

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Сенбиева Диана Талғатқызы

«Астана қаласында кең жолақты оптикалық желіні салу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы



КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

Е.Таштай

«30» 05 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Астана қаласында кең жолақты оптикалық желіні салу»

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Орындаған:

Д.Т. Сенбиева

Пікір беруші

Ғ.Дәукеев атындағы АЭЖБУ,
т.ғ.к., Телекоммуникациялық
инженерия кафедрасының

доценті

Чезимбаева К.С.

«30» 05 2024 ж.

Ғылыми жетекші

ҚазҰТЗУ, PhD., Электроника,
телекоммуникация және ғарыштық
технологиялар кафедрасының
қауымдастырылған профессоры

Юсупова Г.М.

«28» 05 2024 ж.



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыш технологиялар кафедрасы

6B06201 – Телекоммуникация



**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Сенбиева Диана Талғатқызы

Тақырыбы: «Астана қаласының кең жолақты оптикалық желіні салу»

Университет ректорының «04»12.2023 ж. №548-П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: : 1) SNR LT-b-16 көп режимді оптикалық талшықтың параметрлерін есептеу; 2) GPON технологиясының ерекшелігі мен артықшылығы; 3) ТОК төсеу трассасының сұлбасы; 4) OLT Huawei ma5680t жабдығы.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Астана қаласындағы кең жолақты оптикалық желіні құру үшін жобалау жұмыстарының алғашқы кезеңін жүргізу.

б) Астана қаласындағы кең жолақты оптикалық желілерді құру.

в) Астана қаласындағы жобаға алынған желілік стандарттар

г) Астана қаласындағы оптикалық кабельдерді монтаждау

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):





Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1. A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash, “Internet of things: a survey on enabling technologies, protocols, and applications,” *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, no. 4, pp. 2347–2376, 2015.

2. J. M. Peha, “Sharing spectrum through spectrum policy reform and cognitive radio,” *Proceedings of the IEEE*, vol. 97, no. 4, pp. 708–719, 2009.




3. Y. Xu, H. Sun, and Y. Ye, "Distributed resource allocation for swipt-based cognitive ad-hoc networks," *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking*, vol. 7, no. 4, pp. 1320–1332, 2021.
4. A. Costanzo, D. Masotti, G. Paolini, and D. Schreurs, "Evolution of SWIPT for the iot world: near- and far-field solutions for simultaneous wireless information and power transfer," *IEEE Microwave Magazine*, vol. 22, no. 12, pp. 48–59, 2021.
5. H. Yang, Y. Ye, X. Chu, and S. Sun, "Energy efficiency maximization for UAV-enabled hybrid backscatter-harvest-then-transmit communications," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, p. 1, 2021, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9562293>.
6. Y. Ye, L. Shi, X. Chu, and G. Lu, "Throughput fairness guarantee in wireless powered backscatter communications with HTT," *IEEE Wireless Communications Letters*, vol. 10, no. 3, pp. 449–453, 2021.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерізімі	Ескерту
Кең жолақты оптикалық желіні құру үшін жобалау жұмыстарының алғышқы кезеңін жүргізу.	07.02.2024	
Кең жолақты оптикалық желіні құру кезінде қолданылатын жабдықтарға шолу жасау, жоба үшін қолайлы жабдықтар тізімін дайындау.	24.03.2024	
Кең жолақты оптикалық желіні құрудың желілік стандарттарына талдау жүргізу.	20.04.2024	
Магистральді және де тарату желісінің сызбасын сызбалық программада дайындау	26.04.2024	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған

Қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	PhD докторы ассоц.профессор Г.М.Юсупова	1.03.2024	
Теориялық ақпарат	PhD докторы ассоц.профессор Г.М.Юсупова	25.04.2024	
Норма бақылау	Досбаев Ж.М. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, Т.ғ.м.	28.05.2024	

Ғылыми жетекшісі PhD докторы  Г.М.Юсупова

(колы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Д.Т.Сенбиева

(колы)

Күні «01» желтоқсан 2023 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жобада Астана қаласында кең жолақты оптикалық желіні PON технологиясы арқылы салу дизайны көрсетілген.

Жұмыстың техникалық бөлімінде PON технологиясына жалпы түрде мәлімет беріледі. Желінің сәулеті, топологиясы, негізгі параметрлері қарастырылған. Жобаланып отырған оптикалық желінің өткізу қабілеттілігі, желінің қызметін атқара алатын абоненттер саны есептеледі. Таңдалып алынған аймақтағы желіні құру схемалары құрастырылады.

Экономикалық бөлігінде желі жобасы техника-экономикалық түрде түсіндіріледі. Жобаның орындалуына мерзімдер беріліп, сатып алу шығындары есептеледі.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте показана конструкция построения широкополосной оптической сети в городе Астана по технологии GPON.

В технической части работы дается общая информация о технологии PON. Рассмотрены архитектура, топология, основные параметры сети. Рассчитывается пропускная способность проектируемой оптической сети, количество абонентов, способных выполнять функции сети. Составляются схемы построения сети в выбранном регионе.

В экономической части проект сети трактуется технико-экономически. На выполнение проекта даются сроки и начисляются затраты на закупку.

ANNOTATION

This graduation project shows the construction of a broadband optical network in Astana using GPON technology.

The technical part of the work provides general information about the PON technology. The architecture, topology, and basic network parameters are considered. The bandwidth of the projected optical network is calculated, as well as the number of subscribers capable of performing network functions. Schemes for building a network in the selected region are being drawn up.

In the economic part, the network project is interpreted as technical and economic. Deadlines are given for the implementation of the project and purchase costs are accrued.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Дипломдық жоба тақырыбының бағытын таңдау	9
1.1 Пассивті желі стандарттарының түрлері	9
1.2 Ультра жоғары ажыратымдылықтағы теледидарды таратуға арналған пассивті оптикалық желінің дизайны	11
1.3 GPON технологиясының архитектурасы	13
1.4 Желі құру топологиясы	15
1.5 Жұмыстың мақсаты	17
2 GPON желісін жобалау және оптикалық компоненттерді таңдау	18
2.1 Аудан сипаттамасы	18
2.2 PON технологиясы бойынша үйлерді қамту коэффициентін есептеу	18
2.3 Магистральдық және тарату желісін жобалау	20
2.4 Магистральдық желі үшін кабельді таңдау	22
2.5 Үйдің тарату желісін жобалау	25
3 Оптикалық желінің негізгі параметрлерін есептеу	30
3.1 Желінің оптикалық бюджетін есептеу	30
3.2 GPON желісінің өткізу қабілеттілігін есептеу	32
3.3 SNR LT-b-16 көп режимді оптикалық талшықтың параметрлерін есептеу	35
3.4 GPON абоненттік учаскесінің жұмыс ұзындығын есептеу	39
3.5 Жобадағы қажетті жабдықты есептеу	41
3.6 OLT Huawei ma5680t жабдығының техникалық сипаттамасы	42
3.7 Жоба резюмесі	45
Қорытынды	51
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	52

КІРІСПЕ

Кең жолақты оптикалық желі – бүкіл әлемдік ғаламторды ешқандай шектеусіз қолдану. Қазіргі таңда қосылу жылдамдығы жоғары 1 Гбит/с құрайды. Тұрақты сигналды тәулік бойы таратады.

PON (Passive Optical Network) технологиясы кең жолақты (SPD) технологияларға жатады. PON талшықты-оптикалық желілер арқылы деректерді беру үшін қолданылады және кең жолақты сипаттама болып табылатын соңғы пайдаланушылар үшін жоғары деректер жылдамдығын қамтамасыз етеді. Бұл Интернетке, IPTV, VoIP және басқа байланыс қызметтеріне жоғары жылдамдықты қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Пассивті оптикалық желі (PON) технологиясының идеясы деректерді беру желісінде белсенді құрылғыларды (мысалы, күшейткіштер немесе қайталағыштар) қолданбай деректерді беру үшін талшықты-оптикалық желілерді пайдалану болып табылады. Оның орнына сигналдар орталық түйіннен әр түрлі соңғы нүктелерге (әдетте үйлерге немесе кеңселерге) тармақталған талшықты-оптикалық кабельдер арқылы беріледі.

