фронт формасымен тікелей байланысты параметрлер бойынша нақты талдау өткізуге мүмкіндік береді: символаралық интерференция параметрі (ISI), деректерді беру джиттері (діріл) және синхронизация бойынша джиттер.



8.7-сурет. Спектрдің  $\alpha=0,3$  шектелу коэффициенті бар фильтр арқылы өтетін сандық сигналдың ұяшықты диаграммасы (компьютерлік имитация)

Ұяшықты диаграммалардың мысалы 8.7-суретте көрсетілген. Есептеу нүктесіне сәйкес келетін уақыт нүктесіндегі ұяшықты диаграммаларға екі деңгейлі сигнал трассасы тура нормаланған мән -1, +1 арқылы өтеді. Яғни, ISI (символаралық интерференция) суретте жоқ. Сонымен бір мезетте, түрлі трассалар уақыт осімен түрлі уақыт аралығында айкасады.

## **9. ISDN ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

### **9.1. ISDN желісіндегі өлшеулер және оның технологиясының дамуы**

IDN кейінгі байланыстың сандық желісінің дамуындағы келесі қадам – бұл ISDN технологиясына өту. Бұған сандық ағын желісінде аналогты-сандық түрлендірусіз беруге жағдай жасаған IDN технологиясының дамуы, екінші жағынан телефон байланысы операторларынан өз желісінің қызмет көрсету номенклатурасын айтуды талап ететін деректерді берудің артуы мұрындық болды. Сөйтіп, сандық ақпаратты беру үшін телефон байланысының қолданыстағы арналарын пайдалану идеясы.

Желінің дамуындағы қарапайым қадам – ISDN өту – желі құрылымын айтарлықтай қиындатты, ең алдымен – абоненттік бөлімін. Сонымен қатар, абоненттік және ISDN жүзеге асқан байланыстың сандық жаңа қызметі туралы сигналды хабарламаларды беруге арналған станцияаралық дабыл беру қажеттілігі туындады.

Осының барлығы технологиясын ISDN күрделендірді, және бұл таратуда және қызмет көрсетуде мұқияттылықты талап етті. ISDN технологиясына өтудегі өлшеу техникасының рөлі артты, ал өлшеу технологиясының өзі кешенді болып шықты.

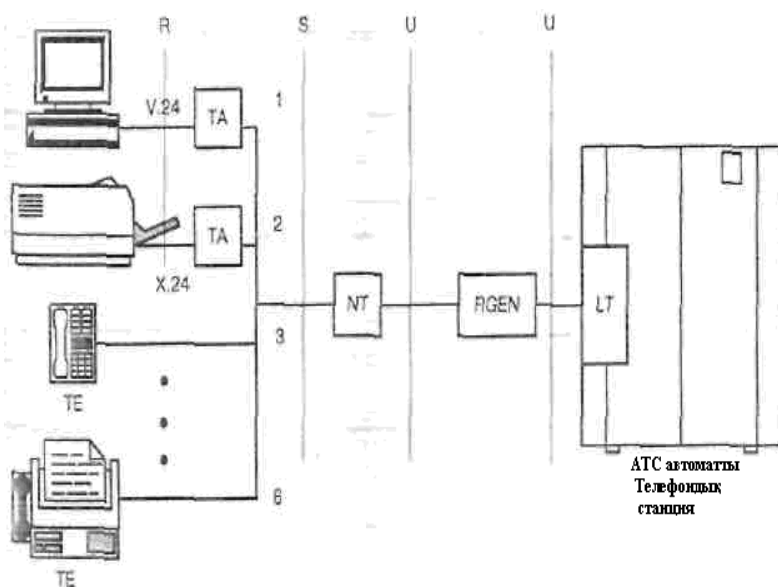
### **9.2. Базалық 2B+D қатынау құрылымы**

IDN желісінің құрылымына базалық қатынау құрылымы BRI (2B+D) және алғашқы қатынау кіреді PRI (30B+D) (9.1-сурет). Базалық қатынау (Basic Rate Interface – BRI) пайдаланушыға 64 кбит/с (B-арна) екі арнаны және сигнализацияны беру үшін D 16 кбит/с бір арнаны беруді қарастырады. Алғашқы қатынау (Primary Rate Interface – PRI) пайдаланушыға 30 арнасын 64 кбит/с және сигнализацияны беру D 64 кбит/с беруді қарастырады.

IDN желісінің мақсаты – сандық ағынды АТС пайдаланушыға жеткізу – қолданыстағы абоненттік (әдетте электрлік екі өткізгіш) кабельді қолдану арқылы жүзеге асырылады. Қолданыстағы кабельге қосылу стандартты нүкте немесе интерфейс U деп

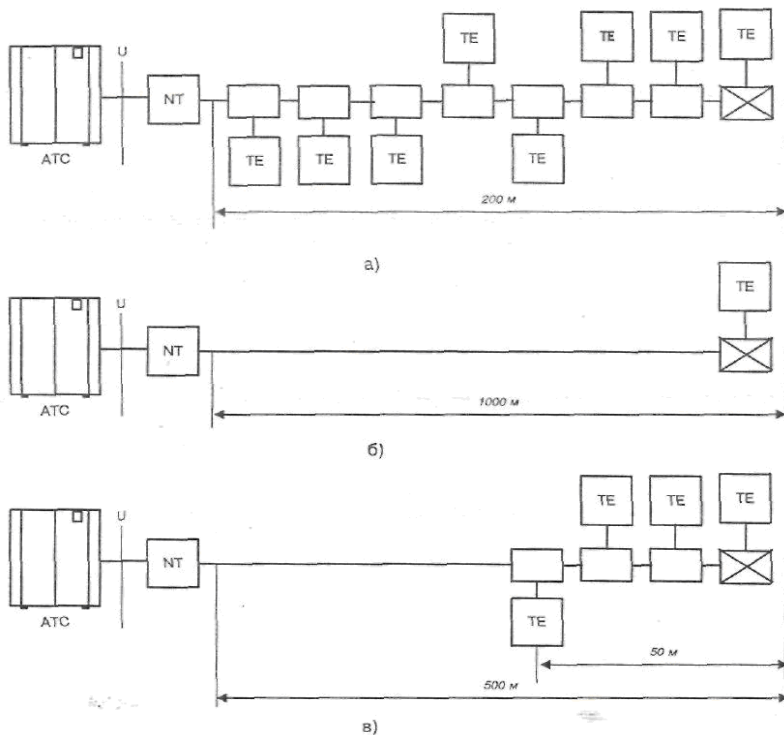
аталады. Егер интерфейстегі U сигналдың сөнуі осы арнаны ISDN үшін пайдалану мүмкіндігіне арналған нормадан асып кетсе, сигналды күшейту үшін арнайы құрылғы – регенераторларды (RGEN) пайдаланады. Желілік аяқтау (NT) арнаны U пайдаланушының аппаратурасымен (TE) шина S арқылы жалғайды (шина түсінігі жалпы жағдайда S-интерфейсте 8 TE дейін қосылуы мүмкін болғандықтан енгізіледі). ITU-T I.430 кеңесі S шинаны құрудың бірнеше нұсқасын сипаттайды (9.2-сурет).

9.2, а-суретте "қысқа пассивті шина S" сұлбасы берілген (short passive S bus), оған әртүрлі сегіз терминал толқын ұзындығынан түрлі қашықтықта қосыла алады. Пассивті шина кабелінің максималды ұзындығы 200 м аспайды.



9.1-сурет. Базалық қол жетудің құрылымы

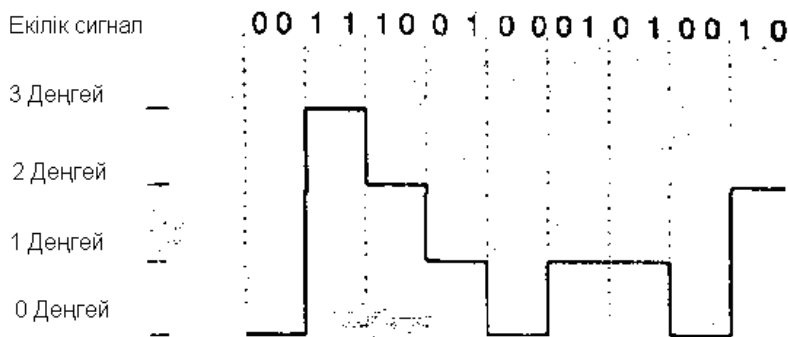
Жеке терминал (9.2, б-сурет) "нүкте-нүкте" типтегі S шина сұлбасы бойынша NT қосыла алады. Терминалдың NT қашықтауы 1 км жетуі мүмкін. Шектеу факторы кабельдегі сөну болмақ, ол 6 дБ аспайды.



9.2-сурет. “S шинасының массивті қысқа нұскасы”

Терминалдар тобын шығару қажеттілігінде (9.2, в-сурет) қосудың "кеңейтілген пассивті шина S" сұлбасы қолданылады (extendedpassive S bus), оның ұзындығы 500 м жетуі мүмкін, алайда терминалдардың бәрі шинаға 50 м қашықтықта қосылуы керек.

Шина S төрт өткізгішті кабельді желінің беріліс 192 кбит/с, сол бойынша сигнал бинарлы сызықтық код түрінде беріледі (модификацияланған код АМІ).



9.3- сурет. 2B1Q сызықтық коды

Нүктенің S интерфейсі толық стандартталған. Сонымен бір мезетте U интерфейс, қолданыстағы абоненттік кабельді қолданатын (ең алдымен есілген жұпты), әлемдік тәжірибеде толық стандартталған болып табылмайды. Кодтау үшін интерфейсте U сызықтық кодтардың түрлі нұсқалары қолданылуы мүмкін, солардың ішінде 2B1Q кодтары және 4B3T жиі кездеседі. Отандық тәжірибеде 4B3T коды тарала қоймады. Негізінен 2B1Q сызықтық коды қолданылады, оның сұлбасы 9.3-суретте көрсетілген. Көретініміздей, 2B1Q коды сигналды төрт деңгейлі кодтауды қолданады. Осы кодтаудың тиімділігі интерфейс U кабеліндегі сөну деңгейіне айтарлықтай байланысты болмақ.

Базалық қатынауды ISDN талдаумен байланысты өлшеуде өлшеудің келесі түрлерін атап өтеді:

- байланыстың абоненттік арналарының параметрлерін талдаумен байланысты физикалық деңгейді өлшеу;
- сандық беріліс параметрлерін өлшеу (қателер параметруі бойынша өлшеу - BERT);
- абоненттік сигнализация хаттамасын талдау;
- ISDN арналар имитациясының міндеті;
- базалық қатынау ISDN трафигін имитациялау міндеті.

Аталған міндеттердің ішінде абоненттік сигнализация хаттамасын талдау ерекше орында, өйткені ISDN желідегі түрлі құрылғылардың өзара әрекетін нақты талдауды қажет ететін

күрделі технология болып табылады, оған қоса, осындай сандық құрылғылар қазір тым көп.

Алғашқы қатынау 30S+D құрылымы. Жалпы алғанда алғашқы қатынау құрылымының ISDN 9.1-суретте көрсетілген абоненттік қатынау құрылымынан еш айырмасы жоқ, бар айырмасы, шинаны құру S нұсқалары алғашқы қатынау жағдайында мүмкін емес. Әдетте, алғашқы қатынау терминалдары NT сигналды ИКМ-30 беру үшін қабылданған интерфейске G.703 сәйкес келетін интерфейс арқылы өтеді.

Сондай-ақ, базалық қатынау үшін де, алғашқы қатынау үшін де келесі өлшеулер маңызды:

- байланыстың сандық арналарының параметрлерін талдаумен байланысты физикалық деңгейді өлшеу;
- берілістің сандық параметрлерін өлшеу немесе арналық деңгейді ИКМ өлшеу;
- сигнализация хаттамасын талдау;
- алғашқы қатынау ISDN трафигін имитациялау міндеті.

Базалық қатынау ISDN арналарын аналогты өлшеу. Абоненттік ISDN желіні таратудан бұрын әдетте қолданыстағы желінің аналогты арналарына бірқатар өлшеу жүргізу қажет. Бұл өлшеу формалды түрде абоненттік кабель шаруашылығын паспорттауға жатқызылуы мүмкін. Мысалы, әдетте техникалық жағдайда және терминалды жабдықты ISDN қосу нұсқаулығында абоненттік кабельдердің белгілі бір санатқа сәйкестігіне қойылатын талаптар (есілген жұп) қойылады (ISDN үшін әдетте 5-санат). Алайда, отандық кабель желілеріндегі осы талаптардың орындалмайтынын ескеріп, қарастыруға болады; абоненттік кабельдің толық өлшенетін параметрлері және осы параметрлердің ISDN жұмысының қандай да бір параметріне әсерін көрсету.

Интерфейсті S аналогты өлшеу интерфейс S параметрлерін және олардың желі жұмысына әсерін қарастырайық.

Шинадағы S кернеуді өлшеу. Әдеттегі стандартты тәжірибе розеткалардың S маңында интерфейстердің ауыспалы кернеу көздерін орнату болып табылады. Сондықтан шинаның S тізбек қорегімен жағымсыз қосылу мүмкіндігі туындайды.

Терминалдардың шинаға S қосылысындағы болатын ықтималы қауіпке жол бермес үшін шинадағы кернеуді өлшейді.

Оқшаулаудың кедергісі шинаның S қолданатын кабелі тасымалдау кезінде немесе орнатқанда ақаулануы мүмкін. Оқшаулаудың кедергісін өлшеу кабельдің ықтималды ақауын талдауды қамтамасыз етеді және терминалдарды зақымдауы мүмкін қысқа тұйықталу мүмкіндігін жояды.

Интерфейсті U аналогты өлшеу. Интерфейс U. Параметрлері. Базалық қатынау ISDN жұмысы үшін өте маңызды, сондықтан осы интерфейс қолданыстағы кабель желілерін қолданады. Абоненттік кабельдер құрамдас болып, түрлі кедергісі және басқа параметрлері болуы мүмкін, сондықтан интерфейс U өлшеу маңызды.

ISDN қолданыстағы кабель желілеріне берілетінін ескеріп, интерфейс U өлшеуді әдетте ISDN қызметін ұсыну үшін барынша лайықты абоненттік желі шоғырынан ең жақсысын таңдау мақсатында абоненттік терминалды қосқанға дейін өткізеді. Таңдаудың ең қарапайым тәсілі ТЧ арнасынан жоғары (әдетте 80 Гц тен 8 кГц дейін) жиілік диапазонындағы түрлі жұптардағы сигнал сөнуінің деңгейін салыстыру болып табылады. Бұл өлшеу ең жақсысын таңдауға мүмкіндік береді. Алайда ISDN таңдап алған кабель бойынша ұсынылатын қызметтің сапасы туралы мәселе туындайды. Таңдап алған желіні тестілеу үшін келесідей аналогты арналардың параметрлері келтірілген.

Жиіліктің кең жолағындағы шуыл. Егер таңдап алған кабель дұрыс теңдестірілсе, онда сигналдардың басқа кабельдермен интерференциясы айтарлықтай төмен, яғни төменгі жиілікті шу деңгейі осындай кабелде төмен болмақ.

