ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Автоматты электробайланыс кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
Чежимбаева К.С., т.ғ.к., доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____«_____»_____20___ ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Шымкент қаласындағы FTTx технологиясының негізінде телекоммуникациялық желіні ұйымдастыру.

мамандығы бойынша_____

Орындаған Рахымжанов Нұрсұлтан СТКк-10-2.
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Қожабаева Ж.Б
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша: Э.ғ.к. профессор Б. Базнеев
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«05» 06 2014 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша: аға оқыт. Оздамирова Д.М
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«27» мая 2014 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :
т.ғ.к., профессор Тулешбаев К.Х
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«09» 06 2014 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:
аға оқытушы Үрғаншбаев К.М.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«10» 06 2014 ж.
(қолы)

Пікір жазушы:
_____
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____«_____»_____20____ ж.
(қолы)

Алматы 2014

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті
5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы
Автоматты электрбайланыс кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Рахымжанов Нұрсұлтан Абылканұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Шымкент қаласындағы FTTx технологиясының негізінде телекоммуникацияның желісін ұйымдастыру

ректордың «24» 09 13 № 115 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «25» 05 2014 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

1. Cisco Catalyst 3750 Series (коммутатор)
2. ОПД-12А12-2,0/0,3 маркалы кабель
3. Оптикалық таратқыш FR-V500
4. Оптикалық қабылдағыш Lambda Pro 50

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

1. PON технологиялары жайлы сараптау жасау
2. FTTx технологиясы негізінде желіні құрастыру
3. FTTx жайлы есептеу
4. Өндірістік қауіпсіздігі
5. Экономикалық бөлім

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Қатынасу желілерінің үш негізгі топологиялары.
2. Пассивті оптикалық желі архитектурасы
3. PON желісінің сұлбасы
4. Бағыныстың жалпы сұлбасы
5. Компьютерлі үйлерді кеңжолақты байланысқа қосудың ең қолайлы 3 түрі
6. Бас станция мен FTTH сұлбасы
7. ONT қолданумен мекемеге дейінгі талшық жүргізу
8. PON және Ethernet негізіндегі желілік саңылауды сұлбасы
9. Қоңырбаттың үйлік таратушы желісінің сұлбасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. А.Б. Сапожков. Волоконная оптика в локальных и корпоративных сетях, Айти-пресс, 2003 г.
2. ГОСТ 21.958-76. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 2002.
3. Росляков А.В. Сапожков М.Ю. Шибаева И.В. Экотрендз, 2003.
4. Столлингз Вильям. Криптография и защита сетей. Принципы и практика, 2-е издания – М.: Издательский дом, Вильямс, 2002.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Бабанов Б.Т.	15.4 – 05.06.14	
ОТ и ОС	Оразалиев Д.М.	27.04 – 27.05	
ЕТ қауіпсіз	Тусипбаева К.Ж.	20.04 – 05.06.14	
Негізгі бөлім	Жазабаева И.Б.	20.04 – 10.06.14	
Мемлекет бақ	Үрпенішбаев К.М.	19.4 – 10.06.14	

диплом жобасын дайындау

К Е С Т Е С І

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	PON технологиясына жалпы шолу	13.01.2014	
2.	FTTx техник. артықшылықтары	20.01.2014	
3	PON кадрлары мен пакеттер	7.02.2014	
4.	Техникалық сипаттамалары	10.02.2014	
5.	Желіні жобалау және	19.02.2014	
	құрылғыларды таңдау		
6	Негізгі функциялары және	3.03.2014	
	артықшылықтары.		
7.	Жой жүктемесі мен өткізу	20.03.2014	
	қабілетін есептеу.		
8.	FTTH технологиясы нұсқаларын	1.04.2014	
	сін және трафишін есептеу		
9	Оптикалық талшықтың	7.04.2014	
	негізгі сипаттамаларын		
	есептеу		
10.	Аппаратты және операторлық	14.04.2014	
	заңдардың еңбек жағдайын		
	таңдау		
11.	Ауа алмасуды есептеу	25.04.2014	
	және кондиционерді		
	таңдау.		
12	Бизнес жоспар құру	29.04.2014	
13	Еңбек шарты таңдау	19.05.2014	
14	Қорытынды жасау		

Тапсырманың берілген уақыты «20» 01 2014 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ _____
(колы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ Жолгасова И.Б
(колы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ Рахымжанов Нұрсұлтан
(колы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Дипломдық жоба «Шымкент қаласындағы FTTx технологиясының негізінде телекоммуникациялық желіні ұйымдастыру» тақырыбындағы желі құруға арналған тапсырмаларды, оларды жүзеге асыруға арналған технологиясын және қажетті жабдықтарды таңдауы ұсынылады.

PON (Passive Optical Network) негізінде желі құру арқылы мәліметтердің үлкен ағынын (IPTV, Internet, NVOD, VoIP т.б.) тұтынушыларға Ethernet негізінде тікелей жеткізуді айқындау және оның практикалық мәселелерін шешу болып табылады.

Аннотация

Дипломный проект посвящается: “Организация телекоммукационный сети на базе FTTx в городе Шымкент ” представляет собой анализ задач для построения сети, выбор технологии для дальнейшей реализации, а также выбор необходимого оборудования.

Освещение и решение практических проблем построения сети PON (Passive Optical Network) для передачи большого потока данных (IPTV, Internet, NVOD, VoIP и т.д.) с дальнейшей постройкой сети на основе Ethernet непосредственно до клиентов.

Annotation

Thesis project is dedicated to: "The telekommukatsionny FTTh network based in Shymkent" is a task analysis to build the network, the choice of technology for the further implementation, as well as the selection of the necessary equipment.

Lighting and the practical problems of building a network PON (Passive Optical Network) for the transmission of large data stream (IPTV, Internet, NVOD, VoIP, etc.) with further building networks based on Ethernet directly to customers.

Мазмұны

Кіріспе.....6
1 PON технологияларына жалпы сараптау жасау.....7
1.1 PON технологиясына шолу.....7
1.2 FTTx технологиясының артықшылықтары.....9
1.3 PON кадрлары мен пакеттер форматтары.....10
1.4 FTTH дамуының болашақтары.....12
1.5 Техникалық сипаттамалары.....21
1.6 Дипломдық жобаның қойылымы.....26
2 FTTx технологиясы негізінде желіні құрастыру.....27
2.1 Желіні жобалау және құрылғыларды таңдау.....27
2.2 Коммутаторды таңдау.....38
2.3 Негізгі функциялар және артықшылықтар.....39
2.4 Серверді таңдау.....40
2.5 GBIC модульдерін таңдау.....41
3 FTTx желісін есептеу.....48
3.1 Желі жүктемесі мен өткізу қабілетін есептеу.....48
3.2 FTTH технологясы жүктемесін және трафигін есептеу.....50
3.3 Желінің трафигін есептеу.....58
3.4 Оптикалық талшықтың негізгі сипаттамаларын есептеу.....58
4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі.....62
4.1 Аппараттық және операторлық залдардың еңбек жағдайын талдау.....62
4.2 Ауа алмасуды есептеу және кондиционерді таңдау.....67
5 Экономикалық бөлім.....70
5.1 Түйін.....70
5.2 Маркетинг.....71
5.3 Қаржы жоспары.....72
Қорытынды.....78
Әдебиеттер тізімі.....79
А Қосымшасы.....80

Кіріспе

Бүгінгі қысқа жолақты телекоммуникациялық қатынау жүйелерінің қасиеттері былай сипатталады - өте төмен жылдамдықпен өткізу, қосылыс орнату уақыт ұзақтығы, іркілістері бар әрқалай трафик, барлығын қосқанда бұны қызметтің сенімсіздік сапа деп атауға болады. Бұл өзі позитивтік әсерлердің, яғни телекоммуникация операторынан тұтынушы ала алатын байланыс қызметтерінің төмендеуіне әкеледі.

Солай тұра, жағдайдың мына шартқа байланысты одан сайын қиындай түсуі – бір желі ішінде қызметке қойылатын талаптардың өзгеруі бір тұтынушыдан келесі тұтынушыға байланысты, біреуіне қосымша телефондық сыйымдылық керек болса, екіншісіне Fast Ethernet каналы арқылы Интернетке ену керек болса, ал басқасына төмен жылдамдықты 56 Кбит/с жеткілікті, бірақ бұларға қарамастан, көпшілігі кеңжолақты қызметтерге төлеуге әзір емес. Алайда, осы жағдайдың басқа жағынан қарасақ, егер барлық тұтынушылар бір қатынау желі ішінде кеңжолақты қызметтерге төлеуге дайын болса, онда ол осы қызметтердің операторына өте тардымды болады. Шынымен, оператор әр үйге қорықпай талшық–оптикалық кабельді салып, ал ары қарай мәліметтер тасымалдау технологияларының (SDH, ATM, Ethernet) қайсысын қолданса да, жоба рентабельді болады.

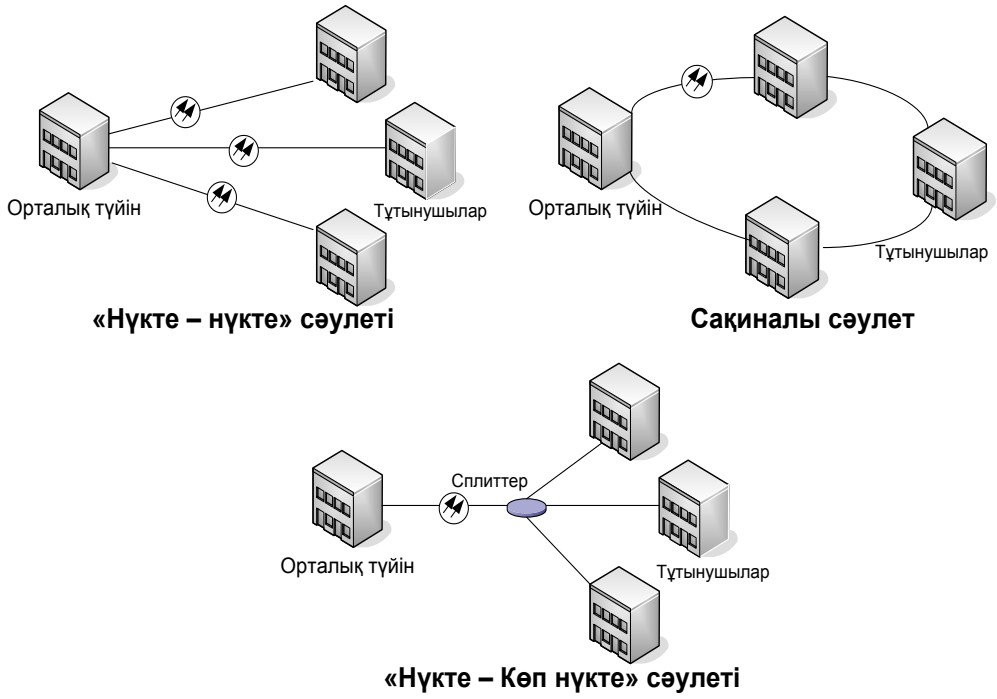
Осы бітіру жұмыстың басты мақсаты — осындай желінің құрылысы, онда тұтынушының кез келген талаптарын, әсіресе, кеңжолақты мультисервистік қызметтерді қолдануға дайын және оларды орындайтын болуы тиіс. Бүгінгі күнге бұл саладағы перспективті және тиімді технологияларды қарастырып, зерттеу жасап, қызмет операторы мен тұтынушыға ең тартымдысын таңдау керек. Дәл осындай, мынаған да назар аудару қажет, технологиялар үнемі дамып отыр, өткізу жолағы мен жылдамдық өсіп жатыр. Сондықтан, желі физикалық деңгейде болашақ дамуға бағытталған болып, технологиялардың жетілдіруі бүкіл желіні ауыстыруға әкеліп соқпауы тиіс.

1 PON технологияларына жалпы сараптау жасау

1.1 PON технологиясына шолу

PON (пассивті оптикалық желілер) – талшық бойымен, тез дамудағы ең перспективті кеңжолақты мультисервистік қатынау технологиялар жанұясы. PON технологиясының мәні, оның атауына сай келеді, таратылған желі активті компоненттерсіз құрылады: оптикалық сигналдың таралуы бірталшықты оптикалық байланыс желісінде оптикалық қуаттың пассивті бөлгіштері – сплиттерлер арқылы жүзеге асады.

Құрылымы жағынан пассивті оптикалық желісі үш басты элементтерден – станциялық терминал OLT-дан, пассивті оптикалық сплиттерлерден және абоненттік терминал ONT-дан тұрады. OLT терминалы PON желісінің сыртқы желілермен қарым-қатынасын қамтамасыздандырса, сплиттерлер оптикалық сигналды PON трактісінде таратса, ал ONT абоненттік жағындағы керекті интерфейстермен иемденеді. Қатынау желілерінің үш негізгі топологиялары 1.1-суретінде көрсетілген.



1.1-сурет. Қатынау желілерінің үш негізгі топологиялары

Бұл суретте қатынау желілерінің әртүрлі топологияларын қарастырғанда негізгі үш сәулетті көрсетуге болады: «сақиналы», «нүкте-нүкте», «нүкте-көп нүкте»; Қатынау желілерінде сақиналы топологиясын (Micro SDH және басқалар) қолданғанда оның тиімді жұмысы үшін барлық сақина түйіндері қосылып, жұмыс істеу керек. Бірақ, тәжірибе жүзінде мұндай желі

құрылысында тұтынушыларды қосу бір уақытта болмайды. Сол кездің өзінде, сақиналық желіні аз санды абоненттер үшін түгел салып қосқанда, ол жоғары бастапқы шығындарға әкеледі. Тапсырушы қызмет көрсету келісім-шартына қол қоймайынша, абоненттік оптикалық түйінді салу рационалсыз. Сондықтан, шын өмірде қатынау желілерінің сақиналық топологияларының көбісі не өте жинақы ("collapsed rings"), не бір кабель бойымен созылыңқы келеді.

Салынып біткен сақинаға жаңа абоненттерді қосу – осы сақинаны ажыратып, жаңа сегментті қосу арқылы жүзеге асырылады. Осындай сақинаға абоненттер қосылуының сенімділігі туралы айту қиынға түседі. Сондықтан, SDH қатынау желілерінде абоненттер қосылу арналарында «нүкте-нүкте» топологиясы қолданылады.

«Нүкте-нүкте» топологиялы қатынау желілерінде пайда болатын басты қиындық – ол кабельдік жүйелерінің төмен тиімділігі, бұл олардың ғимарат қабатынан шығуына байланысты. Мұндай сәулетте орталық кеңседен әр ғимаратқа резервтелу мүмкіндігінсіз бөлек талшық жұбын енгізу қажет (немесе төрт резервтелу мүмкіндігімен). Бұл әдістеме тек мына жағдайда ақталады, егер абоненттік түйіндер (ғимараттағы абоненттер жиынтығы, кеңсе, мекеме) телекоммуникациялық қызметтер қолдану жағынан жеткілікті деңгейде рентабельді болып, олардың әрқайсысына жеке кабель тартылса.

Ethernet қатынау желісі өте қиын таратылған бұтақты сәулетімен ерекшелінеді. Бірақ, әр бұтақтың түйініне сәйкес бір активті құрылғы орнатылып (коммутатор, маршрутизатор), ал осы активті құрылғылардың порттары бір-бірімен тек жұпты «нүкте-нүкте» топологиясы арқылы қатынайды. Резервті арналар (олар да «нүкте-нүкте») екі жеке порттарды қолдану арқылы жасалынады.

«Нүкте – көп нүкте» топологиясында, PON технологиясының негізі болатын, орталық түйіннің бір портына бұтақты сәулеттің түгел бір талшық-оптикалық сегменті, оған он шақты тұтынушы кіріп, қосылады. Сонымен қатар, бұтақтың аралық түйіндерінде – жинақы, толығымен пассивті оптикалық таратқыштар (сплиттерлер), тоқ пен қызметті қажет етпейтін, орнатылады. Сплиттер қосдиапазонды, ал ол дегеніміз 1310 нм терезесінде (негізгі диапазон немесе O-диапазон, original) және 1550 нм терезесінде (негізгі диапазон немесе C-диапазон, conventional) жұмыс істеуі қажет. Тарату түйіні ретінде, коллектор орнатылған кабельді муфта да бола алады.

«Нүкте – көп нүкте» топологиясында, сплиттерлер орнатылуының оптимизациясы арқылы оптикалық талшықтар бірнеше есе үнемделеді және кабельді инфрақұрылымның бағасы төмендейді. Абоненттік түйіндердің барлығы терминалды болады, ал бұл біреуінің өшіп немесе істен шығып қалуы, қалғандарының жұмысына кедергі жасамайды. Әр талшық-оптикалық сегмент орталық түйіндегі бір қабылдау-жібергішке қосылып («нүкте-нүкте» топологиясынан айырмашылығы), ол да құрылғылардың бағасын бірнеше есе төмендетеді. Желі дамуы, керекті бағытта қажет болған жағдайда, бір қалыпты өте алады.

1.2 FTTx технологиясының артықшылықтары

Қазіргі кездегі Triple play-да қолданыстағы PON технологиясының негізгі артықшылықтары:

– желі құрылысының қымбат емес бағасы;

– құрылған таратылған инфрақұрылымының перспективтігі;

– желіні қолдану мен оған техникалық қызмет көрсетуінің төмен шығындары;

– сенімділік;

– желінің қалыпты өсу мүмкінділігі;

– жоғары икемділік.

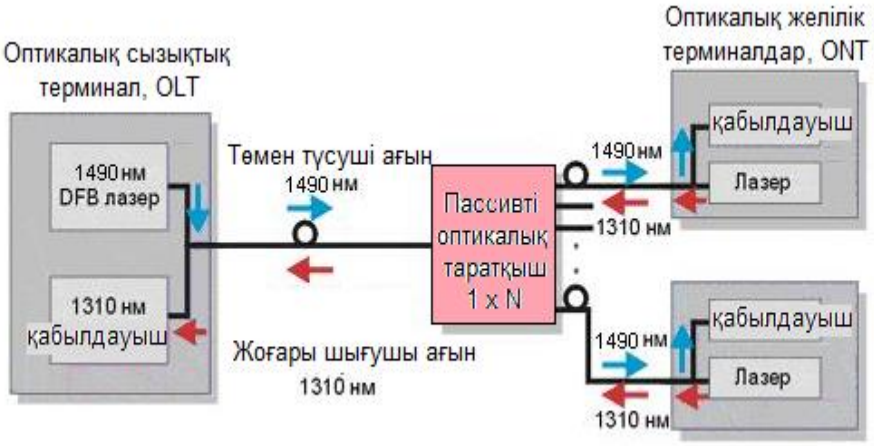
Қазіргі уақытта, PON технологиясы тек бірегей қатынау нұсқауы болмаса да, ең көп таралымға ие болады деген бірауызды ой қалыптасқан. PON тек қана бір оптикалық шығарыммен, географиялы әр жақта орналасқан түрлі желілік мүмкіндіктері мен қатынау жылдамдығына түрлі талаптары бар көптеген тұтынушыларға тиімді қызмет көрсетуге мүмкіндік береді.

PON технологиясының сыртқы кабельді жүйесінде электр қуаты мен қызмет көрсетуді қажет ететін арнайы электронды құралдар жоқ болғандықтан пассивті болып саналады, және түзеткіштердің қолданусыз, батареялардың, сыртқы мультиплексорлардың, монтаж шкафтардың, сонымен қатар, «өту құқығымен» қиыншылықтарды тудырмайды. Оның орнына бар «белсенділік» бөлмедегі телефон торабында жинастырылған.

PON технологиясындағы мәліметтер тасымалдау тәсілдері. PON желісінің жұмыс істеу принципі мынандай: OLT төмен түсетін ағынның кадрларын PON бұтағы бойымен 1490 нм толқын ұзындығында жібереді. Бұл ағын барлық бағыттарға қарай сплиттерлерде қайталанады, тек оның қуаттылығы (сплиттер параметрінің тәуелділігінде) өзгереді. Әрбір ONT төменгі ағынның барлық кадрларын алады, бірақ ол тек «өзінің» кадрларын өңдейді, ал олар керекті ONT-ны сәйкес тағайындалу мекенжайындағы LLID идентификаторы тең болғанда ғана жұмыс істейді.

Жоғары шығушы ағында қақтығыстардан құтылу үшін (бір уақытта әр түрлі ONT-мен жіберілген өз кадрлері), әрбір ONT нақты уақыт аралығында ғана тасымалдауды жүзеге асыруына болады, бұл уақыт OLT-да динамикалық түрде ONT-дан келетін сәйкес тапсырыс арқылы жүзеге асырылады. Тапсырыстар мен тасымалдауға рұқсаттарды жіберу үшін, және желінің жаңа түйіндерді, OLT және ONT анықтау, немесе қолданбалы ақпарат кадрларынан басқа, арнайы қызмет кадрлармен бір-бірімен ауысады. Сонымен қатар, әрбір ONT 1310 нм толқын ұзындығында өз кадрларын PON бұтағымен «жоғары» тасымалдайды, олар сплиттерлерде TDM әдісімен бірыңғай жоғары шығатын ағынға бірігеді. Осы жағдай 1.2-суретте көрсетілген.

Жоғарыда көрсетілген суретте PON желісінің жұмыс істеу принципі қарастырылған. Және де пассивті оптикалық таратқыш негізінде құрылған PON желісінің жұмысы айқын көрсетілген.



1.2-сурет. PON желісінің жұмыс істеу принципі

1.3 PON кадрлары мен пакеттер форматтары

Ақпарат тасымалдау. APON қатынау жүйелеріне арналған MAC протоколы үш мақсатты шешеді:

– кері ағында тасымалдаударда арасында қақтығыстардың болмауы;

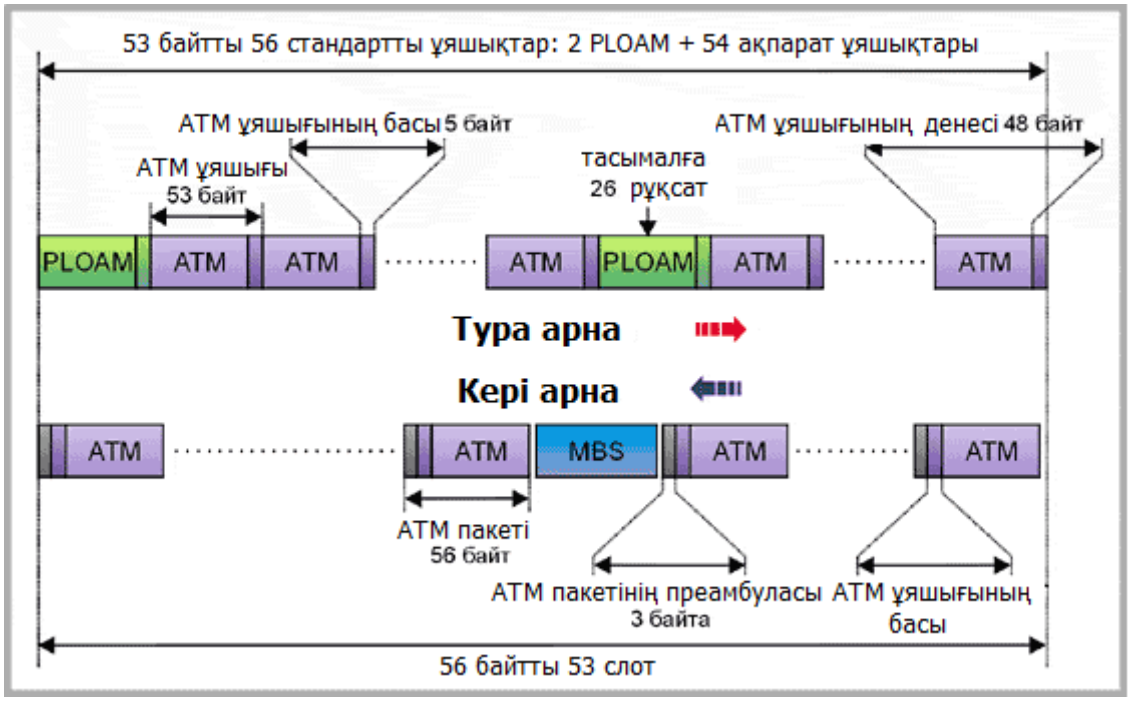
– кері ағын жолағының айқын, нәтижелі, динамикалық бөлінуі;

– тұтынушылар ынталандырылған, қолданбалылар көлігінің ең жақсы мақұлданғанын қолдау.

APON MAC протоколы сауал/рұқсат механизмде негізделген. Негізгі ой, қойылатын талап ONT жағынан жіберілген жолаққа сауалдардан түзеледі. Осы білімдер негізінде, қандай толтырылған кері ағын, және қандай қызметтері бекітілген ONT, OLT үшін бұларды өңдеумен сауалдардың шешімдерін қабылдайды. Әрбір ONT төменгі ағынның барлық кадрларын алады, бірақ ол тек «өзінің» кадрларын өңдейді, ал олар керекті ONT-ны сәйкес тағайындалу мекенжайындағы LLID идентификаторы тең болғанда ғана жұмыс істейді. Жоғары шығушы ағында қақтығыстардан құтылу үшін (бір уақытта әр түрлі ONT-мен жіберілген өз кадрлері), әрбір ONT нақты уақыт аралығында ғана тасымалдауды жүзеге асыруына болады, бұл уақыт OLT-да динамикалық түрде ONT-дан келетін сәйкес тапсырыс арқылы жүзеге асырылады.

Сауал рұқсат механизмін басқаруға FSAN тура және кері ағынға арналған кадры құрылымын анықтады. Бұл формат ITU-T-дың G.983.1 қосымшасы ішінде стандартталған болатын. 1.3-суретте сауал рұқсат механизмін басқаруға FSAN тура және кері ағынға арналған кадры құрылымы көрсетілген.

Суретте 155/155 Мбит трафик симметриялы трафигі үшін APON кадр формат келтірілген. Тура ағын кадры 56 ATM ұяшықтан, олардың әрқайсысы 53 байттан тұрады. Кері ағын кадры 52 ATM пакеті 56 байттан және 56 байтты MBS бір слотынан құралады, төменірек қарастырылған.



1.3-сурет. ITU G.983 кадр форматы – тура және кері ағынның кадр құрылымы

Тура ағын. Тура ағын тасымалға рұқсаттар түйірлермен (bursts) арнайы қызметті ATM ұяшықтарда жұмсалады – екеуі бір кадрға, олар PLOAM (physical layer operation and maintenance) физикалық деңгейінің қызметтер мен жұмыс атқаратын ұяшықтары деп аталады. Олар қатал жүйелі ереді, кезектесе 27 ақпарат ұяшықтарымен алмасады. Бір PLOAM ұяшығы ONT-ға арналған 26 рұқсат орналасып, әрбірінде тек бір ғана ATM пакеті болады. Тура ағынның кадрында қалған 54 ұяшық ақпарат тасымалдап, "сауал/рұқсат" механизм жұмысына арналған емес.

Кері ағын. Кері ағын әртүрлі ONT-дан шығатын түйірлер (bursts) қосындысы болып есептеледі. Абоненттік түйін, PLOAM ұяшығынан оқып шығарылған лайықты рұқсат алуынан кейін ғана, мәлімет тасымалдай алады. APON-да ONT-дан шығатын мәлімет түйірлері ATM пакеттерімен беріледі. ATM пакеті мен ұяшығы арасындағы бір ғана айырмашылық, ATM пакетінде 3 байтты преамбуласы болуында. Сайып келгенде, ATM пакетінің ұзындығы - 56 байтты құрады. Мәлімет қабылдау синхронды тәртібінен преамбула тура ағындағы ұяшықтар үшін, жоғарыда айтылғандай, керек емес болады. Преамбуланың бірінші екі биті оптикалық сигналы жоқ, не пакеттердің жабу жоюына әртүрлі ONT-ға арналған жеткілікті келеді – желілерде сигнал таратуы кезінде шарасыз кішкене кідірістер болады.