Мұндай желілерді пайдалану үнемді, өйткені олар желінің әр учаскесінде тұрақты қуат пен белсенді құрылғыларға қызмет көрсетуді қажет етпейді. Сонымен қатар, PON қолданылатын талшықтың мөлшерін азайтуға мүмкіндік береді, өйткені тармақтар желінің әр бөлігінде емес, тек соңғы түйіндерде болады. Бұл оларды кең жолақты Интернетке және басқа да байланыс қызметтеріне тартымды таңдау жасайды.

Менің дипломдық жобамның мақсаты Астана қаласында кең жолақты оптикалық желіні ұйымдастыру. Бұл мақсатқа жету үшін оңтайлы деп саналынған PON технологиясын қолдандым.

Астана қаласы – жаңа, дамушы қала. Қала инфраструктурасы PON технологиясына қолайлы. Тұрғындар телекоммуникациялық желінің ең дамыған технологиясы арқылы жоғары жылдамдықтағы байланысқа қол жеткізе алады.

Менің жұмысымның негізгі міндеттері: Астана қаласының Нұра ауданында магистральді және де тарату желісінің жобасын жасау, жобаның ең ұтымды әдістермен орындалуы. Пассивті элементтерді, сплиттерлерді, шкафтарды, қораптарды, кабельдерді таңдау. Желінің жүктемесін және желінің бюджетін есептеу. Желінің экономикалық тиімділігі және оның қауіпсіздігі мәселелерін қарастыру.

1 Дипломдық жоба тақырыбының бағытын таңдау

1.1 Пассивті желі стандарттарының түрлері

PON (Passive optical network) стандарттары жылдар бойы дамыды және өзгерістерге енді. Технологияның негізгі мақсаты - OLT оптикалық желілік терминалы (OLT optical line terminal) мен ONT (optical network terminal) арасында толығымен пассивті оптикалық желіні құру. Әртүрлі қосылыс топологиялары (жұлдызша, ағаш, сақина, дөңгелек) арқылы және де «қуат» пен «техникалық қызмет көрсетуді» керек етпейтін пассивті компоненттер арқылы жобалауға болады. Яғни ол әртүрлі тапсырмалар үшін ыңғайлы масштабтағы шешімдерді құруға мүмкіндік береді. Желі элементтері арасындағы комбинация процесінде PON - APON (ATM Passive optical network), BPON (Broad Band PON), EPON (Ethernet Passive optical network), GEPON (Gigabit Ethernet Passive optical network) және қазіргі уақытта ең жетілдірілген GPON (Gigabit passive optical network) [1]. Жоғарыдағы технологияларға салыстырмалы талдау жасасақ.

APON (ATM Passive optical network) - PON G.983 алғашқы стандарты, ол соңғы абоненттер арасындағы QOS байланысының қызметін қайта беруге қабілетті ATM көлік протоколын қолданады. Стандарт Екі толқын ұзындығында жұмыс істейді, төмен ағын - 1550 н м, жылдамдық - 155 Мб ат/с, жоғары ағын - 1310 н м, жылдамдық - 155 Мбит / с. магистральдық интерфейстерді қолдайды: SDH (STM-1), ATM (STM-1/4), Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, бейне (SDI PAL), және абоненттік интерфейстер E1 (G. 703), Ethernet 10/100Base-TX, телефония (FXS).

BPON (broadband passivettical network) – APON стандартынан қарғанда дамыған стандарт түрі, G.983.3 ATM көлік протоколын қолданады. Төменгі ағын - 1550 н м, 622 Мбит / с, кейінгі нұсқаларында - 1490 нм (бейне үшін 1550 нм босатылған). APON-мен салыстырғанда, стандарт BPON төменгі ағынның және, жоғары ағынның дамушы жоғары деңгейіне ие болды және кейінгі танылған нұсқалардағы бейнелер үшін арнайы толқын ұзындығын қарастырды және бөлді. BPON стандартындағы технологиялар қазіргі таңға дейін өзекті.

GEPON немесе EPON (Gigabit Ethernet Passive optical network немесе Ethernet Passive optical network) – стандарт PON IEEE 802.3ah Ethernet транспорттық протоколымен жұмыс істейді. Корея, Жапония, Қытай және т. б. сияқты мемлекеттерде Азия елдері EPON стандартына белсенді қызығушылық танытты. Төмен ағын - 1490 н м, 1,244 Гб/с. Жоғары ағын - 1310 н м, 1,244 Гб/с. EPON технологиясының негізгі артықшылығы – BPON технологиясымен салыстырғанда төмен бағада болуы, яғни қолжетімді шешімдердің бірі. Қолданыстағы EPON технологиясының аппараттық құралдарының бірден-бір кемшілігі TDM трафигін, атап айтқанда ағын E1 берудегі ықтимал мәселелер болып табылады.

GPON (Gigabit passivettical network) – қазіргі заманғы PON стандарты ITU G. 984 протоколын қолданады. Үлкен мемлекеттерде мәселен АҚШ-та бұл GPON

жабдықтарына сұраныста қызығушылық мөлшері өте көп. GFP (generic framing protocol) тасымалдау протоколын қолданады төменгі ағын - 1490 нм, 2,4 Гбит / с немесе 1, 2 Гбит / с. жоғары ағын-1310 нм, 1,2 Гбит / с және 622 Мбит / с. 1.1-кестеде PON Стандарттарының негізгі сипаттамалары келтірілген [2].

Ақпарат ағынын OLT-ден ONT-ге бірден тікелей (төменге) беру үшін толқын ұзындығы 1490 және 1550 нм. бірдей емес әртүрлі абоненттік түйіндерден мәліметтер ағындарын сәйкесінше кері бағытта, яғни кері (жоғарғы) ағын пайда болатын орталық түйінге беру үшін толқын ұзындығы 1310 нм қолданылады. OLT және ONT терминалдарында кіріс және шығыс ағындарды бөлетін WDM мультиплексорлары (берілген толқын ұзындығы бойынша мультиплекстеу) орнатылған.

GPON және GEPON - оптикалық пассивті желілердің ең басты стандарттары, және де APON және BPON технологияларын зерттеу қажеттілік туғызбайды, себебі бұл технологиялар біздің дамушы заманға сай емес. 1.1-кестеде стандарттардың негізгі көрсеткіштері келтірілген.

Кесте 1.1 – Пассивті желі стандарттарының негізгі көрсеткіштері

Технология	APON	BPON	EPON GEPON	GPON
Протокол	G.983	ITU G.983	IEEE802.3ah	ITU G.984.6
Өткізу қабілеттілігі. Төмен ағынға арналған, Мбит/с	155	622	1,244 Гбит/с	2.488 Гбит/с
Өткізу қабілеттілігі. Жоғарғы ағынға арналған, Мбит/с	155	155	1,244 Гбит/с	1,244 Гбит/с
Сыйымдылығы, дана	-	32	32	64
Максималды беріліс ұзындығы, км.	-	20	20	60
Желінің әлсіреуі, дБ	-	-	26	22

GPON-ның GEPON-нан алдыңғы айырмашылығы: GPON 2,4 Гбит/с болса GEPON 1,2 Гбит/с.