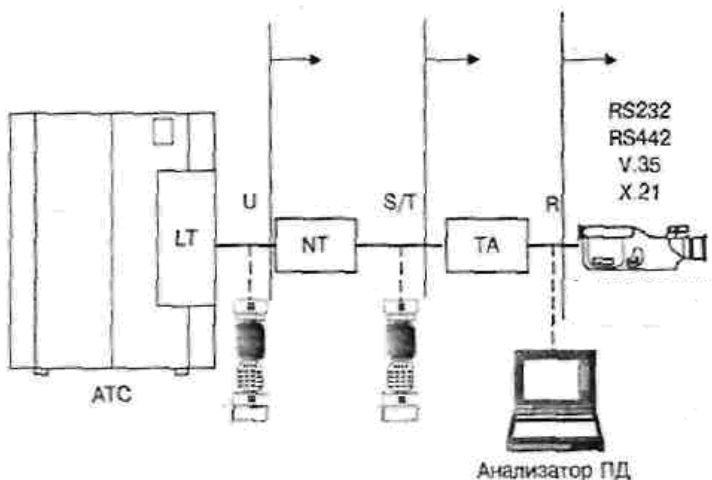
Көршілес кабельдердегі айқаспалы әсер. Сигналдардың көршілес кабельдермен интерференциясы сандық беріліс сапасына теріс әсер етеді. Айқаспалы әсер (crosstalk) екі типті болуы мүмкін: жақын ұшындағы әсер (NEXT) немесе қашықтағы (FEXT) ұшындағы әсер. Әдетте FEXT сандық беріліс параметрінің сапасына айтарлықтай әсер етеді, алайда сызықтық бірқатар кодтар үшін, мысалы 4B3T сияқты, NEXT шектеуші параметр ретінде көрінеді. Базалық қатынауың ISDN арналық деңгейін

өлшеу. Бұл өлшеу интерфейсте S де, интерфейсте U де орындалады. Өлшеудің мәні қате параметрін өлшеуге тіреледі.

Бұл кезде анализаторлар ТЕ немесе NT орнына қосылып, "нүкте-нүкте" сұлбасы бойынша қателер параметрін немесе шлейфті қосылыстағы өлшеуді қамтамасыз етеді. Әдетте қателер параметрі (BER) бойынша талдау базалық қатынау хаттамадарын талдаумен қатар өткізіледі.

### 9.3. Базалық қатынау хаттамаларын талдау әдістері

Абоненттік желіні сөндірумен қадамдық тестілеу әдісі. Хаттамаларды талдаудың кең таралған әдісі 9.4-суретте сұлбалық түрде көрсетілген абоненттік желіні сөндірумен қадамдық тестілеу әдісі болып табылады. Осындай өлшеуді өткізудің жалпы әдістемесі келесідей: өлшеуді NT сөндіруден, тестерді интерфейс U бойынша қосудан және хаттаманы және BER интерфейс U бойынша "нүкте-нүкте" сұлбасы бойынша талдауды өткізуден бастайды. Содан кейін NT қосылады, ал тестер шинаға S терминал ретінде қосылып, "нүкте-нүкте" сұлбасы бойынша немесе шлейф бойынша өткізіледі.



9.4-сурет. Абоненттік бөлігі өшірілген қадамдық тестілеу әдісі

Содан кейін қосымшалар жұмысын талдауды өткізу үшін пайдаланушының жабдығы R нүктеде сөндіріледі (терминалды адаптерден кейінгі нүкте – әдеттегі деректер берілісінің стандартты интерфейсі) және BER бойынша өлшеу өткізу үшін деректер берілісінің арналар анализаторы қосылады (өйткені R нүктеде хаттаманы қолдау жоқ, талдау өткізілмейді).

Құрылғыларды алмастырумен қадамдық тестілеу. Құрылғыларды алмастырумен өткізілетін әдіс жалпы алғанда жоғарыда сипатталғанмен бірдей, бірақ, өлшеуді өткізген кезде бұл жағдайда типтік тракт құрылғысы сөндіріледі және солардың орнына анализатор қосылады.

Осы әдістің ыңғайлылығы, біріншіден, тестіленетін тракт өзгермейді (құрылғы сөндірілмейлі), бұл жұмыстың нақты жағдайына максималды жуықтатылған түрде талдау жасауға мүмкіндік береді, екіншіден, жоғарыда сипатталған әдістің кемшіліктері толығымен жойылады. Тестерге ауыстыру кезінде регенератор жұмысында ақау болса, тракт қалыпты жағдайда жұмыс істей бастайды және регенераторды ауыстыру туралы тұжырым айтылады. Егер регенераторды тестерге ауыстырғаннан кейін тракт бұрынғыдай ақаумен жұмыс істесе, желідегі регенераторды дұрыс пайдаланбағаны туралы тұжырым айтылады (мысалы, регенерация қуатының жеткіліксіздігі, арнаның физикалық параметрлерінің бұзылуы).

Әдістің кемістігі, тестер құрылымын күрделендіру қажеттілігі болып табылады. Өлшеуді өткізу үшін тестердің екі интерфейсі U болуы керек (регенератор жұмысын талдау үшін), сондай-ақ сандық ағынды интерфейсден U интерфейске S тестер арқылы беру мүмкіндігі болуы керек.

Алғашқы қатынау ISDN (30B+D) құрылымы және өлшеу әдістері. Алғашқы қатынау ISDN (30B +D) құрылымы E1 арнаның сандық ағынына сәйкес. Сәйкесінше, физикалық және арналық деңгейді өлшеу E1 ағынды өлшеу спецификациясына толығымен сәйкес келеді. Кейбір жағдайларда базалық қатынауға құрылымына ұқсас сұлба қолданылады. Бұл жағдайда ITU-T I.431 нұсқаулықта сипатталған S<sub>2</sub>M. Интерфейстің физикалық және циклдік құрылымы, интерфейске G.703/G.704 толықтай сәйкес келеді. NT-LT арнада әдетте 1T2B коды қолданады. Үлкен TE қашықтық жағдайында регенераторларды

пайдалану қажет, бұл байланысты ұйымдастыру сұлбасын айтарлықтай күрделі етеді. Регенерация мәселесі айналып өту үшін, PRI арналарды ұйымдастыру үшін көбінесе талшықты-оптикалық арналарды қолданады.

Өлшеуді ұйымдастыру тұрғысынан алғанда ISDN алғашқы қатынау хаттамаларын талдаумен байланысты өлшеулер маңызды. Бұл өлшеулер физикалық және арналық деңгейді өлшеудің ағын E1 параметрлерін талдаумен байланысты болуымен маңызды.

Жалпы пайдалану желісімен өзара әрекеті үшін абоненттік қатынау EDSS1 (ETSI) хаттамасын қолдану туралы шешім қабылданды, ол ведомстволық желінің жалпы пайдалану желісімен жұмысының қажетті параметрлерімен қамтамасыз ету, бұл симметриялы емес хаттама болып табылады. Сонымен бір мезетте симметриялы емес хаттама EDSS1 ведомстволық желіні ISDN құру кезінде тиімсіз етеді.

Соңғы кездері DBO нарығы тұрақтануына байланысты, УПАТС түрлі өндірушілердің қарама-қайшылығына жол бермес үшін ведомстволық ISDN хаттамаларды стандарттау қажеттілігі пайда болды. Бұл стандарттау хаттамасының Qsig пайда болуына жеткізді, ол ETSI кеңес еткен ведомстволық ISDN станцияаралық сигнализация хаттамасы болып табылады.



9.5-сурет. ISDN-ның өлшеу құрылғылары

ISDN желісінде трафикті имитациялау міндеті. ISDN желісі үшін өлшеу барысында сигналды трафиктің (10.5-сурет) имитациясы өткізілетін базалық және алғашқы қатынау имитаторларын бірлесе қолдану сұлбасы маңызды болмақ. Өлшеуді өткізу үшін трафикті имитаторлар BRI және PRI қолданылады. Олардың трафик IDN имитаторлардан айырмашылығы біршама күрделі және ведомстволық желінің ISDN белгілі бір хаттамасына конфигурацияланады.

## 10. ДЕРЕКТЕРДІ БЕРУ ЖЕЛІСІНДЕГІ ӨЛШЕУЛЕР

### 10.1. Деректерді берудің заманауи желісінің құрылымы

Берілістің заманауи желілері (СПД), олардың нұсқаларының бірі 10.1-суретте берілген, модемді және сандық арналарды ПД, интерфейстердің әртүрлерін (сандық интерфейстер тік бұрышпен белгіленген), беріліс алгоритмдері мен хаттамаларын қолданады.



10.1-сурет. Ақпаратты беру желісінің құрылымы

ПД желілерінде өлшеудің келесі түрлерін атап өтуге болады:

- физикалық деңгей, оған интерфейстерді ПД талдау жатады.
- арналық деңгей, бұлар ПД арналарын қателік параметрі және синхронизациясын талдауды қарастырады.
- желілік деңгей, бұлар хаттамасын СПД талдауды қарастырады.
- СПД трафикті имитациялау міндеті.

СПД қосымшасын тестілеу сияқты маңызды мәселелер телекоммуникацияларға емес заманауи ПО талдауға жатады және бұл жерде оны қарастырмаймыз.

**Физикалық деңгейді өлшеу.** СПД физикалық деңгейді өлшеу қолданатын интерфейстерді ПД өлшеуге келіп тіреледі: RS-232C, V.35, X.21, V.11, RS-449, G.703. Әрбір интерфейс үшін беріліс, қабылдау, синхронизация, квитирлеу сигналдары спецификацияланады. Ішкі синхронизациясы (DTE) және

сыртқы синхронизациясы (DCE) бар құрылғы интерфейстері деп бөлінеді. ПД желілерінің соңғы және түйіндік құрылғылары, терминалдер, маршрутизаторлар сияқтылар және DTE құрылғыларына жатады, ал модемдер, конвертерлер сияқты коммуникациялық құрылғылар, DCE құрылғылары болып табылады. Режимдерге DTE/DCE арналған RS-232 синтерфейстің негізгі сигналдары 10.1-кестеде көрсетілген, онда қолданылатын қысқартулар мен қарастырып отырған интерфейс типтеріне бірдей сигналдарды белгілеудегі қысқартулар берілген. (Ескерту: 2 санымен сәйкес сигналды беруге арналған екінші арна белгіленген – сигналды берудің екінші реттік арнасы).

ПД интерфейстерді өлшеу ПД арна анализаторларымен сәйкес сигналдар күйінің жарықтық индикациясы түрінде орындалады (активті/активті емес) немесе уақытына қарай сигналды диаграмма түрінде (уақытқа қарай берілген контактілер бойынша кернеу диаграммалары). Қарапайым аспаптарда тек қана жарық индикациясы жүзеге асқан, DTE/DCE қондырғысының тестіленетін жабдықта дұрыс орнатылуын, жалғайтын кабельдің үйектілігін және деректерді беретін аппаратураның логикалық жұмыс істеуін талдауға мүмкіндік береді. Мұндай құрылғылар интерфейс анализаторлары деп аталады – BreakoutBox. Интерфейстер жұмысын нақты логикалық талдау үшін сигналды диаграмма түріндегі нәтижені ұсынумен тестілеу қажет.

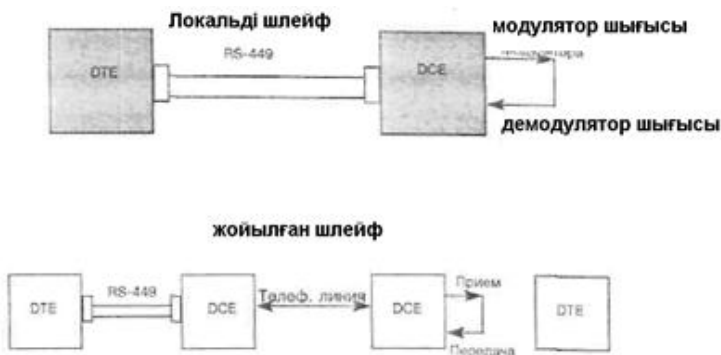
**Арналық деңгейді өлшеу.** Арналық деңгейді өлшеуге ПД сандық арналарды талдау кіреді. Мұндай талдаудың негізгі параметрлері сондай қателер параметрі (BER) болып табылады, қателерді бөлу және синхронизация СПД жүйесі жұмысының бұзылуы себепті сандық сигналдың сырғу деңгейі.



10.2-сурет. «Нүкте-нүкте» типті ақпаратты беру сандық арнасын өлшеу

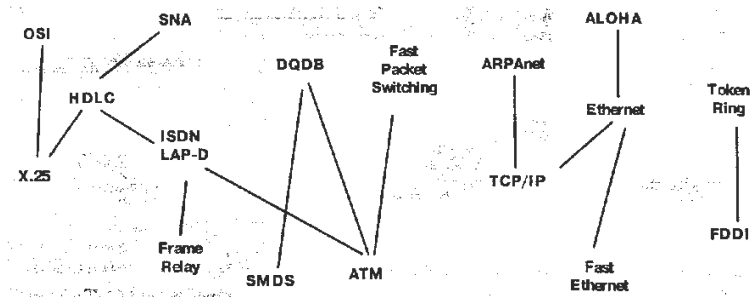
Тәжірибеде арналық деңгейді өлшеуді ұйымдастырудың екі сұлбасы "нүкте-нүкте" және шлейф бойынша өлшеу кездеседі. Бұл жағдайда бір анализатор тестілік сандық реттілік генераторы болып табылады және терминалды жабдықты (DTE) имитациялайды, ал екінші анализатор сандық реттілікті қабылдағыш ретінде көрінеді (10.5-сурет).

Деректерді беру арналарының шлейфті талдауының ықтималды екі нұсқасы бар: жергілікті шлейф бойынша өлшеу және қашықтағы шлейф бойынша өлшеу (10.6-сурет). Екі жағдайда да шлейф аппаратурасында DCE құрылады. Жергілікті телефон арналарында деректердің модемді беріліс шлейфін құруды қарастырады, ал аппаратурасында DCE (модем) модулятордан демодуляторға шлейф құрылады.



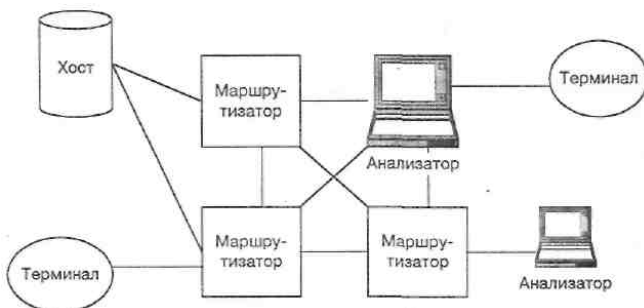
10.3-сурет. Ақпаратты беру арнасының шлейфтік анализі

**Желілік деңгейді өлшеу.** Деректерді беру желілерінде желілік деңгейді өлшеу желідегі алмасу хаттамаларын талдаудың түрлі міндеттеріне келіп саяды. Заманауи СПД хаттамалардың көптеген түрін қолданады, солардың ішіндегі ең қуаттысы X.25, FrameRelay және SMDS болып табылады. Соңғы кездері операторлардың FrameRelay негізіндегі жоғары жылдамдықты хаттамаларды қолдануға бағдарлануы туралы жиі айтылып жүр, алайда X.25 хаттаманың қажет екендігі сөзсіз, өйткені отандық тәжірибеде ПД арналардың сапасы жақсы емес және хаттаманың X.25 бөгеуілдерге кедергілігі сұранысқа ие бола қойған жоқ.



