

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Кулмахамбетова Мөлдір Ермахамбетқызы

Магнум сауда орталығы үшін құрылымдалған кабiлдік жүйелерді жобалау

## **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

\_\_\_\_\_ Е.Таштай

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 ж.

### **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы «Магнум сауда орталығы үшін құрылымдалған кабiлдік жүйелерді жобалау»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:

М.Кулмахамбетова

Пікір беруші

техн.ғыл.канд.,

АУЭС доценті

\_\_\_\_\_ А.О.Касимов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 ж.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ каф. лекторы

\_\_\_\_\_ Н.А.Джунусов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі,

техн.ғыл. канд.

Е.Таштай

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 ж.

### Дипломдық жұмыс орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы Кұлмахамбетова Мөлдір Ермахамбетқызы

Тақырыбы Магнум сауда орталығы үшін құрылымдалған кәбілдік жүйелерді жобалау

Университет ректорының «16» қазан 2018 ж. № 1162-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі “25” сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: *құрылымдалған кәбілдік жүйелерге талдау жүргізу, құрылымдалған кәбілдік жүйелерді құру принциптерін көрсету, құрылымдалған кәбілдік жүйелердің сипаттамаларын, артықшылығын және кемшіліктерін көрсету/*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) *Құрылымдалған кәбілдік жүйелерді талдау;*

б) *Құрылымдалған кәбілдік жүйелерді жобалау;*

Сызбалық материалдардың тізімі:

*8-түйіспелі 8-позициялық телекоммуникациялық модульдік ұяшық (RJ45), ҚКЖ пассивті элементтерінің жіктелуі, ҚКЖ-да қолданылатын кабельдердің жіктелуі, ҚКЖ элементтерінің ғимараттың ішінде орналасу сұлбасы, 2 сатылық дәрежеге ие ҚКЖ-дің архитектурасы.*

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1) Семенов, А.Б. Структурированные кабельные системы [Текст] / А.Б.

Семенов, С.К. Стрижаков, И.Р. Сунчелей. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ДМК Пресс, 2002. - 232 с.

2) Телекоммуникационные сети и технологии [Текст] / В.Г. Кривуца, С.Н.Скляренко, А.П. Улеев и др. : под ред. В.Г. Кривуцы. – Харьков : ООО «Компания СМИТ», 2007. - 324 с.

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Құрылымдалған кабельдік жүйелер технологиясын талдау	20.01.2019 - 01.03.2019	орындалды
ҚКЖ құрығыларын таңдау	02.03.2019-02.04.2019	орындалды
Құрылымдалған кабельдік жүйелердің параметрлерін есептеу	01.04.2019–15.04.2019	орындалды

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен  
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған  
**қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	PhD докторы, ЭТЖҒТ каф. сениор-лекторы Смайлов Н.К.		

Ғылыми жетекшісі \_\_\_\_\_ Н. А. Джунусов  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы \_\_\_\_\_ М.Е.Кулмахамбетова

Күні “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2019 ж.

## АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада Алматы қаласының «Магнум» сауда орталығында құрылымдық кабельдік жүйе технологиясы арқылы байланыс желісін ұйымдастыру қарастырылды. Жобада экрандалмаған UTP және экрандалған FTP, STP, SFTP кабельдері таңдалған. Сонымен қатар құрылымдалған кабелдік жүйеге қажетті коммутациялық розеткалар, коммутациялық шнурлар, оптикалық коннекторлар тағы басқа да құрал-жабдықтар таңдалған.

Жобада екі қабаттық ғимарат таңдалған. Жобаның жоспары мен құрылымы көрсетілген. Құрылымдалған кабельдік жүйелер технологиясына талдау жүргізілген және олардың сипаттамалары мен құру принциптері көрсетілген.

Техникалық есептеу бөлімінде кабельдің ұзындығын, ҚКЖ жабдығының сенімділік көрсеткіштері және симметриялы қосылыстардың өзара әсерлесуі есептелген.

## АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассмотрена организация сети связи в торговом центре «Магnum» г. Алматы по технологии структурной кабельной сети. В проекте выбраны неэкранированные UTP и экранированные кабели FTP, STP, SFTP. Кроме того, выбраны необходимые коммутационные розетки, коммутационные шнуры, оптические коннекторы и другое оборудование для структурированной кабельной системы.

В проекте выбрано двухэтажное здание. Представлен план и структура проекта. Проведен анализ технологии структурированных кабельных систем и указаны их характеристики и принципы построения.

В технической расчетной части рассчитана длина кабеля, показатели надежности оборудования СКС и взаимодействие симметричных соединений.

## ANNOTATION

This diploma project considers the organization of communication network in the shopping center "Magnum" Almaty on the technology of structural cable network. The project selected unshielded UTP and shielded cables FTP STP, SFTP. In addition, the necessary switching sockets, switching cords, optical connectors and other equipment for a structured cabling system are selected.

The project selected a two-storey building. The plan and structure of the project is presented. The analysis of the technology of structured cabling systems and their characteristics and principles of construction.

In the technical design part of the calculated cable length, the reliability of the equipment of the SCS and interaction of symmetrical compounds.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Желінің өткізу қабілетін есептеу	10
1.1 ҚКЖ сипаттамалары	10
1.2 ҚКЖ-дің құрылымы және архитектурасы	15
1.3 Жобаның жоспары мен құрылымы	21
1.4 Мәселенің қойылымын негіздеу	24
2 ҚКЖ құрығыларын таңдау	25
2.1 ҚКЖ кабель түрлері	25
2.2 Коммутациялық розеткалар және патч-кордтар	27
2.3 Маршрутизаторлар, шлюздер және көпірлер	30
2.4 Оптикалық кабельдік жүйелер	31
2.5 ҚКЖ-дегі оптикалық біріктірулер	32
3 Құрылымдалған кабельдік жүйелердің параметрлерін есептеу	35
3.1 Кабельдің ұзындығын есептеу	35
3.2 Симметриялы қосылыстардың өзара әсерлесуі	36
3.3 Арнаның өткізу қабілетін есептеу	40
3.4 Көпмодалы кабельді есептеу	45
Қорытынды	51
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	52



## КІРІСПЕ

Қазіргі заманғы өндірістік ғимараттар “интеллектуалды” болып келе жатқанын айта кету керек. Үш негізгі капиталды инженерлік жүйеден басқа (энергожабдықтау, сужабдықтау, вентиляция) төртінші капиталды - кабельді жүйенің құрылуын талап етеді.

Расымен , бүгінгі күнде келесі жүйелер ғимараттарда келесі кабельдердің жүргізілуін қажет етеді:

- телефонды (қалалық пен жерлік);
- компьютерлік (ЛЕЖ);
- теледидар (қалалық пен офистік);
- өрт дабылы мен өртті сөндіру;
- климаттық жағдайлар мониторингі мен оларды басқару ;
- персоналды кіріс бақылау;

Көптеген жүйелік интеграторда қолданылатын құрылымдық ұқсастығы құрылымдық кабельді жүйелер (ҚКЖ) базасындағы интеллектуалды ғимаратты инфрақұрылымын құру болып табылады. Бұл кезде бірінші ҚКЖ - ғимараты жобаланып құрылады , ол содан кейін құрылымдалған кабельді жүйеге тапсырушыға қажет функционалды жүйелер бекітіледі. Ең рационалдысы функционалды жақындығы болып табылады. Тапсырушының талаптары немесе тілектер тізімі бар және бұл жағдайда өндеушінің негізгі мақсаты - тапсырушы берген модельге сәйкес жүйелердің бір “организмге” интеграцияландыруы.

Интеграция принципін қолдану біршама технологиялық артылықшылықтарды алуға мүмкіндік береді:

- болып жатқан оқиғаларға реакция оперативті және нақты;
- автономды желілерді қолдану жағдайында жоқ жаңа функцияларды қосу мүмкіндігі ;
- ағымдағы жағдай толық сипатталған, бұл сапалы талдау жүргізуге мүмкіндік береді ;
- «адамдық факторлармен», яғни қателіктер немесе персоналдың қастандық жасау әрекеттерімен байланысты тәуекелдер төмендетіледі;
- тіршілікпен қамтамасыз ету жүйесінің еңбек диспетчері интеллектуалды болады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты Алматы қаласының «Магнум» сауда орталығында құрылымдалған кабельдік жүйесін жобалау қарастырылған.

Тақырыптың өзектілігі телекоммуникациялық технологияны ендірумен және жетілдірумен және тұтынушыларға олардың қолданып отырған технологияларын одан әрі дамыту мен жаңарта отырып жаңа қызмет түрлерін ұсынумен тікелей байланысты болып келеді.

# 1 Құрылымдалған кабельдік жүйелер технологиясын талдау

## 1.1 ҚКЖ сипаттамалары

Құрылымдалған кабельдік жүйе (ҚКЖ) – кез келген кәсіпорынның ақпараттық инфрақұрылымының негізі, ол әртүрлі мақсаттағы көптеген ақпараттық сервистерді, мысалы; оқшаулы есептеу және телефондық желілерін, қауіпсіздік жүйелерін, бейнебақылау жүйелерін және т.б. ортақ жүйенің ішінде қамтып отыруға мүмкіндік береді. Дәл сол себептен де ҚКЖ-ның корпоративтік ақпараттық жүйені құрудағы рөлі елеулі. Әдетте мекемелердің ғимараттарында ҚКЖ жүйесі жылдамдығы жоғары физикалық ортада дыбыстарды тарату үшін және ақпарат алу үшін орнатылып отырады. Управления автоматтандыру-ақпараттық және жобалау-автоматтандыру жүйелеріндегі басқару технологиялық процестерде және электронды-құжаттамалық жүйелерде қарастырылып отырады. сондай-ақ, компанияның ортақ корпоративтік желісіне ОЕЖ жүйелер орнатылып және ықпалдастырылып отырады. ҚКЖ барлық түрдегі ақпараттық алмасуды қолдайды, деректерді жоғары жылдамдықпен таратады, ғимараттың ақпараттық жүйелерін басқарып, бақылап және мониторингілеп отырады, жұмыс орындарын жылдам әрі аз шығынмен ұйымдастыруға мүмкіндік береді, оңай жаңғыртылады: ҚКЖ-ға жаңа ақпараттық сервистер оңай ықпалдастырылады.

ҚКЖ-ға негізделген ақпараттық жүйелердің үйлесімділігі. Нақты кабельдік жүйенің жетіспеушілігі:

- нақты бір желілерге тәуелсіз түрде өзгертулер енгізу және мерзімін ұзарту мүмкіндігі;

- түрлі сервистік хаттамаларды қолдануға рұқсат береді;

- кез келген жаңа желілік құрылғылардың тәуелсіз түрде орнату;

- стандарттық компоненттер мен материалдарды қолдану;

- тәуелсіз жеке желілік секторларды құру мүмкіндігі.

ҚКЖ-ны жаңғырту және келешекте дамыту.

ҚКЖ құрылымында функционалды элементтер жүйесі мен кіші жүйелер құрылымының үлгісі келтірілген. Бұл бөлімде сонымен қатар терминалды құрылымдалған жүйеге, ал SCS жүйесінің өзін жалпыға қолжетімді желіге жалғау нүктелерінің интерфейстері анықталған. SCS кіші жүйесін құрайтын функционалды элементтердің топтары. «Сатылық дәрежедегі жұлдызға», бір деңгейдегі үлестіру нүктелерінің қосымша қосылыстарына - ҚКЖ топологиясына жол береді. Дегенмен, бұл қосылыстар негізгі топологияның түбірін алмастырып отырмауы тиіс. Кіші жүйелердің саны мен типі кешеннің немесе ғимараттың өлшеміне және жүйені қолдану стратегиясына байланысты.

CBS желісін әзірлеуге екі түрлі тұрғыдан келуге болады. Бірінші тұрғыға сәйкес, жүйенің талаптарын ғимараттардың пайдаланушылары мен иеленушілері және қызметкерлермен түрлі қызмет түрлерін басқаруға арнап

ұсынылатын болады. Екінші тұрғыға сәйкес, жыл сайын талап қойғыш қосымшаларға арналған тарату ортасына не қажет етілетіні қарастырылады.

ҚКЖ-дің әдеттегі кабельдік жүйелермен салыстырғандағы артықшылығы  
ҚКЖ дәстүрлі кабельдік жүйелермен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие: сенімділік.

ҚКЖ стандартындағы кабельдік трассалар толығымен спалы компоненттерді қолданумен спецификацияларға арналған талаптар мен қауіпсіздік стандартына сай, олар түпкілікті пайдаланушыларға ҚКЖ-ны 10 жыл бойы басқарып отыруға мүмкіндік береді.

- жеңілдік

Техника мамандарды ҚКЖ-мен қалай жылдам әрі жеңіл жұмыс істеу керектігін үйретіңіз, себебі ҚКЖ қайсыбір архитектура мен құрылыммен ережелер мен стандарттарға сүйенеді.

- қызмет көрсетудің қарапайымдылығы

ҚКЖ сервисін бірнеше кабельдік жүйеге немесе пайдаланушылық кабельдерге қызмет көрсетуге қарағанда іске асыру анағұрлым жеңілге түседі. ҚКЖ-ны әкімгерлеу мен басқару техникалық қызметкерлердің санын қысқартудың есебінен іске асырылады.

- ҚКЖ-ны иелену құны

Тауарларды иеленудің жалпы құны – бұл бастапқы инвестициялар және өнімнің жұмысын қолдау, жөндеу, жаңғырту және техникалық қызмет көрсету үшін алдағы уақыттағы инвестициялар.

Иеленудің жалпы құны өзге CBS компьютерлік жүйелермен салыстырғанда едәуір төмен, ал ережелер мен талаптарға сәйкес құрылған SCS ұзақ қызмет мерзіміне ие болып және қосымша инвестицияларсыз жұмыс істеп тұруы тиіс.

SCS-ға жұмсалатын инвестициялардың жалпы көлемі электрсымдары жүйесіне қарағанда төмен болып келеді. Әдеттегі кабельдік жүйенің иеленушісі үнемі қосымша жұмыс істеп және қосымша пассивті жабдықты орнатып отыруы тиіс. Кабельдік жүйе кеңейген сайын бұл қызметкерлердің қалыпты жұмысына және сол аудандағы және зардап шеккен үй-жайлардағы жұмыстарды аяқтауға жағымсыз әсерін тигізеді.

Аса жиі жағдайларда кабельдік жүйені кеңейткен кезде қосымша арна жұмыс істеп тұруы тиіс, бұл кабельдік жүйелерге жалпы инвестициялардың құнын өсіреді.

Барлық объектілер CBS-да бірден іске өндіріліп отырады және соған орай кабельдік жүйелерге жұмсалатын инвестициялар да азайып және бірнеше жылдан кейін ғана іске асырылатын болады.

ҚКЖ құру принциптері

ҚКЖ келесі принциптерді сақтаумен әзірленген. Стандартталған интерфейстерді қолдану.

Коммутациялық құрылғылар мен объектілерді қолдайтын пассивті компоненттердің спецификациялар мен параметрлермен алдын-ала белгіленген стандарттарды қолдана алатын интерфейс болуы тиіс.