Егер мынаны ескерсек, әр ATM пакетіне тасымалға рұқсат керек болса, онда PLOAM ұяшықтарында жазылған толық сан рұқсаттардың ұзақ уақыты ATM пакеттерінің санына сәйкес барлық ONT-дан шыққандар болады. Неге PLOAM-да 26 рұқсат орналасады? 52 ATM пакетті екі PLOAM ұяшығы тасымалдауға рұқсат ете алады, соншалықты, қаншасы кері ағынға арналған ATM кадрында бар.

Егер PON жүйесі 32 абоненттік түйіндер үшін есептелсе, онда тек ғана жүйелі берілген төрт MBS-тен кейін істей алады. Барлық 32 ONT тасымалға сауалдар туралы өз мәлімет тасымалдау циклді құрастырады. 64 ONT-сы бар жүйеде, цикл сегіз MBS слоттардан түзеледі. 155 Мбит/с жылдамдығында бір кадрды тасымалдауға 0,15 мс созылады. 32 ONT кезінде циклді тасымалдауға 0,6 мс керек болады. Басқаша айтқанда, ONT әр 0,6 мс сайын мини-пакеттерді жібереді, олар мәліметтер тасымалдауға қызмет сауалдар жібереді. Оның шығатын буферінде тасымалдауға арналған кезек құрылғанда ONT сауал жібереді. PLOAM ұяшығында рұқсат алуынан кейін ғана ONT мәлімет тасымалдай алатындықтан, онда буферде кезектің келу уақытының максималды мәнін, ал ол тасымалдау басында, табу үшін цикл уақытына 0,6 мс RTT екілік жолының кідірісін қосу керек (радиусы 20км желіге арналған RTT 0,2 мс құрайды), нәтижесінде 0,8 мс болып шығады. Осы мәнге OLT мен ONT аппараттық кідірістерін қосуға болады.

Минислот 4 өрістерден: (3 байтты) преамбуладан, ATM пакеттіндегі ұқсас преамбуладан; ABR/GFR және VBR екі арнайы өрістерден және, 8 және 16 бит ұзындығымен, жолақ пен өріс CRC (8 бит) бақылаудың сомасына екі үлгілерге лайықты сауалдардан тұрады.

1.4 PON дамуының болашақтары (FTTH)

Абонентке кеңжолақты байланыс каналының таралуына деген сұраныс пен қызығушылық өсіп келеді. Қызығушылықтың себебі, байланыс желісінің өткізу жолағына деген талаптардың (жаңа кең жолақты қызметтердің пайда болуы) өсуі. Мұндай қызметтерге бизнеске арналған қызметтер (видеоконференц-байланыс, қашықтықтан оқыту, телемедицина) және ойын сауық қызметтері (тапсырыспен видео, цифрлық тарату, HDTV, on-line ойындар және т.б.) жатады. Қазіргі кездегі қолданылып жатқан технологиялар экономикалық тиімсіз және өсіп келе жатқан талаптарды қанағаттандыра алмағандықтан өзге технологияларды қолдануға тура келеді. Олардың бірі - FTTx (Fiber To The ... — «… дейін талшық») – оптикалық талықты белгіленген жерге дейін рұқсат ету желісін құру технологиясы. FTTx технологиясы жаңа болмасада, қазіргі таңда кең қолданысқа ие.

FTTx технологиясын құруда бірнеше нұсқалар бар:

FTTH - Fiber To The Home (талшықты пәтерге дейін);

FTTB - Fiber To The Building (талшықты ғимаратқа дейін),

Және де аздаған айырмашылығы бар FTTH и FTTB технологияларының көшірмелері:

FTTO - Fiber To The Office (талшықты офиске дейін);

FTTC - Fiber To The Curb (талшықты кабельдік шкафқа дейін);

FTTCab - Fiber To The Cabinet (FTTC аналогы);

FTTR - Fiber To The Remote (талшықты қашықтықтағы модульге, концентраторға дейін тарту);

FTTOpt - Fiber To The Optimum (талшықты оптимальды нуктеге дейін тарту);

FTTP - Fiber To The Premises (талшықты абонент нүктесіне дейін);

FITB (Fiber In The Building) концепциясын ерекше атап өткен жөн — ғимарат ішіндегі таралуы.

FTTH— пәтерге дейін жүргізілетін оптикалық талшық, барлық нұсқалардың ішінен FTTx ең жоғары өткізу жолағын қамтамасыз етеді. Бұл толығымен стандартталған және ең басым келешегі бар нұсқа.

Пассивті оптикалық желілердің (PON) дамуының маңызды уақыт кедергісінің негізгі себепкерлер үлкен құн және мультисервистік кең жолақты шешімдерге жеткіліктісіз сұраныс болып келеді. Сонымен қатар, оптикалық модемдердің негізіндегі «нүкте–нүкте» абоненттік желілерінің құрылысы немесе әртүрлі конверторларымен салыстырған кезде оператор жағынан PON желілерін құруы қажетті қолдану және жобалауына басқаша көңіл бөлу керек. Себебі, PON желілері бұтақты-ағаш сияқты құрылымды болып, бір оптикалық талшыққа ондаған абоненттердің келуі, байланыс сақтау қамтамасыз етуін операторға ең маңызды мақсаттардың біреуі болып табылады. Бірақ кең жолақты қызметтерге сұраныстың артуы өлшемімен және абоненттік талшық-оптикалық желістердің инфрақұрылымы дамуының операторларға оптикалық қосулардың ықшамдау қажеттілігі пайда болды. Ол үшін PON технологиясы жақсы келеді. Пайдаланушылық трафик тапсырулар - түр мүмкіншілігі (E1, Ethernet, IP) және магистральді желілерге қосуға арналған дәстүрлі интерфейстердің бар болуы (SDH, ATM және Ethernet) олардың қолданыстағы желілерге PON жылдам интегралдау операторларға рұқсат етеді. Егер бұрын PON жабдықтауы ұсынысты кішкене компаниялар негізінде - өндірушілермен жасаса, ал бүгін болашақ технологиялары болатынына айқын, ірі өндірушілердің көпшілігі, арнаулы жұмысқа байланыс операторларына өз шешім ұсыныстары BPON, EPON және GPON технологиялары негізінде болды.

PON-ның негізгі тартымдылығы. Сонымен, бірнеше бекітулерді қисынға келтірейік:

- біріншіден, магистральді желілердің құруына ғана емес тасымалдау жылдамдықтары өсу шегіне байланысты арналған оптикалық талшық жақсы орта болып, оған бірдей жоқ, сонымен қатар, кішкене диаметрлі қатынау желілері;

- екіншіден, тараулану пассивті түйіндері желі сенімділігін жоғарылатуға

маңызды рұқсат етеді, олар орталық кеңсе мен абоненттік түйін арасындағы белсенді элементтерді жояды;

- үшіншіден, FTTH ең жетілген концепциялары (талшық пәтерге дейін) әрбір абонент терминалды қылады;

- төртіншіден, талшықтың гигантты өткізу қабілеттіліктеріне байланысты үйлесімді шешімге жетеді, бір талшық, орталық түйіннен немесе басқаша қатысуы нүктесі (Point-Of-Presence) абоненттердің жиынына тармақталады. Ал ол талшық-оптикалық кабелдік жүйе құрылысы және оның сүйемелдеуіне шығындар кемітеді.

Техникалық жағынан, PON және метро DWDM технологияларының негізінде шешімдер осы сұранысқа лайық келеді. Құн жағынан қарағанда PON технологиясы бастапқы екі толқын ұзындығымен (1550 (1490) нм, 1310 нм) негізгі тартымдылығын көрсетеді.

Пассивті оптикалық желі PON негізіндегі архитектурасын қолданғанда талшықты оптикалық жол абоненттерге пассивті оптикалық тармақтағыш арқылы тарайды. 1.4-суретте пассивті оптикалық желі PON көрсетілген. Онда түрлі оптикалық желі терминаторлары (optical network termination, ONT) немесе оптикалық желі құрылғылары (optical network unit, ONU) қолданылған. ONT бөлек ақырғы қолданушылармен қолдану үшін арналған. ONU құрылғысы әдетте төменгі қабатта немесе жертөле бөлмеде орналасып, қолданушылар тобымен қоса қолданылады. Дауыс сервистар, ақпарат тасымалдау қызметі немесе видео ONU-дан немесе ONT-дан абонентке дейін абонет бөлмесіндегі кабель арқылы жіберіледі.

PON технологияларың негізгі қасиеттері бірнеше түрге бөлінеді:

– 1 оптикалық талшық өткізу жолағы нәтижелі қолданылады;

– желі пассивті талшық тарауланыымен салынады;

– PON - мультисервистік желі;

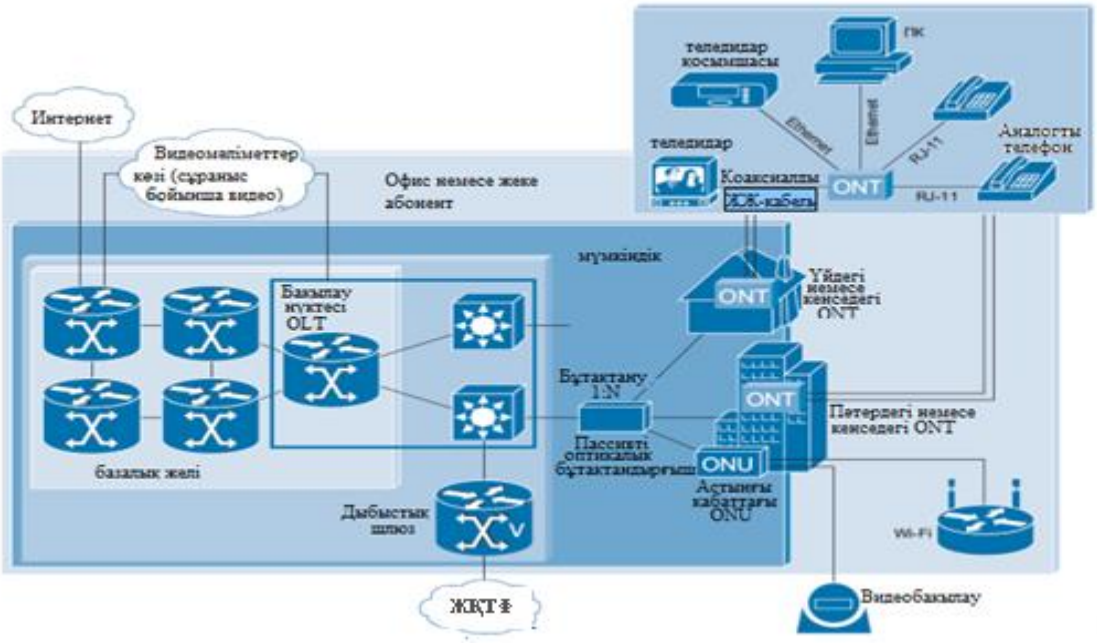
– өткізу жолағының динамикалық таратуы;

– метро-DWDM желісіне табиғи дамуы;

– барлықтары мен бөлек абоненттері үшін сақтау мүмкіншілігі;

– PON желісі арқылы Интернетке мүмкіндік беруші мекеменің магистралды желінің бұтағына қосылу мүмкіндігі, сонда “соңғы аптаның” концепциясы “бірінші аптаның” концепциясына айналады.

Өткен ғасырдың 80-ші жылдарының телекоммуникациялық нарығында лайықты қызметтерге пайдаланушылар жағынан барабар сұраныс көрінуіне үмітте кең жолақты желілердің инфрақұрылымы перспективалы даму тенденциясы айқын бақыланып отырылды. 20 жылдан аса уақыт өтті, сондай сұраныс нақты құрылды.



1.4-сурет. Пассивті оптикалық желі (PON) архитектурасы

Сұранысқа сәйкесті инфрақұрылымды шешім құрылды, кең жолақты қызметтердің қабілеттілер жеткізуін тұтынушыны қамсыздандыру - «соңғы аптаны» жеңу, ал көбінесе «соңғы дюймді» де. Бүгін көптеген мамандар растайды, осындай шешімдердің құруына арналған PON - сана технология «соңғы аптаның» оптика бойынша, және ұқсас шешімдерге сұраныстың күрт ұлғаюын 2004-2008 жылдарға болжайды.

Негізгі мақсаттардың бірі, аталатын қиындықтың - дәл осылай замандас телекоммуникациялық қатынау желілермен алда тұратын «соңғы мильдің», беру ең аз деген шығындар дара және бірлескен абоненттерге үлкен өткізу жолақтары болады.

PON желінің қасиеттері. Пассивті желілерге тән ерекше қасиеттер:

− бір талшық бойымен бұтақты сәулет тасымалдауды бір-біріне екі түрлі толқын ұзындықтарында: 1550 нм (орталық түйіннен абоненттерге, төмен түсетін ағын) және 1310 нм (абоненттерден орталық түйінге, жоғары шығатын ағын);

− аралық түйіндер арасында пассивті оптикалық таратқыштар (сплиттер) орналасады;

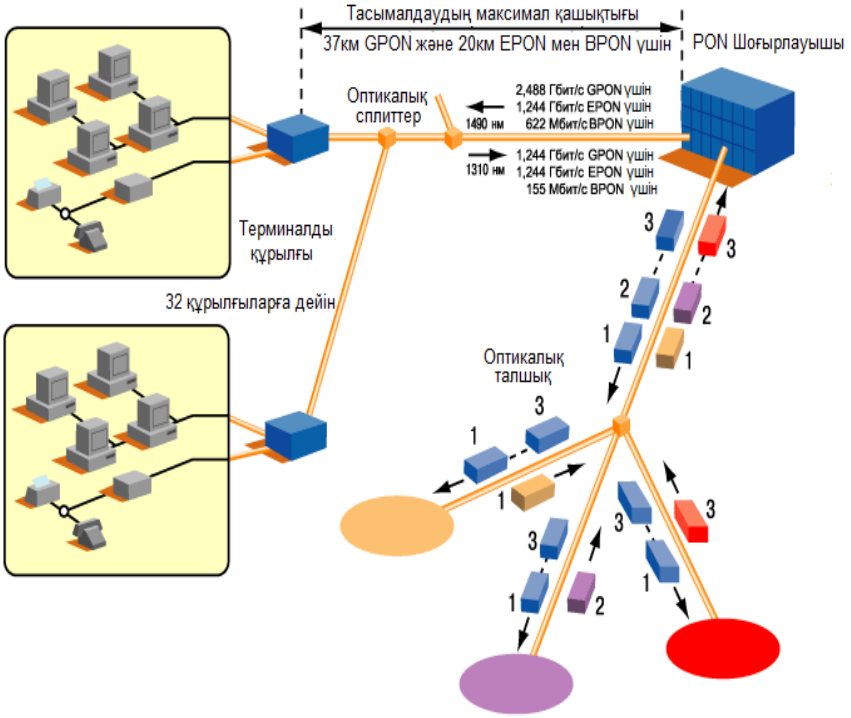
− TDMA қатынау әдісті қолдануы абоненттер арасында өткізу жолағын оңай өзгертуге мүмкіндік береді;

− орталық түйіннен (OLT) бір талшыққа 32 абоненттік түйіндерді (ONT) қосуға болады;

− барынша көп қашықтау 20км құрады.

PON желінің бір сегменті 32 абоненттік түйіндерді радиусы 20км дейін қамтиды. Сонымен қатар, оператор жағынан PON желілерін құруы қажетті қолдану және жобалауына басқаша көңіл бөлу керек, оптикалық модемдердің негізіндегі «нүкте–нүкте» абоненттік желілерінің құрылысы немесе әртүрлі

конверторларымен салыстырған кезде. Егер PON жүйесі 32 абоненттік түйіндер үшін есептелсе, онда жүйелі берілген төрт MBS-тен кейін тек ғана істей алады барлық 32 ONT тасымалға сауалдар туралы өз мәлімдеу тасымалдау циклді құрастырады. Себебі, PON желілері бұтақты-ағаш сияқты құрылымды болып, бір оптикалық талшыққа ондаған абоненттердің келуі, байланыс сақтау қамтамасыз етуін операторға ең маңызды мақсаттардың біреуі болып табылады. Барлық абоненттік түйіндер терминалды болып келеді, яғни біреуі сөнсе немесе істен шықса қалған түйіндердің жұмысқа ешбір әсер етпейді. Әрбір абоненттік түйін әдеттегі тұрғын үйге немесе кеңсе ғимаратына есептелген, және ол жүздеген абоненттерді қамти алады, 10/100BaseT интерфейстерді және 20 дейін E1 қамтамасыз ете алады. Пассивті желінің негізгі архитектурасы 1.5-суретте келтірілген.



1.5 сурет - PON желінің сәулеті

Бұл суретте көрсетілгендей пассивті оптикалық желінің орталық түйін 1-ден 8-ге дейінгі сегменті сүйелдейді.

Бір оптикалық талшық, оның өткізу жолағы абоненттер арасында динамикалық бөлінеді түзу және кері канал тасымалдауы қолданылады. Төмен түсетін ағын орталықты түйіннен абоненттерге 1490 нм немесе 1550 нм толқын ұзындықтарында жүреді және жылдамдығы 1 Гбит/с болады (сомасында барлық абоненттер үшін). Абоненттерден жоғары шығатын ағыны 1310 нм толқын ұзындығында көптікті рұқсатты уақытпен бөліну протоколды (TDMA) қолданумен, сонымен қатар сомалық жылдамдық 1 Гбит/с болады.

PON технологияларының салыстырмалы зерттелуі. Келешек желінің техникалық ерекшеліктерін есепке ала таңдау.

Бұл тарауда PON технологияларының барлығын қарап шығамыз, олардың стандарттарын және біздің мақсатымыз үшін ең лайықтысын таңдаймыз.

Бүгінгі күнге таман, үш негізгі PON технологиялары бар, олар - APON/BPON, EPON және GPON. Әрқайсысына толығырақ тоқталып кетейік.

APON/BPON технологиясы. 90-шы жылдар ортасында танымал болды, ATM хаттамасы ғана ақырғы абоненттер аралық байланыстары қызметтерді қабылдауға және QoS сапасы қабілетілікті кепілдей алатын болды. Сондықтан, PON желісі арқылы қызметтердің мультисервистік көлікті қамтамасыз-дандырғысы келген FSAN, солай ол ATM технологиясын негіз ретінде таңдады. 1998 жылдың қазан айында ITU-T G.983.1 бірінші стандарты пайда болды, PON ағашында ATM ұяшықтарының көлігінде негізделді және APON (ATM PON) деген атауға ие болды. Одан әрі бірнеше жыл ішінде жаңа көптеген түзетулер мен қосымшалар G.983.x (x=1–7) сериясында пайда бола бастады, мәліметтер тасымалдау жылдамдығы 622 Мбит/с дейін үлкейді. 2001 жыл наурыз айында G.983.3 қосымшасы пайда болып, BPON (broadband PON) ұғымын бекітуші және PON стандартына жаңа функциялар қосушы болды:

– әр түрлі қолданбалылардың (дауыстың, бейненің, мәліметтердің) тасымалдануы – ол өндірушілерге OLT-ға магистралдық желіге қосылу үшін тиісті және ONT-ға тұтынушыларға қосылу интерфейстерін қосу керек;

– спектрлік диапазонды кеңейту қосымша қызметтерге арналған мүмкіншілікті – бір PON бұтағында басқа толқындар ұзындықтарындағы қосымша қызметтерді ашады, мысалы, кеңхабарлайтын теледидар үшінші толқын ұзындығында (triple play) істеу.

Осындай APON стандартының дамуынан оған BPON (broadband PON) аты нақтылы бекітіледі.

Бүгін APON жолақтың динамикалық таратуы DBA (dynamic bandwidth allocation) әртүрлі қосымшалармен және әртүрлі ONT және кеңжолақты мен қысқажолақты қызметтерге есептеліп, рұқсат етілген.

Әр түрлі өндірушілердің APON жабдықтауы мынандай магистральді интерфейстерді сүйейді: (SDH (STM-1), ATM (STM-1/4), Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, (SDI PAL) бейнесі, және E1 (G.703), Ethernet 10/100Base-TX, (FXS) телефония абоненттік интерфейстері.

PON ағашында тура ағын кеңінен хабарлайтын табиғатынан және ONT жағындағы мәліметтерге бекітілмеген қатынау болатын потенциалды мүмкіншіліктері, бұлар мәліметтерді ашық кілттермен шифрлеу техникаларын қолданумен APON-да тура ағынды мүмкіншілік алдын ала ескерілген адрестелген емес. Кері ағын шифрлеуінде қажеттілігі жоқ, сондықтан, оператор аумақтары орнында болады.

EPON технологиясы. 2000 жылдың қараша айында LMSC (LAN/MAN standards committee) IEEE комитеті «Ethernet бірінші мильге» EFM (Ethernet in the first mile) 802.3ah деген арнайы комиссияны құрды, PON желілер сәулеті көптеген эксперттердің тілектерін іске асырып, ең жуықты қазіргі уақыттағы кең таралғандар Ethernet желілеріне сай келеді. EFMA (Ethernet in the first mile alliance) одақ құруы паралельді жүріп, 2001 жылдың желтоқсанда жасалады. Бір

оптикалық талшық, оның өткізу жолағы абоненттер арасында динамикалық бөлініп, түзу және кері канал тасымалдауы қолданылады. Төмен түсетін ағын орталықты түйіннен абоненттерге 1490 нм немесе 1550 нм толқын ұзындықтарында жүреді және жылдамдығы 1 Гбит/с болады (сомасында барлық абоненттер үшін). Абоненттерден жоғары шығатын ағыны 1310 нм толқын ұзындығында көптікті рұқсатты уақытпен бөліну протоколды (TDMA) қолданумен, сонымен қатар сомалық жылдамдық 1 Гбит/с болады.

Нақты EFMA одағы және EFM комиссиясы бір-бірін толықтырады және стандарттың үстінде тар жұмыс істейді. Егер EFM техникалық сұрақтарда IEEE стандарт рамкаларында көбірек шоғырланса, ал EFMA жаңа технология қолдану өнеркәсіпті және сауда аспектілерін айрықша оқиды. Бірігіп жұмыс істеудің мақсаты - операторлармен және жабдықтау өндірушілері арасында келісімге жету, және IEEE 802.3 ah стандартын, толық бірге қосылатынның өңделетін магистральді стандартпен IEEE 802.17 пакетті сақиналарымен жұмыс істеу. EPON (Ethernet PON) өте үнемді шешім бола алады .

IEEE 802.3 ah комиссиясы желіге қатынауға арналған шешім үш түрлі тиісті стандарттауы бар:

– EFMC (EFM copper) - “нүкте - нүкте” мыстың есулі қос сым шешімі. Бүгінгі күнге бұл стандартпен жұмыс аяқталған. Екі баламадан, екеуінің арасында негізгі күрес болған - (G.SHDSL және ADSL+) G.SHDSL біреуінің пайдасына таңдау істелген болатын;

– EFMF (EFM fiber) - негізі талшықпен қосылып салынған “нүкте - нүкте” шешімі. Әртүрлі түрлерді стандарттауға тура келеді: “бірдей толқындар ұзындықтарындағы бір талшыққа дуплекс”, “әр түрлі толқындар ұзындықтарындағы бір талшыққа дуплекс”, “талшықтардың буыны бойынша дуплекс”, оптикалық қабылдап таратқыштардың жаңа түрлері. Ұқсас шешімдер бірнеше жылдан бергі бірқатар компаниялармен “proprietary” секілді ұсыныс жасайды. Оларды стандарттауға уақыт келді;

– EFMP (EFM PON) - негізі талшықпен қосылып салынған “нүкте – көп нүкте” шешімі. Бұл шешім, мәні бойынша APON-ға қарама-қарсы баламасымен, EPON деген ұқсас ат алды.

EPON технологиясы пайдасына келтірілетін дәлелдер Internet желілеріне хабардар болумен нығайып, тек қана IP хаттамасына және Ethernet стандарттарына сай болып келеді.

GPON технологиясы. GPON (Gigabit PON) қатынау желілерінің сәулеті APON технологиясының органикалы жалғасы сияқты анықтап қарауға болады. Нақты EFMA одағы және EFM комиссиясы бір-бірін толықтырады және стандарттың үстінде тар жұмыс істейді.

Дәл осылай, PON желісінің өткізу жолағының ұлғаюымен және әр түрлі мультисервистік қолданбалылардың тасымалдау тиімділіктері артты. 2003 жылдың қазан айында GPON ITU-T Rec. G.984.3 GPON стандарты қабылданған болатын. Бұл тарауда PON технологияларының барлығын қарап шығамыз, олардың стандарттарын және біздің мақсатымыз үшін ең лайықтысын таңдаймыз.

GPON 622 Мбит/с-тен 2,5 Гбит/с дейінгі тасымалдау жылдамдықтарында кадрлардың құрылымының оңай масштабталуына мүмкіндік береді, және PON ағашында тура және кері ағында бірдей тасымалдау жылдамдықпен, және дәл осылай әр түрлімен де, істейтін жүйелерді рұқсат етеді. GPON ITU-T G.704.1 GFP (generic framing protocol, кадрлардың жалпы хаттамасы) стандартына негізделген, инкапсулияцияны қамтамасыздандыра синхронды транспорттық сервис хаттама- үлгісінің, соның ішінде TDM көрсетеді. Ең кем дегенде трафик таралуы мен жолақ утилизациясының ағын тербелістері 93% құраса, APON 71% салыстырғанда, EPON туралы сөйлемей-ақ қоюға болады. 1.1-кестеде APON (BPON), EPON және GPON сипаттамалары салыстырылған.

1.1-к е с т е . APON (BPON), EPON және GPON сипаттамалары

Сипаттамалар	APON (BPON)	EPON	GPON
Стандарттау институттары / одақтар	ITU-T SG15 / FSAN	IEEE / EFMA	ITU-T SG15 / FSAN
Стандарт қабылдау күні	қаз.98	шіл.04	Қаз.03
Стандарт	ITU-T G.981.x	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984.x
Тасымалдау жылдамдығы, тура/кері ағындардың, Мбит/с	155/155	1000/1000	1244/155,622,1244
	622/155		2488/622,1244,2488
	622/622		
Негізгі хаттама	ATM	Ethernet	SDH
Сызықты коды	NRZ	8B/10B	NRZ
Желінің максимал радиусы , км	20	20 (>30[1])	20

1.1-кестеге PON технологияларының барлық мінездемелерін жазамыз.

Ескертулер:

1 – жобада талқыланады;

2 - стандарт 128 ONT дейін желі ұлғаюы рұқсатты;

3 – бір толқын ұзындығында тура және және кері бағытта тасмалдауды рұқсат ету;

4 – өте жоғары деңгейде жасалуы.

1.2-кестеде пассивті оптикалық желілердің стандарттары келтірілген.

