ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Ақберді Дарын Дәуренұлы

Алматы қаласы Наурызбай ауданында PON технологиясын пайдаланып кең жолақты қатынауды ұйымдастыру

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В06201 – «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасының меңгерушісі, техн.ғыл.кандидаты
_____ Е.Таштай
«30» 05 2023 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Алматы қаласы Наурызбай ауданында PON технологиясын пайдаланып кең жолақты қатынауды ұйымдастыру»

6В06201 – Телекоммуникациялар мамандығы

Орындаған: Д.Ақберді

Рецензент
Ғ.Дәукеев ат.АЭжБУ доценті, PhD докторы
_____ Ә.Ержан
«30» 05 2023 ж.

Ғылыми жетекші техн.ғыл.канд., аға оқытушы
_____ М.М.Ермекбаев
«30» 05 2023 ж.

Алматы 2023

Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю
Ведущ. Чомобаева К.А.
қызметі атқ. жөні
«30» 05 2023 ж.
Персоналды басқару жөнінде бөлім
Отдел по управлению персоналом

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6В06201 – Телекоммуникациялар

БЕКІТЕМІН
Электроника, телекоммуникация
және ғарыштық технологиялар
кафедрасының меңгерушісі,
техн.ғыл.кандидаты
_____ Е.Таштай
«22» ___XII___ 2023 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы *Ақберді Дарын Дәуренұлы*

Тақырыбы *«Алматы қаласы Наурызбай ауданында PON технологиясын пайдаланып кең жолақты қатынауды ұйымдастыру».*

Университет ректорының *«23» қараша 2022 ж. № 408П/Ө* бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «24» мамыр 2023 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) Алматы қаласы Наурызбай ауданының мәліметтері, 2)12 талшықты талшықты-оптикалық кабель – 107 м; 8 талшықты кабель – 294 м; 12 талшыққа муфта; ОРК коробкасы; толқын ұзындығы 1260-1650 нм; максималды жоғалтулар – 17,5 дБ; Құрылғылар тізімі 3) PON технологиясы арқылы талшықты-оптикалық тарату жүйесін есептеу.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Алматы қаласы Наурызбай ауданы байланыс жолдарының қазіргі жағдайы; ә)Тығыздау тәсілдері мен құрылғыларын талдау

б) Оптикалық байланыс жолдарын есептеу.

в)Қол жеткізу желісінің параметрлерін және қажетті жабдықтарды есептеу.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды көрсете отырып):

Жұмыс презентациясы слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 14 атаулардан тұрады.

дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Теориялық бөлім	1.02.2023 - 21.02.2023	орындалды
Негізгі бөлім	21.02.2023 - 01.03.2023	орындалды
Есептеу бөлімі	01.03.2023 - 14.05.2023	орындалды

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

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Техн.ғыл.канд., ЭТжҒТ каф.аға оқытушысы Ермекбаев М.М.	25.05.23	
Теориялық ақпарат	Техн.ғыл.канд., ЭТжҒТ каф.аға оқытушысы Ермекбаев М.М.	25.05.23	
Норма бақылау	ЭТжҒТ каф.аға оқытушысы Досбаев Ж.М.	25.05.23	Досб

Ғылыми жетекшісі _____ М.М.Ермекбаев
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Д.Д.Ақберді

Күні "25" 05 _____ 2023 ж.

АҢДАТПА

Теориялық бөлімде кең жолақты қызметтер түрлері сипатталды.

Кіру желілеріндегі қызметтерді басқару элементтерін бөлу, оптикалық қол жеткізу әдістері, PON құрылғысы, оның жұмыс істеу принциптері, жылдамдықтары, толқын ұзындықтары келтірілді.

Есептеу бөлімінде оптикалық циклдегі жоғалтулар, жоғалтуларға есептеулер жасалды. Өшулік коэффициенттері есептелді.

АННОТАЦИЯ

В теоретической части описаны виды широкополосных услуг.

Приведены распределение элементов управления службами в сетях доступа, методы оптического доступа, устройство PON, принципы его работы, скорости, длины волн.

В вычислительном отделе произведены расчеты потерь, потерь в оптическом цикле. Рассчитаны коэффициенты затухания.

ABSTRACT

The theoretical part described the types of broadband services.

The distribution of control elements of services in access networks, methods of optical access, the PON device, the principles of its operation, speeds, wavelengths are given.

In the calculation section, losses in the optical cycle, calculations for losses were made. The attenuation coefficients were calculated.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе		10
1	Теориялық бөлім	11
1.1	Кең жолақты қызметтер	11
1.2	Кіру желілеріндегі қызметтерді басқару элементтерін бөлу	13
1.3	Оптикалық қол жеткізу әдісі	14
1.4	PON қорғаныс схемаларының эволюциясы	17
2	Ггибридті TDM / WDM PON	20
2.1	OFDM PON	22
2.2	CWDM технологиясы	23
2.3	Модельдеу ортасын таңдау	29
3	Есептеу бөлімі	33
3.1	Оптикалық циклдегі жоғалтулар. Жоғалтуларды есептеу	35
3.2	Әрбір тізбек үшін өшулікті есептеу (OLT-дан ONU-ге дейін)	39
3.3	Муфтадағы әлсіреуді есептеу	41
3.4	Бөлгіштердің бөлу коэффициенттерін есептеу	43
Қорытынды		45
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі		46

КІРІСПЕ

GPON - Gigabit-capable Passive Optical Networks - гигабиттік пассивті оптикалық желі. PON технологиясы туралы алғаш рет 1990-шы жылдары, бірнеше жетекші еуропалық операторлар, соның ішінде British Telecom және France Telecom бірнеше кіру технологиясы үшін бір талшықты қолдануды әзірлеген кезде айтылды. Осылайша, трафикті біріктіру үшін қуат пен қызмет көрсетуді қажет етпейтін пассивті оптикалық сплиттерлер пайдаланылатын ерекше технология пайда болды.

Бүгінгі күні GPON сізге талшықты-оптикалық кабельді пәтерге өткізуге және 1 Гбит / с дейін өткізу қабілеттілігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, бұл ADSL қол жеткізу мүмкіндіктерін 100 есе көбейтеді. GPON технологиясын енгізу Triple Play қызметтерін бір талшық бойынша қамтамасыз етеді: Интернет, VoIP, IPTV; ал жоғары тарату жылдамдығы бірнеше HDTV арналарын бір уақытта көруге мүмкіндік береді. Жаңа желі IP-телефония технологиясын қолдана отырып, жергілікті телефон қоңырауларын жасауға мүмкіндік береді.

GPON (Gigabit PON) - бұл ITU G.984 перспективалы PON стандарты (2005). Тасымалдау хаттамасы – GFP (generic framing protocol) - жалпы рамалық хаттама. Төменгі ағысы - 1490нм, 2,4Gbps немесе 1,2Gbps. Жоғарғы ағымда - 1310нм, 1,2 Гбит/с немесе 622 Мбит/с.

GPON кіру түйіндерінің архитектурасын (Gigabit PON) және APON технологиялық процестерінің негізгі дамуын талдауға болады. Сонымен қатар, PON байланысының өткізу қабілеттілігі де артады, сонымен қатар әр түрлі көпқызметті қондырмалардың таралу тиімділігі де артады. GPON стандарты - ITU-T Rec. G.984.3 GPON 2003 жылдың қазан айында қабылданды.

2008 жылы GPON ITU G.984.6 (2008) стандарты қабылданды, 60 шақырымға дейінгі қашықтықта бір тармаққа 128 абонентті қолдайды.

Teralink компаниясы G.984.6 стандартына сәйкес келетін Alphion GPON жабдықтарын ұсынады.

1 Теориялық бөлім

1.1 Кең жолақты қызметтер

PON технологиясы барлық дерлік абоненттер үшін HDTV сапасымен теледидардың кең таратымды эфирден (multicast) жеке эфирге дейін (unicast, Video-on-Demand) дамуына ықпал етеді. HDTV сапасындағы бейнеарна 20 Мбит/с дейін алады, яғни PON сегментіндегі 64 абонент үшін 1,2 Гбит/с құрайды, бұл GPON-дағы (2,5 Гбит/с) төмен сілтеменің енінің жартысына тең.

GPON 622 Мбит/с-тен 2,5 Гбит/с-қа дейін масштабталатын кадр құрылымын ұсынады, PON тармағындағы төменгі және жоғары ағындағы симметриялық битті жылдамдықты, және де асимметриялы битті жылдамдықты да қолдайды және ITU-T G.704.1 GFP (generic framing protocol, жалпы кадрлық протокол) анықтамаға сәйкес, инкапсуляцияға бір мезгілде әр түрлі типтегі протокол тармақтары кепілдік береді (соның ішінде TDM). Зерттеулер көрсеткендей, трафиктің таралуы мен ағынның ауытқуы ең нашар жағдайда да өткізу қабілеттілігін пайдалану APON-да 71 пайызбен салыстырғанда 93 пайызды құрайды.

Егер SDH-де өткізгіштік бөлу тұрақты деп саналатын болса, онда GFP (бір кадрлық акт) берілген SDH досының текстурасының болуын сақтай отырып, өткізгіштік бөлімді жылжытуға мүмкіндік береді.

GPON технологиясы:

- 1 Гб/с дейінгі жылдамдықтағы жоғары жылдамдықты Интернет.
- HDTV форматы жоғары сандық теледидардың 60-тан астам спутниктік және эфирлік арналарын көріп қана қоймай, сонымен қатар интерактивті қызметтерді пайдалануға мүмкіндік беретін ең жаңа интерактивті IP-теледидар: фильмге жазбаға тапсырыс беріп, оны эфирден кейін қарау, эфирге шыққан телешоуды көру, бейнеханадан фильм тапсырыс беру
- кеңейтілген функциялар жиынтығымен, бір желіде нөмірлердің шексіз санын және көшу кезінде нөмірлерді сақтайтын IP-телефондарды да қосу мүмкіндігі бар жоғары сапалы байланыс. IP-телефония қызметін пайдалана отырып, сіз басқа қалаларға қоңырау шалу кезінде айтарлықтай үнемдей аласыз.

GPON желісі кеңейтілген функциялар жиынтығымен, бір желідегі нөмірлердің шексіз санымен заманауи IP-телефонды қосуға және көшу кезінде нөмірді сақтауға мүмкіндік беретін жоғары сапалы телефонияны қамтамасыз етеді.

Қоңыраулардан айтарлықтай үнемдеу мүмкіндігі болып табылады.

GPON технологиясының тағы бір артықшылығы - жеке үйлер мен пәтерлердегі қауіпсіздік жүйесінің үздіксіз жұмысы.

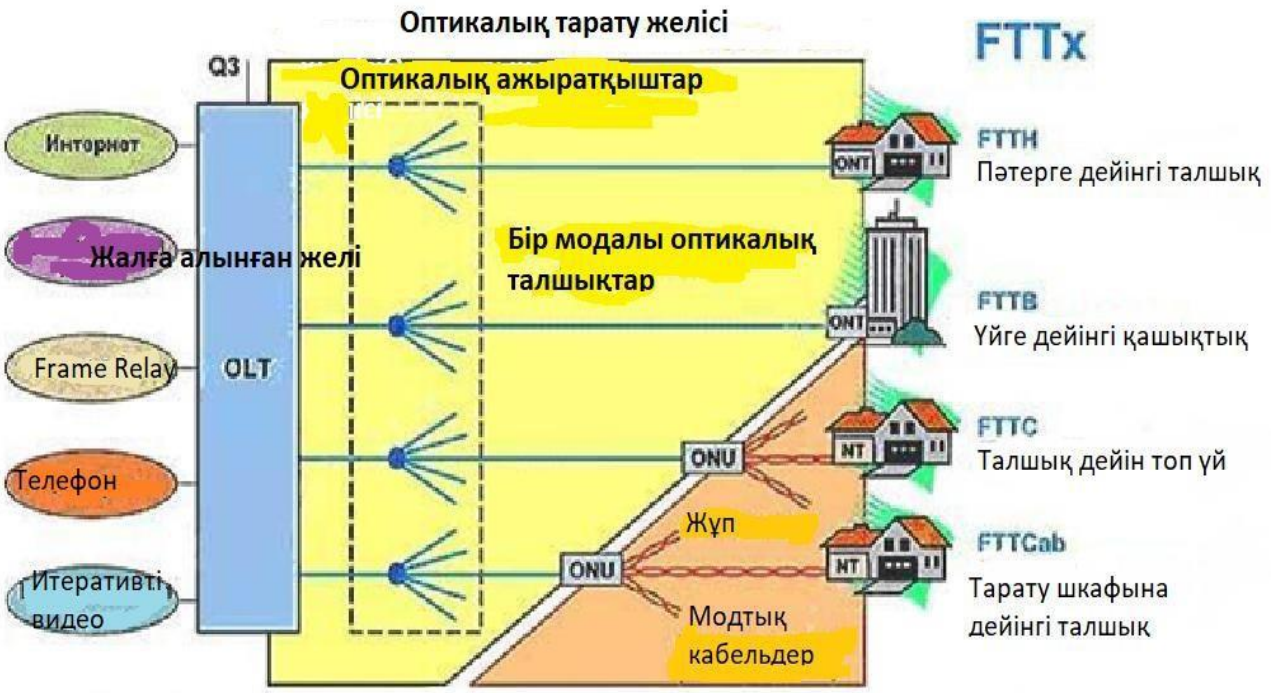
Сонымен қатар, талшықты-оптикалық кабель электромагниттік әсерге төзімді, электромагниттік толқындардың көзі емес, массаның өлшемдері бойынша тартымды және рұқсат етілмеген қол жетімділіктен қорғалған. GPON инфрақұрылымы өте қарапайым және қауіпсіз: электрмен жабдықтауды қажет етпейді және кез-келген, тіпті жарамсыз бөлмеге орнатылуы мүмкін.

Наурызбай ауданы — Алматы қаласының әкімшілік-аумақтық бірлігі. 2014 жылы құрылды. 2 шілде 2014 жыл Мәслихаттың кезектен тыс XXIX сессиясында Наурызбай атты жаңа аудан құру туралы шешім қабылданды.

Наурызбай батыр ауданына Әуезов, Бостандық аудандарының бір бөлігі және Қарасай ауданының елді мекендер енді. Бұл - 6 976 гектар жер. Аудан халқының саны - 157 мың адам.

Осылайша, Наурызбай ауданының аумағы 6 967 га құрамына келесі елді мекендер: Қарағайлы, Құрамыс, Рахат, Қарғалы, Таусамалы, Ақжар, Тастыбұлақ, Таужолы, Шұғыла, Алты Алаш. Сонымен қатар, Әуезов ауданының құрамында болған Қалқаман-1, Қалқаман-2 "және" Қалқаман-3 шағын аудандары Наурызбай ауданына кірді.

Оптикалық желілер кәдімгі мыс немесе коаксиалды кабель негізінде салынған желілер алдында елеулі артықшылықтарға ие. Олар үлкен қашықтықтарға деректерді берудің анағұрлым жоғары жылдамдығын қамтамасыз етеді және бұл ретте электромагниттік кедергілерге және айқас нысаналарға мүлдем сезімтал емес. Оптикалық желілерді екі класқа бөлуге болады – белсенді және пассивті (PON). Арасында қатынау торабы және шеткері пайдаланушылық жабдықпен белсенді желі бар қандай да бір белсенді жабдық (мысалы, регенератор немесе коммутатор). Пассивті желіде белсенді жабдық жоқ, яғни оның элементтеріне электр қорегі қажет емес,бұл пайдалану шығындарын едәуір төмендетеді.