ҚКЖ интерфейсінде аса танымал және көп қолданылатыны 8-түйіспелі 8-позициялық телекоммуникациялық модульдік ұяшық. Телекоммуникациялары Модульдік ұяшық екі бөліктен тұрады: баспа платасы жалғанған телекоммуникациялық терминалдар және терминалға жалғанған түйіспелік алаңша. 1.1 суретте 8-түйіспелі 8-позициялық телекоммуникациялық модульдік ұяшық (RJ45) көрсетілген.



Сурет 1.1 - 8-түйіспелі 8-позициялық телекоммуникациялық модульдік ұяшық (RJ45)

Резервтік көшіру және резервтеу

Келешекте ҚКЖ және кабельдік желілерді әзірлеу мен қолдану басымдыққа ие болмақ;

Телекоммуникациялық терминал орнатылған, ықтималы жұмыс кеңістіктерінде сіз жиһаз арқылы жаңа жұмыс орындары мен қосымша жабдықты жасап отыру үшін;

Кабельдер стандарт талаптарынан аспайтын сипаттамаларға ие болып отыруы тиіс;

Құбырлар олардың ішіне қосымша кабельдерді төсеу ықтималдығын ескерумен орнатылған; Телекоммуникациялық жүйелер жабдықты және т.б. орнатуға арналған қосымша орынмен қамтылған болуы тиіс.

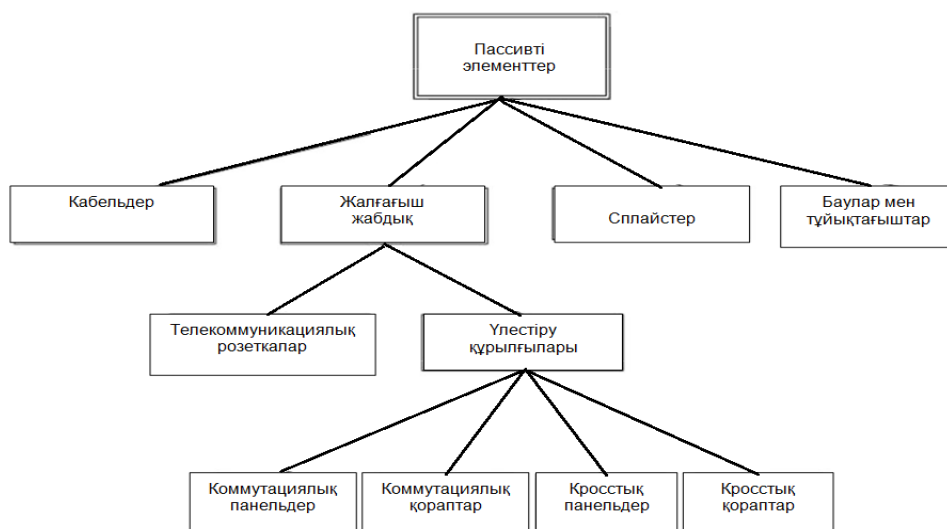
Кабельдік желілерде белсенді, пассивті құрылғыларды қосып немесе ажыратып отыру қажет, ауыстырып-қосу процесі үздіксіз сипатқа ие бола бастайды. Бұл процесті кабельдік жүйеде қиындықсыз ендіру белгілі дәрежедегі икемділікке ие болып отыруы тиіс. Икемділігі SCS арқылы қамтамасыз етіледі:

Таратқыш желіні бөліп таратуға арналған кабельдер;

ҚКЖ қызмет мерзімі бойы өзгеріссіз қалпында қалып отыратын аса маңызды кабельдік желілерді құру;

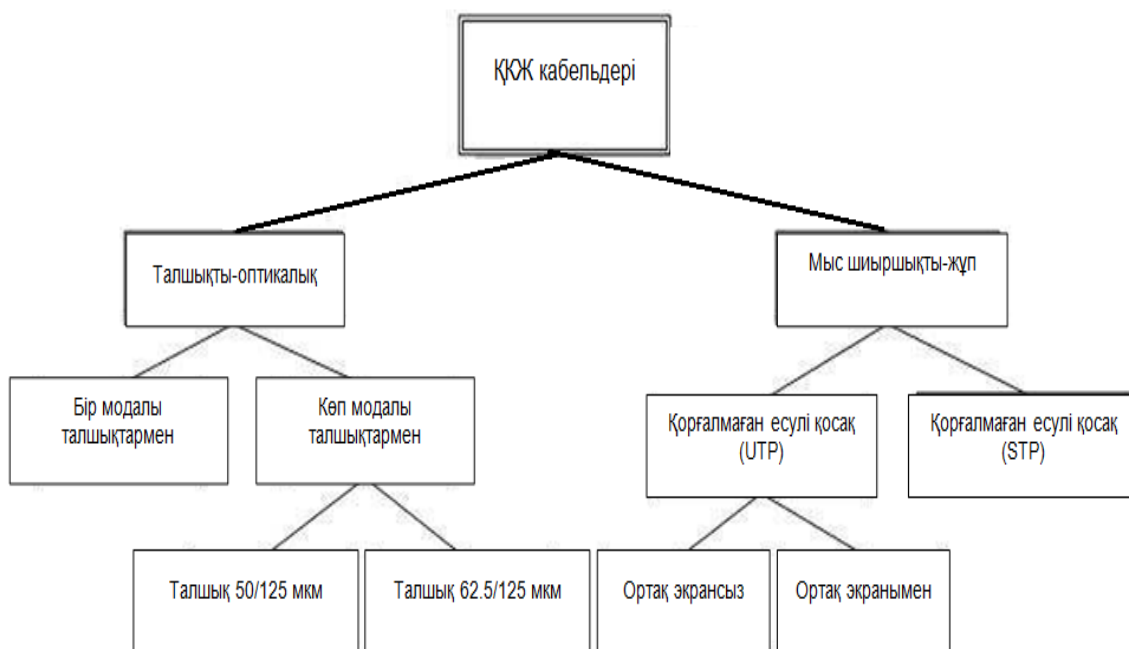
ҚКЖ пассивті элементтері

ҚКЖ келесі пассивті элементтерден тұрады: кабельдер, жалғағыш жабдықтар (таратып үлестіру құрылғылары және телекоммуникациялық розеткалар), баулар мен тұйықтағыштар.



Сурет 1.2 - ҚКЖ пассивті элементтерінің жіктелуі

ҚКЖ-да кабельдердің екі типін пайдалануға рұқсат етіледі: мыс кабельдердің және талшықты-оптикалық кабельдердің есулі қосағы.



Сурет 1.3 - ҚКЖ-да қолданылатын кабельдердің жіктемесі

Электрлік кабельдер негізінен көлденең макетті құруда қолданылады. Олар телефондық сигналдарды және жылдамдығы төмен деректерді таратуда және деректерді жоғары жылдамдықпен тарату қосымшаларында қолданылады. Қазіргі кезде көлденең кіші жүйелер оптикалық шешімдерде аса сирек жағдайларда қолданылады, дегенмен олардың үлесі жылдам артып келеді. Біріктіргіш платоның кіші жүйесінде электрлік және оптикалық кабельдер

бірдей жиілікпен қолданылады және электрлік кабельдер негізінен телефондық сигналдарды және деректерді 1 МГц дейінгі жылдамдықпен таратуға арналған, ал оптикалық кабельдер деректерді тарату қосымшаларының жоғары жылдамдығын қамтамасыз етеді. Сыртқы магистральдерде оптикалық кабельдердің рөлі басым болып.

Электрлік кабельдерде деректерді 10 Мбит / с және одан жоғары жылдамдықпен тарату үшін тиісті желілік жабдықты орнату қажет етіледі (медиаконвертерлер немесе трансиверлер). Талшықты-оптикалық кабельді телефондық сигналдар мен жылдамдығы төмен деректерді таратуда тікелей пайдалану техниканың қазіргі даму жағдайында экономикалық тұрғыдан тиімсіз болып табылады және басқа шешімдер мүмкін болмайтын немесе ақпаратты рұқсат етілмеген түрде қатынаудан қорғауға қатысты ерекше талаптар қойылған жағдайда қолданылады. Сол себептен, тұтастай желінің техникалық және экономикалық тиімділігін жақсарту үшін жылдамдығы төмен электр сигналын оптикалық сигналға айналдыру процесі әдетте мультиплекстеу процесімен үйлестіріліп отырады.

Кіші жүйенің көлденең стандарттарына арнап экрандалған және экрандалмаған кабельдерді қолдануға рұқсат етіледі. Симметриялық экрандалған кабель керемет электрлік потенциалға және кейбір жағдайларда қорғалмаған кабельмен салыстырғанда беріктілік сипаттамаларына ие. Дегенмен де, бұл кабель орнату және жерлендіру жұмыстары үшін маңызды, анағұрлым жоғары бағаға және кіші салмақ пен шағын габариттерге ие. SCA электр сигналдарын таратуға арналған негізгі кабель бізде экрандалмаған есулі қосаққа негізделген. Жоғарыда айтылып кеткендей, стандарттар толқындық кедергісі 100, 120 және 150 Ом SCS электр кабельдерін құрып отыруға мүмкіндік береді. Кабельдердің соңғы екі түрі көп жағдайларда жоғары тиімділікке ие болып отырады. Дегенмен де, бірқатар техникалық және экономикалық себептерге орай олар елімізде кең тарай қоймаған.

Көп модалы талшықты-оптикалық кабельдер негізінен магистральдердің ішкі кіші жүйелерінің негізі ретінде қолданылып отырады. Бір модалы талшықты-оптикалық кабельдерді көшедегі желілерді құру үшін ғана қолдануға арнап ұсынылады.

6-санаттағы кабельдерді төсеу үшін барлық типтегі кабельдер қолданылады (экрандалған немесе экрандалмаған). Ұяшық ретінде негізінен модульдік ұяшық қолданылады. Сондай-ақ желілердың басқа типтері әзірленеді, олардың ішіндегі ең танымалы 110 және 210 типіндегі желілер. 7-санаттағы жалеліре қазіргі техникада тек экрандалған қосақтардағы кабельден ғана іске асырылуы мүмкін. Қазіргі кезде сериялық желілер тек 1/2 және 7/8 сыртқы түйіспелік қосақтарда қолданылады.

Кесте 1.1 – Кабельдер мен желілердің санаттары

Санат	Сигналдың жоғары жиілігі ең	Кабель мен желінің үлгілік қосымшалары
3-санат	16 МГц дейін	Token Ring және Ethernet 10Base-T оқшаулы желілері, дауыстық арналар және басқа жиілігі төмен қосымшалар
4-санат	20 МГц дейін	Token Ring және Ethernet 10Base-T оқшаулы желілері
5-санат	100МГц дейін	Деректерді тарату жылдамдығы 100 Мбит/с дейінгі оқшаулы желілер
5е санат	100 МГц дейін	Деректерді тарату жылдамдығы 1000 Мбит/с дейінгі оқшаулы желілер
6-санат	250 МГц дейін	Деректерді тарату жылдамдығы 1000 Мбит/с дейінгі оқшаулы желілер
7-санат	600 МГц дейін	Деректерді тарату жылдамдығы 1000 Мбит/с дейінгі оқшаулы желілер

ISO / IEC 11801 және TIA / EIA 568 стандарттарына сәйкес, ҚКЖ сілтемесі егер келесі үш шарт орындалған жағдайда белгілі санаттағы талаптарға сай болады деп анықталған:

- барлық кабельдердің, желілер мен жалғағыш баулардың техникалық сипаттамалары осы санатқа сәйкес келеді немесе асады;
- сілтеме стандарттардың талаптарына сай болу үшін арналған (яғни кабельдің ұзындығына, ауыстырып-қосу нүктелерінің санына және т.б. қатысты шектеулер бар);
- қондырғы жоғары аталған стандарттардың талаптарына толығымен сай келеді.

Жабдықты қосып жалғау.

Жабдықты қосып жалғау – кабельдерді, жалғағыш баулар мен тұйықтағыштарды қосып жалғауды, үлестіруді және ажыратуды қамтамасыз ететін жабдық немесе пассивті құрылғы.

Жалғағыш жабдық екі типке бөлінеді:

- Дистрибьюторлар;
- Телекоммуникация шығысы.

Жиынтық үлестіру құрылғылары.

Жиынтық үлестіру құрылғылары – жабдықты пассивті қосып жалғау, кабельдік және коммутациялық кабельдерді орнату, үлестіру үшін қолданылады.

## 1.2 ҚКЖ-дің құрылымы және архитектурасы

Заманауи жүйелердің дыбыстық және ақпараттық хабар тарату мүмкіндіктері орасан зор. Ал жүйені пайдалану мерзімі әртүрлі болып келеді және келешекте 5-санаттағы құрылғылардың компоненттері барлық кабельдік жүйелерде қолданыла бастайды. Олар телефондық сұлба мен жергілікті есептеу желілерінде доғалық жұпты құрайды.

Ғимараттардың ҚКЖ-ның ақпараттық хабар тарату мүмкіндіктері телефондық және жергілікті есептеу компьютерлік желілерді қамтып отыруы тиіс. ҚКЖ-ның кабельдік жүйесі Ethernet, Fast-Ethernet, Gigabit-Ethernet сияқты түрлі ақпараттық тарату желілерін үйлестіріп отыруы тиіс. Барлық халықаралық және мемлекеттік стандарттық жүйелер үшін базалық кабельдік желілердің санаты 5е-ден төмен болмауы тиіс.

ҚКЖ құрылымының электрлік параметрлері ISO/IEC 11801 халықаралық стандартына сай болуы тиіс.

Құрылымдалған кабельдік жүйе (ҚКЖ) төменде көрсетілген кіші жүйелердің кез келгенінен немесе барлығынан құралған болуы тиіс: көлденең кіші жүйе, магистральді ішкі жүйе, жұмыс орнының ішкі жүйесі.

Көлденең кіші жүйе.

Құрамы: коммутациялық қосылыстар, кабель.

Көлденең кіші жүйе коммутациялық қосылыстан және жеке тұрған жұмыс аймақтарынан – қабаттардың үлестіру бекеттерінен (ҚҮБ) тұрады. Ғимараттың әр қабатында меншікті көлденең кіші жүйені ұстап отыруға ұсыныс жасалады.

ISO / IEC 11801 халықаралық стандартына сәйкес, көлденең кабельдердің барлығы, тарату ортасына типіне байланысыз, телекоммуникациялық өнімнің көлденең айқаспаға жұмыс орнына шығу диапазонында 90 метрден аспайды. Әр жұмыс станциясында кем дегенде екі көлденең кабель орнатылған болуы тиіс.

Төрт оптикалық UTP / ScTP кабелі мен талшықты-оптикалық кабельдердің сөйлеу қосымшалары мен деректер қосымшалары жағдайында әрбір жеке ақпараттық телекоммуникация әр қабатта шкаф жұлдызының топологиясына сәйкес маршрутталуы тиіс.

Жұмыс орнындағы нүктелер кабельдерден 15 см арақашықтықта орналасуы тиіс. Панельдің орталық ауыстырып-қосқышындағы көлденең және қосымша кабельдердің арақашықтығы 20-10 см құрауы тиіс.

Заманауи жүйелердің дыбыстық және ақпараттық хабар тарату мүмкіндіктері орасан зор. Ал жүйені пайдаланудың мерзімі әртүрлі анықталады және келешекте 5 санаттағы құрылғылардың компоненттері барлық кабельдік жүйелерде қолданылатын болады. Олар телефондық сұлба мен жергілікті есептеу желілерінде доғалық жұпты түзіп отырады.

