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: Көкшетау қаласының „Автогород" оқшау ауданына абоненттік қатынауды GPON технологиясымен ұйымдастыру

мамандығы бойынша 5В071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Орындаған Қойшыбұл Мейрамбек СТКк-10-03
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Мухамеджанова А.Д. аға оқытушы
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша: Э.Ғ.к. профессор В. Бавыкин
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «27» 05 20 14 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша: Оздамирова Д.М. аға оқытушы
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «27» мая 20 14 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:
т.ғ.к., профессор Тұманбаева К.Х.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «28» 05 20 14 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:
аға оқытушы Үргенішбаев К.М.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «04» 06 20 14 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 Қобыжұл Мейрамбек Бағланұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Көкшетау қаласының „Автогород" оқшау ауданында абоненттік қатынауда GPON технологиясын ұйымдастыру

ректордың « 24 » 09. 2013 № 115 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 25 » мамыр 20 14 ж.

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

Көкшетау қаласында GPON желісін құрастыру Triple Play қызметінің комплексінің қатарына кіретін қызметтер көрсетуге арналған. GPON желісі абоненттердің кеңжолақты қатынауда ақпаратты жіберу, IP-TV, IDPhone қызметтіліктерін қамтамасыз етеді. Ескірген мыс байланыс желілерін жаңа жоғары технологиялы талшықты оптикалық байланыс желілеріне ауыстыру. эксплуатациялық шығындарын азайту

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

1. Пассивті оптикалық технологияларына шолу
2. Жабдықты таңдау
3. „Автогород" оқшау ауданында GPON желісін орнату
4. Желінің техникалық есептеу бөлімі
5. Тіршілік қауіпсіздігі
6. Бизнес жоспар

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Көкшетау қаласындағы GPON технологиясымен ақпаратты тарату желісінің сұлбасы
2. Көкшетау қаласының GPON торабының құрылымы
3. 9 қабатты тұрғын үйдің ішінде тармақтағыш кабель жүргізу сұлбасы
4. ОРІН - 77/5 бойынша магистральді желіні құрастыру сұлбасы
5. GPON желісі құрастырылатын „Автогород" оқшау ауданының сұлбасы
6. Энергетикті есептеу сұлбасы
7. Потенциалды абоненттер санының OLT оптикалық порттың санына тәуелділік графигі
8. Пакеттерді пайдалану және жоқ болудың оңтайлы сұлбасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Правила проектирования, строительства, приемки и эксплуатации линейных сооружений пассивных оптических сетей.
2. Туманбаева К.Х., Лещинская Э.М. Моделирование систем телекоммуникаций. Конспект лекций.
3. Базылов К.Б., Амбаева С.А., Бабич А.А. Выпускная работа бакалавров. Экономический раздел. АУЭС. 2009
4. Абдамуратов Н.С., Манабаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности: методические указания. Алматы АУЭС

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Базылов В.Т.	4.5 – 27.05.14	
ОТ и ОС	Оразмырова Д.А.	27.04 – 27.05	
ЕТ қолдану	Туманбаева	04.04 – 28.05	
Техник. бөлім	Мухамеджанова А.Д.		
Мөлшер бақ.	Уренмирзаев К.М.	20.04 – 04.06.	

диплом жобасын дайындау

К Е С Т Е С І

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Пассивті оптикалық технологияларына шолу	25.02.14	
2.	Жабдықты таңдау	11.09.14	
3.	Желінің техникалық есептеу бөлімі	29.03.14	
4.	Тіршілік қауіпсіздігі	23.04.14	
5.	Бизнес жоспар	5.05.14	

Тапсырманың берілген уақыты «20» 01 2014 ж.

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

Жоба жетекшісі _____ Мухамеджанова А.Д. аға оқытушы
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Қойшығұл Мейрамбек
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста GPON технологиясы бойынша Көкшетау қаласының "Автогород" ықшам ауданында рұқсат желісі құрылды.

Рұқсат желісін ұйымдастыру бойынша іс-шараларға кіреді: OLT оптикалық құрылғысын таңдау және орнату, АТС ғимаратынан телефон канализациясы арқылы оптикалық кабельді тарту және ОТК жүргізу және ақырғы ONT құрылғысын орнату. Ең үлкен жүктеме уақытында GPON рұқсат желісінің бір ағашы (бір OLT порты) үшін абоненттерден келетін жүктеме мәні есептелді. Байланыс түйінінде қажетті жабдықтардың саны белгіленді және жабдықтардың орналасу жоспары құрастырылды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері қарастырылып, техникалы-экономикалық дәлелдемелер келтірілген.

Аннотация

В данном дипломном проекте произведена разработка проекта сети доступа по технологии GPON в микрорайоне "Автогород" города Кокшетау.

Мероприятия по организацию сети доступа включают в себя следущее: выбор и установка оптического оборудования OLT, прокладка оптического кабеля в существующей телефонной канализаций от здания АТС, разводка ВОК и установка оконечного оборудования ONT. Произведён расчёт нагрузки создаваемой абонентами в час наибольшей нагрузки для одного дерева (для одного OLT порта) GPON. Составлена спецификация необходимого оборудования и разработан план размещения оборудования на узле связи.

Рассмотрены вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности и предоставлено технико-экономическое обоснование.

Мазмұны

Кіріспе 7
1 Пассивті оптикалық технологияларына шолу 8
1.1 Көкшетау қаласының телекоммуникациялық желісін талдау 8
1.2 Талшықты-оптикалық байланыс желілері жайлы негізгі мәлімет 10
1.3 PON желілерінде ақпараттың жіберілу принциптері 15
1.4 PON технологиясының түрлері 16
1.5 Қатынау желісінің топологиялары.....23
1.6 GPON пассивті оптикалық желісінің құрылымы 26
1.7 Тапсырманың қойылымы.....34
2 Жабдықты таңдау 35
2.1 GPON технологиясында қолданылатын құрылғылар 35
2.2 «Автогород» ықшам ауданында GPON желісін орнату 44
2.3 Жобаның техникалық сипаттамасы.....45
2.4 Магистральді желіні құрастыру 46
2.5 Таратушы желіні құрастыру.....47
3 Желінің техникалық есептеу бөлімі 50
3.1 PON құру кезіндегі оптикалық бюджетті есептеу 50
3.2 Бірдей тарамданулар қуаты үшін желі оптикалық бюджетін есептеу.53
3.3 Магистральді оптикалық желіні есептеу 56
3.4 Triple Play қызметін QoS қызмет көрсету сапасын есептеу.....59
3.5 VoIP қызметінде кешігуді және жалпы кідірісін есептеу 68
4 Тіршілік қауіпсіздігі 75
4.1 Операторлық бөлме жағдайынының талдауы 75
4.2 Ауаны кондиционерлеу жүйесінің құрылғысы және есебі 82
4.3 Өртке қарсы техниканы тиімді таңдау 83
5. Бизнес жоспар 85
5.1 Түйін.....85
5.2 Маркетинг.....86
5.3 Қаржы жоспары 86
5.4 Табыстар 90
Қортынды.....95
Әдебиеттер тізімі 96

Кіріспе

Бүгінгі таңда көкейкесті мәселердің бірі жаңа технологияны пайдалану болып табылады. Дегенмен Көкшетау қаласының телекоммуникациялық жүйесін жаңаша қарастыру мәселесі қойылып отыр. Демек Көкшетау қаласының "Автогород" ықшам ауданында GPON технологиясын қолданып телекоммуникациялық торап құрастыру проектісін қолға алу. Бұған дейін ADSL технологиясы қолданыста болды. Бүгінгі таңда аталған технологияны жетілдіру мәселесіне байланысты қарама-қайшылық туындаған. Дегенмен, аталған GPON технологиясы оптоталшықты пайдалану негізінде тиімді жұмыс атқарады. Демек, Көкшетау қаласының "Автогород" ықшам ауданында GPON технологиясын қолданып, абоненттік қатынауды ұйымдастыру-деп тақырыбымызды анықтап алуға себеп болды.

Берілген жобаны жүзеге асыру, бірінші кезекте, Көкшетау қаласында кеңжолақты рұқсатқа сұраныстарды қанағаттандыру үшін негізделген. Жобаны іске қосқаннан кейін қоғам өзінің телекоммуникациялық нарықтағы бар үлесін арттырады.

Берілген жобаның ұсынысы - TriplePlay қызметін көрсету мен қазіргі трафик көлемін арттыру бойынша жоғары жылдамдықты оптикалық байланыс желісін GPON технологиясы негізінде құрастыру болып табылады.

Жобаның барысында Көкшетау қаласында GPON қамтитын аумақтағы абоненттерді TriplePlay ұсынысына қосып, телефонияға, кеңжолақты рұқсатқа сұранысты толығымен қамту, эксплуотациялық шығындарды оптимизациялау қарастырылады. Берілген проекттің қажеттілігі TriplePlay қызметінің жоғары сұранысқа ие болуы себебінен туындады.

FTTH - тұрғын үйге дейінгі оптикалық талшық, PON торабын құрастыру үшін қолданылатын технология. PON (PassiveOpticalNetworks, пассивті оптикалық торап немесе пассивті үлестіретін оптикалық торап) қазіргі кезде жаңа заман технологиясы. 2,4 Гбит/с сандық ағын 64 абонент арасында динамикалы түрде бөлініп, интернет пен телефония ақпарат алмасуын қамтамасыз етеді. Осы талшықта, бөлек толқын ұзындығында КТВ, Ethernet оптикалық сигналы жіберіледі, GigabitEthernet пен 10Gigabit Ethernet, пакеттер коммутациясы бар, жіберу тораптары 1, 10 Гбит/с жылдамдықта жоғары жылдамдықты оптикалық магистральдарды ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

1 Пассивті оптикалық технологияларына шолу

1.1 Көкшетау қаласының телекоммуникациялық желісін талдау

Көкшетау – қаласы Ақмола облысының әкімшілік орталығы (1999 жылдан).

Қазіргі Ақмола облысының солтүстігі мен оған шектесіп жатқан Солтүстік Қазақстан облысының кейбір аудандарын қамтиды. Орталық бөлігінде Көкшетау қыраты орналасқан. Бурабай көлінің ортасында Жұмбақтас тұр. Бұл аймақта Оқжетпес, *"Жеке батыр"*, Кенесары үңгірі, т.б. тарихи орындар бар. Қыраттың батыс жағынан Есіл өзені ағып өтеді.

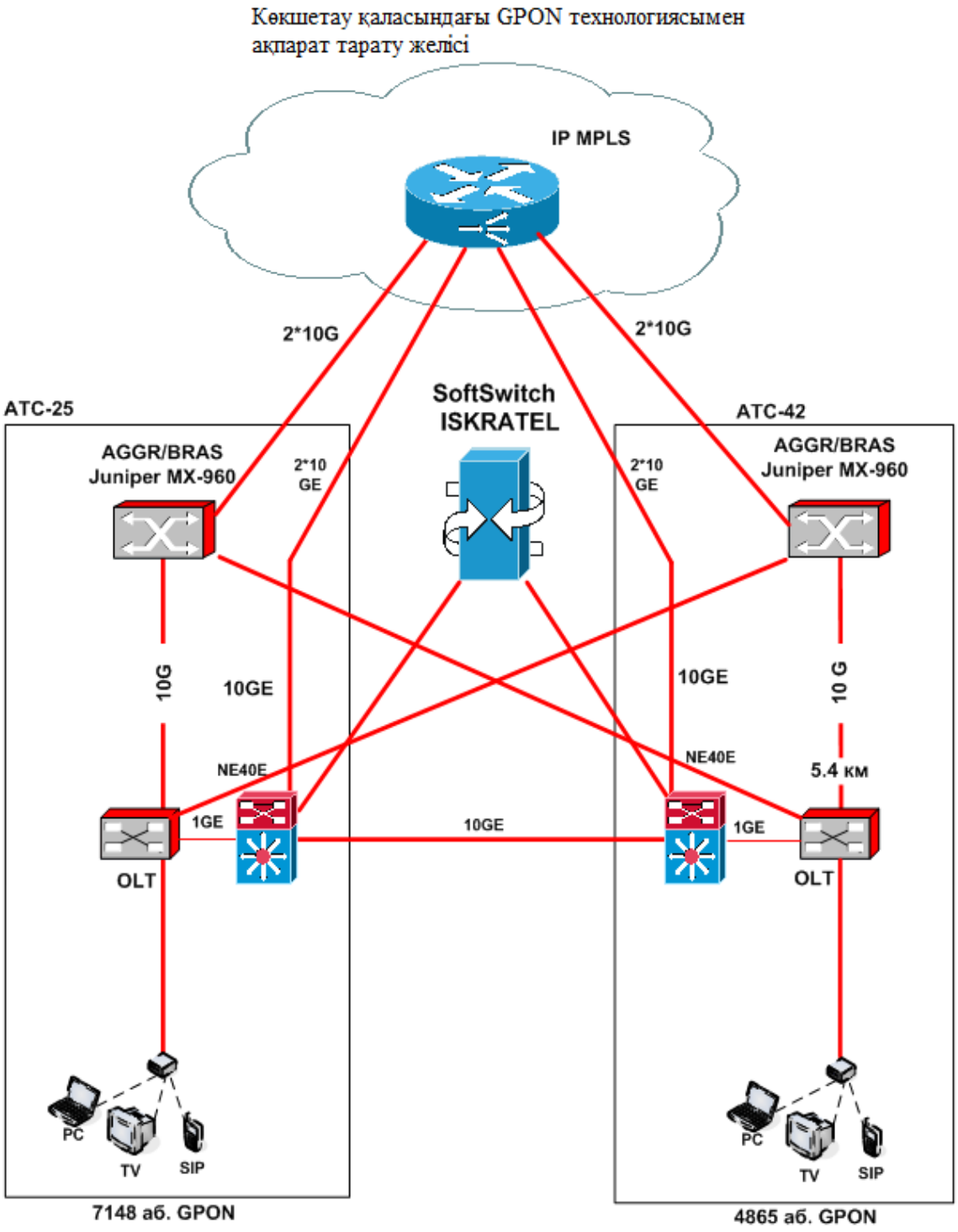
Қаланың аумағы 420,0 км².

Қалада тамақ және жеңіл өнеркәсіп, машина жасау, металл өңдеу, химия өндірісі, металл емес бұйымдар өндіру, картон мен қағаз өндіру кәсіпорындары, жылу, электр энергиясын, газ және су тарату мекемелері бар. Білім жүйесі саласында 3 жоғары оқу орны, 13 арнайы орта оқу орындары, жалпы білім беретін 23 мектеп жұмыс жасауда. 2 театр, филармония, қалалық кітапханалар жүйесі, 4 мұражай, көрме залы, 6 клубтық мекемелер қалалықтар мен қонақтарға мәдени қызмет көрсетеді. Қалада дене шынықтыру және спорт саласы жақсы жолға қойылған. 3 стадион, 3 жүзу бассейні, 1 шаңғы базасы, 6 спорт мектебі бар.

Қала тұрғыдары 2013 ж. 153,057 адамды құрады, ал 1999 ж. санақ бойынша 123,300 адам болған.

Көкшетау қаласында, кабельді және спутник арналарын қолданып, телекоммуникациялық, интернетке кіру және ақпарат тарату қызметтерін көрсететін бірнеше компаниялар жұмыс жасайды.

Қазірігі кезде Көкшетау қаласында төрт АТС (автоматты телефондық станция) жұмыс жасайды, екі SSA подстанциясы, төрт RSU подстанциясы мен бір М-200 подстанциясы (кесте 1.1). Тораптың жалпы монтаждалған сыйымдылығы 41588 нөмірлер, жүктелген сыйымдылық 39039 нөмірлер (торап сыйымдылығының қолданылуы - 92,71%. телефондау деңгейі 100 адамға 30 ТА.



1.1 – сурет. Көкшетау қаласындағы GPON технологиясымен ақпаратты тарату желісінің сұлбасы

Қазір бар барлық АТС, тура қоректендіру қолданылып, шкафтық жүйе бойынша құрастырылған. Қалалық телефондық торапқа жылдам қарқынмен жаңа технологиялар енуде: жоғары жылдамдықты абоненттік желі HDSL; мультиплесор қолданылатын, таржолақты және кеңжолақты абоненттік рұқсат ADSL; пассивті оптикалық GPON торабы. Станциялар өзара STM (синхронды транспорттық модуль) құрылғысы қолдану арқылы оптикалық кабельмен

байланысқан. Торапта алты таңбалы нөмірлеу жүйесі қолданылады.

АТСКУ-23-ті сандық Alcatel фирмасының S-12 АТС түріне ауыстыруына байланысты Көкшетау қаласының қалалық телефондық торабы 100% сандық жүйеге ауысты. Бұл қаланың барлық абоненттеріне қосымша қызмет көрсетуге, сөйлесудің уақыт бойынша есептелу жүйесін енгізуге, ЦТЭ жүйесін енгізуге және толығымен ОКС №7 жүйесіне өтуіне, интелектуалды торап құрастыруына ықпалын тигізеді.

1.2 Талшықты-оптикалық байланыс желілері жайлы негізгі мәлімет.

Талшықты-оптикалық байланыс желісі - оптикалық диапазонда ақпаратты тарату үшін арналған, пассивті және активті элементтерден тұратын, талшықты-оптикалық жүйе. Оптикалық кабель - ортақ қорғаныс қабатымен қапталған, кварцтық әйнектен жасалған (световод) белгілі жүйемен оратылған оптикалық талшықтардан тұрады. Қажет болса, кабель қосымша күшейткіш және демпфирлік элементтерден тұруы мүмкін. Оптикалық кабельдер қолданылуы бойынша 3 топқа бөлінеді: магистральді, аумақтық және қалалық. Қалалық ОК қаладағы АТС пен байланыс түйіндерді байланыстыру үшін қолданылады. Олар қысқа ара-қашықтық (10 км дейін) пен арналардың үлкен санына есептелген. Градиентті талшықтар (50/125 мкм). Толқын ұзындығы 0,85 пен 1,3 мкм. Бұл желілер аралық желілік регенераторларсыз жұмыс жасайды.

Ақпаратты ТОБЖ арқылы тарату, мыс кабелі арқылы таратудың алдында, көптеген артықшылықтарға ие. Ақпараттық тораптарға ТОБЖ жылдам енгізілуі оптикалық талшықта сигналдың таралуы ерекшеліктеріне байланысты болып келеді.

Кең өткізу жолағы - тасымалдаушының 1014 Гц аса жоғары жиілігімен байланысты. Бұл бір оптикалық талшықпен секундына бірнеше терабит ақпаратты жіберуге мүмкіндік береді. Үлкен өткізу жолағы - бұл оптикалық талшықтың мыс немесе басқа ақпарат тарату түрлерінен ең негізгі артықшылығы болып табылады.

Талшықта жарық сигналының өшу көрсеткішінің төмен болуы. Қазіргі кезде шығарылатын ортикалық талшықтар бір километрге есептегенде 1,55 мкм толқынында 0,2-0,3 дБ өшу көрсеткішіне ие. Аз өшу мен шағын дисперсия ретронсляторларсыз 100 км дейін созылған желілер аумағын құрастыруға мүмкіндік береді.

Оптикалық-талшықты кабельде шулардың төмен деңгейі, кодтың төмен артықтылығына ие сигналдардың модуляцияларын жіберу арқылы, өткізу жолағын ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Кедергілерден жоғары қорғанысы. Талшық диэлектрикалық материалдан жасалуына байланысты, ол қоршаған мыс кабельдер жүйесі мен электір құрылғыларының электромагниттік кедергілеріне төтеп береді. Көп талшықты кабельдер электромагниттік сәулелермен қиылысу ықпалынан да қорғалған.

Көлемі мен салмағы аз. Талшықты-оптикалық кабельдер, мыс кабельдермен салыстырса , бір өткізу жолағына шаққанда кіші салмақ пен көлемге ие. Мысалы, диаметрі 7,5 см 900-жұпты телефон кабелі диаметрі 0,1 см бір оптикалық талшықпен ауыстырылуы мүмкін.

Егер талшықты көптеген қорғаныс қаптамасына қаптап, болат лента бронямен жапса, бұндай ТОК диаметрі 1,5 см болады, бұл телефон кабелінен бірнеше есе кіші болады.

Рұқсат етілмеген қолданыстан жоғары қорғаныс. ТОК радиодиапазонда шағылмауынан, жіберіп-қабылдауды бұзбай, тасымалданатын ақпаратты тыңдау қиын болады. Оптикалық желінің тұтастығын бақылайтын мониторинг жүйесі (үзіліссіз бақылау), талшықтың жоғары сезімділігін қолдана отырып, "бұзылған" арнаны мезетте сөндіріп, дабыл сигналын береді. Таратылатын жарық сигналдарының интерференциялық эффекттерін қолданатын сенсорлық жүйелер тербелістер мен қысым ауытқуларына өте жоғары сезімталдылыққа ие. Бұл жүйелер, ақпарат қорғанысына жоғары талаптар қоятын, басқару органдары, банктік және басқа арнайы қызмет салаларына байланыс желілерін құрағанда қажет.

Жүйе элементтерінің гальваникалық шешілуі. Оптикалық талшықтың берілген артықшылығы оның изоляциялық құрамында. Талшық, изоляцияланбаған есептік жүйенің мыс кабельмен байланысқан екі жүйелік құрылғыларының жері ғимараттың әр түрлі нүкелерінде, мысалы, әр түрлі қабатында орналасуынан пайда болатын электірлі "жерлік" түйіндерден сақтануға көмектеседі. Тораптық қондырғыға зақым келтіретін потенциялдардың үлкен ауытқуы пайда болуы мүмкін. Талшық үшін бұндай мәселе туындамайды.

ТОК экономикалық тиімділігі. Мыспен салыстырғанда, талшық, кең таралған және арзан кремний оксиді материалынан құрылатын кварцтан жасалады. Қазіргі кезде мыс жұбы мен талшық бағасы арасалмағы 2:5. ТОК сигналдарды анағұрлым үлкен арақашықтықтарға ретранслятрсыз жіберуге мүмкіндік береді. ТОК қолданғанда ұзын желілерде қайталағыштар саны қысқартылады. Солитонды жүйелерді қолданған кезде 10 Гбит/с жіберу жылдамдықта регенерациялаусыз (аралық түйіндерде тек оптикалық күшейткіштер қолданып) 4000 км қашықтыққа қол жеткізілді.

Ұзақ мерзіміді қолдану. Уақыт өте келе талшық тозады. Бұл өткізілген кабельде өшудің артуына әкеледі. Алайда, технологиялар дамуының нәтижесінде, оптикалық талшықтарды өндіру процессі біршама баяулатылған және ТОК қызмет ету мерзімі 25 жылға дейін жетеді. Бұл уақыт аралығында қабылдап-жіберуші жүйелерінің бірнеше стандарттары/түрлері ауысуы мүмкін.

Ажыратылған электрқоректендіру. Кейбір жағдайларда ақпараттық тораптың түйініне ажыратылған электрқоректендіру қажет болады. Оптикалық талшық күшйткіш кабель функциясын атқара алмайды. Бұл жағдайларда, оптикалық талшықтармен қатар, кабель мыс өткізгіш элементімен жабдықталған аралас кабельді қолдануға болады. Бұндай кабель Қазақстан мен басқа елдерде кең қолданылады.

1.2.1 Талшықты-оптикалық кабельдер.

ТОБЖ негізгі компоненттерінің бірі талшықты-оптикалық кабель (ТОК) болып табылады.

ТОК өндіру кезінде анықтаушы параметр болып қолданылу шарттары мен байланыс желісің өткізу қабілеттілігі болып табылады.

Қолданылу шарттары бойынша кабельдер бөлінеді:

- монтажды;
- станциялық;
- аумақтық;
- магистральді.

Кабельдің бірінші екі түрі ғимараттар мен құрылыстардың ішінде жүргізуге арналған. Олар кішігірім, жеңіл және ұзындығы қысқа болады.

Кабельдің соңғы екі түрі кабельдік коммуникацияның құдықтарында, грунтта, ЛЭП бойндағы тірктерінде, су астында жүргізуге арналған. Бұл кабельдер сырттан түсетін әсерлерден қорғалған және ұзындығы 2 км артық болады.

Байланыс желісінің жоғары өткізу жолағын қамтамасыз ету үшін, өшуі төмен, бірмодалық талшықтардың аз санынан тұратын (8 дейін) ТОК жасалынады, ал реттегіш тораптардың кабельдері, торап сегменттерінің арақашықтығына байланысты, 144 бірмодалық немеме көпмодалық талшықтардан тұруы мүмкін.

ТОК жасағанда негізінен екі тәсіл қолданылады:

1. элементтері еркін қозғалатын құрылымдар;
2. элеменнтері өз ара қатаң байланысқан құрылымдар.

Құрылымдардың түрі бойынша кабельдер өрілген шиыршық, түйіндік шиыршық, профильді жүрекшесі бар кабельдер, ленталық кабельдер болып бөлінеді. ТОК құрылымының көптеген комбинациялары бар, қолданылатын материалдың көп түрлерімен байланысқанда, жобаның шарртарына ең тиімді болатын, сонымен қатар бағасы да тиімді болатын, кабельдің орындалуын таңдауға мүмкіндік береді.

Найзағайдан қорғайтын тросқа ендірілген (жер сымын алмастыратын болат түтікшеге оптикалық талшықтар орналастырылады), ауа электротасымалдау желісінің тіректерінде аспа үшін қолданылатын кабельдер ерекше классты құрайды. Бұл кабельдер үлкен механикалық және электірлік жүктемелерді көтере алады, найзағайға төтеп беру мен дірілдерге қарсы жоғары төзімділікке ие, және жоғары вольтті желілерді қолданып, электростанциялар мен басқару станцияларын байланыстыру үшін пайдаланылады.

1.2.2 Оптикалық талшықтарды байланыстыру.

Талшықты-оптикалық телекоммуникациялық технологияларының дамуы негізінен, кварцтық желіні полимерлік немесе кварцтық материалдармен қаптау әдісімен жасалған, көп модалы және бір модалы оптикалық талшықтарының ТОК сапасымен анықталады. Қазіргі кезде бұл талшықтардың кейбіреулері сипаттамалары бойынша шекті мүмкін көрсеткіштерге жақындады. Осылайша, жұмыс толқын ұзындығы 1,55 мкм болатын, бір модалы талшық практика

жүзінде 0,154 дБ/км болатын өшудің шегіне жетті. Бұл, қазіргі кезде, талшықты-оптикалық байланыс желілерін құрастыруға кететін шығынды қысқартып, ұзындығы 200 км және бұдан да артық регенерациялық аумақтарды құрастыруды мүмкін етті. Алайда табиғи шектеулерге байланысты бұндай ұзын талшықтарды өндіру мүмкін емес. Сол себепті, оптикалық талшықтарды байланыстыру жүзеге асырылып, байланысқан аумақты құрылыс ұзындығы деп атайды. Оптикалық талшықтың өшу коэффициентінің төмендеуі байланыс сапасына қатал талаптардың қойылуымен шартталған. Бұл талаптар осындай байланыстырдың саны көп болуы себебімен түсіндіріледі. Аумақтар ұзындығы шағын, локальді тораптарға арналған талшықты-оптикалық кабельдерді байланыстыратын құрылғыларға басқа талаптар қойылады. Берілген құрылғылар көлемі кіші, көп ретті байланыстарды жасайтын, байланысты жасау жұмысы қарапайым болуы тиіс.

1.2.3 Кабельдік кәріздер мен коллекторларда оптикалық кабельді төсеу.

ОК төсеуді жергілікті байланыс тораптарының кабельдік кәріздерінде қарастыру қажет, тек бұл мүмкіндік болмаған жағдайда жаңа кәріз құрау немесе бар кабельдік кәріздеріне арналарды қосымша қосу ұсынылады.

ОК төселуі, мүмкіндігі бойынша, блоктың ортасында вертикальша және қырында горизонтальша орналасқан, бос кабель кәріздерінде жүргізілуі тиіс. Бос арнада төсегенде ОК саны бес-алтыдан аспауы тиіс. Бронясыз ОК жүргізілген арнаны броньдалған және металл жиласы бар ОК төсеуге қолдануға тиым салынады.

Броньдалған және металл жиласы бар ОК жүргізілген кабельдік кәріздерде, броньдалмаған ОК төсеуді алдын ала төселген қорғайтын полиэтилен түтіктерінде жүргізу тиіс.

Бронясы стеклопластик стерженьмен, болат сыммен немесе ленталармен, броня үстінен қорғаныс полиэтилен қаптамасымен қапталған ОК бос арналармен де, бос емес арналармен де қорғайтын полиэтилен түтіктерісіз төселе береді.

Бір арнада, кабельдер мен түтіктердің көлденең кескіндерінің суммалық ауданы арнаның ауданынан аспайтын болса, бірнеше кабельдер немесе қорғайтын полиэтилен түтіктері төселуі рұқсат етіледі.

Коллекторлар мен метро тоннельдерінде ОК, отқа төзімді, сыртқы қорғайтын пластмассалық қаптамамен төселуі тиіс.

Кабелді қоршаған орта температурасы -10 °С төмен болмайтын жағдайда төсеу керек. Трассаның рельефіне байланысты, кабель төсеуді бастайтын бірінші құдық анықталады. Егер трасса түзеусызықты, бір-екіден аспайтын бұрыштық құдықтары бар, онда бұрылыстар мен төмендеулер болмаса, бір бағытта бір бүкіл кабельдің құрылыстық ұзындығын тартуға болады. Егер трасса түзусызықты болмаса, бұрыштық құдықтары бір-екеуден асып кетсе, бірінші құдықты анықтап, кабель төсеуді осы құдықтан екі жаққа жүргізу керек болады. Бұл бұрыштық құдық болғаны бұрыс болады.

Кабель төсеуді салмақты тежететін лебедка көмегімен, біркелкі, рывоксыз айналдыра отырып жүргізеді. Екінші жағынан кабельді барабаннан

қолмен тартып отырады. Барабанды кабель салмағымен тартуға тиым салынады. Төсеу кезінде кабельдің бұрыштық құдықтардан өтуін қадағалау қажет. Кабель бұрағыш дөнгелектің ортасымен өтіп, қысатын роликтермен фиксациялануы тиіс. Кабелді төсеудің орташа жылдамдығы 5...7 м/мин құрайды.

1.2.4 Пассивті кеңжолақты қатынау.

PON (Passive optical network) - пассивті оптикалық желілер технологиясы. Талшықты оптика қазіргі инфракоммуникациялық жүйелердің негізі болып табылады. Оның ықпалы мен қажеттілігі артып келуде: көптеген ұйымдар мен фирмалар талшықты оптикамен байланысты бизнеспен айналасуда, күрделі шешімдер қолданылуда, күрделі проблемалар шешілуде.

PON технологиясының бірінші қадамдары 1995 жылы жасалған, 7 компаниядан тұратын топ (British Telecom, France Telecom, Deutsche Telecom, NTT, KPN, Telefonica мен Telecom Italia) бір талшық арқылы көптік қатынауды жүзеге асыру үшін концорсиум құрастырған. ITU-T-ден қолдау тауып, бұл құрылым FSAN атауын алды (full service access network). 1990 жылдары оның құрамына көп операторлар мен құрылғыларды өндірушілер қосылды. FSAN мақсаты, PON қатынау жүйелерінің бәсекелес саудасында опраторлар мен құрылғы өндірушілер бірге жұмыс жасай алуы үшін, PON құрылғылары үшін жалпы рекомендациялар мен талаптарды құрастыру болып табылатын. Бүгінгі таңда FSAN қатарында 40 операторлар мен өндірушілер бар, ITU-T, ETSI және ATM Forum сияқты стандарттау ұжымдарымен тығыз жұмыс жасап келуде.