1.1-сурет – Оптикалық қатынау желілерін құру архитектурасы

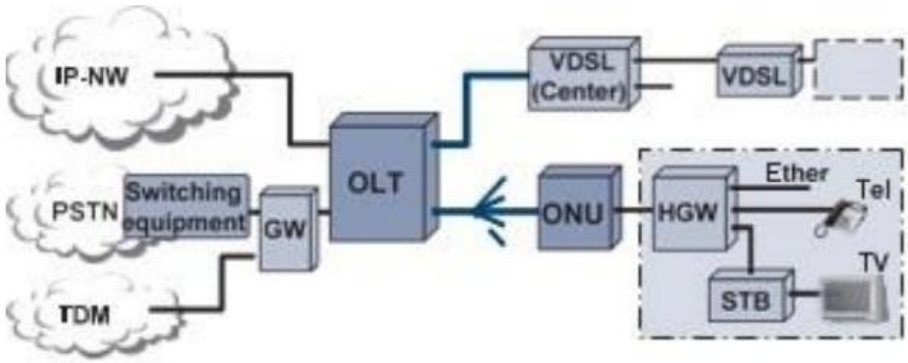
1.1 суретте көрсетілген, барлық FTTx архитектуралары (Fiber to the ...) бірақ ол қысқа болса, желінің өткізу қабілеті соғұрлым көп болады. Оптикалық

технологияларды барынша пайдалану FTTH құрылымын болжайды, ол кезде оптикалық желі терминалы пайдаланушы кварталында болады және соңғы құрылғылар-телефон, компьютер, теледидар және т. б. бар қысқа жалғағыш кәбілдермен қосылады. Сәулет байланысты көп жағдайларды, және бірінші кезекте - жоғары тығыздығы орналастыру абоненттер. Көп қабатты тұрғын үйлер үшін FTTB жүйелерін қолдануды болжауға болады. Жеке құрылыс немесе кеңселер үшін, тапсырыс берушінің төлем қабілеттілігіне және оның жоғары жиіліктегі қосымшалардың қажеттілігіне байланысты, FTTS немесе FTTH көп қолайлы.

1.2 Кіру желілеріндегі қызметтерді басқару элементтерін бөлу

1.2-сурет – GPON технологиясы бойынша абоненттік қатынау желісінің құрылымдық сұлбасы

1.2 суретте оптикалық желінің OLT-терминалы (желілік терминал), ONT - оптикалық желілік терминал (абоненттік торап), ТШ - оптикалық тарату шкафы, ОРК - оптикалық тарату қорабы (бокс), ОРА-оптикалық розетка абоненттік, ОТК-оптикалық тарату кросс бейнеленген.



1.3-сурет – Оптикалық қол жеткізу жүйесінің конфигурациясының мысалы

1.3 Оптикалық қол жеткізу әдісі

Оптикалық қол жеткізу жоғары және жоғары жылдамдықты беру жылдамдығын жасай алады, төмен сызықтар деректерді алыс қашықтыққа беруді,симметриялы және жоғары жылдамдықты қамтамасыз етеді, бұл мыс қол жетімділігімен салыстырғанда сызық күйінен аз дәрежеде тәуелді.Оптикалық талшық, және техникалық дамудағы соңғы прогресс қазірдің өзінде желілерді бөлу сияқты іске асыру мәселелерін жеңді оптикалық талшық және үй ішінде орнату жұмыстарын тарату ортасы болып табылады.

Оптикалық қол жеткізу әдісі SS (single Star) технологиясын және pon технологиясын қамтиды (Passive Optical Network), және соңғы уақытта кеңінен қолданылады. PON технологиясы сексенінші жылдары зерттеле бастады. Apon (ATM-PON) және BPON (Broadband PON)кейін G-PON (Gigabit-PON) коммерцияландыру басталады.

Оптикалық қол жеткізу жүйесіне қажетті негізгі мүмкіндіктер,келесідей:

- абоненттік аутентификация. Бұл мүмкіндік қосылуды сұрағаннан кейін абонентті аутентификациялайды. ONU және OLT аутентификация мүмкіндігін қамтиды 802.1 x және серверге қосылған кезде абоненттің аутентификациясын орындайды RADIUS немесе HSS (абоненттің үй сервері).
- трафикті біріктіру. Бұл функция абоненттің трафигін жинайды және жібереді ол агрегация желісіне кіреді. Абоненттің порты мен қызметтерін сәйкестендіру VLAN немесе GEM (жалпыланған инкапсуляция әдісі) көмегімен ONU-дан OLT-ге дейін және VLAN 802.1 ad немесе LSP көпірін пайдалану бөлімі OLT-ден шығатын арнадағы MPLS.
- QoS (қызмет көрсету сапасы). Бұл мүмкіндік qos-ты қамтамасыз етеді сәйкес SLA (қызмет көрсету деңгейі туралы келісім). Осы мақсатта қол жеткізу жүйесінде мыналар қолданылады пакеттік қызмет көрсету класын сәйкестендіру, сүзу сияқты функциялар, жылтырату, қалыптастыру және таңбалау. Өткізу қабілеттілігін брондау және DBA көмегімен кідірісті азайту (динамикалық үлестіру өткізу қабілеттілігі) және пакеттік буферді жоспарлау QoS функциясының бөлігі ретінде беріледі.

- ескірген қызметтермен үйлесімділік. Қолданыстағы Интеграция телефон қызметі дабылды H. 248 немесе SIP түрлендіруді қажет етеді (сеансты бастау ХАТТАМАСЫ) және RTP-дегі аудио сигналдар (көлік ХАТТАМАСЫ нақты уақыт режимінде) G. 711 және G. 726 сияқты аудио кодекті қолданады. TDM қызметі арнаны эмуляциялау және т. б.
- қызмет көрсету. Қызметтерді басқару жүйесі желіні басқару келесідей болады деп күтілуде орнатуға негізделген динамикалық конфигурацияға айналады абоненттің аутентификациясы және қызмет көрсету сеанстары. Сондықтан кіру жүйесін орнату кезінде қолдануға арналған стандартты жоғары деңгейлі интерфейс абоненттер мен қызметтерге қатысты көптеген параметрлер болуы керек.

PON технологиясын дамытудың өткен тәжірибесінің арқасында GEPON және GPON үшін технологиялар әзірленуде.

GEPON. GEPON IEEE 802.3 af стандартымен анықталады, ол 2004 жылы оны толық бейімдеу идеясымен стандартталған Ethernet негізіндегі желілік орта. Ол ONU идентификациясын жүзеге асырады арнайы тақырыпты кәдімгі эфирлік кадрға қосу және TDMA (жоғары байланыс арқылы беру уақытша бөлу арқылы қол жеткізу).

IEEE стандартына сай болумен қатар, GE-pon өнімдері бар келесі ерекшеліктерге ие:

- 20 км-ден астам оптикалық беріліс 29 ДБ динамикалық диапазон мүмкіндігі бар модуль;
- бір OLT көмегімен максимум 512 ONU қолдау;
- пайдаланушының аутентификациясының бірнеше әдістерін ұсыну,оның ішінде 802.1 x.

GPON ITU-T-G-де анықталды. 984 [3], ол pon бөліміндегі трафикті нақты шектемеу идеясымен стандартталған хаттамамен болды. Осы мақсатта ол GEM деп аталатын берілетін трафиктің инкапсуляция әдісін анықтайды. ATM үшін ATM ұяшықтары болуы мүмкін доменде олардың мақсатын нақты көрсету арқылы жіберілген немесе алынған беру. Сонымен қатар, төмен байланыс желісінің кадрларымен әрбір 125 XFC синхронын синхрондауға ақпаратты беру арқылы қол жеткізуге болады.

ITU-T стандартына сәйкес келуден басқа, G-pon өнімдері келесі ерекшеліктерге ие:

- тұжырымдамасына негізделген жабдық архитектурасы КАРТА (көп қызметтерге қол жеткізу платформасы);
- төмен байланыс желісі 2.5 g / жоғары байланыс желісі 1.2 g с беру кезінде шығын бюджетіне сәйкес келетін оптикалық спецификациямен ITU-T стандартында "B + класы"деп аталатын 20 км;
- әмбебап VLAN функциясы және кеңейтілген пакетті сүзу MAC / VLAN / CoS / IP / Port сияқты әртүрлі шарттар, сондай-ақ IGMP / MLD үйлесімділігі

Бүкіл жүйе үш есе ойнатуға қабілетті және ONU ұсынады Ether, POTS (кәдімгі ескі телефон қызметі) және RF (радиожиілік)шығыстары пайдаланушы интерфейсі үшін.

Фотондық технологиялар, оптикалық технологиялар және талшықты-оптикалық станцияларды орналастыру көлік желісінің өткізу қабілетін арттыруға айтарлықтай мүмкіндік берді. Одан кейін, соңғы жағында өткізу қабілеттілігін жақсарту сияқты мұндай қызметтерді кең жолақпен өңдеуге мүмкіндік беретін пайдаланушы өткізу, HDTV хабар тарату, қашықтан сақтау, электрондық қызметтер және желілік есептеу.

FTTx (үйге / ғимаратқа / кеңістікке арналған талшық) - бұл тек біреуі қазіргі уақытта тарату үшін зерттеліп жатқан технологиялар сымсыз және сымды пайдалану арқылы осы кең жолақты қызметтер талшық пен мыс негізіндегі шешімдер. FTTx-бұл ең перспективалы Triple Play қызметтерін ұсыну үшін қол жетімді Инфрақұрылым, технологияның әртүрлі түрлерін, соның ішінде белсенді Ethernet және стандартты пассивті оптикалық желілер (PON). FTTx бүкіл әлемге айналды кең жолақты қол жетімділікке арналған желілік архитектура операторлар мен шағын муниципалитеттер. Әр түрлі түрлердің арасында pon EPON және GPON технологиялары ең кең таралған стандарттар. EPON IEEE 802.3 ah стандартында әзірленді және рәсімделді желідегі тұрмыстық және корпоративтік клиенттерге Ethernet ұсыну үшін қол жеткізу және негізінен оның арқасында тез енгізілді мүмкіндік беретін кең таралған және үнемді технология әр түрлі ескірген құрылғылармен үйлесімділік. EPON қабілетті симметриялы тасымалдау жылдамдығында Triple Play қызметтерін ұсыну 1,25 Гбит / с толқын ұзындығын пайдаланып, 1490 нм және 1310 нм толқын ұзындығымен сәйкесінше төмен және жоғары бағыттарда 1550 нм, болашақ кеңейтімдер үшін сақталған немесе қосымша сияқты қызметтер аналогтық бейне хабар тарату үшін максимум 32 ONU қосулы 20 км-ге дейінгі қашықтықта. жоғары бағытта типтік қолданылады қол жеткізуді басқарудың міндетті ХАТТАМАСЫ (MAC) тарату желісіндегі деректердің соқтығысуы. Шектеуді кеңейту үшін деректер жылдамдығы мен коэффициенті бар EPON сыйымдылығы бөлу, Ice-T G. 984 сериясында GPON стандарттарын белгіледі. GPON қызметтердің толық спектрін ұсынуға және қолдауға арналған.кіру желісіндегі абоненттер үшін гигабиттік өткізу қабілеттілігі. GPON айнымалы деректер жылдамдығында triple-play қызметтерін ұсынады толқын ұзындығының ұқсас мақсатын қолдана отырып, 2,5 Гбит/с дейін желі операторларына беру жылдамдығын сәйкес келтіруге мүмкіндік береді пайдаланушының талаптары. EPON-дан айырмашылығы, GPON қолдайды 60 км-ге дейінгі қашықтық үшін ең көбі 128 ONU, сонымен қатар дерлік ұсынады өткізу қабілеттілігін пайдалану тиімділігі екі есе аз деректерді беру кезіндегі үстеме шығыстар. Мәселелерді шешу үшін төмен қарай қауіпсіздік GPON қамтамасыз етеді жетілдірілген шифрлау стандарты.

Төмен қарай OLT-ден берілетін сигналдар жетеді пассивті оптикалық сплиттер және PON-дағы барлық ONU-ға таратылады. Барлық ONU барлық төменгі деректерді хабар таратуға байланысты алады, әрбір emu қамтамасыз ету

үшін қорғалған арналар орнатылады тек Оған арналған деректерді қалпына келтіреді. Көтерілуде бағыт бөлгіш барлық ONU пакеттерін TDM әдісімен біріктіреді фидерлік талшықтағы соқтығысуды болдырмаңыз. Сондықтан әрбір ONU керек сіздің берілуіңізді тек алдын-ала белгіленген уақытпен шектеңіз мүмкін болатын MAC протоколымен басқарылатын аралықтармен ONU арасындағы уақыт аралықтарын статикалық немесе динамикалық түрде бөліңіз.

MAC протоколдарының негізгі функциясы-бөлектеу әрбір ONU үшін Тұрақты уақыт аралықтары тұрақты өткізу қабілеттілігіне қойылатын талаптарға қарамастан кезеңдер. Алайда тұрақты TDM протоколдарының практикалық шектеуі уақытша тағайындау кезінде көрсетілген тиімсіздік интервалдар, өйткені ONU желілері тыныш па, әлде орташа трафиктің төмен жүктемесін көрсетіңіз буфердегі кезек өнімділігі, бірдей тұрақты уақытша интервалдар әр жұмыс циклінде тағайындалады, бұл мынаны көрсетеді бөлінген уақыт интервалдарының үлестері бос қалады және не жоқ маңызды емес, жоғары талап етілетін ONU-ға аударуға болмайды өткізу қабілеті. Соңғы жағдайда кездейсоқ пакеттер әр түрлі сауалнама циклдары үшін буферленуі керек, өйткені олардың талаптары сыйымдылықтар салыстырмалы белгіленген өткізу қабілеттілігінен асады. Үшін осы кемшіліктерді жою динамикалық хаттамалар жасалды тиімділікті арттыру үшін өткізу қабілеттілігін бөлу (DBA) динамикалық есебінен пакеттерді беру және кідірісті азайту сәйкес жоғары ағынның уақыт аралықтарын бөлу ONU өткізу қабілеттілігінің талаптары және жалпы өткізу қабілеттілігі желілер.

Әрқайсысы үшін арнайы өткізу қабілеттілігін қамтамасыз ету OLT және арасындағы виртуалды нүктеден нүктеге қосылуды қамтамасыз ететін абонент уақыт аралығын басқару талап етілмейтін әрбір абонент, толқын ұзындығын бөлу мультиплекстеу (WDM) -PON болды оптика үшін өміршең шешім ретінде мұқият зерттелген сондай-ақ Үлкен қамтамасыз ететін келесі буын қол жеткізу хаттамалардың қауіпсіздігі мен ашықтығы. Алайда, экономикалық модель тығыз енгізілген PON орналастыру әлі қол жетімді емес, негізінен ONU және OLT құрамдас бөліктерінің жоғары құнына байланысты.Демек, зерттеу жұмыстары шоғырланған артықшылықтарды біріктіретін жақсартылған pon архитектураларын жасау көбірек қызмет көрсету үшін уақыт пен толқын ұзындығы бойынша мультиплекстеу әрқайсысына көбірек клиенттер тағайындау арқылы клиенттер саны толқын ұзындығы және ортақ пайдалану үшін желілік ресурстар арасында көбірек PON, осылайша шығындардың тиімділігін арттырады және салынған ресурстардан түсетін кіріс. Сонымен қатар, олар минималды мүмкіндік береді жоғары PON жаңарту кезінде ONU және одан тыс модификациялау ену дәрежесі. Басқа әлеуетті экономикалық іздеуде икемді жоғары жылдамдықты оптикалық қол жеткізу үшін тиімді шешім дөрекі WDM (CWDM) 18 арнаға дейін, 20 арнаны қолдана отырып зерттелді 1 нм аралықпен, бұл CWDM құрылғыларына бағдарламалық жасақтаманы пайдалануға мүмкіндік береді дөрекі арналардың әрқайсысының айналасында кемінде 7 нм өткізу қабілеттілігі бар. Мұндай кең арналар жылуды басқаруға төзімділікті әлсіретеді және желінің күрделілігін төмендетуге мүмкіндік беретін оптикалық

шығындарға қойылатын талаптар және сәйкесінше желінің қуат тұтынуын икемді басқару.