Жоғарғы ағынның мәні үлкен диапазонда болуында. GPON технологиясы PON (BPON) технологиясының ізбасары болып табылады. GPON ATM.GEM.Ethernet протоколдарын қолданады. Жоғары жылдамдықты қамтамасыз етеді, сонымен қатар жоғарғы қауіпсіздік деңгейімен ерекшеленеді. GPON пакетерінде Ethernet PON жүйесі арқылы бастапқы форматта беріледі. GPON жүйесінде ақпараттарды жіберу үшін инкапсуляцияның екі деңгейі қажет. Біріншіден телефон желісінің және Ethernet-желісінің ақпараттық ағындары GEM (GTC Encapsulation Method) айнымалы жүктеме ұзындығы кірістірілген, бұл форматта GFP-секілді (Generic Framing Procedure, ITU-T G.7401) кадрларға біріктіріледі. Екіншіден ATM ұяшықтарымен GEM кадрлары GTC кадрларына біріктіріледі, және де бұл кадрлар PON желісі арқылы таратылады. GEM технологиясында кадрлар фрагментациясы жүзеге асады, бұл ерекшелік GPON технологиясында болмағандықтан оның жолақ өтімділігінің қабілетін төмендетеді. [5].

1.2 Ультра жоғары ажыратымдылықтағы теледидарды таратуға арналған пассивті оптикалық желінің дизайны

Қызмет провайдерлері мен байланыс операторлары жалпы кең жолақты пассивті оптикалық желінің (PON) бірыңғай инфрақұрылымы аясында үш есе ойнату (бейне, дауыстық және деректер) қызметтерін ұсынуға өте қызығушылық танытады. Қолданыстағы оптикалық қол жеткізу шығындарының моделі тек соңғы пайдаланушылар үшін кең жолақты қосылыстардың құнын көрсетеді, бірақ мұндай талшықты-оптикалық жүйені сымсыз қол жетімділік және HDTV сигналдары сияқты басқа қызметтерді тарату үшін пайдалану керек екені анық. Талшықты-оптикалық желілерді орнатудың жоғары құнын әртүрлі кіріс көздеріне бөлу өте маңызды. Сондықтан талшықты-оптикалық желіні орнатудың инженерлік және заңды міндеттемелері мүмкіндігінше көптеген қызметтермен қамтамасыз етілуі керек [2]. Интернет-теледидар (IPTV) көптеген IP провайдерлері үшін, әсіресе тікелей хабар тарату және сұраныс бойынша бейне (VOD) үшін кең таралған қызметке айналуда [3]. IPTV дәстүрлі теледидар сияқты телеарна бағдарламаларына қол жеткізуді қамтамасыз етіп қана қоймайды, сонымен қатар желімен интерактивтілікті қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, ол қызметтерді кешенді басқару мен қызмет көрсету сапасын ескермей, "барлық мүмкін" қағидаты бойынша жұмыс істейтін интернет-бейнемен салыстырғанда кешенді қызмет сапасын қамтамасыз етеді. Алайда, IPTV провайдерлері үшін келесі міндет-3D Vision форматындағы фильмдерде танымал болған стереоскопиялық бейне түрінде мазмұнды жіберу үшін арнаның өткізу қабілеттілігін арттыру [4]. Қазіргі уақытта IPTV қызметіне қатысты негізгі мәселе-тікелей эфирге арнаны таңдаудың кешігуі. Арнаны ауыстыруға жауап беру уақыты (CCRT) қашықтан басқару пультіндегі бірнеше түймелерді басу және таңдалған арнаны теледидар экранында көрсету арқылы көрерменнің арнаны ауыстыру туралы сұрауы арасындағы уақыт кідірісі

ретінде анықталады [5]. Ссrt-ге кіруді басқару, маршрутизаторларда мультикаст тарату және желілік элементтердегі бейнені өңдеу (декодтау және Буферлеу) сияқты желілік операциялар әсер етеді. Желілік кідіріс-бұл internet Group management protocol (IGMP) арқылы шығу/қосылу процесі аяқталғаннан кейін сұралған арнаның бірінші бейне кадры түскен уақыт аралығы [6, 7]. Осылайша, мультикастты пайдалану IPTV мазмұнын нақты уақытта жеткізудің кешігуіне әкеледі. Тағы бір маңызды кідіріс есептеу күрделілігінен және приставкадағы декодтау процесінің кванттау әсерінен туындайды. H. 264/MPEG-4 кодтау процесі теледидар арнасының көлемін кішірейту үшін қолданылады, сондықтан оны өткізу қабілеті төмен жүйелерге бейімдеуге болады. Әдетте, жоғары ажыратымдылықтағы теледидар қосымшасы деректерді 12 Мбит/с тұрақты беру жылдамдығымен қысады [8]. Приставка (STB) - теледидарға және сыртқы сигнал көзіне қосылатын, кодтауды/декодтауды орындайтын және теледидар экранында көрсетілетін мазмұнды қамтамасыз ететін құрылғы. Ол сондай-ақ шағын маршрутизатор ретінде жұмыс істейді және интерактивті функцияларды тікелей IP пакетін берудің интерактивті режимі (HTTP, RTSP, IGMP) арқылы орындайды.

Екінші жағынан, бір толқын ұзындығымен 10g-PON және 40G-PON бірге өмір сүру бұрын ұсынылмаған. Huawei жүйесіне негізделген TWDM PON желісінің прототипі қарқындылық модуляторымен және дербес өңдеумен ұсынылған [9], онда 10g және 40G PON жүйелерінің қатар өмір сүруі көрсетілген, бірақ бұл 40G-PON ұсынылған ng-PON2 стандарттауына сәйкес 10 g деректер жылдамдығымен төрт толқын ұзындығынан тұрады. Сонымен қатар, бұл жүйе тек XG-PON және XLG-PON сигналдарының аралас таралуы болып табылады, ал олардың генерациясы екі түрлі модульмен жүзеге асырылады. [10] кейбір XG-PON1 (10G-PON) және NG-PON2 (40G-PON) сипаттамаларын салыстырады, бірақ ng-PON2 енгізу немесе деректерді бірге өмір сүру режимінде құру және беру нұсқалары талқыланбады.

Спутниктік, аналогтық эфирлік немесе хабар таратушылардан тікелей эфир сияқты көздерден тікелей эфирлік мазмұн бас түйінде жинақталады. Аралық бағдарламалық қамтамасыз ету басқару функцияларын, арналарды көрсетуді, электрондық бағдарлама деректерін, сұраныс бойынша мазмұнды (музыка да, бейне де) (cod), онлайн ойындарды және интернет байланысын қамтамасыз етеді [11]. Содан кейін бұл мазмұн негізгі көлік желісі арқылы мегаполистерде/қалаларда орналасқан Орталық кеңселерге (Co) таратылады. АТС әрі қарай оптикалық желі терминалдарына (OLT) қалалық талшық арқылы қосылады. UHD-IPTV жеткізу үшін өте жоғары өткізу қабілеттілігіне қол жеткізу үшін 2-суретте XG-pon және xlg-pon бір тасымалдаушымен бірге өмір сүрудің схемалық архитектурасы көрсетілген. Бұл схемада оптикалық желі терминалы (OLT) 32 ONU мультимедиялық қызметтерін жеткізу үшін стандартты бір талшықты талшықтың 20 км қашықтағы Түйініне (RN) қосылған. OLT 1555 НМ толқын ұзындығындағы оптикалық екі екілік xlg-PON төмендеу таратқышынан, XG-pon төмендеу таратқышы ретінде 1577 нм толқын ұзындығындағы үлестірілген кері байланыс лазерінен (DFB) және XG-pon

көтерілу қабылдағышы ретінде көшкін фотодиодынан (APD) тұрады. Сондай-ақ, күшейткішті абонент жағына орнатпау үшін XG-PON жоғары сигналын күшейту үшін OLT-ге сорғы лазері қосылады. Сорғы лазері 1206 НМ толқын ұзындығында XG-PON (1260-1280 нм) сигналдарының жоғары диапазоны үшін таратылған комбинациялық күшейтуді қамтамасыз ету үшін фидер талшығына қосылған.

