

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

Есенғарина Гауһар Нұрлыбекқызы

«Қалааралық және халықаралық байланыс үшін оптикалық талшықтық
желілердің тиімділігін талдау»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 - Телекоммуникациялар

Алматы 2025

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



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Қалааралық және халықаралық байланыс үшін оптикалық
талшықтық желілердің тиімділігін талдау»

6B06201 – Телекоммуникациялар

Орындаған:

Есенғарина

Е.Н.Есенғарина

Рецензент:

ф.-м.ғ.к., Ғ.Дәукеев ат. АЭЖБУ
профессор-оқытушысы

Хизирова М.А.Хизирова

«30» мамыр 2025 ж.

Ғылыми жетекші

экон. ғыл. кандидаты,

ЭТЖҒТ каф. қауымдастырылған
профессоры

А.Е.Куттыбаева

«21» 05 2025 ж.

Алматы 2025

КАЗАҚСТАН 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 ғарыш технологиялар кафедрасы

6B06201 – Телекоммуникациялар

БЕКІТЕМІН
ЭТ ж ГТ кафедра/менгерушісі
техн.ғыл.канд.
Е.Таштай
«03» 03 2025 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Есенғарина Гауһар Нұрлыбекқызы

Тақырыбы: «Қалааралық және халықаралық байланыс үшін оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау».

Университет ректорының «29» қаңтар 2025 ж. № 26 П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жобаны тапсыру мерізімі «31» мамыр 2025 ж.

Жұмыстың бастапқы мәліметтері: 1) Қуат тұтынуы ONT: 110 Вт, OLT: 5.5 Вт; 2) Бір қаладағы портындағы максималды ONU саны – 124; 3) Жүктеме: Бір уақытта 64 ONU-ға дейін трафик беру, әрқайсысына 40 Мбит/с; 4) ONU: Қолданушыларға арналған Ethernet порттары (110 Мбит/с немесе 1,5 Гбит/с); 5) ITU-T G.984 стандартын негізге ала отырып, деректер беру жылдамдығы: 2.6 Гбит/с (төменгі ағын) және 1.25 Гбит/с (жоғарғы ағын).

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: а) қалааралық оптикалық байланыстың мүмкіндіктері мен ерекшеліктері; б) оптикалық желілерінде деректер беру жылдамдығын, кідірістерді және өнімділікті бағалау; в) халықаралық оптикалық байланыс құрылғыларын зерттеу нәтижелерін ұсыну.

Сызбалық материалдар 15 слайдпен ppt форматында көрсетілуі керек.

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1. ITU-T G.984.1–G.984.4: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON) Recommendations. 2019. – 10 с.

2. OpenOMCI Documentation and Implementation Guidelines. 2020 – 10 с.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерізімі	Ескерту
Қалааралық деректер беру жылдамдығының уақытқа байланысты өзгерісі	1.02.2025 ж. - 21.02.2025 ж.	орындау
Кіріс және қателік деңгейлері бойынша салыстыруы	21.02.2025 ж. - 01.03.2025 ж.	орындау
Жүргізілген зерттеулер негізінде алынған қорытындыларды және оларды телекоммуникациялық желілерде қолдану	01.03.2025 ж. - 14.05.2025 ж.	орындау

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.қауымдастырылған профессоры Куттыбаева А.Е.	1.05.25	А.Е.Куттыбаева
Теориялық ақпарат	Техн.ғыл.канд., ЭТЖҒТ каф.қауымдастырылған профессоры Куттыбаева А.Е.	1.05.25	А.Е.Куттыбаева
Норма бақылау	ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы Досбаев Ж.М.	23.05.25	Досбаев Ж.М.

Ғылыми жетекшісі

А.Е.Куттыбаева А.Е.Куттыбаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

Г.Н.Есенгарина Г.Н.Есенгарина

Күні « 1 » 02 2025 ж.

АНДАТПА

Бұл жұмыста литий ионды батареялардың құрылымы, жұмыс принциптері, жалпы сипаттамалары қарастырылған.

Энергетикалық тиімділігі, тығыздығы есептелді. Жұмыс температурасы, циклдық өміршеңдігі анықталды.

Әртүрлі батареяларға салыстырмалы талдау жасалды. Қолдану салалары, техникалық жұмыстары айтылды. Даму трендтері мен болашақ перспектикалық өндірістері анықталды.

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассмотрены структура, принципы работы, общие характеристики литий-ионных аккумуляторов. Рассчитана энергетическая эффективность, плотность. Определена рабочая температура, цикличность. Проведен сравнительный анализ различных аккумуляторов. Были озвучены области применения, технические работы. Определены тренды развития и перспективные производства будущего.

ANNOTATION

In this paper, the structure, principles of Operation, general characteristics of lithium ion batteries are considered. Energy efficiency, density were calculated. The working temperature, cyclic viability are determined. A comparative analysis of different batteries was carried out. Areas of application, technical work were mentioned. Development trends and promising productions of the future are determined.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Оптикалық талшықтық желілер туралы жалпы мәлімет	9
1.1 Оптикалық талшықтық желілердің құрылымы: ONT, OLT, ONU элементтерінің рөлі	10
1.2 ONU (Optical Network Unit)	11
1.3 Құрылымдағы өзара әрекеттесу	12
1.4 Оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау	14
2 Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелеріндегі оптикалық талшықтық желілер	18
2.1 Қалааралық байланыс: Қалааралық желілерде оптикалық талшықтық желілердің қолданылуы және оларды тиімді пайдалану жолдары	20
2.2 Қалааралық деректер беру жылдамдығының уақытқа байланысты өзгерісі	21
2.3 Қалааралық байланыс жүйелерінің болашағы	22
2.4 Халықаралық оптикалық байланыс желісі	23
2.5 Қалалық оптикалық байланыс жүйесінің кідіріс және қателік деңгейлері бойынша салыстыруы	26
3 Жұмыс тиімділігін арттыру үшін ұсыныстар	29
3.1 Желіні оңтайландыру және құрылғыларды жаңарту	29
3.2 Желі кеңейту және жаңарту	30
3.3 Жаңа технологияларды енгізу	31
3.4 Қуатты үнемдеу технологиялары: Оптикалық талшықтық желілерді қуат тұтынуын төмендету үшін қолдануға болатын әдістер	31
3.5 Құрылғылардың тиімділігін арттыру: ONU, OLT, ONT құрылғыларының жұмысын оңтайландыру және олардың тиімділігін арттыру бойынша ұсыныстар	33
3.6 Технологиялық жаңартулар мен зерттеулер	35
3.7 Желінің өткізу қабілетін арттыру	36
3.8 Желіні автоматтандыру және интеллектуалды басқару жүйелерін енгізу	37
Қорытынды	41
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	43

КІРІСПЕ

Қазіргі кезде ақпараттық қоғамның дамуымен байланыс жүйелерінің маңызы артты. Әсіресе, қалааралық және халықаралық байланыс жүйелері уақыт өте келе қарқынды дамып, біздің өміріміздің ажырамас бөлігіне айналды. Ақпаратты жылдам және тұрақты түрде тарату қажеттілігі кәсіпорындар мен мемлекеттік мекемелердің, сондай-ақ жеке тұлғалардың байланыс құралдарына деген сұранысын арттырды. Бұл байланыс құралдары арасында ең тиімдісі болып оптикалық талшықтық желілер саналады, себебі олар деректерді жоғары жылдамдықпен және ұзақ қашықтыққа тасымалдауға мүмкіндік береді.

Қалааралық және халықаралық байланыс үшін оптикалық талшықтық желілердің тиімділігі үлкен маңызға ие. Олар деректерді беру жылдамдығын бірнеше есе арттыруға, сенімділігін және тұрақтылығын қамтамасыз етуге, сонымен қатар қуат тұтынуын төмендетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, оптикалық талшықтық байланыс жүйелері өте кең ауқымды желілерді құруға мүмкіндік береді, бұл қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің тиімділігін арттырады.

Бұл дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін, жұмыста оптикалық талшықтық желілердің негізгі элементтері, олардың жұмыс принциптері, қуат тұтыну және деректерді беру жылдамдығы сияқты маңызды көрсеткіштер талданады. Сонымен қатар, оптикалық талшықтық желілердің қолданылуын қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің тұрғысынан қарастыру арқылы олардың тиімділігін арттыру мүмкіндіктері ұсынылады.

Жұмыстың өзектілігі осы саладағы жаңа технологияларды енгізу мен кеңейту қажеттілігімен байланысты. Қазіргі заманғы байланыс жүйелері өсіп келе жатқан деректер ағынына жауап беруі керек. Бұл міндетті шешу үшін оптикалық талшықтық желілердің мүмкіндіктерін толық пайдалану қажет. Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерін дамытуда оптикалық талшықтар аса маңызды роль атқарады, себебі олар жоғары өткізу қабілетін қамтамасыз етеді және жоғары сенімділікпен жұмыс істейді. Сонымен қатар, оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің әлемдік байланыс инфрақұрылымында орасан зор орны бар.

Бұл жұмыстың мақсаты қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін зерттеп, олардың жұмысын оңтайландыру үшін ұсыныстар жасау. Сонымен қатар, жұмыста оптикалық талшықтық желілердің қалааралық және халықаралық байланыс жүйелеріндегі рөлі мен болашағы талданады.

Тақырыптың өзектілігі: Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің маңыздылығы және оптикалық талшықтық желілердің қазіргі заманғы байланыс инфрақұрылымындағы рөлі.

Жұмыстың мақсаты мен міндеттері: Жұмыстың мақсаты қалааралық және халықаралық байланыс жүйелеріндегі оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау. Міндеттері:

Оптикалық талшықтық желілердің жұмысын сипаттау.

Қалааралық және халықаралық байланыс желілерінің ерекшеліктерін зерттеу.

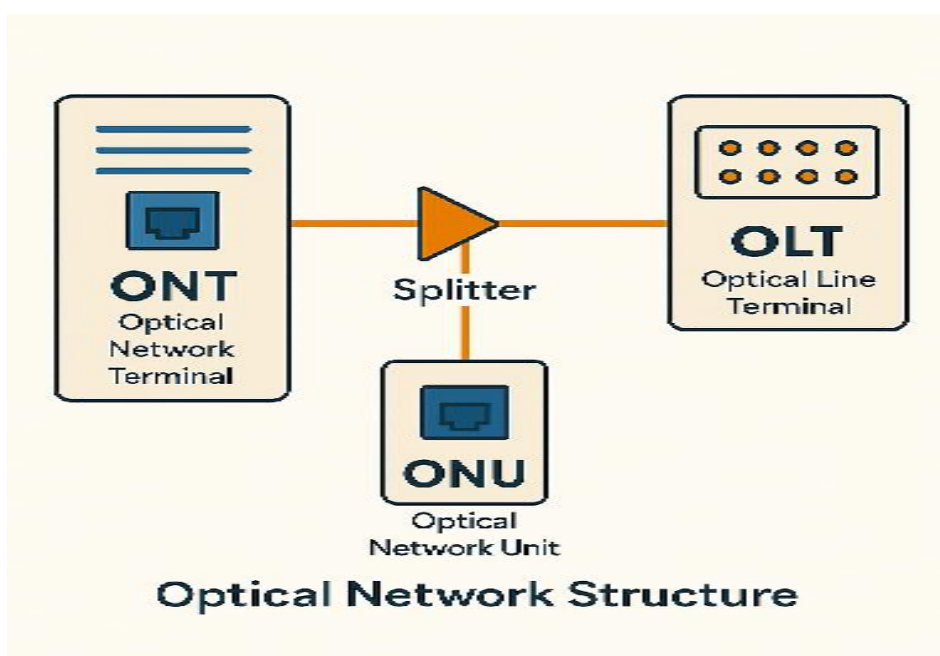
Жұмыс тиімділігін арттыру үшін ұсыныстар жасау.

1 Оптикалық талшықтық желілер туралы жалпы мәлімет

Оптикалық талшықтық байланыс жүйелері қазіргі заманғы байланыс инфрақұрылымының негізгі элементі болып табылады. Олар деректерді жарық импульстары түрінде тасымалдайтын талшықты оптикалық кабельдерден тұрады. Бұл технология жоғары өткізу қабілетімен, төмен кідірістерімен және үлкен қашықтыққа байланыс орнату мүмкіндігімен ерекшеленеді. Оптикалық талшықтық желілер заманауи байланыс жүйелерінде, оның ішінде қалааралық және халықаралық байланыс үшін маңызды рөл атқарады.

Оптикалық талшықтық желілер қазіргі заманғы байланыс жүйелерінің негізін құрайды, себебі олар ақпаратты жоғары жылдамдықпен және аз кідірістермен тасымалдауға мүмкіндік береді. Бұл желілер жарық импульстарын пайдаланып деректерді тасымалдайды, бұл электрлік сигналдармен салыстырғанда әлдеқайда жоғары өткізу қабілетіне ие. Қазіргі таңда оптикалық талшықтық желілердің қолданылуы тек қалааралық байланысымен ғана шектелмей, халықаралық деңгейде де кең таралуда, себебі олар қашықтыққа тәуелсіз жоғары сапалы байланыс орнатуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл желілер телекоммуникациялар, интернет қызметтері, телевизия, деректерді сақтау және басқа да қосымшалар үшін тиімді болып табылады.

Оптикалық талшықтық желілердің негізгі құрылымы бірнеше маңызды компоненттерден тұрады: ONT (Optical Network Terminal), OLT (Optical Line Terminal) және ONU (Optical Network Unit). Бұл құрылғылар жүйенің әртүрлі функцияларын атқарып, байланыс қызметінің тиімділігін қамтамасыз етеді.



1.1-сурет – Негізгі компоненттерді көрсететін оптикалық желінің негізгі құрылымын бейнелейтін диаграмма: ONT, OLT және ONU

Мұнда негізгі компоненттерді көрсететін оптикалық желінің негізгі құрылымын бейнелейтін диаграмма берілген: ONT, OLT және ONU.

1.1 Оптокалық талшықтық желілердің құрылымы: ONT, OLT, ONU элементтерінің рөлі

Оптокалық талшықтық желінің негізгі компоненттері болып ONT (Optical Network Terminal), OLT (Optical Line Terminal) және ONU (Optical Network Unit) құрылғылары табылады. Әрқайсысының атқаратын функциялары мен маңыздылығы ерекше.

ONT (Optical Network Terminal).

ONT – бұл соңғы пайдаланушыға арналған құрылғы. Ол оптикалық талшықтан алынған сигналды Ethernet немесе басқа байланыс технологиялары арқылы пайдаланушыға жеткізу үшін өңдейді. ONT құрылғысы абоненттік құрылғымен байланыс орнатып, жоғары жылдамдықты интернет, телеарналар немесе телефон қызметтерін ұсынады. Сонымен қатар, ONT кіріс оптикалық сигналын электронды формаға түрлендіріп, оны пайдаланушы құрылғыларына (компьютер, роутер, теледидар және т.б.) таратады. Бұл құрылғы жүйенің шетінде орналасып, соңғы пайдаланушыға оптикалық талшықтық байланыс қызметтерін ұсынады [1].

ONT – бұл оптикалық талшықтан деректерді қабылдап, оларды пайдаланушы құрылғыларына (компьютер, роутер, теледидар және т.б.) жеткізетін құрылғы. Ол соңғы пайдаланушының құрылғысына жақын орналасып, оптикалық сигналды электронды формаға түрлендіреді. Бұл құрылғының негізгі міндеті – сырттан келетін оптикалық сигналды өңдеп, оны Ethernet немесе басқа байланыстырушы технологиялар арқылы пайдалану үшін абоненттік құрылғыларға тарату. ONT құрылғысы арқылы абоненттер интернет, теледидар немесе телефон қызметтерін ала алады. Сонымен қатар, ONT абоненттің желіге қосылуы мен қызмет көрсету сапасын қамтамасыз ету үшін түрлі желілік параметрлерді басқарады.

OLT (Optical Line Terminal). OLT – оптикалық желі терминалы, ол жүйенің орталық басқару құрылғысы болып табылады. OLT құрылғысы үлкен қашықтықтарға сигналды тарату үшін жауапты. Ол оптикалық талшық арқылы алынған мәліметтерді қабылдап, өңдейді, содан кейін оларды ONT құрылғыларына жібереді. OLT өзінің байланыс орнататын барлық абоненттерін басқарады, деректерді бағыттады және желінің жұмысын бақылау функцияларын атқарады. Сонымен қатар, OLT оптикалық талшық арқылы жоғары жылдамдықты деректерді тарату үшін қажетті сигналды күшейтеді және бағыттады.

OLT – бұл оптикалық желі терминалы, ол бүкіл жүйені басқарады және орталықтан басқару қызметін атқарады. Бұл құрылғының міндеті – таратылған деректерді қабылдау, өңдеу және оларды одан әрі абоненттерге жеткізу. OLT бүкіл оптикалық желі бойынша деректерді үйлестіреді, пайдаланушылардың

сұраныстары мен деректер ағымын бағыттайды. OLT арқылы жоғары жылдамдықты деректердің тұрақты әрі үзіліссіз берілуі қамтамасыз етіледі. Сондай-ақ, OLT барлық байланыс жүйесінің бақылаушысы ретінде жұмыс істейді, абоненттер арасында деректердің дұрыс бөлінуі мен синхрондалуын бақылайды.

OLT құрылғысы жүйеге қосылған әрбір абоненттің жұмысын мониторинг жасайды және деректерді өңдеу кезінде кез келген ақауларды анықтап, жүйені түзетеді. Бұл құрылғының жұмысын оңтайландыру желінің жалпы тиімділігі мен тұрақтылығын арттыруға ықпал етеді.

1.2 ONU (Optical Network Unit)

ONU – бұл оптикалық желі бірлігі, ол ONT-ге ұқсас, бірақ бұл құрылғы ортақ желіде бірнеше абоненттерге қызмет көрсететін жүйенің элементі болып табылады. ONU, әдетте, OLT құрылғысымен байланысады және талшықты байланыс қызметін бірнеше пайдаланушыға таратады. ONU бірнеше ONT-ге қызмет көрсету үшін қолданылуы мүмкін. Осылайша, бұл құрылғы OLT және абонент арасындағы байланыс жолын ұйымдастырады, деректерді реттейді және түрлі абоненттерге жоғары жылдамдықты интернет немесе басқа да байланыс қызметтерін қамтамасыз етеді.

Оптикалық талшықтық желілердің құрылымында ONT, OLT және ONU құрылғылары маңызды рөл атқарады. Бұл құрылғылар өзара үйлесімді түрде жұмыс істей отырып, жоғары жылдамдықты интернет, телефон байланысы, телевидение сияқты қызметтердің сапалы әрі тиімді түрде жеткізілуін қамтамасыз етеді. ONT соңғы пайдаланушының құрылғысы болса, OLT мен ONU желінің жұмысын басқарып, деректердің үздіксіз әрі сапалы берілуін қадағалайды [2].