1.2-к е с т е . PON стандарттары

Стандарт	Қабылдау мерзімі	Аты
G.983.1	қазан.98	Broadband optical access systems based on Passive Optical Networks (PON)
G.983.1.amd1	желтоқсан.01	Broadband optical access systems based on Passive Optical Networks (PON)
G.983.2	сәуір.00	ONT management and control interface specification for ATM PON
G.983.2	маусым.02	ONT management and control interface specification for B-PON
G.983.3	сәуір.01	A broadband optical access system with increased service capability by wavelength allocation ONT management and control interface specification for B-PON
G.983.3.amd1	шілде.02	A broadband optical access system with increased service capability by wavelength allocation ONT management and control interface specification for B-PON
G.983.4	желтоқсан.01	A broadband optical access system with increased service capability using Dynamic Bandwidth Assignment
G.983.6	маусым.02	ONT management and control interface specifications for B-PON system with protection features

Бұл кестеде соңғы жылдар ішінде бірнеше ITU-T ұсыныстары APON, EPON және GPON стандарттарын байланысты жасалды.

EPON және GPON салыстырғанда, EPON кадр құрылымы қарапайым Ethernet кадры арқылы жасалады, ол көптеген стандарттармен сәйкестелмейді (мысалы, TDM). Оған қарама-қарсы GPON кадр құрылымы.

Сонымен, GPON пассивті оптикалық желісі, Ethernet құрылғыларымен және талшық-оптикалық инфрақұрылымымен келесі буынды қатынау желісі ретінде ең тиімді болып табылады.

1.5 Техникалық сипаттамалары

Бүгінгі күнге таман, үш негізгі PON технологиялары бар, олар - APON/BPON, EPON және GPON. BPON жабдықтауымен - GPON жүйелердің кері сәйкестіктің талап етпеуі шешілген болатын, себебі, ол қосымша шек қойды және қойылған мақсаттарға жетуге кедергі болды. Әйткенімен, GPON жүйесінде BPON стандартынан біраз нәрселер өзгерген жоқ: ара қашықтықтардың схемалар өлшеуі өзгермеді (масштабтаудың), өткізу жолақ динамикалық таратуы (DBA), басқару интерфейс (OMCI) және абоненттік түйіндерді бақылау (ONT). GPON-ның қасиеттері:

– GPON-ға жаңа абоненттерді қосу үшін «инкапсуляцияның гигабиттік режимі» GEM қолданылады;

– симметриялы және антисимметриялы жылдамдықтарды сүйеу (жоғары шығатын және төмен түсетін ағында);

– бір толқын ұзындығына 256 логикалық ONT сүйеуі;

– жоғары шығатын ағында өткізу жолағының тарату механизмы төмен түсетін ағынның маркерлері арқасында (көрсеткіштері);

– ONT қорғау биттерінің өзгеру саны;

– ONT автоматты және периодты табылуының жаңа тәсілі;

– ONT терезелерінде дрейф табылуының автоматты масштабталуы;

– AES алгоритмы арқасында әрбір ONT қосылыс қорғанышы;

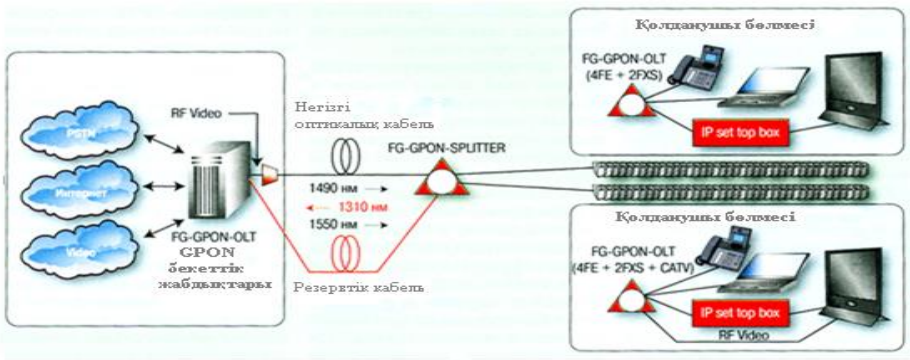
– әртүрлі күй-жағдайлардың үлкен сан және абоненттік түйіннің (ONT) есептеу нәтижелерінің орталыққа (OLT) жіберілуі;

– OAM бөлінген каналдары;

– келісімдердің бақылау қызметтерінің деңгейі туралы (SLA - Service Level Agreement) әрбір каналда өткізу жолағының таралуы.

PON қатынауының таратушы желісі түйіндегі пассивті оптикалық сплиттер бар бұтақ тәріздес талшықты кабельді архитектура негізінде құрылған. PON архитектурасы абоненттің сұрауына байланысты желідегі түйіндерді және өткізу жолағын өсіруге қажетті тиімділікпен қамтамасыз етілген.

Қазіргі уақытта PON-ның 2 негізгі технологиясын бөліп көрсетуге болады – EPON және GPON. Олардың негізгі айырмашылығы архитектураның базалық протоколында: EPON үшін – бұл Ethernet, ал GPON үшін – SDH. Одан басқа GPON технологиясының өткізу жолағы симметриялы емес (төмен түсуші ағын – 2,488 Гбит/с, жоғары щығушы ағын – 1,244 Гбит/с). EPON технологиясы үшін өткізу жолағы симметриялы – 1,244 Гбит/с. Тасымалдауды басқару деңгей құрылымы (TC layer). GPON-жүйесінде тасымалдауды басқару деңгей құрылымы суреттелген. GTC деңгейі екі астыңғы деңгейден түзеледі: GTC кадрларының құру астыңғы деңгейінен және астыңғы деңгейдің TC бейімделулерінен.



1.6–сурет. Байланыстың жалпы сұлбасы

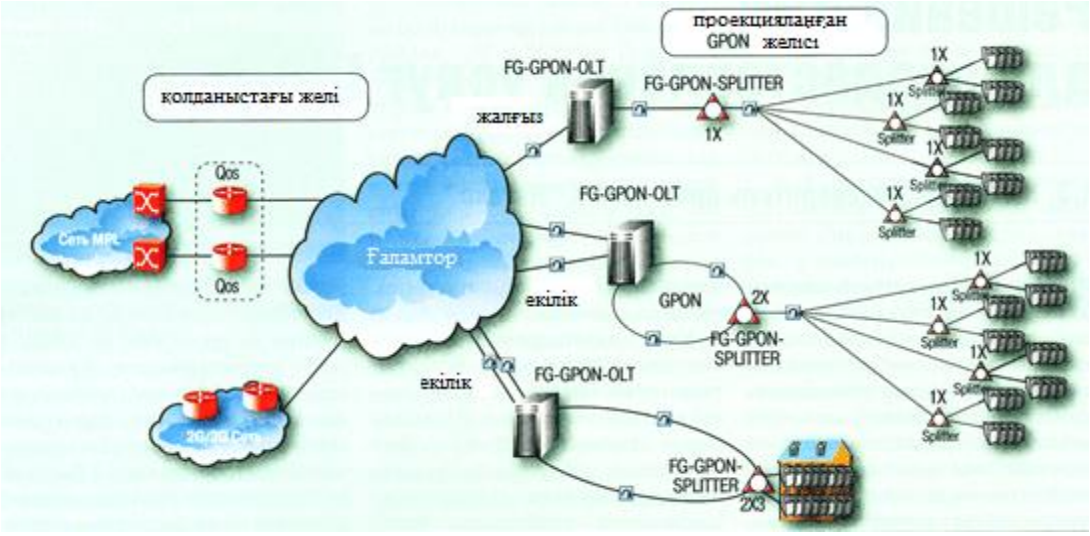
Басқа жағынан, GTC бақылау/басқару жазықтықтарынан түзеледі, абоненттердің трафик ағындарымен, қауіпсіздікпен және OAM функцияларымен басқарады, және пайдаланушылардың жазықтықтарымен, абоненттік трафик тапсырады. GTC кадрларының құру астыңғы деңгейі түзеледі, ATM учаскесінен, OAM ішіне салынған учаскелерден және OAM физикалық деңгейінен (PLOAM) сәйкестікте сапар ретімен GTC кадрмен ATM және GFP учаскелеріндегі SDU (жұмысшы мәліметтер блоктары) кәдімгі PDU (хаттамалы мәліметтер блоктары) бейімделген ATM және GEM деңгей астыңғы ауысу.

GTC кадрларының құруы астыңғы деңгейі үшін барлық тасымалданған мәліметтер толық жетімді болу керек. Бұлардың OLT орталық түйінінде астынғы деңгейіндегі құқықтары, барлық ONT астыңғы деңгейлерімен бірдей. GPON - жүйесі жоғары шығатын трафик үшін ортаға рұқсат бақылауын қамтамасыздандырады. Ең басты концепциялар төмен түсетін ағында кадрлар рұқсат етілген жайларды көрсету үшін төмен түсетін ағында кадрлармен ағын жоғары шығатын, үйлестірілген кадрларда трафик жоғары шығатын.

OLT көрсеткіштер (маркерлер) PCBd жібереді, және бұл маркерлер уақытты көрсетеді, әрбір ONT жоғары шығатын ағынға тасымалдауды бастай да және аяқтай да алады. Сондай тәсілмен, бір ONT қашан болса да ортаға рұқсатты ала алады, және даулар нормалы жұмыста көрінбейді. Көрсеткіштер байттардың одақтарында беріледі, OLT-ға ортамен басқаруға рұқсат ете өткізу нәтижелі статикалық жолағына секундына 64 кбайтқа тең.

PON технологиясының артықшылығына оның FTTx желісінің логикалық дамуы болып табылатынын көрсетуге болады. Негізінен, желіні құруда шығын құрылғыға емес, оның құрылыс монтаж жұмысына және инфрақұрылымға көбірек кететіні құпия емес. 2-суретке қарай отырып және FTTx желісінің архитектурасын еске түсіре отырып, мынадай қорытынды жасауға болады : оператордан коммутаторға дейінгі инфрақұрылым PON технологиясындағы оператордан пассивті сплиттерге дейінгі желінің құрылымына ұқсас. Онымен қатар, FTTx технологиясын PON - ға ауыстыру көзқарасынан қарағанда тек үйдің ішіндегі (подъезд) желінің модернизациясы керек.

PON-ның бір ғана кемшілігі құрылғының аса қымбат бағасында ғана, бірақ қазір оның Қазақстанда кең таралуына және ірі операторлардың қолдануына байланысты абонеттерге бағасы бірталай төмендейді. Және жоғарыда қарастырғандардан мынадай нәтиже шығаруға болады, жақын уақытта GPON технологиясы Triple Play қызметін көрсетудегі ең негізгісі болып табылатына күмән жоқ.



1.7-сурет. Құрылымдық сұлбасы

Төмен түсетін ағынның кадр құрылымы. Тәуелділік сыртында кадр ұзақтығы 125 мксті құрайды да желінің өткізу қабілеттіліктері (1,244 Гбит/с немесе 2,488 Гбит/с) төмен түсетін ағында болады. Сайып келгенде, кадр 1,244 Гбит/с жылдамдығында 19440 байт құрайды, ал 2,488 Гбит/с жылдамдығында - 38880 байттан тұрады. Бір кадрда PCBd ұзындығы тарату одақтарының санынан екеулерінің жылдамдықтары үшін бірдей және тәуелді болады (бір анықтатушысы Allocation-ID бар).

Жоғары шығатын ағынның кадр тасымалдау барлық жылдамдықтарына арналған бірдей құрылымды болады. Бір немесе бірнеше ONT-дан тасымалданатын мәліметтер жиыны әр кадр қамтиды. Өткізу жолақтардың кестесі осы жиындардың таратуын анықтайды. Басқарумен сәйкес тарату әрбір дәуір уақыты, өткізу жолақтардың кестесі индикаторлардың өрісі арқасында OLT басқарады, ONT 3 үлгіге дейін PON-бастамаларын және пайдаланушылық мәліметтер жібере алады. Бастамалар бола алады:

– жоғары шығатын ағынның физикалық деңгей (PLOu) бастамасы;

– жоғары шығатын ағында (PLOAMu) қолдану, әкімшілік ету және басқару;

– PLOAM хабары кіретін 13 - байттық өрісі;

– жоғары шығатын ағында өткізу жолақтар динамикасы (DBRu) туралы есептеу нәтижесі DBA үшін OLT орталық түйінімен қолданылатын өткізу жолақтары динамикалық күй-жағдай туралы есептеу.

GPON-да активтендіру процедурасы күй-жағдайларды бейнелеп түсіндіреді, активтендіру процесс ішінде болатын ONT:

– ONT PON-ның жұмысшы параметрлерін алады;

– OLT талаптарымен сәйкес мәліметтерді тасымалдауға арналған ONT оптикалық қуаттылық деңгейін жөндейді;

– OLT жаңадан қосылған ONT-ның сериялы нөмірлерін анықтайды;

– OLT барлық жаңадан қосылған ONT-дың ONT-ID анықтаушыларын тағайындайды;

– OLT жаңалармен ONT ара қашықтығын өлшейді және жаңа абоненттік түйіндерге арналған кідірістерді тағайындайды;

– ONT сағаттардың бастан санап шығуы (импульстер синхронизациялануы) сәйкестікте жоғары шығатын ағынның кадрларына арналған өзін түзететін кідірістерді жөндейді;

– GEM - инкапсулияция әдісі.

OLT талаптары.

Әр түрлі қызметтердің абоненттеріне жеткізуді жүзеге асыру үшін, қажеттіні операторларға арналған, және өткізу жолағын нәтижелі қолдануға рұқсат ету басталды. Пассивті оптикалық желілеріне GPON-да G.7041 инкапсулияция әдіс қолданылады. GFP стандарттауы ANSI аккредитациясы T1X1 комиссия астысы қолданылады, қайсысы стандарттың финалдық болжамалары жасау ITU-T бірге жұмыс істеуді шешті. GFP G.7041 ITU-T ұсынысы деп ресми стандартталған болатын. Бүгінгі күнге таман, үш негізгі PON технологиялары бар, олар - APON/BPON, EPON және GPON

GPON инкапсулияция әдісі немесе GEM, транспорттық желімен оның тасымалдауына арналған жоғары жатқан деңгейлердің клиентік трафик өзгерту негіздік механизмы қамтамасыздандырады. Транспорттық желі кез келген типті болу мүмкін: SONET/SDH, G.709 ITU-T (OTN), ал нағыз түрінде GPON.

Клиенттің сигналдары пакеттер (IP/PPPoE немесе Ethernet MAC сияқты), ағындардың тұрақты жылдамдықпен және басқалар түрінде келе алады.

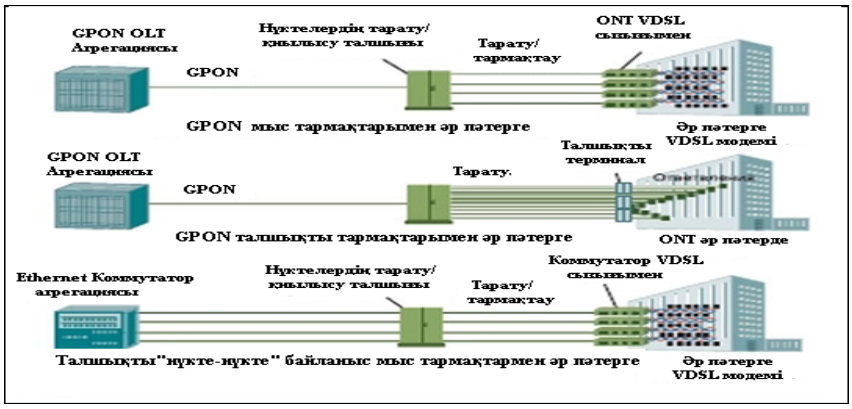
GEM кадрлардың инкапсулияциясына иілгіш құрылымын қамтамасыздандырады, кадрларды тұрақты сияқты және өзгергіш ұзындықта сүйейді. GEM бастаманың қателерін дұрыстау әдісінің (HEC) бір түрін қолданады, негізі өзін-өзі шектеуінде салынған. Өзгергіш ұзындықты PDUs орналастыру үшін, GEM - кадр бастамаларына пайдалы жүкті тиеу ұзындыққа айқын индикаторын орналастыра бастайды. Сайып келгенде, GEM PDU тұрақты мөлшері болады (TDM - канал қамсыздандыру үшін), немесе ұзындықпен, кадрдан кадрға өзгерілетін (инкапсуляцияланған PDU-ны жәй шығаруды қамсыздандыру үшін). Дәл осылай сияқты, GEM синхронды транспорттық желімен әртүрлі қызметтердің жеткізу нәтижелі және қарапайым негіздік механизмы қамтамасыздандырады, ол GPON TC деңгейіне арналған негіз болады. Сонымен қатар, GEM-ді қолдану, GPON TC деңгейі табиғаты жағынан синхронды болады және SONET 8 кГц (125 мкс) кадрларды қолданады. TDM - қызметтерді тура сүйеуге рұқсат етеді.

Қазіргі кезде Triple Play желісін көпқабатты тұрғын үйлерге қосудың көп

түрлері бар. Олардың көбі мекеменің ішіне оптикалық желілік терминал (ONT) ұйымдастыру негізінде, ал одан әрбір бөлек пәтерлерге мыс сымдар жүргізу арқылы құрылған. Бірақ оптикалық кабельдің (ОК) бағасының түсуіне байланысты, бұралуға сезімталсыз, ең қолайлы шешім тура пәтерге дейін талшықты жүргізу. Көппәтерлі үйлерге қосылудың ең қажетті түрлерін суретте көрсетілгендей топтарға бөлуге болады (1.8-сурет):

Бірінші түрі - PON мыс тармақтарымен. Жоғарғы жылдамдықты пассивті оптикалық желі GPON технологиясын қолданғанда талшықты оптика байланыс түйінде бірсызықты оптикалық терминалы бар (OLT) көптеген үйлерді байланыстырады. 1-ші желілік талшықты кабель қосылатын құрылыс тобына жақын және сигналдарды бөлу үшін пассивті оптикалық тармақтағыш қолданылады. Әрбір мекемеде пәтерлерге мыс сымдар тарайтын оптикалық желілік терминал орнатылады. Пәтерлерді қосудың негізгі қатынау сұлбасы болып Ethernet негізіндегі VDSL2 болып табылады. VDSL2-нің артықшылығы – оның деректерді таратудағы жоғары жылдамдығы (100Мбит/с-қа дейін) аса үлкен емес қашықтыққа дейін.

Екінші түрі – PON талшықты тармақтарымен. Негізінен оптикалық кабельді әр пәтерге дейін жүргізу мысқапталған кабель негізіндегі инфрақұрылымды қолданғанға қарағанда экономикалық тұрғыдан тиімді. Оның үстіне оптикалық желінің таратушы құрылғылары мекеменің ішіне орналасады. Тура пәтерге баратын талшықтың тарау нүктелері әртүрлі бөліктерде немесе мекеменің әртүрлі қабатында болады.



1.8-сурет. Көппәтерлі үйлерді кеңжолақты байланысқа қосудың ең қолайлы 3 түрі.

Үшінші түрі - Ethernet – қосылуы «нүкте-нүкте» (P2P). Бұл нұсқада әрбір мекеме бөлек талшық көмегімен орталық байланыс түйінімен қосылады. Ethernet коммутациясы осы байланыс түйінінде бірден көптеген үйлерге трафик агрегациясын қамтамасыз етеді. Мекемеде Ethernet коммутаторы орнатылады, және ары қарай мыс сымдар немесе кей жағдайда көпмодты оптоталшық жүргізіледі. Мыс сымдар асинхронды деректер тарату(ATM) немесе аса жоғары жылдамдықты цифрлы абоненттік жол (VDSL) негізіндегі екінші буынды ассиметриялы цифрлық абоненттік жол (ADSL2+) құру үшін қолданылады..

1.6 Дипломдық жобаның қойылымы

Тұтынушылар сұраныстарына сай, және олардың сұраныстарын өтеуінен, сұраныстың қызмет көрсетуінен асып, сол сұраныстарға сәйкес кең жолақты қатынаудың жаңа технологияларын қолдану, мысалы FTTH.

Осы бітіру жұмысында келесі тапсырмалар орындалуы тиіс:

– құрылғыларды таңдау;
– тұтынушы қатынау тапсырмаларын шешу;
– ҒТТН технологиясын енгізу;
– жүктеме есебі;
– тіршілік әрекетінің қауіпсіздігін қарастыру;
– экономикалық жоспар.

2 FTTx технологиясы негізінде желіні құрастыру

2.1 Желіні жобалау және құрылғыларды таңдау

Бас станцияны жобалау (БС). Сонымен, желі жұмыс істейтін технология таңдалып алынған соң, тікелей желі құрастыруға, құрал-жабдықтар мен сым желілерді таңдауға және іс-құжаттарды әзірлеуге көшеміз. Нәтижесінде әрбір тұтынушы сандық теледидар, Интернет және IP-телефония қызметтерін алуы тиіс**.**

Алдымен бас станцияның жобасын жасап алу қажет. Ол үшін станцияның қандай қызмет атқаратынын анықтау керек:

– халықаралық және мемлекеттік арналарды спутник тарелкаларынан қабылдап, сандық қалыпқа келтіру. Спутник арналарының IP-желісіне трансляциялау үшін олардың шартты рұқсатының кодировкасын алып тастау керек және DVB-IP шлюзі арқылы IP-желісіне жіберу қажет;

– трафикті желі ішінде және тұтынушыға әрі қарай тарату үшін X провайдері арқылы Интернетке кіру мүмкіндігін алу;

– Қазақтелекомның бөлінген ISDN арнасын әрі қарай телефон нөмірлерін тарату және телефонияны VoIP сандық қалыпқа келтірумен қабылдау;

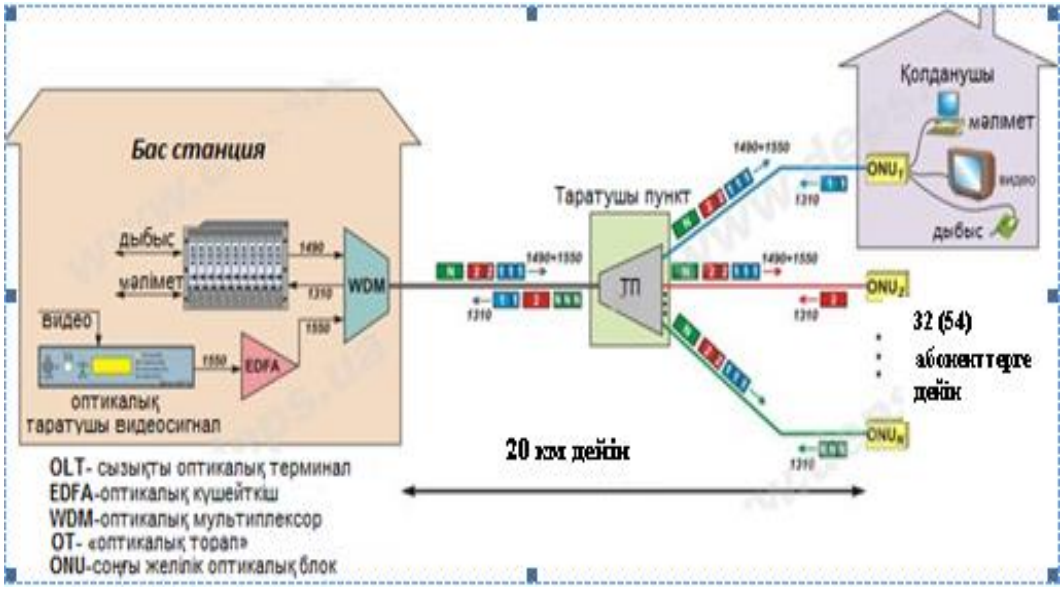
– тұтынушыға арналған фильмдері, әуендері, ойындары және т.б. бар серверлердің оңтайлы жұмысын ұйымдастыру;

– тұтынушыларды, олардың биллингімен ұйымдастырылған бағдарламалық басқару, компания ұсынған қызметтерге кететін шығынды есептеу.

2.1-суретте бас станция мен пассивті желінің архитектурасы келтірілген.

Қатынау желілері үшін PON (Passive Optical Network) ең бір танымал оптикалық технологиялардың бірі болып табылады. Оның негізгі мақсаты минималды капиталды шығын жұмсай отырып кең өткізу мүмкіндігімен қатынау желісін құру болып табылады. Оның шешімі активті компонентерсіз тармақталған желі құру – пассивті оптикалық тармақтағыштар көмегімен. Барлық қолданушыларға информация біруақытта арналардың уақыттық бөлінуімен бас станциядан – оптикалық сызықтық терминалдың (OLT, Optical Line Terminal) – ақырғы оптикалық желілік блоктарға (ONU, Optical Network Unit) дейін. Тарату мен қабылдау екі бағытта бір оптикалық талшық бойымен, бірақ әртүрлі толқын ұзындығында жүреді. Тура ағында (абоненттен станцияға дейін) 1310 нм толқын ұзындығын, ал кері ағында (станциядан абонентке дейін) – 1490 нм немесе 1550 нм. Желі түйініндегі OLT шығысынан оптикалық қуат барлық ONU кірісіндегі сигнал деңгейі шамамен бірдей болатындай бөлінеді (біркелкі немесе біркелкі емес). Әдетте көбіне барлық абоненттерге телевизиялық сигнал тарату үшін толқын ұзындығының біреуі (көбіне 1550) бөлінеді. Онда станцияда таратылып жатқан сигналдарды 1310 нм (дауыс,

ақпарат) және 1550 нм (бейне) біріктіру үшін оптикалық мультиплексор WDM орнатылады. Барлығы максималды байланыс қашықтықта – 20 км-ға дейін болғанда 32 абонентке дейін (кей түрінде 64-ке дейін) қосылу мүмкін болады.



2.1-сурет. Бас станция мен FTTH сұлбасы

Жоғарыда сұлбада көрсетіліп тұрғандай, тура ағын біруақыта барлық ONU үшін ақпараты бар, бірақ әр ақырғы құрылғы тек өзінің терминалы үшін информация бөледі. Кері бағытта абоненттерден әр ONU өз уақытында информацияны жібереді және қосылып болғаннан кейін ортақ ағында барлық қолданушылар сигналы болады. PON технологиясының қатынау желісінде қолданудың көп артықшылықтары бар:

– абоненттік оптикалық кабельдерде талшықтың экономдылығы;

– бас станциядағы оптикалық сәулелегіштердің экономдылығы;

– түрлі информацияның қызмет көрсету мүмкіндігі (Triple Play концепциясына сай) – дауыс, бейне және ақпарат;

– желілік элементтерге электроқоректенудің қажетсіздігі (ақырғы-ларынан басқасы);

– қызмет көрсетудегі шығынның аздығы;

– абоненттің оңай қосылу мүмкіндігі;

– жолақтың динамикалық кеңейту мүмкіндігі;

– істеп тұрған абоненттердің тарату жылдамдығын дәл қазір істемей тұрғандардың арқасында көбейту;

– ары қарай тарату жылдамдығын көбейту (10 Гбит/с-қа дейін) және одан да көп сызықты тракт қондырғыларын ауыстырусыз (оптикалық кабельдер, тармақтағыштар, қосылғыштар);

– оптикалық мультиплекстеу технологиясын қолдану арқасында (CWDM немесе DWDM) әр қолданушылар үшін тарату жылдамдығын бірталай көбейту мүмкіндігі.

Қазіргі кезде PON ең бір динамикалық түрде дамып жатқан оптикалық желілік технология болып саналады. Басқа да дамыған мемлекеттерде PON абоненттердің саны жыл сайын 30-40 % -ға өсіп отырады.