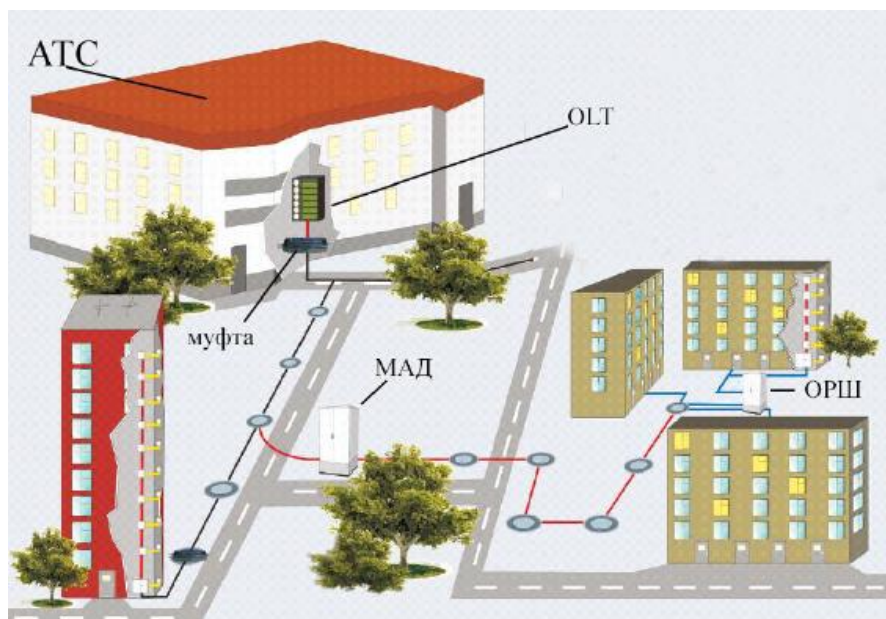
1.3 GPON технологиясының архитектурасы

GPON жүйесінің құрылымы оның жобаланып жатырған жеріне тікелей байланысты. Яғни әртүрлі топологиялардың таңдалуына қатысты. Соңғы абонентке оптикалық талшық арқылы қосылу процесі ортақ немесе жеке пайдалану орындарында оптикалық-талшықтық инфраструктура болуын қажет етеді. Тағыда айта кететін жай байланыс орнатылатын жерге байланысты оның топологиясымен, архитектурасы таңдалынылады.

Менің жағдайымда ірі қалаларда орналасқан көпэтажды ғимараттар арасындағы байланысты жобалау кезіндегі архитектура тура келеді.

Инфраструктурасы дамыған үлкен қалалардағы желі «бұтақ» топологиясы бойынша құрылады. Тереңірек ұғыну үшін біз желіні екіге бөліп қарастырайық: негізгі аймақ (магистральный) және тарату аймағы (распределительный).

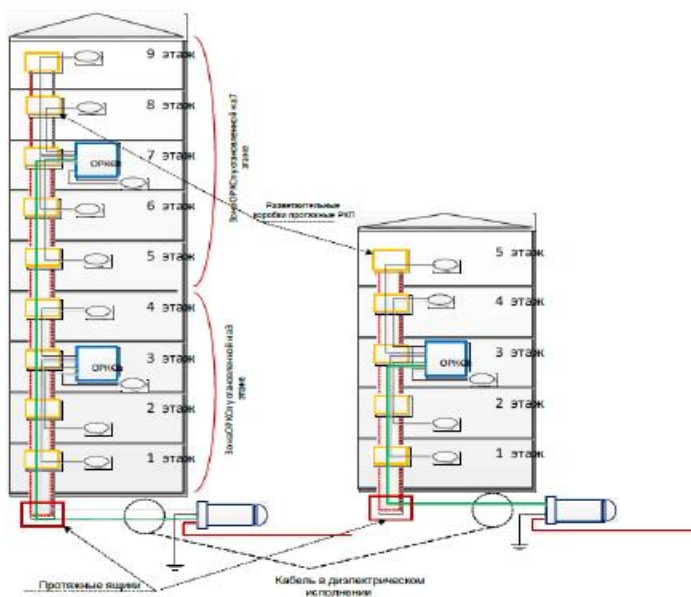
GPON негізгі аймағы пассивті желінің негізгі компоненті болып табылады. GPON желісінің қарауындағы кросс-коннекттен (ODF) оптикалық тарату шкафына (ODC) немесе осы түйіндік аймақтың қызмет көрсету аймағында орналасқан бөлгіштері бар муфтаға дейінгі бөлігінде немесе автоматты телефон станциясында оптикалық талшықты магистральдық таратылады. Қалалық жерлерде магистральдық оптикалық кабельдер телекоммуникациялық кәріздер арқылы төселінеді, ал кабельдің иілу немесе қиылу процесстерінен сақтауға бағыттаушы құрылғылармен орағыш роликтер көмектеседі, әрі үйкелу коэффициентін төмендетеді. Басты магистральдық кабель тұрақты токтың негізгі шинасына (ШМАД) тұйықталады, одан әрі төмен сыйымдықтағы магистральдық кабельдер белгілі бір аймаққа дейін жеткізіледі, төсемелеу қалалық кәріздерде жүргізіліп райондық тарату шкафтарында аяқталады.[\[12\]](#) Егерде жеткізілу аймағы сыйымдылық жағынан кіші болса шкафтардың орнына муфталар және де сплиттерлер пайдаланылады. 1.1 суретте GPON желісінің құрылу схемасы көрсетілген.



1.1 - сурет – GPON желісінің құрылу схемасы

Үлкен қалалық желінің тарату аймағы кабельді аудандық тарату шкафынан немесе сплиттері бар муфтадан қабатты тарату қорабына дейін таратуға қызмет етеді. Оптикалық ОРШ-дан кабельдер көпқабатты үйдің жертөле үй-жайына кіреді, пластик кабелегондар орнатылады, олар арқылы кабель кірме шахталарға дейін тартылады, содан кейін талшық сплиттері бар қабатты оптикалық тарату қорабына (ОРК) көтеріледі.

1.2 суретте тарату желісінің көпэтаждық үйлердегі таратылуы схемасы көрсетілген.



1.2 - сурет – Тарату желісінің көпэтаждық үйлердегі таратылуы схемасы

1.4 Желі құру топологиясы

GPON желісін жобалау кезінде магистральдық аймағында «жұлдыз» топологиясын қолданған жөн. OLT терминалын тірек торабына орнатылып ОТШ-қа талшықты-оптикалық кабельдің тікелей талшықтарына қосылады.

GPON желісі екікаскадтық технологиямен құрылады.

- Бірінші каскадта сплиттер оптикалық тарату шкафтарына (ОТШ) орнатылады. Бірінші каскадтағы сплиттерлер 1/16 немесе 1/8 бөліну коэффициенті болуға талап етеді.

- Екінші каскадтағы сплиттер оптикалық қосқыш қорапта (ОҚҚ) орнатылады. Екінші каскадтағы сплиттерлердің бөліну коэффициенті: 1/4 немесе 1/8.