Ғимараттардағы ҚКЖ-ның ақпараттық хабар тарату мүмкіндіктері телефондық және жергілікті есептегіш компьютерлік желілерді қамтып отыруы тиіс. ҚКЖ-ның кабельдік жүйесі Ethernet, Fast-Ethernet, Gigabit-Ethernet сияқты әртүрлі ақпараттық-хабар тарату желілерін үйлестіріп отыруы тиіс. Барлық



халықаралық және мемлекеттік стандарттық жүйелер үшін базалық кабельдік желілердің категориясы 5е-ден төмен болмауы тиіс.

ҚКЖ құрылымының электрлік параметрлері ISO/IEC 11801 халықаралық стандартына сай болып отыруы тиіс.

Құрылымдалған кабельдік жүйе (ҚКЖ) төменде көрсетілген кіші жүйелердің кез келгенінен немесе барлығынан құралған болуы тиіс: көлденең кішіжүйе, магистральдік кіші жүйе, жұмыс орнының кіші жүйесі.

Функционалды элементтер.

Құрылымдалған кабель - электромагниттік сигналдарды тарату құралы – ол элементтерден, яғни кабельдер мен желілерден тұрады. Ұяшығы бар кабельдер белгілі бір ережелерге сәйкес жасалған.

Сыртқы желілердің кіші жүйесі дәл сол аймақта ықшам орналасқан мекемелердің арасында желілерді құру үшін құрылыстың (кампус) негізі болып табылады. Іс-жүзінде мұндай кіші жүйе көбінеки физикалық айналма топологияға ие болып отырады, ол кабельдердің артық саны болған жағдайда қосымша түрде жоғары сенімділікті қамтамасыз етеді. Дәл сол себептен сыртқы жол кіші жүйелері кейде қос еселі айналма топологияға арнап сатылады. Егер SCS ғимаратқа тәуелсіз түрде орнатылса, сыртқы желілердің кіші жүйесі жоқ;

Ішкі маршруттардың кіші жүйесі (магистральдік кабельді төсеу), тік немесе қайталама SCS деп аталады, кейбір кіші жүйелерде Кg мен орталық процессордағы олардың коммутациялық жабдығына жалғанған ішкі үй кабельдерінің арасында, сондай-ақ ЕС мен кабельдің және/немесе қысқа тұйықталу құрылғысының арасында орналасқан. Кабельдік кіші жүйелер іс-жүзінде ғимараттың әртүрлі қабаттарына және/немесе ғимараттағы кеңістіктік тұрғыдан бөлінген аумақтарға қатысты болып келеді. Егер SCS жүйесі жерге қызмет көрсетіп отырса, кіші жүйенің ішкі жолдары болмауы мүмкін;

Көлденең кіші жүйе (көлденең кабель) кейде ЕС мен жұмыс орнының ақпараттық шығыстарының арасында үштік кіші жүйені түзетін көлденең ішкі кабельдермен жалғанып отырады, себебі ақпараттық нүктелер, жоғарыда аталған ЕС ауыстырып-қосқыштардың көлденең патчтері және/немесе райдерлері бар. Көлденең кабельдік желіде бір ауысу нүктесіне рұқсат етіледі, оған сәйкес, алмастырылған кабельдің типі ауыстырылады (мысалы, төсемелердің астынан орнатылатын баламалы көшіру сипаттамаларына ие жазық кабельдік коммутаторға баламалы).

Компьютерлік кіші жүйе жұмыс станциясының терминалдармен телекоммуникациялық байланысын қамтамсыз етеді. Бұл жүйедегі кабельдер оның жұмысының ұзындығы мен мерзімі анықталған.

Дәл осы жерде желінің типі мен іске асырылу формасына байланыссыз түрде әртүрлі SCS кіші жүйелеріне бөлу қолданылған, яғни ол үстелүсті және желілік өндіріс үшін бірдей болады.

Кейде, ыңғайлы болу мақсатында дизайн мен контент SCS құрылғыларын жекелеген кіші жүйелерде ең аз мөлшерде таратумен қолданылады.

Барынша жалпылама жағдайда SCS ережелер мен халықаралық техникалық құжаттаманың ағымдағы версиясына сәйкес, сегіз компоненттен құралған:

- сыртқы желілердің кіші жүйесінің желілік кабельдік жүйелері;
- ішкі жүйенің сыртқы жабдығын модификациялау;
- желілік кабельдердің кіші жүйесінің жүйелері;
- жабдық ішкі су жолдарын өзгертеді;
- көлденең кабельдік кіші жүйенің желілік жүйесі;
- көлденең кіші жүйенің құрылғылары;

Осы компоненттерге арналған қолданыстағы жобалық тұжырымдамаларды қолдану мен спецификасына қарай олар бір-бірінен өзгешеленіп отыруы мүмкін. CSA үш кіші жүйесі бірдей құрылымға ие және мыналарды қамтиды:

Желілік кабель: барлық өткізгіштер мен оптикалық талшықтар екі ұшынан үлестіру құрылғысына жалғанған;

Техникалық саладан табылған әртүрлі типтегі сымнан жасалған бұйымдардың деңгейі анағұрлым жоғары.

Көлденең кіші жүйені жобалау кезінде осы құрылымдарға әсерін тигізбейтін қосымша компоненттер қолданылып отыруы мүмкін: желілік бөлігінде нүктелердің шоғырлануы, ал дисплейден талшықты басқару панелінде желілік жабдықтың белсенді порттары көрсетіліп отырады.

Таратып үлестіру орталықтары

Таратып үлестіру орталықтары телекоммуникациялық жабдық саласында орналасқан. Байланыс құралдары толығымен немесе жерде орналасқан панельдер мен шкафтарды, желілік және серверлік машиналарды орнатуға арналған. Телекоммуникациялық жабдыққа, тұтынушылық құрылысқа арналған изотермиялық жабдықтар (мысалы, АТС, мультиплексоры, сервер) және ғимаратты / RP кешенін ұйымдастыру. Панельдер / RP-ground-floor шкафтары мен жабдықтары RP конструкциясымен үйлескен түрде / кешен материалдық кеңістікте болып отыруы мүмкін.

Телекоммуникация шығысы.

Телекоммуникация шығысы (ТП) қабырғаға, еденге немесе жұмыс орнындағы басқа жерде орнатылуы мүмкін және барлық пайдалы ауданы бойынша қолжетімді болуы тиіс.

Әрбір жұмыс орнында қызмет көрсетілетін бір TR-100 Ом немесе 120 Ом симметриялық кабель ескеріліп отыруы тиіс.

Басқа ТП не симметриялық түрде не талшықты-оптикалық кабельмен бекітілуі тиіс.

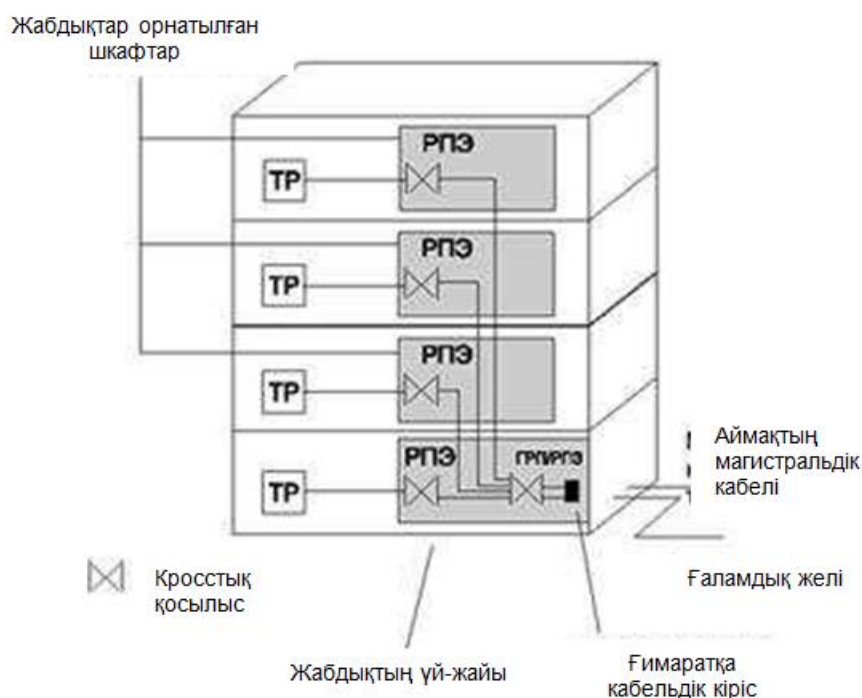
Егер ТП симметриялық кабель болмаса, әрқайсысына арнап 2 немесе 4 жұп жасалуы тиіс; Барлық жұптар тоқтатылуы тиіс.

Шығысында, ең аз дегенде төрт жұп анық таңбалануы тиіс.

Үнемі түрде таңба салынып отыруы тиіс, таңба пайдаланушыға көрініп тұруы тиіс.

Әдеттегі жұмыс орны - 3 RJ 45 розетка:

біреуі телефонға арналған;  
біреуі компьютерге арналған;



Сурет 1.4 - ҚКЖ элементтерінің ғимараттың ішінде орналасу сұлбасы

Қосымша құрылғыларға (желілік принтерлерге, факстерге және т.б.) арналған біреуі.

Жұмыс орнындағы ықшам - екі RJ 45 розетка:

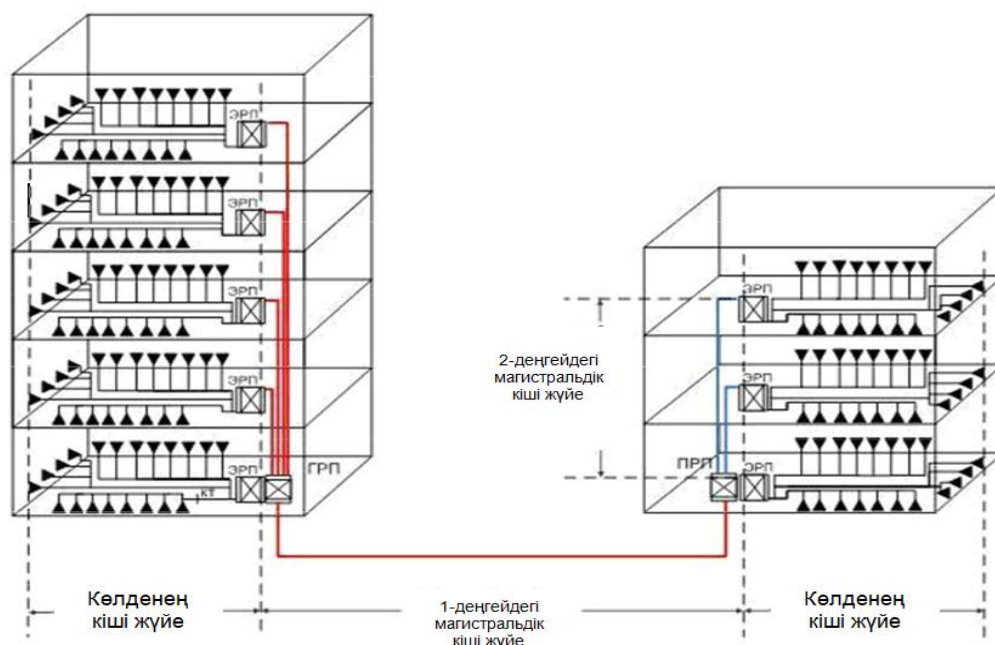
біреуі телефонға арналған;

біреуі желіге арналған.

Жұмыс орнын жақсарту. 3 позицияда RJ 45 розетка және бір талшық.

ҚКЖ архитектурасы

Жаймаланған архитектура – сатылық дәрежеліктің екі деңгейіне ие құрылымдалған кабельдік жүйенің архитектурасы, үш кіші жүйеден тұрады: негізгі алғашқы деңгей, екінші магистральдік және көлденең деңгей және кіші жүйенің көлденең деңгейі немесе бір сатылық дәрежелік деңгейі және ГРП мен ERP арасындағы көлденең байланыстар.



Сурет 1.5 - 2 сатылық дәрежеге ие ҚКЖ-дің архитектурасы

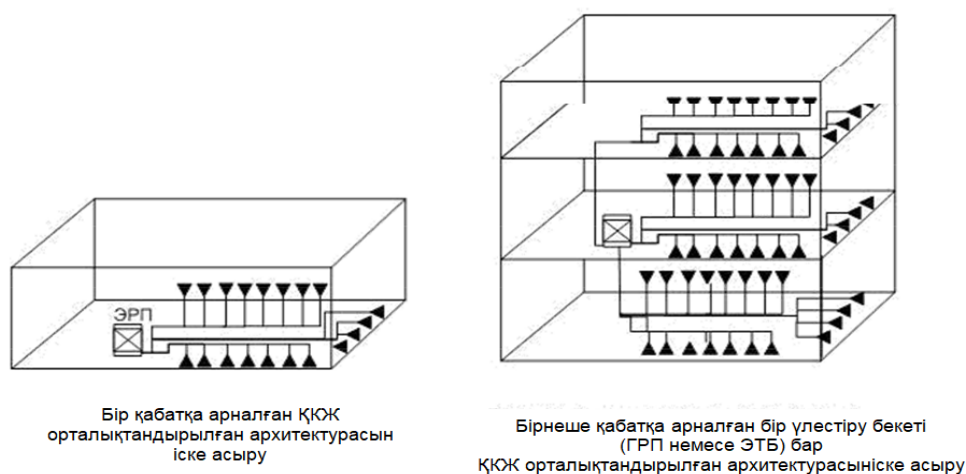
Жаймаланған архитектура көп қабатты ғимараттар мен ғимараттардың кешендері үшін құрылымдалған кабельдік жүйені құруда дәстүрлі әдіс болып табылады.

Жаймаланған архитектураның артықшылығы:

- жоғары икемділікті қамтамасыз ету;
- кабельдік жүйені оңай кеңейтуге болады;
- кабельдік жүйені орнатудың қарапайымдылығы;
- ҚКЖ жаймаланған архитектураның кемшілігі.

Құрылымдалған кабельдік жүйедегі элементтердің санын көбейту телекоммуникациялық үй-жайлардың көбірек алаңын қажет етеді.

ҚКЖ орталықтандырылған архитектурасы



Сурет 1.6 - ҚКЖ орталықтандырылған архитектурасы

Орталықтандырылған архитектурада барлық әрекеттегі жабдықтар ГРП немесе ERP желісіне орнатылып жалғанған.