Мен өзімнің бітіру жұмысымда бұл желіні модернизациялау мүмкіндігін қарастырдым, яғни PON желісіндегі FTTH технологиясын енгізуді сараптадым. Ашық айтқанда, Шымкент қаласындағы желісінде мыс кабельдерді оптикалық талшықты кабельге ауыстыру арқылы желінің жалпы жылдамдығын жоғарлатып, колизия болу мүмкіндігін кемітем. Және де қызмет түрлерін, яғни интернетке шығу, теледидар бағдарламаларымен қамтамасыз ету, телефония қызметтерін бір ортадан көрсетілуін қамтамасыз етемін.

Желіні ұйымдастыруға қажетті негізгі құрал-жабдықтарды анықтайық:

– спутник тарелкалары және спутник белгісін қабылдауға және өңдеуге қажетті құрал-жабдықтар;

– қызметтік ақпаратты және тұтынушылар туралы деректерді сақтауға арналған серверлер (тапсырыс бойынша видео, виртуалды кинозал, т.б.);

– деректер ағынын басқаруға арналған негізгі Router;

– негізгі Router-ден келетін белгілерді қабылдауға және деректерді пассивті оптикалық желі арқылы ONT (Optical Network Terminal) теримина-лына тасымалдауға арналған ONT (Optical Line Terminal);

– тұтынушы жағындағы оптикалық белгіні қабылдауға арналған ONT (Optical Network Terminal);

– оптикалық белгіні бөлуге арналған желінің пассивті элементтері – сплиттерлер;

– оптикалық және UTP сым желілері.

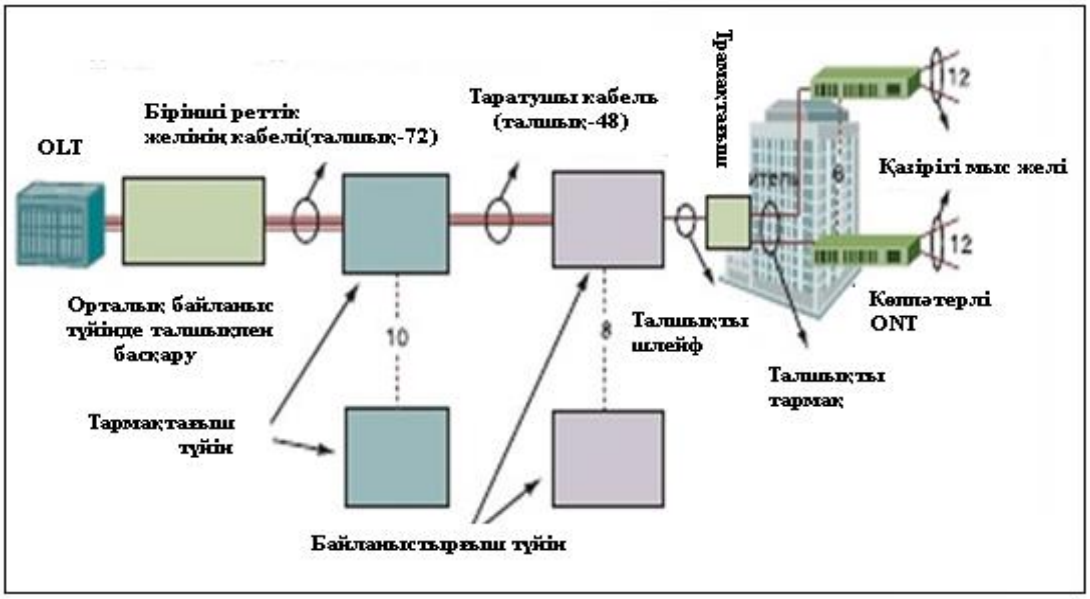
Жоғары бөлімде қарастырған нұсқалардан, электрониканың бағасын есептегенде және қызмет көрсетудің қиыншылығынан ең бірінші болып P2P түрі шығады.

Қалған PON негізіндегі түрлері – мыс және талшықты тармақтарымен – қажеттілігіне қарай керек болуы мүмкін.

Шымкент қаласындағы көпқабатты үйлердее 5760 пәтерді қосу үшін екеуінің де бағасын салыстырып көрейік. Екі модель бойынша құрылған желі 2.2(а,ә)-суретте көрсетілген. Пәтерге дейінгі талшықты қатынау жүйесінде пәтер ішінде сымдарға сигнал тарататын жеке терминалдар ONT жертөле бөлмеде немесе коммутациялық шкафта орналасуы мүмкін, ал әрбір пәтерден абоненттер жағында VDSL2 шлюзы болуы керек.

Пәтерлерді қосудың бағасы оптикалық сигналды электрлік сигналға түрлендіретін көппәтерлі ONT-ны қолданғанда кәдімгідей кідіреді. Көппәтерлі ONT – бұл негізінен 24 пәтерге қызмет көрсетуге арналған аса қымбат құрылғы. Бұл құрылғының қолдану коэффициентінің төмендігі оның төмен жүктемесіне байланысты болуы мүмкін. Азактивті қолданушылар көлеміне қарай қосымша бағасы талшықты қосылуға қарағанда біршама жоғары болады. Талшық көмегімен қосылған пәтер бағасы жүктемеден тәуелсіз болады. Біздің мамандардың санауы бойынша, негізінен, егер пәтерлерді төменгі қамтуы

немесе көппәтерлі ONT-ның жүктемесі 40% төмен болса, онда оларға оптикалық кабель (ОК) жүргізу тиімдірек.



2.2(а)-сурет. Көппәтерлі ONT қолданумен мекемеге дейін талшық жүргізу

Пәтерге талшық бойымен қосылу бағасы жеке үй иелеріне қосудан жеке ONT қолдана отырып қосылған әлдеқайда арзан болады. Бұл коттеджден қарағанда, талшық жүргізудің бағасының төмендігімен байланысты. Әйтсе де біздің модельде әртүрлі мекеме ішіне талшық жүргізудің ерекшелігі жайлы факторлар қарастырмаған. Бұл ерекшеліктер ескі немесе жаңа архитектуралы салынған мекемелердегі жұмыс бағасын көбейту мүмкін. Одан басқа, жаңа үлгідегі бұралуға сезімталсыз талшықтар кейбір қиын жерлерде қиыншылық туғызуы мүмкін.

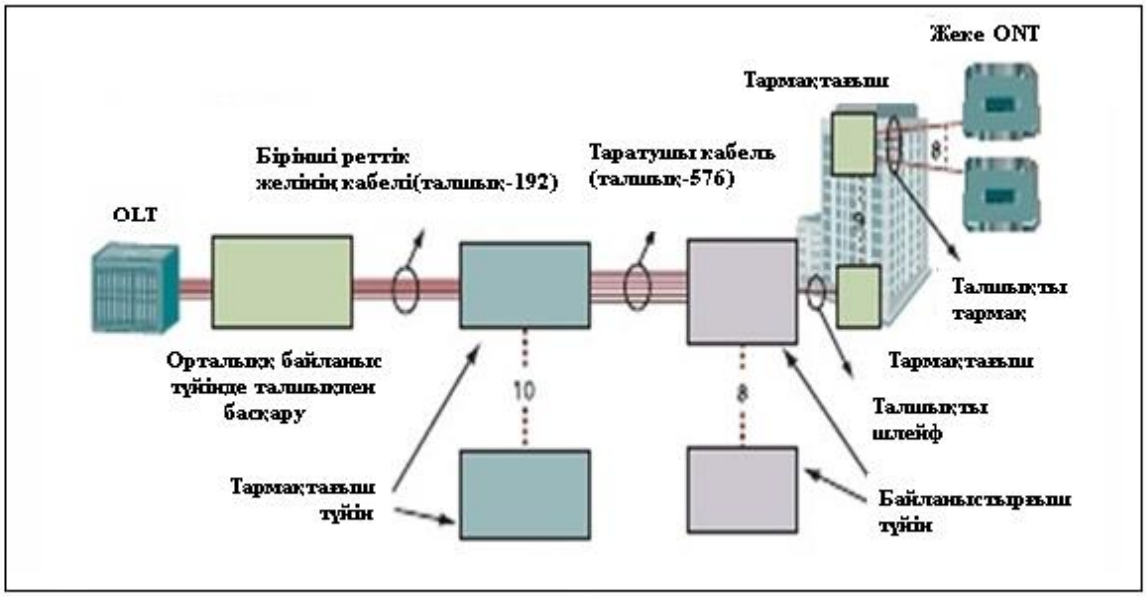
Пәтерге талшық жүргізу болашақта жаңа кабель жүргізудің қажеттілігін туғызбайды. Ал мыс сымдарды жүргізу арзан болғанымен, бірақ болашақта жаңа байланыс қызметтері үшін өткізу жолағын кеңейтуде шектеулі болады.

OLT мен ONT-ны таңдау. Бұл бөлімде желі құрастыруға Terawave Communications және FlexLight Networks компанияларының жүйелерін қарастырамыз. Қорытынды жасап, ең тиімдісін таңдаймыз.

TERAWAVE Communications компаниясының жүйесі.

Terawave Communications компаниясының TERAWAVE жүйесі PON пассивті қатынау желісінің сәулетін жүзеге асырып, орталық түйіннен ATM (STM-4c, STM-1c, DS-3c), SDH (STM-1), Fast Ethernet, Gigabit Ethernet интерфейстері арқылы; ал абоненттер жағынан E1 TDM (G.703), Ethernet/Fast Ethernet, видео-интерфейс (SDI/PAL, DVB-ASI), RS-232 (телеметрия) интерфейстері арқылы байланысты құрады (2.1-сурет).

TERAWAVE жүйесінің негізгі элементтері TW-100, TW-200, TW-300, TW-400 және TW-600 шассилері болады.



2.2(ә)-сурет. Жеке ONT қолданумен пәтерге дейін талшық жүргізу

TERAWAVE жүйесінің қасиеттері:

– PON сәулетінің екі түрлі құрастырылуы, PON бұтағында 155 және 622 Мбит/с жылдамдықтарында екі жақты жұмыс істеуі;
– өткізу жолағының динамикалық таратылуы;
– DWDM технологиясын қолдану мүмкіндігі;
– 10/100Base-TX интерфейстері;
– SDH: STM-1;
– ATM: STM-1/STM-4/DS-3;
– FXS телефондық порттары;
– 4 x E1;
– PAL/SDI, DVB-ASI видео көлігі;
– Gigabit Ethernet.

TERAWAVE компаниясының OLT TW-600 шассиі. TW-600 – PON орталық түйіні (OLT) (сурет 5.2). TW-600 шассиінде 7 слот бар. 6 слот желілік интерфейс карталарына (NIM) арналған: 1 және 2 слоттар мастер (master card) және резервті процессор карталарына арналған.

FlexLight Networks компаниясының жүйесі.

FlexLight-тың Optimate өнімдері GPON (Gigabit PON) болашақ шешімін көрсетеді, ол пассивті оптикалық желіні 2.488/1.244 Gbps биттер тасымалдау жылдамдығын қамтамасыз етеді. FlexLight-тың GPON өнімдері ITU-T GPON (G.984.1, G984.2 және G984.3) стандарттар жанұясына сәйкес келеді.

Optimate-тің негізгі ерекшеліктері:

– ITU-T GPON стандарттары; G.984.1-3 series;

– тасымал жылдамдықтары төмен түсетін ағында 2.488 Gbit/s және жоғары шығатын ағында 1.244 Gbit/s;

– Triple play: Дауыс, Бейне және мәліметтерді бір талшық бойы;

– METRO интерфейстері: GbE, Analog Video, OC3/STM1, және OLT-да E1/T1;

– тұтынушы қызмет интерфейстері: E1/T1, POTS, 10/100 BaseT Ethernet, және Бейне;

– толық Желі артықшылығы. Талшық Қорғанысының Автоматты 50мс кем уақытта қосылуы;

– дауыстың қызметінің жоғары сапасы мен басқа/жаңа қызметтерге иілгіш;

– барлық топологияларында пассивті таралуды қолдауы (сплиттер).

FlexLight GPON жүйесі, Optimate 2500, 3 негізден тұрады:

– оптикалық Сызықтық Терминал (OLT) бас станцияда орналаса, басты метрополитен қатынау желілерінің (MAN) кең жолақты қызметтерімен жұмыс істейді;

– оптикалық Желілік Терминал (ONT) тұтынушы қарамағында орналасады;

– басқару станциясы, FlexManage, PON-ды бақылайды және басқарады.

FlexLight жүйесі төмен түсетін ағын рұқсатты мәлімет концепция негізделген, ал ол әр ONT-ның талшық сыйымдылығын толығымен иемденеді. ONT тек өзінде бекітілген қызметтерді әр қайталанбас белгіленген канал арқылы аяқтайды.

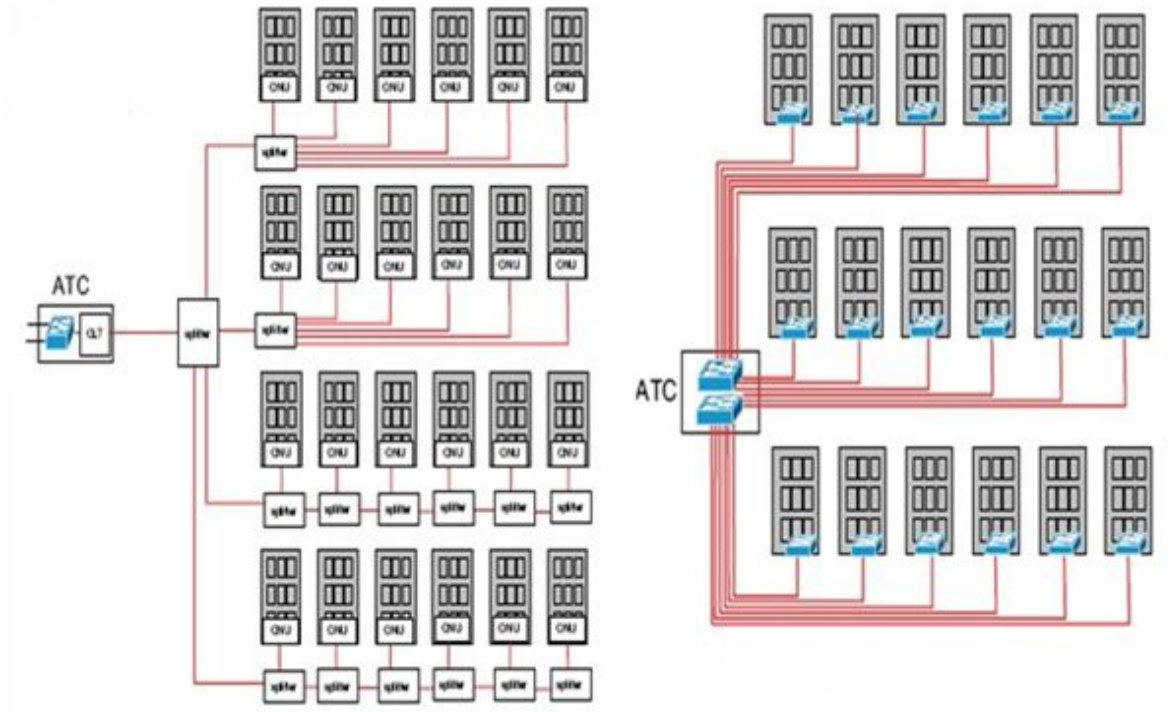
Optimate, сонымен қатар, PON желісінің толық артықшылығын көрсетеді, кең жолақты қатынау желіде істен шығуларды әрдайым түзетіп отырады. Бұл SDH-қа ұқсас қазіргі қызмет беретіндерге өте тиімді, және тағы бір үлкен басымдық Optimate CWDM толқын ұзындық планын құрып, бір талшық инфрақұрылымға 8 түрлі толқын ұзындықтарында тасымалдай алады. Көптік толқын ұзындықтары қарапайым PON-ның өткізу жолағымен таралу (бөліну санын) ұдайы үлкейтеді.

PON технологиясының құрылғылары пәтердегі әрбір қолданушыларға ақырғы құрылғыны қоймауға айтарлықтай қымбат, әдетте ақырғы құрылғыны кейін бірнеше клиенттер қолдана алатындай мекемеге немесе подъезге орнату нұсқасын ұсынды.

2.3-суретте «PON мекеме/подъезге дейін» кездегі сызбасы көрсетілген. OLT орнатылған қатысу түйіннен (мысалы, АТС) тұрғын үй тобына дейін оптика-лық жол жүргізіледі. Мысалы, бір PON бұтақ/жолда 32 мекемеге дейін істеу мүмкін. Мекеме тобының алдында сплиттер қойылады және кабель бірнеше мекемеге тармақталады, немесе әрбір мекемеге үйге дейін бір оптикалық жол жүретін пассивті оптикалық сплиттер орнатылады. Үйде немесе подъезде ONU орнатылады, оның оптикалық PON-бұтаққа қосылуға арналған оптикалық порты және үйдегі қызмет етілетін абонеттерді қосуға арналған арнайы қондырылған Ethernet-коммутаторы болады. Қазіргі заманғы кеңжолақты қатынау желісінде қызмет көрсетудегі қолайлы технологияны

таңдау, оператордың капиталды шығынын және желінің дамудағы оның кейінгі эксплуатациясының көлемін анықтайды.

Қазіргі кезде ең қолайлы модель болып бір кең жолақты қатынау кабелімен қолданушыларға біруақытта 3 сервисті қызмет көрсету- интернетке жоғары жылдамдықты қатынау, IP-телевидение және телефон байланысы (Triple Play) болып табылады.



2.3-сурет. PON және Ethernet негізіндегі желілерін салыстыру сұлбасы

Байланыс құру сұлбасы 10 қабаттық тұрғын үй үшін келтірілген. Қосылатын абоненттер саны – 160.

Станционды аймақ. Станционды қондырғы АТС территориясында қойылады және оған мыналар кіреді:

– 19" шкаф;
– станционды терминал (OLT) LTE-8ST;
– 8 қосылуға арналған оптикалық кросс SC/APC.

19" шкафта 8 PON- портқа арналған станционды терминал (OLT) LTE-8ST және 8 қосылуға арналған оптикалық кросс болады. 48/60В тұрақты тоқ қорегі жергілікті қорек көзінен алынады, жерлендіру қамтамасыз етіледі.

LTE-8ST патчкорд (UTP CAT5e) немесе оптикалық кабель жиынтық көмегімен ақпарат таратудың сыртқы желісіне қосылады. Есептеу бойынша барлық 160 абоненттерді қосу үшін 32 абонент бір PON-порт OLT-ға 5 оптикалық порттар (бес талшық магистральды кабельде) қолданылады.

Бес LTE-8ST PON-порттары станционды оптикалық кроссқа SC/APC

оптикалық патчкордтармен қосылады. Кроос OLT бар тіреуішке қойылады. Кроссқа магистральды 8-талшықты оптикалық кабель жүргізіледі, және патч-панельге осы кабельдің барлық талшықтары шығарылады. Бұл жағдайда 8-талшықты оптикалық кабель қолданған дұрыс болады. Бес талшық істеп тұрады, ал үш талшық - резервті болады. Резервті талшықтар жаңа абонентерді қосуға немесе істеп тұрған талшықта ақау болған жағдайда жылдам қайта қосуға арналған.

Магистральды аймақ. Магистральды 8-талшықты оптикалық кабель АТС-тен үйге дейін (5км) кабельді канализациямен жүргізіледі. Ары қарай оптикалық кабель үйге кіргізіліп, тіреуішпен жоғары техникалық қабатқа (чердак) көтеріледі.

Оптикалық таратушы шкаф (ОТШ).

ОТШ 19" сәйкес, антивандальды, құлпысы бар болады. ОТШ таратушы оптикалық кабельдің минималды ұзындығының есептеуімен (3-4 подъездге 1) орнатылады. Біздің жағдайда үйдің 4 подъезді бар, сәйкесінше чердакта 1 ОТШ қойылады.

2.4-суретте үйдің ОТШ сұлбасы көрсетілген. Магистральды 8-талшықты кабель АТС-тен ОТШ-ға жүргізіледі.

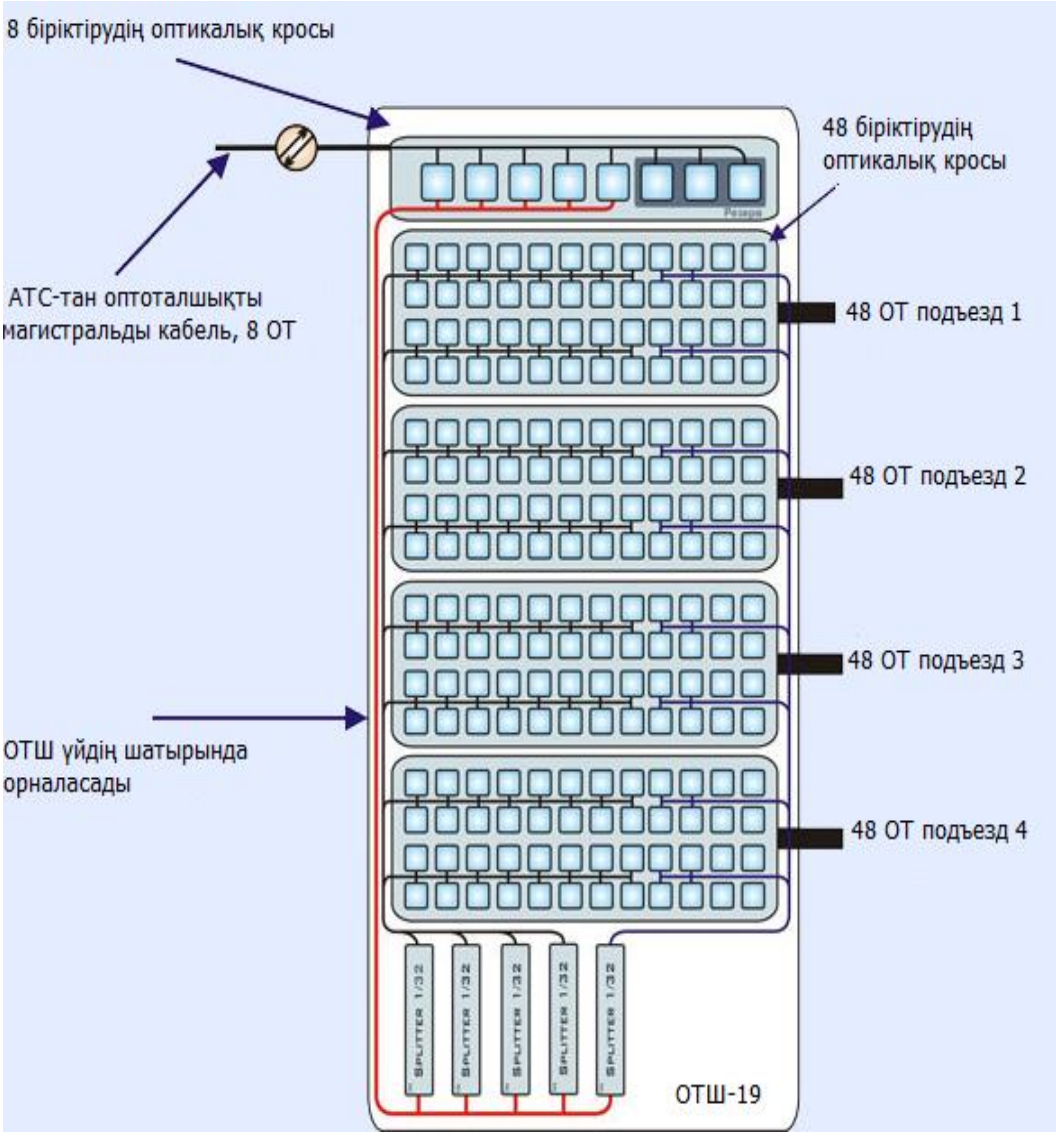
Шкафтан резервтер мен подъездегі барлық абоненттердің 100% қосылуын қамтамасыз ететеін сиымдылығы 48 талшық таратушы кабель жүргізіледі. Кабель мынадай конструкцияға ие, кабельдің кішкене жерін кесіп, өзіне қанша талшық керек соншасын шығарып алуға болады (барлық кабельді кеспей). Кабельде G.657A. сұранысына сәйкес дайындалған жеке буферлі қаптамадағы талшықтар қолданылады.

Таратушы кабель мекеменің бір ең аз жүктемелі тіреуіштерінде жүргізіледі. Әр қабатта оптикалық таратушы қорап (ОРК) орнатылады. ОРК кішкене ғана көлемді және таратушы кабельден ажыратылған талшықтар және drop-кабель талшықтарды байланыстыру үшін арналған. Бір ОРК төрт drop-кабельге дейін тармақтайды.

ОРК-дан қолданушы бөлмесіне дейін бірталшықты drop-кабель жүргізіледі. Мұндай кабельдің орташа ұзындығы 20 м. Кабель G.657A. бойынша талшықтың қолдануымен жасалған, мұндай кабель типі абоненттің пәтерімен немесе кабель арнасымен, не минималды бұралу радиусымен плинтусқа жүргізуге мүмкіндік береді.

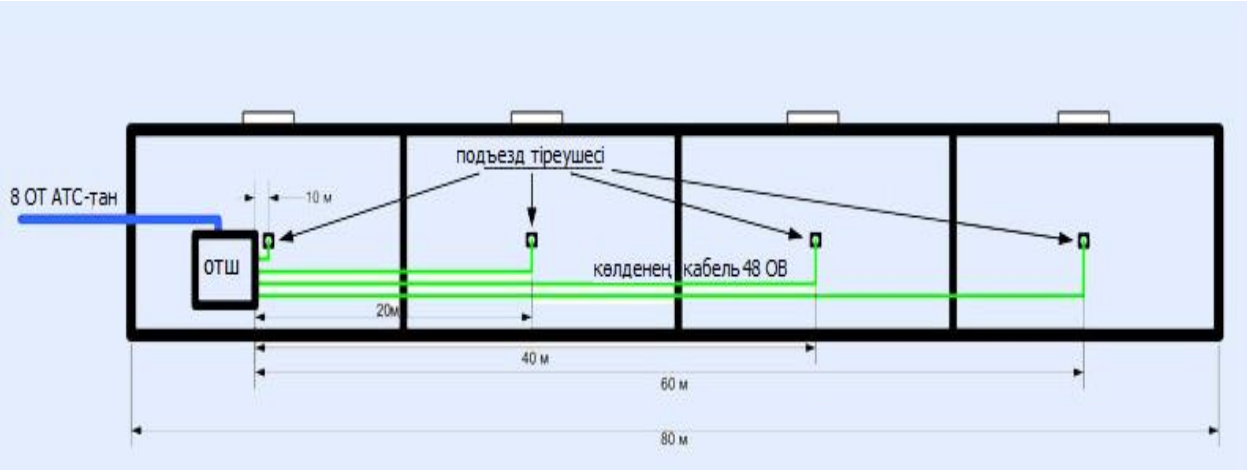
Абонеттік аймақ. Қолданушы бөлмесінде абоненттік розетка орнатылады. Абонентік розеткадан абоненттік ONT-ға дейін 2 м патчкорд жүргізіледі. ONT-дан ПК қолданушыға дейін 5 м-ге дейін екі жақты RJ-45 разъемы бар UTP Cat.5e жүргізіледі.

Желілік құрылымы. FlexLight өнімі FTTB, FTTMDU және FTTH ретінде қолданыла алады. Абонентті жағында ONT оптикалық желілік терминалдар немесе INT интегралданған желілік терминалдар (олар орталық түйінде де орналасуы мүмкін) қатынау концентраторлары ретінде істеп, орналасады.