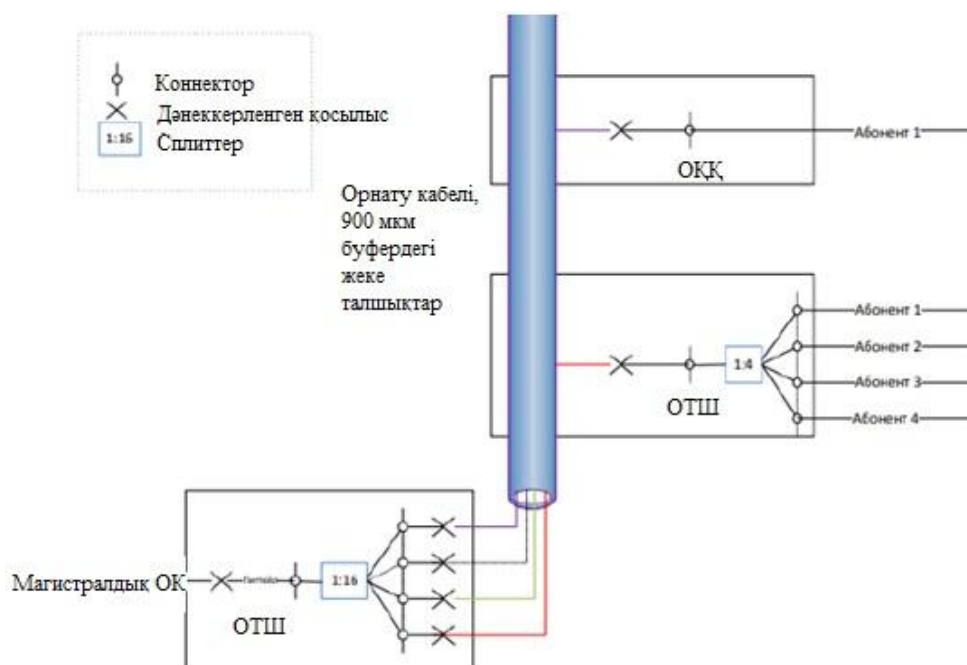
Егер бір қабаттағы пәтерлер саны 4 немесе одан аз болса, ОТШ-қа 1/16 сплиттерді орнатылуы, ал ОҚҚ-қа 1/4 сплиттер орнатылуы жобалануы қажет.

Ал егерде бір қабаттағы пәтерлер саны 4-тен көп болса, ОТШ-қа 1/8 сплиттерді орнатылуы, ал ОҚҚ-қа 1/8 сплиттер орнатылуы жобалануы қажет.

1.3 суретте екікаскадтық желінің құрылымы көрсетілген.

Әрбір тірек үйге бір ОТШ орнатылады. ОТШ монтаждау жұмыстары жертөледе немесе арнайы үй-жайларда орындалады.

Тірек үйлердің этаждарында, баспалдақ алаңдарында абоненттерге арналған ОҚҚ орнатылады. ОҚҚ қызмет көрсету аймағын өзгерту ерекше жағдайларда жүргізіледі және жеке негіздемені талап етеді. ОҚҚ орнату жоғарғы этаждардан басталады.



1.3 - сурет – Екі каскадтық желінің құрылымы

ОҚҚ 1-ші қабаттағы тұрғын үй-жайлары бар үйлердегі баспалдақ аралық алаңдарда орналастырылған жағдайда, 1 - ші және 2-ші қабат арасындағы баспалдақ аралық алаңдарда ОҚҚ орнатуды міндетті түрде жоспарлау қажет.

ОҚҚ 1-ші қабаттан төмен баспалдақ аралық алаңда орнатуға жол берілмейді.

Үйлердің көтерме тіректерінде этаж аралық кабельдер төселінеді. ОҚҚ орнатылған жерде этажалық кабельдерден бір модуль таңдалынып ОҚҚ-ға орнатылады. ОҚҚ-да этаж аралық кабель этаж санымен бірдей көлемде дәнекерленеді.

ОҚҚ тауашада орналасқан жағдайда, ОҚҚ тікелей этаж аралық кабельге орнатылады және бекітіледі. ОҚҚ-ны тауашада орналасқан арматураға қосымша бекітеді.

Қосымша көтергіштер төселген жағдайда, ОҚҚ қабырғаға бекітіледі.

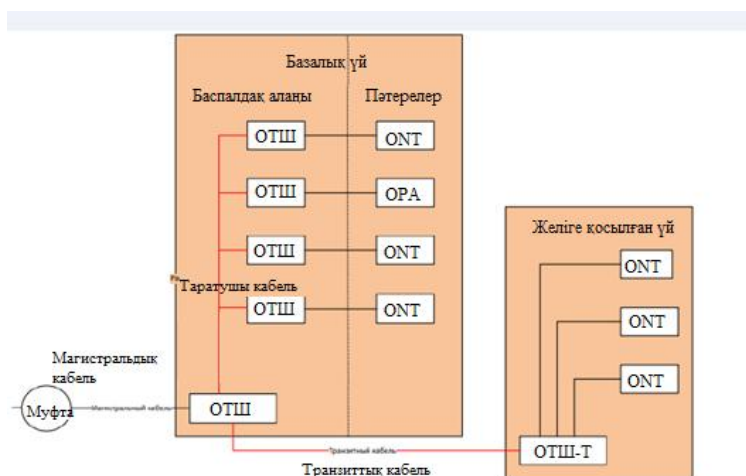
Бірінші абоненттің қосылуы сплиттерді қажет етпейді, яғни ОҚҚ қоректендіру қосқыштарды қосу арқылы жүзеге асырылады.

Екінші каскадтағы сплиттер ОҚҚ-ға орнатылады егерде екінші абонентті желімен қамтамасыз еткен жағдайда. Осы қосылысқа қалған абоненттерде қосыла алады. Яғни бір қабатқа сплиттер орнатылған ОҚҚ жеткілікті.

Порттар саны толған кезде ОҚҚ-ға келесі этажда қосымша ОҚҚ орната отырып, этаж аралық кабельдің қосымша талшығы тартылады, бұл ретте абоненттерді ауыстыру жүргізілмейді. Қосымша ОҚҚ қажеттілігіне қарай белгіленеді.

Желіге қосылған үйлерді қосу транзиттік оптикалық кабельмен үйлердің ОТС-да орналасқан 1-ші каскадтың оптикалық сплиттерлеріне жүргізіледі.

Қосылған үйлерде ОҚҚ-Т тарату қорабы орнатылады. Ол транзиттік кабельдің кірісінде орналасады. ОҚҚ-Т оптикалық талшықты кабельдің терминациясына жауап береді. 1.4 суретте тұрғын үйдің желіге қосылу схемасы көрсетілген.



1.4 - сурет – Тұрғын үйдің желіге қосылу схемасы

1.5 Жұмыстың мақсаты

Менің жұмысымның мақсаты Астана қаласы Нұра ауданында Мухамедханова көшесінде орналасқан «Мирадж» және «Комсомольский» тұрғын үй комплекстерінде PON технологиясы арқылы кең жолақты оптикалық желінің құрылу проектісін дайындау. Бұл технологияны таңдау себебім желіге үлкен инвестиция қажет емес, тез орнатылады және тұтынушыға барлық телекоммуникациялық қызметтерді ұсына алады. Жоғарыда келтірілген фактілермен түсініктемелерден, PON стандарты өзгелерге қарағанда танымал және тиімді технология екенін аңғаруға болады, және де өткізу қабілеті жоғарырақ 2,5 Гбит/с. Бұл жобаны іске асыру жаңа салынып жатқан тұрғын үй ауданында FTTx технологиясы арқылы телекоммуникация қызметтерін ұсынуға бағытталған. «Мирадж» 16 қабаттық комплекстен тұрады, 272 пәтер, «Комсомольский» 4 тұрғын үй әрқайсысы 13 этаждан жалпы пәтер саны 744. Бұл жобада мен 1016 FTTX портынан тұратын телекоммуникация желісін қамтуды жоспарладым. Оның 1016 -IP телефония (ID-phone), 245 – Internet(ID – net), 252-TV (ID-TV).