1.4 PON қорғаныс схемаларының эволюциясы

PON арқылы сенімді қызмет көрсетуді қамтамасыз ету үшін үш кезеңге бөлуге болатын бірнеше қорғаныс схемалары ұсынылған.Бірінші кезеңде қорғаныс архитектурасы стандартталды МӘС-Т 90-жылдардың аяғында. Олар негізделген желілік ресурстарды қайталау желінің қандай элементтеріне байланысты A, B, C және D типтері деп аталады, мысалы, фидер талшығы (FF), OLT-дегі оптикалық интерфейстер, ресурстар Pon және FF және тарату талшықтары (DF) тәуелсіз түрде қайталанады тиісінше. D түрі соңғы пайдаланушыларға толық немесе тиісінше D1 немесе D2 түрі деп аталатын ішінара қорғаныс.

Әр түрлі типтердің ішінде c типі мен D1 типі мыналарды ұсынады барлық желілерді қайталауды қажет ететін жоғары өнімділік сенімділігі қорғау функциясын іске асыру үшін ресурстар (және инвестициялар құны) күрделі шығындарға әкелуі мүмкін (CAPEX) құнға сезімтал қол жеткізу желілері үшін тым жоғары.

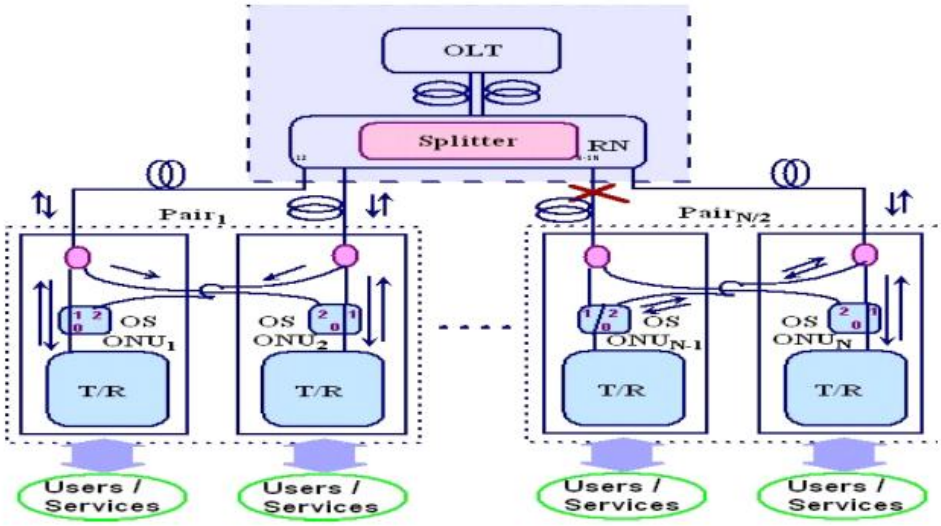
Сондықтан эволюцияның екінші кезеңінде pon қорғаныс схемалары болды экономикалық тиімді архитектураларды әзірлеуге күш салынды орналастыру шығындарын азайту үшін.

Соңғы пайдаланушының шығындарын азайту үрдісіне сүйене отырып, күрделі салымдарды қысқарту мәселесін қарастырудан басқа, үшіншісі pon қорғаныс схемаларының эволюциялық кезеңі қысқаруы мүмкін операциялық шығындар (OPEX). Сонымен қатар, OPEX екеуімен де байланысты қорғаныс архитектурасымен және қызмет көрсету стратегиясымен. Сондықтан, әрбір pon қорғаныс архитектурасын бағалау керек сенімділікті жан-жақты талдау, сондай-ақ CAPEX және OPEX зерттеулері.

PON қорғанысының соңғы архитектуралық шешімдері. Бұл бөлімде біз күш-жігер болған кейбір соңғы pon қорғаныс схемаларын қарастырамыз экономикалық тиімді шешімдерге бағытталған. Бұл соңғы архитектуралық шешімдер pon қорғанысын дамытудың екінші кезеңіне сәйкес келеді. Қарастырылған схемаларда көршілес ONU бір-бірін қорғайды TDM PON, WDM PON ішіндегі іргелес Ifu арасындағы байланыстырушы талшықтар (IF) және сәйкесінше гибридті WDM / TDM PON. Демек, мүмкін артық DF жерлеу шығындарын болдырмаңыз.

1.2-суретте 1: 1 арнасының қорғаныс архитектурасы көрсетілген, TDM-PON үшін ұсынылған. Екі географиялық бөлінген талшық OLT және RN арасындағы FF кесуден арнайы қорғауды қамтамасыз етіңіз. Басқа сонымен, әр екі көрші ONU іске асыру үшін жұп құрады арнайы қорғау DF. Бұл if арасындағы қорғаныс схемасы PON TDM-дегі көршілес ONU. Әрбір ONU құрамында оптикалық қосқыш бар (OS) DF апатынан кейін қалпына келтіруді бастау үшін.

Егер ONU мен арасында болса RN талшықтың үзілуі орын алады, ITUN1 қуаттың жоғалуын анықтайды төмен сигнал және ОЖ 1-порттан 2-портқа іске қосылады. Осылайша осылайша, IFUN-1 және N-ші Шығыстағы 2 ОЖ порты арасындағы IF сәйкес келеді R N байланысты жоғары және төмен трафик үшін жұмыс істейді ITUN-1 көмегімен. ITUN байланыс порты арқылы да қорғалған If 2 ОЖ RN-де n-1 шығысымен ITUN - да [4].



1.4-сурет – TDM PON 1: 1 арна қорғанысымен

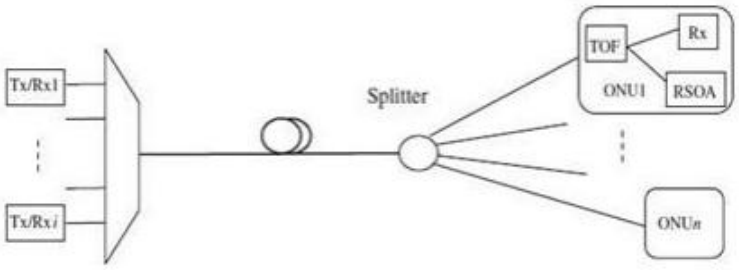
2 Гибридті TDM / WDM PON

Әр түрлі қолданылатын гибридті WDM-TDM PON толқын ұзындығына тәуелді емес мультиплекстеу технологиялары немесе түссіз, енгізу және техникалық қызмет көрсету шығындарын одан әрі азайтады.

Толқын ұзындығын қайта қолданатын түссіз технология гибридті WDM-TDM-де физикалық шектеу қояды, бұл бір және бірдей толқын ұзындығы көтерілуді де, көтерілуді де беру үшін қолданылады шығыс трафик. WDM және TDM әдістерін интеграциялау PON, pon WDM-TDM-ге әкеледі, онда бірнеше ұзындықтар орналастырылған толқын ұзындығы және әрбір толқын ұзындығы TDM арқылы бірнеше арасында бөлінеді ONU, бір ONU тағайындалмайды. Осылайша, WDM-TDM PON бұл TDM PON дан WDM PON ға дейін жаңартудың үнемді кезеңі, жоғары өткізу қабілеттілігін де, тиімділігін де ұсына отырып ресурстарды пайдалану.

Толқын ұзындығын қайта қолданатын түссіз технология гибридті WDM-TDM-ге физикалық шектеу қояды, яғни бір және бірдей толқын ұзындығы көтеруді де, көтеруді де беру үшін қолданылады шығыс трафик. WDM және TDM әдістерін біріктіру PON, pon WDM-TDM-ге әкеледі, онда бірнеше ұзындықтар орналастырылады толқын ұзындығы және әрбір толқын ұзындығы TDM арқылы бірнеше арасында бөлінеді ONU, бір ONU тағайындалмайды. Осылайша, WDM-TDM PON бұл TDM PON дан WDM PON ға дейін жаңартудың үнемді кезеңі, жоғары өткізу қабілеттілігін де, тиімділігін де ұсына отырып ресурстарды пайдалану.

Гибридті архитектурада WDM-TDM PON қолданылады түссіз / бірнеше толқын ұзындығын пайдалану технологиялары, CO тек таратқыш массиві (Tx) орналастырылған және әрбір ONU жабдықталған реттелетін оптикалық сүзгі (TOF), қабылдағыш (Rx) және мүмкін, RSO а, 2.1-суретте көрсетілгендей



2.1-сурет – TDM / WDM PON гибридті архитектурасы

Бұл архитектура барлығына мүмкіндік беретін сплиттерді пайдаланады толқын ұзындығы әрбір ONU-ға жетеді, осылайша ONU-ға қосыла алады басқа ONU, бірдей толқын ұзындығын таңдау. TOF ONU-да орналастырылған төмен ағынның толқын ұзындығын таңдау үшін. Бірнеше ONU мүмкін бірдей толқын ұзындығын таңдаңыз және бұл динамикалық мүмкіндік береді толқын

ұзындығының ресурстарын және ONU арасындағы уақыт аралығын бөліңіз желілер.

Гибридті PDM TDM / TDM-де оптикалық лазер қолданылады бірнеше толқын ұзындығы бар оптикалық сигналдардың генерациясы. Байланысты толқын ұзындығын құру қабілетінен үш негізгі класс бар лазерлер: көп толқынды лазерлер, берілген толқын ұзындығы бар лазерлер және лазерлер толқын ұзындығы.

Көп толқынды лазерлер OLT-де генерациялау үшін қолданылады трафиктің немесе бастапқы оптикалық желілік блоктардың (ONU) деректерді беру үшін оптикалық сигналдар. Орнына бірнеше толқын ұзындығын генерациялау берілген толқын ұзындығы бар лазер мүмкін тек бір нақты толқын ұзындығын шығарыңыз.

Толқын ұзындығы бойынша реттелетін лазерлер генерациялауға қабілетті бірнеше толқын ұзындығы, бірақ бір уақытта бір ғана толқын ұзындығы. Салыстырғанда тұрақты толқын ұзындығы лазерлерінде реттелетін лазерлер бар артықшылықтары екі негізгі аспектіде. Біріншіден, көзқарас тұрғысынан желілік операторлар, реттелетін лазерлер пайдалануға мүмкіндік береді ONU қасиеті түссіз, бұл түгендеуді басқаруды одан әрі жеңілдетеді, резервтік шығындарды азайтады және автоматты түрде қамтамасыз етеді толқын ұзындығын реттеу. Екіншіден, MAC деңгейі тұрғысынан, реттелетін лазерлердің реттелетін толқын ұзындығы жеңілдетеді барлық ONU-дан трафикті статистикалық мультиплекстеу, осылайша, жүйенің жақсы өнімділігін қамтамасыз ету. Арқасында толқын ұзындығын қайта реттейтін лазерлер бұл артықшылықтарға мыналар жатады гибридті WDM / TDM үшін перспективалы Жарық генераторлары.

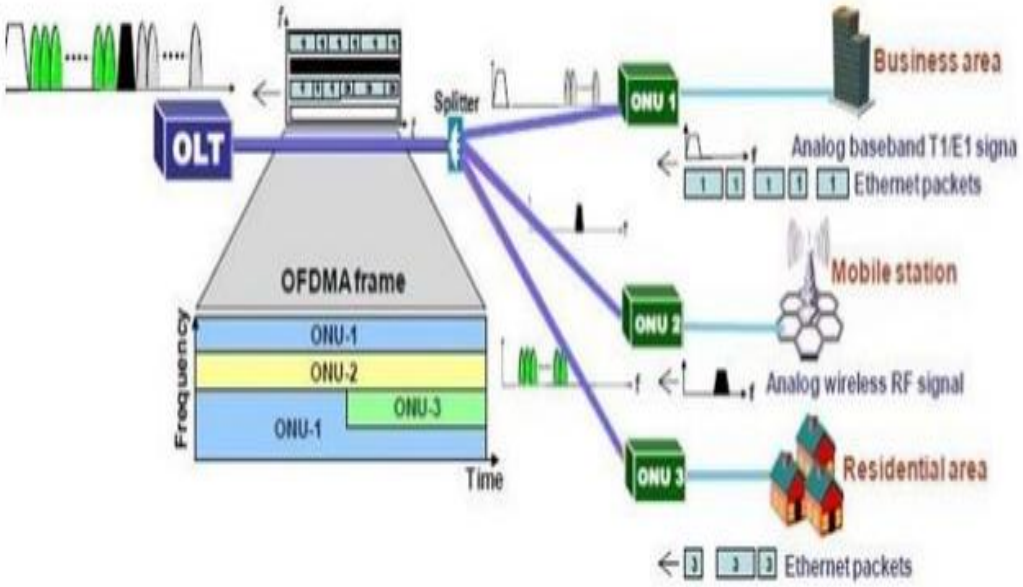
2.1 OFDM PON

Ортогональды жиіліктегі мультиплекстеу технологиясы арнаны бөлу (OFDM) бірнеше төмен тасымалдаушыларды пайдаланады әр түрлі таңбаларды бір уақытта беру үшін сызықтың биттік жылдамдығымен QAM. Схема бірнеше қол жетімділікті қамтамасыз ету үшін пайдаланылған кезде ((OFDMA), әр түрлі пайдаланушыларды әр түрлі OFDM қосалқы тасымалдаушылары тағайындайды. Жақында OFDM оптика әлеміне негізгі және желілерде де еніп кетті қол жеткізу.

OFDM-де жоғары жылдамдықты деректер ағыны параллельге айналады бірнеше төмен жылдамдықты ағындар. Төмен жылдамдықты ағындар жиілік аймағынан уақытша аймаққа түрлендіріледі кері жылдам Фурье түрлендіруі (IFFT), содан кейін біріктіріледі сигнал беру. Фурье түрлендірулерінің табиғатына байланысты, төмен жылдамдықты деректер ағындарын тасымалдау бір-біріне ортогоналды, яғни перпендикуляр. Қабылдағыш жағында қабылданған сигнал түрлендіріледі жылдамдық арқылы уақыт аймағынан жиілік аймағына оралу Фурье түрлендірулері (FFT). Сигналдың бұрмалануын өтеуге болады жиілік аймағында сигналды туралау арқылы.

OFDM-PON практикалық іске асыруы трансмиссияны қолданады FFT және FFT арқылы жүзеге асырылатын ортогоналды қосалқы тасымалдаушылар, 1.4-суретте көрсетілген. Жетілдірілген DSP қамтамасыз етеді практикалық, үнемді және көп қолданушы.

OFDM қосалқы тасымалдаушылары әртүрлі қызметтерге динамикалық түрде тағайындалуы мүмкін уақыт аралықтары. Бөлуді дұрыс жобалау кезінде мөлдір арналарды тасымалдаушылар шегінде сақталуы мүмкін үшін пайдалануға болатын OFDM сигналының жалпы өткізу қабілеттілігі әр түрлі қызметтерді тәуелсіз беру. 1.4-суретте мысал көрсетілген Көптеген қызметтерге арналған мөлдір арналары бар OFDM-PON. Қосалқы тасымалдаушылар дәстүрлі арналар үшін екі мөлдір арна ретінде сақталған Tom (T1/EI) бизнес саласы және мобильді базалық RF радио сигнал қызметтері станциялар.