ҚКЖ орталықтандырылған архитектурасының артықшылығы:

- кабельдік жүйедегі элементтердің барынша аз саны;
- телекоммуникациялық объектілерге арнап ауданы кіші аумақты бөлуге болады
- белсенді компоненттердің аз саны қажет етіледі;
- шоссені құруда белсенді және пассивтік жабдықты қажет етпейді.
- Белсенді жабдықтың резервтік жүйесін құру оңай легче

Орталықтандырылған архитектураның кемшілігі:

- көбірек кабель қажет;
- құбырдың ішінде көп орынды қажет етеді;
- кабельдік жүйенің икемділігі төмен;
- ҚКЖ-ны алдағы уақытта кеңейту тым қиынға соғады;
- орнату процесі күрделі болып табылады;

Желі архитектурасы

Желі архитектура туралы сұрақ өте маңызды: себебі коммутациялық жүйе әр қашанда өсетін мәліметтер ағынын қолдау керек. Осыған байланысты болашақтағы кабельдік желі әлемі тұрақты кеңейтілуімен құрастырылады. Жалпы алынған ой – пікірге қарсы, мәліметтерді таратудың жылдамдығының өсуі автоматты түрде жолақтың кеңейту қажеттілігінің мәні жоқ. Желі архитектурасы сурет 1.7 көрсетілген. Кеңейтілген қолданыс жоғары жылдамдықты сигналдың қолдану жолымен жолақтың кеңдігінің кеңеюмен ғана шектелмейді. Егер кеңейтілген қолданысты тәжірибелік көз қарастан анықтайтын болсақ – онда ол инсталляцияның барлық уақыттағы тым төмен бағаның үлкен өнімділігі.



Сурет 1.7 - желі архитектурасы

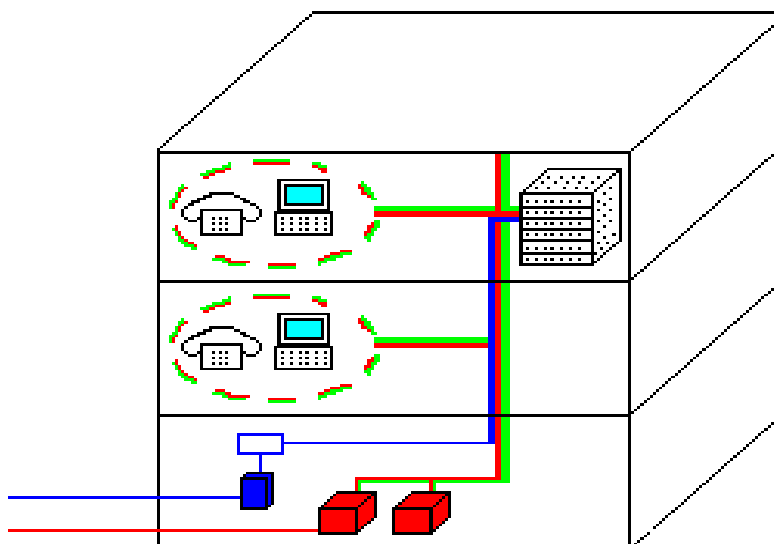
Осыдан кеңейтілген қолданыс жоғары сенімділікті, тығыздықты немесе интеграцияланған талшықты – оптикалық ортаны қоса алады. Осы үш әдістеме - аса жоғарғы сенімділік, аса жоғарғы тығыздық және интеграцияланған талшықты – оптикалық ортаны пайдалану негізінде үш негізгі желі құрастыру амалы ұсынады. Тапсырыс берушінің аса толық талаптарын қанағаттандыру үшін, инфраструктура желісін барлық архитектураның үш түрін интеграция

негізінде құрастыруға болады. Осыдан, жүйенің жұмыс істеу тек қазіргі шарттарға ғана емес, сонымен қатар болашақтағы шарттарға да тиімді болады. Кілттік моменттер осындай: физикалық кеңдік, орын алатын құрылғы, қолдайтын құрылғының негізгі типтерінің теруі, пайдаланушылардың саны және осы құрылымның мобильдік дәрежесі. Осындай тиімді құрылымдық кабельдік жүйені құрастыру үшін инсталляция процессінде аралас архитектураны қолдануға болады. Әр түрлі құрылғы топтары әр түрлі архитектуралық кабельдік желілерде тиімді жұмыс істей алады. Құрылғы топтары өздерінің қолданысында тек бір ғана архитектуралық желімен шектелмейді [2].

### 1.3 Жобаның жоспары мен құрылымы

Кабельдік жүйелер технологиясы Алматы қаласының «Магнум» сауда орталығының ауданы 10000 шаршы метр екі қабатты ғимаратқа орнатылады. Ғимараттың ені 50м, ұзындығы 100м және биіктігі 5м құрайды.

Ғимараттың барлық жерлерінде еркін кеңістік биіктігі 35см төбе бар. Бөлме қабырғалары кәдімгі кірпіштен жасалып, қалыңдығы 1см сыбақпен жабылған. Құрылыстық жобамен екі қабаттан өтетін кабель төсеуішіне арналған тік технологиялық арна қарастырылған. Жобалау барысында құрылымдалған кабельді жүйелердің архитектурасының бірнеше нұсқаларын қарастырудың, әкімшіліктендіру көзқарасына ыңғайлы, құны қанағаттанарлық нұсқасын таңдадым. Жобаланған ғимарат 1.8-суретте көрсетілген.



Сурет 1.8 - Жобаланған ғимарат

Техникалық мекемелер сипаттамасы төменгі 1.2 кестеде келтірілген

Кесте 1.2 - Техникалық мекемелер сипаттамасы

Мекеменің номері	Белгіленуі	Аумағы метр.кв
(жертөле)	Қоректендіру орны	5
(бірінші қабат)	Мекеме АТС	10
(үшінші қабат)	Аппараттық, кросс	8

Құрылатын ҚКЖ ғимаратта ЛЕЖ мен телефонды желілердің функциональды қамтамасыз етуі керек, яғни әрбір жұмыс орнында екі розеткалы модульмен ақпаратты розетка орнатылады. Телефондаудың ішкі желісі мен ішкі компьютерлі желі ҚКЖ бөлігі ретінде, бір бүтін ретінде жобаланады. Жұмыс орнының ішкі жүйесі әмбебап RJ-45 порттарының қажет саны және байланыстырушы кабельдерден тұрады. Жалпы жұмыс орнының саны бір жұмыс орнына 5 м<sup>2</sup> есептеледі - қорытынды 76 жұмыс орны ( 148 әмбебап порты RJ-45 ). Басқару, қабылдау диспетчер бөлмелері орналасатын мекемелердегі жұмыс орындарының саны қажетті порт санымен анықталуы және ол әрдайым есептелінгенмен сәйкес келеді, ауданды есептеуде басқару мен қабылдау бөлмелерінде артық порттер, ол диспетчерлікте көп телефон қосылғандықтан жеткіліксіз. Кесте ғимараттың әр қабатындағы деректілерді тарату желісіндегі жұмыс орнының санын көрсетеді.

Ғимараттың барлық қабаттарындағы жұмыс орнының жалпы саны 1.3 кестеде көрсетілген. Негізгі кросс ғимараттың үшінші қабатында орналасады.

Кесте 1.3 - Ғимараттың барлық қабаттарындағы жұмыс орнының жалпы саны

Қабат	Жұмыс орнының саны	Әмбебап порттарының саны
1 -ші қабат	55	127
2 -ші қабат	21	21
Жұмыс орнының жалпы саны	76	
Әмбебап порттарының жалпы саны	148	

Негізгі бөлгіш орны мен қабаттың бөлгіш орындары арасындағы қашықтық 2000 метрден аспауы тиіс. Ғимараттың бөлгіш орны мен қабаттың бөлгіш орны арасындағы ара қашықтық 500 метрден аспауы керек. Бірмодалы кабельді қолданғанда 200 метр максималды қашықтыққа көтерілуі мүмкін. Бірмодалы кабель сипаттамалары сигналды 60 км қашықтыққа дейін бере алатыны белгілі. Бірақ 3000 мыңнан артық негізгі бөлгіш орны мен қабаттың бөлгіш орны арасындағы қашықтық стандарттың қолдану облысынан шығушы деп есептеледі.

Негізгі бөлгіш орны мен ғимараттың бөлгіш орындарында қолданылатын тұйықтағыш - кабель ұзындығы 20 метрден аспауы керек. Тұйықтағыштың артық ұзындығы манистральды кабельдің максимал ұзындығынан алынып тасталуы керек.

Жұмыс орындарының саны жұмыс орнын орнату мен ғимараттың мамандандырылуымен бір жұмысшы орынының бөлме ауданының 5 м<sup>2</sup> есебінен алынды. Пайдалану үрдісінде жұмыс орнын орнату нүктесі қорабша бойынша ешбір шығынсыз қозғалтылуы мүмкін. Бұл мақсат үшін әрбір розеткаға кабель жанында 1 м тұсақ қалдыру қажет.

Абоненттік жолдарды төсеу

Абоненттік жолдардың төсеу трассасын келесі аумақтарға бөлуге болады:

- әрбір қабаттағы қабатаралық өткелден жұмысшы бөлмелеріне кабельді еңгізу орнына дейін;

- бөлмедегі кабельді еңгізу орнынан әрбір жұмыс орнына дейін.

Дәліздер бойынша қабатаралық өткелден қабатты коммуникационды түйінге дейін, коммуникационды түйіннен жұмыс бөлмелеріне кабельді еңгізуге дейінгі телефония мен СПД кабель жүйелерін төсеу үшін П/Э құбырының қажетті саны қолданылады. Күштік кабельдер щиттен жұмысшы орнының еңгізу орнына дейін бөлек құбырына төселеді.

Жұмыс бөлмелеріндегі ақпараттық және күштік кабельдерді төсеу әр түрлі кабель-арналарында іске асырылады.

Төсеу әдістері

Кабель-арналар ғимарат қабырғаларына қадамы 1 метр шуруптармен бекіту жолымен төселінеді. Периметр бойынша жұмысшылар бөлмелеріндегі кабель-арналар еденнен 75-80 см биіктікте орнатылады. Ғимараттың сыртқы қабырғаларында кабель-арналар терезе астында орнатылады.

Кабельді төсеу

Кабельді төсеуде келесі жалпы талаптар орындалуы керек:

- кабельдің сыртқы қабатының зақымдалуын болдырмау;
- кабельді қайта айналдыруды болдырмау;
- тартулар құралды пайдаланбай іске асуы тиіс;
- секіріссіз тарту үшін тең өлшемді беру;
- кабельдің иілу радиусы кабельдің 8 диаметрінен кем емес;
- ұсталатын кабель элементтері арасындағы ара қашықтық 1.5м аспауы керек;
- кабельдер ұшуы көрінетін провисті иеленуі керек, кабельді тартудың қолайлы көрсеткіші болып табылады;
- күндізгі жарық көздеріне дейінгі ара қашықтық 120 мм кем болмауы керек. Егер берілген талапты орындау мүмкін емес болса, онда металл құбырды пайдалану керек.



#### 1.4 Мәселенің қойылымын негіздеу

Дипломдық жобаның негізгі мақсаты - Алматы қаласының «Магнум» сауда орталығында құрылымдалған кабельдік жүйесін жобалау және кабельдік жүйелер технологиясы арқылы байланыс желісін ұйымдастыру. Берілген кабельдік жүйелер технологиясы халықаралық стандартқа сәйкес келу және ақпараттың барлық түрін (деректер, дауыс, бейне, интернет т.с.с) таратумен қамтамасыз ету керек. Сонымен қатар ҚКЖ интеллектуалды ғимараттың барша элементтері мен жүйелерінің интеграциясы және еңбекке қабылеттігін қамтамасыз ету қажет. Жалпы қарастырғанда ҚКЖ негізінде компьютерлік және телефондық желілер, күзету және өрт сөндіру, хабарландыру жүйелері, бейнебақылау және тоқтатпай қоректендіру орнатылған болады.

Жобаны жетілдіру негізіне мыналар кіреді:

- жұмыс орындарын дайындауға техникалық тапсырма;
- құрылыс жоспарлары және сызбалар;
- желінің құрудың ең жақсы нұсқауын анықтау;
- құрылғы сипаттамасы;
- құрылғы есептеулері;
- құрылғы сенімділігін есептеу;
- өміртіршілік қауіпсіздігі;

## 2 ҚКЖ құрығыларын таңдау

### 2.1 ҚКЖ кабель түрлері

Бір қабықшада төрт бұралған жұптан құралған бұралған жұпты кабел ең көп таралған. Сонымен қатар 25 және 50 жұпты кабелдер де қолданылады, бірақ көп емес. Бұл кабелдердің негізін бірталшықты мысты сымдардан жасалған, изоляциясы полипропилен немесе тефлоннан тұратын бұралған жұптар құрайды. Мысты сымның диаметрі 0,51 мм. Есу қадамы өндірушілерге байланысты әртүрлі болуы мүмкін 15-тен 30 мм-ге дейін. Кабельде жұптардың бір-біріне әсерін азайту үшін әртүрлі есу қадамдары қолданылады. Төрт жұпты кабелде төрт бұралған жұптар ПВХ-дағы бір ортақ қабықшада орналасады. Өрт қауіпсіздігіне жоғары талап қойылған жерлерде азтүтінді галогенсіз кабелдер (ағылшын әдебиеттерінде LSZH терминімен беріледі) қолданылады. Стандарт бойынша жұмыс орнына екі кабел төселуі керек болғандықтан, жұптасқан кабелдер шығарылады. Мұндай кабелдер монтаждау кезінде тиімді.

ITT NS&S компаниясы, мысалға, сегізге дейін байланысқан кабелдер жұбын шығарады.

Кабелдердің екі негізгі түрі бар:

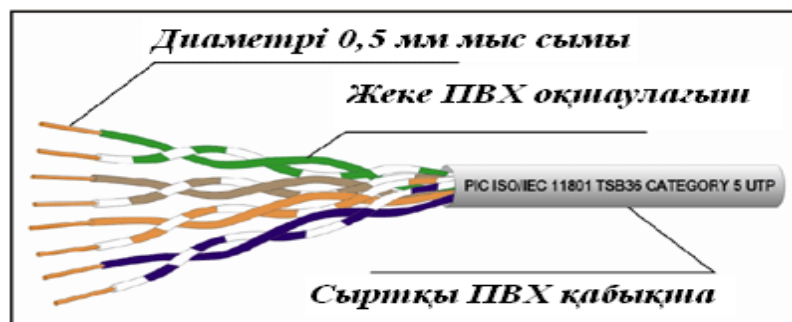
- Экрандалмаған (ағылшын әдебиеттерінде UTP терминімен беріледі)
- Экрандалған (ағылшын әдебиеттерінде FTP, STP, SFTP терминдерімен беріледі)

Экрандалмаған кабел құрылымы қарапайым, дегенмен соңғы жылдары 6-категориялы стандарт шыққалы орталық бөлгіші бар UTP кабелдер пайда бола бастады. Бұл бөлгіш бұралған жұпты бекітіп және өшулікті азайта алады.

Қазіргі уақытта «бұралған жұп» типіндегі үш негізгі экрандалған кабель түрін атап айтуға болады:

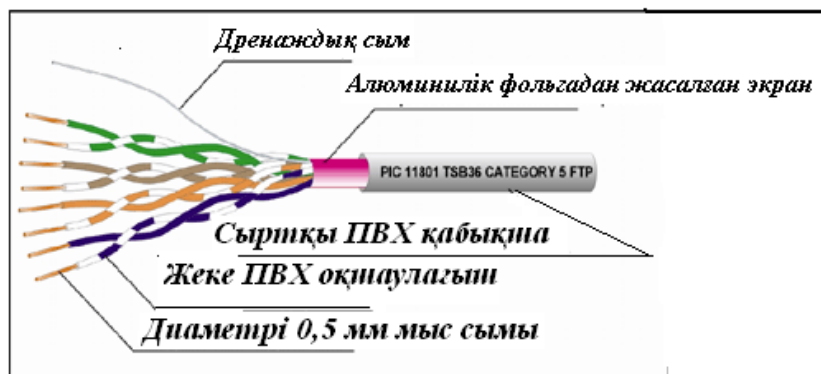
- фольгамен экрандалған кабель
- фольга және қосымша тоқымадан экрандалған кабел
- жеке экрандалған жұбы бар кабель

Экрандалмаған кабел құрылымы 2.1-суретте көрсетілген.