Жобаның міндеттері:

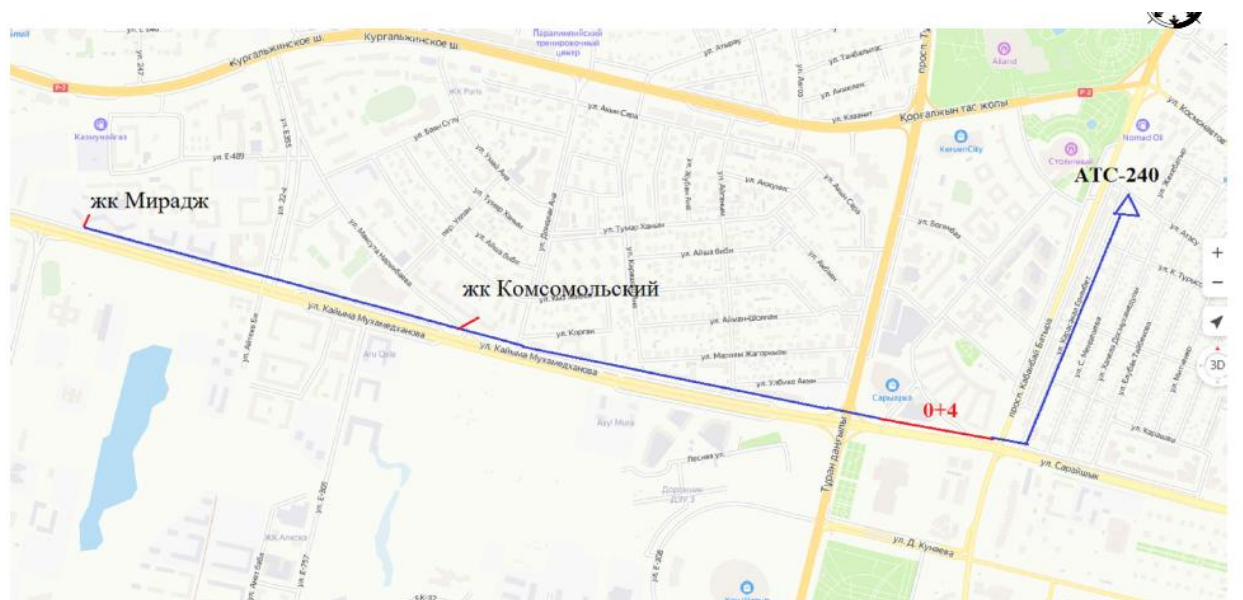
- абоненттерді жоғары жылдамдықты желімен қамтамасыз ету;
- телекоммуникациялық қызмет пакетін ұсыну;
- абоненттік базаны кеңейту мүмкіндігін қалдыру
- PON желісінің жобасын дайындау;
- жабдықты есептеу;
- жабдықтарды монтаждау есебін жүргізу
- желінің бюджетін есептеу
- байланысты құру схемасын жасау
- жобаның экономикалық тиімділігін есептеу.

2 GPON желісін жобалау және оптикалық компоненттерді таңдау

2.1 Аудан сипаттамасы

Мен таңдаған «Мирадж» және «Комсомольский» тұрғын үй комплексі қаланың сол жағалауында орналасқан, жаңадан салынып жатырған объект. Тұрғын үйлерден басқа оның қарамағында орналасқан объектерліде желіге бір түйін арқылы қосуға болады. Ары қарай жаңа клиенттер базасын артырып желі ауқымын кеңейтуге болады. Желіні тарту үшін аудан ыңғайлы орналасқан, яғни басты станцияларға жақын орналасқан. Бұл өнімнің экономиясына және монтаждауға ыңғайлы орта тудырады. Оптикалық желі бұл ауданда барлық АТС және АМТС өзара қосатын SDH станцияаралық желісі (SDH сақинасы) ғана. Сондықтан PON магистральдық және тарату желісін бөлек жобалау керек.

PON желісіне жобаланатын магистральдық және тарату желілері қолданыстағы кабельдік кәрізге, және де жобаланған кәрізге салынады. 2.1-суретте жобаланған жаңа кабельдік кәрізбен қолданыстағы кәріз көрсетілген.



- /— Қолданыстағы кабельдік кәріз
- /— Жобаланып отырған жаңа кабельдік кәріз

2.1 - сурет – Қолданыстағы және жаңа кабельдік кәрізбен жобаланған ауданның сызбасы

2.2 PON технологиясы бойынша үйлерді қамту коэффициентін есептеу

Желіні жобалау үшін, ең алдымен, PON желісіне қосылатын тұрғын үйлер мен басқа ғимараттардың тізімін таңдау керек.

Тұрғын үйлердегі PON технологиясымен пәтерлерді қамту пайызын есептейміз. PON технологиясы бойынша құрылыс кезінде үйдегі пәтерлерді қамту пайызы пәтерлердің жалпы санына сплиттерлік сыйымдылыққа қатысты анықталады.

Кесте 2.1 – Үйлердің тізімі

Тұрғын үй комплекс мекен жайы	Алдыңғы есіктер саны	Пәтер жалпы саны
Максут Нарикбаев, 8	3/20	186
Максут Нарикбаев, 6а	3/20	186
Максут Нарикбаев, 6	3/20	186
Максут Нарикбаев, 4	3/20	186
Кайым Мухамедханов, 31	4/30	272

$$D_{[\%]}[(N)_{spl} \frac{K_{1-k}}{M_{KB}} \cdot 100, \quad (2.1)$$

мұндағы N_{spl} -үйдегі соңғы сплиттердің жалпы саны;

$K_{(1:k)}$ - тармақталу коэффициенті;

M_{KB} -үйдегі пәтерлердің жалпы саны.

Сплиттерлерді белгілі бір шамада қолдану себебінен көптеген үйлер үшін нақты және бірдей қамту пайызына қол жеткізу мүмкін емес.

Сондықтан қамту пайызы орташа шаманы немесе диапазонды білдіреді. Қолданыстағы үйлер мен жаңа құрылыс үйлері үшін қамту пайызы әртүрлі болуы мүмкін. Әдетте жаңа үйлерде қамту пайызы 100 % құрайды. Осы сәтте егер пәтерлер саны бөлінген сыйымдылықтың шамасы болмаса, ұтымды тәсілді ұстану керек. Мысалы, егер үйде 100 пәтер болса 3 сплиттер 1:32 96 пәтерді қамтыса, онда төртінші сплиттерді тек 4 абонентке қосу қате. Әрбір соңғы сплиттер-бұл OLT белсенді аппараттық интерфейсінің жеке PON түрлендіруінің ең үлкен немесе тұтас бөлігі, ол жабдықтың құны мен оны пайдалану тиімділігіне байланысты.

Қосымша сплиттерді орнату қажет болған кезде жаңа үйлердегі сплиттер санының шегін есептеу шартын бастапқыда белгілеу ұсынылады. Мысалы, қосымша сплиттер орнатылады, егер сплиттердің жүктемесі оның сыйымдылығының жартысынан және одан көп болса (мен үшін 1: 32 - бұл 15 немесе одан да көп қосылыстар).

Есептеу кезінде пәтерлердің жалпы санына тұрғын үйлерде орналасуы мүмкін кеңселер мен ведомстволық кәсіпорындарды қосу қажеттілігі қарастырылады. 2.2-кестеде жобаланған қосылымдардың саны келтірілген.

Кесте 2.2 – Жобаланған байланыстар саны

Көше, үй	ONT саны	Сплиттер PLC 1/4	Сплиттер PLC 1/32	Қамту коэффициенті %
Максут Нарикбаев, 8	186	3	10	99%
Максут Нарикбаев, 6а	186	3	10	99%
Максут Нарикбаев, 6	186	3	10	99%
Максут Нарикбаев, 4	186	3	10	99%
Кайым Мухамедханов, 31	272	4	14	90%

Максут Нарикбаев 8, Максуд Нарикбаев 6а, Максуд Нарикбаев 6, Максуд Нарикбаев 4, Кайым Мухамедханов 31 үйлерінде абоненттерді PON желісінің қызметтерімен қамту коэффициенті 100% - ға тең емес, өйткені сыйымдылығы шамалы болатын 1x32 қосымша сплиттерді орнату тиімді емес.