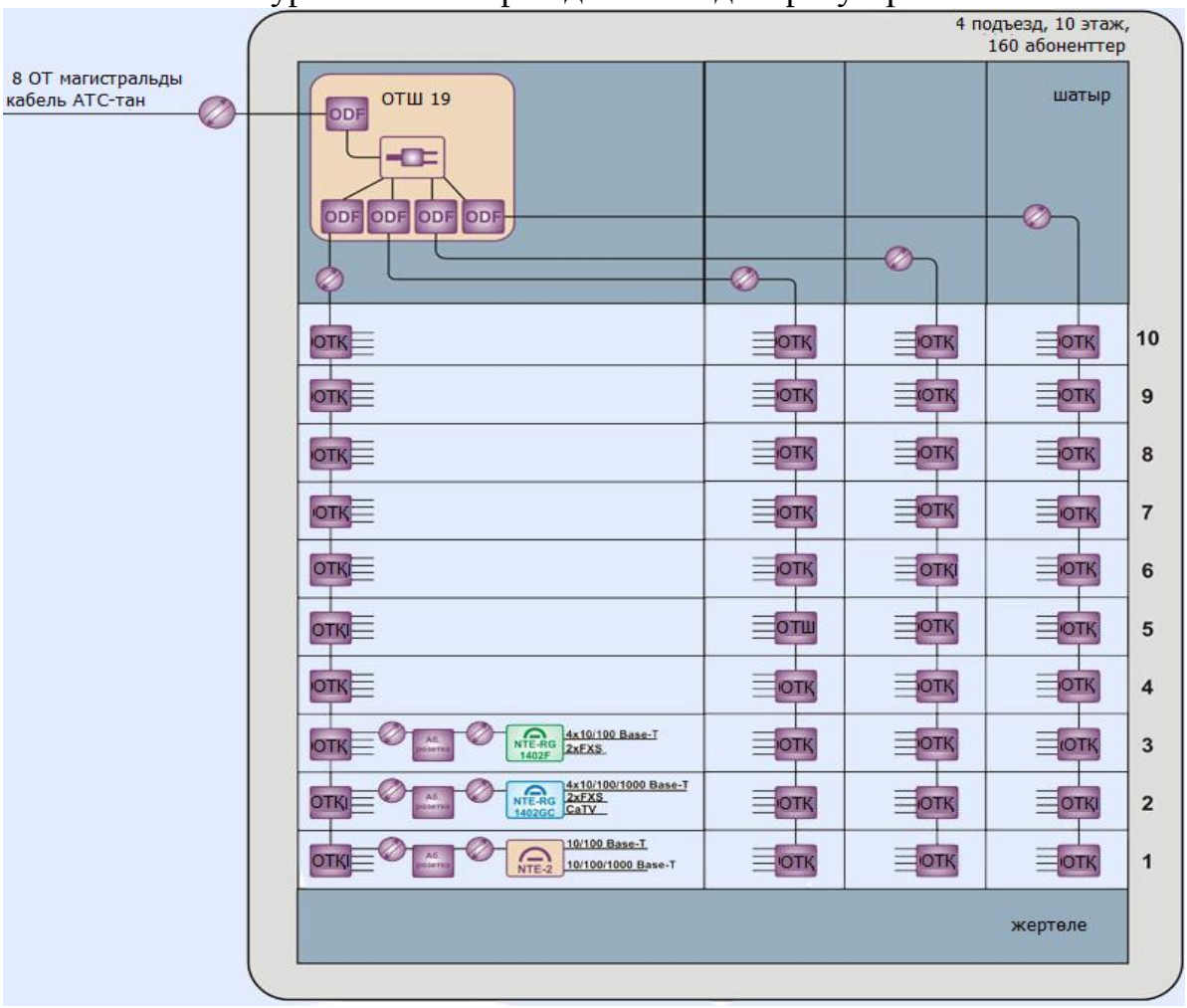


2.4-сурет. Үйдің ОТШ сұлбасы

Таратушы аймақ.



2.5-сурет. Үй шатырында кабельді тарату сұлбасы



2.6-сурет. Көпқабатты үйдің таратушы желісінің сұлбасы

TW-300/TW-400 шассилері конфигурациясына байланысты не ONT, не INT болып істей алады. ONT жұмыс істеу режимінде (TW-300/TW-400 деп белгіленеді) бұл шассилерге PAU тақташасы орнатылады да, TW-600 орталық түйініне PON ағашымен қосылады. INT жұмыс істеу режимінде (TW-300 INT/TW-400 INT деп белгіленеді) бұл шассилерге NAU (NAU 2xDS3c, NAU 2xSTM-1c, NAU STM-4c) тақташасының бірі орнатылады. NAU арқылы ATM (STM-4c, STM-1c, DS3c) интерфейстерімен TW-300/TW-400-дың BCC-ке қосылысы орнатылады.

TW-300 – PON (optical network terminal, ONT) абоненттік түйіні. TW-300 шассиі 3 слоттан тұрады: 1 және 2 слоттары қызметтік интерфейстік карталарға арналған (Service Interface Module, SIM), ал 3 слот процессорлық карта (PAU) үшін бөлінген. Қоректенуі тұрақты немесе айнымалы. Сәулеті бір 8-битті пассивті UTOPIA 2 шинасы бар таратылған коммутациялық фабрикаға негізделген. Шина басқарушысы ONT PON MAC басқарушысы (PAU картасында) негізіндегі round-robin алгоритмін қолданады. Синхронизация

мәліметін TW-300 ONT PON желісінен алады.

TW-400 ONT/INT шассиі.

TW-400 – TW-300 сияқты функцияларды атқарады. TW-400-дың TW-300-дан басты айырмашылықтары:

– TW-400 ауыстырмалы вентиляторлары бар болғандықтан, шассидің биіктігі ұлғайды;

– TW-400 1 және 2 слоттарына арнаулы екі дербес жылдам шиналар болашақта пайда болатын жылдам SIM, NAU и PAU тақташаларға арналған.

TW-300 Lite шассиі.

TW-300 Lite шассиі тек бір PAU (ONT жұмыс істеу режимі) картасын немесе NAU (INT жұмыс істеу режимі) орнатуға арналған слоты.

FlexLight компаниясының ONT Optimate 1000NT шолу.

1000NT тұтынушының бизнестік ғимараттарында немесе арнайы құрылғы бөлмелерінде орналасып, тұтынушыларға қажет интерфейстерді қолдау арқылы Аралас Тұтынушы Желісін құрайды.

1000NT құрылғысы екі негізгі элементтен тұрады:

– шасси (Mother-Board), I/F PON, Видео Интерфейсі және I/F Қызмет карталарының барлығы арналған;

– қызмет карталары, пайдаланушының мәліметтері (Ethernet) және TDM (E1/T1 және POTS(дауыс) қызметтерімен жұмыс істейді;

– сегіздік 10/100 BaseT Ethernet (FE) картасы, ол 8 10/100 BaseT Ethernet интерфейстерін қолдайды;

– төрттік E1/T1 + 10/100 BaseT Ethernet картасы, ол 4 E1/T1 және 4 10/100 Base-T интерфейстерін қолдайды;

– сегіздік POTS картасы, ол 8 Телефон интерфейстерін қолдайды (болашақта қолжетерлікте болады).

Оптикалық бөлімі. ONT-ның оптикалық бөлімі 1000NT шассиінің оң жағында орналасып, пайдаланушының оптикалық талшық коннекторларды қосуға мүмкіндік береді. Оптикалық модулі шасси ішінде орналасады және онымен тек арнайы дайындықты маман жұмыс істеуі керек. Оптикалық панель optical электр панелімен бірге бірнеше оптикалық құрылғылар (қорғау ауыстырғыштар және оптикалық диплексер) орнатылған.

100 0NT оптикалық модулінің негізгі ерекшеліктері:

– 2.488 Gbps төмен ағынды оптикалық кабылдағыш;

– RX сезімталдығы: -18 dB;

– макс. астыртын жүктеме: -3 dB;

– 1.244 Gbps жоғары ағынды жібергіш;

– FP Лазері – Жақын Қашықтық (TX күші: -5 dB to 0 dB);

– DFB Лазері – Алыс Қашықтық (TX күші: -3 dB to +2 dB);

– оптикалық Бейне толқын ұзындығы шығыс RF Бейне сигналына ауысуы;

– оптикалық талшық қорғанысының 50мс кем ауысуы;

– бейне бөлімі.

1000NT платформасы қосымша бейне тасымалын қолдайды, ал ол

дегенміз CATV бейне жабдықтар стандартын қолдануға болады. Бұл жүйе VSB-AM, 64 және 256 QAM таратылымын қолдайды. Тасымалдау жүйесі ODN арқылы 1550нм – 1560нм (3ші толқын ұзындығы ретінде) арасындағы толқын ұзындығында жұмыс істейді.

Бейне тасымал қызметі Optimate платформасында стандартты 45 - 870 MHz мульти-арналы аналогты және цифрлы (барлығы NTSC арна планына 110 арна немесе PAL/SECAM 89 арна) болып келеді. Аналогты/цифрлы арналардың бейне жолағы 4 MHz/6 MHz (немесе 8 Mhz PAL жүйесі үшін).

2.2 Коммутаторды таңдау

Бас коммутаторы келесі талаптарға сай болу керек:

– жылдамдығы 1000 Мбит/с қолданыстағы желі шоғырлауышпен түйісуін қамтамасыз ету;
– желілік 3ші деңгей коммутаторы;
– OLT-ға қосылу үшін минимум 4 оптикалық порттардың болуы;
– ішкі шинаның жоғары тез әрекеттілігі;
– 1000 Мбит/с 24 порттан кем емес болуы;
– коммутатордың VLAN-мен жұмыс істеуі;
– ішкі уақытша жадтың болуы.

Мына талаптарға Cisco Catalyst 3750 Series коммутаторлары жақын келеді. Cisco Catalyst 3750 Series Switches коммутаторлардың жаңа үлгілері сериялары Gigabit Ethernet желілері үшін 10, 100 1000 Мбит/с өнімділікпен жұмыс істеуге арналған. Олар қолданудың қарапайымдылығымен және стекті қосу құрылғылар арасында ең сенімді болып келеді. Осы сипаттама коммутаторларының стектелуі Cisco StackWise технологиясы арқылы 32 Гбит/с деңгейлі тез әрекеттілігін қолдайды. Коммутаторлардың стектелу технологиясы бір коммутатор MAC-мекенжайлардың жалпы кеңістігімен және бір IP-мекенжайымен басқару түрінде стекті қолдануға рұқсат етеді.

Бұл сипаттама коммутаторлардың жаңа ұрпағымен мекемелер мен ұйымдардың ірі жергілікті желілер қатынау деңгейін ашады, сонымен қатар, Cisco Catalyst 3750 Series Switches алыстағы кеңселер және шағын компаниялардың жергілікті желілерінде не стек құрамында, не бөлек құрылғылар ретінде қолданыла алады. Осы сипаттамадағы құрылғылардың үлгілерінің үлкен саны, бұл коммутаторларды әртүрлі жергілікті желілердің учаскелерінде, қатынау деңгейінен бастап және түйіндердің трафик агрегациясы, және орта масштаб компанияларының желілерінің магистралды қосылыстарымен қолдануға рұқсат етеді. Барлық коммутаторлардың үлгілері екі әртүрлі бағдарламалық терімдермен жеткізіп беріле алады: SMI (Standard Multilayer Software Image) және (Enhanced Multilayer Software Image).

SMI болжамасы сервис сапасымен басқару үлкейтілген функцияларының

сүйеуін (QoS), өткізу жолақтарына шек қою функциялары (rate-limiting), рұқсат тізімдерінің сүйеуін және статикалық бағдарлармен IP хаттамасын бағдарлауының негіздік функциялары немесе динамикалық RIP хаттамасы арқылы бағдарлауы қамтамасыздандырылады.

EMI болжамасы SMI болжамасының функцияларынан басқа, Unicast және Multicast қосымша аппаратты функцияларының пакеттер бағдарлауын қолдайды.

Cisco StackWise технологиясы. Gigabit Ethernet тоғыз құрылғысына дейін Cisco StackWise технологиясы бір стекте біріктіруге, стектеуші арнайы кабельдер және бағдарламалық қамтамасыз ету қолдана отырып, рұқсат етеді. Өзімен коммутаторлардың стегі кисынды бір құрылғы ұсынады, негізгі коммутатормен стек ішінде басқарылады (Master Switch). Ол барлық бағдарлау кестелерін және стек коммутацияларын автоматты жасайды және жаңартады. Коммутаторлардың стек жұмыс істеуші құрамын «ыстық тәртіпте» өзгертуге болады, ауыспайтын коммутаторларды сөндіріп тастамай және желі жалпы өнімділігіне ықпалын көрсетпейді.

2.3 Негізгі функциялар және артықшылықтар

Plug - and - Play сүйеуі коммутаторлардың жұмыс істеуші стегі өздік басқарулы және өздік келтірулі келеді. Коммутаторларды қосу және ажырату кезінде Master Switch стектегі бағдарлау және коммутациялар кестелерін автоматты түзетеді. Стек құрамында барлық коммутаторлардың артынан бір уақытта бағдарламалық қамтамасыз ету жаңартуы болады.

Fast Ethernet-тен Gigabit Ethernet – масштабталуы Cisco Catalyst 3750 Series Switches жаңа үлгілері, стекте тоғыз коммутаторға дейін біріктіру қамтамасыздандыра, бір құрылғыда кисынды 10/100 Fast Ethernet 468 дейін порт немесе 10/100/1000 Gigabit Ethernet 252 дейін порт алуға рұқсат етеді. Коммутаторларды кез келген үлгілердің қиыстыруына біріктіруге болады және қашан болса да, қандай қажеттілік туындаса да.

2 және 3 деңгейлерде толассыз өнімділік - қол жетерлік Catalyst 3750 коммутаторлар жанұясы стектелетін ұқсас шешімдермен салыстырғанда, желіде қол жетерлік жоғары дәрежеге ие. Әрбір коммутатор екі режимде - стектің негізгі коммутаторы және пакеттердің коммутациялар процессоры ретінде жұмыс істей алады. Стекте кез келген коммутатор негізгі бола алады, соған байланысты, істен шығу беріктілігі 1:N сұлбасы бойынша. қамтамасыз етіледі. Стектің бір коммутаторы істен шықса, орындайтын функцияларына қарамастан, қалғандары, желі тоқтатуынсыз, өз функцияларының орындалуын жалғастырады. Бір IP - мекенжай қолдануымен басқару әрбір Catalyst 3750 коммутаторларының стегі, басқару жүйелері жағынан, басқаруға бір IP – мекенжайын қолданатын бірыңғай кисынды құрылғы сияқты көрінеді. Бұл мекенжай қателерді, жасауларды, өзгертулерді және VLAN келтірулерін

өшіруді іздеу, QoS қауіпсіздік функцияларының және бақылауының қамтамасыз ету мақсаттарында қолданыла алады.

Jumbo кадрларын сүйеуі Catalyst 3750 коммутаторлары Jumbo деп аталатын кадрларды сүйейді, олар кейбір қолданбалылардың үлкен мөлшер кадрларында мұқтаж болулармен қолданылады, мысалы, ақпарат және бейне өңдейтін жаңа қолданбалылар.

IPv6 сүйеуі Catalyst 3750 коммутаторлары IPv6 хаттамасының аппараттық бағдарлауын сүйейді, ал ол болашақта осы хаттамаға ауысуға дайын қосымша ақша қаражатын жұмсауларынсыз істейді.

VLAN Желі түйіндерінің тобы виртуалды желі бола алады, және оның трафигі арналық деңгейде желінің басқа түйіндерінен толық бөлінген. Бұл мынаны білдіреді, арналық деңгей мекенжайлар негізіндегі әр түрлі виртуалды сегменттер арасында ақпарат тасымалдана алмайды, және ол мекенжай түріне, бірегей, топталған немесе кеңінен хабарлау да байланыссыз. Соның өзінде, виртуалды желі ішінде кадрлар коммутация технологиясымен, яғни тек қана кадр тағайындаулары мекенжаймен байлаулы портқа беріледі. Виртуалды желі кеңінен хабарлайтын трафик доменін құрастырады (broadcast domain), коллизиялардың доменімен ұқсас, ал ол Ethernet желілерінің қайталауыштарымен құрылады.

Басқару мүмкіншіліктері Catalyst 3750 коммутаторлары басқаруды командалық жол интерфейсі көмегімен сүйейді (CLI) және оларға қоса салынған Cisco Cluster Management Suite утилиттары (CMS) көмегімен, Web технологияларын қолданатын. Сонымен қатар, бұл коммутаторлар CiscoWorks желілі басқарулары ортада сүйенеді, ал ол олардың желілі басқару глобальды жүйесіне қосуы мүмкін болады.

2.4 Серверді таңдау

Сервер ретінде AquaServer PD352 таңдалған болатын. AquaServer P жұмысшы топтардың және бөлімшелердің қызмет етуі үшін арналған. Олар есептеуіш қуаттылық маңызды қорымен және тіпті сенімді тоқтаусыз жұмысты қамсыздандырады. Барлық осы серияның серверлері 2 – процессорлы болып келеді, ал ол қажеттілік өлшемімен олардың өнімділігі үлкейтуге рұқсат етеді. AquaServer P серверлері шапшаң жад масштабтаудың - өсіруі үлкен мүмкіншіліктерімен ие болады, диск тұлғалы ішкі жүйелер және қосымша контроллерлер. Серверлердің негізгі компоненттері сақтау және «ыстық» ауыстырудың сервер сөнулері (hot swap) функцияны сүйейді. Екі процессорлы AquaServer PD352 сервер Intel SE7520AF2 базаға ең жаңаның платформалар бірлестіктер салынған. Сервердің жүрегі - бір немесе екі (FSB) 800 МГц жиілікпен істейтін жүйелік шиналар Intel ® Xeon ™ процессорлары. E7520 микросхемалардың терімі, арнайы екі процессорлы серверлер үшін өңделген, алдыңғы қатарлы технологияларды, Hyper-Threading, XScale®, Extended

Memory 64 (EM64T) қоса, сүйейді, өте жақсы өнімділікпен қатар, сервердің қуаттылығын өсірудің тамашалар мүмкіншіліктерін береді. Бұған 7 шиналар жағдай жасайды, PCI, PCI Express 2 слоты и PCI-X 3 слоты, 2-каналды дискілік контроллер Ultra320 SCSI, қателерді түзетуімен DDR2 2-каналды регистр жадысы. Сервер шапшаң жады тоқтаусыз жұмысы қателерді түзету үлкейтілген режимімен қамтамасыз етіледі, сонымен қатар, алысталған басқару құралдарымен және мониторингінің қолданылады. Қоса салынған RAID - контроллермен қуатты диск тұлғалы ішкі жүйемен AquaServer PD352 (0,1,5,10,50 деңгейлер) кэш жады модуліне ие болады. Стекте кез келген коммутатор негізгі бола алады, соған байланысты, істен шығу беріктілігі 1:N сұлбасы бойынша қамтамасыз етіледі. Стектің бір коммутаторы істен шықса, орындайтын функцияларына қарамастан, қалғандары, желі тоқтатуынсыз, өз функцияларының орындалуын жалғастырады.

Қоректену екі блогы «ыстық ауыстыру» функциясымен және корпус желдету күшейтілген жүйесі 6 желдеткіш қабылдаусыз тұрақтылығымен қосымша серверді қамсыздандырады. Сервер көп санды технологиялық жаңалармен жабдықталған, мәліметтердің бүтіндігін қамтамасыз етуіне және қауіпсіздігіне арналған. Басқару интеграцияланған құралдары платформамен қосады өзінді Intel Management Module модуль және соңғы Intel Server Management бағдарламалық пакет - 8 болжамасы. Олар басқару және сервер қолдануын барынша көп оңайлатуға рұқсат етеді.Цифрлық стримерді таңдау Anevia Flamingo стримеры ТВ тасымалы мен радио каналдар үшін DVB-дан IP желісіне жасалған жоба. Олар халықаралық стандарттарға толық талапқа сай болады және IP Сет-Топ боксов нарығында көпшілігімен толық бірге қосыла алады. Техникалық және бағдарламалық мүмкіншілік модификациялай екі тапсырыс беруші сауалдарымен сәйкестікте олардың өз өнім спечение, Anevia қабілетті өзгерту

2.5 GBIC модульдерін таңдау

Біздің оптикалық коммутаторды OLT қосу үшін арнайы GBIC Конвертор керек, негізінде екеу.

Gigabit Interface Converter (GBIC) өндірістік стандарты конверторлар интерфейстерін анықтап, олардың ыстық ауыстыру (hot-swap) режимін қолдайды. GBIC модульдері коммутатордың Gigabit Ethernet слотына орнатылады. Әр түрлі модульдер арқасында әр түрлі типті физикалық тасымал орталарға қосылулар жасалады (мыс қоссымы, оптоталшық). Оптикалық кабельдер, ЗАО "ОКС 01" ресей кәсіпорынында шығарылатын бастаушы дүниежүзілік өндірушінің материалдарын қолдануымен, заманауи технологиялық жабдықтауда әзірленеді. Оптикалық кабельдер жоғары сапаға, сенімділікке ие болады және халықаралық стандарттардың замандас

талаптарының бәріне сай болады. Зауыт мамандандырылған оптикалық кабельдер шығарады (ОК), арналғандар қанау әртүрлі шарттарына арналған: канализацияға салу, топырақ, жабық бөлмелер, әуе, су асты және тереңдіктегі салу, грозотросқа салынады. Кабель маркілері 2.1-кестеде көрсетілген.

2.1-к е с т е . ОК маркалары мен олардың ерекшеліктері

Кабель маркасы	Құрылымын анықтайтын ерекшеліктер	ОТ саны, макс	Ұсынылған тарту шарттары
ОПК	Құбырлы өзекше (О), сыртқы полиэтилендық қабық (П) қосылған болат күш беретін элементпен (К).	32	Кабельдер, арналғандар салуға арналған ғимараттардың, орналастырулар ішінде, метрополитен тоннельдерінде және т.б., полиэтилендық қабықпен галогенсіз сыртқысымен әзірленеді, жану таратпайтын емес.
ОПД	Құбырлы өзекше (О), сыртқы полиэтилендық қабық (П) қосылған диэлектрлік күш беретін элементпен (Д).	32	Ғимарат арасында іліну, электрмагниттік әсерлерге қатал талап кезінде байланыс желілері арқылы өткізіледі. Уақытша кабельді қосынды ретінде. .

Жоғарыда келтірілген кестеде оптикалық кабелдің маркілерін салыстыру жүргізілген.

Әуе ОК-ның негізгі сипаттамалары.

Кабелдік "ОКС 01" өнімінде келесі айырмалық ерекшеліктер болады:

− кабельдер әртүрлі үлгілердің оптикалық талшықтарымен және үлгілердің қиыстыруымен шығарылады. Барынша көп сан талшықтардың – 288 (96 ОК әуедегіде) дейін;

− кабельде оптикалық талшықтың (оптикалық модульде) түрлі-түсті таңбалауды болады 16 түс;

− кабельдердің қорғанысы болат мырышпен қапталған арқандардың 1560 МПа кем емес уақытша кедергімен жарылуда көтереді, не төрт бірге жоғарырақ, немен мырышпен қапталғандардың жалпы тағайындаулар көтереді. Сол себепті, мынаның, материал сыйымдылық, диаметр және кабельдердің салмағы азаяды;

− кабельдердің қабықтары орта және биік тығыздық бимодалді полиэтилендік композицияларынан жасалады;

− кабельдер, арналғандар салуға арналған ғимараттардың, орналастырулар ішінде, метрополитен тоннельдерінде және т.б., полиэти-лендық қабықпен галогенсіз сыртқысымен әзірленеді, жану таратпайтын емес.

Бірмодалы оптикалық талшықтар:

− стандартты бірмодалы ОТ, МСЭ-Т - G.652 (техникалық талаптарына сай коды ЗАО "ОКС 01" - Е) ұсынысы бойынша;

− ұлғайған жұмыс диапазоны бар бірмодалы ОТ (1383±3 нм толқын ұзындықтарында сөнудің азаюы), МСЭ-Т - G.652 C(D) ұсынысы бойынша (код А);

− бірмодалы, ұлғайған жұмыс диапазоны бар және жоғары табалдырықпен бриллюэнов шашырауымен МСЭ-Т G.652D ұсынысы бойынша (код Т);

− бірмодалы ОТ минималданған сөнуімен, МСЭ-Т G.654 (код Р) ұсынысы бойынша;

− бірмодалы ОТ нөлдік емес жылжу дисперсиясымен, МСЭ-Т - G.655 ұсынысы бойынша, (код Н);

− бірмодалы ОТ кері нөлдік емес жылжу дисперсиясымен, МСЭ-Т - G.655 ұсынысы бойынша, (код С);

− көпмодалы оптикалық талшықтар;

− көпмодалы ОТ, өзек және қабық диаметрлерінің қатынасы - 50/125 мкм, МСЭ-Т - G.651 ұсынысы бойынша, (код М);

− көпмодалы ОТ, өзек және қабық диаметрлерінің қатынасы - 62,5/125 мкм, (код В).

Біздің мақсаттарымызға сай келетін ОПД-12А12-2,0/0,3 кабель маркасы. Он екі талшық біздің желімізге көп жеткілікті. Сонымен қатар, тасушы элемент диэлектрлік оқтама болып келеді, электр қауіпсіздігі көруі нүктесінен өте сенімді, және кабельмен электрлік ток өтуінің рұқсат етпейді. Өйткені, кей кезде кабель қалалық жарықтандыру бағаналарымен және электротасушы элементтердің жақын маңында жүреді.

ОПД кабель маркасы.

ОПД кабелін салу шарттары:

– ғимарат арасында іліну, электрмагниттік әсерлерге қатал талап кезінде байланыс желілері арқылы өткізіледі;

– уақытша кабельді қосынды ретінде .

Оптикалық таратқыш бойынша кабелдік теледидардың сигналдарының берілуі үшін оптикалық арналған. Ол АҚШ өндірісінің лазерімен жоғары тұрақты тоңдырттырылатын DFB жабдықталған. 19" табандыда қоюға 1U биіктігімен блоктің түрінде конструктивті орындаған және кірістірілген қоректену блогін алады . төмендету немесе берілетін каналдардың хабарлағыш, санның параметрінің қоюының жұмыс параметрлерінің тым артуында хабарлаудың табалдырықтарының қоюын мүмкіндікпен микропроцессорлық басқаруы болады, мүмкіндігінің лазер берілетін сигналдың RFтың деңгейінің автоматты немесе қол реттеуі SNMP торлық хаттамасының арқылылардың хабарлағыштың негізгі параметрлерінің барлау алып тастаған.

Сурет 2.17 - Оптикалық таратқыш FR-V300

Хабарлағыштың алдыңғы панелінде орналасады: жұмыс тәртіптерінің бақылауының цифрлық индикаторы. Ол тәртіпке байланысты индикациялар шығыс оптикалық қуаты, лазердің температурасы, лазердің тоғы немесе суытқыштың тоғы туралы мәліметті бере алады;

– сигналдың кіретін RF тестілік нүктесінің тіркеуіші F;
– лазердің сөндіргіші су болып қалды;
– басқарудың батырмалары;
– жұмыс тәртіптерінің жарық диоды бар индикаторлары.
– сигналдың RFы кіретін тіркеуіш;
– торлық барлау үшін интерфейс LAN;
– оптикалық қосқышы;
– қоректенудің торлық кабелінің қосуын тіркеуіш;

2.6 - к е с т е Оптикалық таратқыш FR-V300 сипаттамалары

Сипаттамасы	Мәндері
Толқын ұзындығы	1310nm, 1470nm~1610nm
Utput күші	-8~3dBm
Оптикалық талшық	50/125u мультимодалық, 62.5/125u мультимодалық, бірлік режим 9/125u
Сезімталдық Rx	-30dBm
Оптикалық интерфейс	FC, ST, SC

Микропроцессорлық басқарумен Lambda PRO 50 оптикалық қабылдағышқа өте жаңа функционалдық мүмкіндікпен ие болады - күшейту

коэффициенті және дәстүрлі реттейтін модулдардың ерекшелігіне келтірген мінездеменің көлбеуін электрондық реттеумен ерекшеленеді.