10.4-сурет. Ақпаратты беру хаттамасының эволюциясы

Желідегі хаттамаларды талдаудың мақсаты желі жабдығындағы дабылды алмасу конфликтілерін жою ғана емес, сондай-ақ түрлі хаттамалардың кіші желілері арасындағы конфликтілерді жою, шлюздердің жұмысын талдау, сондай-ақ трафиктерді тура беруді талдау және қызметтік ақпаратты түрлі хаттамалары бар бірнеше желі арқылы беру болып табылады.



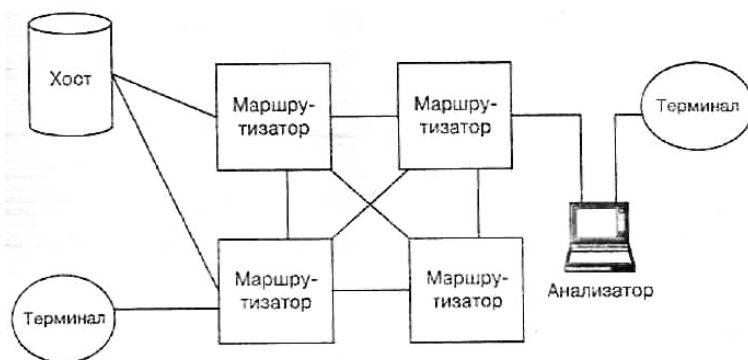
10.5-сурет. Хаттама анализаторларын беріліс желісіне қосу

Хаттамаларды талдау үшін хаттамалардың арнайы анализаторлары қолданылады. Бұл жағдайда пайдаланушылардың соңғы жабдығын имитациялайды (мысалы, деректерді беру терминалы) дестелерді түрлі адрестерге беруді жүзеге асырады.

Желінің барынша толық талдауы маршрутизатор анализаторын имитациялағанда орын алады, алайда бұл анализатордың үлкен қуаттылығын талап етеді, өлшеуді өткізудің мақсаты:

- берілген хаттаманың желінің барлық құрылғыларында жүзеге асу дұрыстығын талдау;
- желі ресурсының жүктелу тиімділігін талдау;
- логикалық конфликт нүктелерін іздестіру және жою болып табылады (қате қондырғылар, конфликтілер, шлюздердің бағдарламалық қамтама жұмысы, т.б.).

Заманауи СПД диагностика мен басқарудың түрлі жүйелерімен жабдықталғандықтан, осындай жүйелердің ПО жұмысын, сондай-ақ СПД пайда болатын қателерге әсер ету механизмдерін талдау мәселесі туындайды.



10.9-сурет. Деректерді беру желісіндегі стресті тестілеу

## 10.2. Деректерді беретін желі хаттамаларының анализаторлары

Жаңа желіні жобалау барысында немесе бұрынғысын жетілдіргенде көп жағдайда байланыстың желілік желілері бойынша деректер ағынының қарқындылығы, дестелерді өңдеудің түрлі кезеңдерінде туындайтын кідіріс, қандай да бір түрдегі сұратуға реакция уақыты, белгілі бір оқиғалардың пайда болу жиілігі және басқа да сипаттамалар сияқты желінің кейбір сипатының сандық өзгерісінің қажеттілігі туындайды.

Осы мақсат үшін түрлі құралдар қолданылуы мүмкін және ең алдымен – желіні басқару жүйелеріндегі мониторинг құралдары, бұлар өткен тарауларда талқыланды. Желідегі

кейбір өзгерістер бағдарламалық өлшеуіштермен операциялық жүйеге кіріктірілуі мүмкін, соның мысалы ОС Windows NT Performance Monitor компонентасы болып табылады. Қазіргі күні орындалып жүрген кабельдік тестерлер де дестені ұстап, оның мазмұнына талдау жасауға қабілетті.

Бірақ, желіні зерттеудің ең заманауи құралы хаттамалар анализаторы болып табылады. Хаттамаларды талдау үрдісіне қандай да бір желілік хаттаманы жүзеге асыратын, желіде жүретін дестелерді ұстау және соның мазмұнын зерттеу кіреді. Талдау нәтижелерін негізге алып, желінің қандай да бір компонентінің негізделген және талданған өзгерісін, оның өнімділігін оңтайландыруға, ақауларды іздестіру мен жоюды жүзеге асыруға болады. Бұл үшін, әлдебір өзгерістердің желіге әсері туралы қандай да бір қорытынды жасау үшін, өзгеріс енгізгенге дейін және содан кейінгісіне хаттамалар талдауын жасау қажет.

Хаттамалар анализаторы немесе арнайы құрылғы болып табылады немесе арнайы желілік картамен және сәйкес бағдарламалық қамтамамен жарақтанған Notebook класты, тасымалданатын дербес компьютер болып табылады. Қолданылатын желілік карта мен бағдарламалық қамтама желінің топологиясына сәйкес болуы керек (сақина, шина, жұлдыз). Анализатор желіге әдеттегі түйін тәрізді қосылады. Бар айырмасы, анализатор желі бойынша берілетін барлық деректер дестесін қабылдай береді, ал әдеттегі станция – тек соған бағытталғанды ғана қабылдайды. Анализатордың бағдарламалық қамтамасы желілік адаптердің жұмысын қолдайтын түйіннен және декодталатын алынатын деректерден және зерттелетін желінің топология типіне байланысты қосымша бағдарламалық кодтан тұрады. Сонымен қатар, белгілі бір хаттамаға, мысалы, IPX бағдарланған декодтаудың бірқатар процедурасы беріледі. Кейбір анализаторлардың құрамына сондай-ақ, экспертті жүйе кіруі мүмкін, ол пайдаланушыға қандай эксперименттерді осы сәтте өткізуге болатыны туралы кеңес беруі мүмкін, бұл өлшеудің қандай да бір нәтижелері, желі ақауларын қалай жоюды білдіруі мүмкін.

**Талдауды өткізу әдістемесі** келесідей алты кезең түрінде берілуі мүмкін:

- деректерді ұстау;
- ұсталған деректерді қарау;
- деректерді талдау.

Кабельді жүйелерді диагностикалау және сертифициаттауға арналған жабдыққа желілік анализаторлар, сертификации кабельдерді сертифициаттауға арналған аспаптар, кабельді сканерлер мен тестерлер кіреді. Осы құрылғыларды толығырақ қарастыруға өтпес бұрын, кабель жүйелерінің негізгі электромагнитті сипаттамаларының қажетті мәліметтерін келтірейік.

Кабельдің жұмысына әсер ететін негізгі электромагнитті сипаттамалар мыналар: сөну, импеданс (толқынды кедергі), есілген екі жұптың айқасқан тартылымы және сыртқы электромагнитті сәулелену деңгейі. Есілген жұптар арасындағы есілген айқасқан тартылымдар немесе NearEndCrosstalk (NEXT) – есілген екі жұпта пайда болатын электромагнитті сигналдардың интерференция нәтижесі болып табылады. Есілген жұптар кабелінің бірі беретін, екіншісі – қабылдағыш. Дабыл беретін кабельдердің бірінен өткенде, қабылдайтын кабельде айқасқан тартылым туындайды. NEXT шамасы берілетін дабылдың жиілігіне байланысты – NEXT шамасы неғұрлым жоғары болса, соғұрлым жақсы (5 NEXT санаты үшін 100 МГц жиілігінде 27 Дб кем болмауы керек, 3 санатты кабель үшін 10 МГц NEXT жиілігінде 26 Дб кем болмауы керек).

**Сөну (Attenuation)** – кабель бойынша тарату кезінде электр дабылы амплитудасын жоғалтуды білдіреді. Сөнудің негізгі екі көзі бар: кабельдің электр сипаттамалары және үстірт эффект. Соңғысы сөнудің жиілікке тәуелділігін түсіндіреді. Сөну метрге шаққандағы децибелмен өлшенеді. 5 санатты кабель үшін 100 МГц жиілігінде сөну 100 м-ге 23.6 Дб аспауы керек, ал стандарты IEEE 802.3 10BASE-T бойынша қолданылатын 3 санатты кабель үшін ұзындығы 100 м сегменттегі сөнудің рауалы шамасы ауыспалы ток жиілігі 10 МГц болғанда 11,5 Дб аспауы керек.

**Импеданс (толқынды кедергі)** – бұл электр тізбегіндегі толық (белсенді және реактивті) кедергі. Импеданс оммен өлшенеді және кабель жүйелері үшін салыстырмалы түрде тұрақты шама болып табылады. Экрандалмаған есілген жұптар үшін импеданстың жиі қолданылатын мәндері – 100 және 120 Ом. Коаксиальді кабельдегі Ethernet стандартты желілер үшін импедансқа тән мәндер 50 Ом құрайды, ал стандартты Arcnet желілер үшін – 93 Ом. Импеданстың кабель ұзындығы бойынша күрт өзгерісін тұрғын толқынның туындауына жеткізетін ішкі тойтарыс үрдістері туындатуы мүмкін. Тұрғын толқын торабының қасындағы кабельге қосылған жұмысшы станция, соған бағытталған хабарламаны ала алмайды.

**Белсенді кедергі** – бұл электр тізбегіндегі тұрақты токқа кедергі. Импеданстан өзгешелігі белсенді кедергінің жиілікке тәуелді еместігі және кабельдің ұзындығы артқан сайын ұлғая түседі. 5 санатты экрандалмаған есілген жұптар үшін белсенді кедергі 100 м-ге 9.4 Ом аспауы керек.

**Сыйымдылық** – бұл металл өткізгіштердің энергияны жинақтау қабілеті. Кабельдегі диэлектрикпен бөлінген электр екі өткізгіш энергияны жинақтауға қабілетті конденсатор болып табылады. Сыйымдылық қажетсіз шама, сондықтан оны барынша кішкентай етіп жасау керек. Кабельдегі сыйымдылықтың үлкен мәні сигналдың бұрмалануына әкеп соғып, желіні өткізу жолағын шектейді. 5 санатты кабель жүйелері үшін сыйымдылықтың мәні 100 м-ге 5.6 нФ аспауы керек.

**Сыртқы электромагнитті сәулелену деңгейі немесе электрлік шу** – бұл өткізгіштегі қажетсіз ауыспалы кернеу. Электрлік шу екі типті болады: фондық және импульсті. Электрлік шуды сонымен қатар төменгі-, орташа- және жоғары жиілікті деп бөлуге болады. Фондық электрлік шудың шығу көздері 150 КГц дейінгі диапазонда электр беріліс желілері, телефон мен күндізгі жарық лампалары болып табылады; 150 КГц ден 20 МГц дейінгі диапазонда компьютер, принтер, ксерокстар; 20 МГц ден 1 ГГц дейінгі диапазонда – телевизиялық және радиотаратқыштар, микротолқынды пештер болып табылады. Электрлік шу мВ өлшенеді. Есілген жұптардағы

кабель жүйелері электр шуына онша беріле қоймайды (NEXT әсеріне қарағанда).

**Желілік анализаторлар** (хаттамалар анализаторымен шатастырып алмаңыз) кабельдермен кабель жүйелерін диагностикалау және сертификаттауға арналған эталонды өлшеу құралдары болып табылады. Мысал ретінде HewlettPackard компаниясының желілік анализаторларын айтуға болады – HP 4195A и HP 8510C. Желілік анализаторларда жоғары дәлдікті жиілік генераторы және тар жолақты қабылдағыш болады. Желілік анализаторлар – бұл прецизиондық ірі габаритті және қымбат (бағасы \$20 000 астам) аспаптар, олар зертханалық жағдайда арнайы оқудан өткен техникалық персоналдың пайдалануына арналған.

**Кабельді сканерлер** – кабельдің ұзындығын анықтауға, NEXT, сөнуді, импеданс, ажырату сұлбасын, электрлік шу деңгейін анықтауға және алынған нәтижелерді бағалауын өткізуге мүмкіндік беретін аспаптар. Осы типтегі құрылғылар көптеп шығарылған, мысалы, келесі компаниялардың сканерлері: MicrotestInc, FlukeCorp, DatacomTechnologiesInc, ScopeCommunicationInc. Желілік анализаторларға қарағанда сканерлерді арнайы оқудан өткен техникалық персонал ғана емес, жаңадан жұмысқа кіріскен әкімшілер де пайдалана алады.

Кабель жүйелеріндегі ақаудың орын алған тұсын анықтау үшін (үзілу, қысқа тұйықталу, ажыратқыштың дұрыс орнатылмауы, т.б.) "кабельді радар", немесе TimeDomainReflectometry (TDR) әдісі қолданылады. Бұл әдістің мәнісі мынада: сканер кабельге қысқа электр импульсін жіберіп, шағылысқан сигнал қайтқанға дейін кідіріс уақытын өлшейді. Шағылысқан импульстің карама-қайшылығы бойынша кабельдің ақаулану сипаты (қысқа тұйықталу немесе үзілуі) анықталады. Дұрыс орнатылған және қосылған кабельде шағылысқан импульс мүлдем болмайды.

Қашықтығын өлшеудің дәлдігі кабельдегі электромагнитті толқынның таралу жылдамдығының қаншалықты нақты белгілі екендігіне байланысты. Түрлі кабельдерде ол әртүрлі болады. Кабельдегі электромагнитті толқынның таралу жылдамдығы (NVP – nominalvelocityofpropagation) әдетте вакуумдағы жарық

жылдамдығына шаққандағы пайызбен беріледі. Замануи сканерлерде кабельдердің барлық негізгі типтеріне арналған NVP туралы электронды кесте болады және пайдаланушыға осы параметрлерді алдын ала калибрлеуден кейін өздігінен пайдалануына мүмкіндік береді.

Шағын (олардың көлемдері әдетте стандартты VHS бейнетаспаның көлемінен аспайды) кабельді сканерлердің барынша танымал өндірушілері компаниялар MicrotestInc, WaveTekCorp, ScopeCommunicationInc болып табылады.

**Кабель жүйелерінің тестерлері** – кабельді диагностикалауға арналған ең қарапайым және арзан аспаптар. Олар кабельдің үздіксіздігін анықтауға мүмкіндік береді, алайда, кабельді сканерлерден айырмасы қай жерде ақау болғаны туралы сұраққа жауап бермейді.

**Шағын анализаторлар** – анализатордың шағын нұсқалары, өзінің мүмкіндіктері бойынша DSS ұқсас, ExpertSnifferAnalyzer (ESA) сериялы өнімдерге жүзеге асырылған, сондай-ақ TurboSnifferAnalyzer ретінде белгілі. DSS сериялы өнімдерге қарағанда құны біршама төмен, ESA әкімшіге толық көлемді DSS сияқты мүмкіндік береді, бірақ ESA осы сәтте қосылған желінің сегментіне ғана.