ONU – бұл оптикалық желі бірлігі, ол көбінесе бірқатар абоненттерге қызмет көрсету үшін қолданылады. ONU құрылғысы OLT-мен байланыс орнатқаннан кейін, таратылған деректерді бірнеше ONT құрылғыларына таратады. ONU бірнеше абонентке қызмет көрсету арқылы, деректердің бір орталықтан басқарылуына мүмкіндік береді. Бұл құрылғы көбінесе ірі ұйымдар немесе тұрғын үй кешендері сияқты жерлерде пайдаланылады, өйткені ол бір уақытта көптеген пайдаланушыларға жоғары жылдамдықты интернет немесе басқа да телекоммуникациялық қызметтерді ұсына алады.

ONU мен OLT арасындағы өзара әрекеттесу өте маңызды, себебі бұл құрылғылар деректерді беру жылдамдығы мен сапасын қамтамасыз етеді. ONU-ның жұмыс тиімділігі көбінесе оны басқару мен оның бағытын дәл анықтауға байланысты болады. Оның маңызды ерекшелігі – бірнеше абоненттің деректер ағынын ұйымдастыру.

1.3 Құрылымдағы өзара әрекеттесу

Оптикалық талшықтық желілердегі OLT, OLT және ONU құрылғылары өзара тығыз байланысты жұмыс істейді. OLT құрылғысы басқару орталығы болып табылса, ONU құрылғысы деректерді бірнеше абоненттерге таратуды қамтамасыз етеді, ал OLT абонентке соңғы қызметтерді ұсынады. Бұл құрылғылардың бірлескен жұмысы оптикалық желілердің сенімділігін арттырып, олар арқылы жоғары жылдамдықты деректерді тиімді әрі үздіксіз тасымалдауды қамтамасыз етеді.

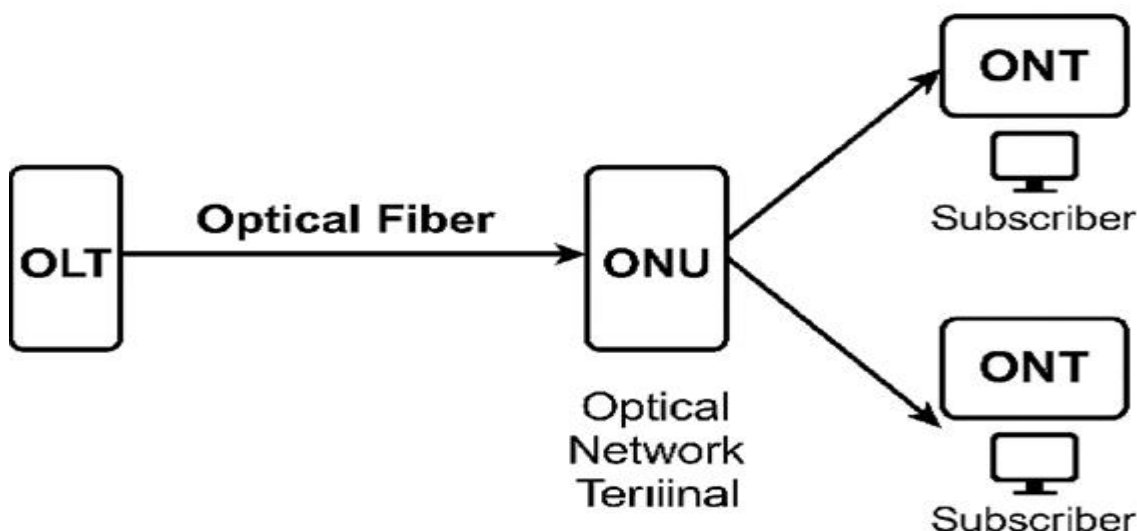
Мұндай сызбада әрбір құрылғының рөлі мен олардың арасындағы байланыс көрнекі түрде көрсетіледі. Мысалы, сызба келесі компоненттерден тұрады:

1. OLT (Optical Line Terminal): Бұл құрылғы желінің басқару орталығы болып табылады. Ол абоненттік құрылғылар мен қалааралық байланыс арасында деректердің ағымын басқаруды қамтамасыз етеді.

2. ONU (Optical Network Unit): ONU құрылғысы бірнеше абоненттерге деректерді таратуды қамтамасыз етеді, сондықтан ол OLT мен абоненттер арасындағы байланыс интерфейсі ретінде қызмет етеді.

3. OLT (Optical Network Terminal): Бұл құрылғы соңғы пайдаланушыларға қызметтерді ұсынады. OLT құрылғысы деректерді абонентке дейін жеткізіп, оларды соңғы қызмет түрінде (мысалы, интернет немесе телефон қызметі) қабылдауға мүмкіндік береді.

Сызбада OLT құрылғысы желінің орталық басқарушы бөлігі ретінде көрсетіледі, ол өзінің интерфейсі арқылы ONU құрылғыларымен байланыс орнатады. ONU құрылғылары өз кезегінде абоненттерге ақпаратты таратады, ал OLT абоненттердің соңғы қабылдаушы құрылғысы ретінде қызмет етеді.



1.2-сурет – Талшықты-оптикалық желінің архитектурасы

Диаграмма OLT, ONU және ONT арасындағы байланыстарды көрсете отырып, талшықты-оптикалық желінің архитектурасын көрсету үшін жасалған.

Оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін қамтамасыз етуде ONT, OLT және ONU құрылғыларының маңызы зор. Олар жүйенің әртүрлі деңгейлерінде деректерді өңдеп, таратады және пайдаланушыларға жоғары жылдамдықты интернет пен басқа да телекоммуникациялық қызметтерді ұсынуға мүмкіндік береді. Осы құрылғылардың үйлесімді жұмыс істеуі оптикалық талшықтық желінің жалпы тиімділігін арттырып, қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде үлкен маңызға ие [3].

Глобальды оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің принциптері: Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелеріндегі оптикалық талшықты желілердің негізгі стандарттары, оның ішінде ITU-T G.984 стандартын талдау.

Глобальды оптикалық талшықтық байланыс жүйелері қазіргі заманғы телекоммуникация инфрақұрылымының негізін құрайды. Олар мәліметтерді жоғары жылдамдықпен және үлкен қашықтыққа тарату үшін жарық сигналдарын пайдаланады. Бұл технология жоғары өткізу қабілетін, төмен кідірісті, жоғары сенімділікті және қашықтыққа тәуелсіз жұмыс істеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Әсіресе қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде оптикалық талшықтық желілердің қолданылуы өте кең таралған, себебі олар жергілікті, ұлттық және халықаралық деңгейлерде жоғары сапалы, тұрақты байланыс орнатуға мүмкіндік береді.

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелеріндегі оптикалық талшықты желілердің негізгі стандарттары.

Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің әлемдік деңгейде тиімді жұмыс істеуі үшін халықаралық деңгейде белгіленген стандарттар өте маңызды. Бұл стандарттар желілердің үйлесімділігін, қауіпсіздігін және тиімділігін қамтамасыз етеді. Глобальды оптикалық талшықты жүйелерде кеңінен қолданылатын ең маңызды стандарттардың бірі – ITU-T G.984 стандарты.

ITU-T G.984 стандарты оптикалық талшықтық желілерді құру мен басқару үшін қажетті негізгі техникалық талаптарды белгілейді. Ол GPON (Gigabit Passive Optical Network) технологиясын пайдалану үшін әзірленген және қалааралық, халықаралық байланыс жүйелерінде деректерді тасымалдау жылдамдығын арттыруға бағытталған.

ITU-T G.984 стандартының талдауы.

ITU-T G.984 стандартының негізінде GPON технологиясы жатыр. Бұл технология бір кабель арқылы үлкен сандық деректерді таратуға мүмкіндік береді және оптикалық желілердің өткізу қабілетін тиімді пайдалануға көмектеседі. ITU-T G.984 стандартының негізгі ерекшеліктері мен артықшылықтары төменде келтірілген:

Жоғары жылдамдықты деректерді беру: GPON технологиясы арқылы төменгі ағындағы деректер беру жылдамдығы 2.5 Гбит/с-қа дейін, ал жоғары ағындағы жылдамдық 1.25 Гбит/с-қа дейін жетеді. Бұл қалааралық және халықаралық байланыс жүйелері үшін өте маңызды, себебі олар үлкен көлемдегі деректерді қысқа уақыт ішінде тасымалдауды қажет етеді.

Пассивті оптикалық желілер: GPON технологиясында барлық оптикалық талшықтар пассивті құрылғылар арқылы жалғанады. Бұл құрылғылар электрлік қуат қажет етпейді, соның нәтижесінде жүйе энергия үнемдеуші болып табылады және оңай орнатылып, басқарылуы мүмкін [4].

Қашықтыққа тәуелсіз жұмыс істеу: GPON жүйесі үлкен қашықтыққа сигнал таратуға қабілетті, сондықтан бұл жүйе қалааралық және халықаралық деңгейде пайдалануға өте қолайлы. Талшықты оптика арқылы сигналдарды 20-40 км дейін таратуға болады, бұл байланыс сапасын жоғалтпай ұзақ қашықтықтарға деректер жіберуге мүмкіндік береді.

Қолданушы интерфейсі: GPON жүйелері бір порт арқылы көптеген абоненттерге қызмет көрсету мүмкіндігін береді. Бұл мүмкіндік қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерін кеңейтуде, сондай-ақ әртүрлі қосымша қызметтерді ұсынуда тиімді болып табылады.

Тиімділік пен қауіпсіздік: ITU-T G.984 стандарты аясында жасалған жүйелер ақпараттың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қажетті шараларды енгізеді. Бұл жүйелер жоғары деңгейде шифрлау мен авторизацияны қамтамасыз етеді, соның нәтижесінде деректердің жоғалуы немесе бұзылуы қауіпі төмендейді.

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелеріндегі басқа да стандарттар.

ITU-T G.984 стандартынан басқа, қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде қолданылады:

ITU-T G.8032: Бұл стандарт оптикалық талшықтар арқылы деректерді тасымалдаудың сенімділігін қамтамасыз етуге бағытталған. Ол желіде ақаулар туындаған жағдайда автоматты түрде қайта қосылуды қамтамасыз етіп, байланыс тұрақтылығын арттырады.

ITU-T G.657: Бұл стандарт оптикалық талшықтарды қатты және икемді орнату үшін әзірленген. Ол желінің икемділігі мен тұрақтылығын арттырып, монтажды жеңілдетеді.

Оптикалық талшықтық байланыс жүйелері қалааралық және халықаралық байланыс саласында маңызды рөл атқарады. ITU-T G.984 стандартының GPON технологиясы үлкен жылдамдықтағы деректер тасымалына, энергия үнемдеуге, қауіпсіздік пен сенімділікке мүмкіндік береді, бұл оны глобальды байланыс жүйелерінде қолдануға өте ыңғайлы етеді. Сонымен қатар, басқа да стандарттар, мысалы ITU-T G.8032 және ITU-T G.657, жүйелердің сенімділігін, қауіпсіздігін және икемділігін арттыруға бағытталған. Осы стандарттар қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің сапасы мен тиімділігін арттыру үшін өте маңызды құрал болып табылады.

1.4 Оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау

Оптикалық талшықтық желілер қазіргі заманғы байланыс инфрақұрылымында маңызды орын алады. Бұл технология жоғары өткізу

кабілеті мен төмен кідірістерімен, сондай-ақ үлкен қашықтыққа деректерді тасымалдау мүмкіндігімен ерекшеленеді. Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелері үшін оптикалық талшықтық желілердің тиімділігі зор. Осы желілердің тиімділігін талдау байланыс жүйелерін жаңарту мен дамытудағы маңызды қадам болып табылады. Бұл бөлімде оптикалық талшықтық желілердің тиімділігіне әсер ететін негізгі факторлар мен көрсеткіштер қарастырылады.

Өткізу қабілеті мен деректерді тасымалдау жылдамдығы.

Оптикалық талшықтардың басты артықшылығы – олардың жоғары өткізу қабілеті. Оптикалық сигналдарды жарық түрінде тасымалдау электрлік сигналдарға қарағанда әлдеқайда жоғары жылдамдықты қамтамасыз етеді. Мысалы, қазіргі оптикалық талшықтық жүйелердің төменгі ағындағы (downstream) деректер беру жылдамдығы 2.5 Гбит/с дейін жетеді, ал жоғары ағындағы (upstream) жылдамдық 1.25 Гбит/с құрайды. Бұл көрсеткіштер қалааралық және халықаралық байланыс үшін өте маңызды, себебі олар көп көлемдегі деректерді жылдам әрі тиімді тасымалдауға мүмкіндік береді.

Оптикалық талшықтық желілердің негізгі артықшылықтарының бірі – олардың жоғары өткізу қабілеті және деректерді жылдам тасымалдау мүмкіндігі. Бұл сипаттамалар қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде маңызды рөл атқарады. Оптикалық талшықтардың құрылымы мен технологиялары деректерді өте жоғары жылдамдықпен тасымалдауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде көптеген қосымшалар мен қызметтердің сапасын және қолжетімділігін арттырады.

Деректерді жоғары жылдамдықпен тасымалдау арқылы бір уақытта көптеген пайдаланушыларға қызмет көрсету мүмкіндігі де қамтамасыз етіледі. Бұдан басқа, оптикалық талшықтар арқылы таралатын деректердің сапасы жоғары, ол сигналдың күшеюі мен жойылуының минималды деңгейін сақтауға мүмкіндік береді.

Өткізу қабілеті – бұл байланыс желісінің бір уақытта қанша деректі өңдеп, тасымалдауға қабілетті екендігін көрсететін өлшем бірлігі. Бұл көрсеткіш желінің жалпы «қабылдау мүмкіндігін» анықтайды. Өткізу қабілеті жоғары болған сайын, жүйе бір мезгілде көбірек деректерді тасымалдауға мүмкіндік береді, яғни көп адам бір уақытта желі арқылы қызметтерді пайдалана алады. Оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің өткізгіштік қабілеті дәстүрлі мыс кабельдермен салыстырғанда бірнеше есе жоғары, себебі олар жарық сигналдарын пайдаланады, ал электрлік сигналдар тиісті қашықтыққа жеткенде әлсірейді.

Қашықтыққа тәуелсіздік.

Оптикалық талшықтық желілердің тиімділігі олардың ұзақ қашықтыққа деректерді жоғалтпастан жіберуге қабілеттілігімен де ерекшеленеді. Әдетте, оптикалық сигналдардың таралу қашықтығы 20-40 км аралығында болуы мүмкін, ал бұл қасиет қалааралық және халықаралық байланыс жүйелері үшін өте маңызды. Талшықты оптикалық жүйелерде сигналды күшейтудің қажеттілігі аз, себебі олар ұзақ қашықтыққа деректерді жоғалтпастан жібере алады.

Бұдан басқа, оптикалық талшықтар арқылы деректерді тасымалдау кезінде электрлік интерференциялар мен сыртқы шудың әсері болмайды. Бұл, өз кезегінде, сигналдың сапасын жақсартып, байланыс жүйелерінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді [5].

Қуат тұтыну мен энергия тиімділігі. Қуат тұтынуы оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін бағалаудағы маңызды көрсеткіштердің бірі болып табылады. Оптикалық талшықтық желілердің негізгі артықшылығы – олардың энергия үнемдеуші болуы. Өйткені, оптикалық жүйелерде электрлік қуатқа тәуелділік аз, бұл оларды энергия тиімді құралдарға айналдырады.

Желінің құрылғыларының қуат тұтынуы мен энергия тиімділігіне қатысты оңтайландыру жұмыстары да жүргізілуде. Мысалы, OLT (Optical Line Terminal) құрылғысы энергияны тиімді пайдалану үшін белгілі бір жұмыс режимдеріне өтеді, бұл жалпы қуат тұтынуды азайтады. ONU (Optical Network Unit) және ONT (Optical Network Terminal) құрылғыларының да қуат тұтынуы төмен болады, өйткені олар энергияны тиімді пайдалану үшін оптимизацияланған.

Құрылымдық икемділік пен кеңейтілген желі мүмкіндіктері.

Оптикалық талшықтық желілердің тиімділігі олардың құрылымдық икемділігінде де көрінеді. Бұл желілердің инфрақұрылымын кеңейту немесе жаңарту өте оңай. Желіге жаңа қосымшаларды енгізу немесе пайдаланушылар санын арттыру үшін қосымша жабдық орнатудың қажеті жоқ. Талшықтық желі бірден бірнеше абонентке қызмет көрсету мүмкіндігіне ие, өйткені бір порт арқылы бірнеше пайдаланушыға қызмет көрсетуге болады.

Бұл икемділік әсіресе қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде маңызды. Желі көлемін арттыру үшін жаңа кабельдерді тарту немесе жаңа қосылымдарды орнату өте ыңғайлы және шығындар аз болады.

Қауіпсіздік және деректерді қорғау.

Оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін қамтамасыз етуде олардың қауіпсіздік деңгейі де маңызды роль атқарады. Оптикалық байланыс жүйелері физикалық тұрғыдан қауіпсіз болып табылады, себебі оларды бұзу немесе тыңдау мүмкіндігі минималды. Электрлік сигналдардан айырмашылығы, оптикалық сигналдарды ұстап алу өте қиын, бұл ақпараттың қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Деректерді шифрлау мен қосымша қауіпсіздік шараларын енгізу арқылы желілердің қауіпсіздігін тағы да күшейтуге болады. Бұл әсіресе халықаралық байланыс үшін маңызды, себебі бұл байланыстарда ақпараттың жоғалуы немесе бұзылуы салдарынан үлкен қаржылық шығындар болуы мүмкін.

Қоршаған ортаға әсері.

Оптикалық талшықтық желілердің тиімділігі қоршаған ортаға олардың әсерінің минималды болуымен де сипатталады. Оптикалық талшықтарда электр қуатының аз қолданылуы мен жабдықтардың тиімді жұмыс істеуі олардың экологиялық таза екендігін көрсетеді. Сонымен қатар, оптикалық байланыс жүйелері пайдаланылған кезде, дәстүрлі мыс кабельдермен салыстырғанда электр энергиясын айтарлықтай аз тұтыну мүмкіндігіне ие, бұл экологиялық тұрғыдан тиімдірек.