Оптикалық қатынау жүйелерін кең енгізу мыстың кенеттен қымбаттауы мен өткізу қабілеттілігін ұлғайту қажет болуы себеп болды. Алайда оптикаға көшу негізінен PON технологиясын іске асыру үшін қажетті шығындармен анықталады.

Probe Group компаниясының аналитигі PON желілерін енгізумен байланысты зерттеулер жүргізіп, "парализацияланған PON нарығы өмір сүре алатындығы" шешімін жасады. Бүгін бұл телекоммуникациялық нарық сегменті он есе өсіп, құрылғы өндірушілер, желілік интеграторлар мен қызмет көрсету бизнестерінің дамуына үлкен үлесін тигізді.

Өз кезегінде тұтынушылар үшін жоғары сапалы ағынды бейне көрсетілімді ұсынатын қызықтырарлық сервистер пайда болды. Алайда бұл сәйкес инфрақұрылымды қажет етеді, олай болмаса провайдерлерге жетілдірілген желілері бар бәсекелестер бөгет жасайды.

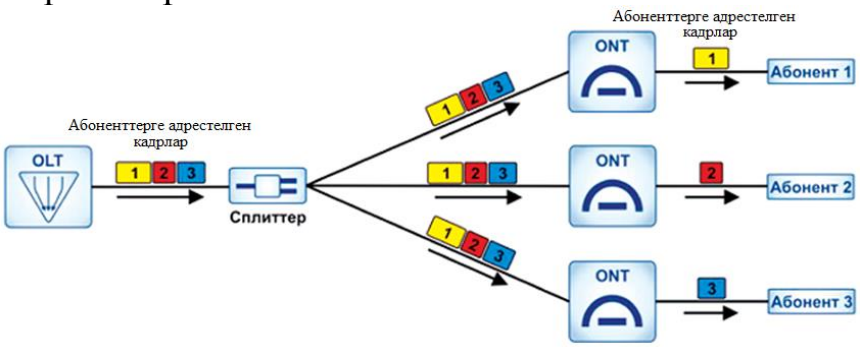
Алайда бұл технологияның пайдасына тек техникалық пен коммерциялық аргументтер ғана себепкер емес. Телекоммуникациялық бизнестің қазіргі жағдайы, бірқатар мемлекеттердің заңдық талаптары PON негізіндегі қатынау нарығының дамуына себеп болады.

PON архитектурасын негізгі ойы – OLT (optical line terminal) құрылғысында тек бір қабылдап-жіберуші модулі арқылы ақпаратты бірнеше ONT (ITU-T терминологиясында optical network terminal) немесе ONU (IEEE терминологиясында optical network unit) абоненттік құрылғыларына жіберіп, ақпаратты қайта қабылдау үшін қолдану болып табылады.

1.3 PON желілерінде ақпараттың жіберілу принциптері.

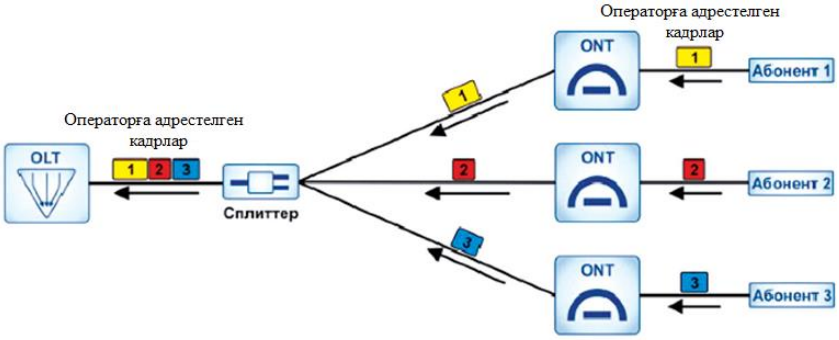
Бір OLT қабылдап-жіберуші модуліне қосылған абоненттік тораптардың саны қуат бюджеті мен қабылдап-жіберуші жабдығының максимал жылдамдығына тәуелді. OLT-дан ONT-ға дейін ақпарат ағынын жіберу үшін – тура ағынның 1550 нм толқын ұзындығы қолданылады. Ал керісінше, бірігіп кері ағынды құрыйтын, әр түрлі абоненттік түйіндерден келіп түсетін ақпарат ағыны орталық түйінге 1310 нм толқын ұзындығында жіберіледі. Теле көрсетілім сигнилдарын жіберу үшін 1550 нм толқын ұзындығы қолданылады. OLT мен ONT-ға кіріс және шығыс ағындарды ажырататын WDM мультиплексорлары орнатылған.

Тура ағын - оптикалық сигналдар деңгейіндегі тура ағын хабар таратушы болып табылады. Әр ONT, адрестік өрістерді оқып, жалпы ағыннан тек өзіне арналған мәліметтің бөлігін бөліп алады. Іс жүзінде біз таратқыш демультиплексормен жұмыс жасаймыз.



1.2 - сурет. OLT-дан ONT-ға мәліметтер тарату

Барлық ONT абоненттік түйіндерінде, бір толқын ұзындығындағы кері ағында, TDMA (time division multiple access) уақытша бөлу көптік рұқсат әдісін қолдану арқылы таратуды жүргізеді. Әртүрлі ONT-дан келетін сигналдардың қиылысуын болдырмау үшін, олардың әрқайсысына берілген ONT-ның OLT-ға қатысты қышықтығымен байланысты, кідірістерді түзетіп ескеретін мәліметтер жіберілуінің жеке уақыттық кестесі салынады.
Бұл мәселені TDMA хаттамасы шешеді.



1.3 - сурет. ONT-дан OLT-ға мәліметтер тарату

1.4 PON технологиясының түрлері

Жіберудің базалық протоколымен ерекшеленетін PON технологиясының бірнеше түрлері бар.

1.1 - к е с т е . PON технологиясының түрлері

Аталуы	Стандарт
APON (ATM PON)	Рекомендация ITU-T G.983.x
BPON (Broadband PON)	Рекомендация ITU-T G.983.x
EPON (Ethernet PON)	Стандарты IEEE 802.3ah/ IEEE 802.3av
GPON (Gigabit PON)	Рекомендация ITU-T G.984.x

Бірінші болып 1990 жылдардың ортасында, ақпаратты ATM құрылымының ұяшықтарында жіберуге негізделген, APON технологиясы құрастырылды. Бұл жағдайда тура және кері ағындардың 155 Мбит/с (симметриялы режим) жылдамдығы қамтамасыз етілді немесе тура ағында 622 Мбит/с және кері ағында 155 Мбит/с (ассиметриялы режим).

Әр түрлі абоненттерден келетін ақпараттың беттелуін болдырмау үшін, OLT құрылғысы әр ONU-ға ақпаратты жіберуге рұқсат беретін қызмет хабарламасын жіберіп тұратын. Қазіргі кезде APON өзінің бастапқы кейпінде қолданылмайды. Бұл технологияның ары қарай жетілдірілуі жаңа BPON стандартының құрылуына әкелді. Тура жіне кері ағындардың жылдамдығы симметриялы режимде 622 Мбит/с немесе ассиметриялы режимде 1244 Мбит/с және 622 Мбит/с дейін жеткізілген.

Ақпараттың үш негізгі түрінің жіберілуі қарастырылған (дауыс, видео, мәліметтер), видео ақпараттың ағынына 1550 нм толқын ұзындығы бөлінген. BPON бөлек абоненттер арасында жолақтың динамикалық бөлінуін ұйымдастыра алады. GPON жылдамырақ технологиясы шыққаннан кейін BPON технологиясын қолдану экономикалық жағынан мағынасын жоғалтты.

Локальді жүйелерде және оптикалық қатынау жүйелерін құрастыру үшін Ethernet технологиясын қолдану нәтижесінде 2000 жылы жаңа EPON стандарты құрастырылды. Бұл желілер, негізінен, ақпаратты 16 (немесе 32) абонент үшін IP-протоколы негізінде тура және кері ағындарының 1 Гбит/с жылдамдықтарында жіберу үшін арналған. IEEE 802.3ah стандартына кіретін GEPON (Gigabit Ethernet PON) технологиясы жүйесінде жіберу қашықтық 20 км дейін жетеді. Тура ағын үшін 1490 нм толқын ұзындығы қолданылады, видео қосымшалары үшін 1550 нм резервтеледі. Кері ағын 1310 нм жіберіледі. Кері ағынның сигналдары арасындағы шиеленістерді болдырмау үшін арнайы көп тораптарды басқару протоколы қолданылады (Multi-Point Control Protocol, MPCP). GEPON-да тұтынушылар арасында ақпарат алмасу операциясын қолдайды (bridging).

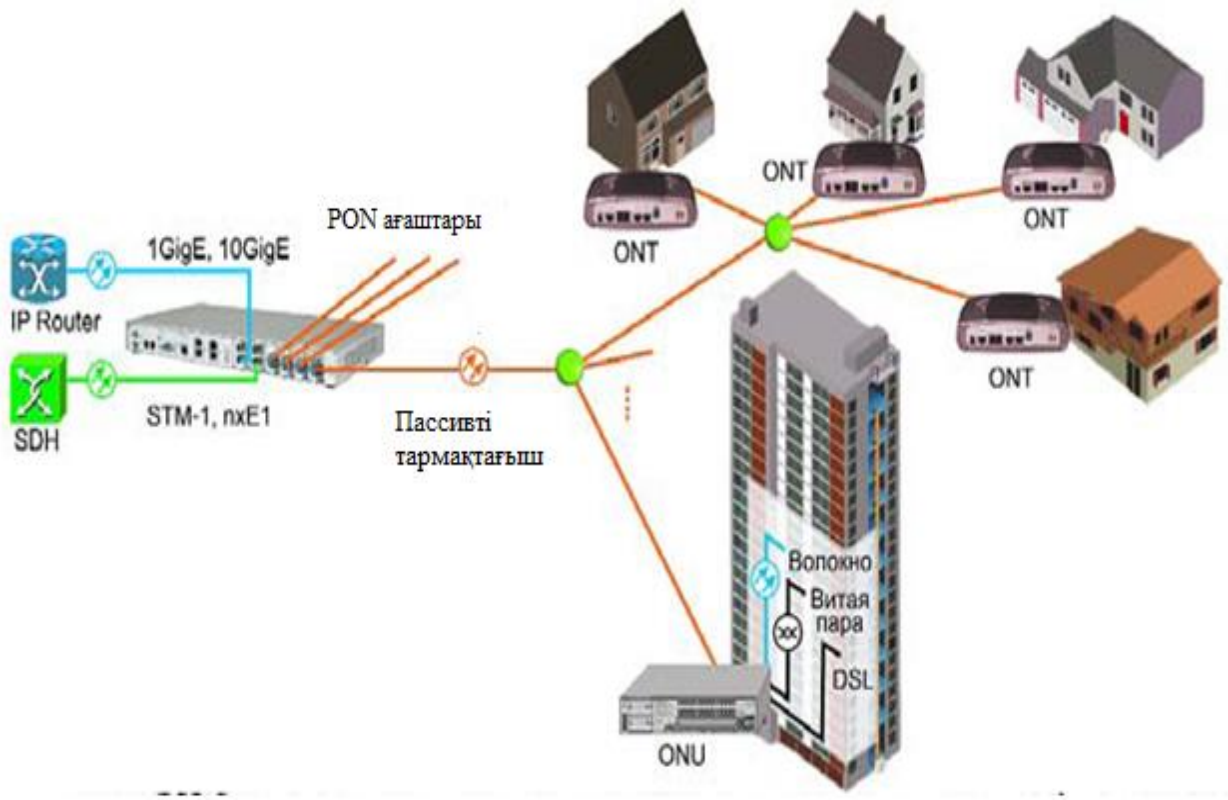
Резервтеу жүйелері бар үлкен тармақтағыш желілерін құрастыратын ірі операторлар үшін GPON технологиясы ең қолайлы болады. Жіберу

жылдамдығы - 1244 Мбит/с және 2488 Мбит/с (ассимтериялы режим) және 1244 Мбит/с (симметриялы режим).

Негізі ретінде SDH базалық протоколы қабылданған болатын (нақтырақ айтса GFP протоколы). 32 (немесе 64) абоненттерді 20 км (60 км дейін ұлғайуға мүмкіндігі бар) қашықтықта қосу мүмкіндігіне ие. GPON ATM трафигімен қоса, IP, дауыс пен видео (GEM кадрларына инкапсуляция - GPON Encapsulated Method), және де SDH-ты қолдайды. Желі кадрдың тұрақты ұзақтығымен синхронды режимде жұмыс жасайды. Скремблирование қосылған NRZ желілік коды эффективті өткізу жолағын қамтамасыз етеді.

Тура және кері арнаны жіберу үшін, өткізу жолағы абоненттер арасында динамикалық түрде үлестірілетін, бір оптикалық талшық қолданылады, ал қорда сақтау кезінде екі талшық қолданылады. Орталық түйіннен абоненттерге видео үшін бәсеңдейтін ағын (downstream) 1490 нм және 1550 нм толқын ұзындығында барады. Өрлейтін ағын (upstream) абоненттерден, TDMA протоколын қолданып, 1310 нм толқын ұзындығында барады.

GPON құрастыру үшін «нүкте-көпнүкте» топологиясы қолданылады және тораптың өзі ағаш тәрізді құрылымғы ие болады. Әр талшықты оптикалық сегмент («нүкте-нүкте» топологиясынан ерекшелігі) ортылық түйіндегі бір қабылдап-жіберушіге қосылады, бұл әдіс жабдық бағасын үнемдейді. GPON торабында бір талшықты-оптикалық сегмент 60 км радиус алқабында 128 абоненттік түйінді қамти алады. PON торабы - бір талшыққа көп абоненттер қосылатын абоненттік траффикті шоғырлау үшін пассивті оптикалық тармақтағыштарды (сплиттерлер) және оптикалық толқынды мультиплексорларды қолданатын пассивті оптикалық торап. PON жүйесі оператор түйіндегі оптикалық порттар санын айтарлықтай қысқартады және төмен жилалы оптикалық кабельдер жүйесін қолданады. PON технологиясы сапалы мультисервисті абоненттік қосылуға мүмкіндік береді (Triple Play мен Quadro Play2).



1.4 - сурет. PON желісінің сұлбасы.

Дүние жүзінде PON тораптарының әр түрлі стандарттары жасалған:
- EPON, ол да GEPON, ол да Ethernet PON;
- BPON - ATM кеңжолақты (Broadband)PON;
- GPON - GFP протоколы негізіндегі мультигигабитті PON.

1.2 - к е с т е . PON стандарттарының негізгі мінездемелері.

Мінездеме	BPON	EPON (GEPON)	GPON
Жіберу жылдамдығы, тура/кері ағын, Мбит/с	622/155 622/622	1000/1000	1244/1244 2488/1244 2488/2488
Базалық протокол	ATM	Ethernet	SDH(GFP)
Желілік код	NRZ	8B10B	NRZ
Мінездеме	BPON	EPON (GEPON)	GPON
Максимал абоненттер саны	32	32(64)	32(64)
тораптың максимал радиусы, км	20	10(20)	20
Толқын ұзындығы, тура/кері ағын (видео), нм	1490/1310 (1550)	1490/1310 (1550)	1490/1310 (1550)

ATM платформасында тұрғызылған, жылдамдығы төмен, сондықтан келешекте қолданысы төмен;

GPON-ға қарағанда, GEPON-да TDM-ны қолдау, синхронизациялау мен қорғалған ауыстырып қосу сияқты арнайы функциялары жоқ, бұл ерекшелігі осы технологияны экономикалық жағынан ең тиімді қылады. Осы технологияның келешекте ары қарай дамуы болжалуда - 10 GEPON (10 Gb Ethernet аналогы бойынша).

Жүйелерінің жақсы жетілдірілуі мен болашақта үлкен жылдамдықтарға қол жеткізу мүмкіндіктері бойынша бүгінгі күнде GPON технологиясы ең қолайлы болып табылады.

EPON-ға қарағанда, GPON құрылғысы видео мен дауысты сапалы жеткізеді және бәсеңдейтін ағын жолағы үш есе артық болып келеді, бір талшыққа абоненттер шоғырлануын 64-ке дейін көтеруге болады. Алайда өндіру көлемі төмен болғандықтан GPON құрылғыларының бағасы жоғары болып келеді. Американдық және азиялық рыноктары үшін, құрылғылар құрастырғандағы негізгі тенденция, ол - бір орталық түйінге (OLT) абоненттердің тығыздығын арттыру болып келеді. Көп OLT модульдік архитектураға ие, толық жүктелгенде 1 мың абоненттік құрылғылардың (ONT, ONU3) қосылуын қамтамасыз етеді. Кейбір өндірушілер 3 мың ONT/ONU-ға арналған OLT ұсынуда. Транспорттық торапқа (uplink) қосылу үшін 1 GigE и 10 GigE интерфейстері қолданылады. Абоненттерге телефон арналарын қамтамасыз ету үшін өндірушілер OLT мен телефон желілерінің концентраторларын комбинациялайды, бұл транспорттық телефон торабын (SDH) V5.2 протоколы арқылы E1 арналары бойынша OLT-ны қосуға мүмкіндік береді. Көптеген OLT-да 1550 нм толқын ұзындығында кабельдік ТВ аналогтық сигналын енгізу үшін толқындық сүзгі орнату мүмкіндігі бар. Практика жүзінде OLT-ның барлықтарында КТВ үшін оптикалық күшейткіштер бөлек құрылғы түрінде орындалған. Кейбір өндірушілерді OLT құрамына 2/3 деңгейлі коммутаторлар кіреді.

ONT абоненттік құрылғылары порттардың әр түрлі комбинацияларымен шығарылады. Әдетте бұл 2-4 Ethernet порты, екі телефон порты (FXS), КТВ аналогты коаксиальді порты. Бөлме ішінде орнатылатын ONT және үйдің қабырғасына сыртта орнатылатын ONT шығарылады. Сыртта орнатылатын ONT құрылысының бір қасиеті - оператор оларға абоненттің қажетінсіз қызмет көрсете алады. Қосалқы қоректендіру батареясы бөлменің ішінде орналасып, абоненттің өзімен күтіледі (ауыстыру 3-5 жылда бір рет).

ONU терминалдық құрылғылары айналмалы жұбымен (Ethernet 100 BaseTX), телефон сымдарымен (DSL), оптикалық талшықтармен 12-24 абоненттерді қосуға мүмкіндік береді және модульді құрылымға ие. Үйдің ішіндегі өткізілетін сымның түрі оператордың сол телефондық өткізілімге рұқсаты болуы, не болмауымен анықталады (егер бар болса DSL қолдануға болады), және де абоненттер мен ONU арасындағы ара қашықтықпен анықталады (егер 100 м кем болса мысты қолданады, артық болса оптиканы қолданады). ONU-дың кейбір модификациялары бөлме сыртында орнатуға

арналған. Ықшамды кем тығыгыздықты OLT құрылғылары ONT/ONU-дың 64, 128, 256 абоненттік құрылғыларын қосуға есептелінген. Бұл OLT құрылғылары біздің еліміздің нарығына элитті тұрғын үйлер мен коттедждерді қосудың жобаларында абоненттердің тығыздығы төмен болуы себебінен қызықты болуы мүмкін.

PON тораптары видеоға бағытталған жаңа ұсыныстар спектрін дамытуда. Triple Video - видео ақпарат (видеоконтент сайттары, интернет арқылы қашықтықты видеобақылау, видео тауарларын ұсынатын интернет дүкендер, видео оқулықтар, видеомедецина), видеотелефония мен интерактивті сандық ТВ. Сонымен қатар телекөрсетілімді тікелей эфирдегі көрсетілімге (жаңалықтар, ток-шоу, спорттық бағдарламалар) және ыңғайлы уақытта қалауыңыз бойынша көруге болатын бағдарламаларға бөліне алады. Интерактивтілік абонентке оны қызықтыратын видео бағдарламаларға тапсырыс беруге, қосымша төлем арқылы жарнамадан бас тартуға және т.б. қызметтерге қосылуға мүмкіндік береді. GPON технологиясы телекойылымдардың кең таратудан (multicast), әр абонентке HDTV сапасы бар персоналды (unicast, Video on Demand) таратуға дейін дамуына септігін тигізеді. HDTV сапасындағы видеоарна 20 Мбит/с дейін орын алады, яғни PON сегментінде 64 абонент үшін 1,2 Гбит/с, бұл GPON бәсеңдейтін арнасының енінен екі есе кем (2,5 Гбит/с).

Біздің ойымыз бойынша ең перспективті технология GPON болып табылады. Алайда казір GPON құрылғылары кең көлемде шығарылмайды, сол себепті олардың бағасы да қымбат болып келеді. Жақын арада, технологияның Америка континентінде масштабты енгізілуіне байланысты, қазіргі деңгеймен салыстырғанда GPON құрылғыларының бағасы арзандауы тиіс. Коттедждік нарық сегменті - бұл таңдаулы коттедждік тұрғын үйлер мен "қолайлы баспана" бағдарламасының үйлері. Таңдаулы коттедждік тұрғын үйлер 300 үйге дейін қамтиды. Олар үшін, оператор рұқсат түйінін бір мезетте бірнеше ауылға жасаған кездерден басқа, төмен тығыздықты OLT жабдығын пайдалану тиімді болады. Он мыңдаған үйлерді қамтитын "қолайлы баспана" бағдарламасының ауылдары - GPON құрылғылары үшін нарық аумағы болып табылады.

PON технологиясының негізгі сегменті - бизнеске арналған оптоталшықтар. Бір талшыққа ондаған абоненттерді қосу мүмкіндігі, жаңа абоненттер қосылуының белгісіз болуы жағдайында, операторға кабельдік жүйеде үнемдеуге мүмкіндік береді. Бұл нарық үшін ең тиімді шешім симметриялы BPON (622/622 Мбит/с) болып табылады. Практика көрсеткендей, 622 Мбит/с өткізу жолағын шектеу айтарлықтай үлкен емес. BPON стандартында жасалған, ATM протоколы, бизнеске қажетті E1 ағынын сапалы түрде жібереді және Ethernet байланысы үшін өткізу жолағына кепілдік береді. OLT кез келген транспортты торапқа қосылуды қамтамасыз етеді - SDH, ATM, Gigabit Ethernet, типті GPON мен EPON технологияларымен салыстырғанда, бизнес сегменті үшін экономикалық тұрғыда тиімді болатын қасиеті - абоненттердің тығыздығы төмен болып келеді.

GPON мен EPON технологиялары халықты масштабты қосу үшін

бағдарлануы себебінен, нарықтың биснес-сегментінде BPON-ға бәсекелестік тудыра алуы екі талай. Кең және қарқынды түрде дамып келе жатқан нарық сегменті - көп пәтерлі үйлерді қамтитын оптикалық тораптар. Келешекте, кішігірім қалалардың өзінде, көп пәтерлі үйлердің әр қайсысы оптикалық талшық арқылы оператор торабына қосылысын табады. FTTB тораптарының салыну процесінің себептері - гигабитті оптикалық аплинктары бар Metro Ethrnet құрылғылары мен ауа кабельді жүйелері бағасының айтарлықтай төмендеуі, халықтың кең жолақты өткізу жолағына сұранысының артуы болып табылады. Қазіргі кезде FTTB тораптарының басым көпшілігінде Metro Ethrnet құрылғылары орнатылады. Торап, әдетте, ондаған үйлерді қамтитын сегменттері бар, сақиналы топологияға ие. Қазіргі тораптардың көп бөлігі, бастапқы инвистицияны азайту үшін, осы сұлба бойынша құрастырылған. Практика жүзінінде осындай тораптарды қолданудың біршама кемшіліктері анықталды. Кемшіліктері - қосылу алшақтығы шектеулі (100 м дейін) және үй шатыры мен жертөлелерде активті құрылғы орнату қажеттілігі. Үй түйіндерінде орнатылған құрылғылар істен шығады, вандалдық және ұрлық әрекеттеріне ұшырайды. PON технологиясы еркін және оптикалық торапдарды үйдің пәтеріне (FTTC) және бөлме ішіне (FTTH) дейін өткізуге мүмкіндік береді. Metro Ethernet технологиясымен салыстырғанда PON біршама қымбат сияқты болып көрінеді, алайда орта мерзімді периодта (3-5 жыл) операциондық шығындардың есебімен PON айтарлықтай тиімді болады. FTTC/FTTH сегментте ең экономикалы тиімдісі EPON, келешекте даму табатыны - GPON болып табылады. Пәтерге дейін талшықты тарту технологиясы дамуымен (микротүтікшелі кабельдер, талшықты пневмотөсеу әдісі) пәтер ішінде оптиканы тарту, айналма жұп монтажына қарағанда, әлдеқайда экономды болады, бұл әдіс үйлер арасындағы кабель тартумен іске асырылған. Қорытындылай келе оптикалық кабельдік жүйелер жайлы қысқаша мәлімдеме. Ауада өткізу үшін арналған мономодульді оптикалық кабельдердің өлшемі 5x10 мм кем болады, жильность 48 талшықты құрайды. Бекітілген жерлерінің аралығы 250 м құрауы мүмкін. Микротүтікшелі кәріз - бұл оптикалық талшықтарды үрлеу үшін 5 немесе 3 мм түтіктерден тұратын кабельдер. Түтіктер ғимарат ішінде пәтерге дейін немесе коттеджге дейін бағытталады. Артынан түтік арқылы қалыңдығы 1 мм, 1-12 талшықтан тұратын оптикалық талшықтар түйіндері үрленеді. 19-24 түтіктен тұратын микротүтікшелі кабель көппәтерлі үйде тіреуше бойымен немесе коттеджі тұрақта, құдықзыз отвод жасалған үйлерге көше бойында топырақ астымен төселуі мүмкін. Оптикалық микрокабельді технологиялар басқа сымды технологияларынан (айналма жұп, коаксиальді кабель) экономикалық, пайдалылық және тұрғызу жылдамдығы жағынан біршама асып түсуді. Оптикалық кабельдік инфрақұрылымды құрастыру операторларға компаниясының бағасы мен инвестициялық қызықтылығын арттыруға мүмкіндіктер береді. Бүгінде операторлар арзан Metro Ethernet-ке бағыт ұстап отырғанына қарамастан, американдық GPON мен азиаттық EPON бағаларының төмендеуімен қиылысқан осындай тораптарды қолдану тәжірибесі олардың қызығуын сөзсіз PON технологиясы жағына

бұрады.

1.3 - к е с т е . PON технологиясының салыстырмалы анализі

Сипаттама	APON(BPON)	EPON	GPON
Стандарттау институттары/альянстар	ITU-T G15/FSAN	IEEE/EFMA	ITU-T 15/FSAN
Стандартты қабылдау уақыты	Қазан 1998	Шілде 2004	Қазан 2003
Стандарт	ITU-T G.981.x	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984.x
Беру жылдамдығы, тура ағын, Мбит/с	155/155 622/155 622/622	1000/1000	1244/155,622,1244 2488/622, 1244,2488
Базалық протокол	ATM	Ethernet	SDH
Сипаттама	APON(BPON)	EPON	GPON
Код	NRZ	8B/10Q	NRZ
Желінің максималды радиусы, км	20	20 (>30[1])	20
Бір талшыққа абонент саны	32	16	64 (128[2])
Қосымша	кез келген	IP, ақпарат	кез келген
Қатені түзеу	қарастырылған	жоқ	қажет
Толқын ұзындығы, нм	1550/1310 (1480/1310)	1550/1310	1550/1310 (1480/1310)
Жолақтарды динамикалық тарату	бар	қолдайды	бар
IP-фрагментациялау	бар	жоқ	бар
Ақпарат қорғау	ашық кілттермен шифрлеу	жоқ	ашық кілттермен шифрлеу
Резервтеу	бар	жоқ	бар
Дауыс қосымшаларының қолдауын бағалау және QoS	жоғары	төмен	жоғары

1.5 Қатынау желісінің топологиялары

"Пассивті" технология.

PON жүйелерінің негізгі элементі болып пассивті сплиттер болып табылады. Бұл кіріс жарық ағынын бірнеше талшыққа үлестіретін, кішкене және қарапайым құрылғы.

Сплиттерлерді пассивті құрылғылар деп бағалайды, өйткені олардың құрамында кіріс сигналдың анализін және қайта бағыттауды жүзеге асыратын электроника болмайд. Бұл құрылғыларда оптикалық таратқыштар қолданылмайды және электр қоректендіру қажет етілмейді.

Сәйкесінше шығыстарында сигнал қуаты әлсіз болады, сондықтан өндірушілер шығыс жолдары мен байланыстың қашықтығы санын анықтаған кезде қуат бюджетін көңілге алуы тиіс. Қазір бұл шектер 32 жолдар мен 20 км болып орнатылған. Сонымен қатар абонентті қосқан кезде коммутатордың қажеті жоқ. PON қатынау жүйесінде абоненттік құрылғы ONU (Optical Network Unit) деп аталады, абоненттік терминалдың тағы бір аталуы - ONT (Optical Network Terminal).

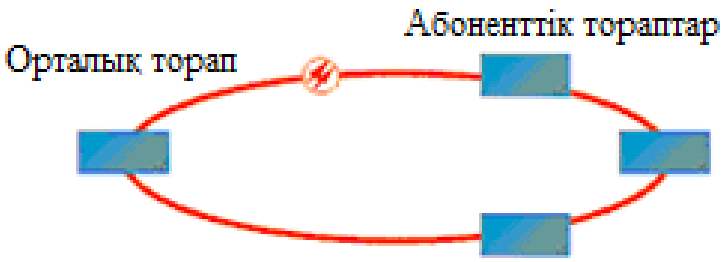
Қатынау түйінінде Optical Line Terminal (OLT) орнатылады. Бұл құрылғы ONU-мен ақпарат алмасуды жүзеге асырады. OLT мен ONU-да, кіріс және шығыс ағындарын бөлетін, WDM мультиплексорлары жұмысын атқарады.

Қатынау торабынан барлық терминалдарға кең таратқыш кіріс ағыны келіп түседі. Әр ONU жалпы ағыннан сәкес абонентке жіберілген ақпаратты бөліп алады. Шығыс ағын уақытша мультиплексорлау арқылы көптік қатынау принципі бойынша құрастырылады. Қатынау торабы бағытында жіберу жасалатын кезде, әрбір ONU үшін өзіндік уақыттық интервал белгіленеді (уақыттық слот). Бұл күрделі және қымбат құрылғылар болып табылады, өйткені оларда кіріс пен шығыс ағындарын өңдеудің әр түрлі приципті қолданылады. IEEE бағасы бойынша, құрылғыларды сатып алуға кететін шығынның 70-80 % абоненттік құрылғыларға тиесілі. Бірақ, басқа технологияларда құралған қатынаудың шешімдерімен салыстырғанда, PON технологиясы инфрақұрылым үшін әлдеқайда аз мөлшерде шығынданады. Әдетте қатынау торабы тармақтағышпен тек бір талшық арқылы байланысады.