2.2-сурет – Гетерогенді қамтамасыз ету үшін Ofdma Pon архитектурасы қызметтер

Әрбір мөлдір арнаның қосалқы тасымалдаушыларының саны жолаққа байланысты қызмет талап ететін өткізу. Қалған қосалқы тасымалдаушылар бөлінеді пou-1 және ONU-3 арасында бөлінген пакеттерге негізделген IP трафигі жиілігі бойынша және Уақыт аймағы бойынша. Қосалқы және уақытша бөлектеу интервалдарды оптикалық желі терминалы (OLT) басқарады және жібереді ONU-да алдын-ала сақталмаған қосалқы тасымалдаушылар бойынша конфигурацияланған уақыт аралықтары.

Төмен бағытта тасымалдауды аяқтау үшін OFDM кадры және кез келген басқа аналогтық сигналдар электрмен араласады оптикалық модуляторды қоздыру үшін қосқыш. ONU жағында әрбір ONU өз деректерін немесе сигналын өзінен таңдайды алдын ала тағайындалған қосалқы тасымалдағыштар және /

немесе уақыт аралықтары OLT жоспарлаушысы хабарлайды. Әрбір трафикті беру үшін ONU Өзінің деректерін және / немесе сигналын тағайындалғанға көрсетеді OFDM қосалқы тасымалдаушы (лар), барлық қалған қосалқы тасымалдаушыларды нөлге теңестіреді және орындайды толық кадрды құру үшін OFDM модуляциясы. Көтерілу кезінде беру үшін бағыт әрбір ONU Өзінің деректерін және / немесе сигналын көрсетеді OFDM тағайындалған қосалқы тасымалдаушы (лар) барлық қалған қосалқы тасымалдаушыларды нөлге теңестіреді және толық кадрды құру үшін OFDM модуляциясын орындайды. Сондай-ақ әр түрлі қызметтер мен деректер жылдамдығы бар ONU атап өтілді гетерогенді OFDMA-PON-да қолдау көрсетілуі мүмкін, бұл көмектесе алады желінің икемділігінің жоғары деңгейіне қол жеткізіңіз және шығындарды тиімді басқарыңыз.

1.6.1 OFDM PON тасымалдаудың негізгі артықшылықтары. OFDM PON болашаққа қол жеткізу үшін өте перспективалы шешім ретінде қарастырылады PON негізінде оның артықшылықтарын қорытындылауға болады келесідей:

- 100 Гбит / с дейін / λ төмен беріліс;
- жоғары бағытта 100 Гбит / с / λ дейін;
- 100 км дейінгі қашықтық;
- шығындардың тиімділігі;
- икемді сәулет;
- DSP негізіндегі тұрақты, дәл жұмыс;
- адаптивті модуляция және абоненттік негіздегі FCE;
- уақыт пен жиілік бойынша жолақ енінің динамикалық таралуы:
- ерікті қызметтер үшін ашықтық;
- оптикалық мөлдір ONU.

2.2 CWDM технологиясы

WDM технологиясы, разрядталған немесе тығыз, үшін өте қолайлы жаңа және қолданыстағыларды барынша тиімді пайдалану талшықты-оптикалық жүйелер. Провайдерлер WDM-ді таусылғандарды қосу арқылы енгізеді немесе негізгі айырмашылықтарды қарастырғаннан кейін олардың түйіндеріне тығыз Модульдер олардың арасында.

Толқын ұзындығын бөлу мультиплекстеуінде (WDM) көп мөлшерде беру үшін талшықты-оптикалық кабельдер қолданылады деректер ағындары. Бұл жүйелерді қалыпты пайдаланудан гөрі қолайлы жиілікті бөлу мультиплекстеу (FDM) және уақытша бөлу мультиплекстеу (TDM). Қазіргі уақытта WDM технологиясының екі негізгі түрі қолданылады: мультиплекстеу разрядталған толқын ұзындығының бөлінуі (CWDM) және тығыз толқын ұзындығын бөлу мультиплекстеу (DWDM).

CWDM және DWDM технологиялары хаттамаға тәуелді емес. Бұл дегеніміз, кез келген деректер, сақтау, дауыс немесе бейне қосылымы не істей алады әр түрлі толқын ұзындығы бар арналарда қолданылады. CWDM мүмкіндік

береді бір талшықтан 18-ге дейін деректер арнасын жіберіңіз, ал DWM 88-ге дейін қолдайды. Талшыққа қатысты негізгі айырмашылық мынада тарату арналарының магниттік спектр бойымен орналасуы.

CWDM модульдері өткізу қабілеттілігін арттырады талшықты-оптикалық жүйе бірнеше сигналдарды жібере алады талшықты-оптикалық кабельдер арқылы әртүрлі толқын ұзындығы. CWDM әдетте мүмкін бір бөлімде әртүрлі толқын ұзындығы бар 18 арнаға дейін қолдау талшықтар.

DWDM модульдері әртүрлі көздерден алынған деректерді бірге орналастырады талшықты-оптикалық кабель арқылы және өткізу қабілеттілігін одан әрі арттырады жүйенің сыйымдылығы мен өткізу қабілеттілігі бірнеше сигналдарды бір-бірден беру үшін орналасқан толқын ұзындығы кабель. DWDM әдетте толқын ұзындығының 88 арнасын қолдай алады бір талшық.

Толқын ұзындығы бойынша бөлінген мультиплекстеу (CWDM) - өткізу қабілетін арттыратын технология 1271 нм-ден 1611 нм-ге дейінгі оптикалық спектрді пайдалану есебінен желілер (нанометрлер). Ол 2 стандартты емес 18 толқын ұзындығын жібере алады 1310 және 1550 нм терезелер.

CWDM-ді жеткілікті түрде қарастыру үшін оны тығыздықпен салыстырамыз толқын ұзындығын бөлу мультиплекстеу (DWDM). DWDM алғаш рет 1990 жылдары жолақ талаптарын қанағаттандыру үшін пайда болды ұзақ қашықтыққа қондырғылар үшін өткізу және бірінші кезектегі тапсырма максималды спектрлік қажеттілікті қанағаттандыру болды төмен санды талшықты-оптикалық кабельдер учаскелерінің тиімділігі талшықтар. Бұл күшейткіштің өнертабысы мен интеграциясымен сәйкес келді эрбий легирленген талшық (EDFA), ол 1530 нм-ден 1565 нм-ге дейін жұмыс істейтін бүкіл жолақты (қалыпты жолақты) күшейте алады. Пайдалану таратылған кері байланыс (DFB) лазерлерін 40 немесе одан да көп беруге болады толқын ұзындығы бір талшықтан асады. Бір режимді талшықтың комбинациясы 1550 нм терезені және жаңа МӘС-Т-ны пайдаланатын шағын шығын (SMF) G. 654, офсеттік SMF және Ice-T G. 655 нөлдік емес дисперсиялықмещысу (NZDS); бұл тамаша үйлесімділікті қамтамасыз етті және магистральдық және қол жеткізу желілерінде пайдалану үшін дамыған. G. 692 ICE стандартталған, ол тез айналды жоғары жылдамдықты қосымшаларда қолдану үшін басым үлкен қашықтық.

CWDM арзан шешім қажет болған жағдайда қолданылады DWDM. Бұл тарату қашықтығы қысқа қалалық желілерді қамтуы мүмкін, ал күшейткіштер қажет емес. Бұл талшықты тарту кезінде де тамаша шешім талшықтың мөлшерін шектейді. CWDM шамамен үштен бірін құрайды DWDM құны және орнатылғандарға оңай қолданылуы мүмкін стандартты бір режимді талшықты-оптикалық қондырғылар бастапқы жолақта (O-жолақта) жұмыс істеу үшін оңтайландырылған 1260 нм мен 1360 НМ арасында.

CWDM тығыздау жүйелері екі негізгі компоненттен тұрады:

– CWDM-де жұмыс істеуге арналған оптикалық трансиверлер. Бұл туралы жағдайда арнайы екі талшықты трансиверлер таратқыштар қолданылады ((лазерлер) толқын ұзындығының бірінде оптикалық сигнал шығарады CWDM жұмыс ауқымына кіретін;

– оптикалық мультиплексорлар/демультиплексорлар. Мультиплексор —пассивті оптикалық құрылғы, бірнеше оптикалық сигналдарды біріктіреді (бірнеше трансиверлерден) бір ортақ және ОВ-ға береді. Демультиплексор-пассивті оптикалық құрылғы, жалпы оптикалық сигналды бөледі,ОВ дан қабылданған және жеке сигналдарды тиісті сигналдарға береді.

Мультиплексорлар мен демультиплексорлар құрылымдық жағынан ерекшеленбейді. Атаудағы айырмашылық қолдану әдісіне байланысты. Бірдей құрылғы мультиплекстей алады және демультиплекстей алады, қосылу схемасына байланысты.

Толқын ұзындығы бойынша бөлінген мультиплекстеу метро желісінде барған сайын танымал бола бастады. Бұл жүйеге байланысты

CWDM бірнеше өткізу қабілеттілігін көтере алады.

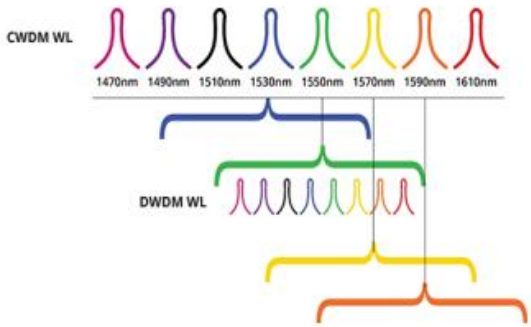
МЕТРО қосымшалары және тығыздалған жүйеге қарағанда арзанырақ. WDM (DWDM), өйткені таратқыштар салқындатылмаған заттарды пайдаланады. Тікелей модуляцияланған лазерлік диодтар. CWDM-де әр толқын ұзындығы үшін жеке таратқыш, қабылдағыш немесе модуль қолданылады. бір толқын ұзындығы бар трансивер. Әдетте толқын ұзындығы 1470-тен 1610 нм-ге дейінгі диапазондағы 20 нм тора орналасқан. Модульдер сыртқы талшықты-оптикалық мультиплексорларды, демультиплексорларды және енгізу-шығару мультиплексорларын қолдана отырып біріктіріледі және бөлінеді. Бұл негізінен масштабталатын модульдік тәсіл.

DWDM, бірақ арналардың кең таралуымен. Трансиверлер CWDM көбінесе параллель технологияны қолданады оптика. Лазер мен детектор массиві кішкентаймен тікелей байланысты модульді қамтамасыз ететін оптикалық мультиплексор және демультиплексор CWDM трансивері бір оптикалық Шығыс және бір оптикалық кіріс, жақсырақ дуплексті қосқыш арқылы. CWDM үлкен әлеуетке ие оптикалық арнаның құнын төмендету үшін, бірақ мәселе бар жүйенің мөлшері мен құны. Кәдімгі CWDM желісінде саны таратқыш пен қабылдағыш модульдері қажетті толқын ұзындығына тең. Шағын және арзан CWDM байланыс жүйесі көп арналы байланыспен мүмкін оптикалық Модульдер. Қолдану үшін CWDM жақында пайда болды компам арзан төрт оптикалық Модульдер туралы хабарламалар арналар. Экономикалық тиімді құрастыру шешімі ретінде CWDM модульдері қолданылады оптикалық құрастыру (OSA). Оптикалық әр түрлі компоненттерді туралау OSA-да ешнәрсесіз жүзеге асырылады механикалық дәлдікке қойылатын талаптар. CWDM трансиверлері мыналардан тұрады тікелей модуляцияланған салқындатылмайтын лазерлік диодтар, pin-фотодиодтар, оптикалық талшықтар, оптикалық мультиплексор және демультиплексор,оптикалық Туралау және Интегралды микросхемалар (IC). Трансивер CWDM үшін қолданылатын салқындатылмаған лазерлік диодпен телекоммуникациялық жүйелердің өзгеруіне қатысты сенімді болуы тиіс әр түрлі компоненттердің сипаттамалары. Бұл зерттеуде әсері лазерлік диодтың жойылу коэффициенті және EDFA қолдану желінің оптикалық сипаттамалары оптикалық көмегімен зерттелді модельдеу.

2003 жылы ITU-T стандарттарымен стандартталған CWDM стандарты G. 694 және G. 695, жұмыс кезінде 1271 нм-ден жұмыс істейтін толқын ұзындығына бағытталған стандартты бір режимді ITU-T G. 652 талшықтары. Өйткені әрқайсысы 18 арнаның ені 20 нм, сіз жүйеге шығындарды азайта аласыз Fabry-Perot (FP)салқындатылмаған лазерлер мен сүзгілерді қолдану.

Салыстыру үшін DWDM жүйелері арналардың тар аралықтарын қажет етеді 50 Кгц (.4 нм), 100 кГц (0,8 нм), 200 ГГц (1,6 НМ), олар қымбатырақ салқындатқыш лазерлерді қажет етеді және тұрақтандырылған таратылған кері байланыс (DFB) және толқын ұзындығы. Сонымен қатар, дәл оптикалық сүзгілер қажет жақын орналасқан толқын ұзындығын демультиплекстеу.

CWDM және DWDM транспондерлерінің көмегімен қазір қол жетімді Модульдер, жүйе өндірушілері жылжыту опцияларын жасады, мұнда болашақта бір CWDM модулін 20 нанометрге ауыстыруға болады тығыздығы жоғары DWDM арна модулі қажет болса, сыйымдылық. Талшықтың өткізу қабілеттілігінің айырмашылығы осы екі қашықтық арасында маңызды. Қырық 100- гигагерц DWDM арналары 1530-дан бастап С-диапазонына оңай сәйкес келеді 1565 нм, ал екі CWDM арнасы бір нәрсеге сәйкес келмейді кеңістікте. Арналардың кең таралуы шығындарды азайтады оптика мультиплекстеу және демультиплекстеу, сондай-ақ мүмкіндік береді арзан белсенді және пассивті құрылғыларды қолданыңыз. Бұл да болашақта тар DWDM арналарына ауысуға мүмкіндік береді (суретті қараңыз 1.5).



2.3-сурет – CWDM-ден DWDM-ге ауысу

Толқын ұзындығының интервалы CWDM толқын ұзындығының бірліктерінде көрсетілген ((нанометр), ал DWDM аралығы жиілік бірлігінде (гигагерц). Бұл дегеніміз, DWDM арналарының таралуы бүкіл жұмыс ауқымында жиілікте бірдей, бірақ толқын ұзындығы бірдей емес, ал CWDM арналарының таралуы толқын ұзындығы бойынша біркелкі, бірақ жиілік бірлігінде емес.

DWDM құрылғылары өте жоғары сенімділіктен басталғандықтан және қатаң спецификациялар, бұл өнімдерді жеңілдету және дамыту оңай болды аз шығынды жүйелер. Бұл 2 мысал болды өте сәтті: бұл пассивті "үй талшығы"

оптикалық желілері және O жолағын қамтитын 1271 нм-ден 1611 нм-ге дейінгі CWDM өнімдерін әзірлеу long- (L) арқылы.

CWDM жоғарылатуды қажет ететін кез келген жерде қолданыла алады сыйымдылығы. Қол жетімді саны шектеулі жағдайларда талшықты, әлсірету үшін CWDM жүйесін орнатуға болады талшықты шығаруға шектеулер (1.6-сурет). Қарапайым Модульдер 1 RU мультиплекстеу, демультиплекстеу және бақылау мүмкіндік береді бұл опцияны бар желілерге біріктіру оңай. Бұл мыналарға қатысты көптеген ескірген G. 652 талшықты-оптикалық қондырғылар бүгінде жоқ тарату желісінде талшықтар жеткілікті, мысалы, FTTx желілері.