Оптикалық талшықтық желілердің тиімділігі олардың жоғары жылдамдықта деректер тасымалдауға, үлкен қашықтықтарға сигнал жіберуге, қуат тұтынуды азайтуға және желінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге қабілетті болуында жатыр. Бұл технология қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің сапасы мен тұрақтылығын арттыруға зор ықпал етеді. Оптикалық талшықтардың құрылымдық икемділігі, қуат тиімділігі және деректерді тасымалдау жылдамдығы бұл желілерді телекоммуникация саласындағы ең тиімді құралға айналдырады.

Қуат тұтыну: ONT (110 Вт) және OLT (5.5 Вт) қуат тұтынуының талдауы.

Жүктеме мен трафик: Бір уақытта 64 ONU-ға дейін трафик беру мүмкіндігі және әр ONU үшін 40 Мбит/с жылдамдықты қамтамасыз ету. Осының тиімділігі мен мүмкіндіктерін бағалау.

Қаладағы порттар саны: Бір қаладағы портында максималды 124 ONU саны, олардың жұмыс өнімділігін бағалау.

Деректер беру жылдамдығы: ITU-T G.984 стандарты бойынша төменгі ағындағы деректер беру жылдамдығы – 2.6 Гбит/с, жоғарғы ағындағы жылдамдық – 1.25 Гбит/с.

2 Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелеріндегі оптикалық талшықтық желілер

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің тиімді жұмыс істеуі үшін жоғары сапалы және тұрақты байланыс қажет. Бұл байланыстар көптеген кәсіпорындар мен мемлекеттік ұйымдар үшін маңызды, сондай-ақ жеке тұлғалар үшін де күнделікті қажеттілікке айналған. Осы қажеттіліктерді қанағаттандыру үшін оптикалық талшықтық желілер кеңінен қолданылады. Оптокалық талшықтардың қолданылуы жоғары жылдамдықтағы интернет, телекоммуникациялық қызметтер, бейнемазмұн және басқа да қосымшалар үшін аса тиімді болып табылады.

Қалааралық байланыс жүйелеріндегі оптикалық талшықтық желілердің қолданылуы және олардың тиімді пайдалану жолдары туралы сызба жасауға болады. Бұл сызда қалааралық байланыс үшін оптикалық талшықтық желілердің негізгі компоненттері мен байланыс ағындары көрсетіледі. Сызба келесі элементтерді қамтуы мүмкін:

1. Қалааралық оптикалық талшықтық желі: Бұл қалааралық деректер ағындарын тасымалдайтын негізгі желі. Ол бірнеше қалаларды байланыстырып, деректерді өте жоғары жылдамдықпен жеткізеді.

2. Желі басқару жүйесі: Қалааралық желінің жұмысын басқару үшін қолданылатын жүйелер, мысалы, OLT (Optical Line Terminal) құрылғысы арқылы желіні басқару.

3. Құрылғылардың өзара байланысы: OLT құрылғылары мен ONU құрылғыларының қалааралық желі арқылы байланысуы, олар абоненттерге қызмет көрсету үшін деректерді таратады [6].

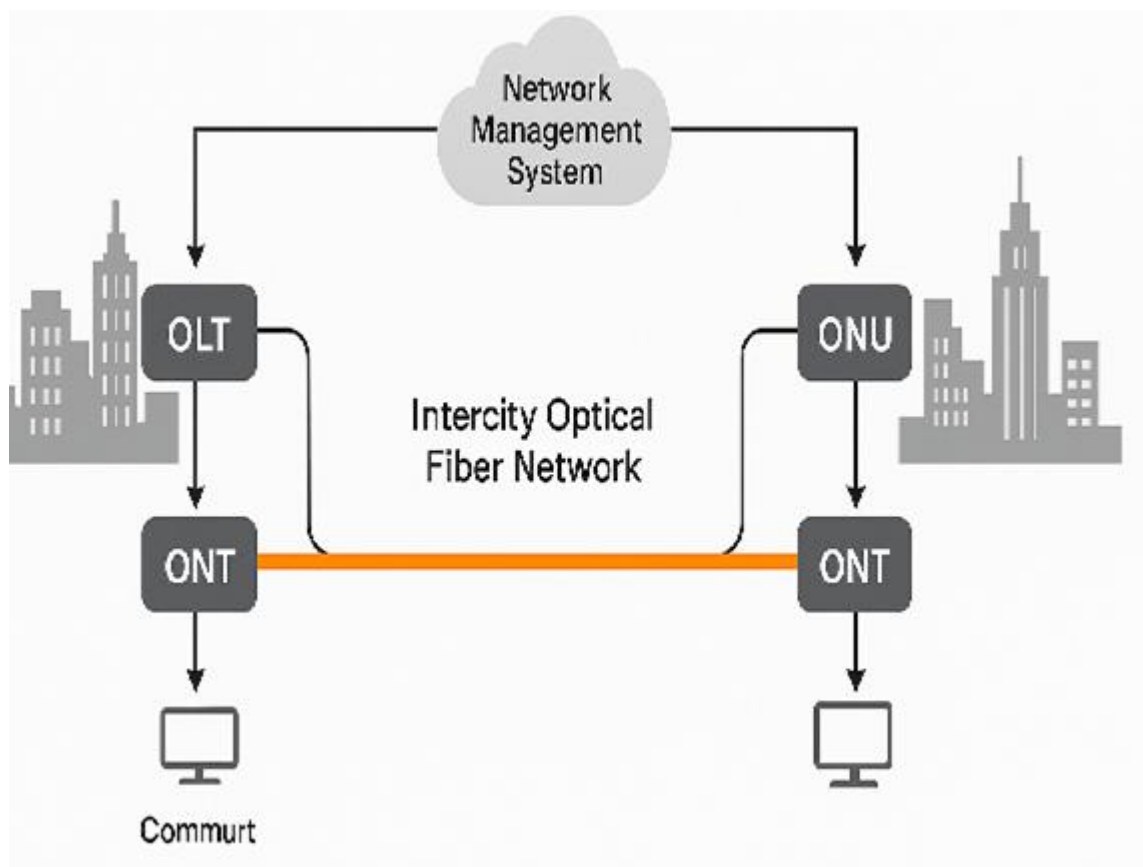
4. Деректердің тасымалдануы: Оптокалық талшықтар арқылы деректердің жоғары жылдамдықта, төмен кідірісте тасымалдануы.

Бұл сызда оптикалық талшықтық желілердің барлық қажетті бөліктері мен олардың бірлесіп жұмыс істеуін көрсететін диаграмма болуы мүмкін. Сызбада қалааралық желілердің құрылымын және олардың тиімді пайдалану жолдарын көрсету үшін деректер ағындарын, құрылғыларды және байланыс топологиясын көрсету маңызды.

2.1 Қалааралық байланыс: Қалааралық желілерде оптикалық талшықтық желілердің қолданылуы және оларды тиімді пайдалану жолдары

Қалааралық байланыс жүйелерінде оптикалық талшықтың маңызы. Қалааралық байланыс – бір қаладан екінші қалаға деректерді тасымалдауды қамтамасыз ететін жүйе. Бұл жүйелерде жоғары жылдамдықты байланыс, деректерді аз кідірістермен тасымалдау және көп пайдаланушыға қызмет көрсету қажеттілігі туындайды.

Оптикалық талшықтық желілер қалааралық байланыс жүйелерінде бірнеше маңызды артықшылықтарды ұсынады.



2.1-сурет – Қалааралық оптикалық талшықты желіні және оның компоненттерін бейнелейтін диаграмма

Жоғары өткізу қабілеті: Қалааралық байланыс жүйелері көптеген деректерді тез әрі тиімді тасымалдауды талап етеді. Оптикалық талшықтар арқылы бірнеше гигабит/секунд жылдамдықпен деректер тасымалдауға болады, бұл көптеген қолданушыларға бір уақытта жоғары жылдамдықты интернет қызметтерін ұсынуға мүмкіндік береді.

Тұрақтылық пен сенімділік: Оптикалық талшықтық жүйелердің электрлік сигналдардан айырмашылығы – олар сыртқы электрлік интерференцияларға төзімді. Бұл олардың қалааралық байланыс жүйелерінде үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, оптикалық талшықтар сигналдың әлсіреуін минималды деңгейде ұстап, үлкен қашықтықтарға сигнал жіберуге мүмкіндік береді.

Қашықтыққа тәуелсіздік: Қалааралық байланыс жүйелерінде үлкен қашықтықтарға сигнал жіберу қажет болғанда, оптикалық талшықтар өте тиімді болады. Олар 20-40 км қашықтыққа деректерді жоғалтпастан жіберуге қабілетті.

Қалааралық байланыс жүйелері үшін оптикалық талшықтардың бірнеше ерекше артықшылықтары бар:

Жоғары өткізу қабілеті: Қалааралық байланыс үшін үлкен көлемдегі деректерді тасымалдау өте маңызды. Оптикалық талшықтардың өткізу қабілеті айтарлықтай жоғары, бұл бір уақытта бірнеше қызметті қолдауға мүмкіндік береді. Жоғары өткізу қабілеті қалааралық байланыс қызметтері арқылы көптеген қолданушыларға жылдам интернет, жоғары сапалы телефон байланысы мен бейнемазмұнды таратуға мүмкіндік береді.

Кешігу мен кідіріс минимумы: Оптикалық талшықтар арқылы деректердің берілу жылдамдығы өте жоғары, сондықтан кешігу немесе кідіріс аз болады. Бұл маңызды, өйткені қалааралық байланыс кезінде кідіріс үлкен ауқымды мәселелер тудыруы мүмкін. Мысалы, қаржы операциялары мен банктік қызметтер үшін кез келген кідіріс үлкен шығындарға әкелуі мүмкін.

Тұрақты және сенімді байланыс: Қалааралық байланыс жүйелері үшін тұрақтылық өте маңызды. Оптикалық талшықтар электрлік толқындардың әсерінен қорғалғандықтан, олар сыртқы кедергілерге, мысалы, магниттік өрістерге, шығындарға, температура өзгерістеріне және басқа да әсерлерге төзімді. Бұл қалааралық байланыстардың сенімділігін арттырады.

2.2 Қалааралық деректер беру жылдамдығының уақытқа байланысты өзгерісі

Қалааралық деректер беру жылдамдығы – бұл қалааралық байланыс жүйесінде деректердің берілу жылдамдығын білдіретін маңызды көрсеткіш. Бұл көрсеткіш уақыт өткен сайын өзгеріп отырады, өйткені телекоммуникация технологиялары үнемі дамып, жаңарып отырады. Қалааралық байланыс жүйелерінің тиімділігін арттыру үшін деректер беру жылдамдығын үнемі жоғарылату қажеттілігі туындайды. Осы уақытқа дейінгі өзгерістер мен қазіргі тенденцияларды қарастыра отырып, қалааралық деректер беру жылдамдығының уақытқа байланысты қалай өзгергенін талдап көрейік [7].

Бастапқы кезеңдер: Жартылай аналогтық байланыс (1980-2000 жылдар)

1980-ші жылдары қалааралық байланыс жүйелері әлі де аналогтық технологияларды пайдаланатын болғандықтан, деректер беру жылдамдығы өте төмен болатын. Мысалы, модемдер арқылы байланыс орнатқанда, деректер беру жылдамдығы 56 Кбит/с-қа дейін жететін. Бұл кезеңде қалааралық байланыс жүйелері тек дауыстық байланысты және өте аз көлемдегі мәліметтерді тасымалдауды қамтамасыз еткен.

Аналогтық жүйелерді қолдану шектеулерге ие болды, өйткені олар көп деректерді тасымалдауға қабілетті емес еді. Бірақ осы кезеңде телекоммуникациялық компаниялар сандық жүйелерге көшу бойынша алғашқы қадамдарын жасап, жаңа технологияларды енгізуге бастады.

Цифрлық технологиялардың енгізілуі (2000-2010 жылдар). 2000-шы жылдардан бастап, цифрлық байланыс жүйелері кеңінен қолданылып, қалалар мен елдер арасындағы байланысқа жаңа мүмкіндіктер ашылды. Әсіресе,

оптикалық талшықтық байланыс технологиясының енгізілуі деректерді жоғары жылдамдықпен тасымалдауға мүмкіндік берді.

Бұл кезеңде қалааралық деректер беру жылдамдығы күрт өсті. Мысалы, ATM (Asynchronous Transfer Mode) және SONET/SDH (Synchronous Optical Networking/Synchronous Digital Hierarchy) технологияларының енгізілуі 2-10 Гбит/с жылдамдықпен деректерді тасымалдауға мүмкіндік берді. Бұл технологиялар алғаш рет қалааралық байланыс жүйелерінде жоғары жылдамдықты деректер беруді мүмкін етті, және олар көп ұзамай қолданысқа енгізілді.

Жоғары жылдамдықты оптикалық талшықтар мен DWDM технологиясының даму кезеңі (2010-2020 жылдар).

2010-жылдары оптикалық талшықтық желілер кеңінен таралып, деректер беру жылдамдығы бірнеше есе артып, қазіргі заманғы қалааралық байланыс жүйелерінің негізін қалады. DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) технологиясы кеңінен қолданысқа енгізілді, бұл технология бір оптикалық талшық арқылы көптеген деректер ағындарын тасымалдауға мүмкіндік береді [8].

DWDM технологиясы жоғары өткізу қабілетін қамтамасыз етті. Мысалы, бір оптикалық талшық арқылы бірнеше терабит/с жылдамдықта деректерді тасымалдау мүмкіндігі пайда болды. Бұл кезеңде қалааралық деректер беру жылдамдығы 100 Гбит/с-тан 1 Тбит/с-қа дейін артты, бұл өз кезегінде қалааралық байланыстардың сапасын және жылдамдығын бірнеше есеге жақсартты.

Жаңа буын технологиялары және 5G (2020 жылдан қазіргі уақытқа дейін).

Қазіргі кезде қалааралық деректер беру жылдамдығы жаңа буын технологияларының енгізілуімен айтарлықтай өзгерді. 5G технологиясының келуімен деректердің берілу жылдамдығы 10-100 Гбит/с деңгейінде болуы мүмкін. 5G байланыс технологиясы тек ұялы байланыс жүйелерін ғана емес, қалааралық оптикалық желілерді де жаңартады, себебі ол жоғары жылдамдықты, аз кідірісті және көп көлемдегі деректерді тиімді тасымалдауға мүмкіндік береді.

2020 жылдан бастап, жаңа 5G желілері және оптикалық талшықтық желілердің бірігуі қалааралық деректерді беру жылдамдығын 1 Тбит/с-қа дейін көтеруге мүмкіндік берді. Бұл өзгеріс, әсіресе интернеттің кең таралуы, бейнемазмұнды жоғары сапада көру, IoT (Интернет заттары) және өнеркәсіптік автоматизация салаларында үлкен маңызға ие болды.

2.3 Қалааралық байланыс жүйелерінің болашағы

Келешекте қалааралық деректер беру жылдамдығының одан әрі артуы күтілуде. 6G технологиясының дамуы, жоғары жиілікті оптикалық талшықтар, қосарланған талшықты жүйелер мен қосулы және өшірілетін жүйелер сияқты жаңа әдістердің енгізілуі қалааралық байланыс жүйелерінің өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік береді.

Мұнда 6G технологиясын, жоғары жиілікті оптикалық талшықтарды, қос талшықты жүйелерді және серпімді желілерді қоса алғанда, қалааралық деректерді беру жылдамдығын арттыратын технологиялық жетістіктерді көрсететін диаграмма берілген.

2.4 Халықаралық оптикалық байланыс желісі

Халықаралық байланыс желілеріндегі оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің рөлі мен тиімділігі. Салыстырмалы талдау (оптикалық талшықтар мен дәстүрлі байланыс әдістері).

Халықаралық байланыс жүйелері әлемнің әртүрлі бөліктері арасында деректерді тасымалдауды қамтамасыз етеді. Мұндай байланыстардағы негізгі талаптар – деректердің жылдамдығы, тұрақтылығы және қауіпсіздігі. Бұл талаптарды толық қанағаттандыру үшін оптикалық талшықтық желілер кеңінен пайдаланылады.

Жоғары өткізу қабілеті мен жылдамдық: Халықаралық деңгейде деректерді үлкен көлемде тасымалдау қажеттілігі туындайды. Оптикалық талшықтық желілер бұл сұранысты толығымен қамтамасыз ете алады, себебі олардың өткізу қабілеті мен деректерді тасымалдау жылдамдығы дәстүрлі электрлік желілерден әлдеқайда жоғары. Мысалы, DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) технологиясын пайдалана отырып, бірнеше деректер ағындары бір ғана талшықта параллель таралуы мүмкін, бұл халықаралық байланыс жүйелерінің тиімділігін арттырады.

Экономикалық тиімділік: Халықаралық байланыстарда үлкен көлемде ақпарат тасымалдау қажет болғанда, оптикалық талшықтардың артықшылығы айқын көрінеді. Олар ұзақ қашықтыққа деректерді тасымалдауды қамтамасыз етіп, ұзақ уақыт бойы жұмыс істей алады, бұл жалпы шығындарды төмендетеді. Сонымен қатар, оптикалық талшықтар қуатты тиімді пайдалануды қамтамасыз етеді, себебі олар электр қуатын төмен тұтынады.