Максут Нарикбаев 8, Максуд Нарикбаев 6а, Максуд Нарикбаев 6, Максуд Нарикбаев 4, Кайым Мухамедханов 31 мекенжайларындағы үйлерде 1x32 сплиттердің артық орнатылуы орын алады, бұл артық орындарды резерв ретінде пайдалануға болады.

2.3 Магистральдық және тарату желісін жобалау

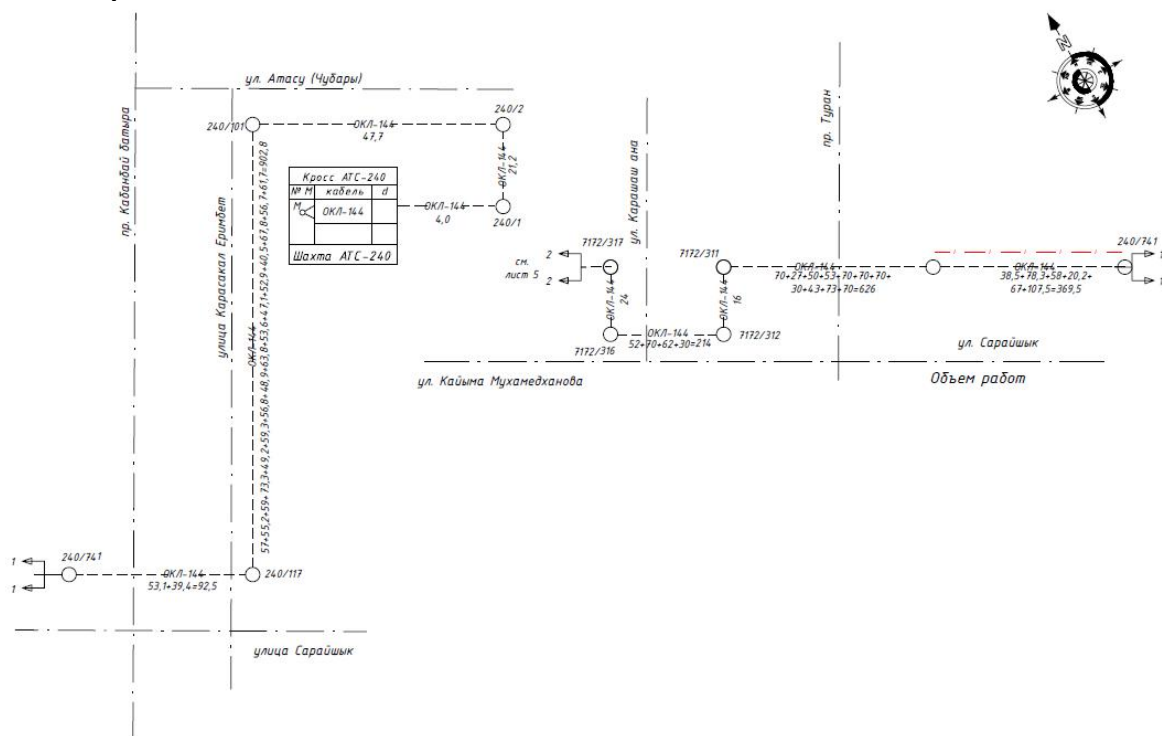
Абоненттік қол жетімділіктің магистральдық желісі бүкіл желінің негізгі элементі болып табылады. Желіні құру жүйесін, топологияны дұрыс таңдау, қол жетімділікті ұйымдастырудың шарттары мен ережелерін анықтау желіні одан әрі дамыту кезінде артық шығындарды болдырмайды.

PON магистральдық желісін жобалау мәселелері келесі ережелерге қатысты:

- магистральдық желіні құру топологиясы;
- магистральдық желіде резервтеу тәсілдері;
- магистральдық кабельдердің максималды сыйымдылығы, кабель түрі;
- оптикалық муфталарды таңдау және орнату;
- оптикалық кабельдің құрышын жерге қосу жүйесін ұйымдастыру.

Жобаланған ауданда жобаланған желі үшін PON желісінің көп деңгейлі (каскадты) схемасы сияқты топология таңдалды, каскадтар саны екіге тең

(сплиттер 1x2 және 1x32) әрбір қосылатын үйге дейін желіні құру схемасы 2.2.- суретте көрсетілген.



2.2 - сурет – PON желісін құру схемасы

Мұндай топологияны таңдау келесі себептерге байланысты:

- кабельдік кәріз әр үйге тармақтары бар бүкіл аудан бойынша орталықтан өтуі. Сонымен қатар, ОТШ-мен желіні құру қолайсыз болып көрінеді, өйткені тарату оптикалық кабельдің көп шығыны және кабельдік кәріз арналарының көп мөлшерін пайдаланылуы болады. Желі кабельдік муфталардың көмегімен магистральдық оптикалық кабель қосылатын үйлерге тарату кабель тармақтарымен салынатын болады;

- қосылатын үйлердің көпшәтерлігі және абоненттердің қызметпен қамту коэффициенті 100%-ға тең, басқа топологияларды (нүкте-нүкте (P2P) және "ағаш") қолдануға мүмкіндік бермейді, өйткені P2P топологиясы жағдайында магистральдық және тарату кабельдерінің сыйымдылығы өте үлкен болады, ал ағаш топологиясы жағдайда желі құрылымдары қазіргі уақытта бар оптикалық сплиттерлердің көмегімен оптикалық қуат балансын үйлестіруді қамтамасыз ету мүмкін емес.

Магистральдық желіде резервтеу үйлерде орналасқан әрбір сплиттерге екі оптикалық талшықты: бір жұмысшы және бір резервті жеткізу арқылы жүзеге асырылады.

Магистральдық оптикалық кабельдің ең жоғары сыйымдылығы әрбір үйге енгізілетін ОВ санын ескере отырып және резервті (бір сплиттерге бір резервтік ОВ) ескере отырып айқындалады. Әр үйге енгізілген ОВ саны 2.3-кестеде келтірілген.

Кесте 2.3 – Үйге енгізілетін ОВ саны

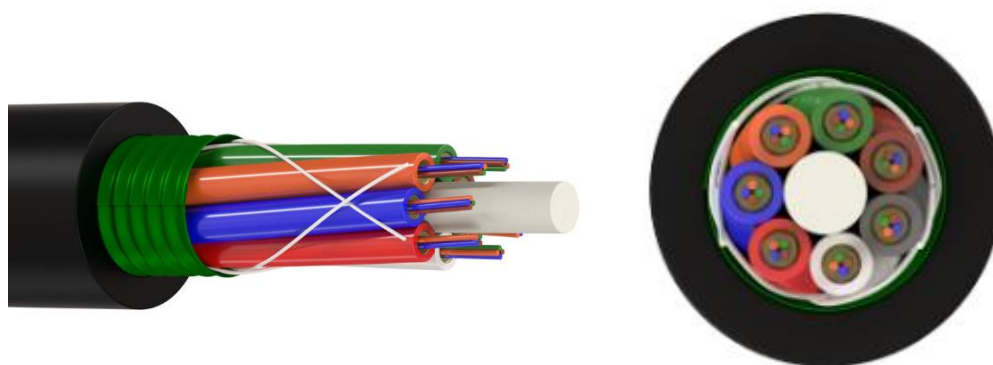
Көше, үй	Үйге енгізілген ОВ саны
Максут Нарикбаев, 8	8
Максут Нарикбаев, 6а	8
Максут Нарикбаев, 6	8
Максут Нарикбаев, 4	8
Кайым Мухамедханов, 31	15

Магистральдық ОК құрамында 14 ОВ-тан 9 модуль бар. Модульдің бұл сыйымдылығы магистральдық ОК-дан үйге тармақталған ОВ-ның максималды саны 14-ке тең екендігіне байланысты.

2.4 Магистральдық желі үшін кабельді таңдау

Магистральдық желі үшін қолданылатын кабельдердің сыйымдылығы үлкен мөлшерде болады ОК-КС-ОКЛ-П-144-G.652.D-2028 және ОКСЛНГ(А)-НФ-М9П-А144-2.7, ОК-КС-ОКЛ-П-96-G.652.D-2027 маркалы кабельдерді қолдану арқылы жүзеге асатын болады.