Оптикалық қатынау желілерін құрастырудың негізгі төрт топологиясы бар: "сақина", "нүкте-нүкте", "активті тораптары бар ағаш", "пассивті тораптары бар ағаш".

"Сақина" топологиясы.

SDH негізіндегі сақиналы топология қалалық телекоммуникациялық желілерінде жақсы қолданылады. Алайда қатынау желілерінде кемшіліктері бар. Егер қалалық магистральді құрастыру кезінде тораптар орналасуы жоба деңгейінде жоспарланса, қатынау желілерінде абоненттік торатардың қай жерде, қашан және қанша орнатылуы алдын-ала белгісіз болады.

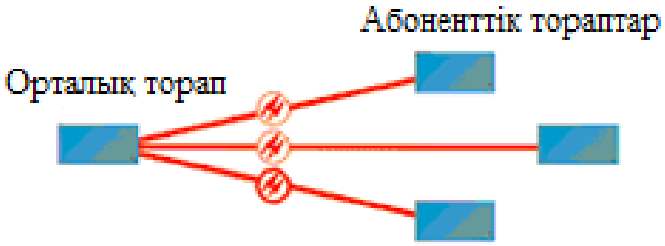


1.5 - сурет. Сақиналы топология

Тұтынушыларды кездейсоқ территориялық және уақыттық қосу кезінде сақиналы топология қатты сынған, көп тармақтары бар сақинаға айналуы мүмкін, жаңа абоненттерді қосу сақинаны үзіп, қосымша сегменттерді қою арқылы жүзеге асады. Практикада желінің беріктілігін айтарлықтай төмендететін, көбінесе сынған - "қысылған" сақинаға (collapsed rings) ұқсайтын сақиналардың пайда болуына әкелетін осындай петлялар жиі бір кабельде қиыстырылады. Шындығында сақиналық топологияның басты артықшылығы минимумға түседі.

"Нүкте-нүкте" (P2P) топологиясы.

Қолданылып жатқан желілік технологияға P2P топологиясы шектеу қоймайды. P2P кез келген желілік стандарт үшін де, мысалы, оптикалық модемді қолданылатын, стандартты емес шешімдер үшін де жүзеге асырылуы мүмкін.

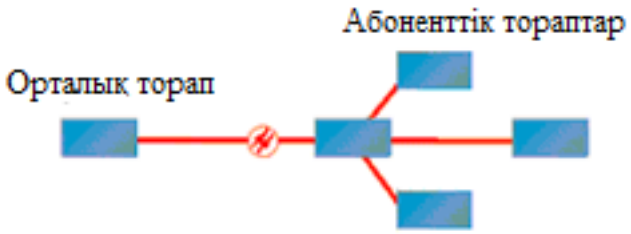


1.6 - сурет. P2P топологиясы

Қауіпсіздік пен жіберілетін ақпараттың қорғалуы жағынан P2P байланысы кезінде абоненттік тораптардың максимал қорғалуы қамтамасыз етіледі. Отикалық кабельді абонентке дейін индивидуал түрде өткізу қажет болу себебінен, бұл әдіс айрықша қымбат және негізінен ірі абоненттерге қызықты болады.

Активті тораптары бар ағаш топологиясы.

Активті тораптары бар ағаш - талшықты қолдану жағынан бұл экономды шешім болып табылады.



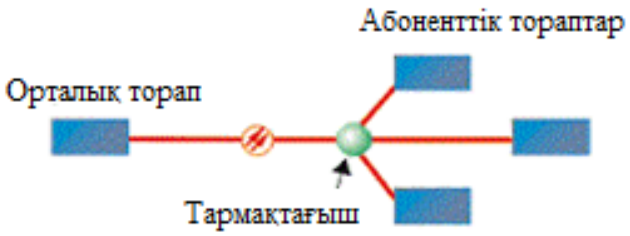
1.7 - сурет. Активті тораптары бар ағаш

Бұл шешім Ethernet стандартының шектеріне орталық түйіннен абоненттерге 1000/100/10 Мбит/с (1000Base-LX, 100Base-FX, 10Base-FL) жылдамдық иерархиясымен жақсы сай келеді. Алайда ағаштың әр торабында активті құрылғы болуы тиіс (IP желілеріне, коммутатор немесе маршрутизаторларға сәйкес). Берілген топологияны көп қолданатын Ethernet оптикалық желілері салыстырмалы түрде қымбат емес. Негізгі кемшілікке аралық тораптарда, қоректендіруді индивидуалды түрде қажет ететін, активті құрылғылардың болуы жатады.

Ағаштың аралық түйіндерінде, қоректендіру мен қызмет көрсетуді қажет етпейтін, шағын, толық пассивті оптикалық тармақтағыштар (сплиттерлер) орнатылады. Орталық түйіннен тармақтығышқа дейін тек бір талшық қолданылатындықтан, оптикалық талшықтардың суммалық ұзындығы қысқартылады, сол себепті кабельді инфрақұрылымда PON технологиясы айтарлықтай үнемдеуге көмектеседі. Екінші үнемдеу көзіне, орталық түйінде оптикалық таратқыштар мен қабылдағыштардың санын қысқартуына, аз көңіл аударады. Алайда екінші факторды үнемдеу кейбір жағдайларда айтарлықтай қажетті болады. Орталық түйінге тікелей жақын орналасқан орталық офисте орнатылған тармақтағышы бар PON конфигурациясы, нүкте-нүкте торабына қарағанда, үнемдірек болып келеді. Бұдан ары, егер эксплуатацияға кететін шығымен қоса абоненттерге дейінгі арақашықтық үлкен болмаса (Жапониядағыдай), тармақтағышы абоненттік түйіндерге жақын орналасқан PON-ға қарағанда, тармақтағыш орталық офисте орнатылған PON әлдеқайда үнемді, экономикалық тұрғыдан тиімді болады.

"Пассивті тораптары бар ағаш" архитектурасының артықшылықтары:

1. Құрылым талшықтар саны бойынша оптимальді;
2. Оптикалық қабылдап-жіберушілердің саны бойынша оптимальді шешілген;
3. Жаңа абоненттердің қосылуы жеңіл және оларға қызмет көрсету ыңғайлы;
4. Аралық активті тораптары болмайды;
5. Желі жұмыс істеуінің күрделілігі орташа.



1.8 - сурет. Пассивті оптикалық тармақтағышы бар ағаш

Барлық технологиялардың анализін жүргізіп, GPON технологиясы ең оптималды болатындығы жайлы шешім жасауға болады. Өйткені ол елді мекендерде оптикалық желілерді құрудың барлық маңызды критерилеріне сай келеді. Олар:

1. Оптикалық кабельдің аз шығындалуы - абоненттердің тығыздығы төмен болу себебінен.
2. Электр қоректендіру көздерінің саны аз (автономды түрде жұмыс жасау мүмкіндігі бар) - елді мекендерде электр қоректенуінің үзілістері болуы себебінен.
3. Масштабталуы - берілген территорияда абоненттер санының өзгеруілері болу себебінен.

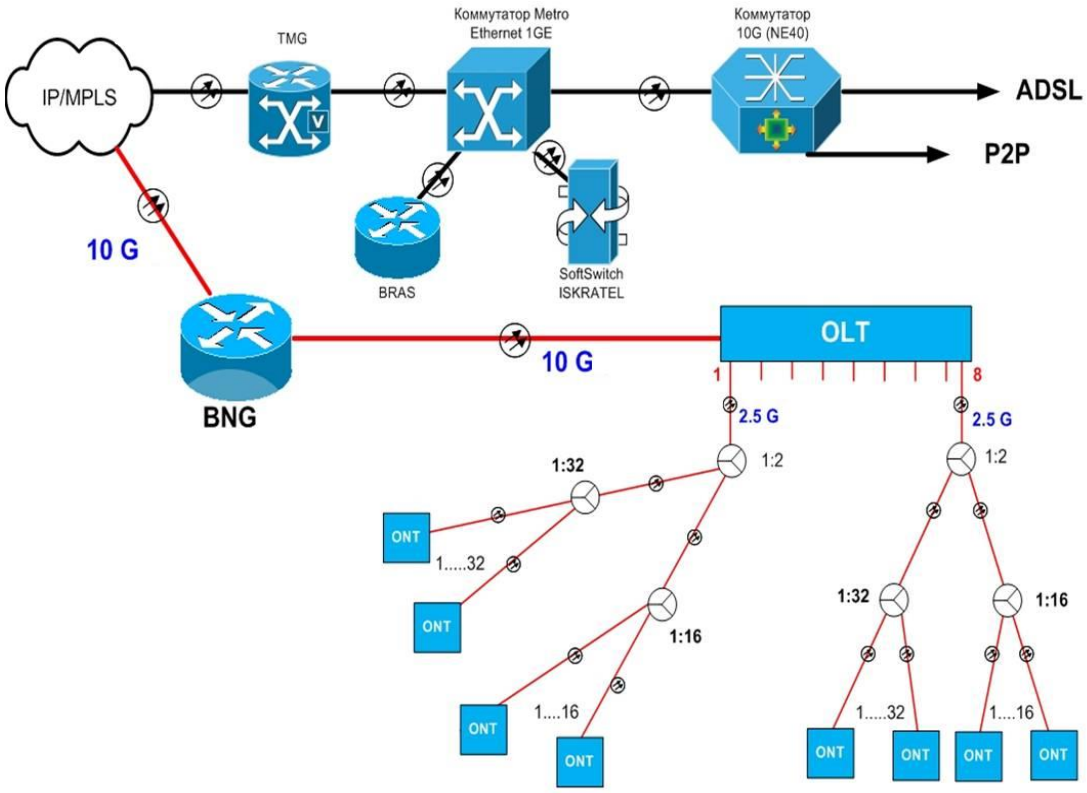
1.6 GPON пассивті оптикалық желісінің құрылымы

GPON (Gigabit passive optical network, гигабиттік пассивті оптикалық торабы) - пассивті оптикалық желісі технологиясы. GPON үлестіргіш қатынау желісі, тораптарында пассивті оптикалық тармақтаушылары бар, ағаш тәрізді талшықты-кабельді архитектурасына негізделіп, ақпаратты кеңжолақты таратудың тиімді әдісін ұсынады. Сонымен қатар GPON архитектурасы, абоненттердің қазіргі және келешектегі талаптарына сай, желі түйіндері мен өткізу қабілеттілігін ұлғайтудың тиімді әдістеріне ие болып келеді.

GPON пассивті оптикалық торабы құрылымы үш негізгі бөліктен тұрады:

- Станциялық аумаққа OLT жабдығы мен жоғары тығыздалған оптикалық кросс қосылған;
- Желілік аумаққа, станциялық пен абоненттік аумақ аралығында орналасқан (ODF пен оптикалық үлестіру қорабы арасындағы аумақ), талшықты-оптикалық кабельдер, муфталар, шкафтар, үлестіру қораптары, сплиттерлер, коннекторлар және қосуыштар жиынтығы қосылған;

Абоненттік аумақ, ортақ үлестіргіш құрылғылары элементтерінен, оптикалық розетка мен пәтердегі ONT активті құрылғысына дейін тартылғын, бірталшықты талшықты-оптикалық кабель арқылы, персоналды абоненттік тартылым.



1.9 - сурет. Көкшетау қаласының GPON пассивті оптикалық торабының құрылымы

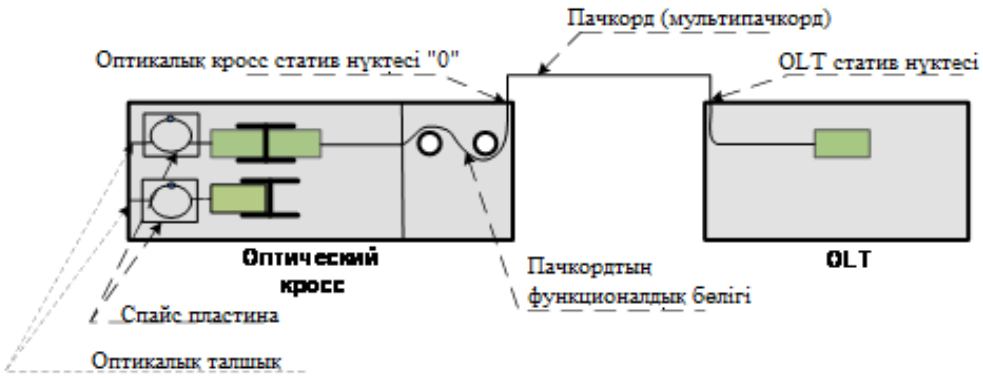
GPON технологиясының негізгі артықшылықтары.

- Талшықтарды үнемдеу. Бір талшыққа 128 абонентке дейін қосу, желі ұзындығы 60 км дейін жетеді;
- Оптикалық талшықтың өткізу жолағын тиімді пайдалануы;
- Жылдамдығы бәсеңдейтін ағында 2,488 Гбит/с және өрлейтін ағында 1,244 Гбит/с дейін жетеді;
- Сенімділік. Ағаштың аралық түйіндерінде, қызмет көрсетуді талап етпейтін, тек пассивті оптикалық тармақтаушылар орналасады.
- Ауқымдылығы. Тораптың ағаш тәрізді құрылымы жаңа абоненттерді ең тиімді әдіспен қосуға мүмкіндік береді.
- Абоненттерді резервтеу мүмкіншілігі.

OLT - GPON торабының активті станциялық құрылғысы CO орталық тораптық түйінінде немесе GPON торабының қамту аймағын қамтитын АТС бөлмесінде орнатылады.

Дауыс, ТВ және интернет торабына рұқсат беру қызметін көрсету үшін (Triple Play қызметі) OLT құрылғысы абоненттердің соңғы құрылғысын ақпаратты тарату торабымен байланыстырады.

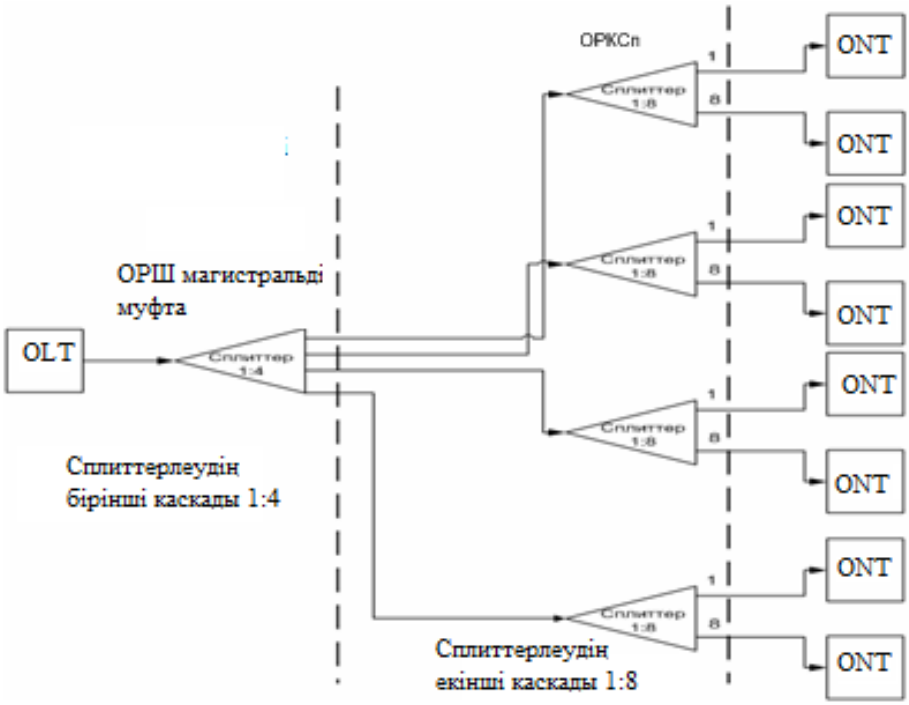
OLT құрлғысының желілік порттары ODF жоғары тығыздалған оптикалық кроссқа пачкорд немесе мультипачкордтар арқылы қосылады.



1.10 - сурет. Оптикалық кросстың OLT-ға қосылу сұлбасы

Желілік аумақ жалпы GPON топологиясын анықтайды. GPON торабында тораптық түйіннен оптикалық үлестіру шкафына немесе сплиттерленген оптикалық муфтаға дейін талшықтардың магистральді үлестіру жасалынады.

АО «Қазақтелеком» GPON торабын ұйымдастыру үшін, тармақталу коэффициенті суммасы 1:32 болатын, сплиттерлерді екі каскадты қосу сұлбасын пайдаланады. Бірінші каскадта 1:4 коэффициентті сплиттерлер қосылады. Бірінші каскад сплиттерлері оптикалық үлестіргіш шкафына орнатылады. 1:8 коэффициентті сплиттерлер екінші каскадта қосылады. Екінші каскад сплиттерлері сплиттерлік оптикалық үлестіргіш қорабында орнатылады. Нәтижелік тармақ коэффициенті 1:32 құрайды.



1.11 - сурет. 1 кезеңде сплиттерлердің тармақталу коэффициенті 1:4 және 1:8 болатын сұлбасы

Абоненттік аумақ немесе абоненттік тартылым – қабатты ОРКСп-дан абонент пәтеріне дейінгі, ONT-дан абонент пәтердінде орнатылған терминалға дейін UTP кабель арқылы пәтер ішіндегі тартылым мен оптикалық розетканы қоса, GPON торабының аумағы.

Сплиттерлік оптикалық үлестіргіш қораптан абоненттік оптикалық розеткаға дейін, G-657 түрлі күшейтілген буфері бар, сыйымдылығы 1 талшық болатын, аса иілгіш талшықты оптикалы кабель қолданылады.

Абоненттік аумаққа абонент жағында орнатылғын активті құрылғы (ONT) кіреді.

1.6.1 GPON базалық спецификалары мен ерекшеліктері.

G.984.1 - бұл GPON жүйелерінің архитектурасы, негізгі эксплуатациялық сипаттамалары және өнімділігіне қойылатын талаптар сипатталған құжат. GPON-да кіріс ағынның (қатынау торабынан абонентке) өткізгіш қабілеттілігі 1,244 Гбит/с және 2,488 Гбит/с, шығыс ағынның - 255 Мбит/с, 622 Мбит/с және 1,244 Гбит/с. Осылайша абонент пен желі арасында трафик алмасу жылдамдығының алты комбинациясы жасалуы мүмкін.

Бұл архитектурада BPON жүйелерін құрастыруда қолданылатын негізгі сұлбасы сақталған. Онда дәл сондай талшықты-оптикалық жүйені құрастыру амалдары, негізінен WDM/TDMA үйлесуі қолданылады.

BPON абонентке G.652 стандартының жалғыз ғана бірмодалы талшығы тартылады. Формальді түрде PON максимал жіберу жылдамдығы 20 км. Алайда G.984 ұсынысында кіші арақашықтық қосылған - 10 км. Бұл гигабиттік жіберу жылдамдықтарында, дисперсиялық кемшіліктеріне қарамастан, Фебри-Перо арзан лазерлерін қолдануға мүмкіндік береді.

G.984.1 стандартына сәйкес бөлек жағдайларда, ақпаратты алыс қашықтықтарға (60 км) жіберуді жүзеге асырып және тармақталудың жоғары дәрежесін (ONT-ның 128 абоненттік тораптары) қамтамасыз етуге болады, бұл BPON жүйелерінің мүмкіндіктерінің шегінен шығады.

GPON-да негізгі мәліметтер форматтары мен желінің қолданбалы интерфейстерінің үлкен саны қолдаумен қамтамасыз етіледі. ТфОП дауыс сервистерінің жеткізілуі, T1/E1 мен DS3стандарттарын қолданатын, бөлінген TDM жолдарының қызметі, сонымен қатар 10 Мбит/с, 100 Мбит/с және 1000 Мбит/с жылдамжықтарымен Ethernet кадырларының жіберілуі қамтамасыз етіледі. ATM мультимедиялық сервистері OC-x/STM-n-ның барлық мүмкін жылдамдықтарында ұсынылады.

Қызмет көрсету сапасына ерекше көңіл бөлінеді. Мысалы, ұсынысқа сәйкес, TDM қызметтері үшін екі ретті өту кезіндегі кешігулер 3 мс аспайды. Бұл көрсеткіш қатынау жүйесіндегі кешігулердің байланыс жолының жұмысына минимал әсерін тигізетіндігін көрсетеді.

Сонымен қатар, VoIP қызметін көрсету мен цифрлық видеоны жеткізу GPON желілерінде мәлімет жіберу үшін қызмет көрсету класстарын нақты жіктеуді және трафикті басқаруды талап етеді. G.984.1 ұсынысына жаңа пайдалы ерекшеліктер енгізілген. Бұл қорғалған ауыстырылу, қызметтерді үйлестіру және мәліметтер қауіпсіздігі. Қорғалған ауыстырылу, BPON-мен

үйлесімді тәсілмен жүзеге асады, бірақ стандартқа бірнеше қосымша резервті конфигурациялар енгізілген: толық резервтеумен қорғау 1+1 (С классты қорғау), бөлшектеп резервтеумен қорғау 1:1 (В классты қорғау). Қызметтерді үйлестіру түрі GPON жүйесі, G.983.3 сияқты, кеңейтілген өткізу жолағын қолданбауды қалайды, осылайша WDM-үйлесуін қосуға рұқсат береді. Мәліметтер қауіпсіздігінің талаптары бойынша шығыс ағын ақпараттары қорғалған болып, ONT-ны танып білу үшін арналған құралдар болуы тиіс.

GPON құндылықтары:

- GPON-ға кез-келген клиентті қосу үшін GEM "гигабиттік инкапсуляция режимін" қолдану;
- ақпарат жіберудің симметриялы және асиммтетриялы жылдамдықтарын қолдау (кіріс және шығыс ағындарында);
- бір толқын ұзындығына 256 логикалық ONT-ны қолдау;
- кіріс ағынындағы маркерлер (бағыттауыш) көмегімен шығыс ағынында өткізу жолағын үлестіру механизмі;
- ONT-да қорғаныс биттерінің реконфигурацияланатын саны;
- ONT-ны автоматты және периодтық анықтаудың жаңа тәсілі;
- әр ONT-байланысты AES алгоритмі көмегімен қорғау;
- абоненттік тораптардан (ONT) орталық (OLT) тораптарына жіберілетін әр түрлі қалыптар мен есептемелердің саны көп болады;
- OAM бөлініп алынған арналары;
- қызметтердің деңгейі жайындағы келісімдерді қадағалау (SLA -Service Level Agreement), әр арнада өткізу жолағын үлестіру.
- Видеосигналды үйлестіру.

GPON желілерінде, аналогты және санды (QAM модуляция) түрде видеоны трансляциялау үшін қолданылатын, қосымша 1550-нм арнасы қарастырылған.

1.6.2 GPON желілерін баптау принциптері.

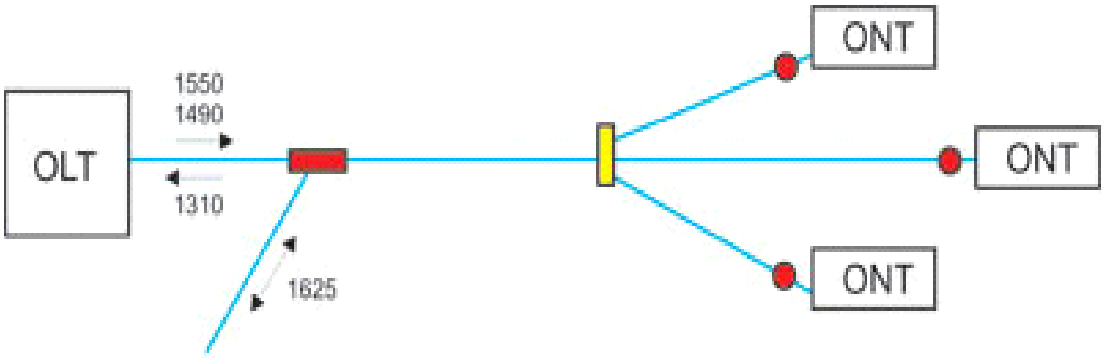
GPON желілерін тестілеу кезінде операторда әдетте екі негізгі сұрақ туындайды:

Егер жолдың нақты өшуі болжамдалған деңгейден жоғары болған жағдайда (есептік немесе оптикалық), сол аймақтың орналасқан жерін анықтау.

Бірінші сұраққа жауап беру үшін оптикалық тестер арқылы қарапайым өлшеулер жүргізу қажет. Екінші сұрақ оптикалық рефлектометрдің (OTDR) қолданылуын және рефлектограммаларды оқудың тәжірибесін қажет етеді.

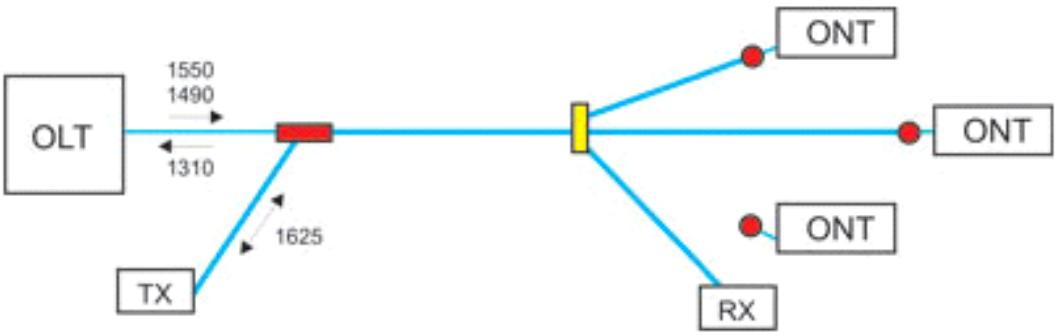
Жұмыс жасап тұрған GPON желісінде барлық қажетті өлшеулер абоненттерді өшірусіз өткені дұрыс болады (тесттен өтетін құрылғылардан басқалары). Бұл тестілеу, өлшеуіш аппаратуралардың сәулелері пайдалы сигналға кедергі келтірмеуі үшін, қосымша құрылғыларды қолданып (WDM толқындық мультиплексорлары, фильтрлер), қолданылмайтын толқын ұзындығында жүргізіледі. GPON желісінде айтылғандай тура арна үшін (орталықтан абоненттерге) 1490 нм немесе 1550 нм (видео үшін) толқын ұзындығы қолданылады, ал кері арна үшін 1310 нм. PON желісін тестілеу үшін әдетте 1625 нм толқын ұзындығын қолданады.

Өлшегіш құрылғының сәулеленуі (тестер, рефлектометр) толқындық мультиплексорды (DWDM) қолдану арқылы талшықтың ішіне OLT-дан кейін енгізіледі. Бұл сәулелену абоненттік құрылғының оптикалық қабылдағышында кедергілер тудыруы мүмкін, сондықтан әр ONT абоненттік құрылғысының алдында фильтр орнатылуы қажет. Тестілеуді желіні өшірусіз өткізуге қол жеткізу үшін, толқындық мультиплексор мен фильтр оптикалық трактіге стационарлы түрде қосылуы қажет.



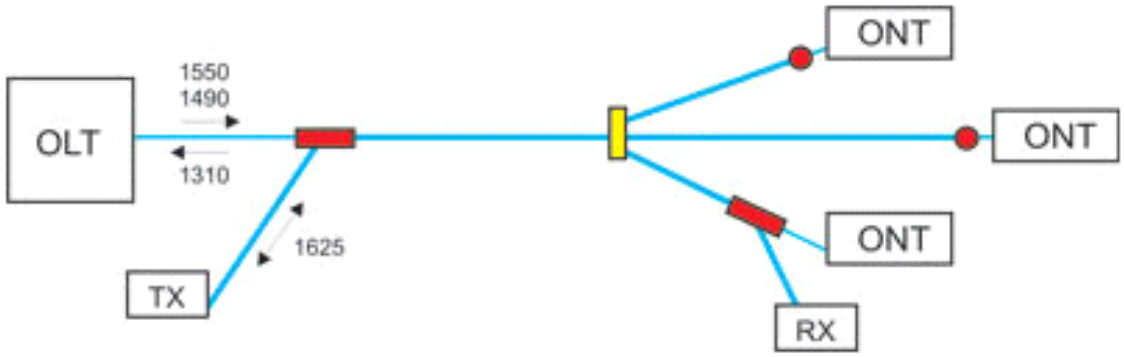
1.12 - сурет. Толқындық мультиплексор мен сүзгілердің PON желісіне қосылу сұлбасы

OLT мен ONT арасындағы оптикалық жолдың өшуін өлшеу үшін, 1625 нм үшін оптикалық тестер қолданылады. OLT толқындық мультиплексорының бос ұшына тестердің таратқышы қосылады. Тестердің қабылдағышы сүзгінің алдындағы талшықтың бос ұшына қосылады.



1.13 - сурет. Абоненттік құрылғыны сөндіру арқылы өшуді өлшеу.

Өшуді абоненттік құрылғыны сөндірмей де өлшеуге болады. Ол үшін ONT-да сүзгіні емес, орталық түйіндегідей, толқындық мультиплексорды қолдану қажет.



1.14 - сурет. GPON ағашының рефлектограммасын түсіру

GPON желісін рефлектометр арқылы тестілеу әдісі келесіде. Желінің топологиясының әр өзгеруінен кейін (жаңа абоненттің қосылуы, сплиттердің ауыстырылуы және т.б.), қалыпты жағдайға сәйкес келетін, тіреуіш (эталонды) рефлектограмма түсіріледі. Желіде мәселе анықталған кезде (мысалы, егер оптикалық тестермен өлшенген өшу есептелген өлшеуден үлкен болса), тіреуіш рефлектограммамен салыстырылатын, жаңа рефлектограмма түсіріледі. Рефлектограммадағы жаңа оқиғалар мәселелі аймақтың орналасуын көрсетеді.

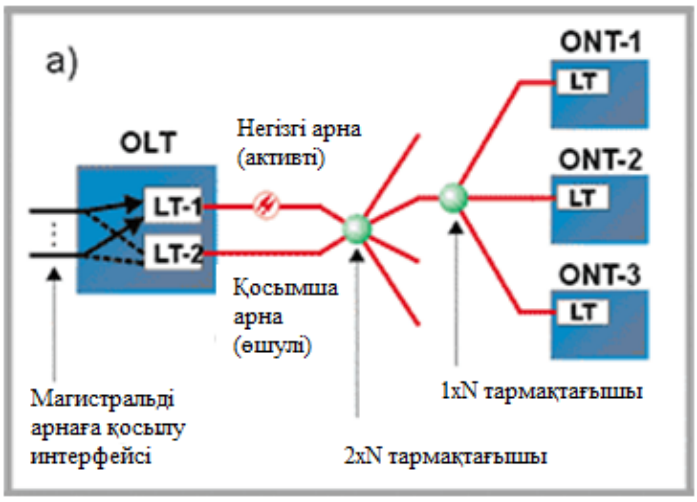
Рефлектометр көмегімен GPON желісінің мониторингін жүргізіп, талшықтың деградациясын проблеманың пйда болуына дейін анықтауға болады. Ол үшін желінің рефлектограммасын жиі жасап (мысалы, аптасына бір рет), оны тіреуіш рефлектограммамен салыстыру қажет. Кез келген ауытқулар мен жаңа оқиғалардың пайда боған кезінде, олардың мүмкін себептеріне анализ жасап, адекватты профилактикалық іс-шара өткізу қажет.