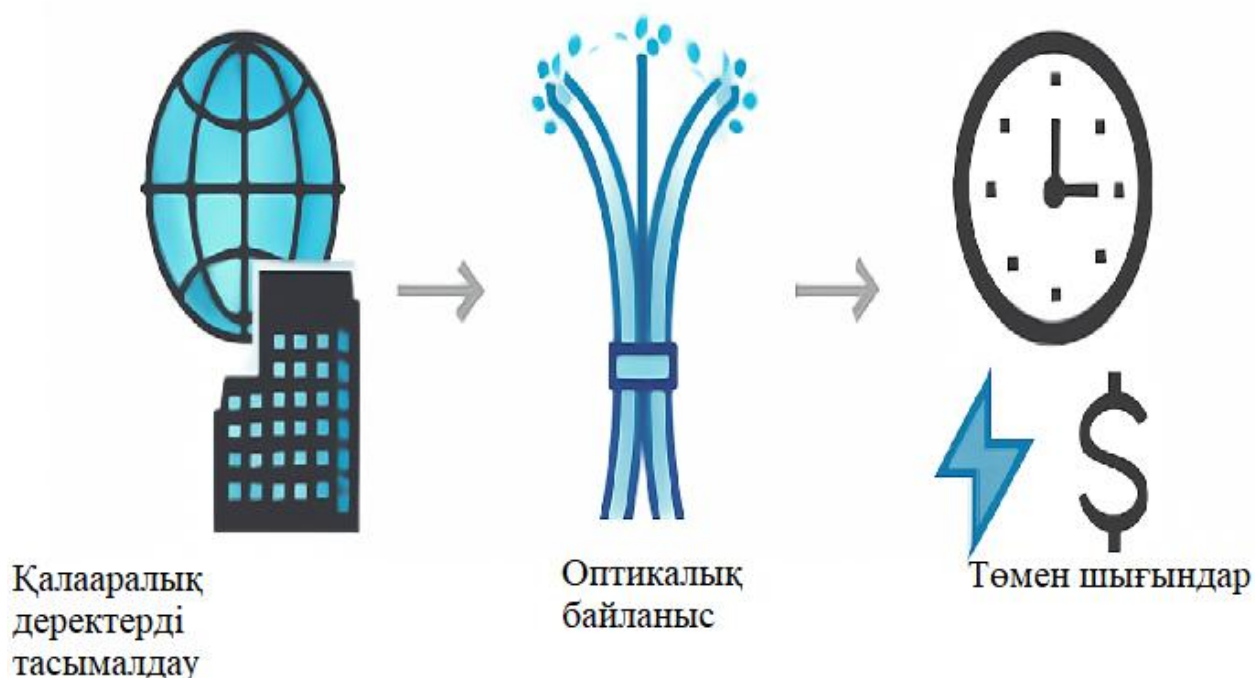
Қауіпсіздік және деректерді қорғау: Халықаралық байланыс жүйелерінде ақпараттың қауіпсіздігі өте маңызды. Оптикалық талшықтардың тағы бір артықшылығы – олардың физикалық тұрғыдан қауіпсіздігі. Электрлік сигналдардан айырмашылығы, оптикалық сигналдарды ұстап алу немесе тыңдау өте қиын, сондықтан деректердің қауіпсіздігі қамтамасыз етіледі. Сонымен қатар, оптикалық талшықтардағы сигналдарды шифрлау жүйелерін енгізу арқылы қауіпсіздік деңгейін арттыруға болады.

Желінің кеңею мүмкіндігі: Халықаралық байланыс жүйелері үнемі кеңейтілуде, жаңа қызметтер мен қосымшалар пайда болуда. Оптикалық талшықтық желілердің құрылымы өте икемді, сондықтан жаңа пайдаланушылар мен қызметтерді қосу оңай әрі тиімді. Бұл халықаралық байланыс жүйелерінің үнемі даму мен жаңартуға қолайлы болуын қамтамасыз етеді.

Сызбада келесі аспектілер көрсетілген:

1. Ұзақ қашықтыққа деректерді тасымалдау: Оптикалық талшықтардың басқа байланыс түрлеріне қарағанда үлкен қашықтыққа деректерді тиімді тасымалдай алу мүмкіндігі.
2. Ұзақ мерзімді жұмыс: Оптикалық талшықтардың ұзақ уақыт бойы қызмет көрсетуі және техникалық қызмет көрсету шығындарын төмендетуі.
3. Энергия тиімділігі: Оптикалық талшықтардың электр қуатын тиімді пайдалануы, яғни олар қуатты төмен тұтынатындығы.
4. Төмен шығындар: Ұзақ қашықтыққа тиімді және арзан деректер тасымалдау мүмкіндігі.

Халықаралық байланыс



2.3-сурет – Оптикалық талшықтық желілердің халықаралық жобалардағы қолданылуы

Халықаралық деңгейде оптикалық талшықтық байланыс жүйелері түрлі жобалар аясында кеңінен қолданылады. Мысалы, Submarine Cable Systems (теңіз кабельдері жүйелері) – бұл материктер арасындағы оптикалық талшықтық байланыстарды орнататын халықаралық жобалар. Бұл жобалар арқылы халықаралық байланыстарды дамыту үшін үлкен қуатты талшықтық байланыс желілері жүргізіледі. Осындай жобалардың көмегімен халықаралық деректер ағындары үзіліссіз және жоғары жылдамдықпен тасымалданады.

Оптикалық талшықтық желілер қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде маңызды рөл атқарады. Олар жоғары өткізу қабілеті мен деректерді жылдам тасымалдау мүмкіндігін қамтамасыз етіп, көптеген қосымшаларды тиімді пайдалануға жағдай жасайды. Сонымен қатар, олардың жоғары қауіпсіздігі, төмен қуат тұтынуы және үлкен қашықтықтарға деректерді

жоғалтпастан жіберу мүмкіндігі оларды қазіргі заманғы байланыс жүйелерінің негізіне айналдырады. Оптикалық талшықтар қалааралық және халықаралық деңгейдегі байланыс жүйелерінің тиімділігін арттыруға және жаңа технологияларды енгізуге мүмкіндік береді.

Халықаралық деңгейдегі байланыс жүйелерінде оптикалық талшықтар кеңінен қолданылып келеді. Мұның себебі олардың жоғары өткізу қабілеті мен ұзақ қашықтыққа деректерді жеткізу мүмкіндіктері:

Қашықтыққа тәуелсіздік: Халықаралық байланыс жүйелері өте үлкен қашықтықты қамтиды. Оптикалық талшықтық желілердің маңызды артықшылықтарының бірі – олар үлкен қашықтықтарға деректерді жоғалтпастан тасымалдай алады. Талшықты жүйелер 50-100 км аралығында деректерді тиімді түрде тасымалдауға қабілетті. Осылайша, халықаралық байланыстардың үзіліссіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

Жоғары сенімділік пен қауіпсіздік: Халықаралық деңгейдегі байланыстарда қауіпсіздік мәселесі аса маңызды. Оптикалық талшықтар арқылы деректерді тасымалдағанда, оларды тыңдау немесе бұзу өте қиын. Бұл ақпараттың құпиялығын сақтауға, халықаралық ұйымдар мен компаниялар арасындағы байланысты қорғауға көмектеседі. Сонымен қатар, шифрлау технологияларын қолдану арқылы қауіпсіздік деңгейі одан әрі арттырылуы мүмкін.

Халықаралық жобалар мен теңіз кабельдері: Халықаралық байланыстарды орнатудың маңызды бөлігі – теңіз кабельдері жүйелері. Бұл жүйелер континенттер арасындағы оптикалық талшықтық байланыстарды қамтамасыз етеді. Мұндай жүйелер арқылы көптеген халықаралық деректер ағындары тасымалданады. Мысалы, АҚШ пен Еуропа арасында бірнеше теңіз кабельдері арқылы үлкен көлемдегі деректер беріледі. Бұл жобалардың көбісі ұзақ уақыт бойы тиімді жұмыс істеуге арналған және жоғары сенімділікті қажет етеді.

Оптикалық талшықтық желілердің халықаралық байланыс жүйелерінде қолданылуы.

Халықаралық байланыс жүйелеріндегі оптикалық талшықтардың қолданысы бүгінгі күні өте кең. Бұл жүйелер әртүрлі халықаралық жобалар аясында жүзеге асырылып келеді. Жаңа интернет бағдарламалары мен глобалды деректер орталықтары оптикалық талшықтарды пайдалану арқылы жылдам әрі тиімді қызметтер ұсынады.

Cloud computing (Бұлтты есептеу): Қазіргі заманғы деректер орталықтары мен бұлтты қызметтерде оптикалық талшықтық желілер маңызды рөл атқарады. Олар деректердің үлкен көлемін жылдам әрі қауіпсіз тасымалдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұлтты есептеу орталықтары арасында жоғары жылдамдықты деректер ағындарын қамтамасыз ететін оптикалық байланыс жүйелері өте тиімді.

Телекоммуникациялық қызметтер: Халықаралық деңгейде жоғары сапалы телефон қызметтері мен бейнемазмұнды жеткізу үшін де оптикалық талшықтар кеңінен қолданылады. Бейнемазмұнды беру кезінде жоғары жылдамдық пен сапа талап етіледі, бұл оптикалық талшықтық желілерді қолдануға мүмкіндік береді.

Құрылымдық икемділік: Халықаралық байланыс жүйелері үнемі өзгеріп, дамып отырады. Оптикалық талшықтар мен оларды басқару жүйелері икемді әрі кеңейтуге болатын жүйелер болып табылады, сондықтан халықаралық байланыс жүйелерінің талаптарына сәйкес оңай бейімделеді.

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелеріндегі оптикалық талшықтық желілердің рөлі өте зор. Олар деректерді жоғары жылдамдықпен, үлкен қашықтыққа және төменгі кідірістермен тасымалдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, олардың жоғары сенімділігі, қауіпсіздігі және экономикалық тиімділігі оларды қазіргі замандағы байланыс инфрақұрылымының негізгі бөлігіне айналдырады. Оптикалық талшықтар халықаралық байланыс жүйелерін кеңейтуге, жаңартуға және тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

2.5 Қалалық оптикалық байланыс жүйесінің кідіріс және қателік деңгейлері бойынша салыстыруы

Қалалық оптикалық байланыс жүйелері қазіргі кезде жоғары жылдамдықты интернет, бейнемазмұнды тарату және басқа да деректер қызметтері үшін маңызды инфрақұрылым болып табылады. Бұл жүйелердің тиімділігі олардың кідіріс деңгейі мен қателік көрсеткіштерімен тығыз байланысты. Осы екі фактор байланыс қызметінің сапасын анықтайды, сондықтан әртүрлі байланыс технологияларының арасындағы салыстыруды қарастыру өте маңызды.

Қалалық оптикалық байланыс жүйесінің кідіріс және қателік деңгейлері бойынша салыстыруы үшін сызбада келесі аспектілер көрсетілуі мүмкін:

1. Кідіріс деңгейі:

- Оптикалық талшықтардағы кідіріс басқа байланыс әдістеріне қарағанда төмен болады, өйткені олар жарық сигналы арқылы деректерді тасымалдайды.

- Мыс кабельдері мен коаксиалды кабельдермен салыстырғанда, оптикалық талшықтар жылдамырақ және кідіріс аз болады.

2. Қателік деңгейі:

- Оптикалық талшықтар электрлік шудан аз әсер етеді, сондықтан оларда қателік деңгейі төмен.

- Мыс кабельдері мен коаксиалды кабельдерде қателік деңгейі жоғары болады, себебі олар электрлік кедергілерге ұшырайды.

Кідіріс (Latency) дегеніміз не?

Кідіріс – бұл деректердің көзден қабылдаушыға жету уақыты. Қалалық оптикалық байланыс жүйесінде кідіріс төмен болуы өте маңызды, өйткені жоғары кідіріс байланыс қызметінің сапасын нашарлатады. Кідіріс көбінесе төмендегі факторлармен байланысты:

Сигналдың таралу уақыты: Деректерді тасымалдау үшін сигналдың көзден қабылдаушыға жету уақыты.

Құрылғылардың өңдеу уақыты: Құрылғылардың деректерді қабылдауы және өңдеуі.

Маршрутизация уақыты: Желі ішіндегі деректердің бағытталуы мен маршрутизациясының уақыты.

Оптикалық талшықты желілердің кідірісі, әдетте, электрлік желілерге қарағанда төмен, себебі оптикалық сигналдардың таралу жылдамдығы жарықтың жылдамдығына жақын болады. Сонымен қатар, оптикалық желілерде қолданылатын DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) сияқты технологиялар деректер ағындарын тиімді түрде тасымалдауға мүмкіндік береді, бұл жалпы кідірісті азайтады.

Қателік деңгейлері (Error Rates).

Қателік деңгейлері байланыс жүйесінің сенімділігі мен тұрақтылығын көрсетеді. Қателік деңгейі жоғары болған сайын, деректердің жоғалуы, бұрмалануы немесе қайта жіберілуі ықтимал болады, бұл пайдаланушыға қызмет көрсету сапасын төмендетеді.

Қалалық оптикалық байланыс жүйелерінде қателік деңгейлері, әдетте, екі негізгі көрсеткішпен өлшенеді:

BER (Bit Error Rate): Бұл деректерді жіберу кезінде қателік жасаған биттердің саны. Берілген байланыс арнасында қабылданған биттердің жалпы санына қатысты қателік деңгейін көрсетеді. Оптикалық байланыс жүйелерінде BER өте төмен болады, себебі оптикалық сигналдар электрлік шудан және басқа да кедергілерден әлдеқайда аз зардап шегеді.

FEC (Forward Error Correction): Бұл қателіктерді алдын ала анықтап, автоматты түрде түзету технологиясы. FEC оптикалық байланыс жүйелерінде жиі қолданылады, себебі бұл әдіс деректердің жоғалуын немесе қателіктерін болдырмауға көмектеседі.

Оптикалық талшықты байланыс жүйелерінде қателік деңгейі төмен болады, себебі:

Жарықтың табиғаты: Оптикалық сигналдар электрлік шу мен кедергілерге аса сезімтал емес.

Қуатты күшейту және қателікті түзету әдістері: Оларды пайдаланудың арқасында сигналдың сапасы сақталады және қателік деңгейі төмен болады.

Қалалық оптикалық байланыс жүйелері: кідіріс және қателік деңгейлері бойынша салыстыру.

Қалалық байланыс жүйелерінде бірнеше технологиялар қолданылады, олар өзара кідіріс және қателік деңгейлері бойынша ерекшеленеді. Бұл жүйелерді салыстыру барысында олардың тиімділігін бағалауға болады.

Оптикалық талшықты жүйелер:

Кідіріс: Оптикалық талшықты байланыс жүйелері өте төмен кідіріс көрсетеді, өйткені жарықтың таралу жылдамдығы жоғары және оптикалық сигналдарды өңдеу кезінде аз уақыт кетеді. Кідіріс әдетте 1-5 мс аралығында болады, бұл жоғары жылдамдықты интернет және бейнемазмұн қызметтері үшін өте тиімді.

Қателік деңгейі: Оптикалық жүйелерде қателік деңгейі өте төмен, себебі оптикалық сигналдар сыртқы электромагниттік бұзылыстарға өте аз сезімтал. BER деңгейі 10^{-12} деңгейіне дейін төмендей алады, бұл деректердің өте жоғары сапасын қамтамасыз етеді.

Мыс кабельдері (DSL технологиясы):

Кідіріс: Мыс кабельдері арқылы байланыс кезінде кідіріс жоғарырақ болады, себебі электрлік сигналдар әлсірейді және олар көптеген кедергілерге ұшырайды. Кідіріс әдетте 10-30 мс деңгейінде болады.

Қателік деңгейі: Мыс кабельдерінде қателік деңгейі жоғары, себебі электрлік сигналдар шудан әсер алады және шектеулі қашықтыққа дейін тиімді болады. Қателік деңгейі 10^{-6} деңгейінде болуы мүмкін, бұл оптикалық жүйелерге қарағанда айтарлықтай жоғары.

Коаксиалды кабельдер:

Кідіріс: Коаксиалды кабельдер арқылы деректердің таралу жылдамдығы оптикалық желілермен салыстырғанда төменірек болады, бірақ әлі де қанағаттанарлық деңгейде. Кідіріс 5-15 мс аралығында болуы мүмкін.

Қателік деңгейі: Қателік деңгейі мыс кабельдеріне жақын болады, себебі коаксиалды кабельдерде де электрлік сигналдар сыртқы кедергілерге сезімтал. Қателік деңгейі 10^{-4} дейін болуы мүмкін.

Қалааралық және қалалық байланыс жүйелерінің кідіріс және қателік деңгейлерінің төмен болуы байланыс қызметінің сапасын анықтайды. Оптикалық талшықты байланыс жүйелері осы көрсеткіштер бойынша ең тиімді болып табылады, себебі олар өте төмен кідіріс пен қателік деңгейіне ие. Бұл әсіресе жоғары жылдамдықты интернет, бейнемазмұнды тарату және басқа да деректер қызметтерін ұсыну үшін маңызды.

Жалпы алғанда, оптикалық талшықтар қалааралық байланыс жүйелерінде деректерді жоғары жылдамдықпен және өте төмен қателікпен тасымалдауға мүмкіндік береді. Олар көп қашықтықтарға деректерді тиімді түрде жеткізуге қабілетті және кідіріс пен қателік деңгейлері бойынша басқа технологиялардан айтарлықтай тиімдірек.

3 Жұмыс тиімділігін арттыру үшін ұсыныстар

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде оптикалық талшықтық желілердің тиімділігі айтарлықтай жоғары болса да, оларды одан әрі жетілдіру мен жұмыс тиімділігін арттырудың бірқатар жолдары бар. Бұл ұсыныстар жүйенің тұрақтылығын, деректердің берілу жылдамдығын және жалпы қызмет көрсету сапасын жақсартуға бағытталған.

3.1 Желіні оңтайландыру және құрылғыларды жаңарту

Оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін арттыру үшін олардың құрамындағы құрылғыларды оңтайландыру маңызды. Бұл құрылғылардың қуат тұтынуы, өткізу қабілеті мен жұмыс жылдамдығы жаңартулар мен оңтайландыру нәтижесінде жақсарады. Жұмыс тиімділігін арттыру үшін келесі шараларды қарастыруға болады:

OLT және ONU құрылғыларын жаңарту: Оптикалық желі терминалдары мен бірлік құрылғыларының ескірген модельдері желі жұмысының жылдамдығы мен тиімділігіне кері әсерін тигізуі мүмкін. Бұл құрылғылардың жаңа нұсқаларын енгізу арқылы олардың өткізу қабілетін арттырып, қуат тұтынуын төмендетуге болады.

Энергия тиімділігін арттыру: Желідегі құрылғылардың қуат тұтынуын оңтайландыру, яғни энергия үнемдейтін жүйелер мен технологияларды қолдану жұмыстың жалпы тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Мысалы, талшықты оптикалық желілерде жаңа қуат үнемдейтін OLT/ONU модельдерін пайдалану арқылы энергия шығындарын азайтуға болады.

Сигнал күшейту және жоғары өткізу қабілетін пайдалану.

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде деректерді үлкен қашықтыққа тарату қажет болғанда, оптикалық талшықтардың сигналы әлсіреуі мүмкін. Бұл әлсіреуді болдырмау және желінің жұмысын тұрақтандыру үшін келесі әдістерді қолдануға болады:

Сигнал күшейткіштерін орнату: Ұзақ қашықтықтарға сигнал тасымалдау кезінде оптикалық күшейткіштерді орнату арқылы деректердің жоғалуы мен әлсіреуін болдырмауға болады. Бұл әсіресе халықаралық байланыс жүйелерінде қажет.

DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) технологиясын енгізу: DWDM технологиясын қолдану арқылы бір оптикалық талшықта бірнеше деректер ағындарын тасымалдауға мүмкіндік береді. Бұл технологияның көмегімен өткізу қабілеті бірнеше есе артады, және бір талшық арқылы жоғары көлемдегі деректерді тиімді тасымалдауға болады.

DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) технологиясы оптикалық талшықтар арқылы деректерді тасымалдаудың тиімді әдісі болып табылады. Бұл технология бір оптикалық талшық арқылы бірнеше деректер ағындарын параллель түрде тасымалдауға мүмкіндік береді, әр ағынға арнайы толқын

ұзындығы бөлінеді. DWDM технологиясы қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде кеңінен қолданылады, өйткені ол өткізу қабілетін өте жоғары деңгейге дейін арттыра алады.

DWDM технологиясын түсіндіретін сызба жасау үшін, төмендегі компоненттерді көрсету маңызды:

1. Оптикалық талшық (Fiber Optic Cable) – DWDM жүйесінің негізгі тасымалдаушы арнасы, мұнда бірнеше сигналдар түрлі толқын ұзындықтары арқылы тасымалданады.

2. Multiplexer (Multiplexing Device) – Бірнеше деректер ағындарын бір талшыққа біріктіретін құрылғы. Мұнда әр деректер ағыны өзінің ерекше толқын ұзындығы арқылы тасымалданады.

3. De-multiplexer (Demultiplexing Device) – Бұл құрылғы талшықта тасымалданатын деректер ағындарын бөлуді қамтамасыз етеді, әр ағынды өз арналарына бөледі.

4. Толқын ұзындықтары – DWDM технологиясы әрбір деректер ағынына белгілі бір толқын ұзындығын береді, бұл әр түрлі деректердің бір уақытта тасымалдануына мүмкіндік береді.

Қауіпсіздік пен шифрлауды күшейту.

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде деректердің қауіпсіздігі өте маңызды. Қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында келесі шараларды қолдануға болады:

Шифрлау жүйелерін енгізу: Деректерді қорғаудың тиімді әдістерінің бірі – оларды шифрлау. Деректерді шифрлау арқылы ақпараттың жоғалуы немесе ұрлануы қауіпі азаяды. Сонымен қатар, халықаралық байланыс жүйелерінде қосымша шифрлау деңгейлері арқылы қауіпсіздік шараларын арттыруға болады.

Желіні қорғау және мониторинг: Желінің қауіпсіздігі мен жұмыс істеу қабілетін қамтамасыз ету үшін тұрақты мониторинг жүргізіп, ақаулар мен шабуылдарды ерте анықтап, оларды дер кезінде жою қажет. Оны автоматтандырылған бақылау жүйелері мен қауіпсіздік бағдарламаларын енгізу арқылы жүзеге асыруға болады.

3.2 Желі кеңейту және жаңарту

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің тиімділігін арттыру үшін желіні үнемі кеңейту және жаңарту қажет. Бұл жаңартулар жаңа технологияларды енгізу мен деректерді тасымалдау жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді.

Желіні кеңейту: Оптикалық талшықтық жүйенің инфрақұрылымын кеңейту және оны жаңа абоненттермен қамтамасыз ету үшін қосымша талшықты кабельдер мен құрылғылар орнатуға болады. Бұл қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің қызмет көрсету ауқымын кеңейтіп, пайдаланушыларға қолжетімділікті арттырады.

Құрылымдық жаңартулар: Құрылымдық жаңартулар арқылы жүйенің сенімділігі мен жұмыс жылдамдығын арттыруға болады. Желі құрылымын жаңарту барысында қазіргі заманғы технологияларды пайдаланып, оны әртүрлі қызметтерге бейімдеуге болады. Мысалы, жеке жүйелер мен желілердің интеграциясы кезінде біртұтас инфрақұрылым жасау маңызды.

Қолданушы тарапынан кері байланыс пен мониторинг жүйесін енгізу.

Пайдаланушылар тарапынан кері байланыс алу мен жүйенің жұмысын бақылау қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің тиімділігін арттыру үшін маңызды аспект болып табылады.

Пайдаланушы пікірлерін жинау: Қолданушылардың байланыс сапасы мен қызмет көрсету жайлы пікірлерін жинап, оларды жүйенің жетілдірілуі үшін пайдалану қажет. Бұл процесте пайдаланушылардың сұраныстарын ескеріп, жүйеге өзгерістер енгізуге болады.

Мониторинг жүйелерін енгізу: Жүйенің жұмысын үздіксіз бақылау, ақауларды ерте анықтап, оларға шұғыл жауап беру үшін автоматтандырылған мониторинг жүйелерін енгізу қажет. Бұл желінің тұрақты әрі үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

3.3 Жаңа технологияларды енгізу

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде жаңа технологияларды енгізу желінің тиімділігін арттырудың маңызды жолдарының бірі болып табылады. Мысалы:

5G технологиясы: 5G технологиясының енгізілуі жоғары жылдамдықты интернет, бейнемазмұнды тарату және үлкен деректерді өңдеу мүмкіндіктерін жақсартады. Бұл жаңа технологиялар қалааралық және халықаралық байланыс жүйелеріне үлкен серпін береді.

Блокчейн технологиясы: Блокчейн технологиясы деректерді сақтау мен тасымалдауда қауіпсіздік пен бақылауды күшейту үшін қолданылуы мүмкін. Бұл әдіс деректердің тұтастығын қамтамасыз етуге және алаяқтықты болдырмауға көмектеседі.

3.4 Қуатты үнемдеу технологиялары: Оптикалық талшықтық желілерді қуат тұтынуын төмендету үшін қолдануға болатын әдістер

Оптикалық талшықтық желілер қуат тұтынуды азайтуға мүмкіндік беретін көптеген технологияларды қолдануды қажет етеді. Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде, сондай-ақ үлкен көлемде деректер тасымалдау кезінде желілердің қуат тұтынуын бақылау және үнемдеу өте маңызды, өйткені желі инфрақұрылымдары көбінесе жоғары қуат шығындарымен жұмыс істейді. Бұл бөлімде оптикалық талшықтық желілердің қуат тұтынуын төмендетуге арналған бірнеше әдістер ұсынылады.

Энергия тиімді құрылғыларды қолдану.

Қуат тұтынуды азайту үшін оптикалық талшықтық желілерде қуат үнемдейтін құрылғыларды пайдалану қажет. Құрылғылардың тиімділігін арттыру үшін төмендегі тәсілдер қолданылады:

Қуат үнемдейтін OLT және ONU құрылғылары: Оптикалық желі терминалдары (OLT) мен оптикалық желі бірліктерінің (ONU) қуат тұтынуын төмендету үшін оларды жаңа технологияларға негізделген қуат үнемдейтін модельдермен ауыстыру ұсынылады. Бұл құрылғылар энергия тиімділігі жоғары, бұл олардың өнімділігін сақтай отырып, қуатты үнемдейді. Мұндай құрылғылардың қуат тұтынуы дәстүрлі құрылғылармен салыстырғанда бірнеше есе аз болады.

Қуат режимдерін оңтайландыру: Құрылғылардың жұмысын қажетсіз уақытта тоқтатып немесе төмен қуат режиміне ауыстыру арқылы қуатты үнемдеу мүмкіндігі бар. Мысалы, оптикалық желі терминалдары мен басқа құрылғылар белгілі бір уақыт бойы жүктемесі аз болса, олар автоматты түрде «қалыпты» немесе «демалу» режиміне өтеді. Бұл әдіс күнделікті жұмыс кезінде қуат тұтынуды айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді.

Пассивті оптикалық желі (PON) технологиясын қолдану.

Пассивті оптикалық желі (PON) – бұл оптикалық желі жүйесі, онда электр қуаты тек OLT құрылғысымен ғана қамтамасыз етіледі, ал басқа барлық құрылғылар (ONU) пассивті болып табылады, яғни олар электр қуатын тұтынбайды. Бұл технология қуат тұтынуды айтарлықтай азайтады, себебі пассивті құрылғылар электр қуатын қажет етпейді және тек сигналды жіберумен айналысады.

PON жүйесінде электр қуатын тек орталық құрылғылар тұтынады, ал осы жүйенің кеңеюі мен қолданылуы қуат үнемдеу бойынша өте тиімді шешім болады. Осы жүйелердің артықшылықтары:

- Электр қуатын аз тұтыну;
- Орнатудың қарапайымдылығы мен тиімділігі;
- Жұмыс істеу кезінде төмен қуат шығындары;
- Динамикалық қуат басқару жүйелерін енгізу.

Динамикалық қуат басқару жүйелері оптикалық талшықтық желілерде қуатты тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл жүйелер құрылғылардың жұмыс жүктемесін бақылай отырып, қуат тұтынуды реттейді. Мысалы:

Құрылғының жұмыс жүктемесін бақылау: Егер құрылғының жүктемесі төмен болса, ол автоматты түрде қуат тұтынуды төмендетуге көшеді.

Қуат үнемдейтін технологиялар: Желідегі әрбір құрылғының жұмыс жағдайын бақылай отырып, оларды қажеттілікке қарай қосу немесе өшіру арқылы қуат үнемдеу тиімділігін арттыруға болады.

Желіні басқару және мониторинг жүйелерін қолдану.

Желіні басқару және мониторинг жүйелері оптикалық талшықтық желілердің қуат тұтынуын бақылап, оптимизациялауға көмектеседі. Бұл жүйелер арқылы желі өнімділігін тексеріп, қуат тұтынуды тиімді басқару әдістерін қолдануға болады:

Желінің жұмыс жүктемесіне негізделген автоматты қуат үнемдеу: Желі жұмысы мен трафик деңгейі төмен болған кезде құрылғылардың қуатын азайту немесе оларды жою жүйесі арқылы қуатты үнемдеуге болады.

Техникалық қызмет көрсету: Қуат тұтынуды бақылау жүйелері арқылы желі компоненттерінің жұмысын бақылап, оларды тиімді пайдалану және ақауларды алдын ала анықтау мүмкіндігі туындайды.

Интеллектуалды желі технологияларын қолдану.

Интеллектуалды желі технологиялары мен жасанды интеллектті пайдалану арқылы оптикалық талшықтық желілердің жұмысын басқару қуат үнемдеуді айтарлықтай арттыра алады. Бұл технологиялар желінің жүктемесін болжау мен талдау жасау арқылы қуат тұтынуды алдын ала реттейді:

Жасанды интеллектпен басқарылатын желі: Жасанды интеллект жүйелері арқылы желінің жұмысын тиімді реттеп, қуатты қажетсіз тұтынуды болдырмауға болады. Бұл жүйе желінің күйін бақылай отырып, қажетті параметрлерді автоматты түрде орнатып, қуат үнемдеуіне ықпал етеді.

Энергия үнемдейтін оптикалық компоненттерді қолдану.

Оптикалық желілерде қолданылатын компоненттердің де қуат тұтынуына әсер ететін маңызды факторлар бар. Оларды энергия тиімділігі жоғары компоненттермен ауыстыру арқылы желінің жалпы қуат тұтынуын азайтуға болады:

Энергия үнемдейтін лазерлер мен детекторлар: Оптикалық жүйеде лазерлер мен фотодетекторлар арқылы энергия үнемдеуге болады. Бұл компоненттерді қазіргі заманғы технологияларды қолдана отырып жаңарту қуат тұтынуды айтарлықтай төмендетеді.

Қуат тиімді оптикалық коммутаторлар мен мультиплексорлар: Оптикалық сигналдарды басқару үшін қолданылатын коммутаторлар мен мультиплексорларды қуат үнемдейтін модельдерге ауыстыру да қуатты үнемдеудің бір тәсілі болып табылады.

Желілерді автоматты түрде реттеу және оңтайландыру.

Желіні автоматты түрде реттеу және оңтайландыру жүйелері оптикалық талшықтық желілердің қуат тұтынуын тиімді басқаруға мүмкіндік береді. Бұл жүйелер әртүрлі параметрлерді автоматты түрде өзгерту арқылы қуат үнемдеуді қамтамасыз етеді:

3.5 Құрылғылардың тиімділігін арттыру: ONU, OLT, ONT құрылғыларының жұмысын оңтайландыру және олардың тиімділігін арттыру бойынша ұсыныстар

ONU құрылғысының тиімділігін арттыру.

ONU – бұл соңғы пайдаланушыға қызмет көрсететін құрылғы, оның тиімділігі бүкіл жүйенің өнімділігін анықтайды. ONU құрылғысының тиімділігін арттыру үшін төмендегі ұсыныстарды енгізу қажет:

Қуат үнемдеу режимдерін енгізу: ONU құрылғыларында қуат тұтынуды азайту үшін қуат үнемдеу режимдерін енгізу керек. Құрылғының жүктемесі төмен болған кезде оны автоматты түрде қуат үнемдеуші режимге қою арқылы оның тұтынуын азайтуға болады. Бұл желінің жұмысын бақылап, тиімділікті арттырады.

Оптикалық талшықтың ұзындығы мен сапасын реттеу: ONU құрылғыларының жұмысын оңтайландыру үшін талшықтың сапасы мен ұзындығы маңызды фактор болып табылады. Сигналдың әлсіреуін болдырмау үшін талшықтарды мүмкіндігінше қысқа етіп орнату қажет, бұл әсіресе ұзақ қашықтықтардағы байланыс үшін өте маңызды.

Қолданушы интерфейсін оңтайландыру: ONU құрылғыларында пайдаланушы интерфейсі мен байланыстың сапасын оңтайландыру үшін құрылғының орнатылуы мен конфигурациясын жақсарту керек. Қолданушы құрылғылары мен қосымшалары арасындағы байланыс жылдамдығы мен сапасын арттыру үшін байланыс интерфейстерін жаңарту маңызды.

OLT құрылғысының тиімділігін арттыру.

OLT – бұл оптикалық желі терминалы, ол барлық абоненттік құрылғыларды басқарып, деректерді жеткізуді реттейді. OLT құрылғысының тиімділігін арттыру үшін келесі әдістерді қолдануға болады:

Қуат тұтынуды азайту: OLT құрылғыларының қуат тұтынуын оңтайландыру үшін оларды энергия үнемдеуге бейімделген жаңа құрылғылармен ауыстыру ұсынылады. Құрылғыны қажетсіз уақытта жүктемесіз қалдыру немесе автоматты түрде қуатты үнемдейтін күйге қою қуат шығынын азайтады.

Желіні басқарудың автоматизациясы: OLT құрылғысында желіні автоматты түрде басқару және мониторинг жасау арқылы оның тиімділігін арттыруға болады. Құрылғының жұмыс жүктемесін бақылап, абоненттерге қызмет көрсету сапасын жақсартатын автоматты жүйелерді енгізу арқылы OLT-нің жұмысын оңтайландыруға болады.

Қосымша мәліметтерді өңдеу қуатын жақсарту: OLT құрылғысының жұмыс тиімділігін арттыру үшін оның ақпараттық өңдеу қуатын жоғарылату қажет. Жаңа процессорлар мен технологияларды қолдану арқылы деректерді өңдеу жылдамдығын арттырып, жүйенің өнімділігін жоғарылатуға болады.

ONT құрылғысының тиімділігін арттыру.

ONT құрылғылары соңғы пайдаланушылармен тікелей байланысты қамтамасыз етеді, сондықтан олардың тиімділігі бүкіл жүйенің өнімділігіне үлкен әсер етеді. ONT құрылғыларын оңтайландыру үшін келесі ұсыныстарды қарастыру қажет:

Жоғары тиімділікпен жұмыс істейтін оптикалық компоненттерді қолдану: ONT құрылғыларында пайдаланылатын лазерлер мен фотодетекторлар жоғары тиімді оптикалық компоненттермен ауыстырылуы керек. Бұл компоненттердің энергия тұтынуы төмен болып, құрылғының жалпы қуат тұтынуын азайтады.

Интерфейсті жақсарту: ONT құрылғыларында Ethernet немесе басқа да желілік интерфейстердің жылдамдығын арттыру, сондай-ақ деректерді

тасымалдау жылдамдығын жоғарылату үшін жаңартулар енгізу ұсынылады. Бұл байланыс сапасын арттырып, жүйенің жұмыс жылдамдығын жоғарылатуға көмектеседі.

Қуат тұтыну және жүктеме режимін басқару: ONT құрылғысының қуат тұтынуын оңтайландыру үшін оны динамикалық жүктемеге қарай автоматты түрде баптау жүйесін енгізу қажет. Құрылғының жүктемесі төмен болғанда оның қуаты автоматты түрде азаяды, бұл қуат үнемдеуін қамтамасыз етеді.

Желіні бақылау және басқару жүйелерін енгізу.

Құрылғылардың тиімділігін арттыру үшін желіні бақылау және басқару жүйелерін енгізу өте маңызды. Бұл жүйелер құрылғылардың жұмысын бақылап, оларды оңтайлы күйде ұстап тұруға мүмкіндік береді. Мысалы:

Желінің өнімділігін мониторинг жасау: Оны автоматтандырылған мониторинг жүйелері арқылы іске асыруға болады. Мұндай жүйелер желідегі ақауларды дер кезінде анықтап, оларды жоюға мүмкіндік береді, бұл құрылғылардың тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді.

Желінің динамикалық басқарылуы: Желіні динамикалық түрде басқару арқылы қуат тұтыну мен жұмыс тиімділігін арттыруға болады. Мысалы, белгілі бір уақыт аралығында желі жүктемесін азайту немесе құрылғыларды қажеттілікке қарай қосу немесе өшіру.

3.6 Технологиялық жаңартулар мен зерттеулер

Құрылғылардың тиімділігін арттырудың келесі жолы – жаңа технологияларды енгізу мен құрылғыларды үнемі жаңарту. Технологиялық жетілдірулердің арқасында құрылғылардың өнімділігі мен қуат тұтынуы жақсарады. Бұған мысал ретінде:

Жаңа оптикалық технологиялар мен материалдарды қолдану: Жаңа оптикалық талшықтар мен лазерлер қуат тұтынуды азайтып, деректердің берілу жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді.

Интеллектуалды желі басқару жүйелері: Құрылғыларды интеллектуалды желі басқару жүйелері арқылы оңтайландыру олардың тиімділігін арттыруға ықпал етеді. Бұл жүйелер құрылғылардың жұмысын бақылап, оңтайлы параметрлерді автоматты түрде орнатады.

Құрылғылардың тиімділігін арттыру қалааралық және халықаралық оптикалық талшықтық желілердің өнімділігін айтарлықтай жоғарылатуға мүмкіндік береді. ONU, OLT және ONT құрылғыларының жұмысын оңтайландыру үшін энергия үнемдеу, қуат тұтынуды реттеу, құрылғылардың тиімділігін арттыруға бағытталған жаңа технологияларды енгізу өте маңызды. Бұл ұсыныстар желілердің жұмыс жылдамдығын, сенімділігін және тұрақтылығын арттыруға көмектеседі, сонымен қатар қуат шығындарын азайтып, жүйенің ұзақ мерзімді тиімділігін қамтамасыз етеді.