Қабылдағышты шығу белгісінің деңгейі және кіретін оптикалық қуаттың кең диапазонымен өте биік сипаттайды. Үлкен күшейту және шығу белгісінің биік деңгейі кепілдік берілген FTTB желілерінің түпкі белсенді элементі, және оптиканың ену кішісі деңгейі бар желілері күшейткіштердің шынжырының бастапқы буыны қалған жағдайларда да қабылдағышты пайдалануға тиімді мүмкіндік береді.

Күшейтуді автоматты реттеуде жүйе деңгейі 115 дБ/мкв кіретін оптикалық сигналдың қуатының кең диапазонындағы шығу белгісінің ұстап қалуын қамтамасыз етеді.

Шығыс белгісінің деңгейінің кіретін сигналдың кішісі деңгейлерімен жұмыс істегенде кіретін оптикалық қуаттың кішірейтуін әрбір 2 Дб-ден 1 Дб-ге азаяды.

Бұл өнімнің ерекшеліктері VECTOR оптикалық технологияның негізінде қазіргі және сенімді кабелдік желі жасаушы операторлар үшін оның тамаша шешімдерін орнын анықтайды.

Сурет 2.18 - Оптикалық қабылдағышы Lambda Pro 50

Бұл жаңашыл шешімдер, автоматиканың арқасында қолданылатын жүйелері және электрондық микропроцессорлық басқаруға, желінің тұрақтылығын жақсартып және реттеудің регламент процедураларын шығаруға едәуір мүмкіндік береді. Сонымен бірге түпкі абонент әкелінген сигналдың тұрақты биік сапасы қызмет көрсетуді түбегейлі жеңілдетуде кепілдік беріледі.

Lambda PRO 50-ші оптикалық қабылдағыштың реттеуі қосымша модулдар немесе орнатуды процессті едәуір ықшамдайтын басқа реттелетін элементтердің қолдануы талап етпейді.

Кіретін оптикалық қуаттың кең диапазонында арға жүйелер жұмыстың арқасында, орнатуды алдында қабылдағыштың алдын ала күйге келтіруін мүмкіндік көрініп қалады және реттеу желідегі келесі монтажы қандай

болмасынсыз. Атап өту керек, жол деген не арға жұмыс кіретін оптикалық қуаттың дәл тигізуінде аралықта болуы мүмкін. Сигналдың деңгейінің қосымша бақылауы қабылдағыштың шығуында бағытталған тестілік нүктесінде болуы мүмкін.

Оптикалық қабылдағыштың жұмысы, соның ішінде арға жүйе, каскад аралық әлсірету және мінездеменің көлбеуі микропроцессормен тексереді. Өлшегіш аспаптар және оптикалық кабелдердің ажыратуы қолдану кіретін оптикалық қуаттың деңгейі қажетсіз қандай болмасын қосымша автоматты өлшенеді.

Қабылдағыштың бастапқы реттеуі көлбеуді корректордың деңгейі және күшейтудің ұтымды параметрлерін алуға мүмкіндік берген каскад аралық әлсіретуді коэффициенттің жолымен тәуелсіз қоюлары өндіріп алады. Реттеу үш батырмалар және жарық диоды бар индикатордың семисегментногосы көмегімен өндіріп алады. Индикаторға сонымен бірге кіретін оптикалық қуаттың деңгейі іске аспай қалады.

Аласа баламалы спектрлік даңғырлатып ойнайтын (5.5 рА/ Цгц) тығыздығы бар қолдану оптикалық қабылдағыш және арсенид - шудың аласа коэффициенті бар галли күшейткіш элементтері сигнал/шум оптикалық қуат аласа деңгейлерінде қатынастың түбегейлі нашарлауысыз жұмыс істеуге Lambda PRO 50 мүмкіндік береді.

Ол да уақытқа, арқасында биік күшейту коэффициентіне, тіпті деңгей кіретін күйінде - 8 дБм 112 дБмкв-ші шығу белгісінің деңгейінің алуы болуы мүмкін. (Power Doubler) PDтың схемасы бойынша салынған демалыс каскады тікелей түпкі абоненттерге сигналдың хабар жүргізуі аралық күшейткіштердің қолдануысыз мүмкіндік беретін модуляция бұрмалауларын аз деңгейде шығу белгісінің биік деңгейімен сипаттайды.

Коаксиалды желілер тәп-тәуір техникалық параметрлердің сақтауында да, оптикалық та (шығу белгісінің аз шулайтын қабылдағыш, биік күшейту коэффициенті және биік деңгейі) мына барлық ерекшеліктер құрылыстар экономикалық нәтижелілігуге жақсартуға мүмкіндік береді. Жақтан коаксиалды желінің асқын кернеуден қорғанысымен тіпті қабылдағышты да жабдықтаны даған.

Қорыта, LAMBDA PRO 50-ші оптикалық қабылдағыш арасында артықшылықтардың жиыны бар қазіргі құрылымы болып табылады: кескінді және қызмет көрсету ықшамдайтын микропроцессорлық басқару; арға желінің тұрақты жұмыс кепілдік беретін жүйе; жақсы модуляция және даңғырлатып ойнайтын мінездемелері, мүмкіндік беретіні белсенді элементтердің саны сигналдың биік деңгейінің сақтауында кішірейту.

Сонымен бірге, электрондық реттеу қызмет көрсетуді ықшамдайтын және күшейткіштің сенімділігін үлкейтетін реттеу модулдарының қолдануының қажеттілігі шығарады.

Қосымша артықшылықтар, сондай ептеген габариттер және қоректенудің кернеуін кең диапазон, қабылдағыштың монтажының орынының таңдауындағы бостандықтарды ілігеді.

Бұдан басқа, түпкі абонент үшін орнатуды және желінің пайдалануына шығындар сенімділіктің бір уақыттағы үлкеюі және сигналдың биік сапасының сақтауында айтарлықтай төмендейді.Оптикалық күшейткіштер тығыз толқындық мультиплексирлеу технологиясының ең маңызды сипаттамасы, әрине, көрші арналар арақашықтығы болып табылады. Арналардың кеңістікті орналасу стандартизациясы оның негізінде әртүрлі өндірушілердің жабдықтарын үйлесімге тексеру үшін керек. ITU-I электробайланыс боынша Халықаралық одағының телекоммуникация стандартизациялық бөлімі көршілес арналар арақашықтығы 100 ГГц жиілікті жоспарын қабылдайды, сәйкесінше толқын ұзындықтары айырмашылығы 0,8 нм. Тағы ақпаратты толқын ұзындықтары 0,4 нм айырмашылықта тарату мәселесін қарап отыр. Осыдан да кем айырмашылықтарды жасауға болатын болып көрінеді, осымен үлкен өту қабілеттілігіне қол жете, бірақ осы кезде тек технологиялық қиындықтар туындайды, монохроматикалық сигналды ғана шығаратын лазерлер мен түрлі толқын ұзындықтарына сәйкес келетін кеңістіктегі максимумдерге бөлінетін дифракциондық тор даярлаумен байланысты. 100 ГГц бөлінуін пайдаланғанда барлық араналар қолданылатын диапазонды біркелкі толтырады, бұл жабдықтың орнату кезінде және оның қайта пішімделуіне ыңғайлы болады. Бөліну интервалының таңдалуы керекті өту қабілеттілігімен, лазер түрімен және жолдағы бөгеуілдер деңгейімен анықталады. Бірақ та мынаны ескеру керек, мынандай тар диапазонда (1530-1560 нм) жұмыс істегенде сызықсыз бөгеуілдер әсері осы аймақтың шегараларында маңызды болады. Бұл былай түсіндіріледі, арналар санын өсірумен лазер қуатын үлкейту керек, бірақ бұл, өз кезегінде, «сигнал/шу» қатынасының төмендеуіне алып келеді. Ақырында одан да тығыздау әзірше стандартталмаған және зерттелу сатысында тұр. Тығыздауды үлкейтудің тағы бір айқын кемшілігі – күшейтусіз немесе қайташығарумен сигналдың таратыла алатын қашықтығының азаюы.

3 FTTx желісін есептеу

3.1 Желі жүктемесі мен өткізу қабілетін есептеу

Желі жүктемесін есептеу үшін бізге келесі параметрлерді есепке алу қажет:

– OLT мен ONT арасындағы қашықтық;
– сплиттерден сплиттерге дейінгі қашықтық;
– сплиттерден ONT-ға дейінгі қашықтық;
– кабельдегі сөну;
– сплиттердегі сөну;
– оптикалық бюджет.

Біздің жағдайымызда оптикалық бюджет -3 дБ-ден -26 дБ-ге дейінгі диапазонда болады. Яғни, әрбір желідегі ONT-ға -3 дБ-ден көп емес және -26 дБ-ден кем емес белгі келіп түсуі қажет.

ONT-ға келіп түсетін белгі деңгейі мынаған тең:

$$P_{ONT} = P_{OLT} + \sum L_{fiber} + \sum L_{splitter} . \quad (3.1)$$

Сымжелі кесіндісіндегі сөну мынаған тең, дБ:

$$L_{fiber} = S \cdot L_n \cdot (-1), \quad (3.2)$$

мұндағы S – аумақ ұзындығы, м;
Ln – сымжелінің номиналды сөнуі, дБ/м.

Бір тармақтағы бір сплиттерде сөну мынаған тең, дБ:

$$L_{splitter} = 10 \log \frac{p}{100} - 0.5 \quad (3.3)$$

мұндағы p – тармаққа бөлінген белгі пайызы;
0,5 –сплиттердегі шығындар.

№ 1 тұтынушы үшін жүктемені есептейік.

Бас станциядан тұтынушыға дейінгі қашықтық 400 м. Ескеретін бір жай, сымжелі түзу бағытта емес, шатырдан шатырға, бағаннан бағанға, жоғарғы нүктеден төменгі нүктеге созылатын болады. Сондықтан, орта есеппен нүктеден нүктеге дейінгі қашықтықты 1,5-ға көбейтетін боламыз.Есептеуді жеңілдету мақсатында мен әр желі торабындағы жүктемені есептеу үшін екі түрлі бағдарлама жасадым. Біріншісі Excel-де жасалған. Бұл бағдарлама қандай да бір параметр өзгерсе, автоматты түрде барлық желі жүктемесін есептейді

және көрсеткіштердің желі терминалдарының (ONT) жұмыс жасау шарттарын қанағаттандыру/қана-ғаттандырмауын көрсетеді. Бұл желінің өткізу қабілетін сараптау және сплиттер түрін таңдау кезінде қолдануға ыңғайлы. Екіншісі Delphi бағдарламасында жасалған және көрнекті түрде барлық параметрлер мен формулаларды бейнелейді (3.2-сурет), жекелеген желі аймақтарында есептеу жүргізуге арналған. Сондай-ақ сплиттерлерді жете таңдау кезінде ыңғайлы. Бағдарлама листингін А Қосымшасынан көруге болады.

Есептеулер нәтижесінде алынған деректер бағдарламадан 3.1-кестесіне көшірілген.

3.1-к е с т е . Негізгі көрсеткіштер

Тұтынушы	OLT-тан шыққандағы оптикалық белгінің қуаты	Бас станциядан тұтынушыға дейінгі қашықтық, км	Бас станция-тұтынушы аймағындағы шығындар, дБ	ONT-қа түсердегі оптикалық белгінің қуаты, дБ
1	-3	0,6	-13,6	-16,6
2	-3	0,9	-14,4	-17,4
3	-3	0	-14,9	-17,9
4	-3	1,2	-16,4	-19,4
5	-3	1,6	-16,5	-19,5
6	-3	2,2	-17,6	-20,6
7	-3	2,2	-15,5	-18,5
8	-3	2,4	-15,3	-18,3
9,10,11	-3	2,8	-17,1	-20,1
12	-3	1,4	-14,1	-17,1
13	-3	1,9	-14,3	-17,3
14	-3	2,4	-14,9	-17,9
15	-3	2,4	-14,7	-17,7
16	-3	2,3	-14,7	-17,7
19	-3	0,6	-13,6	-16,6
20	-3	0,7	-14,4	-17,4
21	-3	0,7	-15,1	-18,1
22	-3	0,9	-16,7	-18,9
17	-3	1,4	-16,8	-19,7
23,24,25,26	-3	2,5	-16,8	-19,8

3.2 FTTH технологиясын жүктемесін және трафигін есептеу

Ақпарат тасмалдаушының бір типі мен бір желілік нүктеден таратылатын, телефонға, интернетке шығу және бейне ақпарат тарату қызметін көрсететін, Triple play қызметін қолдайтын GPON және GEPON технологияларының мүмкіндіктерін сараптайық. Triple play қызметінің қуатты қызмет профилін былай сипаттауға болады: бір ақырғы тұтынушы IPTV-ң үш арнасы тиесілі болу керек-бір HDTV (15 Мбит/с) және екі SDTV (2х4 Мбит/с), интернетке шығу (2 Мбит/с), локалды ресурстарға шығу (1 Мбит/с), VoIP үш желісі (0,3 Мбит/с). Яғни, барлық қызметтерді тұтынушы бірден қолданады деп санасақ, онда бір тұтынушыға жалпы ресурс 28 Мбит/с құрайды. Жоғарыда айтылғандай, мұндай қызметтер профилі бір PON-тармағында 32 GEPON тұтынушыларында да, 64 GPON тұтынушыларына да қызмет көрсете алады. Шындығында көп тұтынушылық режимінде (Multicast) трафик, IPTV трафигінде қосатын, PON тармағында әр тұтынушыға қайталанбайды, сондықтан PON тармағының барлық абоненттері онда көрсетілетін IPTV-арнасын бір мезетте көре алады. Нәтижесінде IPTV қызметі тармақталу коэффициентіне шектеу қоймайды, ал абонентке ұсынылатын нақты жолақ әлде қайда кең

GEPON-да PON тармағында Multicast режимінің қолданылуы, IEEE стандартталған, Multicast адресті дестелерді өңдеу технологиясы негізінде құрылған, ол Ethernet желілерінде қолданылатын технологияларға жақын.

Нені ескеру қажет?

Құрылғыны таңдау кезінде, техникалық сипаттамаларынан басқа көрсет-кіштер де маңызды болып табылады. Атап айтсақ құрылғының бағасы, болашақта модернизациялау мүмкіндігі қолданыстағы құрылығылармен сәйкестігі, техникалық қызмет көрсету ерекшілігі, бұл аспекттерді тереңірек қарастырайық.

Құрылғының бағасы – обьективті сондай-ақ субъективті факторлармен анықталады. Объективті факторларға өндіру технологиясының қиындығы, бөлшектер бағасы өндіріс көлемі жатады. Субъективті факторларға, маркетингтің саясатын және мемлекет қызметтерінің нарық жасау әрекеттерін жатқызуға болады. Субъективті факторлардың бағаға әсерін дұрыс анықтау қиын және бағаның объективті құрылуына негіз бола алмайды, сондықтан объективті факторларды терең қарастырайық.

Қазір нарықтың қай жаққа-активті немесе пасивті оптикалық желіге бет бұратынан айту қиын, және осы шешім бағасына техникалық прогресстің әсерін болжау да оңай емес.

Бөлі коэффициентін таңдаған кезде, сол коэффициентен тізбекті қандай бөлінулер болатын білу керек. Екі терезелі (1310нм и 1550 нм) 1х2 типті тармақталудың енгізетін бүлінулерін анықтау үшін келесі анықтамалық кестені қолданамыз. 3.2-кестеде енгізілетін жоғалтулардың анықтамалық мәндері келтірілген.

3.2-к е с т е . Анықтамалық кесте

Бөлу коэффициент, %	Енгізілетін бағалаушы жоғалтулар, дБ	Шығыс порттар мен енгізілетін жоғалтулар айырымы, дБ
50/50	3,7/3,7	0
45/55	4,2/3,2	1,0
40/60	4,8/2,8	2,0
35/65	5,4/2,4	3,0
30/70	6,2/2,0	4,2
25/75	7,1/1,6	5,5
20/80	8,2/1,3	6,9
15/85	9,7/1,0	8,7
10/90	11,7/0,7	11,0
5/95	15,2/0,5	14,7

Көрсетілген кестеде жоғалтулар қатынасының мәні берілген.

Ескерту. Кестеде енгізетін бүлінулердің максимал мәндері келтірілген, олар нақты мәнмен бірнеше ондық дБ-ге артық.

Енгізілетін бүлінулерді кіріс портары көп болған жағдайда немесе бөлу коэффициенттің басқа мәндерінде анықтау кезінде, бағалау өрнегін қолдануға болады, дБ:

$$A_i = 10\lg(\frac{100\%}{D\%}) + \log_2(N-1)\cdot 0{,}4 + 0{,}2 + 1{,}5\cdot\lg(\frac{100\%}{D\%}), \qquad (3.4)$$

мұндағы D% - берілген порттың, қуат проценті;

N – шығыс порттар саны;

i – шығыс порт нөмірі.

1-мысал. 1x2 тармақталумен енгізілетін өшуді анықтаймыз, бөлу коэффициенті 33/67 болады. Келесі есептеу жүргіземіз, дБ:

$$A_1 = 10\lg(\frac{100\%}{33\%}) + \log_2(2-1)\cdot 0{,}4 + 0{,}2 + 1{,}5\cdot\lg(\frac{100\%}{33\%}) = 5{,}74,$$

$$A_2 = 10\lg(\frac{100\%}{67\%}) + \log_2(2-1)\cdot 0{,}4 + 0{,}2 + 1{,}5\cdot\lg(\frac{100\%}{67\%}) = 2{,}20.$$

2-мысал. 1x4 тармақталумен енгізілетін өшуді анықтаймыз, бөлу коэффициенті 10/25/30/35 төрт шығыс порттың әр қайсына есептеу жүргіземіз, дБ:

$$A_1 = 10\lg(\frac{100\%}{10\%}) + \log_2(4-1)\cdot 0{,}4 + 0{,}2 + 1{,}5\cdot\lg(\frac{100\%}{10\%}) = 11{,}70,$$

$$A_2 = 10\lg(\frac{100\%}{25\%}) + \log_2(4-1)\cdot 0{,}4 + 0{,}2 + 1{,}5\cdot \lg(\frac{100\%}{25\%}) = 7{,}12,$$

$$A_3 = 10\lg(\frac{100\%}{30\%}) + \log_2(4-1)\cdot 0{,}4 + 0{,}2 + 1{,}5\cdot \lg(\frac{100\%}{30\%}) = 6{,}21,$$

$$A_4 = 10\lg(\frac{100\%}{35\%}) + \log_2(4-1)\cdot 0{,}4 + 0{,}2 + 1{,}5\cdot \lg(\frac{100\%}{35\%}) = 5{,}44.$$

Анықтамалық кестені қолдану және жоғарыда келтірілген өрнектермен есептеу жүргізу енгізілініп өшудің жуық мәнін табуға (0,1…0,4 дБ қателік) мүмкіндік беретін ескеру керек. Енгізілетін жоғалтулар мәні өндірушімен беріледі, бірақ есептік мәндер де жобалау үшін қолдануға болады.

Енді тармақтың бөлу коэффициентін нақты жоба және жоғалту бюджеті үшін таңдауға болады. Әр оптикалық желі үшін, желідегі барлық жоғалтуларды әр бөлшектердің өшу коэффициенттің сомасы ретінде жазамыз, дБ:

$$A_\Sigma = (l_1 + ... + l_n)\cdot \alpha + N_P \cdot A_P + N_C \cdot A_C + (A_{жогl} + A_{жогт}), \qquad (3.5)$$

мұндағы A_Σ – желіде жоғалту сомасы (OLT мен ONU арасында)дБ;
l_i–і-бөлігінің ұзындығы,м
n–бөлік,саны;
a–оптикалық, кабельдің өші коэффициенті, дБ/м;
N_P – қосылыстар саны;
A_P – қосылыстарда орташа жоғалту, дБ;
N_C – сваркілі қосылыс саны;
A_C – скаркілі қосылыстарда орташа жоғалту дБ;
A_{PA3} i – і-оптикалық тармағында жоғалтулар саны, дБ.

Бірінші қосынды оптикалық кабельдегі жоғалтулар сомасына қатысты, екіншісі-қосылыстардағы жоғалтулар, үшіншісі-сваркідегі жоғалтулар, және үшіншісі-тармақтағы жоғалтулар.

Жоғалту бюджетін есептеу әр тізбек үшін жоғалтудың жалпы көлемі жүйенің динамикалық диапазонынан аспайтынын көрсету керек, дБ:

$$P = P_{øûã_{\min}} - Pê^3ð \geq A_\Sigma + P_{ÇÀÏ} \qquad (3.6)$$

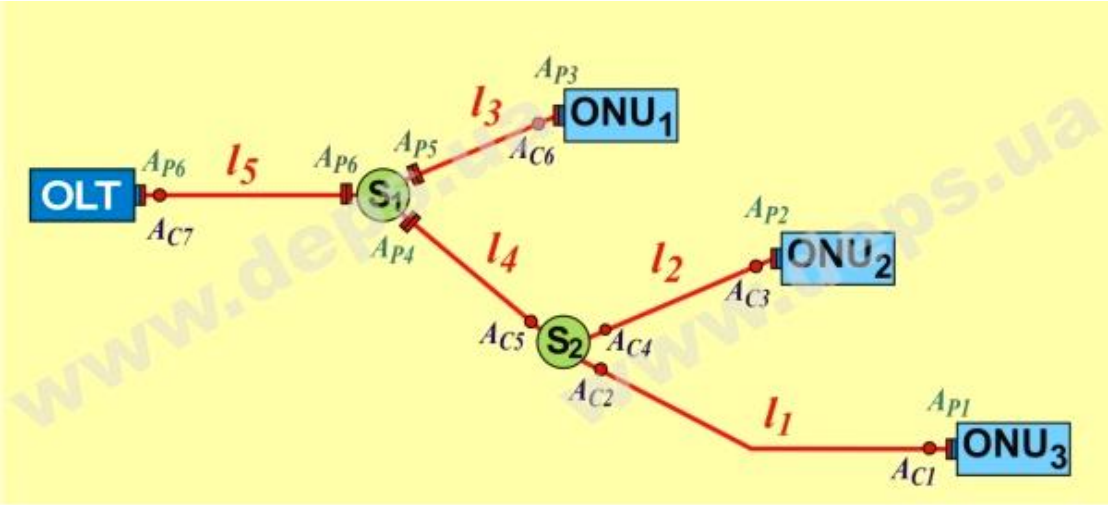
мұндағы P – PON динамикалық диапозоны, дБ;
$P_{ШЫҒ}$ min – OLT таратушының минимал шығыс қуаты, дБ/м;
$P_{КІР}$– ONU қабылдауышының мүмкін қуаты, дБ/м;
$A\Sigma$ – желідегі сомалық жоғалту, дБ;
$P_{ЗАП}$ – эксплуатациондық PON запасы, дБ.

Эксплуатациондық запасы желілік тракта болатын бұзылу жағдайында,

таратудың нашарлауында және желінің болашақ дамуында ескеру қажет. Әдетте 3-4 дБ запас алынады, бірақ желінің жекелеген сегментінде көп абонент қосу жоспарланса, онда запас көбірек болу керек.

3-мысал. Оптикалық тармақтардың параметрлерін анықтау және PON жобасы үшін оптикалық бюджетті анықтау. Жоба келесі суретте келтірілген. Қосылыстарда жоғалтуларды AP = 0,3 дБ, сваркіде жоғалтуларды - AC = 0,05 дБ, оптикалық кабельдің өшу коэффициенті -0,35 дБ/м 1310 нм толқын ұзындығында және 0,22 дБ/м 1550 нм толқын ұзындығы. Аймақ ұзындығы : $l1$ = 400 м, $l2$ = 200 м, $l3$ = 200 м, $l4$ = 400 м, $l5$ = 600 м.

Есептеуге арналған жоба 3.3-суретте келтірілген.



3.3-сурет. Оптикалық тармақтың параметрлері

Келтірілген сұлба бойынша параметрлердің сандық мәнін есептейміз. Жоғарыда келтірілген өрнек бойынша әр тізбек үшін жоғалтуларды есептейміз.

$$OLT - ONU_1 : A_{\Sigma-1} = (6+2)м + 4 \cdot A_p + 2 \cdot A_c + A_{жог-1} = 8 \cdot 0{,}35 + 4 \cdot 0{,}3 +$$

$$+ 1 \cdot 0{,}1 + A_{жог-1} = 4{,}1 + A_{жог-1},$$

$$OLT - ONU_2 : A_{\Sigma-2} = (6+4+2)м + 4 \cdot A_p + 4 \cdot A_c + A_{жог-1} + A_{жог-2} = 12 \cdot 0{,}35 +$$

$$4 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}1 + A_{жог-1} + A_{жог-2} = 5{,}6 + A_{жог-1} + A_{жог-2},$$

$$OLT - ONU_3 : A_{\Sigma-3} = (6+4+4)м + 4 \cdot A_p + 4 \cdot A_c + A_{жог-1} + A_{жог-2} = 14 \cdot 0{,}4 +$$

$$4 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}1 + A_{жог-1} + A_{жог-2} = 6{,}3 + A_{жог-1} + A_{жог-2}.$$

Ескерту. Есептеулерде а-ң үлкен мәні қолдану керек, (0,35 дБ/м) мысалдың шарты бойынша.

Алшақ аяғынан бастап, S2 тармағы үшін бөлу коэффициентін таңдаймыз. Жоғалтулар айырымы 6,3 – 5,6 = 0,7 дБ, тармақталуды ескермей.

Анықтамалық кестеден, екі порт арасындағы енгізілетін жоғалтулар айырымы ескеріп, ең ықтимал мәнді таңдаймыз 1,0 дБ, ол бөлу коэффициентіне сәйкес келеді. 45/55.

Ескерту. Бөлу коэффициентінің нақты мәнін көрсетуге тырысу мүлде керек емес, мысалы 47/53. Параметрлердің әжептеуір өзгеруіне байланысты енгізілетін өшу бәрібір 45/50-дей болады.

Сол кестеден ONU2 қуатты бағыттағанда S2 енгізетін өшу 4,2 дБ құрайтынын көруге болады. ONU3 55% қуат бағытталады, және енгізілетін өшу 3,2 дБ құрайды. Онда:

OLT-ONU$_1$: $A_{\Sigma-1}$=4,2+Ажог-1,

OLT-ONU$_2$: $A_{\Sigma-2}$=5,6+$A_{жог-1}$+4,2=9,8+$A_{жог-1}$,

OLT-ONU$_3$: $A_{\Sigma-3}$ = 6,3 + $A_{жог-1}$ + 3,2 = 9,5 + $A_{жог-1}$.

Ең үлкен деңгей айырымы – бірінші және екінші тізбек арасында : 9,8 – 4,2 = 5,6 дБ. Анықтамалық кестеден ең жуық кіріс порттар енгізетін өшу 5,5 дБ, бұл 25/27 бөлу коэффициентіне сәйкес келетінін көре аламыз. Енгізілетін өзгертулерді қойып, сәйкесінше 7,1 дБ және 1,6 дБ аламыз.