2.4-сурет – 8 арналы CWDM мультиплексоры / демультиплексор /монитор

Интеллектуалды көлік құралдарында қолданылатын тағы бір қосымша жүйелер (ITS) - бұл көп арналы бейне және екі бағытты беру жол бойындағы шкафтардан алынған мәліметтер. Көбінесе 8 камера қозғалысты бақылайды, қиылыс арқылы барлық бағытта қозғалады. 8 бейне сигнал плюс CWDM мүмкін болатын камера мен кіруді басқаруға арналған екі бағытты сигналдар 1 бір режимді талшық арқылы тасымалданады. Басқару орталығында трафик (TMC) оптикалық сигналдар демультиплекстеледі.

Оңтайландырылған оптикалық талшықтар жасалды әр түрлі жолақтар үшін. CWDM мен DWDM арасындағы негізгі айырмашылық бұл DWDM 1550-де пайдалану үшін оңтайландырылған нм. G. 655 дисперсиясының нөлдік емесмещысуы бар талшық оңтайландырылған 1550 нм с диапазонында қолданылады, бірақ мыналарға таралуы мүмкін қысқа және ұзын жолақтар, ал G. 652 оңтайландырылған 1310 нм жұмыс істейтін түпнұсқа немесе O диапазоны.

G. 652 талшығының бір түрі - itu G. 652D, ол 1360 және 1460 арасындағы кеңейтілген немесе E диапазонында жұмыс істеуге арналған нм. Бұл тану үшін өте маңызды, өйткені E-диапазонында әлсіреу SMF G. 652 стандартқа қарағанда 2 дБ / км-ге дейін әлсіреуі мүмкін .4 дБ / км диапазонында. G. 652d талшығы алғаш рет болғандықтан 2003 жылдың наурызында танылды, содан кейін уақытша жаңа талшықты орнатуға арналған жақтаулар.

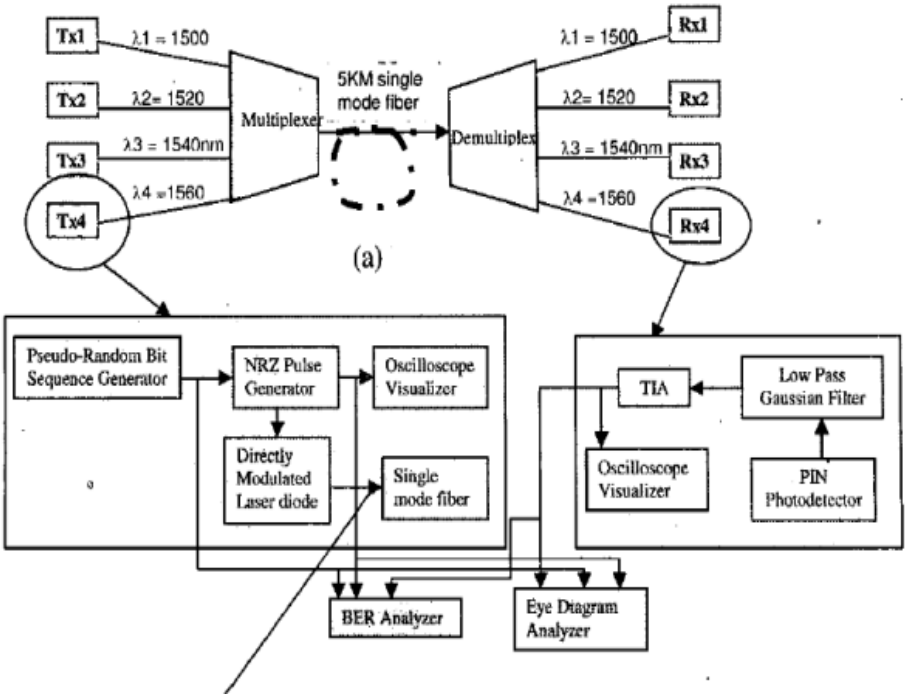
1.7.1 CWDM тестілеу. Өйткені оптикалық таратқыштар жүйелер жылдамырақ болады және толқын ұзындығын қамтиды WDM, сыртқы қондырғылардағы сынақтар да күрделене түседі. Енді бізге белгілі бір толқын ұзындығы үшін Өлшемдерді оқшаулау қажет, бұл қажет арналған WDM қуат өлшегіштерін пайдалану қарастырылып отырған толқын ұзындығына байланыстыру. Басқа жабдықтар мүмкін WDM арнасын тексеру құралын және WDM рефлектометрін қосыңыз, CWDM немесе DWDM қосымшалары үшін қол жетімді.

Өкінішке орай, жеке арналарды тестілеу шектен тыс жұмыс істеуге арналған көптеген рефлектометрлер стандартты терезелер 1310 нм және 1550 нм. CWDM арналарын тестілеу үшін белгілі бір толқын ұзындығында біз Шығыс портын пайдалана аламыз жарық көзі ретінде таратқыш. Дегенмен, біз әлі де WDM арнасын тексеру құрылғысын пайдалану керек еді бұл мамандандырылған оптикалық қуат өлшегіш, ол әрқайсысы үшін дәйекті қуат өлшемдерін орындайды толқын ұзындығы. Техникалық маман жеке мамандарды да таңдауы керек мақсаттар үшін нақты мәндерді көру және жазу үшін толқын ұзындығы құжаттама.

Тағы бір мәселе топологияда CWDM қолдану фидерлік сақиналар, содан кейін осы толқын ұзындығын лақтыру тарату талшығы. Сіз 1311, 1331, 1351 арналарын жібердіңіз делік, 1371, 1391 және 1411, бірақ сақинадан 1351 НМ арнаны тастаңыз.

CWDM қажет болған кезде керемет балама ұсынады қосымша талшықтар немесе өткізу қабілеттілігі, сондай-ақ қамтамасыз етеді DWDM-ге көшудің Болашақ жолы. Кем дегенде, CWDM тестілеу үшін арналар үшін калибрленген оптикалық қуат өлшегіш қажет CWDM. CWDM мәселені шешудің тамаша нұсқасы талшықты сорғыштар және болашақ нұсқалар үшін зерттелуі керек жобалау.

Төрт арналы модульмен 5 км үшін оптикалық байланыс сызбасы CWDM трансивері 1.7-суретте көрсетілген [9]. Нашарлау оптикалық байланыс желісі коэффициентті есептеу арқылы анықталады беріктігі, BER және көз-әртүрлі трансивер арналарына арналған диаграммалар CWDM. Қолданылатын оптикалық таратқыштың әлсіреу коэффициенті сандық байланыс, бұл тек орташа энергияның қатынасы берілген "1" логикалық деңгейінде берілген орташа энергияға логикалық деңгейде "0".



2.5-сурет – 4 арнаны қолданатын оптикалық сызық сызбасы

Болдырмау үшін жоғары жылдамдықты оптикалық байланыс жүйелерінде қажет емес әсерлер, бірге үлкен модуляция тереңдігі қажет модуляцияның үлкен жиілігі және қуаттың минималды жоғалуы. Жоғары модуляция тереңдігі қажет, себебі оптикалық сигнал болады шуға қарсы тұру үшін үлкен қорды көрсетіңіз. Коэффициенті әлсіреу (ER) - бастапқы таратқыштың модуляция тереңдігінің өлшемі, және ол қуат деңгейлері арасындағы пропорционалды байланысты білдіреді екілік сигнал. 1' және '0' беру кезінде орташаланған сигналдар сүзілген екілік реттіліктің жалған кездейсоқ сигналы биттердегі максималды беру жылдамдығының 75%.

Тікелей модуляцияланған лазерлерді қолданатын CWDM трансиверінің қолданыстағы төрт арналы оптикалық желілері өткізу қабілеттілігін арттыру үшін тамаша шешім және оптикалық модульдердің төмен құны.

2.3 Модельдеу ортасын таңдау

Бүгінгі таңда көптеген бағдарламалық кешендер бар және имитациялық модельдеуді жүзеге асыруға арналған жүйелер. Кейбір олар ақылы өнімдер, басқалары тегін таратылады Интернет.

Біздің жұмысымызға сәйкес жүйені таңдау үшін модельдеу қолданыстағы жүйелерді салыстыру керек және ең қолайлысын анықтаңыз. Анықтайтын факторлардың бірі модельдеу бағдарламасын таңдау функционалдылық пен мүмкіндіктер болып табылады бағдарламалар. Лицензияның құны да маңызды параметр болып табылады, өйткені лицензияны сатып алудың үлкен шығындары қолайсыз болуы мүмкін. Тағы модельдеу жүйесін таңдаудағы бір маңызды

фактор интерфейстің ыңғайлылығы, элементтері мен интерфейсі бар кітапханалар қажет бағдарламалар интуитивті болды.

2.1-кестеде бірнеше жүйенің салыстырмалы параметрлері келтірілген құру үшін ең қолайлы бағдарламаны таңдау үшін модельдеу магистральдық байланыс желісінің модельдері.

Кесте 2.1 – модельдеу жүйелерін салыстыру

Өнім	Лицензия құны	Функционалдылық	Өзара әрекеттесу	Іске асыру WDM
Matlab / Simulink	Меншікті рН/от $89	Математикалық және инженерлік есептеулер, ЦОС, жобалау желілер	MATLAB	Бар
OPNET	Меншікті рна/ 16000-40000	Модельдеу желілер графикалық визуализация, жоспарлау жүктемелер	Графикалық интерфейс	Бар
Optisystem	Меншікті РН/ 30 күн тегін	Модельдеу әр түрлі желілер топология, ыңғайлы кітапханалар	Графикалық интерфейс / Нысан базасы деректер	Бар

Модельдеу жүйелерінің сипаттамаларын салыстыру арқылы кестелер 2.1, optisytem модельдеу ортасын таңдады, себебі ол ең көп оптикалық байланыс модельдерін құруға ыңғайлы, сонымен қатар интуитивті түсінікті интерфейс және 30 күндік тегін нұсқа.

OptiSystem - оптикалық байланыс жүйесін модельдеу пакеті кез-келген түрдегі жобалау, тестілеу және оңтайландыру оптикалық байланыстың кең спектрінің физикалық деңгейіндегі оптикалық байланыс желісі аналогтық бейне хабар тарату жүйелерінен құрлықаралық желілерге дейін магистральдар. Шынайы негізделген жүйелік деңгейдегі тренажер оптикалық оптикалық байланыс жүйелерін модельдеу, OptiSystem күшті модельдеу ортасы және шынымен иерархиялық анықтама компоненттер мен жүйелер. Оның мүмкіндіктерін оңай кеңейтуге болады пайдаланушы компоненттері мен жіксіз интерфейстерді қатарға қосу кеңінен қолданылатын құралдар. OptiSystem үйлесімді optiwave ұсынған optiamplifier және optibpm дизайн құралдары.

OptiSystem қолданудың кең спектріне қызмет етеді CATV / WDM желісін жобалау және SONET сақинасын жобалау / SDH картаны жобалауға және таратқыштың, арнаның, күшейткіштің дизайнына дейін және қабылдағыш. OptiSystem құрамында MATLAB компоненті бар пайдаланушыға жаңаларын қосу үшін өз ортасында MATLAB қоңырау шалыңыз компоненттер немесе

модельдер бағдарламалық қамтамасыз ету. OptiSystem қолданады файлдар .компоненттегі MATLAB сценарийін бағалауға арналған DLL MATLAB есептеулерді орындау.

Optisystem модельдеу ортасының ерекшеліктері:

– оптикалық компоненттерден жүйелерге дейінгі иерархиялық дизайн (қосулыФизикалық деңгейде);

– пайдаланушы компоненттері және сценарий тілі;

– талшықты-оптикалық модельдеуге негізделген байланыс жүйелері;

– белсенді және пассивті компоненттердің кең кітапханасы, соның ішінденақты, толқын ұзындығына тәуелді параметрлер;

– параметрлерді сканерлеу және оңтайландыру.

Бұл бағдарламаның басқалардан басты артықшылықтарының бірі болып табылады ыңғайлы және интуитивті интерфейс.

Optisystem ортасында 17 кіріктірілген кітапхана бар, іздеу оны іздеу жүйесінің көмегімен бір сөзден немесе элементтің толық атауы. Сондай ақ қажетті элементті басу арқылы кітапханаға екі рет, егжей-тегжейлі сипатталған көмек терезесі ашылады элемент және оның жұмысы.

Optisystem бағдарламасында іздеу жүйесінің терезесі бар. Кезінде терезенің оң жағындағы "талшық" (талшық) жағдайында бір сөздің енгізілуінде тақырыпта "талшық" сөзін қамтитын элементтер тізімі пайда болады. Үшін кітапханада қажетті элементті табу оны басу керек іздеу жүйесінің терезесінде екі рет.

Сондай ақ optisystem модельдеу ортасында өзгерту мүмкіндігі бар осы немесе басқа элементтің параметрлері.

CWDM талшықты-оптикалық байланыс желілерін оптикалық модельдеу пайдаланушыларға мүмкіндік беретін Optisystem көмегімен орындалады әр түрлі оптикалық желілер мен оптикалық желілерді жобалау және сынау. Optisystem де қуатты модельдеу ортасы және кең кітапханасы бар белсенді және пассивті компоненттер. Ұсынылған компоненттер әдепкі кітапхана, нақты мінез-құлықты ойната алады нақты құрылғы және қажетті әсерлер. Бұл модельдеуде талшықты-оптикалық арна компоненттерді таңдау арқылы жасалады әдепкі кітапханалар. Талшықты-оптикалық арнаны модельдеу генератор арқылы кездейсоқ екілік биттерді генерациялауды қамтиды жалған кездейсоқ тізбектер. Импульс генераторы NE генерациялайды екілік биттердің электрлік сигналдары. Электр сигналдары байланысты DML көмегімен жарық импульстарына түрлендіріледі талшық өзегінің соңы. Мультиплексор әртүрлі арналарды біріктірді бір сызықтық оптикалық сигнал алу үшін оптикалық сигнал. Оптикалық сигнал бір режимді оптикалық талшық арқылы беріледі, онда ол сигналдардың төрт түрлі толқын ұзындығында демультиплекстелген. PIN-фотодетектор кіретін Жарық импульстарын анықтайды және түрлендіреді олар электрлік сигналдарға айналады. Міндет-мынаны қамтамасыз ету қабылданған импульстар тиісті пішінге ие және жеткіліктішығындарды азайту үшін дұрыс анықтау үшін қарқындылық шу немесе әлсіреу салдарынан және сигналдағы бұрмалануларды жою. Осциллограф визуализаторы электр қуатын алу үшін қолданылады nrz

импульстік генераторы мен трансимпеданс күшейткішіндегі сигналдар. Көз анализаторының көмегімен алынған Q және BER коэффициенті нашарлауды талдау үшін BER диаграммалары немесе анализаторлары қолданылады қабылдағыш компоненттеріндегі сигнал.

3 Есептеу бөлімі

Сондай-ақ, оптикалық желі үшін OLT таратқышындағы белсенді жабдықтан ONT қабылдағышындағы алыс абонентке қосылуға дейінгі талшықтарды жобалау үшін есептеулер жүргізіледі.