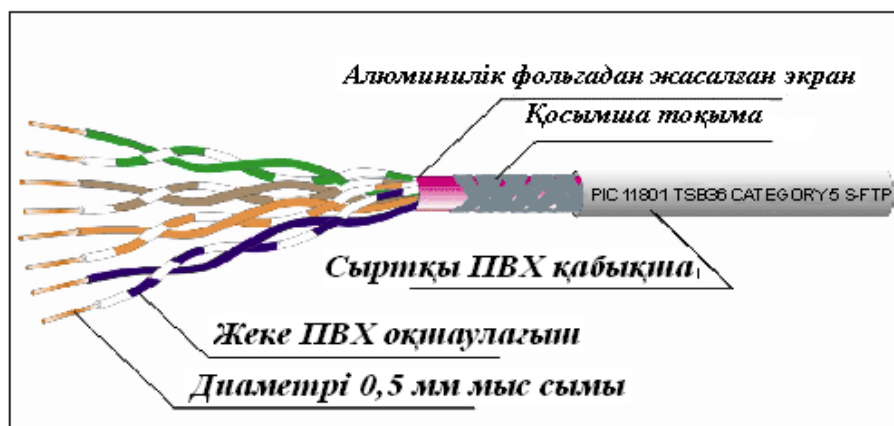
Сурет 2.1 - Экрандалмаған кабел құрылымы

Фольгамен экрандалған кабель құрылымы 2.2-суретте көрсетілген.



Сурет 2.2 - Фольгамен экрандалған кабель құрылымы

Фольгамен және қосымша тоқымадан экрандалған кабел құрылымы 2.3 суретте көрсетілген.



Сурет 2.3 - Фольгамен және қосымша тоқымадан экрандалған кабел құрылымы

ISO11801 2002 стандартамен жасалған кабелдер классификациясы

ISO11801 2002 стандартының жаңа редакциясына байланысты кабелдің де жаңа типі пайда болды, ол кабелді бірқалыпқа теңестіруге мүмкіндік береді. Атауы екі бөлімнен тұрады – бірінші бөлім кабел қабықшасына, ал екінші бөлім бұралған жұптың құрылымына жауап береді. Мысалға, SF/UTP – жалпы экраны фольгадан және тоқымадан тұратын, әр жұп экрандалмаған кабел. Монтаждау кезінде фольгамен қапталған кабель көп қолданысқа ие. Фольга жұпқа оратылады немесе бір қабықша астына сварка жасалынады. Қай жағдайда да мұндай кабелде дренажды сым орналасады, ол фольганы жарылудан сақтайды және экранға электрлік үзіліссіздікті қамтамасыз етеді. Дренажды сым ретінде әдетте диаметрі 0,5 мм бірталшықты мысты сым қолданылады. Қолданыстағы барлық кабелдердің 90%-тін осы типке жататын кабелдер құрайды. Сонымен қатар, фольгадан бөлек мысты сымнан жасалған оплеткалар қолданылады.

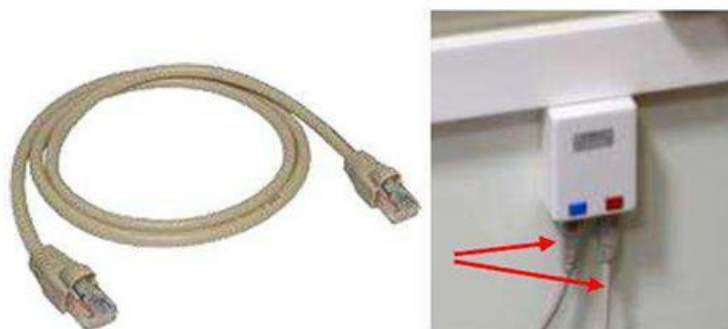
Мұндай оплетка электрлік экранның үзіліссіздігімен қоса қосымша экрандауды қамтамасыз етеді. Ереже бойынша мұндай жағдайларда дренажды сым болмайды. Мұндай кабельдер жақсы сипаттамаға ие және ағытпа сенімді қосылуға ие.

Өткізу жолағын жақсарту туралы талаптардың көбеюі «бұралған жұпты» 100 Омды кабел типінің құрастырылуына әкелді, ондағы әрбір жұп жеке экрандалған. Әр жұп фольгамен экрандалған, ал барлығы қосылып шалшықты, мысты оплеткаға кіреді. Бұл кабелдер 7 категориялы жүйелерде қолдану үшін құрастырылған. Бұл кабел қазіргі кезде көп қолданысқа ие емес.

## 2.2 Коммутациялық розеткалар және патч-кордтар

Коммутациялық розеткалар - коммутациялық шнурлар (патч-кордтар) мен шеткі құрылғыларды қосатын құрылғы болып табылады.

Телекоммуникациялық розетка – пассивті жалғанған жабдық, ол ықшам болып немесе жабдықтар тобынан тұруы мүмкін, олардың телекоммуникациялық ұшықтары бар немесе орнатылуы мүмкін.



Сурет 2.4 – Коммутациялық розеткалар

Патч – кордтың арнауы.

Коммутациялық шнурлар (патч-кордтар). Коммутациялық шнурлар компьютерлерді желіге тікелей қосады. Коммутациялық шнурдың ұзындығы 5 метрден аспауы қажет. Коммутациялық шнурлар (патч-кордтар) құрылымдық кабельдік жүйенің ажырамайтын бөлігі болып есептеледі. Патч – корд кабельдік каналдарда және құрылғы соңында орналасқан кабельдік жүйе арасын байланыстыратын буын. Патч – кордтың суреті 2.5 көрсетілген.



Сурет 2.5 - Патч – корд

Екі жағынан алмалы – салмалы (конекторлар) бар, физикалық жағынан 5 метр ұзындықты кабель фрагментін көрсетеді. Бұрылған жұп негізіндегі желі үшін коммутациялық шнурлар, талшықты – оптикалық негізіндегі кабельдер және телефондық желілер үшін патч – кордтар бар[5].

Ол бір желі байланысын басқасымен қосады. Сонымен қатар компьютердің желілік адаптерін кабельдік жүйемен қосу үшін қолданады.

Коммутациялық шнурлар - құрылымдық кабельдік жүйенің басқа компоненттері сияқты жоғары жұмыс істейтін сапасымен кепілдірілген. Бірақ басқа компоненттерден айырмашылығы, патч – кордтар мен компьютерлік розеткалардың ұялары құрылымдық кабельдік жүйені қолданғанда ең әлсіз орындар болып келеді. Ол осы уақытта магистральдық кабельдер немесе механизм розеткалары кабельдік каналдарға жасырылғандықтан немесе қабырғаларға бітелгендіктен, патч – кордтың сыртқы әсері үшін қорғаныссыз қалады. Патч – корд геометриясындағы кабель мен конектордың қосылған жеріндегі бұзушылықтан аулақ болу үшін, іліну кезіндегі кабельдің бұрылыс радиосын көбейтетін арнайы қалпақшалар қолданады.

#### Патч-панель

Патч-панельдер немесе компьютерлік панельдер коммутациялық орталықты ұйымдастыру үшін қолданады. Олар байланыс жүйесін тез коммутациялауын іске асырады. Физикалық жағынан коммутациялық панель RJ-45 алмалы – салмалы блоктан жасалған және KRONE, S110 конекторымен қосылған немесе оған ұқсас. Көлденең өткізгішке жұмыс істейтін орындағы әрбір розеткаға өзінің алмалы – салмалы патч – панелі сәйкес келіп, осы конекторлармен қосылады. Патч – панелінің суреті 2.6 көрсетілген. Өзінің қатарында RJ-45 алмалы – салмалы патч – панелі коммутациялық шнурлар (патч-кордтар) арқылы сәйкес келетін алмалы – салмалы активті коммуникациялық құрылғылармен қосылады, мысалы коммутаторлар, концентраторлар, маршрутизаторлар [6].



Сурет 2.6 – Патч –панель

Осының соңында, осы жүйе арқасында кабельдік жүйе коммутацияны басқару тиімдісіне жетеді. Шнурдың екі соңындағы алмалы – салмалы қосылуы коммутация процесіндегі розетка мен порттардың оперативті коммутациялауы кезіндегі құралдарды қолданбай және көрші тізбекті тимеу батылдылықты қамтамасыздандырады.

Егер қосымша патч – панельмен болса, онда коммутация басқа тым қиын сұлба арқылы жасалады, себебі панель порттары активті құрылғының порттары болып саналады. Егер коммуникациялық құрылғыда көп порты конекторлар болса, онда осындай сұлба актуальды.

Патч-панельде алмалы – салмалы әр түрлі болады, көбінесе RJ-45 қолданады. Алмалы – салмалының типі патч – панель конектор типіне байланысты.

Патч-панельдер коммутациялық шкафтарға, бағанаға, рамаларға монтирленеді, бірақ қабырғаға ілінетін де патч – панельдер болады. Ереже бойынша патч – панельдер 19 және 12 дюймалық болып ерекшеленеді.

#### Баулар (шнурлар)

Баулар белсенді жабдықты телекоммуникациялық розеткаларға жалғау үшін қолданылады.

Баулар ҚКЖ-да жалғау нүктелеріне қарай бөлінеді:

Электрлік байланыс розеткасына жалғанған абонент үшін;

Телекоммуникациялық бөлмеде орнатылған белсенді жабдық;

Телекоммуникациялар үй-жайында орнатылған үлестіру құрылғыларын өзара ауыстырып-қосу.



Сурет 2.7 - Баулардың ҚКЖ-да жалғанып қосылған жеріне байланысты типтері

## 2.3 Маршрутизаторлар, шлюздер және көпірлер

Қайталағыштар қолданылған кезде желінің ең үлкен ұзындығы 2500 метрді құрайды. Осы шектеулерді еңсеру үшін басқа құрылғылар (көпір) қажет. Көпірлердің қайта таратқыштардан өзгешелегі көп. Қайталағыштар барлық дестелерді жіберіп отырады. Егер дестені басқа сегментке көшіру қажет болмаса, ол сүзгіленеді. Көпірлер үшін дестелерді жіберу мен сүзгілеуге арналған көптеген алгоритмдер (ережелер) бар. Ең аз талап – дестелерді арналу адресіне дейін сүзгілеп алу.

Көпірді пайдаланған кезде пайдаланушылар бір ғана сегментті қолданады, ал әртүрлі сегменттердің пайдаланушылары тәуелсіз орталарды қолданады. Осылайша, көпір желіні кеңейту тұрғысынан алғанда артықшылықтар ұсынады және әр пайдаланушы үшін үлкен өткізу қабілетін қамтамасыз етеді.

Алғашқы Ethernet желілерінде коаксиальді кабельге негізделген шинаның топологиясы және қайта тартақыштардың желілерін кеңейту қолданылып отырды. 2 порт немесе көпір қолданылып отырды. Алайда 1980-шы жылдардың соңында өткізгіштері есулі кабельдік желілер (есулі қосақтан) кең тарады. Жаңа 10Base-T технологиясы аса танымал болып, жұлдыз типіндегі қосылыстарда Busstamm ұйымдастыру желісі топологиясының өзгеруіне әкелді. Қайта таратқыш пен осындай желілерге арналған көпірлерге қойылатын талаптар шина топологиясына ие желілерге арналған қарапайым қос порттық құрылғылардан едәуір өзгеріп кеткен – қазіргі көпірлер мен қайта таратқыштар күрделі көп порттық құрылғылар болып табылады.



Сурет 2.8 – Көпір мен қайталауыштарды жалғау сұлбасы

Көпірлер сияқты маршрутизаторлар Ethernet желілерін сегменттеуді қамтамасыз етеді. Маршрутизатордың сүзгілері және тарату желілеріне негізделген алгоритмдер мен ережелер көпірлердің алгоритмдерінен қатты өзгешеленеді. Осылайша, желілерді сегменттеу қымбат шара болып табылады, алайда оның тиімділігі жоғары.

Әртүрлө желілік хаттамалар бірыңғай желіде жұмыс істеу үшін біріктірілген желінің әртүрлі бөліктерінде қолданылған жағдайда торап туралы бүкіл ақпаратты, стандарттық хабар тарату әдісін қолдануға болады.

Кең хабар тарату хаттамасын арналардың хаттамаларына қарағанда тарату қиынға соғады, себебі тораптардың бірыңғай адресстеу жүйесімен деректерді тарату арнасының деңгейіне қарағанда, әрбір желі хаттама адресінің өзіндік форматына ие болады. Адресстеу жүйесіндегі өзгешеліктерге қосымша түрде әрбір желілік хаттамада басқа да көптеген нақты функциялар бар, олар әртүрлі хаттамалар үшін сандық параметрлері бойынша өзгешеленіп отыруы мүмкін (мысалы, кідірудің әртүрлі мәндері, өмірлік дестелердің ұзақтығы немесе дестелердің ең үлкен өлшемі). Хаттамалар сондай-ақ функционалдығы бойынша өзгешеленіп отыруы мүмкін, мысалы, олардың кейбіреуі қосылысты орнатумен орындалады, ал екіншілері байланыс жоқ кезде орындалады, кейбіреулерінде фрагменттеу мүмкіндігі ескерілген. Мұндай спецификалық функциялар желілік хаттамаларды аудару міндетін қояды, бұл бағдарламалық қамтуды қолдануды қажет етеді. Желілік хаттаманы өзге құрылғыға беретін құрылғы бұл шлюз. Шлюз көбінеки жалпы мақсаттағы компьютерге орнатылған бағдарламалық өнім болып табылады және бұл жағдайда ол бағдарламалық шлюз деп аталады.

Шлюздер арнайы аппараттық платформада іске асырылған, олар аппараттық шлюздер деп аталады.

Құрылған ҚКЖ оқшаулы желі мен телефондық желінің жұмысын қамтамасыз етіп отыруы тиіс, яғни әрбір жұмыс орны, екі шығыстық модульдерімен ақпараттық тасымалдағыш. Ішкі телекоммуникациялық желі мен ішкі компьютерлік желі біртұтас нәрсе ретінде, ҚКЖ-ның бөлігі ретінде әзірленген. Қуат көзіне жалғанған екі ақпараттық шығыстарға қосымша түрде жұмыс орнында розеткалар орнатылады, ал розетка үй шаруашылығының қуат көзіне жалғанады.

## **2.4 Оптикалық кабельдік жүйелер**

### **Жарықдиодтар және кабелдер**

Жарықдиод бойымен электромагниттік энергияларды тарату толық ішкі бейнелену эффектісіне негізделген. Жарық сәулесі екі қабатты жарықберуге кіргенде толық ішкі бейнеленудің көмегімен жүрекше ішінде ұсталып тұрады.