1.6.3 GPON резервтік жүйелерін құрастыру.

Қарапайым ағаш топологиясы бар GPON қатынау жүйелерінің әлсіз жағы резервтеудің болмауы. Бұл жағдайда ең қолайсыз сценарий: OLT-дан ең жақын тармақтағышқа баратын талшықтың зақымдалуы. Сондықтан, IV қосымшасының бірінші G.983.1 ұсынысында GPON қорғаныс жүйелерін құрастыру сұрағы талқыланды. GPON топологиясының спецификациясына байланысты, SDH сақиналық топлогиясындағыдай, бұл тапсырманы орындау оңайға соқпайды, өйткені GPON-да кері ағын жолағы ортақ болады және көп абоненттік тораптар көмегімен тұрғызылады. G.983.1 ұсынысында төр әр түрлі топологияны зерттеу ұсынылған.

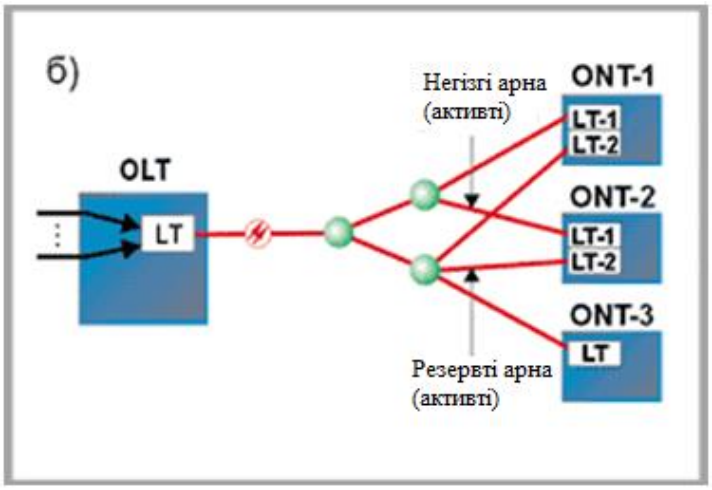
Бірінші шешім орталық түйін жағынан бөліктеп резервтеуді қамтамасыз етеді. Берілген шешімді жүзеге асыру үшін 2xN тармақтағышы қажет. Орталық түйін, екі талшықтың терминнациясы жүретін, екі LT-1 мен LT-2 оптикалық модульдерімен жабдықталады. Қалыпты жағдайда, талшықтардың зақымдалуы болмағанда, негізгі арна активті қалыпта болады және оның бойымен дуплесті жіберу ұйымдасады. Резервті арна - активті емес, - лазер диоды LT-2-де сөндірулі. Сонымен қатар LT-2 фотоқабылдағышы кері ағынды тыңдай алады. Егер орталық түйіннен келе жатқан негізгі арна талшығы зақымданса, онда LT-2 қабылдап-жіберуші жүйесі автоматты түрде қосылып, магистраль

интерфейсінен тасымалдауды қамтамасыз ететін, OLT-да болатын мультиплексірлеу, коммутациялау және кросс-коннект модулі оған ауыстырылады. Сенімділікті арттыру үшін фидерлік талшықтарды әр түрлі, физикалық тұрғыда алшақтанған оптикалық кабельдерден алу қажет.



1.15 - сурет. Орталық түйін жағынан бөліктеп резервтеу

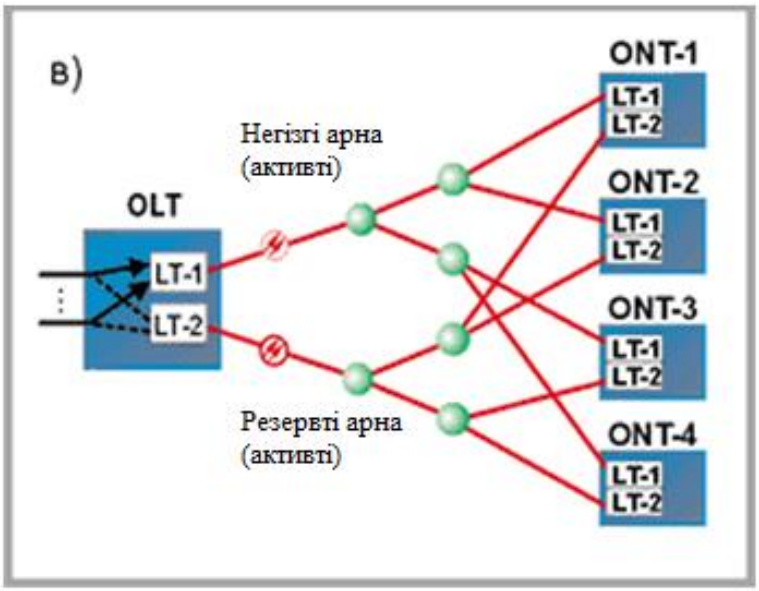
Орталық торап жағынан бөліктеп резервтеу абоненттік тораптың жұмыс жасау сенімділігін арттыруға көмектеседі. Бұл жағдайда абоненттік түйінге екі LT-1 мен LT-2 оптикалық модульдері қажет болады. Резервті арнаға ауысу бірінші жағдайға ұқсас түрде жүреді. Резервті арнамен барлық абоненттік түйіедерді қосу қажетті емес. Резервтелуі бар абоненттік түйіндер (LT-1 мен LT-2 екі модульдері) мен резервтелусіз (бір LT модулі) бағаларының айырмашылықтары әр түрлі дәрежедегі абоненттерге қызметті дифференциалды түрде көрсетуге мүмкіндік береді.



1.16 - сурет. Абоненттік түйін жағынан бөліктеп резервтеу

GPON жүйесінің толығымен резервтеу түрі 10 суретте көрсетілген. Жүйе OLT мен ONT құрылғыларының істен шығуына, талшықты-оптикалық

кабельдің кез келген аумағының зақымдануына орнықты болып келеді. ONT мәліметтік ағындары LT-1 мен LT-2 түйіндерінің екеуімен бірмезетте генерацияланады да, екі парралель арнамен жіберіледі. OLT-да сигналдың екі нұсқаның тек біреуі ғана ары қарай магистральға жіберіледі. Тура ағында трафикті дубльдеу осы әдіспен жүреді, ONT ары қарай тұтынушы интерфейске кіріс сигналдың тек бір нұсқасын жібереді. Талшықтың немесе қабылдап-жіберуші интерфейстердің істен шығуы кезінде резервті арнаға ауысу тез жүзеге асып, байланыстың үзілуінен сақтайды. Екінші нұсқадағыдай, бұнда да барлық абоненттік тораптарды резервтік арнаға қосу қажет емес.



1.17 - сурет. Толық резервтеу

1.7 Тапсырманың қойылымы

Көкшетау қаласында GPON желісін құрастыру TriplePlay қызметінің комплексінің қатарына кіретін қызметтерді көрсетуге арналған;

GPON желісі абоненттердің кеңжолақты қатынауда ақпаратты жіберу (Internet), IP-TV, IDphone қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін арналған;

Қызметтердің жаңа бәсекелесті түрлерін дамыту;

Жаңа қызметтер түрлерін енгізу үшін технологиялық негізін құрастыру;

Ескірген мыс байланыс жолдарының орнына жаңа жоғары технологиялы талшықты-оптикалық байланыс жолдарына ауыстыру арқылы желінің эксплуатациялық шығындарын азайту.

2 Жабдықты таңдау

2.1 GPON технологиясында қолданылатын құрылғылар

PON архитектурасын негізгі мақсаты – OLT-ның (optical line terminal) тек бір қабылдап-жіберуші модулін ақпаратты көптеген ONT абоненттік құрылғыларына жіберіп, олардан ақпаратты қабылдау үшін қолдану болып табылады.

Бір OLT қабылдап-жіберуші модуліне қосылған абоненттік тораптардың саны қуат бюджеті мен қабылдап-жіберуші жабдығының максимал жылдамдығына тәуелді. OLT-дан ONT-ға дейін ақпарат ағынын жіберу үшін – тура ағынның 1550 нм толқын ұзындығы қолданылады. Ал керісінше, бірігіп кері ағынды құрыйтын, әр түрлі абоненттік түйіндерден келіп түсетін ақпарат ағыны орталық түйінге 1310 нм толқын ұзындығында жіберіледі. OLT мен ONT-ға кіретін және шығатын ағындарды ажырататын WDM мультиплексорлары орнатылғын.

Оптикалық сигналдардың деңгейінде тура ағын кеңтаратушы болып табылады. Әр ONT абоненттік тораптары, мекен-жай жолақтарын оқығанда, сол ортақ ағыннан тек өзіне арналған ақпарат бөлігін бөліп алады. Фактически, біз тармақтағыш демультиплексормен жұмыс жасаймыз.

Кері ағын. Барлық ONT абоненттік тораптары бірдей толқын ұзындығында кері ағынды жіберуді TDMA (time division multiple access) концепциясын қолданып жүзеге асырады. Әр түрлі ONT құрылғыларының сигдалдарының қиылысуын жою үшін, берілген ONT-ның OLT-дан қашықтағанына байланысты, олардың әр қайсысына ақпарат жіберудің индивидуал кестесі орнатылады.

Оптикалы терминалды құрылғылары (OLT) оптикалық қатынау желілерін құрастыруды қамтамасыз етеді. Берілген концентратор оптикалы желілік құрылғымен біріккенде соңғы миля кескінінде гигабиттік өткізу қабілеті бар жеке және корпоративтік абоненттеріне қатынау желілерін ұйымдастыру үшін аяқталған жоба болып табылады. Әрбір PON интерфейсі 32/64 терминалдық құрылғыларының арасында үлестірілетін трафикті 2,5 Гбит/с жылдамдықпен жібере алады. Осылайша, 1U корпусындағы кішігірім концентратор максимум 512 абоненттерге қызмет көрсете алады.

ODF (Optical Distribution Frame – оптикалық үлестіру) – талшықтарды оптикалық үлестіру үшін арналған жинақтама. Кабельдін оптикалық талшықтарын үлестіріп, кейін коммутацияда ынғайлы пайдалану үшін қолданылады.

ONT - бұл терминалды абоненттік құрылғысы (Optical Network Terminations), GPON технологиясымен жұмыс жасайтын, абоненттерге оптикалық талшық бойынша қызмет көрсететін құрылғы. Құрылғы бөлме ішінде қабырғаға орнатылуы мүмкін немесе үстел үстінеде тұра бере алады.

Терминалдық құрылғы жеке тұтынушыларға кең жолақты қызмет көрсету үшін арналған.

Трафик желінің бағытымен (жоғары) және абоненттерге (төмен) ортақ талшықпен жіберіледі. WDM технологиясын қолдану арқылы, трафик үлестірілуі толқын ұзындығы деңгейінде жүзеге асады.

Downstream – 1490 нм /2,5 Гбит/с

Upstream – 1310 нм /1,25 Гбит/с

ONT келесі интерфейстік порттардың түрлеріне ие: бір жоғары жылдамдықты порт Gigabit 1000BaseT Ethernet және IP TV, VoD, интернет қызметі бар төрт 100Base-T Fast Ethernet порттары; екі телефон порттары POTS RJ-11; аналогты немесе санды видео сигнал қолдайтын, сол оптикада 1550 нм толқын ұзындығында жүретін, бір RF overlay видео порты, сандық арналар стандартты QAM модуляция әдісі арқылы өңделеді.

2.1.1 Оптикалық сплиттерлер мен тармақтағыштар

Оптикалық сплиттерлер (тармақтағыштар) оптикалық байланыс желілерінің пассивті компоненттері болып табылады және оптикалық сигнал қуатын берілген пропорциялар бөліктеріне бөлу үшін арналған. Жалпы түрде оптикалық сплиттерді, арасында қуат үлестірілу процессі жүретін, кіріс және шығыс оптикалық арналарының саны анықталған торап ретінде қарастыруға болады.

Оптикалық сплиттерлер кабельді теледидар операторларының желілерінде және қазіргі пассивті оптикалық желілерінде (PON) кең қолданысқа ие болды. Бұл желілерде оптикалық сплиттерлерді қолдануының айырмашылықтары бұл КТВ тораптарында сигнал бір бағытта жіберіледі, ал PON желілерінде сигнал дуплексті түрде таратылуы қажет болады. Бұл ерекшелік оптикалық тармақтағыш сапасына қатал талап қойылуына себеп болады.

Оптикалық сплиттерлер екі технология бойынша жасалады: дәнекерлік және планарлық. Дәнекерлік технологиясы бойынша екі негізгі түрі шығарылады - шағылу қаптал беткейі бойынша жіберіледі биконикалық тармақтағыштар және шағылу световод тореці арқылы жіберілетін торецтық тармақтағыштар.

Бүгінгі күнде рынокта биконикалық тармақтағыштар кең ұсынылады. Бұндай сплиттерлер талшықтарды дәнекерлеу мен дәнекерленген жерді созу негізінде өндіріледі. Дәнекерленген қосылысты созу нәтижесінде, оптикалық талшықта, шағылысу энергиясының бөлінуін қамтамасыз ететін деформация болады (мысалы, дәнекерленген талшықтың жүрекше қиығының көлемі кішірейеді).

2.1.2 Жабдықты таңдау

Осы жоба үшін мен «ZTE» фирмасының құрылғыларын таңдап алдым. «ZTE» телекоммуникациялық желілер үшін кешенді шешімдерді жасау бойынша көп уақыт жұмыс атқарып жатыр. Коммуникациялық қажеттіліктер мен жаңа ақпараттық технологияларға сәйкес байланыс саласында жобаларды жасаумен, техникалық қолдау және оны іске асырумен, сонымен қатар

ақпараттық технологиялармен жұмыс атқарады. Осы кезде, барлық әлемдегі қолданушылармен қатар, көптеген негізгі операторларға қызмет көрсетуде. Клиенттерге құндылықтардың ұзақ мерзімді жүйелерін құрып, потенциалдық дамуын қамтамасыз етіп, серіктестік тапсырыс берушінің шарттары бойынша қызметтері және инновациялық шешімдерін қамтамасыз етуде.

Технологиялық мүмкіндіктер:

- барлық өнімдер құрастыру мен монтаждаудың технологиялары және сапаларын жетілдіруге мүмкіндіктер беріп, сыртқы монтажын тек жаңа элементтермен өндеп, өндіруде;

- жабдықтар жаңа автоматтандырылған жобалаушы жүйелер көмегімен жасалады. Сонымен қатар, әр түрлі бұйымдарға модуль жасауға, құрылғының жаңа күйге келуі жылдам және тез жүруін қамтамасыз етеді;

- өнімдердің өндірісі барысында дүниежүзілік дамыған бас фирмалардың жаңа интеграциялық жоғары тығыздықты біріктіру құрауышы қолданылып, жаңа компоненттер қолданылуда;

- кәсіпорынның өнімділігі жылына бірнеше млн-нан астам порттардың монтажының автоматты жоғары өнімді сапаның иегері болып табылады;

Негізгі өндірістік бағыттар:

- конвергентті және дәстүрлі кешенді шешімдерге арнайы жабдықтарды жаңарту, модернизациялау және дамыту;

- PON желілері үшін жаңа өнімдер мен бұйымдарды және кешенді шешімдерді құрастыру;

- тұтынудың барлық мерзімінде сервистің ұсыныстарын қолдау.

Шешімдер және ZTE өнімдерінің мультисервистік кабелдік желілерінің құрамындағы жабдықтары (кабелдік ТВ құрылғылары, кабелдік теледидарды жобалау, GPON желілері, GPON ZTE, GPON Corecess S6, Corecess 8400, Corecess R2, R2P, IP-TV құрылғылары, Middleware IP-TV, MSAN MC1000-PX, EOC құрылғылары, үзіліссіз қоректендіру көздері 50B.2U, аккумуляторлық блок ZTE 70B.2U, УЭПС, УЭПС-2 (2К), УЭПС-3 (3К), тұрақты тоқтың үзіліссіз қоректендіру көздері, ИБП МТА (8К). Сымсыз желілері (HSDPA / EDGE / GPRS / GSM, WiMAX), желілік құрылғылары (FTTx, xDSL, оптикалық құрылғылар), Ethernet коммутаторлары (Cisco Systems, D-Link, 3Com, QTECH, ZTE коммутаторлары).

ZTE компаниясының жабдықтарын желіні конфигурациялау кезінде қолдану ыңғайлы және бағасы өте арзан болып келеді. PON желілері үшін бұл серіктестік заманауи құрылғылар мен жабдықтарды және олардың шешімдерін ұсынады. ZTE құрылғыларының негізінде тұтынушылар үшін әр түрлі ұсыныстарды ұйымдастыру мүмкіндігі бар: телефония, кабельдік теледидар, Internet желісіне қатынау, IPTV.

Бұл компания GPON технологиясының негізінде пассивті оптикалық желілерді ұйымдастыру үшін арналған жабдықтарды шығарады. Орталық түйіннің құрылғылары, ақпараттар жіберу, дауыс және видео сервистері үшін 1 Гбит/с асатын жоғары жылдамдықты интерфейстерді пайдаланады.

Негізгі абоненттік (FTTH) ZTE құрылғылары ONT NTE-1, ONT NTE-RG-

1502GT, ONT NTE-RG5-1502FX терминалды құрылғыларымен көрсетілген [13].

2.1.3 Станциялық құрылғыны таңдау

Станциялық құрылғылар АТС бөлмесінде орналасады, өзіне келесілерді қосады:

- 47U стандартты 19" шкафы;
- 144 қосылулар үшін SC/APC оптикалық кросс;
- 4 станциялық (OLT) LTP-8X терминалдары.

2.1 - к е с т е. Станциялық желісінің бөлімшесі үшін жабдықтардың спецификациялары

Аталуы	Саны, данасы
Антивандалдық шкафы 19", 47U	1
2.5 Гбит/с GPON (SFP) 8 портты 10GBase-X (SFP +) 2 портты, 10/100/1000Base-T 5 портты 10/100/1000 Base-T /10/100/1000 Base-X (SFP) 4 құрамалық портты	6
LTP-8X 16 талшықты станциялық кростарға қосылуға арналған SC-SC кабелдік құрастырылым, 2м.	3
144 қосылуға арналған SC/APC оптикалық кросс	1

Станциондық GPON LTE-8X жабдығы.

«ZTE» өндірушісінің OLT GPON құрылғысының негізінде 8 GPON портты, ішкі Ethernet коммутаторы бар LTP-8X терминал таңдалады.

ONT абоненттік құрылғылары үшін бір OLT станциялық терминалдарының қолданылуы GPON-ның негізгі артықшылықтарының бірі болып табылады. Станциялық терминал (OLT) PON желілермен ақпараттарды жіберудің жоғарғы деңгейлі байланысы үшін Gigabit Ethernet және GPON интерфейстерінің конвертері болып қызмет атқарады.

2.1 - сурет. Станциондық LTP-8X терминалы

Станциондық LTP-8X терминалы пассивті оптикалық желілерде кеңжолақты қатынауды ұйымдастыру және жоғарғы жабдықпен байланысу үшін арналған. Ethernet желісімен байланыс Gigabit uplink интерфейстері көмегімен іске асады, ал оптикалық желімен байланысу үшін GPON 8 интерфейсі жұмысын жасайды. Әр интерфейс бір талшықпен 64 абоненттік

оптикалық терминалдардың қосылуына мүмкіндік береді. Жолақтың DBA (dynamic bandwidth allocation) динамикалық бөлінуі тұтынушыға өткізу жолағының жылдамдығы 1Гбит/с дейін баруына мүмкіндік береді.

Құрылғы 512 (8x64) ONT абоненттік терминалдарға дейін қосылуға мүмкіндігін береді.

Құрылғы келесі функцияларды атқарады:

- жолақтың динамикалық бөлінуі DBA;
- QoS қызмет көрсету сапаларының құрылымын қолдау, 802.1p сәйкес GPON порттарының деңгейі әр түрлі трафик түрлеріне артықшылық береді;
- қауіпсіздік қызметтерін қолдау;
- ONT-ны қашықтықтан басқару, жаңа ONT-ны автоматты түрде анықтау;
- FEC қателерін дұрыстау;
- MPCP хаттамасын қолдау;
- VLAN ұйымдастыру (VLAN 0-4094 идентификатор диапазоны);
- MAC-адрес бойынша сүзгілеу, MAC адрес кестелерінің мөлшері – 16000;
- IGMP Snooping v1/2/3/4, IGMP proxy қолдау.

Техникалық сипаттамалары:

- GPON 8 портқа дейін келесі көрсетілген стандарттарды қолдайды IEEE 802.3z, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q;
- Кірістірілген Ethernet-коммутатор: 4 Combo-портты 10/100/1000;
- IP-желісімен қатынау үшін 1000 Base-T Gigabit uplink интерфейсінің RJ-45-тің 4 тетігін пайдалану;
- IP-желісіне қатынау үшін 1000 Base-LX Gigabit uplink интерфейсінің SFP-модулі үшін 4 шассиін пайдалану;
- басқару және бақылау жүргізу үшін 10/100/1000 Base-T порттарын қолдану;
- консольға қосылу үшін RS-232 COM-портын қолдану;
- станциялық құрылғы мен абоненттік құрылғы арасындағы максимал қашықтық – 20 км;
- кабелдік теледидар қызметтерін көрсету үшін қорда белгілі бір толқынұзындығын сақтау (1, 55 мкм);

GPON құрылғысы пакеттік телефония, IP-TV, кеңжолақты интернет қызметіне қатынау желілерін құрастыру үшін тұрғын үй кешендерінде ұйымдастырылады. Сонымен бірге, ірі стратегиялық кәсіпорындар мен кәсіпкерлік орталықтарда желілер ұйымдастыруға болады.

GPON LTP-8X артықшылықтары:

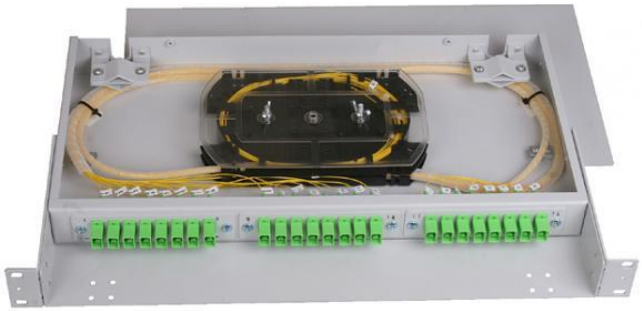
- бағасы қымбат емес;
- жіберу жылдамдығы жоғары;
- оптикалық жолдардың жиынтық ұзақтығын қысқарту;
- 64 абоненттік құрылғысы үшін бір станциондық терминал қолданылады;
- Жоғары ауқымдылығы;
- Тармақталудың коэффициенті жоғары;
- Қызметтер толық кешенді қамтамасызданады.

2.2 - к е с т е. OLT LTP-8X техникалық сипаттамалары

Таратқыш қуаты	+2-ден +7 дБ-ге дейін 1000BASE-PX20-D, 1000BASE-PX20-U
Қабылдағыштың сезгіштігі	-30-ден -6 дБ дейін
Оптикалық қуаттың бюджеті upstream/downstream	30,5 дБ/30 дБ

2.1.4 Оптикалық кроссты таңдау.

Кабельдік енгізудің түйіні броньдалған кабельдер енгізу үшін - кабельдік құрылғыларды және металлдық элементтермен қапталған кабельдерді, сонымен қатар претерминирленген кабельдерді енгізіп және бекітіп қолдану мүмкіндігін береді. Тіреуші кросс 1.16 суретте көрсетілген.



2.2 - сурет. Тіреуіш кросс

Тіреуіш кростың ШКОС-С-2U (Стандарт) сериясы.

Техникалық сипаттамалары:

FC/SC/LC порттарының максималды оптикалық саныдары 24/24/48, 48/48/96, 96/96/192.

Енгізілетін кабельдердің максимал саны – 4 немесе 2 транзитті, 8 немесе 4 транзитті, 12 немесе 6 транзитті.

Телекоммуникациялық дің түрлері 19", 23", метрлік стандарт.

Корпус өлшемдері, 44х430х310 88х430х310 132х430х310 мм.

Өндірістік бөлмелерінің ішінде желілік және телекоммуникациялық құрылғыларды орналастыру үшін жерге орналастырылатын, SZB сериялы, әмбебап монтаждық шкафтары қолданылады.

Негізгі конструкциясы табаны және жоғарғы бөлігінде орналасқан саңылаулары бар қаңқалы қорап болып табылады. Шкафтың жоғарғы жағы қорғалған, бүйірі мен алдыңғы және артқы жақтары панельдер және есікпен жабдықталған. Панельдер шкафтың тез құрылып мен бұзылуы, жабдыққа жеңіл қол жеткізуді қамтамасыз ету үшін, екі құлыпша көмегімен қаңқаға бекітілген. Барлық құлып түрлеріне әмбебап кілттер бар. Қаңқалы рама тұрақты кернеулікке, роликтерге немесе кірістірілген бұралатын мүмкіндігі бар

аяқтарымен тікелей еденге бекітіледі.

Шкафт көлдеңен тіреуіштерге бекітілетін төрт 19-дюймдық профильдермен жабдықталған. Олар 19-дюймдық құрылғыларды жабдықтау үшін арналған. 19-дюймдық профильдер кез келген жерде орналастырыла алады. Ені 800 мм шкафтарға 19-дюймдық профильдерді салу үшін арнайы консольдар пайдаланылады, профильдің және шкафтың бүйір панелінің арасындағы кеңістік фальшпанель көмегімен жабылады. Жерге орналасатын, ені 1000 мм шкафтар, 19-дюймдық бөлімнен басқа, ені 400 мм қосымша бөліммен жабдықталған.

Жерге орнатылатын SZB монтаждық шкафтаps өзара бір бірімен келістіріле алады. Қаңқалы рамалардың бүйір тораптары төрт болт арқылы жалғасады, ал бүйіріндегі панельдер қолданылмайды. Перфорациясыз болаттан жасалған есіктерімен, бүйір панельдерімен және қаңқаға жабысып тұратын тесіктері жоқ төбелі ерекше шкафтар қатарына IP42 қорғаулар дәрежесі жатады. Кабельдер шкафқа едендік кабельдік арналар арқылы ғана жүргізілуі тиіс. Сонымен қатар резеңке сальниктері бар фальшпанельдер арқылы кабельдерді енгізуге болады [14].

2.1.5 Оптикалық таратушы қорап (ОТҚ) таңдау.

ШКОН-МП қабатты кростары.

2.3 - сурет. Оптикалық таратушы қорап (ОТҚ)

Қабаттарды қамтамасыз ету үшін, қабатаралық талшықты кабельді сыртқы қабық қалыңдығы 3,0 мм болатын абоненттік жолдармен жалғап, талшықтың тармақталу орнын қорғауға арналған. Талшықтарды ұзарту Fibrlok немесе RECORD splice механикалық жалғағыштарын қолданып, дәнекерлеу негізінде жасалады. Олар тікелей тіреушілерге шағын өлшемді қабат шкафтарында қондырылады. Рұқсатты шектеу үшін қабаттық кросстар универсалды жасырынды ілмек құрылғысымен жабдықталады. ШКОН-МП кросының сырты IP42 деңгейлі шаң-тозаңнан қорғайтын АБС пластикпен қапталған. Сонымен қатар ШКОН-ММ металлдық корпусты кросстар бар.

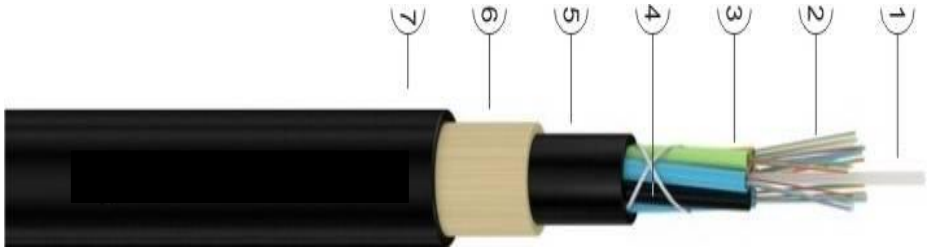
2.1.6 Оптикалық кабельді таңдау

Пассивті оптикалық желілерді құрастыруға арналған талшықты оптикалық кабельдер.

PON желісін құру үшін, ITU-T G.652 (11/2009) немесе ITU-T G.657 (11/2009) ұсыныса сәйкес келетін, бір модалы оптоталшықты кабельдер пайдаланылады. Магистральдық аумақта, ITU-T G.652 ұсынысына сәйкес келетін, бір модалы оптоталшықты кабельдер пайдаланылады. Таратқыш аумақта, сол ITU-T G.652 ұсынысына сай келетін, бір модалы оптоталшықты кабельдер пайдаланылады. Абоненттік аумақта да, G.657 ұсынысына сай келетін, оптоталшықты кабельдер қолданылады.

PON құрылысында G.652 D және G.657 A типіне жататын 1310, 1490, 1550 нм толқын ұзындықтарында сигнал жіберуді қамтамасыз ететін оптоталшықты кабельдер пайдаланылады.

Оптоталшықты кабель құрылымы тарту мәселесіне байланысты (грунтта, кабельді кәріздерде, құрылыс арналарында, құбырларда), сонымен қатар оптоталшықтың қажетті мөлшерлеріне байланысты анықталады.



2.4 - сурет. Кабель құрылымы

Диэлектрлік оптикалық кабельдің сипаттамасы:

- кабельдегі оптикалық талшықтардың мөлшері – 144-ке дейін;
- статикалық күшке қарсы беріктілігі – 5 кН-нан 60 кН-ға дейін;
- сығылуға қарсы беріктілігі – 0,2 кН/см-ден 0,4 кН/см-ге дейін;
- соққыға қарсы беріктілігі – 20 Дж;
- иілу радиусы – 240 мм-ден 370 мм-ге дейін;
- кабельдің диаметрі – 11,5 мм-ден 18,0 мм-ге дейін;
- кабельдің салмағы – 110 кг/км-ден 250 кг/км-ге дейін;
- кабельдің барабанға оратылған ұзындығы – 4 км дейін.

Кабельдің диаметрі, иілу радиусы және салмағы – анықтағыш шамалары болып табылады.

Ғимараттың ішінде немесе бөлмелерде, метрополитен тунельдерінде кабельді тартқанда, тапсырыс берушінің талабы бойынша, сыртқы қабатты құрамында полимерлі композициясы жок, өрт қарсы тұратын галогеннен жасауға болады.

Кабель құрылымы 2.4 - суретте көрсетілген:

1 - Орталық элемент – әйнек-пластикті сым.

2 - Түрлі-түсті оптоталшық.

3 - Полибутилентерефлатты композициялы пластикті құбыр, гидрофобды компаундымен.

4 - Кордель.

5 - Ішкі полиэтиленді қабаты.

6 - Арамидті ораушы жіптер.

2.1.7 Абоненттік құрылғыны таңдау

GPON желісінде ONT абоненттік терминалдар пассивті оптикалық желімен байланысу және тұтынушыларға кеңжолақты қатынау қызметін көрсету үшін арналған. GPON желсімен байланысу PON интерфейстерімен, тұтынушылардың құрылғыларына Ethernet интерфейсі қызмет көрсетеді.

2.5 - сурет. NTP-RG-1407G-W абоненттік терминалы

NTP-RG-1402G-W – жоғары жылдамдықты интернетке қосылуға және телефония қызметіне қатынауға арналған, жоғары өнімді көпфункциялы абоненттік терминалы.