OLT-ONU$_1$: $A_{\Sigma-1}$=4,2+7,1=11,3,

OLT-ONU$_2$: $A_{\Sigma-2}$=9,8+1,6=11,4,

OLT-ONU$_3$: $A_{\Sigma-3}$ = 9,5 + 1,6 = 11,1.

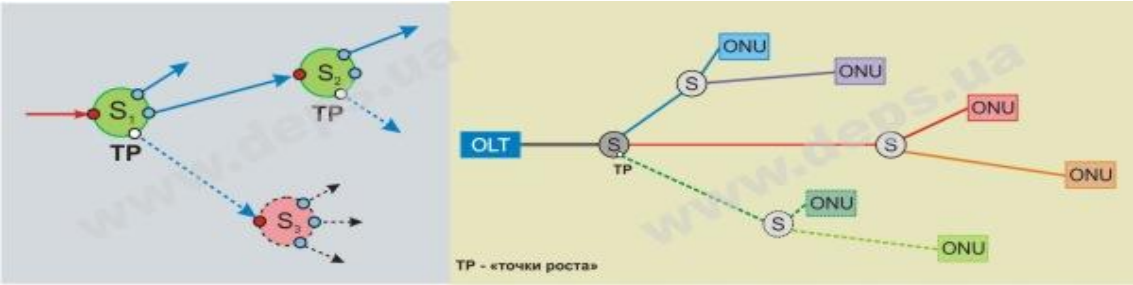
Осылайша S1 мен S2 тармақтарының коэффициенттері есептеленеді, ал желіні баланстанған деп санауға болады. Жоғалту бюджеті запасты қоса, жүйенің динамикалық диапазонынан артық еместігін тексереміз. PON UTSTARCOM жүйесі үшін динамикалық диапазон 29 дБ болатынын ескеріп, аламыз, дБ:

29 дБ ≥ (11,4 + 3)**.**

Ескерту. A_{Σ} –ң ең нашар жағдай үшін мәні қолданылады, берілген жағдайда OLT-ONU$_1$ (11 дБ) тізбегі үшін.

Егер шарт OLT-ONU$_2$ ең үлкен өшу коэффициенті бар тізбек үшін орындалса, онда ол басқа тізбек үшін де орындалады.

PON желісін оптикалық тармақталуында, ары қарай есептеу үшін, бос порттарды қалдыру керек, «олар-өркендеу нүктесі» деп аталады. Бұл резервті портқа берілетін қуат табу қиындық туғызады.



3.4-сурет. Өркендеу нүктесінің сұлбасы

Жоғарыда келтірілген жобада болашақ тұтынушылар саны анықталса, онда есептеуді жоғарыда келтірілген мысал бойынша жүргізуге болады. Ал егер болашақ тұтынушылар саны толық анықталмаса, онда «өркендеу нүктесін» қалдырмау абзал. PON кеңейту қиындығын CWDM мультиплексорын қолдану және тармақталуды ауыстыру арқылы шешуге болады.

Жалпы PON желілерін жобалау шешім қабылдауда нақтылық пен сапалы есептеуді қажет етеді, ол үшін талшықты оптикада терең білім қажет емес.

Желілік ресурстарды әртүрлі қызметтер арасында үлестірген кезде әрбір қызмет абоненттері бір жағынан трафиктің дәстүрлі параметрлерімен сипатталынады:

– абоненттің хабарласу ұзақтығының орта мәні T_c, с;

– жүктеменің меншікті интенсивтілігі;

– *к*-ші қызметін ұсыну кезіндегі кіріс ағынының интенсивтілігі γ_i^k шақ/сағ.

$$\eta^{(\kappa)} = \gamma^{(\kappa)} \cdot \frac{T^{(\kappa)}}{3600} \quad . \tag{3.7}$$

Екінші жағынан PON желінің *к*-ші қызметтің абоненттерін сипаттайтын параметрлер:

– максималды биттік тарату жылдамдығы B_{max};

– орташа биттік тарату жылдамдығы $B_{орт}$;

– дестелілік $K_п$, $B_{max}/B_{орт}$ қатынасымен анықталады.

Әрбір объектіде абоненттер саны мен дестелер ағынының интенсивтілігі анық болса, онда *к*-ші қызметтен күтілетін жүктемесі келесі формуламен анықталады:

$$\gamma_i^k = B_m^k \cdot Y_{BC}^k \quad , \tag{3.8}$$

$$Y_{BC}^k = N_{аби}^k \cdot \gamma_{аби}^k \cdot T_c^{\kappa} \quad , \tag{3.9}$$

мұндағы: γ_i^k - күтілетін трафик;

B_m^k - *к*-ші қызметтің дұрыс істеуі үшін таратудың орташа жылдамдығы;

Y_{BC}^k - *к*-ші қызметтің жүктемесі;

$\gamma_{абі}^{k}$ - *к*-ші қызметтің объектілерінен уақыт бірлігінде түсетін өтініштер саны;

$T_c^к$ - *к*-ші қызмет сеансының орташа ұзақтығы.

Болжам бойынша жиі пайдаланылатын интерактивті қызметтердің мәліметтері 3.4-кестеде келтірілген.

3.4- к е с т е . Интерактивті қызметтердің мәліметтері

Ұсынылатын қызметтер		Макс. жылдамд, кбит/сек	Орташа жылдамд., кбит/сек	Сеанс ұзақтығы, с	Сеанс ар-дағы период, с	ҮЖС-ғы шақырулар саны, шақ/сағ	ҮЖС-ғы меншікті жүктеме, Эрл
Телефония	пәт. сектор	64	64	100	1000	3,27	0,09
	мек. сектор	64	64	100	250	10,29	0,29
Интернет	пәт. сектор	4096	512	1800	7200	0,40	0,20
	мек. сектор	1024	256	300	1200	2,40	0,20
Видео	пәт. сектор	8192	6144	3600	7200	0,33	0,33

Келтірілген кестеде интерактивті қызметтердің тұтынушылар арасында қаншалықты сұранысқа ие екені көрсетілген.

ҮЖС-ғы жүктеменің меншікті интенсивтілігі 3.8-формуласымен есептелінеді. Ал *к*-ші қызметтің қызметтерін ұсыну үшін кіріс ағының өтінімдер интенсивтілігі γ_i^k келесі формуламен есептелінеді:

$$\gamma_i^k = 3600/(T_c+T_п), \qquad (3.10)$$

мұндағы T_c – сеанс ұзақтығы;

$T_п$ – сеанс арасындағы период.

Абоненттер категориясы бойынша тұтынушылар сегментациясы кестеде

келтірілген. Келесіде PON желісінің қызметтерінің тұтынушылары болатын абоненттердің пайыздық қатынасы кестеде көрсетілген.

ҮЖС-ғы шақырулар саны γ_i^k мен жүктеменің меншікті интенсивтілігін $\eta^{(к)}$ әрбір қызмет үшін сәйкесінше 3.8 мен 3.10 формулаларымен анықтаймыз:

Телефония үшін:

$$\gamma_п = \frac{3600}{100+1000} = 3{,}27 \quad ,$$

$$\gamma_м = \frac{3600}{100+250} = 10{,}29 \quad ,$$

$$\eta_п = 3{,}27 \cdot \frac{100}{3600} = 0{,}09 \quad ,$$

$$\eta_м = 10{,}29 \cdot \frac{100}{3600} = 0{,}29 \quad .$$

Сәйкесінше әрбір қызмет үшін есептеп 3.4-кестесіне толтырамыз.

PON желіге түсетін жүктеме 3.6- формуласымен анықталады:

Пәтерлік сектордың абоненттері үшін, Эрл:

$$Y_п^Т = N_{абі}^Т \cdot \gamma_{абі}^Т \cdot T_с^Т = 819 \cdot 3{,}27 \cdot \frac{100}{3600} = 74{,}47,$$

$$Y_п^И = N_{абі}^И \cdot \gamma_{абі}^И \cdot T_с^И = 1229 \cdot 0{,}4 \cdot \frac{1800}{3600} = 245{,}76,$$

$$Y_п^В = N_{абі}^В \cdot \gamma_{абі}^В \cdot T_с^В = 922 \cdot 0{,}33 \cdot \frac{3600}{3600} = 307{,}2.$$

Мекемелік сектордың абоненттері үшін, Эрл:

$$Y_м^Т = N_{абі}^Т \cdot \gamma_{абі}^Т \cdot T_с^Т = 614 \cdot 10{,}29 \cdot \frac{100}{3600} = 175{,}54,$$

$$Y_м^И = N_{абі}^И \cdot \gamma_{абі}^И \cdot T_с^И = 1024 \cdot 2{,}4 \cdot \frac{300}{3600} = 204{,}8,$$

$$Y_м^В = N_{абі}^В \cdot \gamma_{абі}^В \cdot T_с^В = 410 \cdot 0{,}44 \cdot \frac{900}{3600} = 45{,}51.$$

3.3 Желінің трафигін есептеу

Желі абоненттерінің генерирлейтін трафигі формуласымен есептейміз:

$$\gamma_i^k = B_m^k \cdot Y_{BC}^k, \qquad (3.11)$$

мұндағы γ_i^k - күтілетін трафик;
B_m^k - *к*-ші қызметтің дұрыс істеуі үшін таратудың орташа жылдамдығы;
Y_{BC}^k - *к*-ші қызметінің жүктемесі.

АТС-52/56 түйінінің әртүрлі қызмет үшін трафикті анықтаймыз:
Пәтерлік сектор үшін, Гбайт:

$$\gamma_n^T = B_n^T \cdot Y_n^T = 74{,}47 \cdot 64 кбит/с = 2{,}05,$$

$$\gamma_n^И = B_n^И \cdot Y_n^И = 245{,}76 \cdot 512 кбит/с = 54,$$

$$\gamma_n^B = B_n^B \cdot Y_n^B = 922 \cdot 6144 кбит/с = 810.$$

Мекемелік сектор үшін, Гбайт:

$$\gamma_м^T = B_м^T \cdot Y_м^T = 175{,}54 \cdot 64 кбит/с = 4{,}82,$$

$$\gamma_м^И = B_м^И \cdot Y_м^И = 204{,}8 \cdot 256 кбит/с = 22{,}5,$$

$$\gamma_м^B = B_м^B \cdot Y_м^B = 45{,}51 \cdot 4096 кбит/с = 80.$$

АТС-52/56-ке мультисервисті желінің жалпы трафигі әртүрлі қызмет көрсету объектілерінің трафигінің қосындысына тең болады, Гбайт:

$$\gamma_{АТС52/56}^{ж} = \gamma_n^T + \gamma_n^И + \gamma_n^B + \gamma_n^T + \gamma_n^И + \gamma_n^B = 2{,}05 + 54 + 810 + 4{,}82 + 22{,}5 + 80 = 973{,}37.$$

3.4 Оптикалық талшықтың негізгі сипаттамаларын есептеу

ОТ-ның сапасы ортақ өлшеу тәсілдерімен анықталады. ОТ параметрлері мен өлшеу тәсілдерін қабылдау қажет.

Егер бірмодалы ТЖ-де иілулер мен қосылулар болса, онда мода өрісінің диаметрі сөну сипаттамасының негізгі факторы болып табылады. Сонда, мода өрісінің диаметрінің үлкейуі сәуленің иілулерде өту сапасын төмендетеді,

бірақ айырымды және айырымсыз қосылуларда шығынды азайтады.

Талшықты жарық жолдың апертурасын есептеу. Талшықты жарық жолдың ең маңызды жалпылама параметрі – аппертура болып табылады.

Апертура – бұл ішкі толық шағылысу шарты орындалатын, талшықты жарық жолға енетін жарық конусының құрамаларының бірі мен оптикалық өзекше арасындағы бұрыш.

Оптикалық кабельдің сипаттамаларына сүйене отырып, қаптаманың сыну көрсеткішін n_2 есептейміз. NA=0,13

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}\ , \qquad (3.12)$$

n_1 - өзекшенің сыну көрсеткіші - 1,4681.

онда:

$$n_2 = \sqrt{n_1^2 - NA^2}, \qquad (3.13)$$

$$n_2 = \sqrt{1{,}4681^2 - 0{,}13^2} = \sqrt{2{,}1553 - 0{,}0169} = 1{,}4623.$$

Нормалаған жиілікті есептеу. Талшықты жарық жолдың жалпыланған маңызды параметрі оның қаситеттерін бағалауға тиімді-оның нормаланған жиілігі болып табылады.

Өзекше (g1a) мен қаптаманың (g2a) цилиндрлік функциясының аргументтерінің қосындысынан пайда болады.

$$V=((gl\ a)^2 - (g2\ a)^2)^{1/2}=((kl^2 - b^2)+(Ь^2 - k2^2))^2=(k1^2 - k2^2)^{1/2}\ , \qquad (3.14)$$

$$V=2\cdot\pi\cdot a(n_1^2 - n_2^2)^{1/2}/\lambda = 2\cdot 3.14\cdot 4{,}5\cdot 10^{-6}\cdot 0.13 / (1.31\cdot 10^{-6}) = 2{,}37\ .$$

мұндағы: а – қаптама өзекшесінің радиусы а=4,5 мкм;
n_1 - өзекшенің сыну көрсеткіші n_1=l,4681;
n_2- қаптаманың сыну көрсеткіші n_2= 1,462.

Кабель параметрлерінің есептеулерін жүргіземіз. Өзекше диаметрі 2а=9мкм және критикалық толқын ұзындығы А-=1250нм мода өрісінің $2\omega_0$ толқын ұзындығы 1310 нм кезіндегі екенін ескере отырып, кабель есептеулерін шығарамыз.

$$2\omega_0 \approx (2{,}6\cdot\lambda / Vc\cdot\lambda c)\cdot 2a\ , \qquad (3.15)$$

мұндағы: λ - толқынның жұмыс ұзындығы, нм ;

λc – толқынның критикалық ұзындығы, бұдан жоғарғы жарық жолда тек қана негізгі мода таралады;

Vc- нормаланған критикалық жиілік.

Vc=2,405, X=1310нм: $2\omega_0 \approx (2{,}6\cdot 1310/2{,}405\cdot 1250)\cdot 9=10$мкм.

Бұл ОТ 10мкм дейінгі диаметрмен алуға болатынын білдіреді.

Жарық жолда орталардың бөліну шекарасы қаптама – өзекшеде мөлдір айна екенін ескере отырып онда оптикалық бұрыштың шағылуы ғана емес, сонымен қатар оның қаптамаға енуі жүзеге асады. Энергияның қаптамаға өтуі мен қоршаған ортаға таралуын болдырмау үшін толық ішкі шағылу мен апертура шарттарын орындау керек.

Жоғарғы тығыздықты ортадан тығыздығы кем ортаға өткенде, яғни $n_1 > n_2$ кезінде, белгілі бір бұрышта толық толқын шығарылып, басқа ортаға өтпейді. Орта шекарасынан барлық энергияның шағылу бұрышы-толық ішкі шағылу бұрышы деп аталады. Сәуле толқын шағылу бұрышынан кем бұрышпен түскенде, яғни $wp<\theta_B$, энергия қаптамаға енеді, қоршаған ортаға таралады және жарық жолымен тасымалдау тиімсіз болады.

Толық ішкі шағылу режимі, жарық жолдың кірісіндегі жарықтың енуін қамтамасыз етеді. Жарық жол тек қана жарықты өткізеді, ол θа бұрышында шоғырланған θ_B толық ішкі шағылысу бұрышы.

Бұл θа бұрышы сандық аппертурамен сипатталады:

NA=sinθ_a==0.13 $\theta_a = \arcsin 0.13 = 7{,}56^0$.

Ішкі толық шағылысу бұрышы мен сәуленің түсу апертуралық бұрыштарының арасында өзара байланыс бар. θ_B бұрышы неғұрлым үлкен болса, θа талшық апертурасы соғұрлым аз болады. Өзекше-қаптама шекарасына түсетін w_p бұрышы ішкі толық шағылысу θ_B бұрышынан үлкен болып, θ_B мен 90 градустық арасында болуы тиіс, ал жарықжол енетін сәуле w_p бұрышы θ_a ($w<\theta_в$) апертуралық бұрышына сәйкес болуы керек.

Ішкі толық шағылысу шарты орындалатын θ_c критикалық бұрышты табайық:

$$\theta c = \sqrt{1-\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} = \sqrt{1-\left(\frac{1.4623}{1.4681}\right)^2} = 0.09\,рад \approx 5{,}16^0.$$

Қаптама n_2 мен өзекше n қатынастық айырымын есептейік, пайыз:

$$\Delta = \frac{1.4681-1.4623}{1.4681} = 0.00395 \approx 0.395.$$

SZ-құрылымын ТОК-де есептеу. Өрістің 360^0 – қа толық бұрылу қадамы есу қадамы S деп аталады.

Өрілетін элементтер мен кабельдің көлденең қимасы арасындағы бұрышы α есу бұрышы деп аталады. Кабель өзегі мен өрілетін элемент ортасының арасындағы қашықтық R есу радиусы деп аталады.

Берілген кабель түрлерінің есу қадамы S=170мм және есу радиусы R=4,3мм, сонда қосымша ұзындық Z келесідей болады, пайыз:

$$Z = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi R}{S} \right)^2} - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi \cdot 4.3}{170} \right)^2} - 1 \right) \cdot 100\% \approx 1.25.$$

Кабельдің әр жүз метріне өрілетін элементтер 1,25м-ге ұзынырақ.

Өсу бұрышы:

$$\alpha = arctg \frac{s}{2\pi R} \qquad (3.17)$$

$$\alpha = arctg \frac{170}{6.28 \cdot 4.3} \approx 80.97\% \quad .$$

4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі

4.1 Аппараттық және операторлық залдардың еңбек жағдайын талдау

Бүкіл зал аппараттық және операторлық залдарға бөлінеді. Бұл бөлменің өлшемдері: ұзындығы 10м, ені 10м, биіктігі 3 м. Ауданы 100м^2.

Бөлменің төбесі жарық, қабырғалары ашық түсті және терезелеріне жұқа перделер ілінген. Терезенің өлшемі 2х1,8 м. Көрермендік жұмыс разряды-III. Нормаланған жарықтылық – 300 лк.

Операторлық зал қауіпсіздігі төмен бөлмелерге жатады, себебі: жоғары қауіпсіздікті тудыратындай ешқандай белгілері көрсетілмеген. Ол белгілерге дымқылдық, токөткізуші шаң, токөткізуші едендер, жоғарғы температура жатады.

Аппараттық залды қауіпсіздігі жоғары бөлмелерге жатқызуға болады, себебі: оған тән бір белгі бар, ол адамның біруақытта жермен қосылған металл конструкциялы ғимаратқа, технологиялық аппараттар мен механизмдерге жанасу мүмкіндігін айтады.

Синхронизация жүйелерінің құрылғысын алдын алу жылына бір реттен кем болмауды талап етеді және операторлық зал сәуле шығарушы құрылғыдан қорғалған.

Берілген бөлімде ғимараттың екінші қабатында орналасқан 10х10м. және биіктігі 3м. болатын бөлмені қарастырамыз.

Қондырғының жалпы көлемі 9 кв. м ді құрайды және 220/380В айнымалы кернеуде жұмыс істейді.

МЕСТ 12.1.005-88 ССБТ Бұл бөлмеде жұмыс істейтін адамдар екінші категорияға жатады. Жұмыс орнының ауасы, санитарлық-гигиенаның жалпы талаптары 4.1-кестеде көрсетілген.

4.1-к е с т е . Организмнің энергошығыны бойнша жұмыс категориясы

Жұмыс	Категория	Энергошығын организмі, Дж/с, (ккал/сағ)	Жұмыс сипаттамасы
Физикалық	Іб	138 - 172	Отырып немесе тұрып жұмыс істейді, жеңіл физикалық жүктеме

Келтірілген кестеде барлық өндіріс жайларда тұрақты жұмыс орындарының микроклимат параметрлері СН «Өндіріс жайларының микроклиматы» талаптарына сай болады. Операторлық жұмыс, пульттермен немесе есептегіш машиналармен жұмыс істейтін залдарда микроклимат пара-

метрлері келесі болады:

4.2-кесте МЕСТ 12.0.003-74. ССБТ сәйкес біздің қызмет ету түйініміздің микроклимат жағдайлары оңтайлы деп сипаттауға болады.

4.2-к е с т е . Микроклимат сипаттамасының оптималды нормасы

Жұмыс істеу мер-зімі	Жұмыс категориясы	T^0, С	Ауаның жылдамдығы, м/с-денкем емес
Салқын	Іб	21 – 23	0.1
Жылы	Іб	22 – 24	0.2

Жоғарыда келтірілген кестеде кез-келген жыл мезгілінде біздің түйініміздің микроклимат параметрлері шектеулі мәндерінен асып түседі: СН 245-71: Жаз мезгілінің температурасы: плюс 25 ^{0}С, қыс мезгілінің температурасы плюс 15– 17 ^{0}С, қатысты ауа ылғалдылығы – 47% температураның 27 ^{0}С-дан төмен болған жағдайда, кез-келген жыл мезгілінде ауаның қозғалу жылдамдығы 0,2 м/с-тен көп емес. Біздің жағдайымызда жаз мезгілінде жайымыздың температурасы асып тұрады (28 ^{0}С-ге дейін жетеді), сондықтан автозалда салқындатқыш орнатамыз.

Желдету өндіріс жайларда қалыпты санитарлы - гигиеналық шарттарды қамтамасыз ететін өте маңызды құрал болып есептелінеді.

Оператордың жұмыс орнын ұйымдастыру. Оператордың жұмыс орнында қолданылатан заттар:

- мәліметті көрсету құрылғысы (дисплей);
- мәліметті енгізу құрылғысы (клавиатура);
- байланыс құрылғылары және мәліметті тарату (телефон аппараты, модем);
- құжаттау құрылғысы және мәліметті сақтау (принтерлер, дисктер);
- көмекші құрылғылары.

Оператордың жұмыс орнын келесідей ұйымдастырамыз.Дисплей горизонтальды және вертикалды бағытта бұрыла алатындай айналу алаңымен қамтамасыз етілген.

Дисплейді үстел үстіне бақылаушы мен дисплей арасы 450-500 мм болатындай етіп орналастырамыз.

Дисплей экранын, дисплей экранының ортасы мен түзу арасындағы бұрыш 20 болатындай етіп орналастырамыз.

Клавиатураны үстел үстіне немесе арнайы орнына еденнен 650-800 мм биіктікте болатындай етіп орналастырамыз, клавиатураның көлбеулігін 5-10 градус қылып орналастырамыз. Компьютерді стандартты столда орнатумен қатар биіктіктігі өзгертілетін (от 380 до 450-500 мм) және аяқ қоюға ыңғайлы орындық қолданамыз.

Жалпы жағдайда оператордың жұмысы төрт сатыдан тұрады: енгізу, сұраныс, мәліметті қабылдау, алынған мәліметтерді қайта өндіру.

Оператордың еңбегі өнімді болуы үшін, табиғи шарттары мен басқару құралдарының орналасуының жайлылығы еске алынған, айналадағы орта рационалды ұйымшыл болуы қажет.

Желдету, жылыту және ауа тазарту жүйелері СНиП 11-33-75 «Жылыту, желдету және ауа тазарту» сәйкес орындалуы қажет.

4.1.1 Қондырғылардың бөлетін айқын жылу мөлшерін анықтау. Қондырғы орнатылатын жайда жылдың жылу кезіндегі, келесі жылу бөлу көздерін ескеретін: операторладың, күн радиациясының, жасанды жарық-тандырудың, коммутация қондырғыларының бөлетін айқын жылу мөлшерін анықтаймыз.

Температура алмасуы барысынан жылу алу немесе жылу жоғалту:

$$Q_{огр} = V_{болме} \cdot X_0 (t_{H_{РАСЧ}} - t_{B_{РАСЧ}}) \qquad (4.1)$$

мұндағы

$V_{болме}$ - бөлме көлемі, $Vбболм = 10*10*3 = 300 м^2$;

X_0 - меншікті жылу сипаттамасы, $X_0 = 0{,}42 \, Вт/м^3 \, {}^0C$;

$t_{Нрасч}$ = 27° - жылы мезгіл уақытындағы есептелетін сыртқы температура;

$t_{Нрасч}$ = -22 ° - суық мезгіл уақытындағы есептелетін сыртқы температура (4.4 кесте);

$t_{Врасч}$ = 22 ° - жылы мезгіл уақытындағы есептелетін қолайлы ішкі температура;

$t_{Врасч}$ = 19° - суық мезгіл уақытындағы есептелетін қолайлы ішкі температура.

Адамның сыртқы ортаға жылу бөлуі, Вт келесі кестеде көрсетілген.

4.3-к е с т е . Адамның сыртқы ортаға жылу бөлуі, Вт

Сыртқы орта темпера-турасы °С	Отырғандағы жағдай			Тұрғанда немесе жеңіл қозғалыс			Ауыр жұмыс		
	Анық	Жасы рын	Жал-пы	Анық	Жасы рын	Жал-пы	Анық	Жасы рын	Жа л-пы
20	82	21	103	92	42	133	140	110	250
22	76	26	102	84	48	132	117	132	249
30	40	60	100	41	89	130	48	198	246
32	20	78	98	22	106	128	31	213	244

Кестеде бөлменің қалыпты температурасы 22° тең. Бір уақытта бөлмеде 6 адам отырады. 22° температура кезінде бір адам отырған күйінде 76 Вт анық жылу бөледі.

Адамдардың анық жылу бөлуі, Вт:

$$Q_л^я = 76*6 = 456.$$

Жалпы жылу, Вт:

$$Q_л^о = 102*6 = 612.$$

Адамдардан бөлінетін көмірқышқылгаз және ылғал мөлшері 4.4 кестеде келтірілген:

4.4-к е с т е . Адамдардан бөлінетін көмірқышқылгаз және ылғал

Параметрлері	Ауа температурасының бөлмедегі мәні ^0C				
	15	20	25	30	35
Ылғал г/сағ	40	40	50	75	115
Көмқ.газ г/сағ	45	45	45	45	45

Кестеде 22° температура үшін бөлінетін көмірқышқылгаз және ылғал мәні:

Ылғал - 44г/сағ $6*44 = 264\, г/саг$;

Көмірқышқылгаз – 45г/сағ $6*45 = 270\, г/саг$.

Бөлменің жасанды жарықтылық жүйесінен және оргтехникадан бөлінетін жылу. Жарықтандырғыш құрылғылардан бөлінетін жылу:

$$Q_{жар} = \eta \cdot N_{жар} \cdot F_0 \qquad (4.2)$$

мұндағы

α – электрлік энергияның жылулыққа айналуындағы коэффициенті (люминесцентті лампалар үшін):

$$\eta = 0.5 \div 0.6.$$

Жарықтандырғыш құрылғының қуаты, Вт:

Nжар.=50,

еден ауданы, м^2:

$F_{еден}$=10*10=100,

Сонда, Вт:

$Q_{жар.}$=0,5*50*100=2500.

Өндірістік құрылғымен бөлінетін жылуды мына формуладан көруге болады:

$$Q_{құр}=P_{құр}*n \qquad (4.3)$$

Бөлмеде орналасқан өндірістік құрылғымен бөлінетін жылуды орташа есеппен бір компьтерге 300 Вт деп аламыз,Вт:

$Q_{орг}$=300*6=1800 .

Жалпы шығындық жылу мына формуламен анықталады:

$$Q=Q_{орг}+Q_{р}+Q_{л}+Q_{жар}+Q_{орг} \qquad (4.4)$$

Жылы мерзім үшін, Вт:

Q=630+190,8+456+2500+1800=5576,8.
Суық мерзім үшін, Вт:
Q=378+190,8+456+2500+1800=5324,8.