Бұл эффектін жүзеге асыру үшін әр түрлі көрсеткіштері екі қабат құралады. Көрсеткіштердің өзгеруіне байланысты талшыұтардың екі типі көрсетіледі: табалдырықты және градиентті көрсеткіштер өзгеруі. Ереже бойынша екі қабат та кварцты шыныдан жасалады.

Жарықжолтарда бағытталған толқындар типін тарату құрылымы және параметрлері бойынша ерекшеленеді. Жарықжол параметріне тәуелді оның бойымен копмодалар не бірмодалар таратылуы мүмкін. Сондықтан сәулежелолдар



бірмодалы және көпмодалы болып бөлінеді. Ал сәуле таралуының екі түрі бар: Сатылы және градиентті.

Жарықберушілер өлшемдері бөлшек арқылы екі санмен анықталады: бірінші сан – микрондардағы орталық талсымның диаметрі, екіншісі – қабықша диаметрі. Компьютерлік желілерде талшықтардың келесі желілері қолданылады:

8/125 мкм – табалдырықты өзгеру көрсеткіші бар бірмодалы талшық;

50/125 мкм – градиентті өзгеру көрсеткіші бар көпмодалы талшық;

62,5/125 мкм – градиентті өзгеру көрсеткіші бар көпмодалы талшық;

Жарықберушілердің негізгі параметрлері

Жарықберушілердің екі негізгі параметрі бар, олар оның техникалық сипаттамаларын анықтайды: жиіліктер жолағы және өшулік.

Таратылатын сигналдың жиіліктер жолағы жарықберуші бойымен оптикалық сигналды тарату кезіндегі дисперсиямен анықталады. Оптикалық сигналдың дисперсиясы – оптикалық сигналдағы спектралды не модальді құрамдардың уақыт бойынша жоғалуы. Дисперсия таратылатын сигналдың пішінінің бұрмалануына негізделеді және ол шағылысатын толқынның ұзындығына тәуелді. 1300 нм диапазонындағы нөлдік дисперсия аумағы кабелдің жоғары жиіліктеріне негізделеді (500 МГц\*км). Жиіліктер жолағы бойынша шектеу модальді дисперсиясы арасымен анықталады. Қазіргі уақытта көпмодальді кабелдер 50/125 мкм шығарылып жатыр, олардың өткізу жолағы – 2,2 ГГц\*км дейін 850 нм жолағында.

Жарықберушідегі өшулік – талшық арқылы оптикалық сигналды тарату кезінде оптикалық қуатты жоғалту. Километрлерде децибелмен өлшенеді (ДБ/км) 300 ДБ/км-ден 0,2 ДБ/км-ге дейінгі диапазон аралығында жатады. Өшулік толқын ұзындығына тәуелді.

Байланыстың оптикалық байланыс жолдарының жиілік диапазоны бар. Бұл атау көбіне шартты, себебі, диапазондарды таңдау сәуле шығарғыш құрылғылармен және қабылдағышпен анықталды. Көбіне оптикалық кабелдер 0,85, 1,3 и 1,55 мкм толқын ұзындықтарында жұмыс істейді. Толқын ұзындығының диапазоны 850 нм-кең қолданыс тапты, себебі, бұл диапазонға келетін сәуле шығарғыштар мен қабылдағыштар арзан. 1300 нм диапазонында шығындар аз, сәуле шығарғыштар қымбат.

## 2.5 ҚКЖ-дегі оптикалық біріктірулер

Ағытпалы оптикалық біріктірудің ең маңызды бөлігі орталықтандырылған қоюшы болып табылады – оның даярлау нақтылығын потенциалды қол жетімді параметрлері анықтайды. Керамикалық қоюшылар ең көп таралған, темір және полимерлік қоюшылары сирек кездеседі. Дегенмен, мұндай қоюшылар арзан тұрады, олардың параметрлері, керамикалық вставкаларға қарағанда нашар болып келеді. Әдетте қоюшылар диаметрлері 2,5 мм болады, кейбір жаңа

өңдеулерде 1,25 мм диаметрлі қоюшылар қолданылады. Керамикалық қоюшыларда материал ретінде әдетте оксид циркония қолданылады.

Коннектор және біріктіргіш:

Коннектордың негізгі атауы – талшықтардың бір біріне қатысты позициялануы. Талшықтардың сенімді фиксирленуін қамтамасыз ету үшін, түрлі әрекеттер қолданылады. Ең көп таралғандарының бірі – желінің көмегімен коннектор денесіне талшықтарды қатыру. Әдетте, әр түрлі екі компонентті және бір компонентті эпоксидті смолалар қолданылады. Желі талшықтарды коннектор денесінде сенімді қатырады және талшықтарда қосымша кернеу тудырмайды. (эпоксидті смолалардың фиксирленген күйіндегі көлемді отырғызылғаны 1% тен төмен). Біріктіру сапасы ұзақ жылдарға кепілдендіріледі (25-30 жыл). Мұндай қатыру тәсілінің бір ғана кемшілігі – ол монтажға деген көп уақыттың жұмсалуды болып табылады. Бұл желіні даярлау қиындығына, коннектордың онымен толуына және де желіні кептіруге көп уақыттың жұмсалына байланысты (5 тен 30 минутқа дейін). Бұл кемшілікті жеңу үшін, әр түрлі фирмалар, өндірушілер коннекторге компаунды алдын ала жағу технологиясын ұсынады. (HotMelt «AMP», QuickShot "ITT NS&S" және т.б.). Бұл технология бойынша полимерлі компаунд өндіру кезінде, коннектордың ішкі жағынан енгізіледі. Монтаждау процесінде коннектор жоғары температураға дейін қызиды (~200° С) және ол ішінде жұмсарады. Ол талшықтарды енгізу мүмкіндігін береді, ал суыған соң, полимер талшықтарды қатырады. Бұл тәсілдің негізгі кемшілігі, осы коннекторлар бағасының жоғары болуында (әдетте 30-50%).

Талшықтарды қатыру тәсілдері:

«ST» типті оптикалық коннекторлар

ST ағытпасы AT&T Bell Laboratories ғимаратында кабелді өткізгіште қолдану үшін сконструирленген болатын. Ол сенімді және қарапайым қосылуға мүмкіндік беретін, «байонет» типті 2,5 мм орталықтандырылған вставка және қатырылған гайка қолданады. Сонымен қатар, ағытпада, коннектордың өз айналасында бұралуға жол бермейтін фиксатор бар.

«ST» типті коннектор:

Бұл ағытпаның ең жиі қолданылуына байланысты, ол әр түрлі модификацияларда: керамикалық, темір және пластикалық орталықтандырылған вставкалармен, в многомодовом и в одномодовом нұсқауда, сонымен қатар желісіз ағытпаларда шығарылады. Еңгізулі затухания орташа мағынада 0,2 ДБ өзгеріп отырады 0,7 ДБге дейін керамикалық вставка ағытпалары үшін және пластикалық вставка ағытпалар үшін.

«SC» коннектор типі

Қазіргі заманғы коннекторлар типі, 1990 ж. дан бастап белсенді қолданыла бастаған. Конструкцияның негізгі бір ерекшелігі тәуелсіз («pull-proof») болып келеді, коннектор және кабель корпусына қатысты вставканы орталықтандырылған біріктіру.

«Бұл кабельге және коннектор корпусына механикалық әсері кезінде оптикалық контактның сенімділігін қамтамасыз етеді. «SC»-коннекторының

басқа конструктивті ерекшелігі – коннектор фиксациясы үшін корпусың айналуы болмайды. Бұл көп талсым-кабелдерді қолдану үшін ағытпаларды біріктіру мүмкіндігін береді. «SC» атауының өзі (subscriber connector) – абоненттік коннектор оның телекоммуникацияда кең қолданылатынын растайды. Ол локалді желілерде де кең қолданыс тапты, «ST» ағытпасын ауыстыра отырып. Қазіргі уақытта ол негізгі коннектор типі ретінде ғимараттардың кабелді желілерінде қолдану үшін ANSI/TIA/EIA-568-A стандарттарына қосылған.

MT-RJ коннекторы [9,10].

MT-RJ коннекторы MT-технологиясы бойынша жасалған және RJ-45 ағытпа типті вилкаға модифицирленген көпталшықты коннектор болып табылады. Бұл ағытпа типі екі талшықтың бір уақытта монтаждауына негізделген. SC коннекторымен салыстырғанда бұл тип коннектор ұзындығының екі есе азын қамтамасыз етеді, кері шағылу деңгейінің төмендеуі 44 ДБ-қа дейін. Коннектор фиксациясы кабелдік жүйелер үшін қарапайым және жеткілікті. RJ-45 өлшемдеріне ұқсайтын өлшемдер оптоталшықты порттрды жоғары тығыздықпен орналастыруға мүмкіндік береді.

Коннектор монтаж процедурасы қысқартылған: коннектордың өзінде талшықтың бір уысы бар және кабелге монтаж жасау механикалық ағытпалы емес біріктіргіштерге монтаж жасауына ұқсас болып келеді (splice). Бұл тәсіл біріктірудің оптикалық сипаттамаларын қамтамасыз етеді және кері шағылуларда төменгі деңгейге жетеді, ал бұл жаңа желілік хаттамаларда жұмыс істеуге қолайлы.

### 3 Құрылымдалған кабельдік жүйелердің параметрлерін есептеу

#### 3.1 Кабельдің ұзындығын есептеу

Тік қосымша жүйе жұмыс орындарының кросс жабдықтарымен 19" стандарттық монтаж қорабында орналасқан қосылуын қамтамасыз етеді.

Барлық кабельді және кросты жабдықтар, жобада қолданылатын, халықаралық дәрежелі EIA/TIA-568-A стандарт талаптарына сай, сондай-ақ Underwriters Laboratories (UL) АҚШ-тың электрқауіпсіздігі және техникалық сипаттамалары талабына сай жауап береді.

Кабельдің талапқа сай саны келесі эмпирикалық тәсілді пайдалануының себебі, жұмыс орындары қызмет ететін алаңдарға теңдей бөлінген, кабельді трассалардың орташа ұзындығы ( $L_{cp}$ )[12] :

$$L_{cp} = \frac{L_{max} + L_{min}}{2}, \quad (3.1)$$

формуласымен есептелінеді.

Мұнда  $L_{min}$  және  $L_{max}$  – сәйкесінше кабельді трассаның кросс жабдығының ең жақын және алыс жұмыс орындарының кабельді салу технологиясын есептеп, барлық төмендету, көтеру, бұрылыс және тұрғын үйдің ерекшеліктерін ескере отырып, ақпараттың таратылымға дейінгі ұзындықтары. Трассалардың ұзындығын анықтағанда, 10% көлеміндегі  $L_{cp}$ -дан қосымша  $X$  дейінгі кабельді тарату орталығындағы және ақпараттың таратылымдағы технологиялық қосымшаны қосу керек; трассалардың  $L$  ұзындығы[19]:

$$L = (K_s \cdot L_{cp} + X) \cdot N, \quad (3.2)$$

мұндағы  $N$  – қабаттағы розетка саны;

$K_s$  – технологиялық қор коэффициенті, 1,1 (10%) құрайды.

Әр қабатқа қажет кабельдің санын есептеп қосамыз. Бөлшектік мәндерді бүтінге дейін айналдырамыз.

Бірінші қабат үшін  $L_{min}$  және  $L_{max}$  30 және 45 метрге тең келеді:

$$L_{cp} = \frac{30 + 45}{2} = 38 \text{ м}$$

$$L = (1,1 \cdot 38 + 2) \cdot 10 = 453 \text{ м}$$

Екінші қабат үшін

$$L_{\min} = 15 \text{ м}; L_{\max} = 20 \text{ м.}$$

$$L_{\text{ср}} = \frac{15 + 20}{2} = 18 \text{ м.}$$

$$L = (1,1 \cdot 18 + 2) \cdot 12 = 286 \text{ м.}$$

Үшінші қабат үшін  $L_{\min} = 10 \text{ м}; L_{\max} = 30 \text{ м.}$

$$L_{\text{ср}} = \frac{10 + 30}{2} = 20 \text{ м.}$$

$$L = (1,1 \cdot 20 + 2) \cdot 40 = 960 \text{ м.}$$

Төртінші қабат үшін  $L_{\min} = 25 \text{ м}; L_{\max} = 30 \text{ м.}$

$$L_{\text{ср}} = \frac{25 + 30}{2} = 27,5 \text{ м.}$$

$$L = (1,1 \cdot 27,5 + 2) \cdot 10 = 322,5 \text{ м.}$$

Тік қосымша жүйеге барлығы:

$$L_{\text{ср}} = 453 + 286 + 960 + 322,5 = 2000 \text{ м}$$

### 3.2 Симметриялы қосылыстардың өзара әсерлесуі

Берілу өлшемдері мен жұмыс диапазонының 800 Гц  $f = 800 \text{ Гц}$  жиілігінде төмендегі формуланы пайдаланамыз:

$$\alpha = 8,69 \sqrt{\frac{\omega C(R - \omega L)}{2}}, \text{ дБ/км} \quad (3.3)$$

$$\alpha = 8,69 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 800 \cdot 23,5 \cdot 10^{-9} \cdot 566}{2}} = 1,574 \frac{\text{дБ}}{\text{км}}$$

мұндағы R, L, C, G —кабельдердің алғашқы өлшемдері.

Тұтас шлангтен жасалған полиэтилендік изоляция үшін. Екеулік айналдыру кәсіпорындағы ең қарапайымы және негізінен кабельдерді дайындауда пайдаланылады. Изоляцияланған желінің диаметрі [9, 10]:

$$d_1 = d_0 + 2t, \quad (3.4)$$

$$d_1 = 0,5 + 2 \cdot 1,1 = 2,7 \text{ мм.}$$

мұндағы  $d_0$  — жалаң ток өткізгіш желінің диаметрі;  
 $t$  — полиэтилендік изоляцияның жуандығы,  $t = 1,1$  мм.

Қоспап айналдыратын желі орталықтарының арасындағы қашықтық:

$$a = d_1 = 2,7 \text{ мм.}$$

Кабельді жалғаулардың айналдыру коэффициенті:  $\chi = (1,02 \dots 1,07)$

Үлестік қарсыласу:  $\rho = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$

Қоспап айналдыруға қосымша санақ:  $P = 1$ :

Жалғаудың қарсыласуы:

$$R_0 = \frac{\rho \cdot 10^3 \cdot 4}{\pi \cdot d^2}. \quad (3.5)$$

$$R_0 = \frac{0,0175 \cdot 10^3 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,5} = 44,5 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$$

Жұптық топтардың диаметрі:

$$d_n = 1,71 \cdot d_1. \quad (3.6)$$

$$d_n = 1,71 \cdot 2,7 = 4,6 \text{ мм}$$

kr анықтаймыз[22]:

$$kr = 0,0105 \cdot d \cdot \sqrt{f}. \quad (3.7)$$

$$kr = 0,0105 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{800} = 0,72$$

$F(kr)=0,72$ ,  $G(kr)=0,1$ ,  $Q(kr)=28,3$  және  $H(kr)=0,04176$

Симметриялық кабельдің қарсыласуы:

$$R = 2 \cdot R_0 \cdot \chi \cdot (1 + F(kr)) + \frac{P \cdot G(kr) \cdot (d/a)^2}{1 - H(kr) \cdot (d/a)^2}. \quad (3.8)$$

$$R = 444,108 \cdot 1,718 = 569,5 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$$

Металдағы шығысты ( $R_m$ ) қайта есептеу:

$$R_m = R_{m200} \cdot \sqrt{f/200}. \quad (3.9)$$

формуласымен жүзеге асады.

$$R_m = 8 \cdot \sqrt{800/200} = 16 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$$

мұндағы  $R_m$  - кестелік мәліметтер

$f$  - жиілік, Гц.