Оптикалық талшықтық желілердің тиімділігі олардың негізгі құрылғыларының – ONU (Optical Network Unit), OLT (Optical Line Terminal)

және ONT (Optical Network Terminal) – жұмыс істеу қабілетіне тікелей байланысты. Бұл құрылғылар желінің өнімділігі мен қуат тұтынуын реттейді, сондықтан олардың тиімділігін арттыру өте маңызды. Құрылғылардың тиімділігін арттыру үшін бірнеше оңтайландыру әдістері мен ұсыныстарын қарастыруға болады.

Оптикалық талшықтық желілердің кеңеюі: Қалааралық және халықаралық байланыс желілерін кеңейту мен модернизациялау жолдары.

Қалааралық және халықаралық байланыс желілері қазіргі заманда үлкен көлемде деректерді тасымалдау және байланыс қызметтерін ұсыну үшін негізгі инфрақұрылым болып табылады. Дүние жүзіндегі деректер ағындарының көбеюі, интернетті қолданушылардың санының артуы, бейнемазмұнды беру және бұлтты есептеу қызметтерінің кеңеюі қалааралық және халықаралық байланыс желілерін кеңейтуді және модернизациялауды талап етеді. Бұл қажеттіліктерді қанағаттандыру үшін оптикалық талшықтық желілерді үнемі кеңейту мен жаңарту қажет. Осы мақалада оптикалық талшықтық желілерді кеңейту мен модернизациялаудың негізгі жолдары қарастырылады.

Желіні құрылымдық түрде кеңейту.

Оптикалық талшықтық желілердің кеңеюі желінің физикалық инфрақұрылымын жаңарту және дамыту арқылы жүзеге асырылады. Бұл процесс көпқабатты құрылымдарды қолдану, қосымша талшықтар мен жабдықтарды орнатуды қажет етеді. Желіні кеңейту үшін келесі әдістерді қолдануға болады:

Талшықты кабельдерді қосымша орнату: Қалааралық және халықаралық байланыстарда жаңа бағыттар мен қосымша талшықтар орнату арқылы желінің өткізу қабілетін арттыруға болады. Бұл әдіс жаңа пайдаланушылар мен абоненттерге қызмет көрсету үшін тиімді.

Қалааралық және халықаралық байланыстарды біріктіру: Бірнеше қалалар арасындағы байланысқа бірнеше талшықты қосу арқылы осы аймақтардың арасындағы деректер ағындарын арттыруға болады. Бұл әдіс елдер мен аймақтар арасындағы байланыстарды нығайтуға көмектеседі.

Қосымша абоненттік қосылымдарды орнату: Желіні кеңейту барысында жаңа абоненттерді қосу үшін қосымша ONU (Optical Network Unit) құрылғыларын орнату қажет болады. Бұл әсіресе жаңа аудандар мен тұрғын үй кешендері үшін маңызды.

3.7 Желінің өткізу қабілетін арттыру

Қалааралық және халықаралық байланыс желілерін модернизациялау үшін олардың өткізу қабілетін арттыру маңызды. Өткізу қабілеті жоғары желілер ақпаратты үлкен жылдамдықпен және үлкен көлемде тасымалдауға мүмкіндік береді. Бұл мақсаттарға жету үшін келесі әдістер қолданылуы мүмкін:

DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) технологиясын енгізу: DWDM технологиясы бір оптикалық талшық арқылы бірнеше деректер

ағындарын тасымалдауға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл қалааралық және халықаралық желілердің өткізу қабілетін бірнеше есе арттыруға көмектеседі. Әрбір ағын үшін бөлек толқын ұзындығы тағайындалады, нәтижесінде бір талшықта көп деректер тасымалданады.

Құрылғыларды жаңарту: Желінің өткізу қабілетін арттыру үшін құрылғыларды жаңарту маңызды. Мысалы, OLT (Optical Line Terminal) және ONU (Optical Network Unit) құрылғыларын жоғары өткізу қабілеті мен деректерді жылдам тасымалдауға арналған жаңа модельдермен алмастыру арқылы желінің өнімділігін арттыруға болады.



3.1-сурет – Желінің өткізу қабілетін арттыру

Қауіпсіздік шараларын күшейту.

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің кеңеюі мен модернизациясы кезінде желінің қауіпсіздігіне де ерекше көңіл бөлу қажет. Деректердің жоғалуы, бұзылуы немесе ұрлануының алдын алу үшін қауіпсіздік шараларын енгізу өте маңызды.

Шифрлау жүйелерін қолдану: Қалааралық және халықаралық байланыс желілерінде деректерді шифрлау арқылы ақпараттың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге болады. Бұл әдіс арқылы ақпараттың ұрлануын немесе бұзылуын болдырмауға болады.

Қауіпсіздік протоколдарын қолдану: Желі арқылы өтетін деректерді қорғау үшін заманауи қауіпсіздік протоколдарын қолдану қажет. Мысалы, IPsec (Internet Protocol Security) сияқты протоколдар деректерді тасымалдау кезінде қауіпсіздікті арттырады.

Қауіпсіздік мониторинг жүйелерін енгізу: Желі арқылы өтетін деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін автоматты мониторинг жүйелері орнату қажет. Бұл жүйелер желінің жұмысын бақылап, ықтимал қауіптер мен ақауларды ерте анықтауға мүмкіндік береді.

3.8 Желіні автоматтандыру және интеллектуалды басқару жүйелерін енгізу

Желіні басқару мен мониторингтің автоматтандырылған жүйелері оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін арттыру үшін өте маңызды. Бұл жүйелер желінің жұмысын автоматты түрде бақылап, оның өнімділігін және қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Желіні интеллектуалды басқару: Интеллектуалды басқару жүйелері желінің күйін тексеріп, оны оңтайландырады. Бұл жүйелер деректерді ағындарын басқару мен жүктемені бөлуді оңтайландырып, қуатты үнемдей отырып, желінің тиімділігін арттырады.

Желінің өзін-өзі қалпына келтіру жүйесі: Қалааралық және халықаралық желілерде ақаулар немесе байланыс жоғалуы кезінде желіні қалпына келтіру үшін автоматтандырылған жүйелерді енгізу қажет. Бұл жүйелер ақау туындаған жағдайда дереу жауап беріп, қызметтің үзілуін болдырмайды.

Жаңа технологияларды енгізу.

Желінің тиімділігін арттыру және оны кеңейту үшін жаңа технологияларды енгізу маңызды. Мұндай технологиялар қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің жұмысын жақсартып, олардың мүмкіндіктерін кеңейтеді.

5G технологиясын қолдану: 5G технологиясы жоғары жылдамдықты деректерді тасымалдауды қамтамасыз етіп, қалааралық және халықаралық байланыс желілерінің өткізу қабілетін арттырады. Бұл технологияның көмегімен деректердің жылдамдығын бірнеше есеге арттыруға болады.

Оптикалық талшықтық технологияларды жетілдіру: Талшықты оптикалық желілердің техникалық сипаттамаларын жақсарту, мысалы, жаңа оптикалық компоненттерді енгізу және тасымалдау жылдамдығын арттыру үшін жаңа әдістер қолдану – желінің тиімділігін арттыруға ықпал етеді.

Оптикалық талшықтық желілердің қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерін кеңейту мен модернизациялау – бұл телекоммуникациялық инфрақұрылымды жаңарту және жаңа технологияларды енгізу арқылы деректерді жоғары жылдамдықпен және сенімді тасымалдауды қамтамасыз ету процесі. Желінің өткізу қабілетін арттыру, қауіпсіздік шараларын енгізу, интеллектуалды басқару жүйелерін қолдану және жаңа технологияларды енгізу арқылы қалааралық және халықаралық байланыс желілерінің тиімділігін арттыруға болады. Бұл шаралар телекоммуникациялық қызметтердің сапасын жақсартып, пайдаланушыларға жоғары жылдамдықты, қауіпсіз және тиімді байланыс қызметтерін ұсынуға мүмкіндік береді.

Жүргізілген зерттеулер негізінде алынған қорытындыларды және оларды телекоммуникациялық желілерде қолдану.

Жүргізілген зерттеулер оптикалық талшықтық байланыс жүйелерінің тиімділігі, қауіпсіздігі, және мүмкіндіктері туралы маңызды ақпараттар ұсынады. Бұл зерттеулердің нәтижелері тек қана теориялық тұрғыдан емес, сонымен қатар практикалық тұрғыдан да үлкен маңызға ие. Зерттеулердің

негізінде алынған қорытындыларды телекоммуникациялық желілерде тиімді пайдалану үшін оларды нақты қолдану салаларына бағыттау қажет. Осы зерттеулердің кейбір негізгі қорытындыларын және олардың телекоммуникациялық желілерде қалай қолданылатынын қарастырайық.

Оптикалық талшықтық желілердің жоғары өткізу қабілеті.

Зерттеулер көрсеткендей, оптикалық талшықтық байланыс жүйелері басқа байланыс технологияларымен салыстырғанда айтарлықтай жоғары өткізу қабілетіне ие. Әсіресе, DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) технологиясы бір оптикалық талшық арқылы бірнеше деректер ағындарын тасымалдауға мүмкіндік береді. Бұл оптикалық жүйелердің өткізу қабілетін айтарлықтай арттырады, әрі оларды көп қызмет көрсететін қалааралық және халықаралық желілерде қолдану үшін өте тиімді етеді.

Қолдану: Осы жоғары өткізу қабілетін пайдалану арқылы телекоммуникациялық желілердің өнімділігін арттыруға болады. Мысалы, жоғары жылдамдықты интернет қызметтерін ұсыну, бейнемазмұнды тарату, бұлтты есептеулер және үлкен деректерді өңдеу сияқты заманауи қызметтерді қалааралық және халықаралық деңгейде тиімді түрде жеткізу үшін оптикалық талшықтық желілерді қолдану қажет.

Желінің төменгі кідірісі мен жоғары сенімділігі.

Оптикалық талшықты жүйелердің басты артықшылықтарының бірі – олардың төмен кідірісі мен жоғары сенімділігі. Зерттеулердің нәтижелері көрсеткендей, оптикалық сигналдар басқа физикалық арналарға қарағанда әлдеқайда аз кідіріспен және бұзылусыз беріледі. Мұндай жүйелерді пайдалану деректердің жылдамдығын арттырып, қалааралық және халықаралық байланыстардағы сапа мен тиімділікті жақсартады.

Қолдану: Телефон қоңыраулары, бейнемазмұнды трансляциялау, қаржылық транзакциялар және басқа да нақты уақыттағы қызметтер үшін кідіріссіз байланыс қажет. Оптикалық талшықтық желілерінің жоғары сенімділігі мен төменгі кідірісі бұл қызметтерді ұсынуда өте маңызды рөл атқарады. Бұл технологияларды енгізу қалааралық және халықаралық деңгейдегі байланыстардың үздіксіз және жоғары сапалы болуын қамтамасыз етеді.

Энергия тиімділігі мен қоршаған ортаға әсер.

Зерттеулер көрсеткендей, оптикалық талшықтар электрлік желілермен салыстырғанда энергия тиімділігі жоғары және олар қоршаған ортаға аз әсер етеді. Оптикалық сигналдарды тарату үшін электр қуатының қажеттілігі өте төмен, бұл осы желілерді экологиялық тұрғыдан тиімді етеді.

Қолдану: Телекоммуникациялық компаниялар үшін энергия шығындарын төмендету және экологиялық талаптарды орындау өте маңызды. Оптикалық талшықтық желілерді енгізу, әсіресе көпқабатты үйлер мен қалалардағы байланыс қызметтерінде, энергия тұтынуды айтарлықтай азайтады. Бұл мақсатта энергиялық тиімді OLT және ONU құрылғыларын қолдану ұсынылады.

Қауіпсіздік пен деректерді қорғау.

Оптикалық талшықтық байланыс жүйелері, әсіресе жоғары жылдамдықты және ұзақ қашықтықтағы байланыстар үшін деректердің қауіпсіздігін

қамтамасыз етуде тиімді болып табылады. Зерттеулер көрсеткендей, оптикалық сигналдарды тыңдау немесе бұзу өте қиын, себебі олар жарықтың көмегімен тасымалданады және электрлік кедергілер мен шудан әсер етпейді.

Қолдану: Бұл қасиет телекоммуникациялық желілерде жоғары деңгейдегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін маңызды. Мысалы, мемлекеттік мекемелердің, қаржылық ұйымдардың және басқа да ақпараттық қауіпсіздікке жоғары талаптар қойылатын компаниялар үшін оптикалық талшықтар негізіндегі желілерді қолдану деректердің қауіпсіздігін арттырады. Сонымен қатар, FEC (Forward Error Correction) және шифрлау технологияларын енгізу арқылы желі арқылы өтетін ақпараттың құпиялығын сақтауға болады.

Құрылымдық икемділік және кеңейту мүмкіндігі.

Оптикалық талшықтық желілердің құрылымдық икемділігі мен кеңейту мүмкіндігі де зерттеулерде айқындалды. Бұл желілердің физикалық инфрақұрылымын жаңарту немесе кеңейту өте оңай, сондықтан олар болашақта жаңа пайдаланушылар мен қызметтерді қолдау үшін оңай бейімделеді.

Қалалық және халықаралық деңгейде оптикалық талшықтық желілерді кеңейту және жаңарту, олардың ұзақ мерзімді тиімділігін қамтамасыз ету үшін маңызды. Мысалы, жаңа абоненттерді қосу, қосымша қалаларды қамту, жаңа технологияларды енгізу және жоғары жылдамдықты қызметтерді ұсыну үшін оптикалық талшықтарды қолдану телекоммуникациялық желілердің икемділігін арттырады.

Жүргізілген зерттеулер негізінде алынған қорытындылар қалалық және халықаралық оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін, қауіпсіздігін және өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл қорытындылар телекоммуникациялық желілерде кеңінен қолданылуы мүмкін, мысалы, жоғары жылдамдықты интернет қызметтері, қауіпсіз байланыс, деректерді шифрлау, экологиялық тиімділік және инфрақұрылымды оңтайландыру салаларында. Оптикалық талшықтық желілердің артықшылықтары оларды болашақтағы байланыс инфрақұрылымы ретінде қолдану үшін өте тиімді шешім етеді.

«Интерфакс» агенттігінің хабарлауынша, Қасым-Жомарт Тоқаев сейсенбі күні Ресейдің Санкт-Петербург қаласында өткен «Еуразиялық экономикалық одақ Жоғарғы кеңесінің» саммитінде: «Менің ұсынысым – Ресей-Қазақстан-Иран бағытында талшықты оптикалық байланыс желісін құру және оны Үнді мұхиты жағалауындағы халықаралық желілерге қосу мәселесін қарастыру. Бұл әрекет еуразиялық кеңістікте телекоммуникациялық транзитінің баламалы бағытын жасап қана қоймайды, сонымен қатар біздің Одақтың деректерді беру саласындағы халықаралық ұстанымын айтарлықтай нығайтады», - деді [10].

ИИР мен Беларусь, Қазақстан, Қырғызстан, Ресей және Армения елдері Еуразиялық экономикалық одаққа мүше елдер ретінде 25 желтоқсан, дүйсенбі күні Санкт-Петербургте өткен салтанатты рәсімде еркін сауда туралы келісімге қол қойды.

Мұнда әртүрлі параметрлер мен әдістер қолданылуы мүмкін, мысалы:

Өткізу қабілеті (Bandwidth): Бұл жүйенің деректерді бір уақытта тасымалдай алатын максималды жылдамдығы. Ол әдетте бит/с (бит секундына) немесе байт/с (байт секундына) бірліктерінде өлшенеді.

Деректерді тасымалдау жылдамдығы (Data Transfer Rate): Бұл уақыт ішінде белгілі бір көлемдегі деректерді тасымалдауға болатын жылдамдықты көрсетеді. Бұл көрсеткіш әдетте мегабит/с (Mbps) немесе гигабит/с (Gbps) өлшем бірліктерінде өлшенеді.

Өткізу қабілеті мен деректерді тасымалдау жылдамдығын есептеу үшін қажетті мәліметтеріңізді нақтылайық:

Бастапқы мәліметтер:

Қуат тұтынуы:

- ONT: 110 Вт;

- OLT: 5.5 Вт.

Бір қаладағы портындағы максималды ONU саны: 124

Жүктеме: Бір уақытта 64 ONU-ға дейін трафик беру, әрқайсысына 40 Мбит/с.

ONU: Қолданушыларға арналған Ethernet порттары (110 Мбит/с немесе 1,5 Гбит/с).

ITU-T G.984 стандартын негізге ала отырып, деректер беру жылдамдығы:

Төменгі ағын: 2.6 Гбит/с

Жоғарғы ағын: 1.25 Гбит/с

Желі ұзындығы 215 км, Астана-Қарағанды аралығында оптикалық талшықтық байланыс тарту кезінде өткізгіштік және деректер тасымалдау жылдамдығын есептеу үшін біз келесі параметрлерді ескереміз:

Желі ұзындығы мен деректер ағыны

Қалааралық байланыс жүйесі үшін оптикалық талшықтар арқылы деректер тасымалдаудың максималды жылдамдығы жоғары болады.

ITU-T G.984 стандартына сәйкес, төменгі ағын (downstream) жылдамдығы: 2.6 Гбит/с, ал жоғарғы ағын (upstream) жылдамдығы: 1.25 Гбит/с.

Деректер тасымалдау жылдамдығын есептеу

Егер біз бір оптикалық талшық арқылы тасымалданатын деректер ағынының жылдамдығын есептесек, онда:

Төменгі ағындағы деректер тасымалдау жылдамдығы: 2.6 Гбит/с.

Жоғарғы ағындағы деректер тасымалдау жылдамдығы: 1.25 Гбит/с.

Енді, бір уақытта әрқайсысына 40 Мбит/с жылдамдықпен 64 ONU қосылғанда, жалпы жүктеме қалай әсер ететінін анықтайық.

Құрылғылардың жалпы өткізу қабілетін есептеу

Құрылғылардың максималды өткізу қабілетін есептеу үшін төмендегі формулаларды қолданамыз:

Ұзындығы бойынша оптикалық талшықтың өткізу қабілеті:

Егер әр ONU үшін 40 Мбит/с жылдамдықта жүктеме қарастырылса, онда:

$$64 \text{ ONU} \times 40 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}} = 2560 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}} = 2.56 \frac{\text{Гбит}}{\text{с}}$$

Яғни, бір уақытта 64 ONU арқылы тасымалданатын деректер көлемі 2.56 Гбит/с болады.