**Novell компаниясының LANalyser хаттамалар анализаторы** – толық функциялы өнімділігі жоғары хаттамалар анализаторы болып табылады, ол хаттамалардың көбін және желілік технологияларды толық декодтауды орындауға қабілетті (соның ішінде Ethernet, TokenRing - 4 және 16 Мб/с). LANalyser желілік тақта және бағдарламалық қамтама түрінде беріледі, бұларды дербес компьютерде немесе орнатылған тақтасы және бағдарламалық қамтамасы бар ДК түрінде орнату қажет. LANalyser пайдаланушымен дамыған ыңғайлы интерфейсі бар, соның көмегімен жұмыстың таңдап алынған режимі орнатылады. Меню ApplicationLANalyser ұстау режимін баптаудың негізгі құралы болып табылады, және хаттамалар, фильтрлер, инициаторлар, апатты сигналдар, т.б. жинағын таңдау нұсқалары болады. Бұл анализатор келесі хаттамалармен жұмыс істей алады: NetBIOS, SMB, NCP, NCPBurst, TCP/IP, DECnet, BanyanVINES, AppleTalk, XNS, SunNFS, ISO, EGP, NIS,

SNA және кейбір басқаларымен де. Application менюінен қосымшалардың арнайы тестілік жинақтарын таңдап, конфигурациялауға болады немесе TokenRing, Ethernet үшін қосымшалардың белгілі бір тестілік жинақтарын алдын ала таңдауға болады.

LANalyser көмегімен қабылдаудың 9 арнасына дейін және берілістің 6 арнасына дейін анықтауға болады. Қабылдау арнасы – бұл іс жүзінде пайдаланушы хаттама талдауының сеансы барасында алғысы келетін ақпараттың бәріне арналған сүзгілер. Беріліс арнасы желідегі берілген құрылымдағы деректер ағынын генерациялауға мүмкіндік береді.

**68X Enterprise LANMeter ерекшеліктері** – 68XEnterpriseLANMeter сериясына TokenRing технологиясын қолдайтын 680 үлгісі кіреді, 682 үлгісі Ethernet желісіне арналған және Ethernet және TokenRing. EnterpriseLANMeter қолдайтын 685 үлгісі SNMP хаттамасын қолдайтын әлемдегі алғашқы шағын құрал болып табылады, бұл оған, осы құрал қосылған жергілікті сегменттен тыс желідегі ақаудың себептерін анықтауға мүмкіндік береді. MIBI, MIBII және RMON басқарылатын ақпарат базасын да қолдайды.

Инструменттік құралдар EnterpriseLANMeter хаттамалар TCP/IP стектерін қолдайды, сондай-ақ желілік операциялық жүйелерде NovelNetWare, BanyanVINES, WindowsNT, WindowsforWorkgroups, Windows 95, IBMLANServer және OS/2 қолданылатын басқа хаттамаларды да қолдайды.

LANMeter желіге орнатудан бұрын желілік интерфейсті карталар, кабельдер, концентраторлар мен желілік қатынау құрылғыларының (MAU – MediaAccessUnit) жұмысқа қабілеттілігін тексеріп, желінің жаңа компоненттері енгізетін ықтималды ақауларды барынша азайтады. Ол сондай-ақ бірқатар арнайы тестердің көмегімен қосылыстың дұрыстығына және жергілікті корпоративті қосылыстар арқылы желілік ресурстарға қатынаудың барына көз жеткізуге мүмкіндік береді.

### **10.3. Ethernet желілерін талдау негізіндегі EnterpriseLANMeter функционалды мүмкіндіктер**

**NetworkStatistics** – бұл функция статистикалық өңдеу көмегімен және желінің жұмысқа қабілетінің негізгі көрсеткіштері бойынша жалпы жай-күйін бақылауға мүмкіндік береді. Оларға пайдалану дәрежесі (Utilization), коллизия деңгейі (Collisions), қателер деңгейі және кең таралымды трафик жатады. EnterpriseLANMeter сандық және графикалық формадағы өлшеу нәтижелерін көрсетеді.

**ErrorStatistics** – бұл функция қателердің барлық типін және себептерін бақылауға мүмкіндік береді. Нәтижелері сандық формада және шеңберлі диаграмма түрінде беріледі, ол жалпы саны бойынша тоқтап қалуының типтерін салыстырмалы таралуын көрсетеді. Алдында маркер жүретін\* тоқтап қалу типтерін, дисплейде жарықтау арқылы көрсетіп, содан кейін "ZoomIn" (ұлғайту) функциясы бар клавиша арқылы осы ақаулардың көзі болатын станциялардың тізімін дисплейге шығаруға болады.

**Collisionanalysis** – желі сегментінде белгіленген коллизия саны мен түрлері туралы ақпаратты қамтамасыз етіп, мәселенің болуын және орналасқан тұсын анықтауға мүмкіндік береді. Коллизияны талдау режимінде дисплейге тіркелген барлық коллизиялар шығарылады, тақырып коллизиялары мен энергетикалық "елестерді" (energyghosts) қоса алғанда – кабельдегі тартулар, бұлар өткізу жолағының бір бөлігін алып, желі түйіндерінің станцияларға ақпаратты беруге кедергі келтіреді. Желілік хаттама анализаторларының көбінің кадр-елестерді тіркеу мүмкіндіктері жоқ.

**Қолданылатын желілік хаттамаларды тарату (Protocol Mix)** – дисплейде негізгі хаттамалардың, желідегі кадрдың жалпы санына қатысты сол хаттаманың деректері бар кадрлар қатынасының салыстырмалы пайыздық қатынасына қатысты кему ретіндегі тізімі көрінеді. Қажетті хаттаманы жарықтап, "ZoomIn"клавишін басып, осы хаттаманы қолданатын кему ретіндегі негізгі станциялардың тізімін алуға болады. Осы

хаттамалардың тізімі мен оларды қолданатын станциялардың тізімін басып шығаруға немесе экранға шығаруға болады.

**Негізгі жөнелтушілер (Top Senders)** – функция жергілікті желінің барынша белсенді беріліс түйіндерін бақылауға мүмкіндік береді. LANMeter жалғыз ғана адрес бойынша фильтрацияға баптауға және осы станция үшін кадрды негізгі жіберушілердің тізімін анықтауға болады. Деректер дисплейде кадрды негізгі жіберушілердің тізімімен бірге шеңберлі диаграмма түрінде беріледі. Оларды басып шығаруға немесе станцияны сынақтан өткізу кезінде хабар таратқандардың тізімін дисплейге шығаруға болады.

**Негізгі алушылар (Top Receivers)** – функция желіні алушы белсенді түйіндерді бақылауға мүмкіндік береді. Ақпарат жоғарыда келтірілгендегідей түрде көрінеді.

**Кең таралымды трафиктің негізгі генераторлары (Top Broadcasters)** – функция идентификация үшін дұрыс конфигурацияланбаған станцияларды пайдалана алады. LANMeter – Ethernet желідегі кадрдың кең таралымды, топтық (multi-cast) және бірегей (non-broadcast) адрестері арасындағы айырманы талдайды және айырмасын анықтайды.

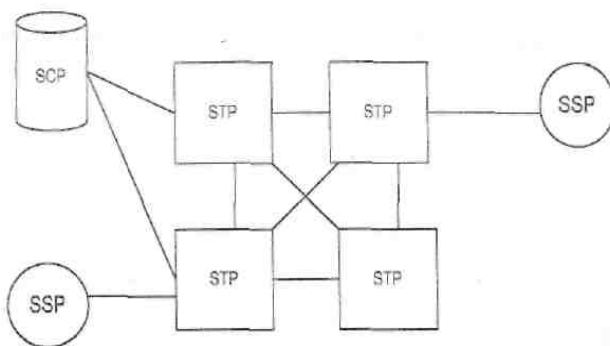
**Трафикті генерациялау (Traffic Generation)** – LANMeter жүктемесі жоғары болатын жұмыс кезінде желі компоненттерін тексеруге арналған трафик құрайды. Қосымша трафик ортамен және физикалық деңгейдегі басқа мәселелермен байланысты қиындықтарды анықтайды. Трафик Ethernet желісінде белсендірілген функциялармен NetworkStatistics, ErrorStatistics және CollusionAnalysis қатар генерацияланады. Пайдаланушы генерацияланатын трафиктің параметрлерін бере алады, мысалы: қарқындылық және кадрдың көлемі. Көпірлерді және маршрутизаторларды LANMeter тестілеу үшін автоматты түрде дестелердің IP және IPX тақырыптары жасалады: оператордан талап етілетіні – бұл дереккөз және алушының адресін енгізу. Сынақты өткізу барысында пайдаланушы жұмыс кезінде курсорды басқару пернетақтасы арқылы кадрлардың реттілік жиілігін және көлемін ұлғайта алады. Бұл әсіресе желі өнімділігінің көзін іздестіргенде және тоқтап қалу орын алғанда өте қажет.

## 11. ДАБЫЛ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ

### 11.1. Өлшеу технологияларының № 7 контекстік дабылдама желісі

Қазіргі кездегі № 7 сигнал жүйесі (SS7) телефон желісінің станция аралық жалпы пайдалану дабылдамасы біртұтас стандарт ISDN функциялары болып табылады. Жүйе (КҚБ) дабылдаманың жалпы арна бойымен сигналдық ақпаратты жіберу ұстанымын пайдаланады. Сондықтан № 7-ші КҚБ немесе 7-ші КҚБ деген қарапайым атауға ие болады. Қазіргі телекоммуникациялар үшін бұл хаттаманың маңыздылығы № 7 сигнал жүйесін талдауға қатысты өлшеулерді жеке сыныпқа бөледі.

SS7 дабылдама желісі көпшілігінде СПД-ның құрлымымен ұқсас болып келеді.



11.1-сурет. Желі құрылымы

Дабылдама SS7 өлшеуі деректерді жіберудің мамандандырылған хаттамасын талдаудың міндеттеріне келтіріледі ( 11.1-сурет).

Шындығында, SS7 технологиясы арнаулы тағайындауды – дабылдаманың желісін СПД жасауды ескереді. Бұл желі өлшеуде SS7 хаттаманы талдау келтіріледі, себебі дабылдаманың желісін өлшеу үшін физикалық және арналық деңгей өзекті емес, онда қайталама телефондау желісі арналары және ISDN пайдаланылады.

## 11.2. № 7 дамылдама жүйесін өлшеу

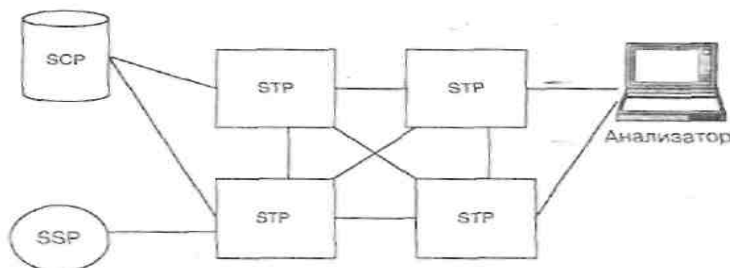
**SS7 өлшеу қажеттілігі.** SS7 хаттамасын тестілеу екі жағдайда қажетті:

- жаңа цифрлі АТС жіберуде немесе техникалық талаптар оның сәйкестігінің бұйымына хаттаманың толық тестілеуі үшін цифрлы зона;

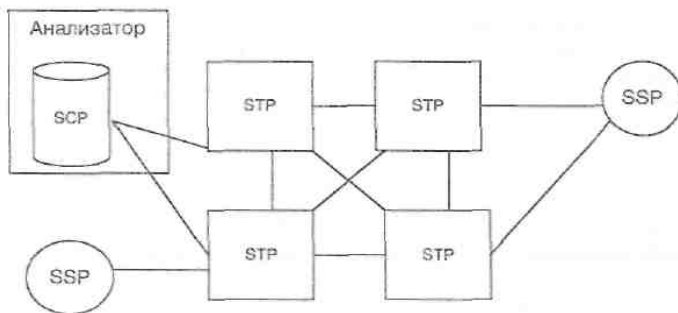
- осы арна бойымен КҚБ хаттаманың тестілеуі үшін дабылдаманың жаңа арнасын енгізуде. Цифрлі АТС-тар пайдаланылатын осы шақтарға ұқсас тестілеу үшін тиісті бағдарламалық құралдар болмайды.

Қорыта келгенде, хаттама КҚБ тестілеуі керек және енгізудің кезеңінде АТС-ты салу, және оның пайдалану кезеңінде.

SSP нүктесінде талдауышты қосудың жалпы құрылысы. Бақылау да, дабылдаманың тармақтарын еліктеу де SS7 талдағыш дабылдама функциясында жүзеге асырылады. Бұл ең жай сұлба түр талдағышты желіге ұқсатып салушы SSP қосу болып көрінеді (11.2-сурет). Бұл сұлба енгізуде өзекті жалпы иелену желісіндегі дабылдама АТС-қа арналған жаңа шеткі және жалпы иелену желісіне мекемелік желіні қосуы үшін, яғни қосуларды көпшілігі үшін. Сұлба жіберу/тәсіл бойымен хаттаманың барлық деңгейлерін толық талдауды жүргізуді ескереді, сонымен қатар SSP жұмыста бұзуда барлық желіні реакцияның ұйғарымы үшін сигнал жүйесінің стресс тестілеуін аз көлемде жүргізу (сигналдық айырбас алгоритмінің бұзылуы, хабарламаның жоғалуы, есесін қайтарудың қосарлау, бұзуы, т.б.).



11.2-сурет. SS7 талдауышын SS7 жүйесінің еліктеуіші ретінде қосу және оның жұмысының тиімділігі



11.3-сурет. SCP имитациясы

SCP еліктеу. Еліктеу STP көп аналогиялық SCP еліктеу және хаттаманың барлық деңгейлерін еліктеу қамтамасыз етілуімен ғана ерекшеленеді. Мысалы, әдетте, өлшеу бірнеше SCP бар болуы стандартта ұялы байланыстың желісі үшін жылжымалы қолданбалары қатардың арнаулы өлшеулерін бір тармақ SCP шығаруға еліктеумен IS-41 айтарлықтай жүргізіледі.

Жұмыс жасап тұрған құралдардың стресті тестілеуі. Өлшеулерден басқа белгіленген тестілеу кезеңінде стресс тестілеудің әдістерін енді орнатылған құрылғыларды талдаудың технологиясы болады. Бұл үшін дабылдаманың арнасын таңдайды және оған сигналдық трафикке өзгерулерін енгізу қамтамасыз етілген талдағышты қосылады. Хаттаманың талдағышы екі тармақтардың арасындағы 7-ші арнаға қосылады (11.4 суретте - STP және SSP аралығы).

## **12. АТМ ЖЕЛІЛЕРІНДЕГІ ӨЛШЕУЛЕР**

### **12.1. АТМ желілерінде өлшеудің технологиясы**

АТМ желілерінде өлшеуді қазіргі кезбен қарастырсақ, талдаудың келесідей түрлерін аламыз:

- АТМ транспортты ортасы, ұяшықтардың талдау ағынын қоса, қызметтік мәліметтер, трафикті қадағалау механизмі, хабарлау жүйелерімен әрекеттесуі, т.б.;

- В-ISDN желісін жасау үшін АТМ қосымшалары (мысалы, LAN-ның АТМ желісі арқылы әрекеттесуі).

АТМ пайдаланушылары келесі талдаулардың жүргізілуіне қызығушылық туғызады:

- "соңынан соңына" қосымшасындағы сапалы параметрлерді өлшеу;

- АТМ желісіне сәйкес кепілдендірілген параметрлермен өлшеу;

- желі трафикпен дұрыс жұмыс функциясын атқарылуына.