Пассивті PON желісінде жоғалту көздерінің пайда болуы:

- бөлгіштердегі жоғалтулар бөлу коэффициентіне байланысты;
- оптикалық талшықтағы жалпы әлсіреу талшықтың белгілі бір толқын ұзындығындағы әлсіреу коэффициентіне және оның ұзындығына байланысты;
- түйіспелердегі жалпы ысыраптар дәнекерленген қосылыстар болып табылады, әр қосылымдағы жоғалтуларға және олардың жалпы санына байланысты;
- қосқыштардағы жалпы жоғалтулар ажыратылатын қосылыстар болып табылады, тәуелді әрбір қосқыштағы жоғалтулар және олардың жалпы саны.

Есептеулер желінің негізгі тарату бөлімдерін, абоненттік сымдарды және тізбектегі барлық пассивті құрылғылармен ішкі станциялық қосылымдарды және қосылымдарды ескере отырып, ең ұзын оптикалық желіге ие және әрқайсысы үшін жүргізіледі.

Жобада қолданылатын желі топологиясын ескере отырып, оптикалық сплиттердегі қуат бөлінуінің пайызын есептеудің қажеті жоқ, желі теңдестірілген болып шығады, бұл OLT оптикалық қабылдағыш жабдығы туралы деректерде қатесіз ағынды қамтамасыз етеді.

Есептеу кезінде желіге енгізілген шығындардың келесі параметрлері ескеріледі:

- 1310 нм толқын ұзындығында талшықты әлсірету коэффициенті – 0,34 дБ/км;
- бір бөлікті қосылыстар, олар дәнекерленген - 0,05 дБ;
- ажыратылатын қосылыстар, бұл қосқыштар – 0,3 дБ;
- бөлгіштер: raven: 1x2 - 3,5 dB, 1x32 - 17,5 dB;
- операциялық резерв – 3 dB;

Huawei MA5680T жабдығы үшін әлсіретудің шекті диапазоны 29дБ.

Жобаланатын желідегі ең қашықтағы абонент ul мекенжайындағы үйде орналасқан. М.Әуезов, 15 м-ге дейін Бұл бөлімде 9 ажыратылатын, 8 дәнекерленген қосылыс бар, OLT жабдығынан пәтерге дейінгі ОФ ұзындығы 763 м. Желінің энергетикалық бюджетінің есебі есептелген. 2 формула бойынша:

$$P = POB + Pразъёмн + Pсварн + P1: N + Pзапас, \quad (3.1)$$

мұндағы Рот – оптикалық талшықтағы жоғалту;

Рразъёмн – р коннектор қосылуларындағы жоғалтулар;

Рсварн- дәнекерленген қосылыстардағы жоғалтулар;

P1: N - резервтегі жоғалтулар.

Бұл аймақтағы әлсіреу 27,2 дБ, қордағы резерв 29 - 27,2 = 1,8 дБ.

Осылайша, жобаланған желі OLT белсенді жабдығының оптикалық бюджетіне қойылатын талаптарды қанағаттандырады, алайда нормаларға сәйкес 3 дБ резерв қажет.

Әртүрлі факторлармен орындалатын әлсіреуді есептеу нәтижелері 5.1-кестеде келтірілген.

Кесте 3.1 – Желінің ең ұзын учаскесінің әлсіреуі

Параметрлер	$P_{ов}$, дБ	$P_{разъёмн.}$, дБ	$P_{сварн.}$, дБ	P1: N, дБ	экспл. запас, дБ
Мағынасы	0,27	2,7	0,4	21	3

Осы жобаның шеңберінде тапсырманың ерекшелігін ескере отырып, оны орындауға қажетті құрал-жабдықтардың көлемін есептеу әдісі қолданылады. Пассивті жабдықты ескеру қажет, ал OLT белсенді жабдығы мен соңғы тұтынушы кварталында қажет талшықты-оптикалық кабель есепке алынбайды, өйткені белгілі бір құрылғыны таңдау белгілі бір қызметтер жиынтығын таңдауды талап етеді және абонентке толығымен ұсынылады. .

3.2-кестеде жүргізілген есептеулер бойынша жабдықтардың атаулары мен санының тізімі берілген.

Кесте 3.2 – Пайдаланылатын жабдықтардың жиынтық кестесі

Аты	Саны	Өлшем бірлігі
ШКОН-ПР-32	121	дана.
РО-1х2 PLC	61	дана.
ШКОН-П-8	778	дана.
Вандалға қарсы шкаф	13	дана.
HPC-1626-48 Икемді тарату кабелі	7	км
ДПС-П-126А9-7кН кабелі	1	км
ТОЛ-П-16А-2,7кН кабелі	410	м
ТОЛ-П-12А-2,7кН кабелі	720	м
ТОЛ-П-8А-2,7кН кабелі	100	м
ТОЛ-П-6А-2,7кН кабелі	100	м
ТОЛ-П-4А-2,7кН кабелі	150	м
G.657A1 кабелі	3	км
МТОК-Б1/216-1КТ3645-К44 муфтасы	7	дана
OLT Huawei MA5680T жабдығы	1	дана
Оптикалық жоғары Кросс	1	дана.

Есептеу және жобалық бөліктер бойынша қорытынды: желіні жобалау үшін аумақты талдау нәтижесінде неғұрлым сәйкес топология таңдалды, АТС-тың жалғанған үйлері мен үй-жайларына, жабдықтарға шолу жасалды. желі құрылысы, оның сандық сипаттамалары есептелді. Бір сөзбен айтқанда, s тарауда

есептелген параметрлер сенімді оптикалық қолжетімділік желісін құруға мүмкіндік береді деп айтуға болады.

3.1 Оптикалық циклдегі жоғалтулар. Жоғалтуларды есептеу

PON жоғалту көздері:

- ОТ-дағы жалпы әлсіреу;
- дәнекерленген қосылыстардың түйіспелеріндегі жалпы жоғалтулар;
- механикалық қосылыстардағы жалпы жоғалтулар;

Штраф – талшықтың/компоненттердің деградациясына, қоршаған ортаның әсерлеріне, хроматикалық және поляризация режимінің дисперсиясына байланысты сигнал пішінінің бұрмалануына байланысты сигналдың әлсіреуі, дБ;

Резерв – жөндеу жұмыстары кезіндегі қосымша тігістер мен кірістірулер түріндегі технологиялық резерв, дБ.

Залал толқын ұзындығына байланысты болуы мүмкін, бірақ бұл жағдайда барлық осындай шығындарды және 1 дБ мәнін қорытындылау ұсынылады.

3.1.1 Оптикалық бюджетті есептеу

Қуат көлемінің бюджеті талшықты-оптикалық байланыстағы шығынды талдау және сандық бағалаудың ыңғайлы әдісін қамтамасыз етеді. Байланыс қуатының бюджеті – таратқыштан (кабельдер мен қосқыштар арқылы) оптикалық қабылдағышқа дейін, оның ішінде қуат көлемін қоса алғанда, сигнал беру жолындағы пайдалар мен шығындардың қосындысы. Таратылатын оптикалық қуат пен қосқыштар мен қосқыштардағы жоғалтулар арасындағы айырмашылық берілетін қуат пен қабылдағыштың сезімталдық шегінің шекараларында болуы керек. Тым жоғары оптикалық қуат оптикалық қабылдағыштың қаныққандығын, ал тым аз болуы қабылдағыштың сезімталдық шегіне жақын екенін көрсетеді. Бұл әдетте BER қателерінің көбеюіне әкеледі немесе кабель мен терминалдық жабдықтың дұрыс жұмыс істемеуі ретінде көрінеді.

Бұл талдаудың нәтижелері оптикалық-талшықты желінің жоғалуын және дұрыс жұмыс істеуін жеңу үшін жеткілікті қуат бар-жоғын тексеруге мүмкіндік береді. Егер талдау басқаша көрсетсе, онда деректердің соңына дейін тасымалдануын қамтамасыз ету үшін кабельдік жүйені қайта құру қажет болады. Сірә, бұл мәселені шешу таратқыштың оптикалық қуатын арттыруды, қабылдағыштың оптикалық сезімталдығын арттыруды, талшықты-оптикалық кабель мен қосқыштағы шығындарды азайтуды талап етуі мүмкін немесе барлық көрсетілген шараларды қолдануы мүмкін.

Қуат резервін бюджеттеу талшықты-оптикалық жүйені орнатуды жоспарлаудағы маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Бұл жағдайда келесі факторларды ескеру қажет:

- оптикалық таратқыштың қызмет ету мерзімі, таратқыштар қуаты уақыт өте келе шығуға бейім;

- кабельдердегі жоғалтулар артқан кезде кабельдерге физикалық жүктеменің кез келген артуы;

- кабельдің микробұйымдары;

- қосқыштардың тозуы және олардың қосылуы мен ауыстырылуы, бұл сигнал р қосқышы арқылы өткенде сәйкессіздікке және жоғалтулардың жоғарылауына әкеледі;

- оптикалық қосқыштардың ластануы, шаң немесе кір сигналдың қосқыш арқылы өтуіне кедергі келтіруі мүмкін.

Қуаттың жоғарғы бөлігі BER мәніне әсер етпестен, жүйе өнімділігіндегі кейбір өзгерістерге мүмкіндік беруі керек. Бұл қуат қорының шамасына қатысты ережелер жоқ. Қажетті резерв оптикалық талшықты кабельдің түріне, қосқыштар мен пайдаланылатын жабдыққа байланысты. Егер қуат шегін нөлге тең ететін болсақ, онда талшықты-оптикалық желі де кабельдегі және қосқыштардағы жоғалтуларды еңсеру үшін қажетті оптикалық қуатқа ие болуы керек (бұл жағдайда сигналдың келесі қосымша әлсіреуі m күйінің нашарлауына әкелуі мүмкін. беріліс сипаттамаларының сипаттамалары). Оптикалық бюджетті есептеуге арналған барлық деректер 5.3, 5.4 кестелерден алынған. Мүмкіндігінше қандай «нөлдік опциядан» аулақ болу керек.

Әрбір оптикалық желі үшін біз OLT және O NU арасындағы барлық жоғалтуларды абоненттік терминалдарға төмен ағынға арналған барлық құрамдастардың А, дБ әлсіреуінің қосындысы ретінде көрсетеміз. Абонентке жіберу 1550 нм толқын ұзындығында жүзеге асырылады. Мысалдағы қуат микроауданға апаратын негізгі кабельдің жалпы ұзындығына, сымды және ажыратылатын ажыратқыштар мен қосылымдардың болуына байланысты. Желінің әлсіреуі бойынша барлық деректер 5.5-кестеде берілген.

Кесте 3.3 – OLT LTE-8ST техникалық сипаттамасы

Таратқыштың қуаты	бастап +2 дейін +7 дБ сәйкестігі 1000BASE-PX20-D, 1000BASE-PX20-U
Қабылдағыштың сезімталдығы	бастап- 30 дейін - 6 дБ
Оптикалық қуат бюджеті	30,5 дБ/30 дБ

Кесте 3.4 – ONT NTE-RG1402G /1402GW техникалық сипаттамасы

Таратқыштың қуаты	бастап +0,5 дейін +5 дБ
Қабылдағыштың сезімталдығы	бастап -28 до -8 дБ
Оптикалық қуат бюджеті	30,5 дБ/30 дБ

Кесте 3.5 – Жоғалту коэффициентінің мәндері

Параметрлер	Енгізудің жоғалуы
Толқын ұзындығы 1310 нм кезінде демпферлік ОК коэффициенті	0,35 дБ/км
Толқын ұзындығы 1550 нм кезінде демпферлік ОК коэффициенті	0,22 дБ/км
Қосылатын қосылымдардағы жоғалтулар	0,3 дБ
Дәнекерлеу шығындары	0,05 дБ
Бөлгіштің жоғалуы	15 дБ

Әрбір оптикалық сызық үшін біз сызықтағы барлық жоғалтуларды барлық компоненттердің әлсіреуінің қосындысы түрінде көрсетеміз:

$$A = (L1+\ldots Ln)б+NPAP+NcAc+(A_{раз}+A_{разm}),\ дБ \quad , (3.2)$$

мұндағы, A - желідегі жалпы жоғалтулар (OLT және ONU арасындағы), дБ;

Li – i учаскесінің ұзындығы, км;

b - оптикалық кабельдің әлсіреу коэффициенті, дБ/км;

NP - ажыратылатын қосылыстар саны;;

AR – қосылатын қосылымдағы орташа жоғалтулар, дБ;

NC – дәнекерленген қосылыстар саны;

AC – дәнекерленген қосылыстардағы орташа шығындар, дБ;

Араз i - i-оптикалық бөлгіштегі жоғалтулар, дБ..

Бірінші термин оптикалық кабельдегі жалпы жоғалтуларды, екіншісі - қосқыштардағы жоғалтуларды, үшінші - қосқыштардағы жоғалтуларды, төртінші - бөлгіштердегі жоғалтуларды білдіреді.

Шығындарды бюджеттеу әрбір тізбек үшін резервті қоса алғанда жалпы шығын жүйенің динамикалық диапазонынан аспайтынын растауы керек.

$$P = P_{ВЫХmi} - P_{ВХ} > A + P_{ЗАП}, \quad (3.3)$$

мұндағы P - dдинамикалықші диапазон PON, дБ;

$P_{ВЫХ}$ min - минималды шығыс қуаты, OLT, дБм;

$P_{ВХ}$ - қабылдағыштың кірісіндегі рұқсат етілген қуат ONU, дБм;

A - OLT және ONU арасындағы жолдың жалпы жоғалуы, дБ;

$P_{ЗАП}$ – операциялық резервтік PON, дБ.

Сызықтық жолдың зақымдануы, беру жағдайларының нашарлауы және желінің одан әрі дамуы кезінде жұмыс резерві қарастырылуы керек. Әдетте, 3 дБ резерв алынады, бірақ егер ол пайдаланушылардың айтарлықтай санын жеке желі сегменттеріне қосу керек болса, онда одан да көп резерв болуы керек.

Таратқыш пен қабылдағыштың оптикалық қуат деңгейлерін біле отырып, немесе басқаша айтқанда, тарату жүйесінің берілген оптикалық бюджетіне ие бола отырып, оптикалық тарату желісін есептеуге көшуге болады.

OLT және ONT арасындағы ең үлкен арақашықтыққа ие тізбек үшін жоғарыдағы формуланы пайдаланып шығынды есептейік. Бұл микро Зийолилар мекенжайы бойынша 28-ші тұрғын үй ғимараты, оған оптикалық кабельдің ең үлкен ұзындығы OLT-ден келеді. Демек, бұл тізбекте ең үлкен шығындар болады. Егер берілген тізбектің жалпы жоғалту мәні жүйенің динамикалық диапазонынан аспаса, онда бұл жағдай барлық басқа тізбектерде расталады.

1550нм толқын ұзындығындағы жалпы жоғалту:

-L=3км;
-б=0,22 дБ/км;
-NP =5;
-AP =0,3 дБ;
-NC =7;
-AC =0,05 дБ;
-Араз =15 дБ.

A =3,00,22+50,3+70,05+15=17,72 (дБ).

1310нм толқын ұзындығындағы жалпы жоғалту**:**

-L=3,0 км;
-б=0,35 дБ/км;
-NP =5;
-AP =0,3 дБ;
-NC =7;
-AC =0,05 дБ;
-Араз =15дБ.

A =3,00,35+50,3+70,08+15=18,11 (дБ).

Бюджеттің есептелген құны жүйенің динамикалық диапазонын қоса алғанда, шығындардан аспайтынын тексерейік. GPON жүйесі үшін динамикалық диапазон 28 дБ болатынын ескере отырып, біз мынаны аламыз:

Толқын ұзындығы 1310 нм және таратқыш қуаты 30 дБ үшін шығын A= (18,1+ 3)=21,3 (дБ) болады;

1550 нм толқын ұзындығы және 30 дБ таратқыш қуаты үшін шығын A= (17,72+ 3)=20,72 (дБ).