Желі ұзындығына байланысты кешігу мен шығындарды ескеру

Желі ұзындығы 215 км болғандықтан, талшықты оптикалық байланыс арқылы деректердің таралуы кезінде сигналдың әлсіреуі мен кідіріс болады. Әдетте, оптикалық талшықтар бойынша сигналдың таралу жылдамдығы жарық жылдамдығына жақын болады, ол шамамен 200,000 км/с (шамамен 2/3 жарықтың жылдамдығынан).

Кідіріс:

Талшық арқылы сигналдың жүру уақытыны есептеу үшін:

$$\text{Кідіріс} = \frac{\text{Желі ұзындығы}}{\text{сигнал тарату жылдамдығы}} = \frac{215 \text{ км}}{200000 \text{ км/с}} = 1,075 \text{ мс}$$

Бұл кідіріс қалааралық байланыс үшін өте төмен және жұмыс істейтін жүйенің сенімділігін арттырады.

Құрылғылардың қуат тұтынуы және тиімділік

Қуат тұтынуын есептеу кезінде әр құрылғының қуат шығынын ескеру қажет:

ONT: 110 Вт

OLT: 5.5 Вт

Егер қалааралық байланыс жүйесінде 124 ONU пайдаланылса:

$$\begin{aligned} \text{Жалпы қуат тұтынуы} &= 124 \text{ ONU} \times 110 \text{ Вт} + 5.5 \text{ Вт} \\ &= 13640 \text{ Вт} + 5.5 \text{ Вт} = 13645.5 \text{ Вт} \end{aligned}$$

Жалпы өткізу қабілеті: Бір уақытта 64 ONU қосылған кезде қалааралық жүйе арқылы тасымалданатын деректердің жалпы жылдамдығы 2.56 Гбит/с болады.

Кідіріс: Сигналдың кідіріскезінде 1.075 мс болады.

Қуат тұтынуы: Жүйенің жалпы қуат тұтынуы 13645.5 Вт болады.

Сигналдың әлсіреуі (Attenuation)

Сигналдың әлсіреуі оптикалық талшық арқылы деректер тасымалдау кезінде маңызды фактор болып табылады. Әр талшықтың әлсіреу деңгейі белгілі болады (dB/km). Сигналдың жалпы әлсіреуін есептеп, жүйенің тиімділігін анықтауға болады.

$$\text{Сигналдың әлсіреуі} = \text{Әлсіреу коэф. (db/km)} \times \text{Желі ұзындығы (км)} \quad (3.1)$$

Осы есептеу арқылы сигналдың шығындарын және оның деректер сапасына әсерін бағалауға болады.

Сигналдың күшейтілуі (Signal Amplification).

Қалааралық желілерде ұзақ қашықтыққа сигнал жеткізу үшін оптикалық күшейткіштер қолданылады. Бұл күшейткіштер сигналды күшейтіп, әлсіреуді болдырмауға көмектеседі.

Күшейткіштің күшею деңгейін есептеу арқылы жүйедегі әлсіреу мен күшейту арасындағы тепе-теңдікті біле аласыз.

Желінің жалпы шығындары.

Қалааралық байланыс жүйесі үшін жалпы шығындарды есептеу маңызды. Бұл есепке:

Құрылғы шығындары: OLT, ONU және ONT құрылғыларының бағасы.

Орнату және техникалық қызмет көрсету шығындары.

Энергия шығындары: Жоғарыда айтылғандай, қуат тұтынуды ескере отырып, жалпы энергия шығындарын есептеуге болады.

Желі сенімділігі мен қателік деңгейін бағалау.

BER (Bit Error Rate): Деректерді тасымалдау кезінде қателік деңгейін есептеу арқылы жүйенің сенімділігін анықтауға болады. Әдетте, оптикалық жүйелердің BER деңгейі өте төмен, бірақ бұл параметрді ескеру маңызды.

FEC (Forward Error Correction): Егер қателік түзету технологиясы қолданыласа, оның тиімділігін бағалау қажет.

Желі жүктемесі мен қызмет көрсету сапасын бағалау.

Жүктеме ағыны: Егер жүйе бірнеше пайдаланушыға қызмет көрсетсе, әрбір абоненттің жүктемесі мен оның жүйеге әсерін есептеу қажет. Бұл, әсіресе, жоғары жүктемелер кезінде маңызды.

QoS (Quality of Service): Қалааралық желіде қызмет көрсету сапасын бағалау үшін QoS параметрлерін есептеу қажет. Бұл параметрлер деректердің кідірісін, жоғалтуын және басқа да қызмет көрсету факторларын бақылауға мүмкіндік береді.

Талшықтың ұзындығына байланысты деректердің кідіріске әсері.

Егер оптикалық байланыс жүйесінің ұзындығы ұзақ болса, онда кідіріс артуы мүмкін. Сигналдың таралу уақытын есептеп, ұзақ қашықтықтар үшін қажетті жақсартуларды жасау қажет.

Сигналдық қуаттың таралуын модельдеу.

Сигналдың таралуын модельдеу арқылы сіз түрлі жағдайларда (қоршаған ортаның әсері, сыртқы кедергілер және т.б.) оның қалай өзгеретінін есептей аласыз. Бұл әдіс әсіресе күрделі немесе ұзақ желілер үшін маңызды.

Желіні кеңейту мүмкіндігі мен болашаққа болжам жасау.

Қалааралық байланыс жүйесін болашақта кеңейту қажет болса, оның өткізу қабілетінің өсуі мен қуат тұтынуы бойынша болашақ болжамдарды жасауға болады. Бұл сызбаға жаңа құрылғыларды қосып, желінің кеңеюін жоспарлауға мүмкіндік береді.

Желідегі жүктеменің тиімді бөлінуін анықтау.

Егер желі бірнеше бөліктен тұрса, әр бөлікке қанша жүктеме түсетінін есептеу қажет. Бұл әртүрлі құрылғылар мен абоненттер арасындағы деректер ағынының теңдестірілген болуын қамтамасыз етеді.

Бұл есептер сіздің қалааралық оптикалық байланыс жүйеңіздің тиімділігін арттыру және оның тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін маңызды.

Есептеулер нәтижелері келесідей:

Сигналдың таралу кідірісі: 215 км қашықтықта сигналдың кідіріске кеткен уақыты 1.075 миллисекунд.

Жалпы өткізу қабілеті: 64 ONU арқылы жалпы деректер тасымалдау жылдамдығы 2560 Мбит/с (2.56 Гбит/с) болады.

Жалпы қуат тұтынуы: 64 ONU мен 1 OLT құрылғысының жалпы қуат тұтынуы 13645.5 Вт болады.

Бұл нәтижелер қалааралық оптикалық байланыс жүйесінің тиімділігін бағалау үшін маңызды көрсеткіштерді көрсетеді. Сигналдың кідірісі өте төмен, өткізу қабілеті жоғары, және қуат тұтынуы әртүрлі құрылғылардың жұмысын оңтайландыруға мүмкіндік береді.

ONT қуаты: 200 Вт OLT қуаты: 5.5 Вт ONU саны: 248 (әрқайсысының қуаты 110 Вт), трасса (Шымкент-Ташкент) арасы 120 км болса.

Есептеулердің нәтижелері келесідей:

Сигналдың таралу кідірісі: 120 км қашықтық үшін сигналдың кідіріске кеткен уақыты 0.6 миллисекунд болады.

Жалпы қуат тұтынуы: 248 ONU құрылғысы мен 1 OLT құрылғысы үшін жалпы қуат тұтынуы 27,285.5 Вт болады.

Жалпы өткізу қабілеті: 248 ONU құрылғысымен жалпы деректер тасымалдау жылдамдығы 9920 Мбит/с (9.92 Гбит/с) болады.

Phyton бағдарламасындағы есептеулер:

Берілген мәліметтерді пайдаланып есептеулер жасау

Деректердің өткізу қабілеті мен кідірісін есептеу

Қажетті мәліметтер:

- Желі ұзындығы: 215 км

- Төменгі ағын жылдамдығы: 2.6 Гбит/с

- Жоғарғы ағын жылдамдығы: 1.25 Гбит/с

- ONU саны: 64

- Әр ONU жылдамдығы: 40 Мбит/с

1. Сигналдың таралу жылдамдығы (оптикалық талшық арқылы)

signal_speed = 200000 # км/с (жарық жылдамдығының 2/3-і)

2. Қашықтық бойынша кідіріс

distance_km = 215 # км

signal_propagation_delay = distance_km / signal_speed # секундпен өлшенеді

signal_propagation_delay_ms = signal_propagation_delay * 1000 #

миллисекундқа ауыстыру

3. Жалпы өткізу қабілеті

$onu_count = 64$ # ONU саны
 $onu_speed_mbps = 40$ # Мбит/с
 $total_data_rate_mbps = onu_count * onu_speed_mbps$ # жалпы өткізу қабілеті
Мбит/с

4. Жалпы қуат тұтыну (ОНТ және ОЛТ құрылғыларының қуаты бойынша)

$ont_power_w = 110$ # Вт
 $olt_power_w = 5.5$ # Вт
 $total_power_consumption_w = onu_count * ont_power_w + olt_power_w$ #
жалпы қуат тұтыну Вт

Есептеу нәтижелері
 $signal_propagation_delay_ms,$ $total_data_rate_mbps,$
 $total_power_consumption_w$

Халықаралық оптикалық байланыс жолын есептеу үшін қажетті мәліметтер:

1. Желі ұзындығы: Бұл бір мемлекеттің басқа мемлекетпен байланыс орнататын ұзындығы (мысалы, Қазақстан мен Ресей, Қазақстан мен Қытай).

2. Сигнал таралу жылдамдығы: Оптикалық талшықтар арқылы сигналдың таралу жылдамдығы (шамамен 200,000 км/с, жарықтың жылдамдығының 2/3 бөлігін алады).

3. Өткізу қабілеті: Қалааралық немесе халықаралық желі арқылы деректердің қанша жылдамдықпен тасымалданатыны. Әр мемлекеттің халықаралық байланыс үшін қажет өткізу қабілеті әртүрлі болуы мүмкін (мысалы, DWDM технологиясы қолданылуы мүмкін, ол бір оптикалық талшық арқылы көптеген деректер ағындарын тасымалдауға мүмкіндік береді).

4. Қуат тұтыну: Бұл тек қана деректер ағынын тасымалдайтын құрылғылардың қуат тұтынуын ғана емес, сондай-ақ байланыс станцияларындағы қосымша құрылғылар мен күшейткіштердің қуатын да ескеру керек.

5. Жолдың техникалық сипаттамалары: Бұл қателік деңгейі, сигнал әлсіреуі және басқа да техникалық сипаттамалар.

Қандай мемлекеттерді есептеуге болады?

Халықаралық оптикалық байланыс үшін бірнеше мысалдарды келтіре аламын:

1. Қазақстан мен Ресей арасындағы оптикалық байланыс жолы: Ресей мен Қазақстан арасындағы ұзақ қашықтықтағы оптикалық талшықты желілерді есептеуге болады.

2. Қазақстан мен Қытай арасындағы оптикалық байланыс: Қазақстан мен Қытай арасында халықаралық байланыс орнату үшін оптикалық талшықтарды қолдану өте тиімді.

3. Еуропа мен АҚШ арасындағы трансатлантикалық байланыс: Бұл да мысал ретінде жоғары өткізу қабілеті бар оптикалық байланыс желілерін есептеуге болатын халықаралық байланыс желісі.

Мысал ретінде есеп:

Мысалы, Қазақстан мен Ресей арасындағы оптикалық байланыс жолын есептеуге болады. Арасындағы қашықтықты ескерсек (шамамен 3500 км), біз осы ұзындықты қолдана отырып есептеу жасай аламыз.

1. Желі ұзындығы: 3500 км (Қазақстан мен Ресей арасындағы оптикалық байланыс жолының ұзындығы).

2. Сигнал таралу жылдамдығы: 200,000 км/с (оптикалық талшық үшін).

3. Деректер тасымалдау жылдамдығы: 10 Гбит/с немесе одан жоғары (жоғары жылдамдықты оптикалық желілер үшін).

4. Қуат тұтыну: ОТЛ және ОНУ құрылғыларын қосу арқылы жалпы қуат тұтынуын есептеу.

Қосымша параметрлерді енгізу:

Толқын ұзындығы (DWDM технологиясын қолдану).

Қуат күшейткіштері.

Желінің күшейту қажеттілігі мен техникалық шығындар.

Қазақстан мен Ресей арасындағы халықаралық оптикалық байланыс жолы бойынша есептеулерді жүргізу үшін келесі мәліметтерді қолдана отырып, қажетті нәтижелерді аламыз:

1. Желі ұзындығы.

Қазақстан мен Ресей арасындағы оптикалық талшықты байланыс жолының ұзындығы шамамен 3500 км.

2. Сигнал таралу жылдамдығы.

Оптикалық талшық арқылы сигналдың таралу жылдамдығы шамамен 200,000 км/с (жарық жылдамдығының 2/3 бөлігін алады).

3. Өткізу қабілеті және деректер тасымалдау жылдамдығы.

DWDM технологиясы қолданылатын болса, бір оптикалық талшық арқылы бірнеше деректер ағынын тасымалдауға болады. Әр ағынның жылдамдығы әдетте 10 Гбит/с немесе одан жоғары болады.

Қолданылатын технологияның нақты деректер тасымалдау жылдамдығы 10 Гбит/с немесе жоғары болуы мүмкін.

4. Қуат тұтыну.

Қуат тұтынуы: ОЛТ және ОНУ құрылғыларын қосқанда, орта есеппен ОНТ құрылғысы 110 Вт тұтынады, ал ОЛТ құрылғысы 5.5 Вт тұтынады. 100-ге дейін ОНУ құрылғыларын қосу арқылы жалпы қуат тұтынуды есептеуге болады.

5. Сигналдың әлсіреуі (Attenuation).

Сигналдың әлсіреуі әр талшық үшін белгілі болады. Оптикалық талшықтар үшін әлсіреу әдетте 0.2 – 0.5 дБ/км аралығында болады. Бұл көрсеткішті пайдалана отырып, жалпы сигнал әлсіреуін есептеуге болады.

6. Жалпы сигналдың күшейтілуі.

Сигналды бірнеше күшейткіштер арқылы күшейту керек, себебі ұзақ қашықтыққа сигналдың күші әлсірейді. Бұл жағдайда күшейткіштердің саны мен олардың күшейту деңгейін есептеу қажет.

7. Сигналдық кідіріс.

Сигналдың таралу уақытын есептеу үшін:

$$\begin{aligned} \text{Кідіріс} &= \text{Желі ұзындығы} \div \text{Сигнал тараты жылдамдығы} \\ &= 3500\text{км} \div \frac{200000\text{км}}{\text{с}} = 0.0175\text{с} = 17.5\text{мс}. \end{aligned}$$

Бұл кідіріс арқылы сигналдың қалааралық байланыстағы өңделуі мен жеткізілуі уақытын анықтауға болады.

8. Қателік деңгейі.

BER (Bit Error Rate) көрсеткіші оптикалық талшықтық желілерде өте төмен болады. Қателік деңгейі 10^{-12} деңгейінде болуы мүмкін.

Қателік деңгейін алдын ала есептеу және оны түзету үшін FEC (Forward Error Correction) технологиясын қолдану қажет.

Қорытынды есептеулер:

1. Сигналдың таралу кідірісі: 17.5 мс.
2. Өткізу қабілеті: Бір оптикалық талшық арқылы деректердің тасымалдау жылдамдығы 10 Гбит/с немесе жоғары.
3. Қуат тұтынуы: OLT мен ONU құрылғыларын қосқанда жалпы қуат тұтынуы жоғары болады, мысалы, 10,000 - 20,000 Вт аралығында.
4. Сигналдың әлсіреуі: Әлсіреу коэффициенті 0.2 – 0.5 дБ/км аралығында, бұл бүкіл 3500 км үшін жалпы әлсіреуді есептеуге мүмкіндік береді.

1. Дисперсияны есептеу (Dispersion Calculation).

Бірмодалы талшықтағы дисперсия екі негізгі түрге бөлінеді:

Материалдық дисперсия (Material Dispersion): Бұл оптикалық материалдың (шынының) жиіліктерге байланысты дисперсиясы.

Геометриялық дисперсия (Geometrical Dispersion): Бұл дисперсия талшықтың геометриясына байланысты, әсіресе ол ядро мен қабықша арасындағы арақатынастан әсер етеді.

Егер дисперсия мәндері берілмесе, дисперсия коэффициенті (D) арқылы есептеуге болады:

$$D = 1\lambda \times dT d\lambda \quad (3.2)$$

мұндағы, D – дисперсия коэффициенті (пс/км-нм),

λ – толқын ұзындығы,

d – уақыттың өзгерісі,

$d\lambda$ – толқын ұзындығының өзгерісі.

Әдетте, бірмодалы талшықта дисперсия DDD шамамен 16 пс/км-нм деңгейінде болады.

2. Дисперсияның әсері.

Дисперсия сигналының уақыт бойынша кеңеюіне және ұзақ қашықтықтарға деректерді жеткізу кезінде ақпараттың бұрмалануына әкелуі мүмкін. Дисперсияны азайту үшін үлкен диаметрлі ядро немесе үлкен толқын ұзындығы қолдану ұсынылады.

3. Күшейткіштер санын есептеу (Amplifier Calculation).

Оптикалық күшейткіштер жүйенің ұзындығына байланысты қажет болады. Бұл әсіресе ұзақ қашықтықтарға сигналды тасымалдағанда маңызды. Сигналдың әлсіреуін компенсировать ету үшін күшейткіштерді дұрыс орналастыру қажет.

Күшейткіштердің санына әсер ететін факторлар:

Желі ұзындығы: Сигнал неғұрлым ұзақ қашықтыққа барса, соғұрлым күшейткіштер саны артады.

Сигналдың әлсіреуі: Талшықтың әлсіреу коэффициенті (α) қажет, ол әрбір 1 км қашықтықта сигналдың қанша дБ әлсірейтіні туралы мәлімет береді.

Оптикалық талшықтағы әлсіреуді есептеу үшін:

$$\text{Әлсіреу} = \alpha \times L \quad (3.3)$$

мұндағы, α – әлсіреу коэффициенті (дБ/км),
 L – байланыс ұзындығы (км).