АТМ желісінің операторлары келесі өлшеулердің жүргізілуіне қызығушылық туғызады:

- берілген норма мен талаптар бойынша хабарлау жүйесінің параметрлері;

- желі ресурстарын пайдаланудың талдау тиімділігі;

- трафикті қадағалауға байланысты өлшеулер.

### **12.2. АТМ-ның транспортты ортасын өлшеу**

АТМ желілерін өлшеу, желі операторымен өткізілетін хабарлау және трафик тарату жүйелері сапасының параметрлерін өлшеуге келтіріледі. АТМ негізінде транспорттық ортаның өлшенетін параметрлерінің бәрі әзірше "желінің жұмысын тиімділік параметрлері" сияқты белгіленеді.

АТМ негізінде хабарлау жүйесінің жұмыс жасау тиімділігінің параметрлерін өлшеу. АТМ негізінде хабарлау жүйесінің жұмыс жасау тиімділігінің негізгі параметрлері:

- (CER) ұяшықтары бойынша қателік параметрі жалпы берілген қателік ұяшықтарының санының қатынасына тең;

- (CLR) ұяшықтарынан айырылу параметрлері жалпы берілген санының қатынасына тең;
- ұяшықтарды жіберген кездегі кідіру;
- ұяшықтарды жіберген кездегі ауысу;
- (CIR) ұяшықтарын орналастыру параметрлері.

Сонымен қатар, SDH желілерінде орын алатын алгоритмдік джиттердің ATM желілерінде де кездесетінін, бірақ оның табиғаты мүлдем басқа екендігін ескеру керек. ATM желілерінде бір ұяшықтың жоғалуы 53 UI-ке берілетін дабылдың жиіліктік жылжуына әкеледі. Бұл жиілік жылжуы буферлеу есебінен өтеледі. Дегенмен пайда болатын джиттер бұл ретте жүктеменің параметрлеріне айтарлықтай әсер етуі мүмкін.

ATM негізінде транспортты ортаның өзгеру параметрлерінің әдіс-тәсілдері мен схемалары. ATM транспортты ортасының өлшеу параметрлерінің әдіс-тәсілдеріне келгенде, өлшеудің бірнеше қосымша тапсырмаларын, нақтырақ келгенде сапаның әлсіз мониторингі және транспортты ортаның жиынтық талдау сапасын қарастырған жөн.



12.1-сурет. Сапалы параметрлерді өлшеудің пассивті мониторингтік сұлбасы

12.1-суретте хабарлау жүйесінің сапалы параметрлерінің әлсіз мониторингін өлшеу сұлбасы келтірілген. Өлшеулерді жүргізу үшін ATM сапалы мониторлар қолданылады.

Төменде транспортты ортаның негізгі әлсіз мониторинг сапасы параметрлері келтірілген:

- жүктеме – бұл параметрді өлшеу берілген ұяшықтардың санын есептеуіне келтіріледі және барлық беру торабы немесе

тандалған виртуаль арналар бойымен және виртуалды жолмен жүргізілуі мүмкін;

- ұяшықаралық. Бұл параметр ұяшық тәсілінің аралығындағы уақытты келесі ұяшықтың тәсілімен анықтайды.

Өлшеу қағидаты, түр талдағыш, терминалдық жабдық сияқты ұяшықты туындатады және желіден оларды кері қабылдайды. Төменде өлшеулердің негізгі параметрлері келтірілген:

- ұяшықтарды жіберудің тұрып қалуы (орташа мағына және өзгермелі нұсқа), ұяшықты жіберу аралығындағы уақыт және оның тәсілімен;

- ұяшықтың жоғалту/қате қыстырмасы (CLR/CIR) – бұл параметр есептеудің берілген және қабылданған ұяшықтар әдісімен өлшенеді. Егер қабылданған ұяшықтардың саны берілгендерден саны кем болса, ұяшықтар деңгейінің жоғалуы туралы айтады (CLR), егер қабылданған ұяшықтардың мөлшері берілгеннен артық болса, желіде ұяшықтарды қате қойылғаны туралы айтады(CIR);

- ұяшықтар саны, қатемен берілген (CER) параметрді өлшеу үшін ұяшықтардағы бақылау сомаларының есептеу әдісін пайдаланады;

- табылған қателер ретін – тізбек параметрдің өлшеулерін жүргізу, сонымен бірге BER өлшеу үшін, ұяшық пайдалы жүктемеге жиналған (ПСП) жалған кездейсоқ тізбек түрдегі тес дабылын пайдаланады.

АТМ ұсыныстарын талдау, желінің қолданушылары үшін ең маңызды, әдетте хаттама АТМ талдауына келтіріледі. Жоғарыдеңгейлігі және едәуір күрделірек бұл хаттама SS7 хаттамасынан асып түседі. Хаттама барлық BOC (OSI) деңгейінен тұрады, атап айтқанда:

- физикалық деңгей, PDH/SDH негізінде қазіргі цифрлі тарату жүйелерінің физикалық интерфейстерін қамтиды;

- жинақтылық деңгей, АТМ арналарда ұяшықтарды жүктеудің рәсімін анықтайтын;

- АТМ деңгейі, АТМ желісі бойынша ұяшықтарды тасымалдаудың барлық тәсілдерін қамтиды. АТМ бейімделу

деңгейі, АТМ желісі бойынша әртүрлі трафик түрлерін жіберуді қамтамасыз ететін;

- сервис деңгейдеректерді әртүрлі желілері (SMDS, FrameRelay, LAN) бар АТМ-де таратумен түйіндес болған, және В-ISDN, MPEG2 стандартында бейне тарату, пайдаланушы (NNI) және желілік (UNI ) интерфейстерінде;

- хаттамаларды ұсынудың аралық деңгейі;

- ұсыныстарды өтпелі қолдау деңгейі, теледидар жүйелерінің бейне және аудиоарналарын және барлық жергілікті тораптар хаттамаларын ұқсастыруды толық қалпына келтіру қамтамасыз етілген.

Атап өтілген деңгейлердің талдағышты қосу сұлбасын және өлшенетін параметрлердің спецификациясын өлшеу әдістері болады.

### **12.3. АТМ-ды талдаудың өлшеу техникасы**

АТМ желілерінде өлшеу ұйымға сәйкес екі тәсілдері бар АТМ талдағыштардың екі класы болады: АТМ көлік ортасына бағытталған өлшеулерде; АТМ хаттамасы үшін. АТМ көлік ортасын және SDH/АТМ кешенді өлшеулерді жүргізуді талдау үшін АТМ кеңейтілген функциялары бар SDH талдағыштарды пайдаланады. Қазіргі уақытта көптеген өлшеу техникасы өндіруші фирмалары АТМ талдау, сонымен бірге жүктеудің процестері және тарату жүйесі SDH ұяшықтарын түсіру үшін хабарлама беріп, модульдар құрып та қойды. АТМ хаттамаларды талдау үшін талдағыштардың екі санаты пайдаланылады. Тасымалдауды талдау үшін ПД хаттама талдауыштары қолданылады, олар АТМ талдау үшін көп мүмкіндікке ие.

### **13. ЖЫЛЖЫМАЛЫ РАДИОБАЙЛАНЫС ЖЕЛІЛЕРІНДЕГІ ӨЛШЕУ**

#### **13.1. Жылжымалы радиобайланыс желілеріндегі өлшеудің жалпы классификациясы**

Жылжымалы радиобайланыс желілеріндегі өлшеу классификациясының бірнеше принциптерін атауға болады:

- өлшеуді өткізуді қамту бойынша – желі түйіндері және жалпы алғандағы желіні өлшеу;
- өлшеуді өткізу кезеңдері бойынша – өндірістік, инсталляциялық және эксплуатациялық.

Классификацияның осы принциптері бірігіп, жылжымалы радиобайланыс желілеріндегі өлшеудің толық бағдарламасын береді. Және өлшеу топтары да бір-бірімен айкасып жатады. Өлшеуді өткізуді қамту классификациясы бойынша желі түйіндері және жалпы алғандағы желіні өлшеу болып бөлінеді. Желі түйіндерін өлшеуге мыналар кіреді:

Жедел әрекетті станция жұмыстарын бағалаумен байланысты өлшеу, олар:

- күшейткіш параметрлерін өлшеу,
- модулятор/демодулятор модуляциясы параметрлерін өлшеу,
- радиожилікті хаттама параметрлерін талдау;
- модулятор/демодулятор модуляциясы параметрлерін өлшеу, радиожилікті хаттама параметрлерін талдау.

Жалпы алғандағы желіні өлшеу базалық және жедел әрекетті станцияның өзара әрекетін, сондай-ақ қоршаған ортамен әрекетін талдаумен байланысты.

Өлшеуді өткізу кезеңдері бойынша классификация. Сипатталған өлшеулерді өткізудің келесі кезеңдерін атап өтуге болады:

- өндірістік, жабдықты жасау және оның өндірісімен байланысты.

Жылжымалы радиобайланыс желілеріндегі өлшеудің жалпы сұлбасы 13.1-суретте көрсетілген.



13.1-сурет. Жылжымалы радиобайланыс желілеріндегі өлшеудің жалпы сұлбасы

Бұл санатқа толық көлемде СПР компоненттері мен түйіндерін өлшеу жатады;

- инсталляциялық, базалық және жедел әрекетті станцияның және олардың айналасының өзара әрекетін талдауға арналған жылжымалы радиобайланыс желілерінің таралу кезеңінде орындалатын;

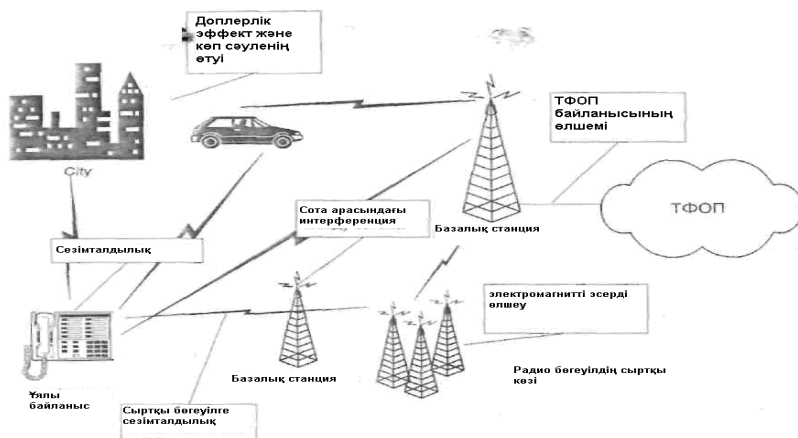
- эксплуатациялық, желінің жұмысы кезінде өлшеуді өткізу, ақауды анықтау және оларды жою, яғни, түйін жұмыстары және олардың шектеулі көлемін өлшеудің өзара әрекетін талдау.

Эксплуатациялық өлшеудің негізгі топтарын қарастырамыз, желі бойынша сигналдың таралу сұлбасынан (13.2-сурет) сигналдың таралу жағдайы және желі құрылғыларымен жұптасқан өзара әрекетімен байланысты өлшеудің негізгі бірнеше тобын атауға болады:

- базалық және жедел әрекетті станцияның арасында,
- қоршаған орта және жедел әрекетті станцияның арасында,
- базалық станция және қоршаған орта арасында.

Егер желіде көп аймақты құрылым болса, өлшеуге түрлі аймақтың базалық станциясының өзара әрекетін талдау тобы қосылады. Жалпы пайдалану желісіне шығу қызметін жүзеге

асырған жағдайда, жылжымалы радиобайланыс желілерінің жалпы пайдалану желісімен өзара әрекетін талдау міндеті тұрады.



13.2-сурет. Жылжымалы радиобайланыс желісінде сигналдың шашырауы

### 13.2. Қозғалмалы радиобайланыс желісіндегі (ҚРЖ) жалпы өлшеулер

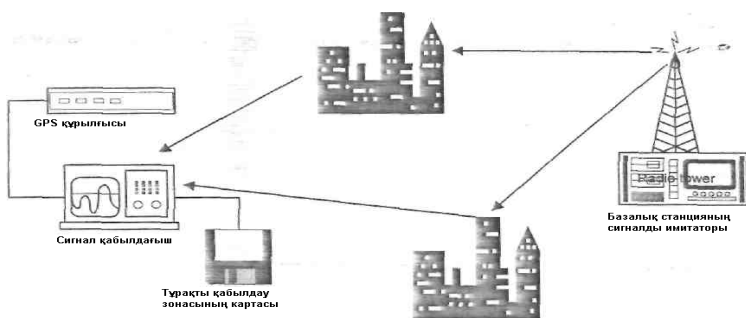
Тұрақты қабылдағыш/хабарлағыштағы зерттеу аймағы. ҚРЖ-дегі радиожиілікті ресурстарды өлшеудің артықшылықтары тұрақты қабылдағыштағы параметрлерді аймақты тестен өткізу болып табылады. Қозғалмалы радиобайланыс жүйелері үнемі аймақты құрылыммен қамтылады. Транкты жүйе мен УКВ радиобайланысы үшін бір жүйе, ал радиобайланыстың ұялы желілері үшін – бұл бірнеше жүз, қызмет көрсетудің бір аймағына біріккен, сымсыз телефон үшін – хабарлағыштың жұмыс жасау аймағы.

Тұрақты қабылдағыш/хабарлағыштағы зерттелу аймағы келесі мақсаттармен жүзеге асады:

- желіні жазу алдындағы жүйелі зерттеу кезеңінде – негізгі станцияларды оңтайлы орналастырып дайындап қою үшін;
- желіні жазу және тасымалдау кезеңінде – негізгі станциялардың хабарлағыштарының қуатын бақылауы, қызмет

көрсету сапасының параметрлерін өлшеу, желінің тиімді жаңғыртуын дайындау үшін;

- тасымалдау кезеңінде – (бөгеуіл көзі, ресурстың рұқсат етілмеген пайдалану көздері, т.б.) байланыстың жылжымалы радиосы қызмет сапасының нашарлауы себептерінің оқшау бөлігі үшін.



13.3-сурет. Беру/қабылдау зонасы шекарасын өлшеу схемасы

Тұрақты тәсіл аймақтарының шектерін талдау үшін бірнеше әртүрлі әдістер пайдаланылады. Тұрақты қабылдағыш/хабарлағыштағы зерттеу аймағы шегінің өлшеулерінің қорытынды сұлбасы көрсетілген (13.3-сурет).

Сұлба негізгі станцияның дабыл көзімен қамтамасыз етілген, ол негізгі станцияның және қабылдағыш терминалдың болжамды орнында орналасады, ҚРЖ дабылының қабылдағышы, GPS навигациялық құрылғысы, координатаны дәл өлшеумен қамтамасыз ететін және берілген аудандағы ПО картадан тұрады. Жиілік бойымен берілген сипаттамалармен негізгі станцияның дабылы хабарлағыш ретінде мүмкін ұқсатып салушыны пайдаланып және дабылдың қуаты немесе өзі орнатылған негізгі станциясы қолданылады.