Шарт ең үлкен шығыны бар тізбек үшін расталған, сондықтан ол тізбектердің басқа нұсқалары үшін де сақталады.

Желілік топология сұлбасының деректеріне сәйкес станция терминалынан ONT ең аз қашықтағы 8-ші үйге дейін орналасқан. Демек, осы пайдаланушылардан ONT-ден OLT-ге дейін urstream сигналының қуаты қолданушылардың ең көп саны болады. . ONT таратқышының минималды қуаты

+ 0,5 дБ, ал OLT қабылдағышының шамадан тыс жүктелу шегі минус 6 дБ. Сондықтан ONT және OLT арасындағы сызықтың әлсіреуі кем дегенде 6,5 дБ болуы керек. Желіде пайдаланушылардан 7-ші үйге дейінгі жоғары ағынның минималды әлсіреуі формула бойынша ұқсас түрде табылады.

1310нм толқын ұзындығындағы жалпы жоғалту , №7 үй үшін:

-L=1,8 км;

-б=0,35 дБ/км;

-NP =5;

-AP =0,3 дБ;

-NC =7;

-AC =0,05 дБ;

-Араз =15дБ.

A =0,6340,35+50,3+70,08+15=17,28 (дБ).

Сызықтың әлсіреуі 6,5 дБ-ден жоғары, фотодетектордың шамадан тыс жүктелуі болмайды.

3.2 Әрбір тізбек үшін демпферлік есептеу (OLT-дан ONU-ге дейін)

Осыдан кейін біз әрбір тізбек үшін (OLT-дан ONU-ға дейін) алғашқы үшеуі бойынша әлсіреуді есептейміз және әрбір тізбектегі әлсіреу шамамен бір болатындай етіп бөлгіштердің бөлу коэффициентін таңдаймыз.

Оптикалық бөлгіштердің параметрлерін анықтап, жобамыз үшін желінің оптикалық бюджетін есептейік. AR = 0,3 дБ қолданатын қосқыш қосылымдарындағы жоғалтулар, оптикалық кабельдің әлсіреу коэффициенті - 1310 нм толқын ұзындығында 0,4 дБ/км және 1550 нм толқын ұзындығында 0,25 дБ/км. үй): $l1$ = 0.309 км, $l2$ = 0.075 км, $l3$ = 0.080 км, $l4$ = 0.060 км, $l5$ = 0.030 км.

Әрбір тізбек үшін k үшін жоғарыдағы формуланы пайдаланып шығынды есептейік:

$OLT - ONU_1 = (0{,}075 + 0{,}080) + 4 \cdot A_p + 2 \cdot A_c + A_{раз-1} = 0{,}155 + 0{,}4 + 4 \cdot 0{,}3 + 1 \cdot 0.1 + A_{раз-1} = 1{,}805 +; A_{раз-1}$

$OLT - ONU_2 = (0{,}030 + 0{,}080 + 0{,}070) + 4 \cdot A_p + 2 \cdot A_c + A_{раз-1} = 0{,}18 + 0{,}4 + 4 \cdot 0{,}3 + 1$ □ $0{,}1 +$ ℵ□⁄□1=1,83+. ℵ□⁄□1

Ең шетінен бастайық және р бөлгішінің бөлу коэффициентін таңдаймыз. Бөлгіштерді есептемегендегі шығын айырмашылығы 6,3 - 5,6 = 0,7 (дБ).

Шығу порттары арасындағы кірістіру жоғалуының айырмашылығына негізделген ең жақын мәнді таңдаңыз - 45/55 бөлу коэффициентіне сәйкес келетін 1,0 дБ.

Ескерту. Бөлу коэффициентін дәлірек көрсетуге ерекше ұмтылмау керек, мысалы, 47/53. Дегенмен, сплиттердің параметрлерінің айтарлықтай таралуына байланысты тозуға болатын әлсіреу шамамен 45/50 деңгейіндегідей болады.

Белгілі болғандай, қуаттың 45% ONU2-ге бағытталған кезде, енгізілген.

S2-ден әлсіреу 4,2 дБ болады. Қуаттың 55% ONU3-ке жіберіледі,S2 және кірістіру жоғалуы 3,2 дБ болады. Содан кейін:

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

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

Кесте 3.6 – Өсуді есептеу

Желдетуді есептеулер Талшық түрі:G.652 ITU-T D	Өлшем бірлігі	Толқын ұзындығы, нм	
		1310	1550
Талшықты әлсірету коэффициенті	дБ/км	0,40	0,25
Хроматикалық дисперсия	пс/нм км	3,50	18,0
Сызық ұзындығы	км	0,6	0,6
Талшықты енгізудің әлсіреуі	дБ	2,20	1,4
Орташа қосылыс жоғалуы	дБ	0,05	0,05
Операциялық резерв	дБ	3,0	3,0
Қосқыштардағы орташа жоғалтулар	дБ	0,30	0,30
Қосқыштар саны	шт.	5	5
Қосқыштардағы жалпы жоғалтулар	дБ	1,20	1,20
Шанышқыны жоғалту 1: 5	дБ	17,5	17,5
Байланыс желісіндегі жалпы жоғалтулар	дБ	47.05	40,3
Рұқсат етілген шығындар	дБ	55,6	50,5
Қалдық үшін әлсіреу резерві	дБ	8,1	10,2

Ең үлкен деңгей айырмашылығы бірінші және екінші тізбектер арасында: 9,8 - 4,2 = 5,6 дБ. Шығу порттары арасындағы кірістіру жоғалту айырмашылығының ең жақын мәні 5,5 дБ құрайды, бұл 25/75 бөлу коэффициентіне сәйкес келеді. Сәйкесінше 7,1 дБ және 1,6 дБ шыдауға болатын шығынды ауыстырсақ, біз мынаны аламыз:

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

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

Сондықтан S1 және S2 бөлгіштерінің бөлу коэффициенттері есептеледі, ал желіні теңдестірілген деп санауға болады, өйткені тізбектің әлсіреулері арасындағы таралу минималды болады.

Шығынның, оның ішінде резервтің бюджеттен, жүйенің динамикалық диапазонынан аспайтынын тексеріп көрейік. PON жүйесі үшін динамикалық диапазон 29 дБ екенін ескере отырып, біз мынаны аламыз:

$$29 \text{ дБ} \geq (11{,}4 + 3) \text{ (дБ)}.$$

Ескерту. АΣ мәні ең нашар жағдайда пайдаланылады, бұл мысалда OLT-ONU1 тізбегі -11 дБ.

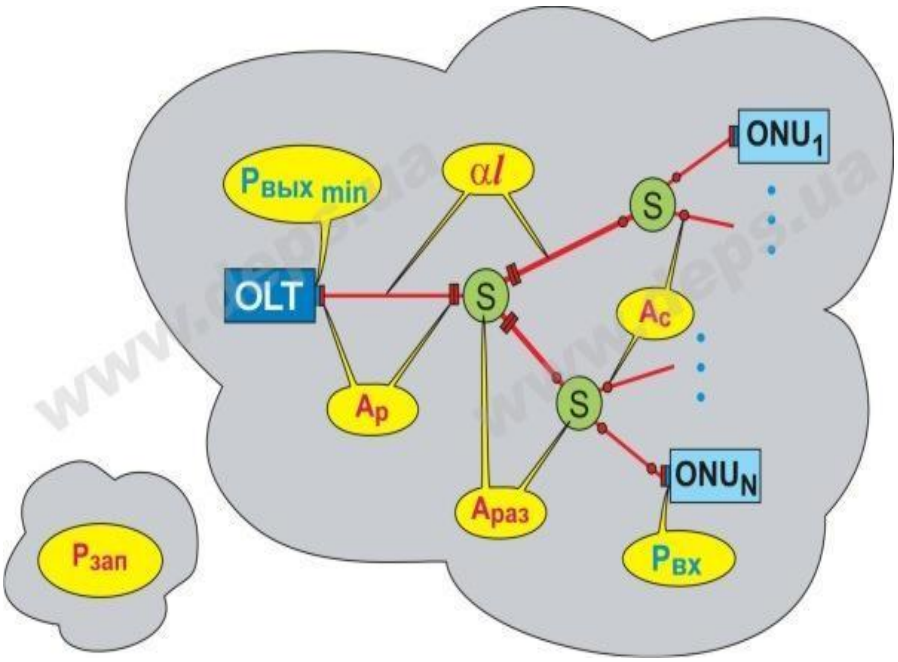
Егер шарт ең жоғары әлсіреу OLT-ONU2 схемасы үшін расталса, ол басқа схема опциялары үшін де орындалады.

3.3 Муфтадағы әлсіреуді есептеу

I жобалаудың ең маңызды міндеті шығындар бюджетін есептеу және барлық р-байланыстырғыштардың оңтайлы бөлу коэффициенттерін анықтау болып табылады. Есептеу алгоритмі келесідей көрінеді:

- әрбір сала бойынша шығындарды есепке алмай, жалпы шығындарды есептеу муфталары;
- әрбір бөлгіштің ең алысынан бастап бөлу коэффициенттерін ретімен анықтау;
- жүйенің динамикалық диапазонымен салыстыра отырып, схеманың барлық элементтеріндегі жоғалтуларды ескере отырып, әрбір абоненттік терминал бойынша шығын бюджетін есептеу.

Абоненттер негізгі станциядан әр түрлі қашықтықта орналасқандықтан, әрбір бөлгіштегі бірдей қуат бөлінісін ескере отырып, әрбір ONU кірісіндегі қуат әр түрлі болады. Бөлгіштердің сипаттамаларын таңдау желінің әрбір абоненттік терминалының кірісінде оптикалық қуаттың шамамен бірдей деңгейін алу қажеттілігімен байланысты.Яғни, барлық шығыстарда бірдей негізгі болатын желіні құру. Желіні одан әрі кеңейту үшін PON «ағашының» әрбір тармағы үшін k шамамен біркелкі әлсіреу резервінің болуы қажет. Егер желі теңгерілмеген болса, онда әртүрлі ONU-дан OLT станциясының терминаторы деңгейі бойынша айтарлықтай ерекшеленетін сигналдармен ортақ ағында қабылдайды. Анықтау жүйесі қабылданған сигналдардың айтарлықтай төмендеуін (10-15 дБ-ден астам) өңдеуге қабілетсіз, бұл кері ағынды қабылдаудағы қателер санын айтарлықтай арттырады (5.1-сурет).



3.1-сурет – Бөлгіштердегі ысыраптардың схемасы

Бөлгіштердің бөлу коэффициенттерін таңдаған кезде, схемаға қандай шығындар енгізілетінін білу керек, сонымен қатар басқа бөлу коэффициентімен.

Екі терезелі (1310нм және 1550нм) 1 типті бөлгіштердің кірістіру жоғалуының мысал анықтамасы үшін келесі анықтамалық кестені қолданамыз.

Шығару порттары көп бөлгіштердің кірістіру жоғалуын анықтау және басқа бөлу коэффициенттерінде пайдалану қажет болса, есептелген формуланы қолдануға болады:

$$A_i = 10\lg\left(\frac{100\%}{D\%}\right) + log_2(N-1) \times 0.4 + 0.2 + 1.5 \times \lg\left(\frac{100\%}{D\%}\right), \text{дБ}$$

мұндағы D% - берілген портқа шығатын қуат пайызы, %;

N - шығыс порттарының саны;

i - шығыс портының нөмірі.

Бөлу коэффиценті 10/20/25/30/35 болатын 1:4 бөлгіштің әлсіреуін есептейік. Бес шығыс портының әрқайсысы үшін есеп жүргізейік:

$$A_1 = 10 \times \lg\left(\frac{100\%}{10\%}\right) + log_2(5-1) \times 0.4 + 0.2 = 1.5 \times \lg\left(\frac{100\%}{10\%}\right) = 11.94\text{дБ},$$

$$A_2 = 10 \times \lg\left(\frac{100\%}{20\%}\right) + log_2(5-1) \times 0.4 + 0{,}2 = 1.5 \times \lg\left(\frac{100\%}{20\%}\right) = 8{,}48\text{дБ},$$

$$A_3 = 10 \times \lg\left(\frac{100\%}{25\%}\right) + log_2(5-1) \times 0.4 + 0{,}2 = 1.5 \times \lg\left(\frac{100\%}{25\%}\right) = 7{,}37\text{дБ},$$

$$A_4 = 10 \times \lg\left(\frac{100\%}{30\%}\right) + log_2(5-1) \times 0.4 + 0{,}2 = .5 \times \lg\left(\frac{100\%}{30\%}\right) = 6{,}46дБ,$$

Кесте 3.7 – Енгізу жоғалтуының максималды мәндері

Бөлу коэффициенті, %	Болжалды тасымалдау шығыны, дБ	Шығыс порттары арасындағы тасымалдау шығынының айырмашылығы, дБ
50/50	3,7/3,7	0
45/55	4,2/3,2	1,0
40/60	4,8/2,8	2,0
35/65	5,4/2,4	3,0
30/70	6,2/2,0	4,2
25/75	7,1/1,6	5,5
20/80	8,2/1,3	6,9
15/85	9,7/1,0	8,7
10/90	11,7/0,7	11,0
5/95	15,2/0,5	14,7

$$A_1 = 10 \times \lg\left(\frac{100\%}{10\%}\right) + log_2(5-1) \times 0.4 + 0.2 = 1.5 \times \lg\left(\frac{100\%}{10\%}\right) = 11.94дБ,$$

$$A_2 = 10 \times \lg\left(\frac{100\%}{20\%}\right) + log_2(5-1) \times 0.4 + 0{,}2 = 1.5 \times \lg\left(\frac{100\%}{20\%}\right) = 8{,}48дБ,$$

$$A_3 = 10 \times \lg\left(\frac{100\%}{25\%}\right) + log_2(5-1) \times 0.4 + 0{,}2 = 1.5 \times \lg\left(\frac{100\%}{25\%}\right) = 7{,}37дБ,$$

$$A_4 = 10 \times \lg\left(\frac{100\%}{30\%}\right) + log_2(5-1) \times 0.4 + 0{,}2 = .5 \times \lg\left(\frac{100\%}{30\%}\right) = 6{,}46дБ,$$

3.4 Бөлгіштердің бөлу коэффициенттерін есептеу

Енді сіз белгілі бір жоба үшін бөлгіштердің бөлу коэффициенттерін таңдауға және бюджет шығынын есептеуге көшуге болады. Әрбір оптикалық сызық үшін біз сызықтағы барлық жоғалтуларды барлық компоненттердің демпферлік қосындысы түрінде көрсетеміз:

$$A_\Sigma = (l_i + \ldots + l_n) \cdot a + N_P A_P + N_P A_P + (A_{PA31} + A_{PA32} + \ldots), \quad (3.4)$$

мұндағы AΣ – жолдағы жалпы шығындар (OLT және ONU арасындағы), dB;

l_i – i-бөлім ұзындығы,км;