Егер әлсіреу коэффициенті 0.2 дБ/км болса, 3500 км үшін:

$$\text{Әлсіреу} = 0.2 \text{ дБ/км} \times 3500 \text{ км} = 700 \text{ дБ}$$

Әлсіреуді тиімді қалпына келтіру үшін күшейткіштер қолданылады. Оптикалық күшейткіштердің орташа күшеюі шамамен 20 дБ болуы мүмкін. Бұл күшейткіштер санын есептеу үшін:

Күшейткіштер саны=Жалпы әлсіреу

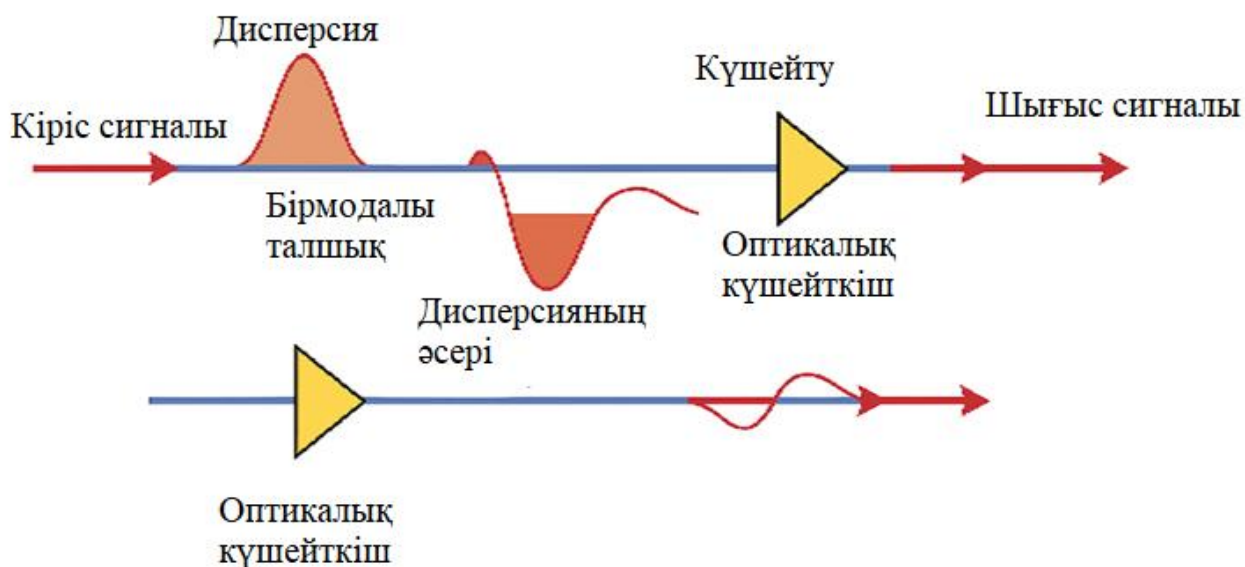
$$\text{Күшейткіш күшеюі} = \frac{700 \text{ дБ}}{20 \text{ дБ}} = 35 \text{ күшейткіш} \quad (3.4)$$

4. Қорытынды есептеулер.

Дисперсия коэффициенті: $D=16$ пс/км-нм

Әлсіреу: 3500 км үшін 700 дБ.

Күшейткіштер саны: Қажетті 35 оптикалық күшейткіш.



3.2-сурет – Бір режимді талшықтағы сигналдың дисперсиясы мен күшеюін бейнелейтін диаграмма

Бір режимді талшықтағы сигналдың дисперсиясы мен күшеюін бейнелейтін диаграмманың екінші жиынтығы жасалды.

Оптикалық талшықтық желілердің қалааралық және халықаралық байланыс жүйелеріндегі қолданылуының тиімділігін анықтау үшін бірнеше негізгі көрсеткіштерді ескеру қажет. Бұл көрсеткіштер қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің жұмысының сапасын анықтайды, олардың өткізу қабілеті мен деректер тасымалдау жылдамдығының арттыру деңгейін бағалауға мүмкіндік береді.

1. Өткізу қабілеті мен деректер тасымалдау жылдамдығы.

Оптикалық талшықтық желілердің негізгі артықшылығы – жоғары өткізу қабілеті. Олар бір оптикалық талшық арқылы көптеген деректер ағындарын тасымалдауға мүмкіндік береді, бұл қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде жоғары жылдамдықты деректерді тиімді тасымалдауды қамтамасыз етеді.

Өткізу қабілетінің жоғары болуы: Бір оптикалық талшық арқылы бірнеше деректер ағындарын тасымалдауға мүмкіндік беретін DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) сияқты технологиялар өткізу қабілетін арттырады.

Деректер тасымалдау жылдамдығының артуы: Деректердің үлкен көлемін бір уақытта тасымалдауға мүмкіндік береді. Бұл әр түрлі салалардағы, соның ішінде интернет, бейнемазмұнды тарату және бұлтты қызметтерді ұсыну үшін маңызды.

2. Кідіріс пен қателік деңгейі.

Оптикалық талшықтардағы кідіріс өте төмен болады, себебі олар арқылы сигналдар жарық жылдамдығымен тасымалданады. Ал қателік деңгейі өте төмен, өйткені оптикалық сигналдар электромагниттік шу мен басқа да сыртқы

кедергілерге сезімтал емес. Бұл қалааралық және халықаралық байланыстарда жоғары сапалы қызмет көрсетуге мүмкіндік береді.

Кідірістің аз болуы: Қалааралық байланыс жүйелеріндегі кідіріс өте төмен, бұл әсіресе нақты уақыттағы байланыс қызметтерінде (видеоконференциялар, қоңыраулар, қаржылық транзакциялар) маңызды.

Қателік деңгейінің төмендігі: Қателік деңгейі төмен болғандықтан, деректердің жоғалуы немесе бұзылуы минималды болады, бұл байланыс сапасын арттырады.

3. Энергия тиімділігі.

Оптикалық талшықтық желілер электр қуатын төмен тұтынады. Бұл желінің экологиялық тиімділігін арттырып, энергия шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Энергия тиімділігі қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерін жобалауда және эксплуатациялауда үлкен артықшылық береді.

Энергия тұтынудың төмен болуы: Оптикалық талшықтардың қуатты тиімді пайдалануы олардың экологиялық және экономикалық тиімділігін арттырады. Бұл көптеген халықаралық байланыс операторлары үшін маңызды көрсеткіш.

4. Желінің сенімділігі мен қауіпсіздігі.

Оптикалық талшықтық желілер жоғары сенімділікпен жұмыс істейді. Сигналды тыңдау немесе бұзу мүмкіндігі өте аз, өйткені оптикалық талшықтар электромагниттік бұзылуларға төзімді. Бұл деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Қауіпсіздік: Халықаралық байланыстар үшін деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету өте маңызды. Оптикалық талшықтар арқылы деректерді шифрлау мен қорғаныс жүйелерін қосу арқылы ақпараттың құпиялығы сақталады.

5. Желіні кеңейту мүмкіндігі.

Оптикалық талшықтық желілердің құрылымдық икемділігі мен кеңейту мүмкіндігі оларды болашақта жаңа пайдаланушылар мен қызметтер үшін оңай бейімдеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл желілердің жоғары өткізу қабілетін әрі қарай арттыру үшін жаңа технологияларды енгізуге болады (мысалы, DWDM, 5G және 6G технологиялары).

Кеңейту мүмкіндігі: Желіге жаңа абоненттер мен құрылғыларды қосу, жаңа қалалар мен аймақтарды қамту оңай жүзеге асырылады.

6. Құрылғылардың тиімділігі мен жанартулар.

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде OLT, ONU, және ONT құрылғыларының тиімді жұмыс істеуі өте маңызды. Бұл құрылғылар бірлесіп жұмыс істей отырып, деректерді жоғары жылдамдықта тасымалдайды және жоғары сапалы қызметтерді қамтамасыз етеді. Бұл құрылғылардың технологиялық жаңартылуы және тиімділігі жүйенің жұмыс өнімділігін арттырады.

7. Құрылымдық шығындар мен инвестициялар.

Оптикалық талшықтық желілердің құрылымдық шығындары жоғары болуы мүмкін, бірақ олар ұзақ мерзімді перспективада өте тиімді. Қалааралық

және халықаралық байланыстар үшін оптикалық талшықтар бастапқы инвестицияларды қажет етеді, бірақ бұл шығындар ұзақ мерзімде төмен болады, өйткені қызмет көрсету мен техникалық қызмет көрсету шығындары аз болады.

Оптикалық талшықтық желілердің қалааралық және халықаралық байланыс жүйелеріндегі қолданылуы өте тиімді болып табылады, себебі олар жоғары өткізу қабілеті, төмен кідіріс және қателік деңгейі, энергия тиімділігі және қауіпсіздік сияқты маңызды артықшылықтарды ұсынады. Бұл желілердің болашақтағы кеңеюі мен тиімділігін қамтамасыз ету үшін жаңа технологияларды енгізу және құрылғылардың тиімділігін арттыру қажет. Оптикалық талшықтарды қолдану халықаралық байланыс қызметтерінің сапасын арттырып, қазіргі заманғы цифрлық әлемде маңызды рөл атқарады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін арттыру, олардың өнімділігін, қауіпсіздігін және тұрақтылығын қамтамасыз ету маңызды міндет болып табылады. Осыған қатысты жүргізілген зерттеулер бірнеше маңызды қорытындыларға келді, олар телекоммуникациялық желілердің болашағын айқындап отыр.

Біріншіден, оптикалық талшықтық желілердің жоғары өткізу қабілеті мен деректерді тасымалдау жылдамдығы қалааралық байланыс үшін өте маңызды артықшылық болып табылады. Бұл желілердің өнімділігі цифрлық экономика мен цифрлық қызметтердің кеңеюіне ықпал етеді. Қалааралық және халықаралық байланыс қызметтері арқылы үлкен көлемдегі деректерді жылдам әрі сенімді тасымалдау қазіргі және болашақтағы телекоммуникациялық қажеттіліктерге толық сәйкес келеді.

Екіншіден, қалааралық байланыс жүйелеріндегі кідіріс пен қателік деңгейлері оптикалық талшықтар арқылы айтарлықтай төмендеді. Бұл олардың жоғары сенімділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, қателік деңгейлерінің төмендігі мен қорғау жүйелерінің күшейтілуі деректердің қауіпсіздігі мен тұтастығын сақтау үшін аса маңызды болып табылады. Телекоммуникациялық қызметтердің сапасын арттыру үшін осы аспектілерге ерекше назар аудару қажет.

Үшіншіден, энергия тиімділігі мен қоршаған ортаға әсерді азайту оптикалық талшықтық желілердің артықшылықтарының бірі болып табылады. Бұл ерекшелік, әсіресе, экологиялық тұрақтылықты сақтау және энергия шығындарын төмендету үшін өте маңызды. Телекоммуникациялық желілердің қоршаған ортаға әсерін төмендету үшін оптикалық талшықтарды енгізу өте тиімді шешім болып табылады.

Сонымен қатар, құрылғылардың тиімділігін арттыру мен желі кеңеюінің мүмкіндіктері оптикалық талшықтық желілердің келешекке бейімделуі мен ұзақ мерзімді тиімділігін қамтамасыз етеді. DWDM сияқты технологиялардың енгізілуі қалааралық деректер беру жылдамдығын арттырып, жаңа қызметтер мен пайдаланушыларды қосуға мүмкіндік береді. Бұдан басқа, желі құрылымдарының икемділігі олардың жаңартылуы мен кеңеюіне мүмкіндік береді, бұл қалааралық және халықаралық байланыс қызметтерінің тұрақты өсуіне ықпал етеді.

Қорытындылай келе, зерттеулердің нәтижелері оптикалық талшықтық желілердің қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде маңызды рөл атқаратынын көрсетеді. Олардың жоғары өткізу қабілеті, төменгі кідіріс және қателік деңгейі, экологиялық тиімділігі мен қауіпсіздігі телекоммуникациялық қызметтерді жоғары сапада ұсынуға мүмкіндік береді. Бұл технологияларды тиімді пайдалану қалааралық және халықаралық байланыс қызметтерін жетілдіріп, сандық экономиканың дамуына оң әсерін тигізеді.

Жұмыс тиімділігін арттыру үшін жоғарыда аталған шараларды қабылдау қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінің жұмыс сапасын

жақсартып, оларды үнемі жетілдіріп отыруға мүмкіндік береді. Жаңарту, оңтайландыру, қауіпсіздік шараларын күшейту және жаңа технологияларды енгізу арқылы байланыс жүйелерінің тиімділігін арттырып, пайдаланушыларға жоғары сапалы қызмет көрсету мүмкіндігін қамтамасыз етуге болады.

Оптикалық талшықтық желілердің қуат тұтынуын төмендету үшін жоғарыда көрсетілген әдістерді қолдану жүйенің жалпы тиімділігін арттырады және қоршаған ортаға әсерін азайтады. Қуат үнемдеу тек қана қаржылық үнемдеуді емес, сонымен қатар экологиялық тұрғыдан да оң әсер береді. Құрылғыларды жаңарту, энергия тиімділігін арттыру, интеллектуалды жүйелерді енгізу және автоматты түрде реттеу технологияларын қолдану оптикалық талшықтық желілердің жұмыс тиімділігін арттырып, қуатты тұтынуды айтарлықтай азайтады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 ITU-T G.984.1–G.984.4: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON) Recommendations, 2019, – 10 p.
- 2 OpenOMCI Documentation and Implementation Guidelines, 2020, – 10p.
- 3 Keiser G. Optical Fiber Communications/McGraw-Hill, 2017, – 30p.
- 4 Passive Optical Networks: Principles and Practice. Elsevier/Muller, 2014, – 150p.
- 5 Антонов А.В./Оптические сети связи: технологии и решения. М.: Горячая линия – Телеком, 2020.
- 6 Hu W., Qiu W. GPON: Technology and Testing. John Wiley & Sons, 2019, – 120 p.
- 7 OpenOMCI GitHub Repository.// <https://github.com/openomci>.
- 8 Дюсебаев М.А., Исатаев К.Т./Оптические сети нового поколения. Алматы: Қазақ университеті, 2019. – 180 б.
- 9 G.987.x Recommendations: 10-Gigabit-Capable Passive Optical Networks (XG-PON). – 10p.
- 10 Астана Ресей, Қазақстан және Иран арасында оптикалық талшықты құруды ұсынды. (20.04.2025). https://parstoday.ir/kz/news/kazakhstan-i74752-%D0%90%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%A0%D0%B5%D1%81%D0%B5%D0%B9_%D2%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D2%9B%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD_%D0%B6%D3%99%D0%BD%D0%B5_%D0%98%D1%80%D0%B0%D0%BD_%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%8B%D0%BD%D0%B4%D0%B0_%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D2%9B_%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%88%D1%8B%D2%9B%D1%82%D1%8B_%D2%9B%D2%B1%D1%80%D1%83%D0%B4%D1%8B_%D2%B1%D1%81%D1%8B%D0%BD%D0%B4%D1%8B

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Есенғарина Гауһар Нұрлыбекқызы

6B06201 – Телекоммуникациялар оқу бағдарламасы

Тақырыбы: «Қалааралық және халықаралық байланыс үшін оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау»

Бұл дипломдық жұмыста қалааралық және халықаралық байланыс үшін оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау, негізгі сипаттамасы және болашақ ықтимал болатын түрлері келтірілген.

Бұл дипломдық жұмыста «Қалааралық және халықаралық байланыс үшін оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау» тақырыбы қарастырылды. Салыстырмалы талдау жүргізілді, сонымен қатар оптикалық талшықтық сенсорлар технологиясының теориялық негіздері зерттелді. Сондай-ақ, оптикалық талшықтық байланыстың мүмкіндіктерін зерттеу және тәжірибелерді арттыруға болатын нұсқалар ұсынылды.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

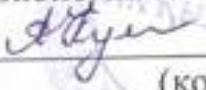
Қалааралық деректер беру жылдамдығының уақытқа байланысты өзгерісі, кідіріс және қателік деңгейлері бойынша салыстыруы өте орынды.

Жалпы, дипломдық жұмыс «жақсы» (85%) деп бағаланды, ал студент Есенғарина Гауһар Нұрлыбекқызы 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТ және FT каф.

Қауымдастырылған профессоры,
экономика ғылымдарының кандидаты

 Куттыбаева А.Е.
(қолы)

«20» мамыр 2025 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Есенғарина Гауһар Нұрлыбекқызы

6B06201 – Телекоммуникациялар

Тақырыбына: «Қалааралық және халықаралық байланыс үшін оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 15 парақ;
б) түсініктеме 54 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында қалааралық және халықаралық байланыс үшін оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау жолдары ұсынылды. Жұмыста нақты техникалық параметрлерге сүйене отырып, практикалық есептеулер мен теориялық талдаулар жүргізілді.

Қалааралық және халықаралық байланыс жүйелерінде оптикалық талшықтық желілердің тиімділігі зерттеліп, олардың жұмысын оңтайландыру үшін ұсыныстар жасалған. Сонымен қатар, жұмыста оптикалық талшықтық желілердің қалааралық және халықаралық байланыс жүйелеріндегі рөлі мен болашағы талданды.

Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған. Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – қауіпсіздікті пайдаланудағы бағытқа жауап береді.

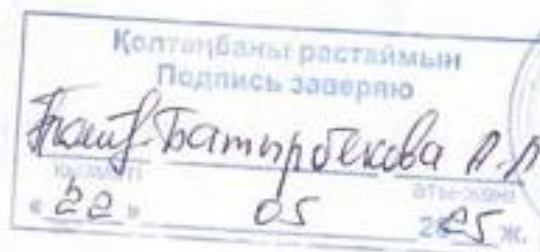
ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жұмыс «жақсы» (85%) деп бағаланды, ал студент Есенғарина Гауһар Нұрлыбекқызы 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензент:

Физ.-мат.гыл.канд., Ғ.Дәукеев ат.
АЭЖБУ профессор-оқытушысы
«20» 05 2025 ж.

М.А.Хизирова



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Есенғарина Гауһар Нұрлыбекқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Қалааралық және халықаралық байланыс үшін оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 3.7

Коэффициент Подобия 2: 2.5

Микропробелы: 40

Знаки из других алфавитов: 3

Интервалы: 0

Белые Знаки: 11

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:

2025-05-08

Дата



Сүңғат Марксұлы

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Есенғарина Гауһар Нұрлыбекқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Қалааралық және халықаралық байланыс үшін оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 3.7

Коэффициент Подобия 2: 2.5

Микропробелы: 40

Знаки из других алфавитов: 3

Интервалы: 0

Белые Знаки: 11

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:

2025-05-08

Дата



Заведующий кафедрой



**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: Есенғарина Гауһар Нұрлыбекқызы

Тақырыбы: Қалааралық және халықаралық байланыс үшін оптикалық талшықтық желілердің тиімділігін талдау

Жетекшісі: Айнура Куттыбаева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 3.7

2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.5

Дәйексөз (35): 0.5

Әріптерді ауыстыру: 3

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 40

Ақ белгілер: 11

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:

2025-05-08

Күні



Кафедра меңгерушісі