Қабылдағыштың құрамы ҚРЖ ерекшелігімен және өлшеу параметрлері тізімімен анықталады. Бұл параметрлерді бағалау үшін функциялармен спектр демодулятор қабылдағыштар ретінде ойдағыдай талдағыштар пайдаланылады. Сканерлейтін қабылдағыштардың спектр талдағыштары өзге тәсілдің

параметрлерін өлшеу ғана емес, берілген ауданда жалпы спектрлік талдау – шулардың көздерін орналастыру және интерференциялайтын дабылдарды пайдаланылатын радиожилік ресурста да қамтамасыз етіледі. Спектр талдағыштарды пайдаланудың негізгі кемшілігі ұялы байланыс желілерінің сенімді тәсілдерін жіберу аймақтарын талдау үшін қажетті сигналдық хабарламалармен айырбас туралы хаттаманың толық мүмкін еместігін қабылдағыштар ретінде болып көрінеді. Сканерлейтін қабылдағыштарды пайдалану және ұсынылатын сұлбада спектр талдағыш дабылды берудің сенімді аймақтық параметрлерін талдаудың мүмкіндігі берілмейді, себебі қабылдағыш жылжымалы станцияны толық ұқсатуды осы жағдайда таратпайды.

Транкті желілерді талдау үшін, сонымен бірге аналогты және цифрлі ұялы желілер жылжымалы станцияны толық ұқсатудың функцияларымен ҚРЖ-лер қабылдағыш ретінде талдағыштарды пайдаланады. Бұл талдағыштардың географиялық координатаға байланысты қабылдағыш/хабарлағыш параметрлері толық талдау қамтамасыз етіледі және одан басқа, операторға мүмкін қабылдағыш/хабарлағыш аймағы шегінде радиобайланыстың сапасы жеке талдауға беріледі.

Дабыл интерференциялары мәселелерін зерттеу. Дабылдың көпсәулелі таралуының әсері. Радиожилік тарату жүйелеріндегі дабылдың көпсәулелі таралуы құбылысының табиғаты және ҚРЖ айтарлықтай әртүрлі. Бұл радиожилік тарату жүйелеріндегі дабылдың таралу жағдайы баяу өзгертіндігімен байланысты, дабылды таратудың екінші жолы жерден шағылысу немесе атмосферада рефракцияның есебінен бірнеше сағаттарды ағымда параметр өзгерте алады. Дабылдың таралу жағдайы ҚРЖ-ға бірнеше секундтарда ағымды өзгерте алады және дабылдың таралуы өздерінің параметрлерінің статистикалық бойымен дәл өлшенген бола алмағанында емес, интегралды ғана. Дабылдың көп сәуле таралуына әсерін есептеу үшін кешенді өлшеулерді жүргізу мүмкіндігі ұсынылады және дабылдың көп сәуле таралуына еліктеу болады. Дабылдың көп сәуле таралуының интегралдық параметрлері, берілген өшуде сондай-ақ орташа деңгейде өлшенеді және оның ауытқуы

орташа. Содан соң көп сәуле өтуінің пайдасы дабылдың көп сәуле таралуының әртүрлі жағдайларына еліктеуді жүзеге асырады. Жылжымалы абоненттің сипаттамасы берілген және қоршаған ортаның көрсеткіш әртүрлі сценарийлері болады. Мысалы, ұялы телефон қозғалыссыз күйде тұрады да, 5 минуттың ішінде 100 км/сағ дейін үдейді. Имитатордың арнайы бағдарламасы шағылыстырушы объектінің жазбасын қосады. Нәтижесінде Допплер эффектісі өлшемінің уақытаралық нәтижелері, тұрып қалу және өшу шығады. Содан кейін берілген жағдайдағы ұялы байланыс параметрлері сапасының қорытындысы және абонент сипаттамасының сценарийі жасалынады.

Өлшеудің мұндай әдістемесі дабылдың көп сәуле таралуы факторын есептеу негізінде тұрлаулы қабылдағыш/хабарлағыштағы аймағын анықтауға мүмкіндік береді. Дегенмен жылжымалы байланыс желілері операторларының өз желілерінің нәзік күйге келтіру үшін ғана өзекті мүмкін болғанын білуі міндетті. Отандық тәжірибеде операторлар мұндай ұксас өлшеулерді, дабылдың көп сәуле таралуын интуициялық түзетуді қондыруды шектей отырып таратпайды. Алайда мұндай имитациялық өлшеулер шетелдік тәжірибеде орын алады.

### **Жылжымалы радиобайланыс жүйелері түйіндерінің жұмысын талдау.**

ҚРЖ-нің негізгі элементтері – мобильді және негізгі желі станциялары.

Жүйенің негізгі станциясының басты компоненттері болып: антенна, радио дабылдарды біріктіретін құрылғы (араластырғыш), ретрансляторлар, желіні басқарудағы логикалық құрылғылар, қосылу және бағдарлауды белгілеу табылады

Тасымалдау кезінде мобильді станциялар – біртұтас құрылғы және компонент бойынша өлшенбейді.

Басты және мобильді станциялардың өлшенетін компоненттері мыналар:

- станцияның түйіні мен компоненттерін өлшеу;
- станцияның шығу параметрлерін өлшеу;

Басты және мобильді станциялардың түйіні мен компоненттерін өлшеу. Басты және мобильді станциялардың

түйіні мен компоненттерін өлшеу оларды дайындау мен жөндеу кезеңдерінде өзекті болып табылады. Бұл өлшемдер, сондай-ақ қолданатын өлшеу техникасы 13.1-кестеде берілген.

13.1-кесте

Басты және мобильді станциялардың түйіні мен компоненттерін өлшеудегі негізгі өлшемдер

| Өлшемдер                                                                                                                                                             | Қолданылатын өлшеу техникасы                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Күшейткіш трактысын талдау (күшейткіш сызығын бағалау, амплитудалық-жиілік сипаттама, шулардың параметрлері, фазалық шулар деңгейі, сызықты емес бұрмаланулар, т.б.) | Ереже бойынша, шынжырлар анализаторы (төрт полюсті) – скалярлық немесе векторлық. Бірқатар өлшеу жүйелерінің арнайы аспаптары және жүйелері (мысалы, фазалық шуларды өлшеу үшін) |
| Антенна трактысын талдау (антеннаны күшейту, түзу жолақты сипаттамалар, бағытталу диаграммасы)                                                                       | Скалярлық және векторлық шынжырлардың және де кешенді кедергілердің анализаторлары                                                                                               |
| Сөйлеу кодексі жұмысының сапасын талдау                                                                                                                              | Сөзді анықтау параметрлерінің өлшеу жүйесі (электрондық ауыз және электрондық құлақ)                                                                                             |
| Модулятор/демодулятор талдау                                                                                                                                         | Модуляцияның талдағышы                                                                                                                                                           |

Негізгі және мобильді станциялардың түйіні мен компоненттерін өлшеу оларды дайындау мен жөндеу кезеңдерінде өзекті болып табылады. Бұл өлшеулер, сондай-ақ қолданылатын өлшеу техникасы 13.1-кестеде көрсетілген.

Мобильді және негізгі станциялардың шығу параметрлерін өлшеу 4 негізгі тестілеу кезеңіне бөлінеді:

- жұмыс жасап тұрған радиоарнада (In-Channel Tests);
- радиоарнадан тыс (Out-of-Channel Tests);
- жұмыс жасау аймағында (In-Band Tests);
- жұмыс жасау аймағынан тыс (Out-of-Band Tests).

Бұл өлшеулер станцияның хабарлағышымен қатар қабылдағышта да орындалады. Жұмыс үстіндегі радиоарна

хабарлағышынан қабылдағышқа мәліметтер жіберуді талдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар келесі параметрлер талданады:

- хабарланатын күштің деңгейі;
- алынатын жиілік спектрі (Occupiedbandwidth - OBW);
- модуляция параметрлерінің дәлділігі;
- паразитті сәуле шығару деңгейі.

Өлшеу үшін ҚРЖ параметріндегі талдауларды, күшті өлшейтін және модуляция параметрлерінің талдаулары қолданылады.

Радиоарнадан тыс тестілеу хабарлағыш алып отырған жиілікті бағалауға мүмкіндік береді. Мұнымен қоса көршілес арнадағы интерференция деңгейі өлшенеді (AdjacentChannelPower – ACP). Өлшеу үшін ҚРЖ талдаулары қолданылады.

Жұмыс үстіндегі радиоарна қабылдағышында тестілеу хабарлағыштан келетін мәліметтерді талдауға мүмкіндік береді. Мұнымен қоса келесі параметрлер талданады:

- қабылданатын күштің ең аз деңгейі;
- демодуляция параметрінің дәлділігі.

Өлшеу үшін ҚРЖ параметріндегі талдауларды қолданады.

Жұмыс жасап тұрған радиоарнадан тыс тестілеу аймақтан тыс қабылдағыштың фильтрлеу эффективтілігін бағалауға мүмкіндік береді. Өлшеу үшін ҚРЖ параметріндегі талдаулар қолданылуы мүмкін, бірақ олар ішкі генераторға қосылып тұру керек, ол аймақтан тыс дабылды келтіру үшін.

Жұмыс аймағы мен жұмыс аймағынан тыс тестілеу мобильді және негізгі станцияларды лицензиялы жиілік аймағында талдауға және оның жұмыс жасау кезінде қажетсіз аймақтан тыс дабылдардың болмауына мүмкіндік береді.

Желіні толықтай өлшеу. Мобильді және негізгі станциялардың қосарлы әрекеттесуінің талдануы. Желіні толықтай өлшеу мобильді және негізгі станциялардың қосарлы әрекеттесуімен байланысты. Мұндай параметрлерге келесілер жатады:

- жүйедегі құрылғының шығыс сипаттамасы;
- негізгі станциядағы дабылдардың, тұрақты қабылдағыш/хабарлағышты талдау кезеңінде өлшенетін интерференция параметрлері;
- радиоарна бойынша мобильді және негізгі станциялардың әрекеттесу параметрлері, физикалық деңгейі.

Сөйтіп, қосарлы әреттесу кезінде қарастырылмаған тек бір жағдай ғана қалады, нақтырақ айтқанда мобильді және негізгі станциялардың радиоарнадағы ауысу хаттамасы бойынша әрекеттесуі.

Мұндай талдау үшін жылжымалы желілер параметрлерінің радиоарна бойымен дабылдаманы қалпына келтіру үшін функциясы әдетте негізгі жүзеге асырылған радиобайланыстардың анализаторлары немесе радиобайланыс жүйесінің жылжымалы станциялары пайдаланылады. Негізгі станцияның сигналдық алмасуының дұрыстығын талдау үшін, осы жағдайда жылжымалы станцияға ұқсату анализаторы пайдаланылады, ал жылжымалы станциялардағы жұмысты талдау үшін – негізгі станцияны қалпына келтіру анализаторы қолданылады.

### **13.3. УКВ – радиобайланыс желісінде өлшеу**

Радиальды топология жағдайында УКВ – радиобайланысындағы желілер әдетте жай жүйе болып табылады. Желілерді спецификацияны едәуір жақсартқанда да негізінде кәдімгі ЧМ-модуляция, мүмкін өлшеулерді пайдаланады.

УКВ-радиобайланыс үшін сенімді қабылдағыш/хабарлағыш аймақты өлшеу негізгі ретранслятордан жылжымалы станцияны көбірек алып тастау ұйғарымына келтіріледі. УКВ-радиобайланыстағы бұл өлшеулер сканерлеуші қабылдағыштарды немесе ЧМ демодуляциясы функциясымен спектр талдағышты пайдалану арқылы табысты жүргізіледі. Интерференцияның әсерін талдау – УКВ желілерді дабылдың көп сәуле таралуымен байланысты радиобайланысты әдетте таратпайды, себебі УКВ-радиобайланыс желісі ерекше бәсекелестік және байланыс сапасы параметрлері үшін күресу жоқ жергілікті ерекшеленген желілермен көрінеді. Нәтиже көрсеткендей, жұқа желіні жөндеудің қажеті жоқ.

Басты ретранслятор мен мобильді станциялар параметрлерінің өзгеруі ЧМ – демодуляциялы спектрлі анализаторларды қолдану арқылы жүзеге асады.

УКВ-радиобайланыс желілеріндегі өлшеу спецификациясы келесіден тұрады:

- сенімді қабылдағыш/хабарлағыш шекарасының аймағын анықтау;
- негізгі және мобильді станция сипаттамаларының талдаулары.

### **13.4. Транкті желідегі өлшеулер**

Сенімді қабылдағыш/хабарлағыш аймағын транкті желілер үшін өлшеу УКВ-радиобайланыс желілеріндегідей мобильді станцияның негізгі ретранслятордан көбірек алынуымен анықталады. Бұл өлшеулер сканерлеуші қабылдағыштарды пайдаланумен немесе спектр талдағыштармен жүргізілуі мүмкін. Дегенмен сенімді қабылдағыш/хабарлағыш аймақтың шегі жүйенің транкы модуляциясының сандық әдістерін пайдаланатынын ескере отырып, ең жақсы түрмен талдағыштарды қолданып жылжымалы радиобайланыс өлшенеді.

Транкті жүйедегі дабылдың көп сәуле шығарудың таралымына байланысты әдетте интерференцияның әсерінен талдау жүргізілмейді, өйткені бұл жүйелер УКВ жүйелері сияқты болады.

Транкті жүйедегі радиобайланыс хаттамасының талдауы үшін ҚРЖ талдаулары қолданылады.

Транкті жүйедегі өлшеу спецификациясы келесілерден тұрады:

- сенімді қабылдағыш/хабарлағыш шекара аймағын анықтау;
- басты және мобильді станция сипаттамаларының талдауы;
- санды модуляция параметрлерінің талдауы;
- басты және мобильді станцияның радиоарна бойынша әрекеттесуінің хаттама талдауы.

### **13.5. Дербес радиошақыру желісіндегі өлшеулер**

Дербес радиошақыру желісіндегі негізгі өзгешеліктер болып оларда симплекс арнасы бойынша бір жақтық хабарлағыш қолданылады.

Дербес радиошақыру жүйелері үшін сенімді тәсілдің аймақтарын талдау сканерлеуші қабылдағыштарды пайдаланумен жүзеге асады, себебі спектрлік талдау өзекті емес.

Дербес радиошақыру жүйелерінің негізгі станцияларының параметрі стандартты параметрлермен үйлеседі, барлығы екі параметр жылжымалы құрылғылар үшін өзекті: сезгіштік және таңдаулылық. Қолданылып отырған ЖМ-модуляция параметрлерінің бөлек өлшемдерін талап етпейді. Қолданылып отырған POCSAG және ERMES стандарттарының хаттамалары қозғалмалы радиобайланыс талдауларымен, ол пайдгер жұмысының орындылығы мен басты станцияның желіде және олардың әрекеттесуінде өлшенеді.

Дербес радиошақыру желілеріндегі өлшеу спецификациясы келесілерден тұрады:

- сенімді қабылдағыш шекара аймағын анықтау;
- негізгі станция және мобильді құрылғылардың сипаттамаларын талдау;
- негізгі станция және мобильді құрылғылардың радиоарна бойынша хаттама талдауы.