Кестеде бөлмедегі жылу-ылғал балансын есептеу келтірілген.

4.5-к е с т е . Жұмыс сипатына байланысты температура мен ылғал

Жұмыс сипаты	^0C, ауа температурасында, W, кг/сағ ылғалбөліну				
	15	20	25	30	35
Тыныштық жағдайы	0,035	0,040	0,062	0,094	0,150
Жеңіл физ. жұмыс	0,082	0,125	0,175	0,230	0,300
Орта физ. жұмыс	0,130	0,180	0,240	0,300	0,350
Ауыр физ. жұмыс	0,240	0,310	0,365	0,400	0,430

Жұмыс сипатына байланысты температура мен ылғал мәндері жоғарыдағы кестеде көрсетілген.

$$W_л = d*n(кг/саг) \qquad (4.5)$$

$W_л = 0{,}137*6 = 0{,}822 кг/саг$.

Төменгі кестеде барлық жасалған есептеулер негізінде жылы және суық уақыт мерзіміндегі АТС-ғы жылу алмасудың балансын құраймыз.

4.6-к е с т е . АТС-ғы жылу алмасу

Жылуалмасу	Жылулық қуат	
	Вт	кДж
Жарық көздерінен	190,8	686,88
Адамдардан	456	1641,6
Жарықтылық жүйесінен	2500	9000
Өндірістік құрылғыдан	1800	6480
Температураайырмашылығынанболатынжылу жоғалту	378	1360,8
Барлығыжазда:	5324,8	19169,28
Барлығықыста:	4946,8	17808,48

Кестеде АТС-ғы жылудың әр құрылғыдан бөлінуі сандық мәнмен көрсетілген.

4.2 Ауа алмасуды есептеу және кондиционерді таңдау

Бөлмеге қажетті берілетін ауа мөлшері,*м*^{3}/*сағ*:

$$G_я = \frac{Q_я}{c \cdot \left(t_{УХ} - t_{ПР}\right)} \qquad (4.6)$$

мұндағы $Q_я$ – айқын жылудың бөлінуі, Вт;

c – желдеткішпен жойылатын және жайға берілетін құрғақ ауаның жылу сыйымдылығы, $t_{УХ}$=22 ºС, $t_{ПР}$=17 ºС.

Бөлінетін айқын жылу,Вт:

$$Q_в = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \qquad (4.7)$$

мұндағы Q_1 – құрылғыдан бөлінетін жылу;

Q_2 – жарық көздерінен бөлінетін жылу;

Q_3 – адамдардан бөлінетін жылу;

Q_4 – терезеден өтіп күн радиациясынан берілетін жылу;

$$Q_{ß} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 190{,}8 + 456 + 2500 + 1800 = 4946{,}8 \quad .$$

Айқын жылудың ауа алмасуын анықтаймыз,м^3/сағ:

$$G_Я = \frac{4946{,}8}{1 \cdot (22 - 17)} = 989{,}4 \, .$$

Суық және жылы жыл мезгілдері үшін қажетті ауа алмасуды келесі формула бойынша есептейміз:

$$G = \frac{m * L}{I_{рз} - I_{пр}} \qquad (4.8)$$

мұндағы

m – жұмыс зонасына түсетін жылу мөлшерін анықтайтын коэфициент, m=1;

Q – айқын жылудың бөлінуі, Q=6731кДж/сағ;

Ірз және Іпр – ауаға байланысты жылусыйымдылығы және жұмыс орнындағы ауа алмасуы, Ірз=55кДж/сағ Іпр=51,5кДж/сағ;

Жазғы уақыт кезіндегі ауа мөлшері,кг/саг:

$$G_л = \frac{19169{,}28}{55 - 51{,}5} = 5476{,}9 \, .$$

Қысқы уақыт кезіндегі ауа мөлшері,кг/саг:

$$G_з = \frac{17808{,}48}{55 - 51{,}5} = 5088{,}1 \, .$$

4.2.1 Кондиционерді таңдау. Кондиционер сплит-жүйесі кассеталы түрі үлкен бөлмелерге арналған, мысалға: банктер, офистер, супермаркеттер. Ішкі блок қабырға мен шатырдың түйіскен жеріне қондырылады. Ауа ішкі блоктың ортасындағы тор арқылы алынып, арнайы жалюздерден шығарылады. Осылайша бөлме ішінде тұрақты ауа алмасуды қамтамасыз етеді.Жүргізілген есептеулер нәтижесінде құрылғының орналасу жайында SUA-0151 модельді кондиционерін таңдаймыз. Ол ауаны салқындату, берілген температураны автоматты тұрақтандыру, ауаны шаңнан тазарту, вентиляция, ауа ылғалдығын азайту, ауа ағынының жылдамдығы мен бағытын өзгерту, қоршаған ортамен ауа алмасуын қамтамасыз етеді. Қолданылып отырған кондиционер құрылғының жайына ауа алмасуды толығыменен қамтамасыздандырады. Кондиционердің сипаттамасы 4.7-кестеде келтірілген.

4.7-к е с т е . Таңдалған кондиционердің сипаттамасы

Моделі	Ішкі блок өлшемі, мм	Электр жылыт-қыш, кВт	Ауа шығыны, $м^3$/сағ		Суыту қуаты, кВт	
			макс.	мин.	Суық	жылы
SUA-0151	1740x550x450	2,2	1580	1040	6,2	5,9

Осы кестеде сараптап алынған кондиционердің техникалық параметрі көрсетілген. Интелектуалды қызмет көрсететін операторлық зал мен аппараттық залды ұйымдастыру сұлбасы 4.1-суретте көрсетілген.

1 – терезе ; 2 – кондиционер; 3 – есік; 4- жұмыс орны.

4.1 сурет- Кондиционерлердің бөлмелерде орналасуы

Берілген суретте аппараттық және операторлық залдардың сұлбасы көрсетілген. Операторлық залда 6 жұмыс орны ұйымдастырылған. Әрбір залда бір кондиционерден орналастырылған.

5 Экономикалық бөлім

5.1 Түйін

Кәсіпкерлік жоспардың мақсаты – FTTH технологиялары негізінде (пассивті оптикалық желі) интернетке кіруге болатын кабелдік теледидар желісінің өңделетін жобасын экономикалық тұрғыдан негіздеу. Бұл жоспар Шымкент қаласындағы Жоспардың орындалуы компанияға байланыс және телевизия қызметтері нарығынан орын тауып, тұрақты және жақсы табыс алып келеді.

Компанияның негізгі мақсаттары:

– қаланың ең перспективті аудандарын телевизия және интернеттің сапалы қызметтерімен қамтамасыз ету**;**

– өткізу нарығын жаулап алу;

– пайда алу.

Оператордың ұйымдық түрі жауапкершілігі шектеулі серіктестік болады, бұл осындай қызметтер үшін ең қолайлы түр болып табылады.

Оператор пайдаланушыларды сапалы түрде қызметтердің келесі түрлерімен қамтамасыз ету керек:

– ақпараттық қорларға рұқсат қызметі (интернет желісіндегі Web - серверлеріне, News Group жаңалықтарының топтарына және т. б.);

– басқа желідегі пайдаланушыларымен электрондық пошта арқылы хабар алмасуы, Web-хостингта өзінің жеке ақпаратын орналастыру;

– - IP телефония, ДВО және видео-телефония қызметтері;

– IP TV, NVOD, VOD бар қызметтер пакеті;

– қалған телекоммуникациялық қызметтер.

Провайдерлік желілеріне рұқсат сыртқы торапта ажыратылған цифрлік желістер арқылы жүзеге асады.

Операторда көптеген байланыс қызметтеріне лицензия болады, оның ішінде: жергілікті телефон байланысы, мәліметтерді тасымалдау қызметі, Интернетке шығу және цифрлік телевизия қызметі.

Мәліметті тасымалдауда PON технологиясын қолданғандағы X желінің айырмашалағы:

– интернетке және негізгі IP қызметтерге жылдам мүмкіндік;

– коммутациялық пакет - IP байланысына оңтайланған;

– абоненттің үнемі on-line қалпында болуы;

– үлкен жылдамдық - әр абонентке 100 Мбит/с дейін;

– тарайтын ақпаратқа рұқсатсыз кіру жоғары деңгейде қорғалуы;

– аса өнімділік;

– кеңжолақты қызметтер: VPNs, VLANs;

– жеңіл ауқымдағы сәулет;

– перспективті технология.

Кім потенциалды тұтынушы болады? Айтылған технология әмбебап және кез-келген тұтынушының көңілінен шыға алады, 50 Мб трафикке қанағаттанатын жеке Интернет қолданушысы болсын, не болмаса лимитсіз трафикті қолданатын ірі компания болсын.

Барлық тұтынушыларды негізінен 3 топқа бөлуге болады.

Біріншілері – көп пәтерлі үйлерде тұратын жеке тұлғалар, олар тек IPTV немесе IPTV-мен қоса кішігірім трафигі бар Интернетті қолданады.

Екіншілері – заңды тұлғалар, олар тек Интернетті немесе Интернет пен IPTV колданады. Олардың қатарына орташа фирмаларды, медицина орталықтарын, Интернет-клубтарды жатқызуға болады.

Үшіншілері − кешенді қызметті қолданатын тұтынушылар (IPTV, IP-телефония мен Интернет). Осындай тұтынушыларға ірі бизнес орталықтарын, қонақүйлерді, ЖОО және жаңа тұрғын кешендері кіреді.

Республикамыздағы осындай қызметтер нарығына келер болсақ, әзіргі таңда бұл қызметтер даму үстінде.

Х компаниясының негізгі бәсекелестері "ICON", "Digital TV" және "Алма TV" болады.

Кеңжолақты мультисервистік қызметтер нарығының ауқымды бөлігі Х компаниясына тиесілі болу керек.

Қазірдің өзінде жаңа және бұрынғы фирмалардан бәсекелестікті байқауға болады. Олар PON, xDSL сияқты жаңа және перспективті технологиялардың тиімділігін түсінді.

5.2 Маркетинг

Бірлестіктің дұрыс таңдалған маркетинг саясатына бүкіл кәсіпорынның табысты болуы тәуелді.Бұл әртүрлі сауда орталықтарындағы IP TV демонстрациялық көрсетілімдері, телевизия, радио және БАҚ құралдары арқылы жарнамалау.

«KITEL» сынды IT-индустриясы көрмелеріне қатысу өте маңызды. Сондай-ақ абоненттерді ақысыз негізде пилотты (демонстрациялық) тәртіпте қосу ұтымды жүріс болып саналады, мұндай қосылымды абонент бағалағаннан соң өзі үнемі қосылып тұрады.

Өнімді нарықта алға бастыру үшін жарнаманың келесі түрлерін пайдалану ұйғарылады:

– бұқаралық ақпарат құралдары;
– жарнама тақталары, плакаттар, прайс-қағаздар;
– жылма-жыл көрмелер.

5.1-кестесі бізге қажетті құрал-жабдықты 4 бөлімде таңдап алған соң, оған жоба қаржы жасайық.

5.1-к е с т е . Құрылғылар мен жұмыстардың құны

Құрылғы	Тип, маркасы	Саны	Бірлік бағасы, тенге	Толық бағасы, тенге
OLT	FlexLight 2500LT	1	1 878 800,00	1878 800,00
ONT	FlexLight 1000NT	3	67 100,00	201 300,00
	FlexLight 540NT	4	80 520,00	322 080,00
	FlexLight 530NT	6	134 200,00	805 200,00
	FlexLight 510NT	24	241 560,00	5797 440,00
Коммутатор	Cisco Catalyst 3750G-24TS	1	945 000,00	945 000,00
Сервер	AquaServer PD352	2	335 500,00	671 000,00
Цифрлық стример	Anevia Flamingo 220S	2	27 000,00	54 000,00
спутниктік антенна	Mabo Al PL	1	25 000,00	25 000,00
эфирлік антенна	DIP 26/6-12/21-60	1	9 500,00	9 500,00
Сплиттер		29	1 500,00	43 500,00
Модуль GBIC		2	2 000,00	4 000,00
Оптикалық кабель		16 000	120,00	1920 000,00
Кабель UTP 5E Cat		2 000	15,00	30 000,00
Телекоммуникациялық шкаф		2	46 000,00	92 000,00
Абоненттік құрылғылар	AmiNET110	1 100	2 000,00	2200 000,00
Барлығы				14998820,00

Жоғарыдағы кестеде құрылғылар мен жұмыстардың нарықтық бағасы келтірілген.

5.3 Қаржы жоспары

Жұмсалатын қаржы көлемін анықтау, К Σ:

$$K_{\Sigma} = K_{O} + K_{M} + K_{TC} + K_{\Pi}, \qquad (5.1)$$

мұндағы $К_О$ – құрал-жабдық сатып алуға жұмсалатын қаржы;
$К_М$ – сымжелінің монтажына жұмсалатын қаржы ;
$К_{жт}$ – жүк тасымалдау шығындарына жұмсалатын қаржы;
$К_Ж$ – жобалау шығындары.

Кестеден алынған тиісті көрсеткіштерді қоя отырып, алатынымыз:
$К_{\Sigma}$ = 14998820+600000+1499882+181200=17279902.

Эксплуатациялық шығындар. Желіні пайдалануға жұмсалатын ағымдағы шығындар төмендегі формула бойынша анықталады:

$$Э_Р = ФОТ + Сн + А + А_П + Э + А_{аким} + М + Н\ , \qquad (5.2)$$

мұндағы ФОТ – еңбекақы төлеу қоры;
$С_н$ – әлеуметтік салық;
А – амортизациялық бөлулер;
$А_п$ – үйжайды жалға алуға жұмсалатын шығындар;
Э – өндірістік қажеттіліктерге керекті электрқуаты;
$А_{әкім}$ – әкімшілік шығындар;
М – материалдарға жұмсалатын шығындар;
Н – үстеме шығындар.

Еңбекақы төлеу қорын ФОТ анықтау:

$$ФОТ = З_{нег} + З_{кос.}\ , \qquad (5.3)$$

мұндағы $З_{нег.}$ – негізгі жалақы;
$З_{қос.}$ – қосымша жалақы.

Барлық қызметкерлердің (13 адам) бір айдағы негізгі жалақысы 965 000 теңгені құрайды. Тиісінше бір жылдағы негізгі жалақы төмендегідей болады, теңге:

$$Знег = 843000 \cdot 12 = 10116000\ .$$

Қосымша жалақы төмендегідей болады:

Зқос. = 10116000 · 0,2 = 2023200.

Онда ФОТ төмендегідей болады:

ФОТ = 10116000 + 2023200= 12139200 .

Әлеуметтік салық, $С_н$:

Сн = 0,11· ФОТ,

$С_н$ = 0,11 · 12139200 = 3034800.

Орын алған жағдайда, қазіргі уақытта, байланыс құрал-жабдықтарының $Н_А$ амортизация нормасы құрал-жабдықтардың толық құнынан 15% құрайды, онда амортизациялық бөлектеулер, $А_0$ төмендегідей болады:

$$A_0 = \frac{H_A \cdot \sum K}{100\%} \qquad (5.4)$$

$$A_0 = \frac{H_A \cdot K_\Sigma}{100\%} = \frac{15 \cdot 17279902}{100} = 2591985{,}3 \ .$$

Бас станцияға арналған үйжай жалға алу, $А_{П,}$ кв.м-не 3000 тг. құрайды бас станция ауданы 120 кв.м. құрайды. Бір жылғы жалға алу құны, теңге:

$Ап_{цбс}$ = 120 · 3000 · 12 = 4 320 000.

Өндірістік қажеттіліктерге керекті электрқуатына жұмсалатын шығын, теңге:

$$Зэл.к. = W \cdot T \cdot S \ , \qquad (5.5)$$

мұндағы: W – тұтынылатын қуат, W=12 Вт;
T – жұмыс уақыты, T=8760 сағ/жыл;
S – тариф, 1В/сағ=11,4 теңге.

Осылайша, пайдалануға жұмсалатын шығын көлемі 5.2-формуласы бойынша есептеледі. Алынған нәтижелер төменгі кестеге енгізіледі.

5.2-к е с т е . Жылдық пайдалануға жұмсалатын шығын көлемі

Көрсеткіш	Сома
ФОТ, мың. Теңге	12139200,00
Әлеуметтік қажеттіліктерге бөлектеу, теңге	3034800,00
Амортизациялық бөлектеу $А_0$, теңге	2591985,30
Жалпы бір жылға жалға алуға жұмсалатын шығын, теңге	4320000,00
Электрқуатына жұмсалатын шығын, теңге	1198368,00
пайдалануға жұмсалатын шығын, теңге	23284353,30

Бұл кестеде жүйені енгізуден түсетін пайданы есептеу. Жүйені енгізуден түсетін нақты кіріс, Д, келесі формула арқылы анықталады:

$$Д = Д_{КУ} + Д_{IPtel} + Д_{IPTV} + Д_{Internet}, \quad (5.6)$$

мұндағы

$Т_{АбП.КУ}$ – толық қызметтер кешеніне төленетін айлық абоненттік төлем.

$Т_{АбП.КУ}$ = 55 990 теңге,

N – тұтынушылар саны.

IP-телефонияға қосылған тұтынушылардан түсетін кіріс, $Д_{Iptel,}$ теңге:

$$Д_{IPtel} = Т_{АбП.IPtel} \cdot 12 \cdot N \ , \quad (5.7)$$

$Т_{АбП.IPtel}$ = 850.

IPTV-ге қосылған тұтынушылардан түсетін кіріс , $Д_{IPTV,}$ теңге:

$$Д_{IPTV} = Т_{АбП.IPTV} \cdot 12 \cdot N \ , \quad (5.8)$$

$Т_{АбП.IPTV}$ = 2 990 тг.

Internet-ке қосылған тұтынушылардан түсетін кіріс, $Д_{Interne}$:

$$Д_{Interne}=(Т_{АбП.Internet1}\ 12\ N_1)+(Т_{АбП.Internet2} 12\ N_2)+(Т_{АбП.Internet3}\ 12\ N_3), \quad (5.9)$$

$Т_{АбП.Internet1}$ = 490 теңге (Трафик: 50 Мб) ,

$Т_{АбП.Internet2}$ = 4 590 теңге (Трафик: 500 Мб) ,

$Т_{АбП.Internet3}$ = 19 990 теңге (Трафик: 5 Гб) .

Жобаны іске асыру кездегі табыс пен шығыс қаражатының айырмасы келесі кестеде келтірілген.

Абсолюттік экономикалық тиімділік таза табыстың капиталды салыну қатынасы арқылы анықталады.

Е=Т/К.

Негізгі таза табысы:

Т=Д – Э,

Т= 85452458,62– 39294201,38= 46158,257 мың.теңге.

Осыдан, абсолюттік экономикалық тиімділік:

Е= 46158257,24 / 131485,592 = 0,35

Абсолюттік экономикалық тиімділігінен өтімділік мерзімін есептейміз:

$Т_{ок}$ = 1/Е =1/0,35= 2,8 жыл.

5.3-к е с т е . Түсетін пайда

Қызмет көрсету түрлері	1-ші кв-л	2-ші кв-л	3-ші кв-л	4-ші кв-л	Барлығы
ADSL_Кәсіптік қосылуы					
Қосылулар саны	384	768	1152	1536	
Қызмет көрсетуден түсетін пайда, тнг.	5760000	10368000	14976000	19584000	50688000
Қосылу төлемі	3000	3000	3000	3000	
Ай сайын төлемдер	4000	4000	4000	4000	
ADSL _Халықтық қосылуы					
Қосылулар	896	1792	2688	3584	

Бұл кестеде әр қызмет түрінен квартал сайын түсетін қаржы көлемі үйлестірілген.

Жобаны іске асырғаннан кейін түсетін пайданың динамикасы келесі суретте үйлестірілген.

5.1-сурет. Пайданың динамикасы

Жоғарыдағы суретте өтімділкті есептеу үшін таза кіріс пен салық салудан кейінгі кәсіпорнынның кірісін анықтау қажет.

5.4-к е с т е . Экономикалық негізгі көрсеткіштер

Көрсеткіштер атауы	Мәндері
Капиталдық шығындар, тенге	131485592,00
Эксплуатациялық шығындар, тенге	39294201,38
Әлеуметтік салық, тенге	310200
Амортизациялық бөлінулер, тенге	2591985,30
Материалдар және бөлшектер, тенге	6574279,6
Электроэнергия шығыны, тенге	1198368,00
Пайда, тенге	124746660
Таза пайда, тенге	85452458,62
Абсолютті экономикалық тиімділік көрсеткіші	0,35
Жобаның қайтарылым мерзімі, жыл	2,8

Жоғарыдағы кестеде барлық есептеулер нәтижесінде көріп отырғанымыздай, экономикалық тиімділік көрсеткіші 0,35, ал қайтарылым мерзімі 2,8 жыл. Яғни жобаланатын желі 2 жыл сегіз айдан кейін өзін-өзі ақтап, пайда әкеле бастайды. Келесі FTTx технологиясын ұйымдастыру телекоммуникация саласы үшін табысты болып саналады.

Қорытынды

Бас станциямен, барлық қажетті құрылғылар, кабельді инфрақұрылым және тұтынушы түйіндері жасалынды. Бүкіл желі жаңа технологиялар негізінде жобаланды, және болашақтағы оған қойылатын талаптарға толығымен сәйкес болады.Желі құру аяғында келесі нәтижелер алынды:

Біріншіден, тасымал жылдамдығының өсу салдарынан оптикалық талшық магистралды және шағын желілерді құруға ең жақсы орта болып табылады.

Екіншіден, пассивті таралу түйіндері желінің сенімділігін ұдайы көтереді, сондықтан, орталық және тұтынушы түйіндер арасындағы активті элементтерді жоқ болуы.

Үшіншіден, талшықтың өте үлкен өткізу жолағына байланысты, оптималды шешім табылады, орталық түйіннен келетін талшық көптеген тұтынушы арасына таралуы. Бұл талшық-оптикалық кабельді жүйенің салынуы мен оның болашақ қолдану шығындарын азайтып, жоба экономды болып табылады.

Ұсынылған технологияның нарықтық, экономикалық деңгейі қарастырылды. Бизнес-жоспар жасалып және қажетті есептеулер жүргізілді. Жобаның экономикалық тиімділік көрсеткіші 0,35, ал қайтарылым мерзімі 2,8 жыл.Қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз ету бойынша мәселелер қарастырылып және автоматтық өртсөндіру жүйесі жасалды.

Жоғарыда айтылғандарға қарап, шешім өте ұтымды, заманның жаңа талаптарына сай болып табылады деп қорытындылауға болады

Әдебиеттер тізімі

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы, 3-е изд - СПб, Питер-пресс, 2006
2. А. Б. Семенов. Волоконная оптика в локальных и корпоративных сетях. - Москва, АйТи-Пресс, 2003
3. А. Б. Семенов, С. К. Стрижаков, И. Р. Сунчелей. Структурированные Кабельные Системы АйТи-СКС, издание 3-е. - Москва, АйТи-Пресс, 2001
4. Компьютерные сети: Учебный курс Microsoft Corporation – М.: Издательский отдел «Русская редакция», 2005
5. Дипломное проектирование: Методические указания к выполнению дипломных проектов. А. Берикулы. – Алматы, АИЭС, 2007
6. http://www.teralink.ru/
7. http://wikipedia.com/
8. http://www.xdsl.ru/ - xDSL технологиясы
9. http://www.univers-spb.ru/technologys/
10. http://www.citforum.ru/nets/articles/xdsl.shtml
11. http://www.lightwave-russia.com/ GPON технологиясы
12. http://www.flexlight-networks.com/
13. Безопасность жизнедеятельности: Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах, М.К. Дюсебаев. – Алматы, 2001
14. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. Н.И. Баклашев, Н.Ж. Китаева, П.Д. Терехов. - М.: Радио и связь, 1989
15. ГОСТ 21.958-76. Система “человек-машина”. Зал и кабины операторов. Расположение рабочих мест. Общие эргономические требования. – М.: Изд-во стандартов,1982.
16. Охрана труда на предприятиях связи: Учебник для вузов / Под ред. Н.И. Баклашова. – М.: Радио и связь, 1985.
17. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы. – М.: Изд-во стандартов, 1982.
18. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1982.
19. СНиП II–4-79. Естественное и искусственное освещение. – М.: Изд-во стандартов, 1982.
20. Акинчев Н.В. Общеобменная вентиляция цехов с тепловыделениями – М. Стройиздат, 1984.
21. Т.Е. Хакимжанов, Ф.Р.Жандаулетова. БЖД. Дипломное проектирование. Расчет воздухопровода и выбор вентилятора. Методические указание по выполнению раздела и дипломных пректах. – Алматы: АИЭС, 2006.
22. Алибаева С.А Дипломное проектирование: методическое указание для вузов. – Алматы.: АИЕС, 2001.

1 А Қосымшасы

Бағдарлама листингі

```
unit Unit1;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, jpeg, ExtCtrls;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Image1: TImage;
    Button1: TButton;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;
```

```
implementation

uses Unit2;

{$R *.dfm}

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
Form2.show;
end;

end.
unit Unit2;

interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, XPMan,Math;

type
  TForm2 = class(TForm)
    GroupBox1: TGroupBox;
    Label3: TLabel;
    Edit3: TEdit;
```

```
Edit4: TEdit;
Label4: TLabel;
Label5: TLabel;
Edit5: TEdit;
Label6: TLabel;
Edit6: TEdit;
GroupBox2: TGroupBox;
Label7: TLabel;
Label8: TLabel;
Label9: TLabel;
Label10: TLabel;
Edit7: TEdit;
Edit8: TEdit;
Edit9: TEdit;
Edit10: TEdit;
GroupBox3: TGroupBox;
Label2: TLabel;
Edit2: TEdit;
Edit1: TEdit;
Label1: TLabel;
Edit11: TEdit;
Label11: TLabel;
Edit12: TEdit;
Label12: TLabel;
GroupBox4: TGroupBox;
```

```
Label13: TLabel;
Label14: TLabel;
Label15: TLabel;
Label16: TLabel;
Edit13: TEdit;
Edit14: TEdit;
Edit15: TEdit;
Edit16: TEdit;
GroupBox5: TGroupBox;
Label17: TLabel;
Label18: TLabel;
Label19: TLabel;
Edit17: TEdit;
Edit18: TEdit;
Edit19: TEdit;
Button1: TButton;
Button2: TButton;
GroupBox6: TGroupBox;
Label21: TLabel;
Label22: TLabel;
Edit21: TEdit;
Edit22: TEdit;
XPManifest1: TXPManifest;
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
```

```
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form2: TForm2;

Polt,S1,S2,S3,t1_1,t1_2,t2_1,t2_2,L1_1,L1_2,L2_1,L2_2,Pin1,Pin2,Pout1_1,Pout1_2
,Pout2_1,Pout2_2,Pont1,Pont2,Pont3:real;
implementation

uses Unit1;

{$R *.dfm}

procedure TForm2.Button2Click(Sender: TObject);
begin
Form1.close;
end;

procedure TForm2.Button1Click(Sender: TObject);
begin
Polt:=strtofloat(Edit2.Text);
S1:=strtofloat(Edit11.Text);
```

```
S2:=strtofloat(Edit12.Text);
S3:=strtofloat(Edit1.Text);
//Происходит ввод параметров
t1_1:=strtofloat(Edit3.Text);
t2_1:=strtofloat(Edit4.Text);
```