Біздің кабельде металдық қаптама жоқ, сондықтан,  $R'_{MT} = 0$ .

Жалпы қарсыласу[22]:

$$R_{жал} = R_m + R. \quad (3.10)$$

$$R_{жал} = 569,5 + 16 = 585,5 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$$

Сыйымдылық[10]:

$$C = \frac{\chi \cdot \epsilon_r \cdot 10^{-6}}{36 \cdot \ln(a \cdot \psi / r)}. \quad (3.11)$$

$$C = \frac{1,02 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{36 \cdot \ln(2,52 \cdot 0,74 / 0,16)} = 23,5 \text{ нФ / км.}$$

Индуктивтілік:

$$L = (4 \cdot \ln \frac{a-r}{r} + \mu \cdot Q(kr)) \cdot 10^{-4}. \quad (3.12)$$

$$L = (4 \cdot \ln \cdot \frac{2,52 - 0,16}{0,16} + 1 \cdot 28,3) \cdot 10^{-4} = 39 \cdot 10^{-4} = 3,9 \text{ МГн/км.}$$

$$r = 0,16 - \text{жез кабатынын радиусы } \mu = 1.$$

Жердегі қабаттан желіні алыстатын коэффициент [22]:

$$\psi = \frac{(d_n + d_1 - d)^2 - a^2}{(d_n + d_1 - d)^2 + a^2}. \quad (3.13)$$

$$\psi = \frac{(4,31 + 2,52 - 0,32)^2 - 2,52^2}{(4,31 + 2,52 - 0,32)^2 + 2,52^2} = 0,74$$

Диэлектрикалық өтімділіктің эквиваленттік мәні:  $\epsilon_r = 2$ .

Диэлектрикалық шығыстың бұрышы  $\text{tg} \delta = 2 \cdot 10^{-4}$   $f = 800 \text{ Гц}$  жиілікте

Кабельді жүйелердегі изоляцияның өтімділігі:

$$G = \omega \cdot C \cdot \text{tg} \delta + \mu \cdot Q(kr) \cdot 10^{-4}. \quad (3.14)$$

$$G = 2 \cdot 3,14 \cdot 800 \cdot 23,5 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 0,024 \text{ мкСм/км.}$$

мұндағы  $l_{yy}$  – күшейту учаскесінің ұзындығына тең, қосу жүйелері (қапталмаған жалғаулар) ұзындығына тең. Күшейту учаскесінің ұзындығы жақындатылған формула бойынша есептелінеді:

$$l_{yy} = \frac{A_y}{\alpha}, \text{ км} \quad (3.15)$$

мұндағы  $\alpha$  - 800 Гц жиілігінде жалғаудың істен шығу коэффициенті.

$A_y$  - күшейту учаскесінің жабылатын сөнуі;

$$A_y = 32 \text{ дБ.}$$

$$l_{yy} = \frac{32}{1,574} = 20,33 \text{ км.}$$

Байланыстардың активті құрамдары ара-қатынастан анықталады [22].

$$g / \omega k = 0,2 \text{ және } r / \omega m = 0,4, \quad (3.16)$$

мұндағы  $r$ ,  $g$ ,  $k$ ,  $m$  — әсерлесудің алғашқы параметрлері.



Толқындық қарсыласу:

$$Z_{\theta} = \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad (3.17)$$

$$Z_{\theta} = \sqrt{\frac{3,9 \cdot 10^{-3}}{23,5 \cdot 10^{-9}}} = 407,4 \text{ Ом}$$

### 3.3 Арнаның өткізу қабілетін есептеу

Арнаның өткізу қасиетін кең жолақта есептеу үшін алдымен жалпы ақпарат тарату көлемі мен жергілікті желілер арасында бір күндік жұмыс ішінде анықтаймыз. Ол үшін кәсіпкерлік орын желісінде бірнеше категориялық тұтынушылар жұмыс істейді деп аламыз:

- пайдаланушылар, компьютерлік желісін құжатты электронды пошта арқылы тарату үшін 60-90 %;
- алшақтағы файл-сервердің тұтынушылар саны 25-60 %;
- алшақ МҚ –ң тұтынушылар саны 60-75 %;
- мультимедия мәліметтер тарататын және дауыстық байланыс тұтынушылар 15-20 %.

Бір корпорациядағы АТМ желінің магистральді арнаның өткізу қабілетін есептеу. Ол үшін біріншіден бір жұмыс күнінде локальді желілердің алмасатын ақпараттын жалпы көлемін (1.1) формуласы арқылы анықтау керек.

$$Q = \sum_i Q_i \cdot N_i \quad (3.18)$$

мұндағы  $Q_i$  -  $i$ -ші категорияның бір тұтынушының таратқан мәліметтер көлемі, байт;

$N_i$  – бір локальді желідегі  $i$ -ші категорияның тұтынушы саны.

Жалпы үлестірілген желілерді тұтынушылар саны 65 адамды құрайды. Әр категорияны тұтынушылар саны 3.3 кестесінде келтірілген.

Кесте 3.1 – Әр категорияны тұтынушылар саны

Тұтынушылар категориясы	Тұтынушылар саны
Электронды пошта арқылы құжаттарды жіберу	59
Файл-сервердан өшірілген жүктеме	33
ДҚ мен өшірілген жұмыс	46
Деректерді тарту мультимедиа	10

Кесте 3.1 - те келтірілген сандар бірнеше жыл ішінде үлкен желілер жұмысында статистикалық қадағалаудан алынған.

Бір тұтынушының таратылған мультимедия көлемі келесі формула арқылы табылады.

$$N_i = N_{ATM} \cdot m_i$$

$$Q_{MM} = \frac{q}{8} \cdot t \cdot 3600, \text{ байт} \quad (3.19)$$

мұндағы  $q$  – мультимедия мәліметерінің таралу жылдамдығы, бит/с;  
 $t$  – таралу уақыты

Берілген мультимедияның тарату көлемі бір тұтынушыға тең:

$$Q_{MM} = \frac{1024^2}{8} \cdot 2 \cdot 3600 \cdot 10 = 9437184000 \text{ байт.}$$

Жалпы ақпарат көлемі, соңғы тұтынушыламен берілетінді құрайды:

$$Q = 3 \cdot 1024^2 \cdot 59 + 8 \cdot 1024^2 \cdot 33 + 28 \cdot 1024^2 \cdot 46 + 9437184000 \cdot 10 = 11250171904 \text{ байт}$$

Кәсіп орынның таралған желісінің ЛЕЖ санын анықтау

$$N = N_{ЛВС} \cdot 2, \text{ саны} \quad (3.20)$$

$$N = N_{ЛВС} \cdot 2 = 7 \cdot 2 = 14, \text{ саны}$$

Әрбір сервер бір тәулік бойы  $N$  Гбайт көлемі бар ақпаратты таратады,  $p_1$  %- жұмыс күнде таратылған ақпарат,  $p_2$  % - түнгі уақытта таратылған ақпарат.

Серверлермен таратылған ақпарат көлемін есептеу.

$$Q_c = Q_i \cdot N \cdot K, \text{ байт} \quad (3.21)$$

мұндағы  $Q_i$  – бір сервермен таратылған ақпарат көлемі, байт;

$N$  – бір уақытта істеп тұрған серверлар саны;

$K$  – серверлармен таратылған ақпарат көлемінің бір бөгеуілге тұрақты циклдік кодтарлігі.

Серверлармен таратылған ақпарат көлемін есептеу:

$$Q_c = 1 \cdot 1024^3 \cdot 4 \cdot 0,75 = 3221225472 \text{ байт.}$$

АТМ коммутаторының өткізу қабілетін есептеу үшін оның дуплексті режимде жұмыс істейтінін ескеру керек.

АТМ коммутаторымен өнделген мәліметтер көлемі:

$$Q = Q_{\text{п}} + Q_{\text{с}}, \text{ байт} \quad (3.22)$$

мұндағы  $Q_{\text{п}}$  –тұтынушылардың таратқан мәліметтер көлемі;

$Q_{\text{с}}$  –серверлардың таратқан мәліметтер көлемі.

$$Q = 11250171904 + 3221225472 = 14471397376 \text{ байт}$$

Келесі есептеулерге міндетті түрде бір күндік жұмыс ішінде берілетін кадрлар санын білу қажет. ADSL технологиясы 53 байт кадр ұзындығынан, оның 48 байт ақпараттық және 5 адрес ақпараттан тұрады.

Пайдалы ақпаратты тарату үшін ADSL кадрлар санын (3.24) формуласымен есептейміз.

$$N_{\text{кадров}} = \left[ \frac{Q}{48} \right] + 1, \text{ пакет/күн} \quad (3.24)$$

мұндағы  $Q$  – таратылған ақпараттың көлемі, байт;

48 –ақпараттың ұзындығының (қажетті) бір бөлігі;

[1] –бүтін бөгеуілге тұрақты циклдік кодтарлікті білдіреді.

Жеке кадрлар саны берілетін кадрларға тең:

$$N_{\text{кадров}} = \left[ \frac{14471397376}{48} \right] + 1 = 301487446 \text{ кадрлар/күн}$$

Байланыс магистраль каналының өткізгіш қабілетін есептеу үшін жаппай қызмет ету терориясын пайдаланамыз.

Жаппай қызмет ету терориясын пайдалану үшін пакетердің түсу жылдамдығымен және қызмет ету жылдамдығы арасындағы қатынасты білдіреді. Пакеттердің түсу жылдамдығын келесі формуламен анықтаймыз.

$$V = \frac{N_{\text{пакетов}}}{T \cdot 3600}, \text{ пакет/с} \quad (3.25)$$

мұндағы  $N_{\text{пакет.}}$  –жұмыс күні бойы таратылған пакеттер саны;

$T$  –Жұмыс күннің ұзақтығы,сағ.

Корпорациядағы АТМ желінің магистральді каналының өткізу қабілетін есептеу.

$$V = \frac{301487446}{8 \cdot 3600} = 10468,3 \text{ кадр/с}$$

Корпорациядағы АТМ желінің магистральді каналының өткізу қабілетін есептеу. Ол

$$L_{\text{пакета}} = L_{\text{инф}} + L_{\text{адр}} \quad (3.26)$$

мұндағы  $L_{\text{инф}}$  – пакеттің ақпараттық бөгеуілге тұрақты циклдік кодтарлігінің ұзақтығы;

$L_{\text{адр}}$  – пакеттің адрестік бөгеуілге тұрақты циклдік кодтар.

ADSL технологиясы үшін ақпараттық бөліктің ұзындығы  $L_{\text{инф}} = 48$  байт және адрестік бөліктің ұзындығы  $L_{\text{адр}} = 5$  байт, жалпы кадр ұзындығы:

$$L_{\text{кадра}} = 48 + 5 = 53 \text{ байт}$$

мұндағы  $L_{\text{кадра}}$  – кадр ұзындығы (байт);

$V_{\text{канала}}$  – магистралды каналда ақпаратпен ауысу жылдамдығы, (бит/с).

Бір пакетке қызмет ету уақытты 1.9 формуласымен анықталады.

$$t_{\text{обс.кад}} = \frac{L_{\text{кадра}} \cdot 8}{V_{\text{канала}}} \quad (3.27)$$

мұндағы  $L_{\text{пакет}}$  – таратылған пакет ұзындығы, байт;

$V_{\text{кан.}}$  – магистральді арнадағы ақпаратың алмасу жылдамдығы, бит/с.

Пакеттің тарату жылдамдығы қызмет ету уақыттына байланысты, оны келесіден көруге болады.

$$V_{\text{обслуж}} = \frac{1}{t_{\text{обс.кад}}} = \frac{V_{\text{канал}}}{L_{\text{кадра}} \cdot 8} \quad (3.28)$$

Есептеу нәтижесін кесте 3.4 - ке енгіземіз.

Кесте 3.2 - Магистральді арнадағы қызмет ету жылдамдығын есептеу нәтижелері

	Арнада ақпаратты тарату жылдамдығы, Кбит/с		
	1240	2480	4192
$t_{\text{обс.кад.}}, \text{с}$	0,000477	0,000238	0,000141
$V_{\text{обслуж.}}, \text{кадров/с}$	2094	4202	7067

Байланыс магистраль арнасынан қаншалықты пайдалануы 1.11 формуламен анықталады.

$$P = \frac{V}{V_{\text{обслуж}}}, \quad (3.29)$$

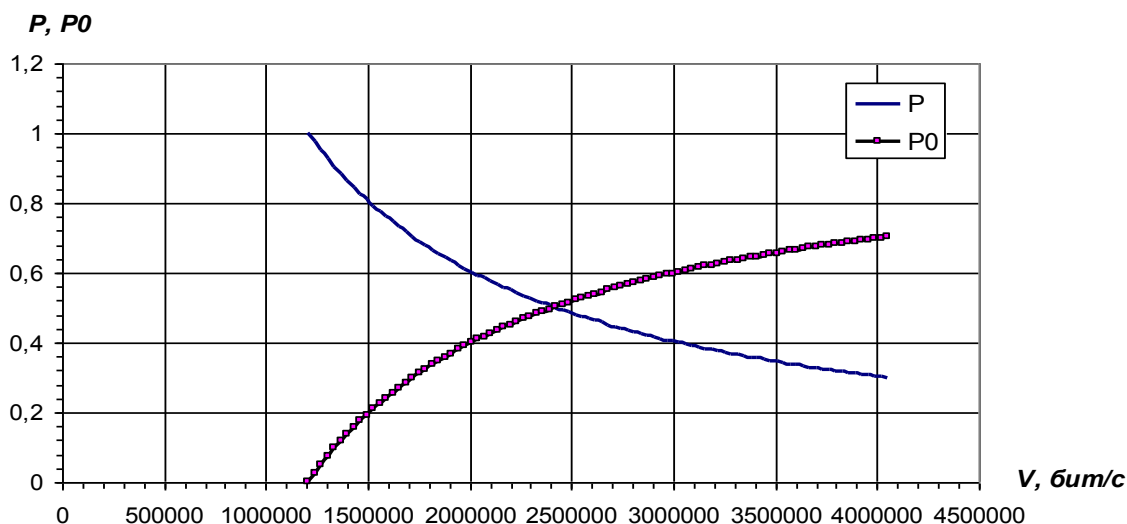
мұндағы  $V$  – пакеттердің түсу жылдамдығы;  
 $V_{\text{обслуж.}}$  – пакеттерге қызмет көрсету жылдамдығы.

(1.12) формула арқылы магистральді арнадағы пакеттердің жоқ болу ықтималдылығын табамыз.