Атқаратын қызметтері:

- Интернетке жоғары жылдамдықта қатынау;
- Ағындық видео/ High Definition TV;
- IP-TV;
- IP-телефония;
- Сауалнама бойынша видео(VoD);
- Видеоконференция;
- «on-line» кешенді сауықтыру және үйрету бағдарламалары.

Қолдану нұсқалары:

- Абоненттерді көп пәтерлі үйлерінде, тұрғын үй комплекстерінде, студенттік қалашықтарында және коттедждік аймақтарында кеңжолақты қатынау қызметтеріне қосу;
- Ірі стратегиялық мекемелерінде корпоративті желілерді құру.

2.2 «Автогород» ықшам ауданында GPON желісін орнату

2014 жылы Көкшетау қаласының 19 көп қабатты үйлерінде, 3 мектеп және 2 ДКП нүктілірінде FTTH технологиясын қолданып, қолданыстағы және жобадағы телефон кәріздерін арқылы кеңжолақты қатынау қызметін 30% ұлғайту жұмыстары жүргізіледі.

2.1 - к е с т е . Жобаны ұйымдастыру жұмысы жүретін үйлер

№	Үйлердің аталуы	Пәтерлер нөмірі	Талшықтар саны
1	Саина 26	253	
2	Саина 27	108	
3	Саина 39	8	
4	Саина 41	8	
5	Саина 39а	8	
6	Саина 41а	8	
7	Уалиханова 196а	8	
8	Уалиханова 198	114	
9	Уалиханова 204	20	
10	Уалиханова 206	8	
11	Уалиханова 208	8	
12	Смирнова 3	8	
13	Быковского 4	8	
14	Быковского 6	8	
15	Быковского 8	8	
16	Полевая 1а	16	
17	Полевая 3а	79	
18	Гастелло 13	60	
19	Гастелло 13а	49	
20	№ 13 мектеп, Саина 26а		4
21	№ 18 мектеп, Саина 24		4
22	№ 13 мектеп, Саина 20		4
23	Автокөлік департаменті		4
24	Мин.коммуникаций		4
	Барлығы	787	20

(787пәт./32*1,3)+20тал.=51,97 - 56 талшықты ТОК таңдап алынады. желідегі тармақталу коэффициенті 1:32.

АТС-77 шахтысы мен телефондық кәріздерінде магистральді желіні құрастырғанда ОКЛ оптикалық кабелін жүргізу қарастырылған, АТС-77 шахтысында ОКЛ кабелі шахталық муфтаға дейін ПВХ д-32 мм. гофротрубасында жүргізіледі.

2.3 Жобаның техникалық сипаттамасы

Абоненттік платалармен жабдықтау, 1:32 сплиттерленуі кезінде, абоненттердің 256 дейін максимал санын қосу мүмкіндігімен, downstream 100 Мбит/с жылдамдығында жүзеге асады.

Оптикалық желілердің СМР жасағанда жобалық шешімдер

Магистральді және таратқыш ОК жүргізуді құрастырылып жатқан телефондық кәріздерде жасау жобаланған.

Көп пәтерлі үйлердің фасадтарында тармақтағыш желіні құрастыру кезінде, ОК кабелі, гофротруба қолдануынсыз, металл лента арқылы жүргізіледі.

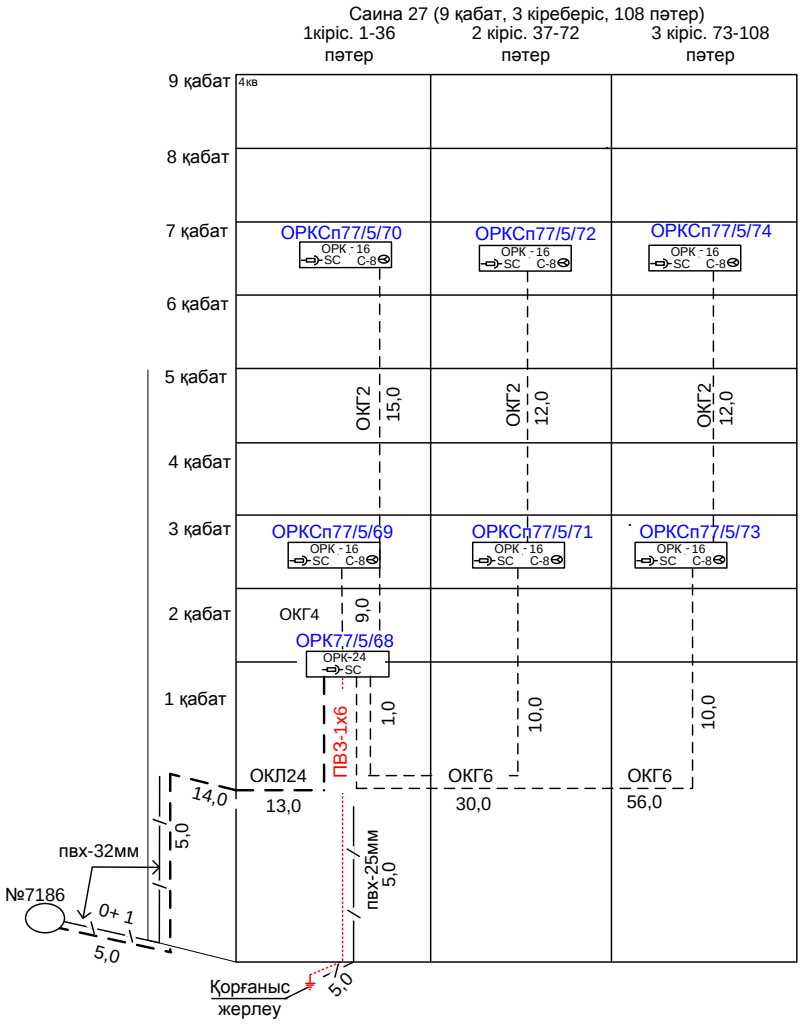
Үйлердің подъездерінде ОРК қабаттық аймақта орнатылады, бес немесе алты қабатты үйлерде екінші қабатта және орталық қабаттарында.

Үйлердің ішінде тармақтағыш желіні құрау кезінде, абоненттерді желіге қосу кезінде пачкордтарды енгізуді ұйымдастыру үшін пластмас тармақтағыш қорабын орнату және қабаттар арасында диаметрі 32 мм болатын қорғаныс п/э құбырында жүргізілетін, сыйымдылығы 1 немесе 2 талшық болатын, вертикаль тармақтайтын, иілгіш оптикалық кабель қолдану қарастырылған.

ОРШ-дан ОРК-ға дейінгі тармақтағыш аумақтарында бір бағытта тізбектей орналасқан муфтылардың максимал саны екіден аспауы тиіс.

Магистральді кабельде 30% сыйымдылық қоры қарастырылған, әр сплиттері бар ОРК-да 1 талшықтан кем болмайтын қоры қарастырылған.

Үйдің ішінде таратушы аумақты жобалау кезінде вертикаль ВОК сыйымдылығын абоненттердің 100% қосылуын ескере отырып қарастыру қажет. вертикаль таратушы аумақтың 4 талшықты оптикалық кебельдердің 9 қабатты ғимараттың 8 портты ОРКСп-ге қосылуы подвалда немесе ғимарат фасадында орнатылатын жинақтауыш муфта арқылы жасалады (коннектордың кірістеріне екі талшық дәнекерленеді, ал екі талшық ОРКСп мен жинақтауыш муфтаның қорында сақталады). 16 талшықты таратушы кабель жинақтуыш муфтадан ОРШ-ға немесе магистральді және таратушы аумақты жинақтайтын муфтаға жүргізіледі.

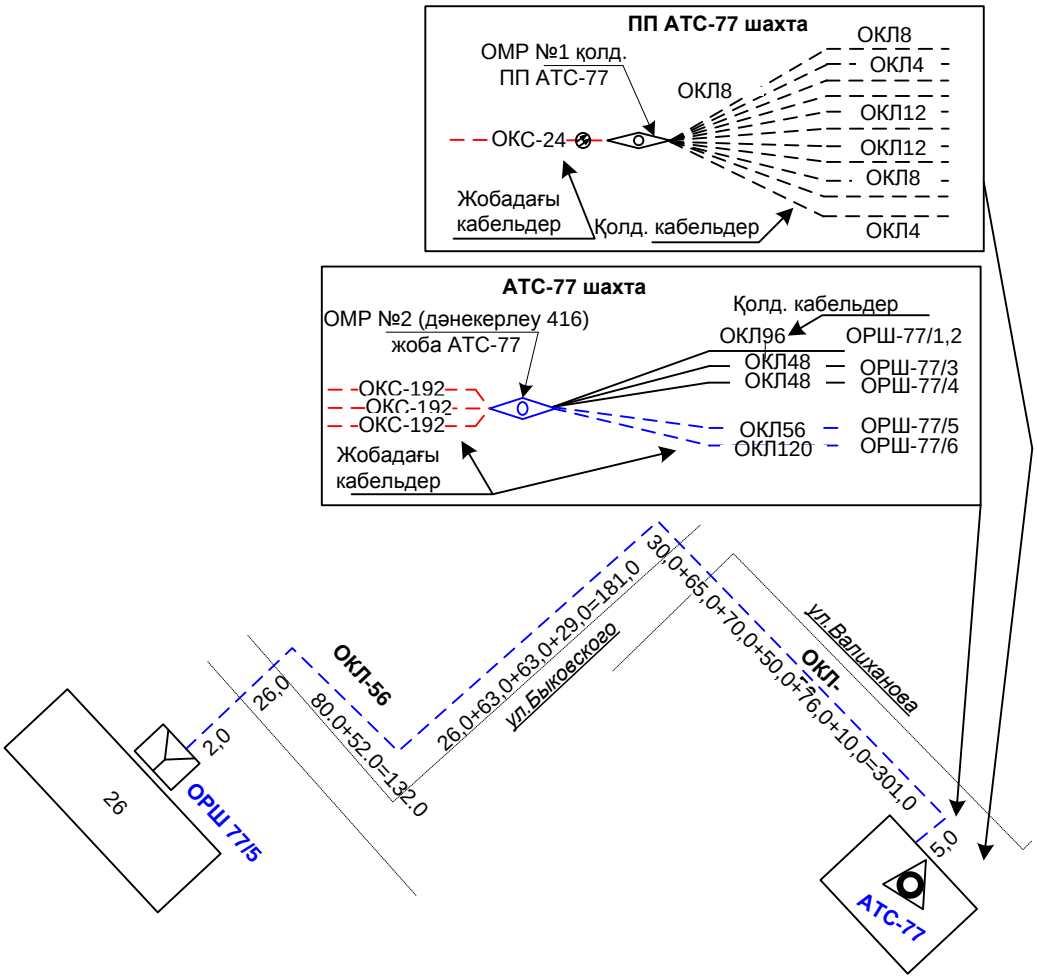


2.6 - сурет. 9 қабатты үйдің ішінде тармақтағыш кабельдерді жүргізу сұлбасы

2.4 Магистральді желіні құрастыру.

Жобаланған ОРШ-77/5 Саин көшесінің №26 үйінің жанында орнатылады, ұзындығы 689 м телефон кәрізінде жүргізілетін ОКЛ-56 кабелі арқылы, Юбилейная 2а мекен жайында орналасқан АТС-77-де орнатылған құрылғысына қосылады. ОРШ-77/5-те ОМР№1 сплиттерлері бар тармақтағыш оптикалық муфтасы орналасқан, бұл муфталарда 1:4 сплиттерлеудің бірінші кезеңі жасалады. ОРШ-77/5 бойынша магистральді желіні құрастыру сұлбасы 2-суретте көрсетілген.

Жобаланған ОРШ вертикаль стерженьді жерлегіштің қолданылуымен жерленеді, жерлегіштің қорғаныс контурының өлшемі 10 Ом-нан аспауы тиіс. Магистральді кабельдің сыйымдылығы 19 көп қабатты үйлердің, 3 мектеп пен 2 ДКП нүктелерінің 100% қамтылуымен қарастырылған. Сонымен қатар берілген жобаға кірмейтін үйлерге арналған талшықтардың 30% қоры есептелген.



2.7 - сурет. ОРШ-77/5 бойынша магистральді желіні құрастыру сұлбасы

2.5 Таратушы желіні құрастыру

Жобада ОРШ-77/5-тен 19 көп қабатты үйлерге, 3 мектептерге және 2 ДКП нүктелеріне дейін таратушы аумақты құрастыру қарастырылады. Гастелло 13, 13а көшесі бойындағы екі үй ОРШ-77/5-ке әр үйге телефондық кәрісдер бойымен бөлек кабель жүргізу арқылы қосылады. Саина көшесі бойындағы №26 үйді және №18 мектепті ОРШ-77/5-тен №1120а құдығына дейін қосу үшін ОКЛ-48 оптикалық кабелі қолданылады. Құдықта ОКЛ-48-ді ары қарай үйге кіретін ОКЛ-4, ОКЛ-12, ОКЛ-12, ОКЛ-20 сыйымдылықты 4 кабельге бөлетін, ОМР№2 оптикалық тармақтағыш муфтасы орнатылады.

Уалиханова 206, 208, Смирнова 3, Быковского 4,6,8 көшелеріндегі үйлер және Уалиханова 193 көшесіндегі ДКП, ОРШ-77/5-тен №1287 құдыққа телефон кәріздері бойымен жүргізілген ОКЛ-20 кабелі арқылы, ОРШ-77/5-ке қосылады. Құдықта ОКЛ-20-ді ары қарай үйге кіретін ОКЛ-8 және 6 ОКЛ-2

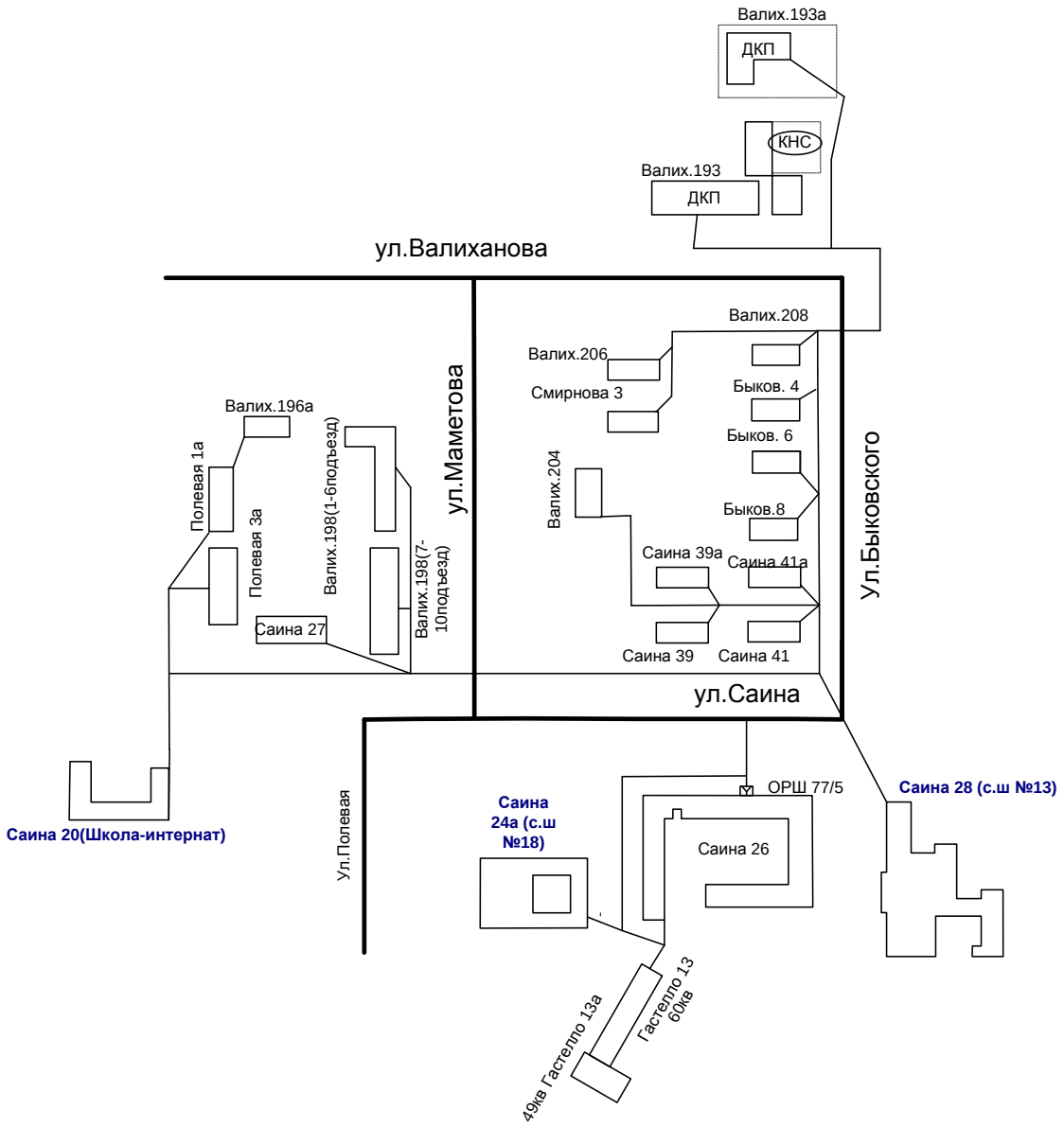
сыйымдылықты 7 кабельге бөлетін, ОМР№3 оптикалық тармақтағыш муфтасы орнатылады.

Уалиханова 204, Саина 39, 39а, 41, 41а көшелеріндегі үйлер және №13 мектебі ОРШ-77/5-ке ОКЛ-20 кабелі арқылы қосылады. Құдықта ОКЛ-20-ді ары қарай үйге кіретін ОКЛ-4, ОКЛ-6 және 4 ОКЛ-2 сыйымдылықты 6 кабельге бөлетін, ОМР№5 оптикалық тармақтағыш муфтасы орнатылады.

Уалиханова 198, Саина 27 көшелеріндегі үйлер ОРШ-77/5-ке ОКЛ-56 кабелі арқылы қосылады. Құдықта ОКЛ-20-ді ары қарай үйге кіретін ОКЛ-24, ОКЛ-16 және ОКЛ-12 сыйымдылықты 3 кабельге бөлетін, ОМР№6 оптикалық тармақтағыш муфтасы орнатылады.

Уалиханова 196а, Полевая 1а, 3а көшелеріндегі үйлер және интернат мектебі ОРШ-77/5-ке ОКЛ-24 кабелі арқылы қосылады. Құдықта ОКЛ-24-ті ары қарай үйге кіретін 2 ОКЛ-4, ОКЛ-16 сыйымдылықты 3 кабельге бөлетін, ОМР№7 оптикалық тармақтағыш муфтасы орнатылады.

Үйлердің кіреберістерінде ОРК орнату қабаттық немесе қабат аралық аймақта жүргізілуі қажет. Бес қабатты үйлерде 3 қабатта, алты қабатты үйлерде 2 мен 5 қабаттарда, тоғыз қабатты үйлерде 3 пен 7 қабаттарында орнатылуы тиіс. ОРК-да 1:8 сплиттерлерін қолданып, сплиттерлеудің екінші кезеңі жасалынады. Таратушы оптикалық кабельдерде үйлерде 100% пәтерлерді қамтитын талшықтардың сыйымдылығы қарастырылады, ал орнатылатын сплиттерлер саны пәтерлерді 30% қамту үшін қарастырылған. Зауыттық шарттарымен SC/APC коннекторларымен жабдықталып, сплиттер бөлек салынған. Барлық қабаттарда КП тарату қораптары орнатылады, қабат аралық құбыр ретінде диаметрі 32мм ПВХ құбыры қолданылады. таратушы жіліні құрастыру кезінде телефондық кәріздер мен үй фасадтарында ОКЛ мен ОКГ оптикалық кабельдері жүргізіледі.



2.8 - сурет. GPON желісі құрастырылатын Көкшетау қаласының "Автогород" ықшам ауданының сұлбасы

3 Желінің техникалық есептеу бөлімі

3.1 PON құру кезіндегі оптикалық бюджетті есептеу

3.1.1 Оптикалық бюджет туралы түсінік.OLT мен ONT арасындағы өшуліктің максималды мәнін есептеу оптикалық бюджет деп аталады.

Берілген жағдайдағы оптикалық бюджет = Tx- (трансивердің шығыс күші) – (-Rx) (ресивердің сезімталдылығы).

OLT MA5680T мен ONT HG850a құрылғылары үшін сызықтық оптикалық бюджетті есептеу келесідей болады: OLT мен ONT-ның шығыс күштері +1,5 Дб және олардың сезімталдығы -28 дБ тең. Сәйкесінше ағын үшін оптикалық бюджет: 1,5 – (-28) = 29,5 дБ.

Есептеу бойынша эксплуатациялық қор 3 дБб, линияда оптикалық бюджеттің максималды мәні 26,5 дБ аспау қажет.

3.1.2 Оптикалық желідегі сигналдың өшулігі.Оптикалық желінің өшулігіне келесі құраушылар әсер етеді:

-Талшықтарды жалғау кезіндегі өшулік;

-Бір километрдегі оптикалық талшықтың өшулігі;

-Оптикалық коннекторлардағы өшулік;

-Сплиттерлердің әртүрлі түрлерін пайдалану кезіндегі өшулік.

PON ағаштың әр элементінің өшулігінің мәні 3.1 кестеде көрсетілген.

3.1 - к е с т е. PON-ның әр элементінің өшулік мәні

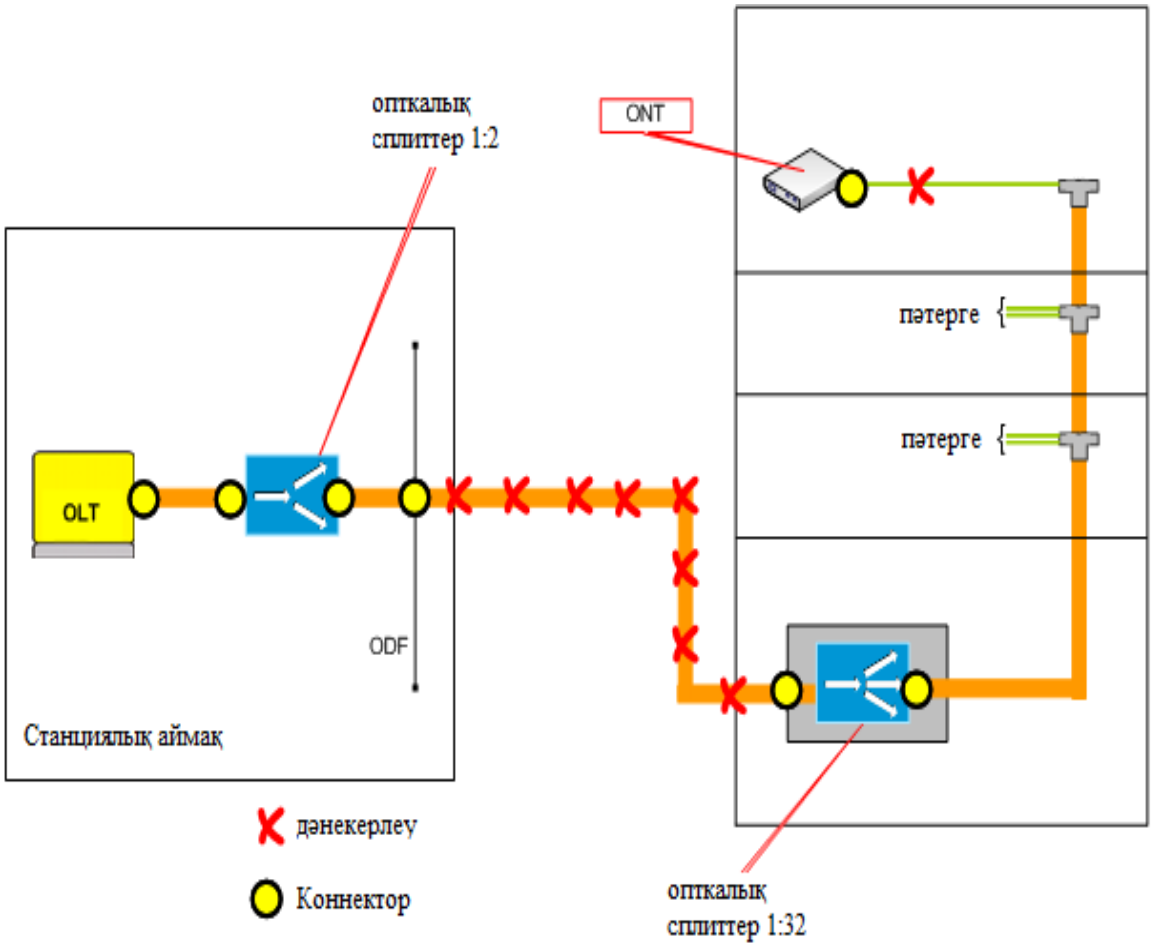
Параметр	Өшулік, dB
Талшықтарды жалғау кезіндегі өшулік	0,05
Бір километрдегі оптикалық талшықтың өшулігі (1310nm),	0,36
Бір километрдегі оптикалық талшықтың өшулігі (1490/1550nm),	0,22
Оптикалық коннекторлардағы өшулік	0,25
1:2 отикалық сплиттердегі өшулік	3,2
1:4 оптикалық сплиттердегі өшулік	7,6
1:8 оптикалық сплиттердегі өшулік	11,0
1:16 оптикалық сплиттердегі өшулік	14,2
1:24 оптикалық сплиттердегі өшулік	16,5
1:32 оптикалық сплиттердегі өшулік	17,0

3.1.3 PON құру кезіндегі оптикалық бюджетті есептеу.

PON құру кезіндегі оптикалық бюджетті есептеуді келесі формула бойынша жүргізуге болады:

$$P = F + C + Sl + Sp, \qquad (3.1)$$

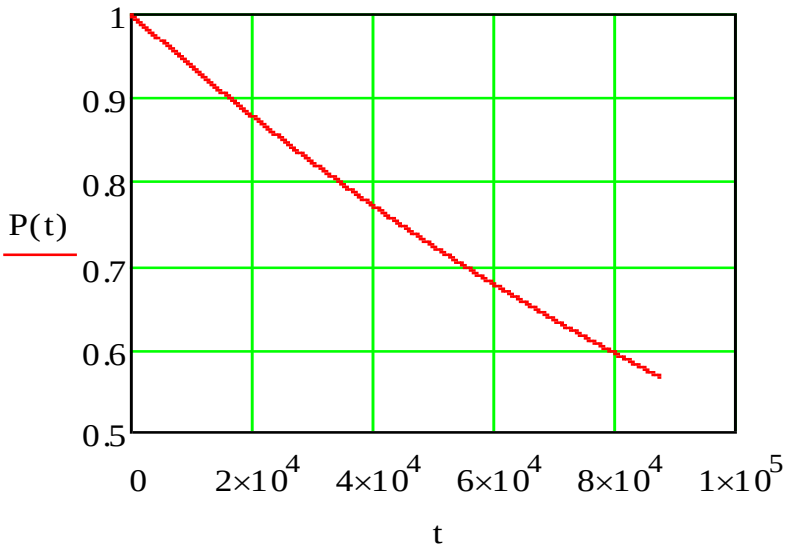
мұндағы P = бюджет қуаты (ODN –ғы максималды оптикалық өшулік);
F = ОТ-тың ұзақтыққа қатысты өшулігі (километр);
C = оптикалық коннекторағы сигналдың өшулігі;
Sl = Талшықтарды жалғау кезіндегі сигналдың өшулігі;
Sp = оптикалық сплиттердегі сигналдың өшулігі.



3.1-сурет. Өшулікті есептеу

3.2 – к е с т е. Тоқтаусыз жұмыс істеудің есептеу нәтижелері

Тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы	Уақыт интервалы t, сағат					
	0	1	24	720	8760	87600
P(t)	1	0.9999994	0.9999879	0.999638	0.995607	0.95693



3.2 - сурет. Тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығының уақытқа тәуелділік графигі

Келесі берілгендер арқылы:
Оптикалық коннекторлар саны = 7;
Жалғанған оптоталшықтар саны = 8;
Сплиттерлер саны = 2 (1:2, 1:32).

P = F + 7*0,25 + 8*0,05 + (3,2 + 17,0) = 26,5dBm,

Бұл жерден желі ұзындығы келесі күйде анықталады:

L = (26,5 - 7*0,25 - 8*0,05 - 3,2 - 17,0)/0,22 = 18,9 км.

PON желісінің әрбір оптоталшықты тракті компонентінің өзінің өшу шамасы болады. Оптикалық таратқыш пен қабылдағыш арасындағы жолда пайда болатын өшуліктер оптикалық бюджеттің қуаты деп аталады. Оптикалық бюджет (OB - optical power budget), дБ, қабылдап таратқыш құрылғы интервал арқылы анықталады [OBmin, OBmax].

$$OBmax = pout,min – pin,min, \quad (3.2)$$

$$OBmin = pout,max – pin,max. \quad (3.3)$$

мұндағы pout, min, pout, max – таратқыш қуатының мүмкін шашылуы ;
pin, min, pin, max – (BER) қателердің коэффициентінің жанында тап қалған деңгейден аспайтын қабылдағыштарда қабылданған сигналдың мүмкін деңгейі. Электробайланыс каналында сигналдың өшулік қуаты сигналдардың мүмкін бұрмалануын есепке алса, электробайланыстың оптоталшықты каналы берілген бюджетті қанағаттандырады. [OBmin, OBmax].

Оптоталшықты желінің активті құрылғыға қосылған нүктесінен бастап соңғы қабылдағыш абонентке дейін оптикалық сигналдың өшулігін есептеу жүргізіледі.

- оптоталшықтағы толық өшулік – оның ұзындығы мен белгілі бір толқын ұзындығындағы оптоталшықтың өшу коэффициентіне тәуелді болады;
- механикалық жалғаудағы толық өшулік – әрбір жалғаудағы өшулік пен олардың жалпы санына тәуелді болады;
- айыптық өшулік - бұл кабельді төсеу кезіндегі оптоталшықты бұрған кездегі өшулік.

Осының бәрі PON пассивті желілерінде өшуліктің көздері болып табылады. PON желілерінің бөлімшелеріндегі барлық өшулік қосындысы, энергетикалық бюджет өшулігі болады.

3.2 Бірдей тарамданулар қуаты үшін желі оптикалық бюджетін есептеу

PON желілеріндегі сигналдың әлсіреуі анықталған:

- А класы: 5дБ – 20дБ;
- В класы: 10дБ – 25дБ;
- С класы: 15дБ – 30дБ.

Кез-келген құрылғы класы үшін желідегі сигналдың әлсіреуінің диапозон ені 15 дБ құрайды.

Сигналдың әлсіреу диапозонының ені детектордың адаптациялық мүмкіндіктерімен немесе олардың жұмыс диапозонының енімен анықталады. Демек, желінің оптикалық жолдары бойынша жоғалулардың максималды шашылуы 15 дБ –дан аса алмайды.