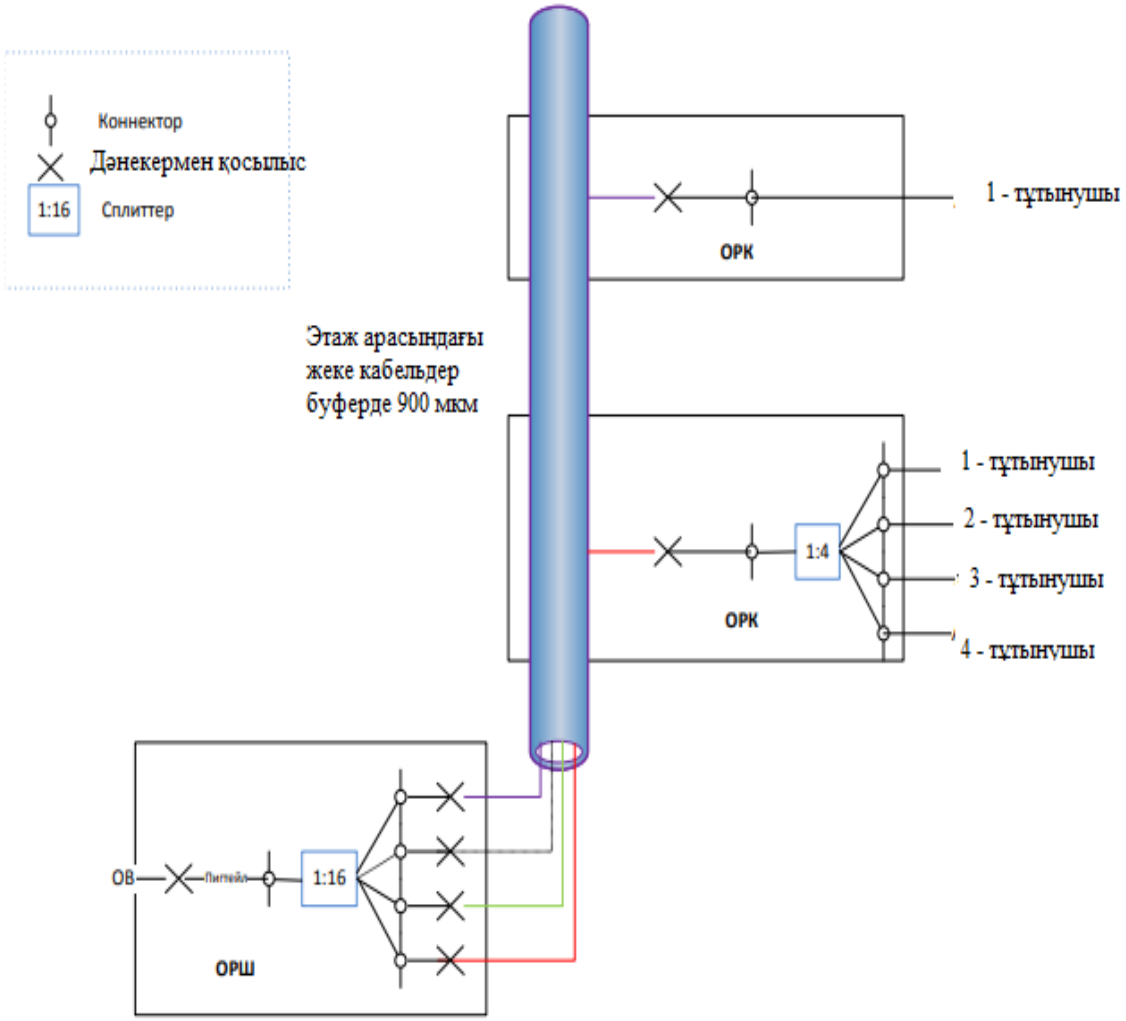
n – учаскелер саны;

a – оптикалық кабельдің әлсіреу коэффициенті,дБ/км;

N_P – ажыратылатын қосылыстар саны;
A_P – қосылатын қосылымдағы орташа шығындар,дБ;
N_C – дәнекерленген қосылыстар саны;
A_C дәнекерленген қосылыстағы орташа шығындар,дБ;
A_{PA3} i – i-о оптикалық бөлгіштегі жоғалтулар,дБ.

$$\text{толық ұзындығы} = 374 + 309 + 52 + 82 + 132 + 177 + 262 + 92 + 61 = 2049 \text{ (м)}.$$

$$A_{\sum} = 1{,}049 \cdot 0{,}4 + 21 \cdot 0.3 + (9{,}94 + 6{,}48 + 3{,}37 + 3{,}46 + 2{,}68) = = 27{,}05 \text{ (дБ)}.$$



3.2-сурет – Екікаскадты желі құру сызбасы

Кластерлер арасында орналасқан оптикалық сплиттерлерде желі мен PON-ды одан әрі кеңейту үшін бос порттарды - «өсу нүктелері» деп аталатындарды қалдыру ұсынылады. Мәселе осы артық портқа түсетін қуат пайызын қалай таңдауда.

PON кеңейту мәселесі сплиттерді ауыстыру арқылы немесе жаңа желі сегментін қосу арқылы және басқа толқын ұзындығында CWDM мультиплексорын пайдалану арқылы шешілуі мүмкін.

Телекоммуникациялық технологиялар дамуының қазіргі кезеңінде пассивті оптикалық желілер олардың абоненттік қолжетімділік желілерінде кеңінен енгізілуін алдын ала анықтайтын маңызды артықшылықтарға ие. Бірақ өлшеулер, қабылдау және пайдалану, әлі де кейбір қиындықтармен байланысты, негізінен объективті. Сондықтан сіз PON-мен жұмыс істеудің әртүрлі кезеңдерінде туындауы мүмкін өлшемдермен байланысты проблемаларды білуіңіз керек. Сондай-ақ сіздің желіңіздегі мүмкіндіктерге және экономикалық мүмкіндіктерге сәйкес өлшеу құралдарын таңдаған дұрыс.

3.3-сурет – Өткізу қабілеттілігінің байланыс сызығының ұзындығына тәуелділігі графигі

3.4-сурет – Хроматикалық дисперсияның байланыс сызығының ұзындығына тәуелділік графигі

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобада PON технологиясын қолданып Наурызбай ауданында байланыс жүйесін жобалау зерттеліп, қарастырылды.

Қатынау желілері - телекоммуникация саласының неғұрлым серпінді дамып келе жатқан сегменті. Қол жеткізу желісінің тікелей көрсетумен байланысты провайдерлік, қызметтерін пайдаланушылар, және бұл үшін тіпті қолайсыз экономикалық жағдайында олар өтеледі. Қазіргі уақытта бұл желі тек қана желі үшін ғана емес, техникалық шешімдерге де ие. Сондықтан, олар техникалық және қаржылық қызықты етеді, олар даму сатысында тұр деп айтуға болады.

Бұл технологияның пайда болуы желілерді құру принциптеріне жаңаша қарауға мәжбүр етеді. Оптикалық талшықтардың ондаған немесе тіпті жүздеген талшықты желілері бар көп талшықты кабельдердің орнына, соның салдарынан төсеу мен монтаждауда қиын болып келеді. Яғни, пассивті оптикалық желілер технологиясы цифрлық кеңжолақты желілерде тарату сапасын жақсарту үшін ең жақсы шешімдердің бірі болып табылады. GPON желісіне қамтиды 128 абоненттік түйіндерді радиусы 20 км. Өйткені абоненттік тораптар – терминальны болса, мәселе біреуінде немесе оны ажырату ықпалын қалған жоқ. Бір түйін жүздеген абонентке қызмет көрсете алады. Пассивті оптикалық желілердің қатынау желісі-кеңжолақты таратуды қамтамасыз ету үшін ең үнемді шешімдердің бірі. GPON желісінің архитектурасы адамның қажеттіліктеріне байланысты өткізу қабілетін, желіні ұлғайтудың қажетті қабілетіне ие.

Техникалық есептеу бөлімінде осы дипломдық жобаның мақсаты бойынша GPON технологиясын ауданда байланыс жүйелерін жобалауы зерттелді:

Бүгінгі күні GPON сізге талшықты-оптикалық кабельді пәтерге өткізуге және 1 Гбит / с дейін өткізу қабілеттілігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, бұл ADSL қол жеткізу мүмкіндіктерін 100 есе көбейтеді. GPON технологиясын енгізу Triple Play қызметтерін бір талшық бойынша қамтамасыз етеді: Интернет, VoIP, IPTV; ал жоғары тарату жылдамдығы бірнеше HDTV арналарын бір уақытта көруге мүмкіндік береді. Жаңа желі IP-телефония технологиясын қолдана отырып, жергілікті телефон қоңырауларын жасауға мүмкіндік береді.

GPON (Gigabit PON) - бұл ITU G.984 перспективалы PON стандарты (2005). Тасымалдау хаттамасы – GFP (generic framing protocol) - жалпы рамалық хаттама. Төменгі ағысы - 1490нм, 2,4Gbps немесе 1,2Gbps. Жоғарғы ағымда - 1310нм, 1,2 Гбит/с немесе 622 Мбит/с.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Оптические мультиплексоры и демультиплексоры систем WDM / Н. Слепов //Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2004. – № 8.2.

2 Лейкосапфир (Al2O3). Оптика из сапфира [Электронный ресурс] / Материалы компании «Флюорит». – Режим доступа: http://www.fluoride.su/Sapphire1.html.

3 Былина М. С., Голубев А. С. Анализ возможности применения мультиплексора на отражательной призме по схеме Литтроу для систем CWDM // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. II-я Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. научных статей / под. ред. С. М. Доценко, сост. А. Г. Владыко, Е. А. Аникевич, Л. М. Минаков. – СПб. : Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч- Бруевича, 2013. - С. 692-695.

4 Шувалов В.П., Фокин В.Г. Оптические сети доступа большого радиуса действия. – М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – 188с.

5 Рекомендации ITU-T G.983.1 (01/2005) Оптические системы широкополосного доступа, базирующиеся на пассивной оптической сети (PON) // Международный Союз Электросвязи. Женева, 2005.

6 Iioon Kim. Transmission of 10-Gb/s Directly modulated RSOA Signals in Single-Fiber Loop-back WDM PONs // Photonics Technology Letters. 2011. Vol.23. No. 14. P. 965-967.

7 Hyuk-Choon Known, Young-Yuk Won, Dae-Won Lee, Sang-Kook Han. WDM Passive Optical Network with Simultaneous Wireline/Wireless Downlink Transmission and Wavelength Reuse for Uplink Connection // Transparent Optical Networks. 2007. 1CTON 07. 9th International Conference on. P. 9-11.

8 Zaineb Al-Qazwini, Hoon Kim. Symetric 10-Gb/s WDM-PON Using Directly Modulated Lasers for Downlink and RSOAs for Uplink // Journal of Lightwave Technology. 2012. Vol.30. No. 12. P. 1891-1899.

9 Фокин В.Г. Проектирование оптической мультисервисной транспортной сети: Учебное пособие/ГОУ ВПО «СибГУТИ». - Новосибирск, 2009 г. - 206с. 10 Ipsita Sengupta, Abhirup Das Barman. Analysis of optical re-modulation by multistage modeling of RSOA//Optic. 2014. Vol. 125, Issue 14. P. 3393-3400.

11 Hyun-Soo Kim, Byung-Seok Choi, Ki-Soo Kim, Dong Churl Kim, O- Kyum Known, Dae-Kon Oh. Improvement of modulation bandwidth in multisection RSOA for colorless WDM-PON // Optics Express. Vol. 19. No.19. P. 16372-16378.

12 Qi Guo, An Vu Tran. Performance Enhancement in RSOA-Based WDM Passive Optical Networks Using Level Coding// Journal of Lightwave Technology. 2013. Vol.31. No.l. P. 67-73.

13 Chowdliury P.K. Enhances crosstalk tolerance in RSOA based WDM- PONs by using coded RZ modulation// Optik. 2014. Vol. 125. Issue 14. P. 2959- 2962.

14 https://optiwave.com/optisystem-overview/ Источник скачивания программной среды Optisystem

15 Dual-LP11 mode 4x4 MIMO-OFDM transmission over a two-mode fiber/A.

16 Горлов Н.И., Микиденко А.В., Оптические линии связи и пассивные компоненты ВОСП: Учеб пособие. - Новосибирск: СибГУТИ,2003. – 230 с.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И.СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

РЕЦЕНЗИЯ
Дипломдық жұмыс

Ақберді Дарын Дәуренұлы
6В06201 - Телекоммуникация

Тақырыбына: «Алматы қаласы Наурызбай ауданында PON технологиясын пайдаланып кең жолақты қатынауды ұйымдастыру».

Орындалды:
а) графикалық бөлім 56 парақ;
б) түсініктеме 5 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында GPON технологиясын қолдана отырып кең жолақты қатынауды жақсарту мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары мен оптикалық кабель таңдалды және талдау жасалады.

Бұл дипломдық жұмыста абоненттік қатынауды дамытудың негізгі бағыттары, қатынау желілерін ұйымдастыру, GPON технологиясы қарастырылды.

Қатынау желілерінің оптикалық технологияларға ауысуы, оптикалық қатынау желілерінің архитектуралық ерекшеліктері келтірілд.

Дипломдық жұмыста оптикалық лазерлердің, базалық құрылымы сызбасында студент өз тарапынан қандай жақсартулар енгізуі мүмкіндігін көрсете алмаған. Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

Бұл дипломдық жоба жоғарға оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – желілерді құруды талдау және салыстыру технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (90%) деген баға, ал студент Ақберді Дарын Дәуренұлы 6В06201 – Телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензент
Ғ.Дәукеев ат. АЭжБУ доценті,
PhD докторы
_____ Ә.Ержан
«30» 05 2023 ж.

Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю
вед.спец. Чомабаева
қызметі
«30» 05

Ф ҚазҰТУ 704-24. Рецензия

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ж»не ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И.СӘТБАЕВ ат. ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Ақберді Дарын Дәуренұлы

6В06201 - Телекоммуникация

Тақырыбына: «Алматы қаласы Наурызбай ауданында PON технологиясын пайдаланып кең жолақты қатынауды ұйымдастыру».

Берілген бітіру жұмысында технологиямен оптикалық байланыс жұмысын ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары мен оптикалық кабель таңдалды және талдау жасалады.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Жұмыста ұзақтығы қысқа импульстерді қалыптастыру жолдары, импульстерді шығару мен күшейтуге арналған құрылғылардың құрылысы көрсетілген.

GPON желісінің типтік құрылымы, GPON технологиясының артықшылықтары атап өтілді.

GPON физикалық деңгейі үшін бағалау есебі жасалды.

Дипломдық жобаға 95 (өте жаксы) деген баға, ал студент Ақберді Дарын Дәуренұлы телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші
ЭТжҒТ каф.аға оқытушысы,
техн.ғыл.кандидаты
_____ Ермекбаев М.М.
(қолы)
«25» 05 2023 ж.

Ф ҚазҰТУ 704-23. Пікір

Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Ақберді Дарын Дәуренұлы

Тақырыбы: Алматы қаласы Наурызбай ауданында PON технологиясын пайдаланып кең жолақты қатынауды ұйымдастыру

Жетекшісі: Сұңғат Марксұлы

1-ұқсастық коэффициенті (30): 4.5

2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.8

Дәйексөз (35): 0.3

Әріптерді ауыстыру: 51

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 90

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☒ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

2023-05-31

Күні *Кафедра меңгерушісі*

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Ақберді Дарын Дәуренұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Алматы қаласы Наурызбай ауданында PON технологиясын пайдаланып кең жолақты қатынауды ұйымдастыру

Научный руководитель: Сұңғат Марксұлы

Коэффициент Подобия 1: 4.5

Коэффициент Подобия 2: 2.8

Микропробелы: 90

Знаки из здругих алфавитов: 51

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2023-05-31

Дата *Заведующий кафедрой*

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Ақберді Дарын Дәуренұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Алматы қаласы Наурызбай ауданында PON технологиясын пайдаланып кең жолақты қатынауды ұйымдастыру

Научный руководитель: Сұңғат Марксұлы

Коэффициент Подобия 1: 4.5

Коэффициент Подобия 2: 2.8

Микропробелы: 90

Знаки из здругих алфавитов: 51

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2023-05-31

Дата

Сұңғат Марксұлы

проверяющий эксперт