Кесте 3.3 – Тұтынушылар деңгейін есептеу нәтижелері және кадрлардың болмау ықтималдығы

	Арна ішінде ақпаратты тарату жылдамдығы, Кбит/с		
	1240	2480	4192
$P$	0,97	0,4856	0,288
$P_0$	0,025	0,5	0,7

Есептеу нәтижесінен арнаға тәуелді және өткізгіштік қасиетті аранадан кадыр ықтималдығын графикте тұрғызамыз (сурет 3.6). Осы кестені пайдаланып, график тұрғызу қажет.



Сурет 3.1 - Пакеттердің қаншалықты пайдалануы және жоқ болуының ықтималдылығының сұлбасы

### 3.4 Көпмодалы кабельді есептеу

Сындыру көрсеткіштерінің салыстырмалы түрлілігі. Талшық жүрекше мен қабықшадан тұрады. Қабықшаны оптикалық қалың жүрекшені қаптайды, ол жарық тасымалдайтын талшық бөлігін құрайды. Жүрекшенің сындыру көрсеткіштерін және қабықшаларды  $n_1$  және  $n_2$  деп белгілейтін боламыз. Талшықты сипаттайтын маңызды өлшемдерінің бірі болып, сындырудың  $\Delta$  көрсеткіштерінің салыстырмалы түрлілігі болып табылады [12,14].

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1}. \quad (3.31)$$

$$\Delta = \frac{1,46 - 1,45}{1,46} = 0,007$$

Формалды салымды баспалдақты талшық үшін өндірген дұрыс, онда жүрекшенің сындыру көрсеткіші үнемі тұрақты көлем ( $n_1 = \text{const}$ ) болып табылады. Жүрекше оптикалық қабықшаға байланысты қалың орта болғандықтан ( $n_1 > n_2$ ), онда құлаудың  $\theta_c$  сыну бұрышы – құлаудың сынған сәулесі екі ортаның шекарасына баратын ішкі бұрышы болады ( $\theta_2 = 90^\circ$ ). Снеллиус заңдылығы бойынша, бұл құлаудың сыну бұрышын оңай табуға болады:

$$\theta_c = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right). \quad (3.32)$$

$$\theta_c = \arcsin\left(\frac{1,45}{1,46}\right) = 83,2^\circ$$

Дисперсияға F параметрі (өткізу қабілеті) байланысты, ол жарықөткізгіштің өткізетін жиілігін анықтайды. Одан оптикалық кабель бойынша тарататын ақпараттың көлемі байланысты. Дисперсия жарық өткізгіштің пайдалану жиілік диапазонын ғана шектеп, қоймай, сондай-ақ, оптикалық кабель арқылы берілетін хабардың ұзақтығын анағұрлым төмендетеді, жүйе ұзын болған сайын, дисперсия арта түсіп, импульстің ұлғаюы артады.

Каналдардың саны былай анықталады: алғашында импульстардың модалық дисперсиямен байланысты (көп модалық талшықтарға)  $\tau_M$  ұлғаюы анықталады [7].

$$\tau_M = \frac{\Delta n}{c} \sqrt{l_c}, [HC], \quad (3.33)$$

мұндағы  $\Delta n = n_1 - n_2$  - жүрекше мен қабықшаның сындыру көрсеткіштерінің түрлілігі;

$l$  - 2.1 кестеден анықталатын (км) қосу жүйесінің ұзындығы;

$l_c$  - байланыс ұзындығы (модалар арасындағы қадыптасқан өзара байланыстың ұзындығы);

$c$  – жарық жылдамдығы.

Талшық саны 16,  $l=2$  км,  $l_c=0,6$  км,  $\Delta n=0,01$ ,  $c=3 \cdot 10^8 \frac{км}{с}$

$$\tau_M = \frac{0,01}{3 \cdot 10^8} \sqrt{2 \cdot 0,6} = 0,012 нс$$

$$F_{np} = \frac{0,88}{0,012 \cdot 10^{-9}} = 73 \text{ МГц},$$

$$N = 16 / 2 \cdot 2 \cdot 73 = 587 \text{ каналдар}$$

яғни кабельмен 587 канал беріле алады.

Талшықты дайындаушы фирмалар санақ түрінде  $\theta_A$  бұрышын өлшеп, талшықтың әрбір жабдықталып берілетін түрінің сандық апертура мәнін көрсетіп береді.

Баспалдақты профильді талшық үшін сындыру көрсеткіші арқылы көрсетілетін сандық апертура мәнін жеңіл алуға болады[8]:

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}. \quad (3.34)$$

$$NA = \sqrt{1,46^2 - 1,45^2} = 0,173$$

Шын мәніндегі сандық апертура  $NA=0,2\dots 0,3$ .

Нормалық жиілік. Талшықты және онда таралатын жарықты сипаттайтын маңызды өлшемі болып,  $V$  нормалық жиілік табылады. Ол былай анықталады:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot a}{\lambda} \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2}, \quad (3.35)$$

$$V = 230,88 \cdot \sqrt{1,46^2 - 1,45^2} = 40$$

$V$ -ның үлкен мәнінде  $N$  моданың санын (толқындардың) баспалдақты талшық үшін төмендегі формула бойынша бағалауға болады:

$$N = \frac{V^2}{2}. \quad (3.36)$$

$$V = \frac{40^2}{2} = 800.$$

Бұл есептеудің мәні бүтін де, бөлшектік те болуы мүмкін. Шын мәнінде, модалардың саны тек бүтін болып, бір мыңнан бірнеше мыңға дейін санды құрайды.

Критикалық жиілік:

$$P_{nm} = 2,405$$

$$c = 3 \cdot 10^8.$$

$$f_0 = \frac{P_{nm} \cdot c}{\pi \cdot d \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2}}. \quad (3.37)$$

$$f_0 = \frac{7,215 \cdot 10^8}{19,6 \cdot 10^{-6}} = 37 \cdot 10^{12} \text{ Гц}$$

$$\lambda_0 = \frac{\pi \cdot d}{P_{nm} \cdot n_1} \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (3.38)$$



$$\lambda_0 = \frac{3,14 \cdot d}{P_{nm} \cdot n_1} \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = 5,37 \text{ мкм.}$$

Жүтуға жұмсалатын энергия шығыны:

$$\alpha_\pi = 8,69 \cdot 10^3 \cdot \frac{\pi \cdot n_1 \cdot \text{tg } \delta}{\lambda} . \quad (3.39)$$

$\text{tg } \delta = 10^{-10}$  шығын бұрышы.

$$\alpha_\pi = 8,69 \cdot 10^3 \cdot \frac{\pi \cdot n_1 \cdot \text{tg } \delta}{\lambda} = 4,9 \text{ дБ/км}$$

Шашырау шығыны[11]:

$$\alpha_p = \frac{k_p}{\lambda^4}, \text{ дБ/км} . \quad (3.40)$$

$k_p = 1,5$  (кварц үшін (дБ/км)·мкм<sup>3</sup> шашырау коэффициенті)

$$\alpha_p = \frac{k_p}{\lambda^4} = 2,7$$

Жалпы шығын[11]:

$$\alpha = \alpha_n + \alpha_p = 7,6 \text{ дБ/км} , \quad (3.41)$$

Фазалық жылдамдықтың өзгеру шектері[23]:

$$\frac{c}{n_1} = 2 \cdot 10^8, \text{ км/с} \quad (3.42)$$

$$\frac{c}{n_2} = 2,1 \cdot 10^8 \text{ км/с}$$

мұндағы  $c$  – жарық жылдамдығы

Толқындық қарсыласудың өзгеру шектері:

$$\frac{z_0}{n_1} = 258, \text{ Ом} \quad (3.43)$$

$$\frac{z_0}{n_2} = 260 \text{ Ом}$$

Ауаның толқындық қарсыласуы:

$$z_0 = 376,71 \text{ Ом.}$$

Модаралық дисперсия. Модаралық дисперсия модалар арасындағы жылдамдықтың түрлі таралуы арқасында пайда болады да, тек көпмодалы талшық және градиентті көпмодалы талшық үшін сындыру көрсеткішінің параболликалық профилі үшін төмендегі формула бойынша есептеп шығаруға болады[12]:

$$\tau_{\text{mod grad}}(l) = \frac{n_1 \Delta^2 l}{2c} \quad (3.44)$$

$$\tau_{\text{mod grad}}(l) = \frac{1,46 \cdot 0,01^2 \cdot 10}{2 \cdot 3 \cdot 10^8} = 0,00243 \frac{\text{нс}}{\text{км} \cdot \text{нм}}$$

мұндағы  $l$  – модаралық байланыстың ұзындығы (баспалдақты талшық үшін 5 км, градиентті үшін – 10 км жуық).

Дисперсия заңдылығының сызықтық түрінен квадраттық түріне ауысуы, нағыз талшықтағы әркелкілікпен байланысты. Бұл әркелкілік модалар арасындағы өзара әсерлесуге әкеп, соқтырып, олардың ішінде энергияны өзара бөледі.  $L > 1$  болғанда, барлық модалар белгілі қалыптасқан пропорцияда сәулелі жағдайдағы қалыптасқан режим орнайды. Көпмодалы талшықтарды пайдаланғанда активті құралдар арасындағы байланыс ұзындығы 2 км-ден аспайды, және модаралық байланыстың ұзындығынан анағұрлым аз. Сондықтан, дисперсияның сызықтық заңын пайдалануға болады.

Модаралық дисперсия мәнінің  $\Delta$  градиентті талшықтан квадраттың бағыныштылығы баспалдақтыға қарағанда, анағұрлым аз да, байланыс жүйесінде градиентті көпмодалы талшықты пайдалануды қажет етеді.

Іс жүзінде, көпмодалы талшықты суреттегенде, өткізу жолы деген термин жиі пайдаланылады.  $W$  өткізу жолын есептегенде, мына формула қолданылады [11]:

$$W = 1/\tau \quad (3.45)$$

$$W = \frac{1}{10,2 \cdot 10^{-9}} = 411 \text{ МГц}$$

МГц км-дегі өткізу жолы өлшенеді. Өткізу жолы анықтамасынан дисперсиядан таратылатын сигналдардың жоғарғы жиілігі мен ұзаққа таратылуына шек қоятыны көрініп тұр.  $W$  физикалық мәні – бұл 1 км ұзындықтағы берілетін сигналдың ең жоғарғы жиілігі (модуляция жиілігі). Егер

дисперсия қашықтықтың өсуімен сызықты өсетін болса, өткізу жолы кері қатынас бойынша қашықтыққа байланысты болады.

Мода саны. Егер де  $V < 2,405$  болған жағдайда бір ғана мода таралатын болса, онда  $V$  өсуімен, мода саны тез өседі де, модалардың жаңа түрлері  $V$ -ның белгілі сыну мәндерінен өткенде «қосылуы» мүмкін.

Осылайша, ОК таңдауын  $\alpha$  өшуін осы талшық ұзындығында анықтап, және  $\tau_g$  дисперсияны анықтап, аяқтаймыз. ОВ өшуінің [көпмодалы баспалдақты талшық немесе сындыру көрсеткішінің градиентті профилі] ортаквадраттық ауытқудың  $\delta(\alpha)$  1дБ-ға (санақ мәліметтері бойынша) тең деп, ал  $\delta(\tau_m) = 0,15$  нс/км.

Қорытынды: келтірілген әдіс негізінде көпмодалы 62.5/125 градиентті кабельдің өткізу жолы есептеліп, осы жобада пайдалануға лайық деп алынды.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Құрылымдалған кабельдік жүйе бірнеше қызметкерден тұратын шағын компаниядан бастап бірнеше ондаған мың адам жұмыс істейтін Корпорацияға дейін кез келген заманауи кәсіпорынның деректерін өндеудің және телекоммуникациялық құрылымының негізі болып табылады.

Заманауи ҚКЖ сатылық дәрежедегі жұлдыз принципі бойынша құрылады және әдетте бірнеше кіші жүйелерден тұрады. Талшықты-оптикалық және электрлік кабельдік желілерді теңгерімделген кабельдің негізінде бірыңғай жүеге ықпалдастыру желілік жабдықтардың заманауи және перспективалық типтерінің тарату ортасының басым бөлігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Кабельдік трассалардың сериялық компоненттерге негізделген SKS жүйелері 3000 м ең үлкен байланыс қашықтығын және 1 Гбит/с және одан жоғары ақпараттық сыйымдылықты қамтамасыз етеді.

ҚКЖ стандартталған көлденең кіші жүйесін құру үшін мүмкіндіктерге ие болумен, жергілікті жағдайларға бейімделу қабілетін едәуір кеңейтеді. Бұл ескі ғимараттарда және бизнес-орталықтарға арналған кеңселік үй-жайлардың басым бөлігі үшін техника-экономикалық тиімділікті оңтайлы жолмен шешіп отыруға мүмкіндік береді.

Жүйенің функционалды икемділігі оны кеңселік ғимараттардың сыртында орнатуға және кабельдік жүйелерді жұмыс орнында, сондай-ақ үй шаруашылықтарының секторында құрып отыруға мүмкіндік береді.

Технологиялық деңгейіне элементтік база арқылы қол жеткізіледі және дизайнның сапасын қамтамасыз етеді, өндірушіге кабельдік жүйенің 15-20 жыл және одан ұзақ уақыт бойы тоқтаусыз жұмысы істеуін қамтамасыз етеді. Өз кезегінде бұл мынаны білдіреді: SDR жүйесін кеңселік ғимаратты жөндеу аралығында орнатқан дұрыс болады.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Смирнов, И.Г. Структурированные кабельные системы [Текст]/ И.Г.Смирнов. - М. : Эко-Трендз, 1998. - 178 с.
- 2 Семенов, А.Б. Структурированные кабельные системы [Текст]/А.Б.Семенов, С.К. Стрижаков, И.Р. Сунчелей. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. :ДМК Пресс, 2002. - 232 с.
- 3 Телекоммуникационные сети и технологии [Текст]/В.Г. Кривуца, С.Н.Скляренко, А.П. Улеев и др. : под ред. В.Г. Кривуцы. – Харьков: ООО «Компания СМИТ», 2007. - 324 с.
- 4 Автоматизация проектирования систем связи [Текст] : учеб.пособие / Т. Калекина, О. Ю. Коляденко, О. Ю. Евсеева. – Харьков, 2005. - 124 с.
- 5 Бейли Д., Райт Э. Волоконная оптика: теория и практика [Текст]: Пер. с англ. / М. : КУДИЦ-ПРЕСС, 2008. – 320 с.
- 6 Многоканальная электросвязь и телекоммуникационные технологии [Текст]/ В.В. Поповский, Ю.И. Лосев, С.А. Сабурова, В.С. Марчук и др. Харьков: ООО «Компания СМИТ». 2006 – 593 с.
- 7 Семенов, А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС. [Текст]/ М.: Академия IT: ДМКПресс, 2007. – 632 с.
- 8 Яковлев, А.В. Волоконно-оптическая система передачи конфиденциальной информации [Текст] / Электросвязь. – 1994. – №10. – 227 с.
- 9 Поповский В.В. Математические модели в теории телекоммуникационных систем [Текст] / Все укр. межвед. научн.-техн. сб. Радиотехника. Харьков, 2005. - №142. – 5-11 с. setej-isks/
- 10 <https://uchet.kz/question/voprosy-po-nalogooblozheniyu/171321/>
- 11 <https://telecom.kz/services/phone/view/rates-phone>