Бұл өлшем желіні жобалауға ыңғайлы, өйткені қолданылған қуаттың абсолютті деңгейін қалыс қалдырып желіні еркін салуға мүмкіндік береді. Есепті аяқтау үшін тек қана қабылдап-таратқышқа сәйкес келетін класты таңдау ғана қалады немесе тиісті интервалға желінің оптикалық жолдары бойынша алынған жоғалтуларды келтіру үшін аттенюатор қолдану керек. OLT-ONTi (i=1...N, мұнда N – соңғы абоненттер саны) әрбір электрбайланыс каналында жоғалу шарттарын (d) тура және (u) кері ағындармен сипаттауға болады:

$$OB\ d,min \leq \alpha d \cdot Li + ILi + AL + WL + RLi + CLi \leq OBd,max - Штраф d - Запас, \quad (3.4)$$

$$OB\ u,min \leq \alpha u \cdot Li + ILi + AL + WL + RLi + CLi \leq OBu,max - Штраф u - Запас. \quad (3.5)$$

мұндағы Li – i-каналының ұзындығы, км;

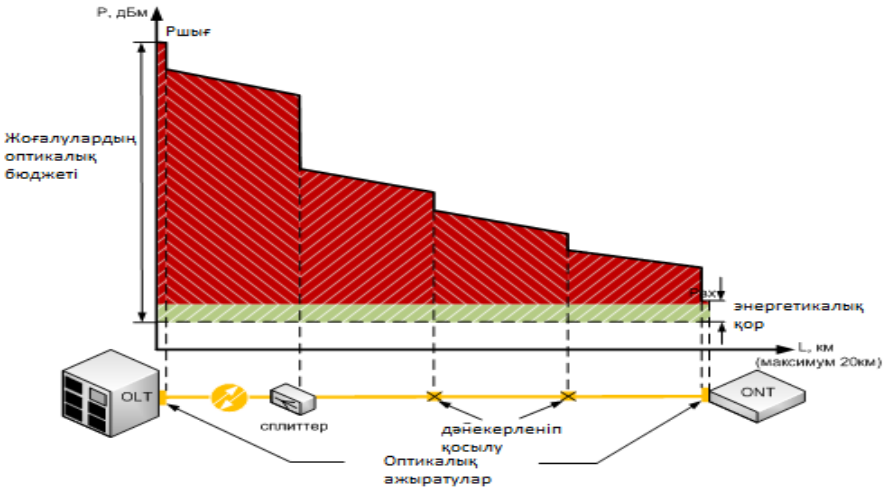
αd и αu – тура және кері ағындағы толқын ұзындығының оптикалық кабельдегі меншікті өшулігі, дБ;

ILi – вносимые потери всеми разветвителями в i-м канале, дБ;
RLi – i- каналдағы барлық коннектордағы жоғалтулар, дБ;
CLi – i – каналдағы дәнекерленіп жалғанған қосулардың жоғалтулары, дБ;
AL –аттенюатордағы сигналдың әлсіреуі, дБ;
WL –WDM мультиплексорындағы сигналдың әлсіреуі, дБ.

Қор - жөндеу жұмыстарын жүргізу кезіндегі қосымша өскін ретіндегі эксплуатациялық қор, 3дБ. Айыппұл толқын ұзындығына тәуелді болады, алайда, 1 дБ жоғалту жиынтығы ұсынылады. Қабылдап – таратқыштардың жұмыс диапозоны беру жылдамдығы мен бағытына қарай өзгереді. Алайда, талаптар келісімі OBmin, OBmax оптикалық бюджетін тұрақтылықпен қамтамасыз етеді. Сондықтан, ағын бағытының белгі индексі босатылады.

Желі үшін аз портты тарамдануларды пайдаланып аттенюатордың ықтиярынсыз сигналдың әлсіреуін талап ете алады. Қабылдау детекторында минималды pin, min сезімталдылығынан басқа, жұмыс тәртібінің pin, max жоғары шекарасы шамадан тыс жүк табалдырығы деп аталады. Қуатты сигналда детектор жұмыс тәртібінде BER = 10–10 деңгейіндегі қатені қабылдай алмайды.

OLT-ONTi –ның әрбір арнасының сигнал қуатының әлсіреуі 3,2 суретте көрсетілген.



3.2 - сурет. Сигнал қуатының әлсіреуі

PON желілерінде бірдей оптикалық тарамдануларды оптикалық бюджетті есептеу үшін OLT-ONTi-ның бір каналындағы сигналдың әдсіреуін есептеу жеткілікті.

Оптикалық бюджетті есептеу активті жабдықтың нақты параметрлері мен оптоталшықты кабельдердің және желі компоненттерінің есебінен жүргізіледі.

Жоғалтуларды есептеу бюджеті OBmin, дБ әрбір өрістің жалпы жоғалту шартын қанағаттандыруы қажет:

$$OBmin \leq A\Sigma i \leq OBmax - Штраф - Запас. \quad (3.6)$$

мұндағы АΣi - i- каналының арнадығы жалпы жоғалтуы (OLT мен ONTi арасындағы).

Есептеуде оптикалық кабельдің жоғары мәнді өшулік коэффициенті қолданылуы керек.

Оптикалық бюджеттің соңғы есебі активті жабдықтардың нақты параметрлерінің, оптикалық кабель мен желі компоненттерінің деректерінің санына байланысты.

3.2 - к е с т е. OLT –ғы қабылдап-таратқыштың параметрлері

Таратушы қуаты	+2 ден +7 дБ дейін
Қабылдағыштың сезімталдығы	-30 дБ ден -6дБ дейін

3.3 - к е с т е. PON ONU интерфейстерінің параметрлері

Таратушы қуаты	От +0,5 до +5 дБ
Қабылдағыштың сезімталдығы	От -28 до. -8 дБ

Қабылдап-таратқыш құрылғы OLT LTE-8ST и ONU NTE-1402 үшін оптикалық бюджетті есептейміз (OB - optical power budget), дБ, ол интервал сияқиы анықталады [OBmin, OBmax],

OBmax = 0,5 – (– 30) =30,5дБ;

OBmin = 5 – (– 6) = 11дБ.

Бұл жерден ОК кіріс = [11;30,5]дБ.

Шығыс бағыт үшін (OLT > ONU):

Эксплуатациялық қор саны 3дБ және айыппұл 1 дБ, шығыс ағыны үшін оптикалық бюджеттің максималды мәні 26 дБ –дан, ал кіріс ағыны үшін 26,5 дБ аспау қажет.

1310 нм, 1490 нм, 1550 нм толқын ұзындықтарында OLT-ONT барлық құрылғылардың электрбайланыс арнасының АΣ жалпы жоғалтуларын есептейміз

- OLTдан мөлтек ауданға дейін 6км, 5км оптоталшықты кабель;
- 1:32 отикалық сплиттер = 1шт;
- wdm мультиплексор = 2;
- оптикалық коннектор = 10шт;
- талшықтарды жалғау = 10шт.

АΣ (1310нм) = 0,35·(6+5) + 17 + 2·0,7 + 0,25·10 + 0,05·10 = 25,25дБ.

Бұл жерден 26,5дБ – 26,82дБ = 1,25дБ шығады, желіні пайдалануда арна 1,25дБ болады.

АΣ (1490нм) = 0,24·(6+5) + 17 + 2·1 + 0,25·10 + 0,05· 10= 24,64дБ.

Бұл жерден 26дБ – 24,64дБ = 1,36 дБ шығады, желіні пайдалануда арна 1,36дБ болады.

АΣ(1550нм) = 0,2·(6+5) + 17 + 2·1 + 0,25·10 + 0,05·10 = 24,2дБ.

Бұл жерден 26дБ – 24,2- дБ = 1,8дБ – шығады, желіні пайдалануда арна 1,8дБ болады.

АΣ, алған мәндерді теңдеуге қоямыз:

OB u,min ≤ αu · Li + ILi + WL + RLi + CLi ≤ OBu,max - Айыппұл - Қор
11 дБ ≤ 25,25≤ 27,5 дБ, шартты қанағаттандырады.

OB d,min ≤ αd · Li + ILi + WL + RLi+ CLi ≤ OBd,max Айыппұл - Қор

15 дБ ≤ 24,64 ≤ 27 дБ , шартты қанағаттандырады.

OB d,min ≤ αd · Li + ILi + WL + RLi+ CLi ≤ OBd,max - Айыппұл - Қор

15 дБ ≤ 24,2 ≤ 27 дБ, шартты қанағаттандырады.

Есептеу нәтижесінен OLT мен ONU байланыс арнасы арасында құрылған желі жұмыс істеуге қабілетті

3.3 Магистральді оптикалық желіні есептеу

Талшық параметрі:

- өзекшенінің сыну коэффициенті: $n_1 = 1{,}43$;
- қабықшаның сыну коэффициенті: $n_2 = 1{,}425$;
- өзекшенің тангенс жлғалтуы: $tg\delta = 10^{-10}$;
- толқын ұзындығы: $\lambda = 1.3 мкм$;
- мощность излучения: $P_{\Sigma} = 200 мкВт$;
- спектралдық сезімталдылық: $P_{пр\,мин} = 1 нВт / Мбит / с$;
- линия ұзындығы: $L = 6 км$.

3.3.1 Беру сипаттамасын есептеу. Жоспарланатын оптоталшықты байланыс желісінің максималды дисперсия мәнін келесі формула бойынша есептейміз:

$$\tau_g (L_{ру})_{\max} = \left[\sum \tau + 3 \cdot \delta(\tau_g)\right] \cdot \sqrt{0.65 \cdot L_{ру}}, \text{нс} \qquad (3.7)$$

мұндағы $\delta(\tau_g)$ – сызық бойындағы қосымша дисперсия, $\delta(\tau_g)$= 0,15 нс/км.

$$\tau_g\left(L_{ру}\right)_{\max} = \left[0.014\cdot 10^{-9} + 3\cdot 0.15\cdot 10^{-9}\right]\cdot\sqrt{0.65\cdot 6} = 0.916\text{, нс}$$

Минималды беру жылдамдығын есептейміз:

$$F_{\min} = \frac{1}{\tau_g\left(L_{ру}\right)_{\max}}\text{, км/с} \qquad (3.8)$$

$$F_{\min} = \frac{1}{0.916\cdot 10^{-9}} = 1.092\cdot 10^{9}\text{ км/с}$$

Жоспарланатын опто-талшықты байланыс желідегі күтілетін өшуліктерді келесі формула арқылы анықтаймыз:

$$\alpha_{L_{ру}} = \alpha\cdot L_{ру} + \alpha_{кір} + \alpha_{шыг} + \delta(\alpha)\cdot\sqrt{n} + 2\cdot\alpha_p + \alpha_з\text{,дБ} \qquad (3.9)$$

мұндағы а - кабельдің километрлік өшулігі, а = 0,22 дБ/км;

$\alpha_{кір}$ – сәуленің қабылдағыштағы өшулігі, $\alpha_{кір}$=1 дБ;

$\alpha_{шығ}$ – сәуленің қабылдағыштан шыққандағы өшулігі, $\alpha_{шығ}$=10 дБ

$\delta(\alpha)\sqrt{n}$ - оптикалық талшық құрылысы кезіндегі ауытқулыққа қосылатын қосымша өшулік, $\delta(\alpha)\sqrt{n}$ =1 дБ;

$\alpha_р$ - опто-талшықты байланыс желісінің станцияға қосылудағы өшулігі, $\alpha_р$ = 0,1 дБ

$\alpha_з$ - қатынау уақытындағы нашарлау параметрі, $\alpha_з$ = 3 дБ.

Күтілетін өшулікті есептеу:

$\alpha_{L_{ру}}$ = 0,22·6+1+10+1+0.2+3 = 16.52, дБ

Төселетін опто-талшықты байланыс желісінің бір километрге өшулігін есептейміз:

$$\alpha_n = \frac{\alpha_{L_{ру}}}{L}\text{, дБ/км} \qquad (3.10)$$

$$\alpha_n = \frac{16.52}{6} = 2.753\text{ дБ/км}$$

мұндағы L - жол ұзындығы (6 км).

3.3.2 Жұтылу коффициентін есептеу.

$$\alpha_{пог} \approx \frac{8{,}69 \cdot \pi \cdot n_1 \cdot tg\delta}{\lambda} \tag{3.11}$$

$$\alpha_{пог} \approx \frac{8{,}69 \cdot \pi \cdot n_1 \cdot tg\delta}{\lambda} = \frac{8{,}69 \cdot 3.14 \cdot 1{,}43 \cdot 10^{-10}}{1{,}3 \cdot 10^{-6}} = 3{,}002 \cdot 10^{-3}\ дБ/м = 3.002\ дБ/км.$$

Өзекше материалы ретінде шыныны таңдаймыз, оның эмпирикалық коэффициенті $K_p = 1{,}5\ [мкм^4 \cdot дБ/км]$ тең, сонда:

$$\alpha_{рас} \approx \frac{K_p}{\lambda^4} \tag{3.12}$$

$$\alpha_{рас} \approx \frac{K_p}{\lambda^4} = \frac{1{,}5}{(1{,}55)^4} = 0{,}26\ дБ/км.$$

Жұтылудың толық коэффициенті

$$\alpha = \alpha_{пог} + \alpha_{рас} + \alpha_{доп} = 3{,}002 + 0{,}26 + 1 = 4{,}262\ дБ/км.$$

3.3.3 Опто-талшықты байланыс желісінің энергетикалық потенциалын есептеу. Спектарьлік энергетикалық потенциал:

$$A_{сп} = \frac{P_\Sigma}{P_{пр\,мин}}. \tag{3.13}$$

$$A_{сп} = \frac{P_\Sigma}{P_{пр\,мин}} = \frac{200 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{6}}{1 \cdot 10^{-9}} = 2 \cdot 10^{11}\ бит/с = 2 \cdot 10^{5}\ Мбит/с$$

Интегралды энергетикалық потенциал:

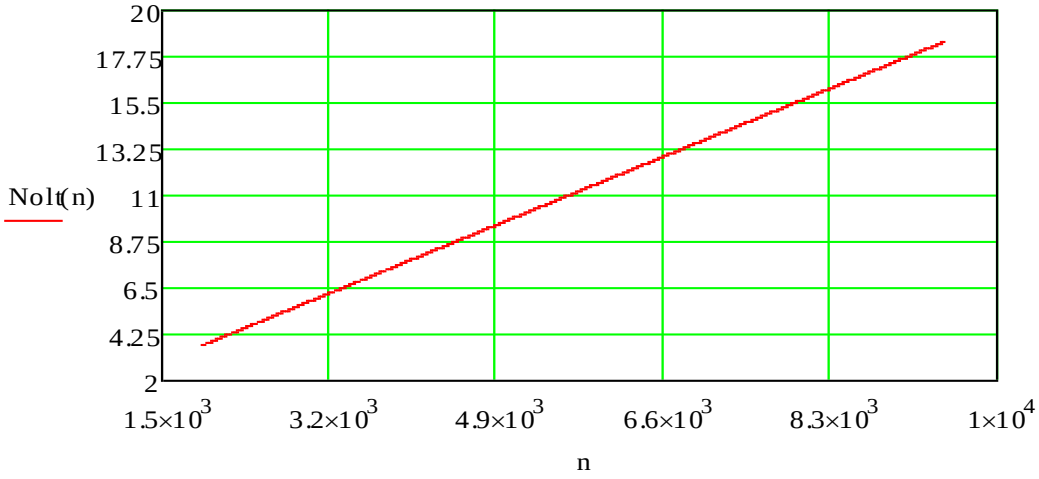
$$A_{инт} = \frac{A_{сп}}{B} \tag{3.14}$$

$$A_{инт} = \frac{A_{сп}}{B} = \frac{2 \cdot 10^{5}}{100} = 2 \cdot 10^{3}$$

Децибелге өтеміз:

$$A_{дБ} = 10 \lg A_{инт} \tag{3.15}$$

$$A_{дБ} = 10\lg A_{инт} = 10\lg(2 \cdot 10^3) = 33\ дБ\ .$$



3.3 - сурет. Потенциалды абоненттер санының OLT оптикалық порттар санына тәуелділік графигі

3.4 Triple Play қызметін QoS қызмет көрсету сапасын есептеу

3.4.1 Қызмет сапасының түсінігі (QoS) .

Қызмет көрсету сапасы таратын жүйе өнімділігінің тарату сапасымен көрсететін қызмет мүмкінділігін анықтайтын шек болып табылады. Қызмет мүмкінділігі QoS ті маңызды элементі болып табылады. QoS ті сәтті енгізу үшін желілік инфраструктураға максималды жоғары мүмкіншілікпен қамтамасыз ету қажет. Желіде тарату сапасы келесі факторлармен анықталады:

Енімділік – желінің кіріс және шығыс нүктесінің арасындағы желілік жетілдірудің уақыт аралығы – бұл желілік енімділік.

Сервисті ену – бұл қызмет көрсету деңгейінің келісулерінде (SLA) айтылған параметрлері бар нақты кіріс және шығыс нүктелерінің арасындағы бұл сервис енетін уақыт аралық.

Жоғалтулар –бұл желіде дұрыс алынған дестелердің жалпы берілген дестелерге қатынасы. Жоғалтулар белгіленген жерге баралмаған лақтырылған дестелердің пайызбен белгіленуі. Негізінде жоғалтулар – бұл енімділіктен алынатын функция. Егер желі жүктелмесе, жоғалтулар нөлге тең болады. Артық тиелу кезінде QoS механизмі қай дестенің лақтыру керек екенін анықтап отырады.

Кідіріс – бұл дестенің жіберілгеннен кейін белгіленген орынға баратын уақыты.дыбыс жағдайында бұл кідіріс сөйлесуден тыңдаушыға баратын сигнал ретінде анықталады.

Кідіріс тербелісі (jitter) – бұл әр түрлі дестелердің желіде тасымалдау кезінде пайда болатын кідіріс уақытының арасындағы айырмашылық. Егер

мысалы желіде бір дестенің тасымалдауда 100 мсек, ал келесі дестені тасымалдауда - 125 мсек болса, онда кідірістің тербелісі 25 мсек болады. Әрбір VoIP немесе "IP бетіндегі бейне" терминалында кідіріс тербелісінің буфері бар (jitter buffer). Бұл буфер дыбыстық дестенің кідіріс тербелісін түзету үшін қолданылады. Кідіріс тербелісінің буфері динамикалық және адаптивті болады және де 30 мсек арасында дестенің кідіріс уақытын реттеп отырады. Егер тербеліс кідірісі буфер мүмкіншілігінен асып кетсе онда ол жетіспей тиелу (under-run) немесе асып тиелу (over-run) болып жұмыс істейді. Олда басқасыда байланыс сапасына кері әсерін тигізеді.

Өткізу қабілеті – бұл тұтынушыға екі нүкте арасындағы оператордың қолдауымен өткізу жолағы.

3.4.2 Дыбыс үшін қызмет сапасының қажеттілігі. .VoIP трафиктің QoS қажеттілігін анықтай отыра келесі ережелерді ұстану ұсынылады:

- "QoSтің базалық негізі" және RFC 3246 бойынша дыбыстық трафик DSCP EF маркерлену керек;

-"QoSтің базалық негізімен" сигнализация CS3 сияқты маркерлену керек.

- жоғары сапалы VoIP сервис үшін магистральдағы дестелер жоғалуы 0.25 пайыздан аспауы керек;

- International Telecommunication Union (ITU) G.114 бойынша бір жақты кідіріс 150ms аспауы керек;

- кідірістің тербелісі (jitter) 10 мсек-тан аз болуы керек. Максималды jitter желідегі кідіріс бюджетке (минус минималды желілік кідіріс) қарағанда аз болуы керек;

- сигнализация трафигі үшін кепілденген 150 bps өткізу жолағы керек. (плюс екінші деңгейдің басқы аты);

- дыбыстық байланыстың сапасына QoS үш факторларда әсер етеді: дестелердің жоғалуы, кідіріс және кідіріс вариациясы.

3.4 - к е с т е. "QoSтің базалық негізіндегі" трафик маркерленуі

Қосымша	Классификация L3			Классификация L2 CoS/MPLS-exp
	IPP	PHP	DSCP	
Тасымалды ақпарат	6	CS6	48	6
Дыбыс	5	EF	46	5
Интерактивті бейне	4	AF41	34	4
Ағындық бейне	4	CS4	32	4
Жоғалуға сезімтал деректер	3	-	25	3
Шақырудың сигнализациясы	3	AF31/CS3	26/24	3
Транзакциялық дерек	2	AF21	18	2
Желілік басқару	2	CS2	16	2

3.4-кестенің соңы

Қосымша	Классификация L3			Классификация L2 CoS/MPLS-exp
	IPP	PHP	DSCP	
Көлемдік класс	1	AF11	10	1
Интернет/Scavenger	1	CS1	8	1
Қалғандары	0	0	0	0

Дестелердің жоғалуы сөйлесуде аз уақытты бос аралықты тудырады. Digital Signal Processor (DSP) қолданатын стандартты кодтау алгоритмы жоғалуды 30 мсек қайтара алады. Сондықтан екі немесе одан да көп 20 мсек сэмплдердің жоғалуы дауыс сапасын көрнекті деградацияға алып келеді. Бір дыбыстық арнадағы дестелер жоғалуының кездейсоқ таралуы, дауыстық арнадағы 1 пайызды тастау әрбір 3 минутта қайта қалпына келтіре алмайтын орташа жоғалуға алып келеді. Әлбетте 0,25 пайызды тастау деңгейі әрбір 53 минутта қайта қалпына келтіре алмайтын орташа жоғалуға алып келер еді.

200 мсек тан артық кідіріс дауыстық байланыстағы сапаның деградациясын қылдырады. Зерттеу бойынша желіаралық байланыста 150 мсек и 200 мсек кідіріс маңызды еместін және тәжірибеде қолданушыға білінбейтін.

Ал кідірістің тербелісіне келер болсақ IP-телефония құрылғысына бейімді буферлер қолданады. Бірақта олар тек қана кідіріс тербелісінің 20 до 50 мсек қайтарады.

3.4.3 Бейне үшін қызмет сапасының қажеттілігі.

Бейненің екі негізгі типі бар: интерактивті бейне (мысалы бейне конференциялар) және ағындық бейне (мысалы IP/TV).

- Интерактивті бейне трафигі үшін күйге келтіру;
- Интерактивті бейне үшін күйге келтіру үшін мыналар қажет;
- Интерактивті бейне трафик "QoS базалық негізінде" AF41 маркерлену керек;
- Жоғалулар бір пайыздан аз болу керек;
- Бір бағытты кідіріс 150 мсек аспауы керек;
- Кідірістік тербеліс 30 мсек аспауы керек;
- Минималды кепілді өткізу жолағы (LLQ) бейнеконференция сессиясының өлшеміне тең және плюс 20 пайыз. (Мысалы, 384 kbps болатын бейне конференция үшін 460 kbps кепілімді жолақ трафигін күйге келтіру керек).

Бейне конференция дыбыс үшін G.711 аудио кодегі болғандықтан, дыбыстық трафик сияқты жоғалуға, кідіріске және кідіріс тербелісіне бейімді. Бірақта бейне конференция трафигі дыбыс трафигінен айрықша айырмашылығы бар. Мысалы, бейнеконференция трафигі үзілісті десте өлшемі және үзілісті десте тасымалдау жылдамдығын қолданады. Бейне конференция жылдамдығы – бұл жай бейне ағынның жылдамдығы, және де бейне шақыру конференция трафигі дыбыс трафигінен айрықша кідіріске және кідіріс тербелісіне бейімді сессиясының өлшеміне тең және плюс трафигін күйге

қажет ететін нақты өткізу жолағы емес. Басқа сөзбен бейне конференцияның пайдалы жүктеме дестесі бейне сэмплдің 384 kbps ағынын толтырады. IP, UDP және RTP басқы аты (дестеге 40 байт) өткізу жолағының сұранысына қосымша кіргізіледі.

- ағындық бейне трафигі үшін күйге келтіру;
- ағындық бейне үшін күйге келтіру үшін мыналар қажет;
- ағындық бейне (бірадресті немесе көпадресті тарату), "QoS базалық негізінде" CS4 маркерлену керек;
-жоғалулар екі пайыздан аз болу керек;
- жолақтың кепілді сұранысы (CBWFQ) бейне ағын жылдамдығының кодталу пішініне байланысты;
-кідіріс тербелісінің маңызды қажеттілігі жоқ;
- ағындық бейне негізінде бірбағытты және де қашықтағы филлиалдың маршрутизаторларын кері бағытта таратылуын күйге келтіру қажет емес.

Қажет емес ағындық бейненің қосымшаларын DSCP CS1 маркерленеді және оларға CBWFQ (Интернет/scavenger классын пайдаланып) бойынша кепілді өткізу жолағы минимум болады. Кідіріске аз сезімтал және кідіріс тербелісіне сезімтал емес болғандықтан QoS қа ағындық бейне үшін қосымша аз сұранысты.

3.4.4 Дерек үшін қызмет сапасының қажеттілігі. Дерек үшін QoS қажеттілігін анықтай отырып келесі факторларды еске алған жөн: трафиктің негізгі төрт классын пайдаланамыз.

- локалды-нақты Критикалық (критикалық маңызды қосымшалар үшін) – транзакциялық және интерактивті қосымшалар жоғары бизнесті-приоритетпен;
- транзакциялық/интерактивті - клиент-сервис қосымшасы, хабарламаны тарату қосымшасы;
- көлемді қосымша - үлкен файлдарды тасымалдау, деректер базасын синхронизация және репликация, электронды пошта (e-mail);
- мүмкіншілігі бойынша – барлық белгіленбеген трафиктін жасырын түрдегі классы; бұл класс үшін минимум 25 пайыз өткізу жолағы;
- опционды класс - Интернет/scavenger (ойындық трафик, көңіл көтеру.) Қосымша опционды класстың өзіне маршрутизация және желілік басқару кіреді.

Қазіргі жағдайда дыбыс, дерек және бейне тарату қызметін ұсынған кезде, тұтынушылардың сұраныстары бойынша қызмет деңгейін қамтамасыз ету үшін клиент пен оператор арасындағы байланыс арта түсуде. Қымет сапасы (QoS) – бұл сервис деңгейінің кепілдемелі компонент. Операторлар VoIP және интерактивті бейне сервисін қамтамасыз ету үшін мықты қызмет сапасын кепілдеуге, өздерін желілерін жобалауда үлкен өткізу жолағындағы шығындарды азайту үшін QoSті қолданған жөн.

IP желісінде арнаулы халықаралық тракттарда жасалатын қолданушылардың терминалдарын қосатын сандық параметрлерін Y.1541 мінездемесі анықтайды. Кепілді қызмет ету сапасын қамтамасыз ету үшін қосымшалармен желілік механизмдерге байланысты анықталатын параметр

нормалары түрлі QoS кластарымен бөлінген. Кестеде желілік сипаттамалардың нормалары қарастырылған. Кестеде келтірілген параметр мәндері орта кідіріс, джиттер жоғалтулар және дестенің қателіктерінің жоғары шектері негізінде берілген.

3.5 - к е с т е. Қызмет сапасының класстарымен бөлінген IP желісінің сипаттамаларының нормалары

Желілік сипаттамалар	QoS кластары				
	0	1	2	3	4
IP дестесін жеткізудің кідірісі	100мс	400мс	100мс	400мс	1с
IP дестесінің кідірісі тербелісі	50мс	50мс	А	А	А
IP дестесін жоғалту коэффициенті	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}
IP дестесін қателік коэффициенті	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}

Y.1541 мінездемесі қосымшасы және қызмет көрсету сапасының класстарының арасында құрылады:

Класс 0 - жоғары деңгейлі интерактивтілікті (VoIP, бейнеконференция) джиттерге сезімтал нақты уақыт.

Класс 1 - интерактивтілікті (VoIP, бейнеконференция) джиттерге сезімтал нақты уақыт.

Класс 2 - жоғары деңгейлі интерактивтілікті (мысалы, сигнализация) деректер транзакциясы.

Класс 3 - интерактивтілікті деректер транзакциясы.

Класс 4 - аз деңгейлі жоғалтуларды рұқсат етуші қосымша (қысқа транзакция, деректер массиві, ағындық бейне).

Класс 5 - IP желісін традициялық қолданушылар.

А - анықталмаған.

3.4.5 Қызмет сапасын қамтамасыз ету көрсеткіштер мен механизмдер.

Қазіргі таңда Triple Play қызметінің сапасын қамтамасыз ету өзекті мәселе. Біріншіден пайдаланушылардың қызметті алғанда олардың сапасы толғандырады. TCP/IP+IPTV+VoIP жүйелері үшін пайдаланушы деңгейіндегі сапаның мәселесі өте маңызды, өйткені пайдаланушы тікелей қызмет сапасына көңіл бөледі. Triple Play қызметінің жақсы жұмыс істеуі үшін қосылу желілерінде байланыстың үзілісі мен жылдамдықтың төмендеуі болмауы ең маңызды. Бұл жағдайда төмен сападағы алыс сымдарында байланыс сапасын жоғарылататын құрылғылардың сипаттары қажет. Triple Play қосылу желісіне ғана сапалы жұмысты талап етпейді, сонымен қатар желі өзегіне де қатаң қажет және барлық аумағында керекті QoS (Quality of Service) деңгейін қолдауы қажет.

Жеткізілетін трафиктердің түрлерінің оларға сәйкес келетін сапа, норма

көрсеткіштері кестеде келтірілген.

3.6 - к е с т е. Сапа қызметінің көрсеткіштері

QoS тобы	Берілетін трафик түрі	Көрсеткіштер мен норма атаулары			
		Ақпараттық дестелерді жіберудегі орташа кідіріс	Ақпараттық дестелерді жіберудің орташа кідірістен ауытқуы	Ақпараттық дестелердің жоғалту коэффициенттері	Ақпараттық дестелердің жоғалту коэффициенттері
	Интерактивті	100 мс көп емес	50 мс көп емес	1×10^{-3}%	1×10^{-4} % көп емес
	Серіктік байланыс желісін қолданғанда интерактивті	400 мс көп емес	50 мс көп емес	1×10^{-3}%	1×10^{-4} % көп емес
	Сигналды	100 мс көп емес	-	1×10^{-3}%	1×10^{-4} % көп емес
	Ағындық	400 мс көп емес	50 мс көп емес	1×10^{-3}% көп емес	1×10^{-4} % көп емес
	Интерактивтік, сигналдық және ағындық трафик түрінен өзге деректер жеткізу трафигі	1000 мс көп емес	-	1×10^{-3}% көп емес	1×10^{-4} % көп емес
	Сапа көрсеткіштеріне белгісіз талаптағы кез-келген трафик түрі		-	-	-

Бұл жобада зерттеу жасаймыз қалалық мультисервистік желі трафигінің қызмет көрсету сапасына, яғни:

- орташа кідіріс;
- кідірістің ауытқуы (джиттер);
- дестенің жоғалту коэффициенті;
- өткізу қабілеті.

3.4.6 Орташа кідіріс, джиттер және жоғалтуларды есептеу.