### **13.6. Ұялы байланыс желісіндегі өлшеулер**

Сенімді қабылдағыш/хабарлағыш аймағын ұялы байланыс желісі үшін өлшеу өте қиын өлшеу тобына жатады. Ол ұялы байланыс жүйесінің (ҰБЖ) көп аймақтық құрылымнан тұратынымен байланысты. Бұл жағдайға ҰБЖ жұмысы үшін тек қана көп шағылысу жайылуының дабылы ғана әсер етпей, сонымен қатар басты станция арасындағы мүмкін интерференция жатады. Ұялы жүйенің радиоарна бойынша тапсырмадағы хаттама талдауы әдетте санды ұялы хаттама талдауын (GSM, D-AMPS, DECT, т.б.) және аналогты хаттаманы (NMT-450, AMPS, т.б.) бөледі. Өлшеу соңғы ҰБЖ параметрлерінің анализаторымен таратылады, УКВ үшін біртұтас-радиобайланыс, желілер транкті және аналогты ұялы желілер, сандық ұялы жүйелер параметрі сонымен бірге мамандандырылған талдағыштармен өлшенеді.

Одан басқа, желі жұмысының радиожиілік параметрлерін талдаудың негізгі міндеті, мобильді және жылжымалы станциялармен айтарлықтай ажырататылады. Желі жұмысының

радиожилік талдауы және негізгі станциялар жұмысының талдауы ұялы байланыстың жылжымалы станцияларындағы талдағышты қалпына келтіруді талап етеді. Қорыта келгенде, анализатор осы жағдайда (тестелетін негізгі станциядан алшақ байланыста) салыстырғанда жоғары қуаттың дабылдарын өлшеу қамтамасыз етілуі керек. Радиожилік тестілеумен негізгі станцияларды талдау жағдайында қосымша ретінде талдағыштың жад көлемінің көбеюі талап етілген айырбастың радиожилік хаттамасының хабарламаларын жазба орындайды. Жылжымалы станцияларды талдау үшін жылжымалы станциялардағы жоғары сезімді талдағыштар, қабылдайтын аз қуатты ескертпе дабылдары пайдаланылуы керек. Осы жағдайда талдағыш негізгі станцияның толық еліктеуін қамтамасыз етеді.

Екі жағдайда да өлшеудің келесідей спецификациясы қолданылады:

- радиожилік өлшеулер, спектрлік талдау сипаттамалары мен оның пішінін қоса, жилік, дабыл/шу қарым-қатынасы;
- модуляция параметрлерді талдау: ұялы желілер, модуляцияның сандық (GMSK, GFSK, т.б.) түрлерінің аналогты стандарттарын AM/FM сандық стандарттары жағдайында;
- дыбыстық жиліктің параметрлерін талдау, морфологиялық талдауды қоса тұрақты және айнымалы дабыл және аралықта дыбыстық жилікті өлшеу, сызықты емес бұрмаланудың деңгейі, қарым-қатынас дыбыстық жилік бойымен шу дабылын берген, сызықты емес бұрмаланулы жалпы деңгей және шу (SignalNoiseAndDistortion - SINAD);
- өнді жиынтық және DTMF, сигнализацияны қосқанда дабылдарды кодтау мен қайта кодтауға байланысты өлшеулер;
- санды стандарттағы ұялы желілерді келтірілген спецификациямен талдау керек болса, қателік параметрі (BER) бойынша талдауды қоса жүргізеді.

Өлшеулерді барлық атап өтілген спецификацияның орындалуы үшін (сандық немесе аналогты стандарттар) жылжымалы радиобайланыстың жүйелері әдетте кешенді талдағыштарды пайдаланады. Бұл анализаторлардың құрамына өлшеу құралдарының (PЧ, дыбыстық генератор, спектр талдағыш, қуатты өлшегіш, осциллограф, өндіргіш және хаттамаларды кодтаушы/декодер, мультиметр модуляцияның

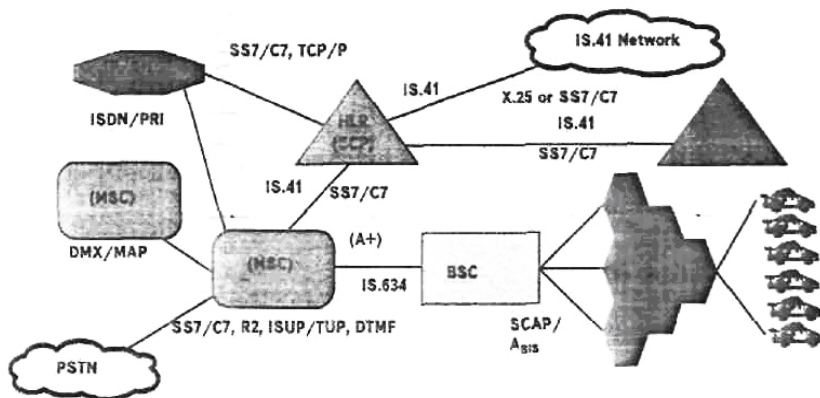
әртүрлі түрлерін талдау, т.б.) қажетті ұйымдастырудың барлығы кіреді. Бұл талдағыштар радиобайланыстың ұялы жүйелері ғана емес, жылжымалы байланыс жүйелерінің түрлері жоғарыда атап өтілген өлшеуді ұйымдастыру үшін ойдағыдай пайдалана алады.

### 13.7. SS7 желісі арқылы ұялы желілердің өзара әрекеттесуін өлшеу

GSM стандартындағы базалық станциялардың жербеті инфрақұрылымы коммутациясымен өзара әрекеттесуін талдау, ортақ желіні қолдануды қажет ететінін ескере отырып, GSM желісі өлшемдерінің қосымша есептеулерін жүргізуді талап етеді.

Ол есептеулер келесі талдаулардан тұрады:

- E1 және 64 кбит/сек арналарының физикалық және арналық деңгейі;
- $A_{bis}$  және A+ өлшемдерінің интерфейсі;
- SS7/MAP кешенді хаттамасы;
- ортақ желідегі қолданыстық хаттамамен әрекеттесуі (SS7, R2, т.б.);
- жербеті желісіндегі GSM дауысты қатынастардың сапалы өлшемдері, әдетте тыңдаулар жүргізіледі.



13.4-сурет. Сандық ұялы байланыс түйіндерінің әрекеттесу сұлбасы

Берілген өлшемдердің жартысы SS7 желісінде жүргізілген кешенді есептеулер үрдісі барысында талданады (SS7/MAP және ортақ желі қолданысымен әрекеттесу хаттамасы), ал өзге өлшемдерді талдау үшін (интерфейс және GSM дауысты мәліметтер) GSM желісінің арнайы портативті анализаторлары қолданылады. Соңғы уақытта, хаттама талдауы қызметіндегі Е1 ағынының анализаторларын жабдықтау тенденциясы кең таралуда.

## **14. ӨЛШЕУ-БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІНІҢ КОНЦЕПЦИЯСЫ**

### **14.1. ИКС технологияларының дамуы**

Телекоммуникация саласында ИКС соңғы онжылдықта өлшемдердің технологияларға бірігуінің салдарынан пайда болды. Заманауи техниканың дамуының жалпы тенденциясы интеграция болып табылады. Бұл тенденция қазіргі заманғы телекоммуникация технологиясы дамуын ғана емес, сонымен қатар өлшеу техникасының дамуын жаулап алды.

Өлшеуі технологиясы саласындағы интеграция негізгі 3 бағыт бойынша жүреді:

- біріншіден, есептеуіш құрылғылардың миниатюризациясы және сандық есептеулер технологиясына көшу ішкі интеграцияға мүмкіндік берді. Яғни, бір корпуста бірнеше құрылғыларды орналастыру, оларды жүйеге біріктіру, т.б;

- екіншіден, есептеуіш және өлшеуіш құрылғылардың интеграциялық дамуы HP – IB, VXI өлшеулерінің қалыптасуына әкеп соқтырды. Аталған өлшемдер ақпаратты жинау және өңдеу үшін бірыңғай кешенді әртүрлі құрылғылар мен құралдардың интеграциясын қамтамасыз етеді. Жергілікті желі құрылғылары пайда болды. WAN глобалды желілердің қолданылуымен ары қарай өлшеу-бақылау жүйесінің пайда болуына негіз болды.

- үшіншіден, есептеуіш және өлшеуіш құрылғылар интеграциясының дамуы құрылғылардың кешенге бірігуіне жағдай жасап қана қоймай, сонымен қатар влокальды жүйелі кешендерді басқарудың бірыңғай жүйесін біріктірді (TMN).

### **14.2. ИКС-тің негізгі типтері**

Заманауи ИКС желі өлшемдерін талдауға арналған, себебі бірінші және екінші ретті желілерді ажыратады және бұл желілердің операторы әртүрлі. Осылардың нәтижесінде ИКС 2 класқа жіктеледі:

- 1) алғашқы желі операторлары үшін жүйе;
- 2) екінші желі операторлары үшін жүйе.

Алғашқы желілерге арналған ИКС. ITC electronics компаниясының ИКС FLEXNET-i PDH-тың алғашқы желісін бақылауға арналған классикалық ИКС болып табылады. Ол негізгі 2 бөліктен тұрады: өлшеу жүйесі және ақпаратты өңдеу жүйесі. ИКС-ның көпшілік бөлігі сияқты, бұл жүйе идеологиясы көп мөлшердегі қарапайым анализаторларды желіге орналастыруға бағытталған. Анализаторлар TCP-IP хаттамасы бойынша СПД-ға біріге отырып, өлшемді жүйені қалыптастырады. Өлшемді жүйелердің негізінде қалыптасқан мәліметтер ақпаратты өңдеу орталығына жібереді және мәліметтер базасы ретінде сақталады. Мәліметтерді өңдеу орталығы және сәйкес мәліметтер базасы ақпаратты өңдеу жүйесін қалыптастырады.

Екінші реттік желілер үшін ИКС. Бұл жүйе класы ұялы желі сапасын талдауды қамтамасыз етеді. Дегенмен, желідегі коммуникация сипаттамасының өлшемін қамтиды. Бұл жағдайда аналогтық арна өлшемдерінің ұсынылған өлшемдерге сәйкес/сәйкес еместігін қарастырады.

NQMS жүйесі ұясы желі сапасына бақылау жүргізу үшін қымет етеді. Бұл жүйе жұмысының қағидасы қарапайым: әрбір байланыс тармағында бірнеше қызметтік телефон анализатор жүйелері қосылады (ПК картасы үлгісінде орындалған). Орталықтан бағдарланған анализатор коммутациялық өріс өлшемдерінің өзгерістерін және басқа желі анализаторларымен байланыс сапасының өлшемін қалыптастырады.

Жүргізілген есептеулер жайлы мағұлмат қатты дискіде сақталады және есептеулер орталық желіге беріледі. Онда бұл ақпарат өңделіп, жалпы мәліметтер базасына қосылады.

CSC-100 анализаторы бұл жағдайда абонент имитаторы жұмысын атқарады және телефон желісінің ең маңызды сапа параметрлерін талдайды: қоңыраудың пайда болу уақыты, қоңырау шалулар бойынша құлыптаулар пайызы, арналардағы шу деңгейі, т.б. Яғни, абонентті қызықтыратын параметрлер.

### **14.3. Деректер жинаудың виртуалды ортасын өңдеу. Виртуалды аспаптар**

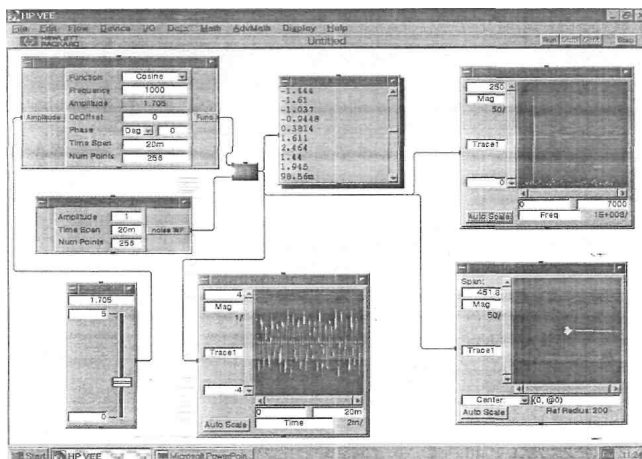
Соңғы он жылдықтағы өлшеу технологиясының даму саласындағы айта кетерлік ағым ақпаратты жинау және өңдеудің виртуалды ортасын жасау және жүзеге асыру болып табылады. Әлемде осындай екі орта кең таралған – Hewlett-Packard фирмасының HP VEE және LabWindows фирмасының National Instruments. Екеуі де Visual Basic тілінде жазылып, өлшеу құралдарының кешенін жасау, ақпаратты жинау және өңдеудің құралдарын жасауға бағдарланған.

Осы орталардың ерекшелігі нақты аспаптармен қатар компьютерге қосылатын виртуалды аспаптарды жасау және пайдалану мүмкіндігі болып табылады. Виртуалды аспаптар деп өңделген деректердің бағдарламалық модульдерін айтады, бұлар нақты аспаптармен қатар деректерді өңдеу желісіне "қосылады". HP VEE ортасының ыңғайлы интерфейсі, кеңейтілген математикалық аппараты және деректер форматын конвертациялаудың үлкен мүмкіндігі бар.

LabWindows ортасы әлемге кеңінен таралған, өлшеу жабдығын шығаратын негізгі фирма-өнірушілер интеграцияны, ең алдымен, осы ортамен қамтамасыз етеді (әдетте аспаптарды басқаруға арналған бағдарламалық драйверлері болады), алайда LabWindows ортасына HP VEE пайдаланушылық сервис деңгейі бойынша кем түсіп жатады. HP VEE және LabWindows орталардағы бағдарламалардың мысалы сәйкесінше 14.2, 14.3-суреттерде көрсетілген.

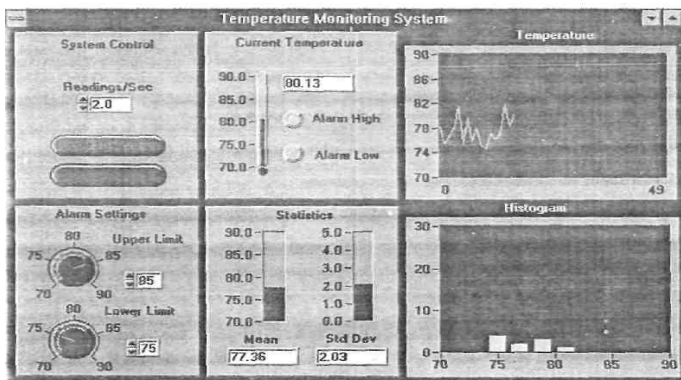
14.1-суретте нақты аспаптарды қолданусыз сигналды имитациялау және талдау бағдарламасы көрсетілген. Бағдарламада функционалды генератор (виртуалды) – Function Generator қолданылады, ол 1 кГц жиіліктегі гармоникалық сигналды сумматорға  $A+B$  жібереді, сол жерде шу генераторынан Noise Generator шу сигналымен қосылады. Сигнал/шу белгілі бір қатынасы бар нәтижелеуші сигнал виртуалды осциллографта Waveform (Time) және блокта Logging AlphaNumeric деректер түрінде көрсетіліп, анализаторымен спектр Magnitude Spectrum және Magnitude vs. Phase өңделген. Өлшеуді ұйымдастыру

сұлбасы сигнал/шу қатынасын сигнал амплитудасы модулімен Real Slider өзгерту есебінен реттеуді қарастырады.



14.1-сурет. HP VEE ортадағы бағдарламаның мысалы

Орта негізгі модульдерді Real Slider және спектр анализаторын пайдалану панельге шығаруға мүмкіндік береді.