Біртекті емес ағындардың k класс шақыруының (k=1,2,3) орташа кідірісі:

$$u_{k=} w_k + b_k \tag{3.16}$$

мұндағы b_k - орташа қызмет көрсету уақыты;

w_k -орташа күту уақыты, ол мына формуламен анықталады:

$$w_k = \frac{\sum_{i=1}^{3} \lambda_i b_i^{\,2} (1 + v_{bi}^{\,2})}{2(1 - R_{k-1})(1 - R_k)} \tag{3.17}$$

Кідіріс уақытының тербелісі келесі формуламен анықталады:

$$\delta_{uk} = \sqrt{w_k^{\,(2)} + 2 w_k b_k + b_k^{\,(2)} - u_k^{\,2}} \tag{3.18}$$

мұндағы $b_k^{(2)}$ және $w_k^{(2)}$ k класс шақыру бойынша қызмет көрсету уақытымен орташа күту уақытына сәйкес екінші моменттері.

$$w_k^{\,(2)} = \frac{\sum_{i=1}^{3} \lambda_i b_i^{\,(3)}}{3(1 - R_{k-1})^2 (1 - R_k)} + \frac{\sum_{i=1}^{k} \lambda_i b_i^{\,(2)} \sum_{i=1}^{3} \lambda_i b_i^{\,(2)}}{2(1 - R_{k-1})^2 (1 - R_k)^2} + \frac{\sum_{i=1}^{k-1} \lambda_i b_i^{\,(2)} \sum_{i=1}^{3} \lambda_i b_i^{\,(2)}}{2(1 - R_{k-1})^3 (1 - R_k)} \tag{3.19}$$

(3.20) және (3.20) формуласында келесі белгілеуді қолдандық: R_k - бөлектенген жиынтық жүктеуі

$$R_k = \sum_{i=1}^{k} \rho_i = \sum_{i=1}^{k} \lambda_i b_i \quad \text{(k=1,3)} \tag{3.20}$$

мұндағы λ_i – ағын интенсивтілігі

$$R_{k-1} = \rho_1 + \rho_2 + ... + \rho_{k-1}, ... R_H = \rho_1 + \rho_2 + ... + \rho_H \tag{3.21}$$

R_1=2,8*10^{-10} , R_2=5,6*10^{-10}

Енді берілген формуламен мәліметтерді есептейміз. Алдымен b2 екінші класс қызмет көрсету ұзақтығының бастапқы моментін тауып аламыз. Ол келесі формуламен есептеледі:

$$b_2=b_i^2(1+Vb_i)^2 \qquad (3.22)$$

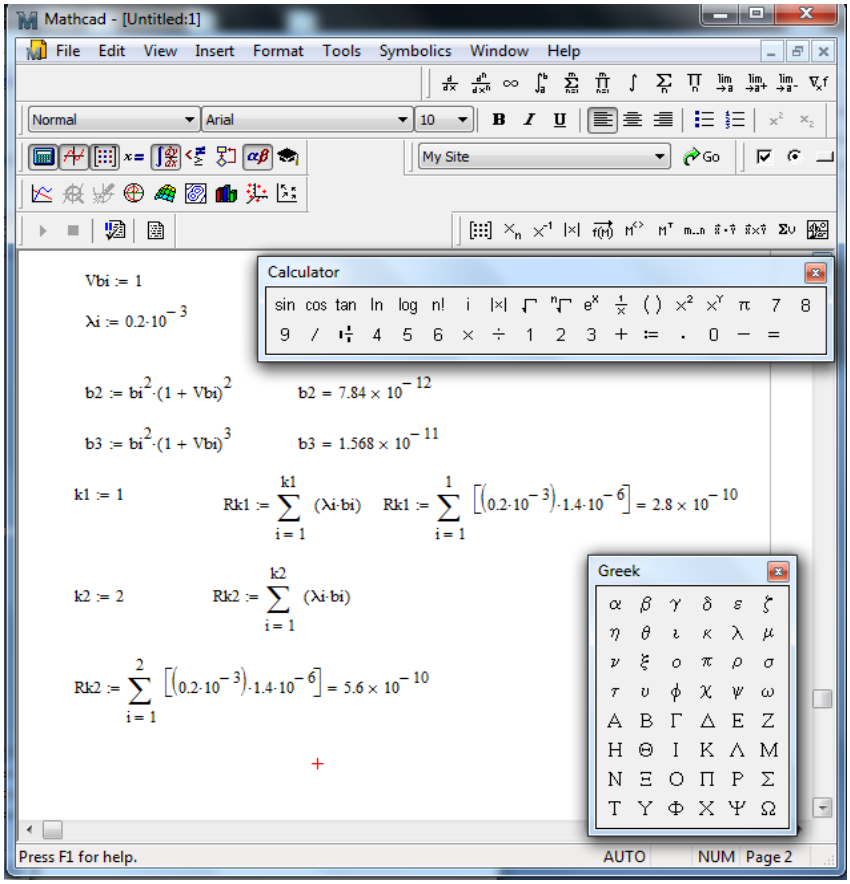
мұндағы V_{bi}- вариация коэффициенті;
b_i – бірінші класс қызмет көрсету ұзақтығы.

$b_2 =(1,4*10^{-6})^2*(1+1)^2=7,8*10^{-12}$с

$b_3=1,568*10^{-11}$с

Бұдан шығатыны орташа күту уақыты $W_{k2}=3,136*10^{-15}$с, ал $w_k=1,176*10^{15}$с тең болады, сонда $b_k=10^{-2}$ тең.

MathCad бағдарламасының көмегімен есептеген есептеулер 3.4 суретте көрсетілген.



3.4 - сурет. MathCad бағдарламасының көмегімен есептеген есептеулер

Қалалық мультисервистік желінің j=1 түйініндегі жоғалту ықтималдығы мына формуламен анықталады:

$$P_{Ij} = \frac{\rho_j^{Kj}(1-\rho_j)}{1-\rho_j^{(K_j+1)}} \qquad (3.23)$$

мұндағы p_j - түйіннің жүктелуі;
K_j=2 – буфер жинақтауыштың сиымдылығы;
$\lambda_j=10^{-7}$;
b_j=0,5 түйіндегі кідіріс вариациясы.

$$pj= \lambda_j*b_j \qquad (3.24)$$

$pj=10^{-7}x0.5=5*10^{-8}$

(3.25) формулаға мәндерді қойып жоғалту ықтималдығы $P_{Пj}=2,5*10^{-15}$ тең болды. Түйіндегі жоғалту коэффициенті:

$$P_{IC} = 1-\prod_{j=1}^{N}(1-\alpha_j P_{Ij}) \qquad (3.25)$$

мұндағы u_j=0,01с - түйіндегі шақырудың орташа болу уақыты;
$\delta_j=10^{-3}$с – кідіріс вариациясы;
N –түйіндер саны;
a_j=0,99 – j түйінінің тарату коэффициенті.

Желінің орташа кідірісі және оның вариациясы келесі формулалармен анықталады:

$$U_C = \sum_{j=1}^{N}\alpha_j u_j \qquad (3.26)$$

$$\delta_c = \sum_{j=1}^{N}\delta_j \qquad (3.27)$$

Жоғалту коэффициенті N түйінінің мына 3.9 формуламен анықталады
Сонда түйіндегі жоғалту коэффициенті $P_{ПС}=2,44*10^{-15}$ тең болады.
Сонда орташа кідірісі $U_c=9,9*10^{-3}$, ал оның вариациясы $\delta_c=10^{-3}$ тең болады.

3.5 VoIP қызметінде кешігуді және жалпы кідірісін есептеу

Дестелік коммутация жүйесіндегі телефондық трафиктің тарату қиындығы оның сөйлескен кезінде пайда болады.

Негізгі қажет емес жағдайлар олар – бір абоненттен екінші абоненттпен сөйлескен кездегі дыбыстық сигналды тарату кідірісі.

Желідегі жалпы кідіріс келесі компоненттерден тұрады:

-жиналудағы кідіріс;

-кодтаудағы кідіріс;

-дестелеудегі кідіріс;

-желілік кідіріс.

Кешігудің орташа уақыты m(T) мына формуламен анықталады:

$$m(T) = \frac{2 - K_{исп} - \frac{x}{1 - p + 2*x}}{2*(1 - K_{исп})} \quad (3.28)$$

Айналудың ықтималдық мәні p = 0,9 және x = 0,3 тең, бұл мынадай жағдайда болады, 60 пайыз уақыт бос болып арнаның 40 пайыз қолданғанда. Мысалы, бір сөйлеуші тыңдап екінші сөйлеуші сөйлеп жатқан кезде.

Орташа кідірісті бағалау:

Десте тұрақты келіп тұрған жағдайда (модель M/D/1) m(T) мына формуламен анықтауға болады:

$$m(T) = \frac{0.75 - \frac{K_{исп}}{2}}{1 - K_{исп}} * \mu \quad (3.29)$$

$$m(T) = \frac{2 - 0.271 - \frac{0.3}{1 - 0.9 + 2*0.3}}{2*(1 - 0.271)} * 120 * 10^{-6}$$

Дестелер келуі Пуассон заңына сүйенсек (модель M/M/1) m(T) мынаған тең:

$$L_{кадр} = L_{инф} + L_{транс} \quad (3.30)$$

$L_{кадр}$= (2048 + 184) * 8 = 17856 бит

$$m(T) = \frac{1 - \frac{K_{исп}}{2}}{1 - K_{исп}} * \frac{L_{полн}}{R_u}$$

$$m(T) = \frac{1 - \frac{0.271}{2}}{1 - 0.271} * \frac{17856}{512*10^3} = 0.041, c$$

Дестелер геометриялық заңмен келіп тұрғанда (модель M/G/1) m(T) мына формуламен анықтауға болады:

$$m(T) = \frac{0.75 - \frac{K_{исп}}{2}}{1 - K_{исп}} * \frac{L_{полн}}{R_u} \quad (3.31)$$

$$m(T) = \frac{0.75 - \frac{0.271}{2}}{1 - 0.271} * \frac{17856}{512 * 10^3} = 0.029, c$$

Желіде дыбыс тарату қызметін бағалауғажалпы кідірісті білу керек, ол күтудің орташа кідірісі кодектегі кідіріс және дестелеудегі кідірістің жиынтығы.

Нәтижелінген кідіріс $m(T_\Sigma)$ құралады, күтудегі кідірістен $m(T)$, дестелеудегі кідірістен $\delta_з$ және дыбыс кодеріндегі алгоритмдық кідірістен $\delta_{кодер}$:

$$\delta_з = (L_{инф} + L_{транс})/R_и \quad (3.32)$$

$\delta_з = (2048 + 184)*8/512*10^3 = 34{,}875$ мс

$$m(T_\Sigma) = m(T) + \delta_з + \delta_{кодер} = m(T) + (L_и + L_{транс})/R_и + \delta_{коде} \quad (3.33)$$

$R_и = 512$ кбит/с кезінде, $\delta_{кодер} = 0.125$ мс тең

Барлық күтудегі кідірістің $m(T)$ нәтижелінген кідірісін табайық $m(T_\Sigma)$

M(T)=0.11+34.875+.125=35.11, мс
M(T)=0.041+34.875+0.125=35, 041мс
M(T)=0.029+34.875+0.125=35.029 мс

Mathcad программасында Triple Play технологиясының VoIP қызметін пайдаланғанда кешігуді және жалпы кідірісін есептеу В қосымшасында көрсетілген.

3.5.1 Өткізу қабілеттілігі.

Желілердің өткізу қабілеттілігін бағалау желі арналарының жүктелуі мен трафиктің негізгі типтері бөліктерінің қатынасына тәуелді техникалық түсіндірулердегі желілік технологиялар мен желі архитектурасының незізгілерінің бірі болып табылады. Өткізу жолағын және трафик анализін бағалау негізінде оның нақты жүктелуін болжауға болады.

Triple Play қызметін қолданушылар желіге үлкен жүктеме түсіреді, себебі таратылатын дыбыс, дерек және бейне сигналдың қол жеткізерлік сапасын қамтамасыз ету үшін 8 Мбит/с-тан төмен болмайтын өткізу жолағын қолдану керек. Әрбір қолданушының жалпы жұмыс уақытының ұзақтығы күніне 1 сағатты құрайды. Е2 жолының жұмыс ұзақтығы 6 сағатты құрайды.

Таратылатын мәліметтердің көлемі мен уақыты туралы ақпарат статистикалық зерттеулердің негізінде алынған.

10 Гбит/с локалды желі бойынша таратылатын дауыстық мәліметтердің көлемін рұқсаттың бір серверімен есептейміз. Ол үшін 3.34-формуланы

қолданамыз:

$$Q = \frac{q}{8} \cdot t \cdot 3600 \tag{3.34}$$

мұндағы q – Triple Play қызметін тарату жылдамдығы (бит/с);
t – тарату уақыты (сағ).

Жоғарыда айтып өткеніміздей Triple Play қызметін таратуда желіге бейне қызметі үлкен жүктеме түсіретінін ескерттік. Сондықтан біз бейне мәліметтерді таратудың өткізу жолағын негіз ретінде аламызда, оған қосымша дерек және дыбысқа кететін өткізу жолағын қосамыз. Тарату жылдамдығы 8 Мбит/с-ты құрайды. Бір жолдың жұмыс уақыты – 6 сағат.

Бір рұқсат серверімен таратылатын бейне мәліметтерінің көлемі (3.34) формула бойынша:

$$Q = \frac{8000000}{8} \cdot 6 \cdot 3600 = 21600000000$$

Кейінгі есептеулер үшін бір жұмыс күні ішінде Ethernet бойынша таратылатын IP-кадрларының санын білу қажет. Біздің жұмыста қолданылатын Alcatel Open Media Suite жабдығы IP-дестелерінің талап етілген өлшемдерін беруге мүмкіндік береді. MPEG-2 кодегінің ерекшеліктерін ескеріп, IP-дестенің өлшемін 2232 байт етіп таңдаған жөн, оның ішінде 2048 байт – ақпараттық және 184 байт – транспорттық ақпаратты болып табылады.
Жұмыс күнінің ішінде пайдалы ақпаратты тарату үшін Gigabit Ethernet кадрларының қажетті санын 3.35-формула бойынша есептейміз:

$$N = \left[\frac{Q}{2048} \right] + 1 \tag{3.35}$$

мұндағы Q – таратылатын ақпарат көлемі (байт);
2048 – бір Gigabit Ethernet кадры бөлігінің ақпараттық (пайдалы) ұзындығы.

Таратылатын кадрлар саны (3.35)-формула бойынша мынаған тең:

$$N = \left[\frac{21600000000}{2048} \right] + 1 = 10546876 \text{ кадрлар/күніне.}$$

Магистралдық байланыс арнасының қажетті өткізу кабілеттілігін есептеу үшін жаппай қызмет көрсету теориясының математикалық аппаратын қолданамыз. Есептеудің бастапқы мәліметтері жоғарыда табылған таратылатын Gigabit Ethernet кадрларының саны және стандартты шама болып табылатын бір кадрдың ақпараттық бөлімінің ұзындығы алынады.

Жаппай қызмет көрсету теориясын қолдану үшін кадрлардың түсу жылдамдығы мен қызмет көрсету арасындағы қатынасты білу қажет.

Кадрлардың түсу жылдамдығын трафиктің интенсивтілігінен, яғни таратылатын кадрлар санынан 3.36-формула бойынша анықтаймыз:

$$V = \frac{N_{\text{кадров}}}{T \cdot 3600} \qquad (3.36)$$

мұндағы $N_{\text{кадров}}$ – жұмыс күні ішінде таратылатын кадрлар саны;
T – жұмыс күнінің ұзақтығы, сағат.

Берілген шарттарда кадрлардың түсу жылдамдығы (3.36) формула бойынша мынаған тең:

$$V = \frac{10546876}{6 \cdot 3600} = 488 \text{ кадр/с.}$$

Ақпаратты магистралді желі бойынша тарату үшін ақпараттық дестелерге адрестік ақпарат қосылады, демек, магистралді арна бойымен таратылатын кадрдың жалпы ұзындығы 3.37-формуламен есептеледі:

$$L_{кадр} = L_{\text{инф}} + L_{транс} \qquad (3.37)$$

мұндағы $L_{\text{инф}}$ – кадрдың ақпаратты бөлігінің ұзындығы;
$L_{\text{адр}}$ – кадрдың адрестік бөлігінің ұзындығы.

Gigabit Ethernet технологиясы үшін ақпараттық бөліктің ұзындығы (біздің жағдайда) $L_{\text{инф}}$=2048 байт және транспорттық бөліктің ұзындығы $L_{\text{транс}}$=184 байт, демек кадрдың жалпы ұзындығы (3.37) формула бойынша есептеледі:

$$L_{\text{кадра}} = 2048 + 184 = 2232 \text{ байт}$$

Қызмет көрсету жылдамдығын есептеу үшін магистралды арнаның нығайтылған жұмыс жылдамдығын аламыз. Бір кадрға қызмет көрсету уақыты (3.38) формуламен анықталады:

$$t_{\text{обс.кад}} = \frac{L_{\text{кадра}} \cdot 8}{V_{\text{канала}}} \qquad (3.38)$$

мұндағы $L_{\text{кадра}}$ – таратылатын кадр ұзындығы, байт;
$V_{\text{канала}}$ – магистралды арнадағы ақпарат алмасу жылдамдығы, бит/с.

$V_{\text{канала}} = 1 \cdot 10^9 .. 10 \cdot 10^9$

$V_{\text{канала}} = 1*10^9 = 1000000000,$

$$t_{обс.кад1} = \frac{2232 \cdot 8}{1000000000} = 0{,}000017856$$

Кадрды тарату уақыты қызмет көрсету уақытымен теңестіріледі. Қызмет көрсету уақыты кері шама болып табылады (3.39-формула).

$$V_{\text{обслуж}} = \frac{1}{t_{\text{обс.кад}}} = \frac{V_{\text{канала}}}{L_{\text{кадра}} \cdot 8} \qquad (3.39)$$

Қызмет көрсету уақытын есептеу нәтижесінде екі жағдай болуы мүмкін:

Кадрларға қызмет көрсету жылдамдығы кадрлардың түсу жылдамдығынан көп болады. Бұл жағдайда магистралды арнаның өткізу қабілеттілігі жеткілікті болады. Алайда, кадрлардың түсу уақыты – уақыт бойынша орташа шама екендігін ескеру керек. Ең көп жүктемелі сағаттар кезінде интенсивтілігі магистралды арнаның өткізу қабілеттілігінің мүмкіндіктерінен асып түсетін ақпараттың ірі көлемінің таратылуы болатын жағдайлар болады;

Кадрларға қызмет көрсету жылдамдығы кадрлардың түсу жылдамдығынан аз болады. Бұл жағдайда магистралды арнаның өткізу қабілеттілігі жеткіліксіз болады. Магистралды коммутатор бұл жағдайда мәліметтердің буферленуін жүргізеді: қайта қабылданатын кадрлар буферлік жадыда алдыңғы кадрлар таратылғанға дейін сақталады. Мұнда кезек және кешігулер пайда болады. Жаппай қызмет көрсету теориясы кешігу уақытын байланыс линиясының жұмыс жылдамдығынан бағалауға мүмкіндік береді.

$$V_{\text{обслуж}} = \frac{1}{0{,}000017856} = 56003{,}6 бит/с$$

Есептеу нәтижесін кесте 3.7- ке енгіземіз.

3.7- к е с т е. Магистральді арнадағы қызмет ету жылдамдығын есептеу нәтижелері

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

Байланыс магистраль арнасынан қаншалықты пайдалануы (3.40) формуламен анықталады.

$$P = \frac{V}{V_{обслуж}} \tag{3.40}$$

мұндағы V –пакеттердің түсу жылдамдығы;

$V_{обслуж.}$ – пакеттерге қызмет көрсету жылдамдығы.

(3.41) формула арқылы магистральді арнадағы пакеттердің жоқ болу ықтималдылығын табамыз

$$P_0=1-P \tag{3.41}$$

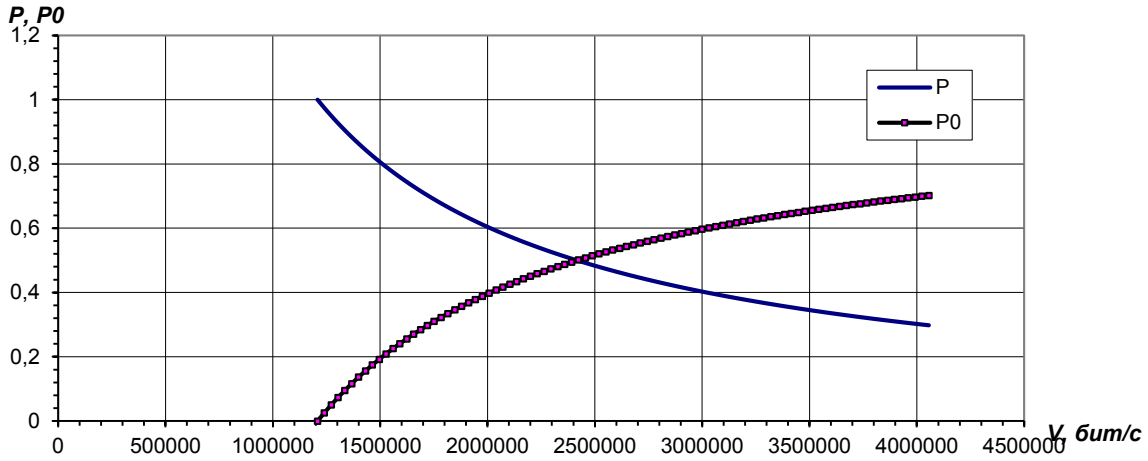
мұндағы P – магистральдік каналды қаншалықты пайдалануы.

3.8-к е с т е. Тұтынушылар деңгейін есептеу нәтижелері және кадрлардың жоқ болу ықтималдығы

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

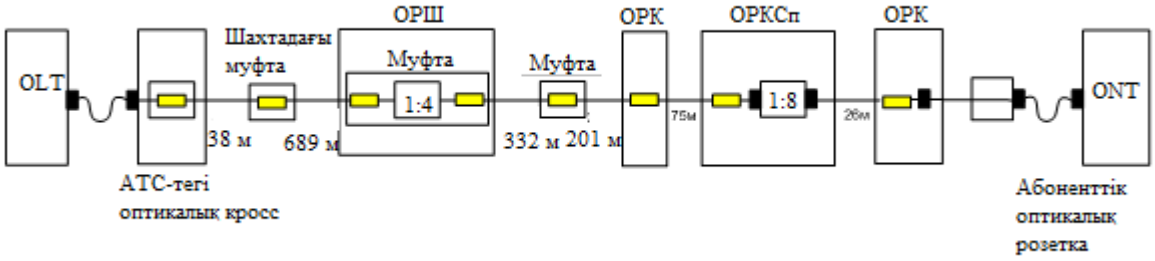
Есептеу нәтижесінен арнаға тәуелді және өткізгіштік қасиетті аранадан кадыр ықтималдығын графикте тұрғызамыз (3.4- сурет)

Осы кестені пайдаланып, график тұрғызу қажет.



3.4-сурет. Пакеттерді қаншалықты пайдалануы және жоқ болуының ықтималдылығынын сұлбасы.

1.5.2 Жоғалтуларды есептеу.



3.5 – сурет. Желінің құрылымдық сұлбасы

3.9 - к е с т е . Жоғалтулар есебі

№	Жоғалту көздері	Бірлік үшін жоғалтулар мөлшері	Саны	Барлық жоғалулар суммасы
1	сплиттер1:4	7,2дб	1	7,2
2	сплиттер 1:8	10,7дб	1	10,7
3	коннектор SC/APC	0,2 дб	7	1,4
4	талшық 1км.	0,36 дб	1,361	0,49
5	Дәнекерленген байланыс	0,1 дб	8	0,8
6	Энергетикалық өшулер бюджеті			20,59

Қорытынды: Өшулікті есептеу қанағаттандырады - 20,59дб, эксплуатациялық қор есебімен – 3дб және айыптық жоғалтулар – 1дб; барлығы – 24,59дб, бұл максимал қажетті мөлшерден төмен – 28дб.

4 Тіршілік қауіпсіздігі

Бұл дипломдық жұмыста Көкшетау қаласында абоненттік қатынау желісін құрудың әдістерін талдау қарастырылады.

Көп қабатты үйлер желісіндегі мыс кабельдерді талшықты-оптикалық кабельдерге ауыстыру нетижесінде желінің жалпы жылдамдығы жоғарылатылып, колизия болу мүмкіндігі кемітіледі. Қызмет түрлерін, яғни интернетке шығу, IPTV бағдарламаларымен қамтамасыз ету, IPPhone қызметтерін бір ортадан көрсетілуін қамтамасыз етеді. Бұл жоба FTTx желісінде GPON технологиясын ұйымдастыру арқылы жүзеге асырылады. Желіде ZTE компаниясының ZTE LTP-8X Series Switches құрылғысы қолданылған, құрылғының эксплуатациясына берілетін кепілдігі өте жоғары.

4.1 Операторлық бөлме жағдайынының талдауы

Бүкіл зал аппараттық және операторлық бөлмелерге бөлінеді. Бұл бөлмелердің өлшемдері: ұзындығы 10 м, ені 11 м, биіктігі 3 м. Ауданы 100 м^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. Аппараттық зал қауіпсіздігі жоғары бөлмелерге жатады, себебі: оған тән белгілер бар, ол адамның бір уақытта 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 энерго шығыны бойнша жұмыс категориясы

Жұмыс	Категория	Организм энерго шығыны, Дж/с, (ккал/сағ)	Жұмыс сипаттамасы
Физикалық	Iб	138 - 172	Отырып немесе тұрып жұмыс істейді, жеңіл физикалық жүктеме

Келтірілген кестеде барлық өндіріс жайларда тұрақты жұмыс орындарының микроклимат параметрлері «Өндіріс жайларының микроклиматы» талаптарына сай болады.

Операторлық жұмыс, пульттермен немесе есептегіш машиналармен жұмыс істейтін залдарда микроклимат параметрлері 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 мерзімі	Жұмыс категориясы	T^0, С	Ауаның жылдамдығы, м/с-ден кем 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: + 25 ^{0}С, қыс мезгілінің температурасы + 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 (380 - 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 [26].

4.1.1 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 4.9 - кестеде келтірілген.

4.3 - 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 [26].

4.1.2 Қондырғылардың бөлетін айқын жылу мөлшерін анықтау.

Қондыр-ғы орнатылатын жайда жылдың жылу кезіндегі, келесі жылу бөлу көздерін ескеретін: операторлардың, күн радиациясының, жасанды жарықтандырудың, коммутация қондырғыларының бөлетін айқын жылу мөлшерін анықтаймыз.

Температура алмасуы барысынан жылу алу немесе жылу жоғалту:

$$Q_{жог} = V_{болме} * X_0 (t_{Ж_{есеп}} - t_{С_{есеп}}) \quad (4.1)$$

Сыртқы температура үшін:

$Q_{жог}$= 300 * 0.42 * (27 - 22) = 630 Вт.

Ішкі температура үшін:

$Q_{жог}$= 300 * 0.42 * (22 - 19) = 378 Вт.

Бөлме көлемі:

$V_{болме}$=10 * 10 * 3 = 300 м^2.

мұндағы $V_{болме}$ - бөлме көлемі, м^2;

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

$t_{Жесеп}$ = 27° - жылы мезгіл уақытында есептелетін сыртқы температура, ^0C;

$t_{Сесеп}$ = 22 ° - суық мезгіл уақытында есептелетін сыртқы температура, ^0C;

$t_{Ж2есеп}$ = 22 ° - жылы мезгіл уақытында есептелетін қолайлы ішкі температура, ^0C;

$t_{С2есеп}$ = 19° - суық мезгіл уақытындағы есептелетін қолайлы ішкі температура, ^0C.

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

Адамның сыртқы ортаға жылу бөлуі 4.3 - кестеде көрсетілген.

4.4 - к е с т е . Адамның сыртқы ортаға жылу бөлуі

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	Жал-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:

$Q_a^{\,a} = 76 * 6 = 456$ Вт.

Жалпы жылу:

$Q_a^{ж} = 102*6 = 612$ Вт.

Адамдардан бөлінетін көмірқышқыл газ және ылғал мөлшері 4.4 - кестеде келтірілген.

4.5 - к е с т е . Адамдардан бөлінетін көмірқышқыл газ 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

4.6 - кестеде 22°С температура үшін ылғал мәнін өрнек құру арқылы есептеу көрсетілген.

4.6 - к е с т е . 22°С температура үшін бөлінетін ылғал мәні

Ылғал, г/сағ	Ауа температурасының бөлмедегі мәні, ^0C	
40	20	$x = \frac{22*40}{20} = 44$
x = ?	22	

Ылғал – 44 г/сағ-қа, ал көмірқышқыл газ - 45г/сағ тең болғанда, бөлмеде 6 адам үшін жалпы ылғал және көмерқышқыл газын бөлу тең болады:

Хылғ = 6 * 44 = 264 г/сағ.
Хком = 6 * 45 = 270 г/сағ.

Жарықтандырғыш құрылғылардан бөлінетін жылу:

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

мұндағы η – электрлік энергияның жылулыққа айналуындағы коэффициенті (люминесцентті лампалар үшін), $\eta = 0.5 \div 0.6$;
Nжар - жарықтандырғыш құрылғының қуаты, 50 Вт.

Еден ауданы:

$F_o = 10 * 10 = 100$ м^2.

Сонда,

$Q_{жар} = \eta \cdot N_{жар} \cdot F_0 = 0,5*50*100 = 2500$ Вт.

Өндірістік құрылғымен бөлінетін жылуды мына формуладан көруге болады:

$$Q_{құр} = P_{құр} * n \quad (4.3)$$

$Q_{орг}$ = 300 * 6 = 1800 Вт.

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

Жалпы шығындық жылу мына формуламен анықталады:

$$Q=Q_{жог}+Q_{р}+Q_{а}+Q_{жар}+Q_{құр} \quad (4.4)$$

Жылы мерзім үшін:

Q = 630 + 190,8 + 456 + 2500 + 1800 = 5576,8 Вт.

Суық мерзім үшін:

Q = 378 + 190,8 + 456 + 2500 + 1800 = 5324,8 Вт.

мұндағы $Q_{жоғ}$ - жылу жоғалту, Вт;
$Q_{р}$ - жарық көздерінің жылуы, Вт;
$Q_{а}$ - адамдардың анық жылу бөлуі, Вт;
$Q_{жар}$ - жарықтандырғыш құралдардан бөлінетін жылу, Вт;
$Q_{құр}$ - өндірістік құрылғылардан бөлінетін жылу,Вт.

4.7 - кестеде бөлмедегі жылу-ылғал балансын есептеу келтірілген.

4.7 - 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 ылғалды есептеу формуласы:

$$W_{л} = d * n \quad (4.5)$$

4.7 - кестеде 22°С температурада жеңіл физикалық жұмыс жасаған кездегі, бөлмедегі 6 адам үшін ылғал бөлінуді есептеуге өрнек құрамыз:

4.7 - к е с т е . Жеңіл физикалық жұмыс кезіндгі ылғал мәні

Жеңіл физикалық жұмыс	Ауа температурасы ^0C	$d=\frac{22*0,125}{20}=0,137$
0,125	20	
d=?		

$W_л = 0,137*6 = 0,822$ кг/сағ.

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

4.8 - к е с т е . АТС-ғы жылу алмасу

Жылу алмасу	Жылулық қуат	
	Вт	кДж
Жарық көздерінен	190,8	686,88
Адамдардан	456	1641,6
Жарықтылық жүйесінен	2500	9000
Өндірістік құрылғыдан	1800	6480
Температура айырмашылығынан болатын жылу жоғалту	378	1360,8
Барлығы жазда:	5324,8	19169,28
Барлығы қыста:	4946,8	17808,48

4.2 Ауаны кондиционерлеу жүйесінің құрылғысы және есебі

Бөлмеге қажетті берілетін ауа мөлшері:

$$G_Я = \frac{Q_Я}{c \cdot (t_{УХ} - t_{ПР})} \quad (4.6)$$

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:

$$Q_Я = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (4.7)$$

$$Q_Я = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 190,8 + 456 + 2500 + 1800 = 4946,8 \text{ Вт}$$

мұндағы Q_1 - құрылғыдан бөлінетін жылу, Вт;

Q_2 - жарық көздерінен бөлінетін жылу, Вт;

Q_3 - адамдардан бөлінетін жылу, Вт;

Q_4 - терезеден өтіп күн радиациясынан берілетін жылу, Вт.

Айқын жылудың ауа алмасуын анықтаймыз:

$$G_Я = \frac{Q_Я}{c \cdot (t_{УХ} - t_{ПР})} = \frac{4946{,}8}{1 \cdot (22 - 17)} = 989{,}4 \text{ м}^3\text{/сағ.}$$

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

$$G = \frac{m * L}{I_{рз} - I_{пр}} \tag{4.8}$$

Жазғы уақыт кезіндегі ауа мөлшері:

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

Қысқы уақыт кезіндегі ауа мөлшері:

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

мұндағы m - жұмыс зонасына түсетін жылу мөлшерін анықтайтын коэффициент, m=1;

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

$I_{рз}$ және $I_{пр}$ - ауаға байланысты жылу сыйымдылығы және жұмыс орнындағы ауа алмасуы, $I_{рз}$ = 55 кДж/сағ, $I_{пр}$ = 51,5 кДж/сағ.

4.3 Өртке қарсы техниканы тиімді таңдау

Бөлмедегі жанғыш заттарға акустикалық және эстетикалық өңдеуге арналған құрылыс материалдары, есік, еден, сигналдық кабелдердің изоляциясы, радиотехникалық бөлшектердің орамдары, ұяшықтар мен шкафтардың жалғағыш кабелдерінің изоляциясы жатады.

Өрт көздері болып бұзылу нәтижесінде әр түрлі күйік элементтер пайда болатын ЭЕМ электрондық схемалары, техникалық қызмет көрсетуге арналған

құралдар, электрқоректендіру құрылғылары, жанғыш құрылыс материалдары және тағы басқалар табылады.

Өрт сөндіру техникалары қозғалмалы қондырғылар, тұрақты қондырғылар және өртсөндіргіштер болып бөлінеді.

Қозғалмалы өрт сөндіру техникаларына өрт сөндіру автокөліктері жатады. Олар үлкен көлемдегі, алыс қашықтықағы өрт жағдайларына арналған.

Тұрақты қондырғылар өрттің басталу кезінде адамның қатысуынсыз өртті сөндіру үшін арналған. Олар сулы, ауасулы, газды, ұнтақты және булы болып бөлінеді. Автоматтандырылған және арақашықтықты қолмен басқарылу бола алады.

Спринклерлік және дренчерлік қондырғылар шашырай тозандатылған сумен өрт сөндірудің автоматты құралдарына жатады.

Спринклерлік қондырғылар іші суға толған және спринклерлік қалпақшалармен жабдықталған шашыранқы келген құбырлар жүйесі болып табылады. Спринклерлік қалпақшалардың тетіктері белгілі бір температурада балқитын тез ерігіш құлыптармен бекітілген. Жүйедегі су қысымның әсерінен қалпақшаның тетігінен шығады да бөлменің құрылыс заттары мен жабдықтарын суландырады.

Дренчерлік қондырғылар ауданы 12 $м^2$ еденді суландыратын, тетігінің диаметрі 8, 10 және 12,7 мм болатын арнайы дренчерлік қалпақшалар орналасқан құбырлар жүйесі болып табылады.

Дренчерлік қондырғылар автоматты және қолдан қосылуы мүмкін. Қондырғыны іске қосқаннан кейін су жүйеге толады да тетік арқылы дренчерлік қалпақшалардан ағады.

ОП –5 типті көбікті өртсөндіргіштер аумағы жобамен 1 $м^2$ жану ауданында қатты жанғыш, жеңіл тұтанғыш және жанғыш сұйықтықтарды сөндіру үшін тағайындалған. Заряд массасы – 9,1 кг, зарядталған өртсөндіргіш массасы – 14,5 кг, көбік – 90 л, әрекет ету уақыты – 60 сек,шашылу қашықтығы – 6-8 м.

ОПС – 10 типті ұнтақты өртсөндіргіш сілтілі металдар, кремнийлі органикалық заттар және басқа қосылыстар жанғанда шағын өрт ошақтарын сөндіруге қолданылады [3].

ОУ – 2, ОУ – 5, ОУ – 8 типті газ өртсөндіргіштер ауадан оттегі келмей- ақ жанатын заттардан басқа заттар, материалдар және электр қондырғылар шағын өрт ошақтарын сөндіруге арналған. Мұнда өртсөндіргіш зат ретінде көміртегі қостотығын, сирек азот және инертті газдар қолданылады [5].

Бөлмеде бағалы жабдықтар мен элекр тогымен жұмыс істейтін техникалардын орналасуына байланысты және өрт қаіпсіздігінің ережелеріне сәйкес БС бөлмесіне 15 $м^2$ арналған ОУ -5 өртсөндіргіштері орнатылған. БС бөлмесінің жалпы ауданы 15 $м^2$ болғандықтан, онда бір өртсөндіргіш орнатылады. Өрт сөндіру заты ретінде аралас көмірқышқыл – хладон құрамы қолданылады. Автоматты өрт сөндіру жүйесінің қалыпты жұмыс жасауын қамтамассыз ету үшін параметрлерін есептеу 5.2.2 - ші бөлімде келтірілген.

5 Бизнес жоспар

5.1 Түйін

Бизнес жоспардың мақсаты – PON технологиялары негізінде интернет пен кабелдік теледидар желісіне қатынау жобасын экономикалық тұрғыда негіздеу. Көкшетау қаласында бұл жоспардың орындалуы ұйымдастырушы компанияға байланыс және телевизия қызметтері нарығында орын тауып, тұрақты және жақсы табыс алуға көмектеседі.

Компанияның негізгі мақсаттары:

- қаланың ең перспективті аудандарын сапалы интернет және IPTV-мен қамтамасыз ету;
- қаланың телекоммуникациялық нарығында алдыңғы орында болу;
- жақсы пайда табу.

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

Оператор тұтынушыларды сапалы түрде келесі қызмет түрлерімен қамтамасыз етуі керек:

- ақпараттық қорларға қатынау қызметі;
- басқа желідегі пайдаланушылармен электрондық почта арқылы хабар алмасу, Web-хостингта өзінің жеке ақпаратын орналастыра алу;
- IP-телефония, видео-телефония қызметтері;
- IP-TV, VOD қызметтер пакеті;
- басқа телекоммуникациялық қызметтер.

Провайдерлік желілеріне қатынау сыртқы торапта ажыратылған цифрлі желілер арқылы жүзеге асады.

Операторда көптеген байланыс қызметтеріне лицензиясы бар, оның ішінде: жергілікті телефон байланысы, мәліметтерді жіберу қызметі, интернетке шығу және цифрлік ТВ қызметі.

Мәліметті тасымалдауда Gum компаниясы желісінің айырмашалағы:

- интернет және негізгі IP қызметтерге жылдам қытынау;
- коммутациялық пакеттер – IP байланысы оңтайланған;
- абоненттің үнемі on-line болуы;
- жоғары жылдамдық – әр абонентке 100 Мбит/с дейін;
- рұқсатсыз қатынуға қарсы тарайтын ақпаратты жоғары деңгейде қорғау;
- аса жөғары өнімділігі;
- кеңжолақты қызметтер: VPN, VLAN;
- жеңіл ауқымдағы;
- технологияның перспективтігі.

50 Мб трафикті қолданатын жеке интернет тұтынушысы болсын, не лимитсіз трафикті қолданатын ірі компаниялар болсын, аталған технология кез-келген тұтынушының көңілінен шығады.

Барлық тұтынушыларды 3 топқа бөлуге болады.

Біріншілері – көп пәтерлі үйлерде тұратын жеке тұлғалар, олар тек IP-TV немесе IP-TV-мен қоса интернетті пайдаланады.

Екіншілері – заңды тұлғалар, олар тек интернетті немесе интернетпен бірге IP-TV пайдаланады. Оның қатарына орташа фирмаларды, медицина орталықтарын, интернет - клубтарды жатқызуға болады.

Үшіншілері − кешенді қызметті пайдаланатын тұтынушылар (IP-TV, IP-телефония мен Интернет). Осы топқа ірі бизнес орталықтары, қонақ үйлер, ЖОО және жаңа тұрғын кешендер кіреді.

Республикамыздағы осы технология нарығына келер болсақ, қазіргі таңда бұл қызметтер даму үстінде.

Gum компаниясының негізгі бәсекелестері "ICON" және "Digital TV" болып табылады.

Кеңжолақты мультисервистік қатынау нарығының ауқымды бөлігі Gum компаниясына тиесілі.

Қазір жаңа және бұрынғы фирмалардың арасында бәсекелестікті байқауға болады. Олар PON жаңа және перспективті технологиясының тиімділігін түсінді.

5.2 Маркетинг

Компанияның дұрыс таңдалған маркетинг саясатына бүкіл кәсіпорынның табысты болуы тәуелді болады. Бұл әртүрлі сауда орталықтарындағы IP-TV демонстрациялық көрсетілімдері, ТВ, радио және БАҚ арқылы жарнамалау.

«KITEL» сынды IT-индустриясының көрмелеріне қатысу өте маңызды. Сондай-ақ, абоненттерді ақысыз негізде пилотты (демонстрациялық) түрде қосу ұтымды қадам болып саналады, мұндай қатынауға абонент бағалағаннан кейін өзі қосылып алады.

Өнімді нарықта алға басу үшін жарнаманың келесі түрлері пайдаланылады:

- жылма-жыл көрмелер;
- жарнамалық тақталар, плакаттар, прайс-қағаздар;
- бұқаралық ақпарат құралдары.

5.3 Қаржы жоспары

5.1 – кестеде қажетті құрал-жабдықтардың тізімі және олардың бағасы көрсетілген.

5.1 - к е с т е . Құрылғылар құны

Құрылғы	Түрі, маркасы	Саны, дана	Бірлік бағасы, теңге	Толық бағасы, теңге
OLT	LTP-8X	6	1 028 800	6 172 800
Оптикалық кросс (ODF)	ШКОС-С-2U	1	13 825	13 825
Оптикалық муфта	МТОК-К6/108-1КТ3645-К	3	9 145	27 435
ОБҚСп (ОРКСп)	*ШКОН-МПА/2-8SC-8SC/APC-8SC/APC*	65	3 500	227 500
ONT	NTP-RG-1402G-W	1099	10 445	11 479 055
Оптикалық кабель	G.652 D	2500	120	300 000
Телекоммуникациялық шкаф	*REC-6478S*	1	46 000	36 000
Барлығы				18 256 615

Жұмсалатын қаржы көлемі.

Оптикалық кабельдің жүргізілуі мен монтажына кететін шығындар, $К_{\Sigma}$:

$$К_{\Sigma} = К_{О} + К_{Ж} + К_{М} + К_{жт} + К' \quad (3.1)$$

мұндағы $К_{О}$ – құрал-жабдық сатып алуға жұмсалатын қаржы, тг;
$К_{Ж}$ – жобалау шығындары, тг;
$К_{М}$ – желінің монтажына жұмсалатын қаржы, тг;
$К_{жт}$ – жүк тасымалдауға жұмсалатын қаржы, тг;
К' – орауға кететін шығындар, тг.

Кабельді салуды ұйымдастыруға кететін шығындар келесі формуламен анықталады:

$$К_{Ж} = 1{,}07 * К'_{Ж} * L_{Ж} \quad (3.2)$$

мұндағы $К'_{ж}$ – бір километр оптикалық кабельдің бағасы, тг;
$L_{ж}$ – жобаланған абоненттік қатынау желісінің жалпы ұзындығы, км;
1,07 – құрылыс кезіндегі кабельдің артықшылығын ескеретін коэффициент.

Бір километр оптикалық кабельдің құны 300 000 теңгені құрайды (канализацияда кабельді тосеу, құрылыстық алаңда жүргізілетін кабельдің ұзындығын өлшеу және муфтаны орнату жатады).

Жоспарланған желінің жалпы ұзындығы 2.5 км-ді құрайды.

Кабельді салу үшін кететін шығынды (3.2) формуламен анықтаймыз:

$K_Ж$ = 1,07 * 300 000 * 2.5 = 802 500 тг.

Құрылғының монтажына кететін шығынды анықтаймыз, ол құрылғының жалпы құнының 10% құрайды:

$K_м$ = 18 256 615 * 0,1 = 1 825 661,5 тг.

Қоймалық дайындық жұмыстары және жүк тасымалдау шығыны құрылғының жалпы құнының 2,5 %-н құрайды:

$K_{жт}$ = 18 256 615 * 0,025 = 456 415,375 тг.

Орауға кететін шығындар жалпы құнының 0,5% құрайды:

K' = 18 256 615 * 0,005 = 91 283,075 тг.

Жалпы қаражат шығыны:

K_Σ = 18 256 615 + 802 500 + 1 825 661,5 + 456 415,375 + 91 283,075 = 21 432 474,95 тг.

Жылдық эксплуатациялық шығындарды келесі өрнектен анықтаймыз:

$$Э = Ж + С_{эл.с} + А + М + С_{эл} + С_{адм} + С_ж \quad (3.3)$$

мұндағы Ж – қызметкерлердің, әлеуметтік кепілденуге төленетін төлемдерімен қосқанда, негізгі және қосымша жалақысы, тг;

$С_{эл.с}$ – әлеуметтік салым, тг;

А – амортизациялық аударымдар, тг;

М – материалдар мен қосалқы бөлшектерге жұмсалатын шығындар, тг;

$С_{эл}$ – өндіріске қажетті электр энергиясының шығыны, тг;

$С_{адм}$ – өзге басқару, административті және пайдалану шығындары, тг;

$С_ж$ – жарнама шығыны, тг.

Жоба бойынша қолданыстағы техникалық нысаналарда электр тогымен қамту көздері қарастырылады. Қондырғыларды жөндеу және орнату жұмыстарын қызметкерлер орындайды, сондықтан шығын көлемі аз болады. Инженер қызметіне 0,5 қойылым төленеді. Жалақыны анықтау үшін 5.2-кестеде

жұмысшылардың орташа айлықтары келтірілді [15].

5.2 - к е с т е . Қызмет көрсететін жұмысшылардың орташа айлықтары

Тізім	Саны	Айлық жалақысы, теңге	Жылдық жалақысы, теңге	Барлығы, теңге
Инженер I категория	1	80 000	960 000	960 000
Инженер II категория	1	60 000	720 000	720 000
Операторлар	4	50 000	600 000	2 400 000
Барлығы	6	190 000	2 280 000	4 080 000

Бір жыл ішіндегі негізгі жалақы $Ж_{нег}$ = 4 080 000 тг.

Жалақының жылдық қорына негізгі жалақының 30% құрайтын қосымша жалақы кіреді (мейрам күндері жұмыс істеу, тыс уақытта жұмыс істеу):

$Ж_{қос} = Ж_{нег} * 0,3 = 4\ 080\ 000*0,3 = 1\ 224\ 000$ тг.

Еңбек төлемдерінің қоры негізгі және қосымша жалақыдан табылады:

$ЕТҚ = Ж_{нег} + Ж_{қос} = 4\ 080\ 000 + 1\ 224\ 000 = 5\ 304\ 000$ тг.

Әлеуметтік салық еңбек төлемдері қорының 11% құрайды:

$С_{эл.с} = (ЕТҚ – 0,1 * ЕТҚ) * 0,11 = (5\ 304\ 000 – 530\ 400) * 0,11 = 525\ 096$ тг.

Сонда,

$Ж = ЕТҚ + С_{эл.с} = 5\ 304\ 000 + 525\ 096 = 5\ 829\ 096$ тг.

Амортизация қондырғы құнының 15% құрайды:

$A = 21\ 432\ 474,95 * 0,15 = 3\ 214\ 871,243$ тг.

Электр энергиясына қажетті шығындар:

$$С_{ЭЛ} = W * T * S \qquad (3.4)$$

мұндағы W – тұтынылатын қуат, W = 4,03 кВт (OLT – 51 Вт, сервер – 1460 Вт, шкаф – 2,4 кВт; басқалары – 120,3 Вт);

T – жұмыс істеу уақыты, T = 8760 сағ/жыл;

S – киловатт-сағат электр энергиясының құны.

Бұл құрылғы электр тогын 24 сағат пайдаланатын болғандықтан біз

Көкшетау қаласы үшін тағайындалған екі аймақтық есептеу жүйесін пайдаланамыз, яғни күндізгі тариф 1 кВтч үшін –17,48 теңге, ал түнгі тариф 1 кВтч үшін – 4,29 теңге.

Сонда жалпы құны:

S = (17,48 + 4,29)/2 = 10,885 тг/(кВт*сағ).

Электр энергиясына қажетті шығындар:

$C_{ЭЛ}$ = 4,03 * 8760 * 10,885 = 384 270,978 тг.

Материалдар мен қосалқы бөлшектерге керек шығындарды жүйенің құнынан 2% ретінде анықталады:

М = 18 256 615 * 0,02 = 365 132,3 тг.

Өзге шығындардың құны ЕТҚ 10% құрады:

$C_{адм}$ = ЕТҚ * 0,10 = 5 304 000 * 0,10 = 530 000 тг.

Берілген жобаның қолданысқа енуіне жарнама қажет болғандықтан, жарнама шығындарын айына 50 000 теңге деп аламыз:

$C_{ж}$ = 50 000 * 12 = 600 000 тг/ж.

Несие алу қарастырылмағандықтан «Қазақтелеком» АҚ өзінің қаржыларын пайдаланады да, $К_Р$ көрсеткіші нөлге тең. Осылайша эксплуатациялық шығындар келесі шамаға тең болады:

Э = 5 829 096 + 3 214 871,243 + 365 132,3 + 384 270,978 + 530 000 + 600 000 = 10 923 770,52 тг.

5.4 Табыстар

Бөлімде өзге өнімдерге және өнеркәсіптің дамуына және кеңейтілуіне керекті қаржыны анықтау жоспары келтіріледі. Қаржылардың қажеттігін бағалау орындалады. Берілген жобаны іске қосу үшін 21 432 474,95 теңге инвестиция керек және ішкі өзіндік қаржыландыру қолданылады.

Мүмкін болатын салынған қаржының қайтарылу мерзімі, табыстарды қоса есептегенде – 18 ай болуы тиіс. Қондырғының жұмыс істеу мерзімі 14 ай деп қарастырғандағы берілген жоба бойынша салынған қаржының толық дисконтталған қайтарылу мерзімі жарты жыл шамасында болады.

Желі абоненттері ретінде заңды және физикалық тұлғалар сымсыз рұқсат жүйесінің 40/60% сыйымдылығын қолданады. Сондықтан есептеулерді орындау үшін физикалық және заңды тұлғаларға бөлек тарифтерді ескеру керек. Орташа есеппен 300 абоненттің қосылуын есептейміз [15].

Операторлардың табыстары келесі құраушылардан тұрады:

$$D = D_{зан\ т} + D_{физ\ т} \quad (3.5)$$

мұндағы $D_{зан\ т}$ – заңды тұлғалардан табыс, тг;

$D_{физ\ т}$ – физикалық тұлғалардан табыс, тг.

Заңды тұлғалардан табыс орнатудан келетін табыстан және абоненттік төлем табыстарынан құралады.

Заңды тұлғаларға орнатудан түсетін табыс келесі жолмен анықталады:

$$D_{зан\ орн} = q * U_{орн\ зан} \quad (3.6)$$

$D_{зан\ орн}$ = 75 * 42280 = 3 171 000 тг.

мұндағы $U_{орн\ зан}$ - заңды тұлғалар үшін орнатудан алынатын бір уақыттық тарифі, тг;

q – заңды тұлғалар абоненттерінің саны.

Интернет желісінің қорын пайдаланған үшін алынатын табыстар:

$D_{Абон.Интернет}$ = 75 * 20000 * 12 = 18 000 000 тг;

$U_{АбП.Internet}$ = 20000 теңге (шексіз трафик).

Заңды тұлғалардан түсетін табыс:

$D_{зан\ т}$ = 3 171 000 + 18 000 000 = 21 171 000 тг.

Физикалық тұлғалар пайдасы орнату және абоненттік төлем табыстарынан тұрады.

Физикалық тұлғалар үшін орнатудан түсетін табыстар келесідей анықталады:

$$D_{физ\ орн} = q * U_{орн\ физ} \quad (3.7)$$

$D_{орн.физ}$ = 225 * 1570 = 353 250 тг.

мұндағы $U_{орн\ физ}$ - физикалық тұлғалар үшін орнатудан алынатын бір

уақыттық тарифі, тг;

q – физикалық тұлға абоненттерінің саны.

Интернетті пайдалану бойынша табыстар:

$$D_{абон.төл} = q * U_{абон.физ} \quad (3.8)$$

мұндағы q – физикалық тұлғалардан абоненттер саны;

$U_{абон.физ.}$ – физикалық тұлғалар үшін абоненттік төлем тарифі, тг.

$D_{абон.төл}$ = 225 * 3500 * 12 = 9 450 000 тг;

$U_{АбП.Internet}$ = 3500 теңге (Трафик 100 Гб).

Интернетті пайдалану бойынша табыстар:

$D_{физ.т} = D_{орн.физ} + D_{абон.т}$ = 353 250 + 9 450 000 = 9 803 250 тг.

Осылайша, оператор табыстары:

Т = 21 171 000 + 9 803 250 = 30 974 250 тг.

3.4.1 Пайда және қайтарылу мерзімдері.

Қайтарылу мерзімін есептеу үшін абсолютті экономикалық тиімділік шамасын білу қажет.

Абсолютті экономикалық тиімділік таза пайданың (ТП) капитал салымдарының құнына қатынасы ретінде анықталады:

$$E = \frac{ТП}{K} \quad (3.9)$$

Таза пайда келесі жолмен анықталады:

$$ТП = Т * 0,8 \quad (3.10)$$

мұндағы 0,8 салық төлеміне кететін 20% пайызын алып тастаған кезде қалатын шама.

ТП = 30 974 250*0,8 = 24 779 400 тг.

Осыдан,

Е = 24 779 400 / 21 432 474,95 = 1,156.

Қайтарылудың есептік мерзімі абсолютті экономикалық тиімділікке кері

шама ретінде анықталады:

$T = 1/E = 1/1,156 = 0,865 \approx 0,9.$

Осылайша, жобаның шығындарының қайтарылу мерзімі 9 ай.

Нормативті дисконтталу коэффициенті:

$$TT_i = TT_{нег}/(1+r1) * t \qquad (3.11)$$

мұндағы TT_i – қондырғыны i-рет пайдаланғанна кейінгі таза табыс, тг;
ri – дисконтталу қойылымы;
r1 = 20% жылдық;
t – дисконтталу уақыты.

$TT_1 = TT_{нег} / (1+0,2)\ 1 = 24\ 779\ 400 / 1,2 = 20\ 649\ 500$ тг;
$TT_2 = TT_{нег} /(1+0,2)\ 2 = 24\ 779\ 400 / 2,4 = 10\ 324\ 750$ тг;
$TT_3 = TT_{нег} /(1+0,2)\ 3 = 25\ 844\ 640 / 3,6 = 6\ 883\ 116,7$ тг.

Дисконтталуды ескергеннен кейінгі қайтарылу мерзімі:

$T = К_{вл} / TT_{ср} = 21\ 432\ 474,95 / 12\ 619\ 122,23 = 1,69 \approx 1,7$ жыл

5.1 - сурет. Жобаның экономикалық көрсеткіші

5.3 - к е с т е . Экономикалық негізгі көрсеткіштер

Көрсеткіш атаулары	Мәні, теңге
Жүйенің құны	18 256 615
Тасымалдау құны	456 415,375
Орнату құны	802 500
Капитал шығындары	21 432 474,95
Еңбек төлемдерінің қоры (ЕТҚ)	5 304 000
Әлеуметтік салық	525 096
Амортизациялық аударымдар	3 214 871,243
Электр энергиясының шығындары	384 270,978
Жарнама шығындары	600 000
Эксплуатациялық шығындар	10 923 770,52
Табыс	30 974 250
Таза пайда	24 779 400
Абсолютті экономикалық тиімділік	1,156
Қайтарылу мерзімі, айлар	9
Дисконтталуды ескергендегі қайтарылу мерзімі, жыл	1,7

Қазіргі уақытта, GPON технологиясы тек бірегей қатынау нұсқасы болмаса да, ең көп таралымға ие болады. GPON тек қана бір оптикалық шығыспен, әр жақта орналасқан түрлі желілік мүмкіндіктері мен қатынау жылдамдығына әр түрлі талаптары бар көптеген тұтынушыларға тиімді қызмет көрсете алады.

Бас станция, барлық қажет болған құрылғылар, кабельдік инфрақұрылым және тұтынушы түйіндері жасалды. Бүкіл желі заманауи технологиялар негізінде жобаланды және болашақта оған қойылатын талаптарға толығымен жауап береді.

Жоғарыдағы кестеде барлық есептеулер нәтижесінен көріп отырғанымыздай, экономикалық тиімділік көрсеткіші 1,156, ал қайтарылым мерзімі 9 ай. Яғни, жобаланатын желі тоғыз айдан кейін өзін-өзі ақтап, пайда әкеле бастайды. GPON желісін ұйымдастыру телекоммуникация саласы үшін табысты болып саналады.

Қорытынды

Осы дипломдық жобада жаңа ұрпақ желілерінің құрастыруларының негізгі архитектурасы қарастырылған. Негізгі қаралатын «GPON» архитектурасымен пассивті оптикалық желі арқылы кеңжолақты мультисервисті абоненттік рұқсаттың жүйесі келтірілген. Қазіргі кезде GPON технологиясы танымал және ең көп таралымға ие болады деген бірауызды ой қалыптасқан. PON тек қана бір оптикалық талшық арқылы, географиялы әр жақта орналасқан түрлі желілік мүмкіндіктері мен қатынау жылдамдығына түрлі талаптары бар көптеген тұтынушыларға тиімді қызмет көрсетуге мүмкіндік береді. Талшықтың өте үлкен өткізу жолағына байланысты орталық түйіннен келетін талшық көптеген тұтынушы арасына таралуы, оңтайлы шешім болып табылады. Бұл талшықты-оптикалық кабельді жүйенің салынуы мен оның болашақ қолдану шығындарын азайтып, жоба экономикалық жағынан пайдалы болып табылады. Жобада кабельді инфрақұрылым және тұтынушы түйіндері жасалынды. Барлық желі заманауи технологиялар негізінде жобаланды, және болашақта қойылатын талаптарға мүлтіксіз жауап бере алады.

Жұмыс барысында Көкшетау қаласындағы "Автогород" ықшам ауданының желі инфрақұрылымы, желіні тұрғызу үшін кететін толық экономикалық есептемелер қарастырылған. Экономикалық есептемелер қанша құралдардың жаңа желіні тұрғызуға жұмсалатынын көрсетті. Ол жобаланған ықшамаудан үшін жаңа желілердің енгізілуі экономикалық жағынан тиімді екенін көрсетті. Желі инфрақұрылымын ұйымдастыру үшін негізгі құрылымдардан талдау өткізіп, өңірде осы құрылымдардың өте тиімді өндірушісін және жабдықтаушыны анықтадық. Ауданның орналасу орнын есепке алған жағдайда, қызмет етуші қызыметкерлердің еңбек ақысы жеткілікті биік болады. Сонымен қатар өмір тіршілік қауіпсіздігіне байланысты АТС-77 ғимаратының бөлімінде операторлық бөлме жағдайын талдап, есептеулер жүргізу арқылы сол бөлмеге кондиционерлеу жүйесі таңдалды. Техникалық-экономикалық бөлімде тақырып бойынша бизнес жоспарын құра отырып, эксплуатациялық шығындарды, экономикалық тиімділік көрсеткіштеріне есептеулер жүргізіп, өтелу мерзімі анықтадық.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1 Корнышев Ю.Н., Фань Г.О. «Теория распределения информации». – М.: Радио и связь,1985 г.

2 Методическое руководство по проектированию телефонных сетей: «Определение эффективности капитальных вложений и основных технико-экономических показателей». – Кишинев: Издательство КПИ, 1987 г.

3 Катюшкин В.С., Линейно кабельные сооружения.-М.: Вестник связи, №9, 2009

4 Гаскевич Е.Б., Навивная технология для строительства сети FTTH.-М.-Вестник связи, №9, 2012

5 Гольдштейн А.Б., Соколов Н. А. «Метод расчета характеристики при использование широковещательного режима» – Мир связи. 2006. № 11.

6 http://www.bitrace.ru/private-clients/internet-private-houses/ftth-fiber-to-the-home.html

7 http://fiber-optic.org.ua/post/36.htm

8 http://www.bestreferat.ru/referat-168471.html

9 Шельгов В.И. ШПД как катализатор развития. – Сети и системы связи, №3, 2003

10 Варакин Л.Е. Теория систем сигналов. - М.; Радио и связь, 1978.

11 Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. «Технологии скоростного доступа FTTx» – СПб.: BHV-2006.

12 Дымарский Я.С., Крутякова Н.П., Яновский Г.Г. «Концепция построение мультисервисной сети». – Мобильные коммуникации. 2003г

13 Семёнов Ю.В. «Оптимальное место для FTTx» Наука и Техника 2005г

14 Гольдштейн Б.С., Орлов О.П., Ошев А.Т., Соколов Н.А. FTTHдоступ по оптоволоконным линиям// Вестник связи.-2003.-№6.

15 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: Энергоатомиздат”М:1999 г

16 Верховский Е. И. Пожарная безопасность на предприятиях связи М: Высшая школа. 1987 г.

17 Баклашов Н.И. и др. Охрана труда на предприятия связи и охрана окружающей среды: Радио и связь.1989.

18 Хакимжанов Т.Е. Жандаулетова Ф.Р., БЖД. Дипломное проектирование. Расчет воздухопровода и выбор вентилятора. Методические указания по выполнению раздела в дипломных проектах для студентов всех форм обучения специальностей 050717 – Теплоэнергетика и 050718 – Электроэнергетика. – Алматы: АИЭС, 2006. – 22 с.

19 Санатова Т.С., Хакимжанов Т.Е. Охрана труда и основы безопастности жизнидеятельности: Методические указания к выполению раздела «Расчет электромагнитного поля»-Алматы:АИЭС,2011.

20 Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопастность жизнедеятельности: методическое указания к выполению раздела «Расчет

производственного освещения»-Алматы:АИЭС,2009.20 с.

21 Баратова А.Н. Пожарная безопасность, Москва 1987.

22 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1984.

23 Голубицкая, Г.М. Жигульская. Экономика связи: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1999 – 392

24 Базылов К. Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Выпускная работа бакалавров. Экономический раздел. – Алматы: АИЭС-2009

25 Алибаева С.А. Методические указания к экономической части дипломного проекта для специальности (для студентов всех форм обучения, напраление 652400 – радиоэлектроника и телекоммуникации).- Алматы: АИЭС, 2001.

26 Алибаева С.А. Методические указания к экономической части

27 ТуманбаеваК. Х., ЛещинскаяЭ.М.. Моделирование систем телекоммуникаций. Конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 050719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. - Алматы: АИЭС, 2009.- 50с.