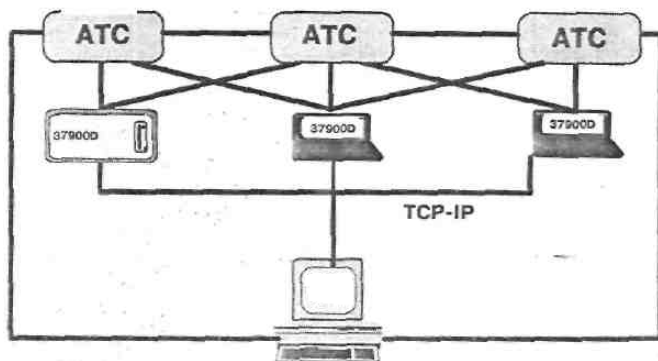


14.2-сурет. Автономды және кіріктірілген өлшеу құралдарының өзара әрекеті

TMN өлшеу кешендерінің Интеграциясы

Температураны өлшеуге арналған бағдарламадағы LabWindows ортасындағы ұқсас панельдің құрылымы 14.2-суретте көрсетілген.

Қазіргі кезде байланыс саласындағы техникалық прогресс басқарудың кеңейтілген автоматтандырылған жүйесін енгізу бағытымен келеді. Осы үрдістің бір бөлігі байланыс саласында түрлі кіші жүйелерді өздігінен диагностикалау жүйесін құру болып табылады.



14.3-сурет. Параметрлерді мониторингтеуге арналған SS7 өлшеу кешені

Автономды құралдармен (аспаптармен) өлшеудің пайдасына бірнеше мысал келтірейік. Егер желі бір өндірушінің жабдығымен шектелген жағдайда және басқа желіге шығу мүмкіндігі болмаса, автономды құралдармен (аспаптармен) өлшеуді өткізудің қажеті жоқ. Алайда, тәжірибе жүзінде мұндай желілер кездескен жоқ. Диагностиканың кіріктірілген құралдары міндетті түрде қателеседі және әртүрлі жабдық болатын, стандартты емес жағдайларда қателесе береді.

Қазіргі таңдағы телекоммуникациялар тәжірибесінде автономды және кіріктірілген өлшеу құралдарын қарсы қою туралы емес, оларды біріктіру туралы айтылып отырды. Жақында ғана тұжырымдалған TMN жалпы концепциясы диагностиканың жанандық жүйесін және заманауи телекоммуникация жүйелерін басқару жүйесін құруды қарастырады. Қазіргі таңда өлшеу

кешендерін TMN принциптері негізінде басқару және диагностиканың бірегей жүйесіне интеграциялау тенденциясы байқалуда. Мұндай интеграцияның алғашқы тәжірибесі оң нәтиже берді. Мәселе параметрлер SS7 мониторингі ұлттық жүйесін құру – Hewlett-Packard өлшеу техникасы негізіндегі Access7 жүйелері туралы болып отыр. Осындай жүйенің учаскесі 14.3-суретте көрсетілген.

Сонымен, заманауи телекоммуникацияның дамуымен, өлшеу техникасын қолданудың өзектілігі азаймай отыр. Керісінше, болашақта өлшеу кешендерін TMN басқару жүйесіне интеграциялауға жеткізетін интеграциялық үрдістер пайда болуда.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Ақпараттық технологияның іс-әрекеттің барлық саласына ену деңгейі қазірдің өзінде өте жоғары. Соңғы жиырма жылдықтағы микроэлектрониканың жетістігі айтарлықтай, тіпті тұрмыстық құрылғылар, ұялы телефондар, электронды жазба кітапшалары қазірдің өзінде микрокомпьютерге енгізіледі. Заманауи кез келген телекоммуникациялық жабдық та электронды құрылғыларға толып тұр. Соның салдарынан, өздігінен диагностикалау, автокалибровка, телекоммуникациялық жабдықтың өзіне автобағдарлау функциясын енгізу ниеті ақылға қонымды болып көрінеді.

Осындай қарапайым диагностикалық құралдар сенсор деп аталады және қазіргі кезде байланыс желілерінде кеңінен қолданылады. Нәтижесінде сандық байланыс желілердің басталған кезінде де, қазіргі күні де дау-дамай жалғасуда: аспаптар түріндегі заманауи диагностикалық құралдарға қазір орын бар ма? Сонымен қатар, телекоммуникациядағы өлшеу құралдары қазір біршама эволюцияланған.

Заманауи диагностикалық құралдардың функционалдығы біркелкі болатындай етіп жасалған: әрбір аспап регламентті өлшеудің барлық параметрлерін өлшеуді және эксплуатациялық өлшеу кезінде бағалы болатын өлшеуді өткізуін қамтамасыз етеді. Сондықтан регламентті өлшеу функционалы базисіндегі аспаптарды салыстыру, шолу мен нұсқаулық материалдарында жасалғандай күрделі міндет болмақ, салыстыру мүмкін емес, өйткені аспаптардың барлығы регламентті өлшеудің барлық параметрлерін қолдайды. Айырмасы мынада: қосымша функционалдық, ол эксплуатация қызметінің жұмысы барысында пайда болады. Дәл осы өрісте идеялар, әдістер және технологиялардың салыстыруы жүргізіледі. 90-шы жылдардың соңында дами бастаған және қазіргі күні дамып отырған эксплуатация жүйесін ұйымдастырудың негізгі тенденциясын талдағанда, ХХІ ғасырда аспаптар қажет пе деген сұрақ туындауы мүмкін. Ақпараттық технологияның іс-әрекеттің барлық саласына ену деңгейі қазірдің өзінде өте жоғары.

## БИЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. Бакланов И. Г. Технология измерений в современных телекоммуникациях. – М: Эко-Тренз, 1997. – 139 с.
2. Бакланов И. Г. Технология измерений в первичной сети. Ч.1. Системы E1, PDN, SDN/. – Эко-Тренз, 2000. – 142с.
3. Бакланов И. Г. Методы измерений в системах связи. – Москва: Эко- Тренз, 1999. – 196 с.
4. Контроль качества в телекоммуникационных ситемах. Под ред. Иванова А. Б. – Компания САЙРУС Системс, 2001. – 336 с.
5. Рекомендация G.703. Физические и электрические характеристики иерархических цифровых стыков. ITU-T.
6. Рекомендация G.704. Синхронные структуры циклов для первичного и вторичного иерархических уровней. ITU-T.
7. Рекомендация G.706. Процедуры цикловой синхронизации и циклического контроля по избыточности (CRC), относящиеся к основным структурам циклов, определенным в рекомендации G.704. ITU-T.
8. Рекомендация G.707. Скорости передачи синхронной цифровой иерархии. ITU-T.
9. Рекомендация G.821. Характеристики ошибок в международном цифровом соединении, образуемом в цифровом соединении с интеграцией служб. ITU-T.
10. Рекомендация G.826. Показатели ошибок и нормы для международных цифровых трактов, работающих на постоянной скорости передачи, равной или превышающей первичную скорость. ITU-T.
11. Рекомендация M.2100. Требования к качественным показателям при сдаче в эксплуатацию и обслуживании международных цифровых трактов, секций и систем передачи. ITU-T.
12. Галчихин В. И., Сторожук Н. Л., Щитников В. И. Расчет норм на показатели ошибок в действующих цифровых трактах взаимоувязанной сети связи России.// Электросвязь, № 4, 2002.
13. Нетес В. А. Еще раз об интерфейсе G.703// Сети и системы связи, № 6, 1999.
14. Щитников В. И., Комягин В. С. Фазовые дрожания в плезиохронных сетях.// Метрология и измерительная техника в связи, № 2, 1999.

МАЗМҰНЫ

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| КІРІСПЕ.....                                                                                  | 3  |
| 1. Өлшеу технологиясының даму заңдылықтары.....                                               | 6  |
| 1.1. Кешенді өлшеу шешімдерін құру мен дамыту.....                                            | 7  |
| 1.2. Өлшеу технологиясы.....                                                                  | 9  |
| 1.3. Өлшеу технологиясының ерекшеліктері.....                                                 | 10 |
| 2. Қазіргі заманғы телекоммуникациялардағы өлшеу технологияларын жіктеу .....                 | 12 |
| 2.1. Қазіргі таңдағы телекоммуникациялардағы өлшеу техникасының рөлі .....                    | 12 |
| 2.2. Телефондық желінің даму кезеңдері .....                                                  | 13 |
| 2.3. Қазіргі телебайланыстардың өлшеу технологиясын жіктеу және бақылау үлгісінің негізі..... | 15 |
| 2.4. Жүйелі және эксплуатациялық өлшеу жабдығы.....                                           | 16 |
| 2.5. Ашық жүйе әрекеттестігінің жетідеңгейлік қалыбын қолдану .....                           | 17 |
| 3. Талшықты-оптикалық технологиялық тарату жүйелерінің технологиялық өлшеулері.....           | 22 |
| 3.1. Оптикалық тарату жүйелеріндегі өлшеу технологиясының сипаттамасы.....                    | 22 |
| 3.2. ТОТЖ өлшеу.....                                                                          | 24 |
| 3.3. Оптикалық рефлектометрдің техникалық сипаты.....                                         | 26 |
| 3.4. Оптикалық рефлектометрлердің қолданылуы.....                                             | 30 |
| 3.5. Талшықты-оптикалық тарату жүйесінің өлшеу технологиясындағы дамуы .....                  | 35 |
| 4. Өлшеу технологиясының тарату ортасы. Электрлік өлшеу кабельдері.....                       | 36 |
| 4.1. Тексеру әдісінің үлгісі. Өлшеу әдісі. Классификациясы.....                               | 36 |
| 4.2. Бақылаудың негізгі түрлері мен сипаттамасы.....                                          | 38 |
| 4.3. Электрлік кабельдерді өлшеу технологиясының жалпы тенденциялары .....                    | 39 |
| 4.4. Абоненттік сымды желілерді өлшеу .....                                                   | 42 |
| 5. Цифрлі арна параметрлерін өлшеу әдістемесі. Телефондық желілердің даму сатылары.....       | 44 |
| 5.1. Бинарлы арна түсінігі және талдау әдістері.....                                          | 44 |

|       |                                                                                                    |     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.  | Сандық арналар арқылы қателік өлшемдерін есептеу әдістері.....                                     | 45  |
| 6.    | Радиожиліктік өлшеу технологиясы.....                                                              | 50  |
| 6.1.  | Радиожилікті өлшеудің ерекшеліктері.....                                                           | 50  |
| 6.2.  | Радиоэфирлерді өлшеулер.....                                                                       | 51  |
| 6.3.  | Ретрансляторлардың сипаттамаларын өлшеу.....                                                       | 52  |
| 6.4.  | Негізгі өлшеудің радиожилікті жолының сипаттамасы....                                              | 54  |
| 6.5.  | Радиожилікті трактатты комплексті өлшеу.....                                                       | 55  |
| 7.    | Сандық алғашқы желіде PDH өлшеу технологиясы.....                                                  | 59  |
| 7.1.  | PDH негізінде құрылған алғашқы желі құрылымы.<br>PDH өлшеу технологияларындағы жалпы тенденциялар. | 59  |
| 7.2.  | PDH өлшеу технологиялары. E1 ағынының талдауы...                                                   | 60  |
| 7.3.  | PDH өлшеу технологиялары. E2, E3 И E4 ағындарын сараптау.....                                      | 73  |
| 8.    | Сандық алғашқы желіде PDH/SDH өлшеу технологиясы.....                                              | 76  |
| 8.1.  | SDH өлшеу технлогиялары .....                                                                      | 76  |
| 8.2.  | Сандық жүйелерде джиттерді өлшеу.....                                                              | 80  |
| 8.3.  | Ұяшықты диаграммалар (ГД).....                                                                     | 84  |
| 9.    | ISDN технологиясы.....                                                                             | 86  |
| 9.1.  | ISDN желісіндегі өлшеулер және оның технологиясының дамуы.....                                     | 86  |
| 9.2.  | Базалық 2B+D қатынау құрылымы.....                                                                 | 86  |
| 9.3.  | Базалық қатынау хаттамадарын талдау әдістері.....                                                  | 92  |
| 10.   | Деректерді беру желісіндегі өлшеулер.....                                                          | 95  |
| 10.1. | Деректерді берудің заманауи желісінің құрылымы.....                                                | 95  |
| 10.2. | Деректерді беретін желі хаттамадарының анализаторлары.....                                         | 99  |
| 10.3. | Ethernet желілерін талдау негізіндегі EnterpriseLANMeter функционалды мүмкіндіктер.....            | 106 |
| 11.   | Дабыл жүйесін зерттеу.....                                                                         | 108 |
| 11.1. | Өлшеу технологияларының № 7 контекстік дабылдам желісі.....                                        | 108 |
| 11.2. | № 7 дабылдама жүйесін өлшеу.....                                                                   | 109 |
| 12.   | ATM желілеріндегі өлшеулер.....                                                                    | 111 |

|       |                                                                           |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 12.1. | АТМ желілерінде өлшеудің технологиясы.....                                | 111 |
| 12.2. | АТМ-ның транспортты ортасын өлшеу.....                                    | 111 |
| 12.3. | АТМ талдаудың өлшеу техникасы.....                                        | 114 |
| 13.   | Жылжымалы радиобайланыс желілеріндегі өлшеу.....                          | 115 |
| 13.1. | Жылжымалы радиобайланыс желілеріндегі өлшеудің жалпы классификациясы..... | 115 |
| 13.2. | Қозғалмалы радиобайланыс желісіндегі жалпы өлшеулер.....                  | 117 |
| 13.3. | УКВ – радиобайланыс желісінде өлшеу.....                                  | 123 |
| 13.4. | Транкті желідегі өлшеулер.....                                            | 124 |
| 13.5. | Дербес радио шақыру желісіндегі өлшеулер.....                             | 124 |
| 13.6. | Ұялы байланыс желісіндегі өлшеулер.....                                   | 125 |
| 13.7. | SS7 желісі арқылы ұялы желілердің өзара әрекеттесуін өлшеу.....           | 127 |
| 14.   | Өлшеу-бақылау жүйесінің концепциясы.....                                  | 129 |
| 14.1. | ИКС технологияларының дамуы.....                                          | 129 |
| 14.2. | ИКС-нің негізгі типтері.....                                              | 129 |
| 14.3. | Деректер жинаудың виртуалды ортасы өңдеу. Виртуалды аспаптар.....         | 134 |
|       | Қорытынды.....                                                            | 135 |
|       | Билиографиялық тізім.....                                                 | 136 |

Оқулық басылым

Айгүл Жүрсінқызы Сағындықова

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЛЕРДЕГІ АРНАЙЫ  
ӨЛШЕУЛЕР

Оқу құралы

РБ бастығы

*З. А. Ғұбайдулина*

Редакторы

*Г.К. Оңкебаева*

Компьютерлік беттеу

*А.Б. Аришова*

Басуға қол қойылды 28.07.2014 ж.

Таралымы 300 дана. Пішімі 60x84 1/16.

№1 баспаханалық қағаз. Көлемі 8,7 е-б.т. 8,1 ш.-б.т.

Тапсырыс № 14. Бағасы келісімді.

Қ. И. Сәтбаев атындағы

Қазақ ұлттық техникалық университетінің басылымы,

Оқу-баспа орталығы.

Алматы, Сәтбаев көшесі, 22

ISBN 978-601-228-611-3



9