КС-ОКЛ маркалы кабелі кабельдік кәрізде, коллекторларда, құбырларда, блоктарда, көпірлер мен шахталарда, кеміргіштердің кабельді зақымдау қаупі кезінде, иілу жүктемелерінсіз, ұзақ мерзімге су басу мүмкіндігі бар жерлерде төсеуге арналған.



2.3 - сурет – ОК-КС-ОКЛ-П-144-G.652.D-2028 маркалы кабелі

ОК-КС-ОКЛ-П-144-G.652.D-2028 құрылысы

- Оптикалық талшық
- Гидрофобты гельмен толтырылған оптикалық модульдер
- Орталық қуат элементі-шыны талшықты штанга

- Модульаралық қосылыс
- Су блоктаушы элемент
- Гофрленген болат полимерлі таспа
- Сыртқы полиэтилен қабығы

Техникалық сипаттамалары

- Модульдегі талшықтардың саны-12 талшық
- Талшықтар саны-144
- Созылу күшінің есептік мәні, кемінде-2,1 (статика)/2,5 (динамика) кН
- Қысқа мерзімді ұсақтау күші - 0,4 кН/см
- Жұмыс температурасы-40-тан +60 °С-қа дейін
- Орнату температурасы -10-дан +50 °С-қа дейін
- Кабельдің орташа салмағы 1 км - 300,3 кг
- Максималды өлшемдері - 17 мм

Кәрізге төсеу үшін жанбайтын ОК-144 талшық 2,7 кН, ОКСЛНГ (А) - НФ-М9П-А144-2.7 стационарлы0 кабелінің сипаттамасы:

ОКСЛНГ(А)-НФ-М9П-А144-2.7 оптикалық кабелі 1-3 топ топырақтарында, оның ішінде кеміргіштермен ластанған топырақтарда туннельдерде, коллекторларда, ғимараттарда төсеу үшін Қазақстандағы бірыңғай электр байланыс желісінде қолдануға арналған.

Оптикалық модуль – еркін орналасқан талшықтары бар. Полимерлі материалдан жасалған түтік (әдетте полибутилентерефталат (ПБТ)). Талшықтар арасындағы бос орын гидрофобты қосылыспен толтырылған. Оптикалық ядро – орталық қуат элементінің (диэлектрлік немесе металл) айналасындағы оптикалық модульдерді бұру. Судың енуіне жол бермеу үшін модульдер арасындағы бос орын гидрофобты қосылыспен толтырылған (су блоктаушы элементтерді қолдануға болады). Болат гофрленген таспадан жасалған сауыты бар.

Кесте 2.4 – ОК пайдалану параметрлері

Оптикалық кабельдегі талшықтар саны	144-ке дейін
Кабельдің сыртқы диаметрі	7-20 мм
Кабельдің салмағы	70-140 кг/км
Рұқсат етілген кабельдің созылу жүктемесі	1-5 кН
Кабельдің басылуының жүктемесі	0,3-0,7 Кн/см
Минималды иілу	Кабельдің 20 диаметрі
Жұмыс істеу температурасы	-40°С...70°С
Монтаждау температурасы	-30°С...70°С

ОК-КС-ОКЛ-П-96-G.652.D-2027- техникалық сипаттамалары

Модульдегі талшықтардың саны-12 талшықтан

Талшықтар саны-96

Созылу күшінің есептік мәні, кем дегенде-2 (статика)/2,5 (динамика) кН

Қысқа мерзімді ұсақтау күші - 0,4 кН/см

Жұмыс температурасы--40-тан +60 °С-қа дейін

Орнату температурасы -10-дан +50 °С-қа дейін

Кабельдің орташа салмағы 1 км - 153 кг

Максималды өлшемдері - 13,5 мм

Кабельдің диаметрі 20,8 мм магистральдық ОК муфталарға одан әрі үйлерге таратылады. Жобаланған желіде муфталар ретінде "Альянс" компаниясы шығарған FOSC A-16 32/13-29/13-44 муфталары пайдаланылуы мүмкін.

FOSC A-16 32/13-29/13-44 муфтасы – өткізгіш типті оптикалық кабельге арналған муфта. Көшеде, үй-жайда және жер астында (кабельдік кәріз ұңғымалары) орнатылған кезде оптикалық кабельді қосуға және тармақтауға арналған.

Корпустың бір жағындағы ойықтар муфтаны жүк көтергіш кабельге ыңғайлы түрде іліп қоюға мүмкіндік береді. Муфта 4 кабельге дейін енгізуге болады. Муфта әрқайсысының номиналды сыйымдылығы 8 және максимум 16 дәнекерлеудің екі s108 кассетасымен жабдықталған, кірісті тығыздау резеңке тығыздағыштар мен тығыздағыш таспаның көмегімен жүзеге асырылады, сонымен қатар дәнекерленген қосылыстарды қорғауға арналған 32 гильза бар.

Жоғарғы қақпақ негізгі бөлікке арнайы кілтпен бұралған төрт бұранданың көмегімен бекітіледі. Кілт жинаққа кірмейді және бөлек сатып алынады.

Кесте 2.5 – FOSC A-16 32/13-29/13-44 сипаттамасы

Кабельді енгізу порттарының саны және оның максималды диаметрі, мм	4x6...18
Муфтадағы сплайс-кассеталардың максималды саны және кассета түрі	2XS108
Муфтадағы дәнекерленген қосылыстардың максималды саны	16/32(екі қабатты гильзалар)
Габариттік өлшемдері, мм	210x210x47
Салмағы, кг	0,8

FOSC муфтасының сыйымдылығын арттыру үшін КТ типті 8 кассетаға дейін орнатылатын кронштейн қолданылады. Бұл ретте муфтаның сыйымдылығы модульдер қорын қоспағанда 288 ОВ құрайды.

Қаптаманы бас тіреуішпен тығыздау "термоысыту" әдіспен жылуды төмендететін түтіктің көмегімен жүзеге асырылады. Қосымша қорғаныс үшін қорғаныс шойын және пластикалық муфталарды қолдануға болады.

Оптикалық кабельді жерге тұйықтау АТС ғимаратында шахтаның үй-жайында ББП жабдықтарына және үйлерде ЖББЖ жерге тұйықтау шинасына жүзеге асырылады.

Магистральдық ОК-дан үйлерге тармақталу үшін "Альянс"фирмасы өндірген 48,16, 12, 8, 6 және 4-ке тең гофрланған қорғанышы бар ОКЛ типті кабельдер қолданылады.

Кесте 2.6 – Гофрланған қорғанышы бар ОКЛ типті кабельдің сипаттамасы

Параметрлер	Мәндер
Жұмыс температурасы	-50°С...+50°С
Орнату температурасы	10°С...+50°С
Максималды иілу радиусы	Кабельдің диаметрі кемінде 20
Қызмет мерзімі	25 жыл
Минималды иілу радиусы	Кемінде 3 мм(10 минут ішінде)

Магистральдық желі схемасында 1x2 және 1x32 оптикалық сплиттерлердің қосылатын ғимараттары бойынша белгіленуі мен таралуы бар. Мысалы, С32 1-13/С2 1-6 белгісі мынаны білдіреді: үйде 1-13 реттік нөмірлері бар 1x32 сплиттері және 1-6 реттік нөмірлері бар 1x2 сплиттері орнатылған.

Желідегі 1x32 сплиттердің жалпы саны-215, сплиттерлердің саны – 1x2-85 (ғимараттарда 121 және оптикалық кросста АТС-та 4).

2.5 Үйдің тарату желісін жобалау

Кабельді тұрғын үйге енгізу үш жолмен ұйымдастырылуы мүмкін:

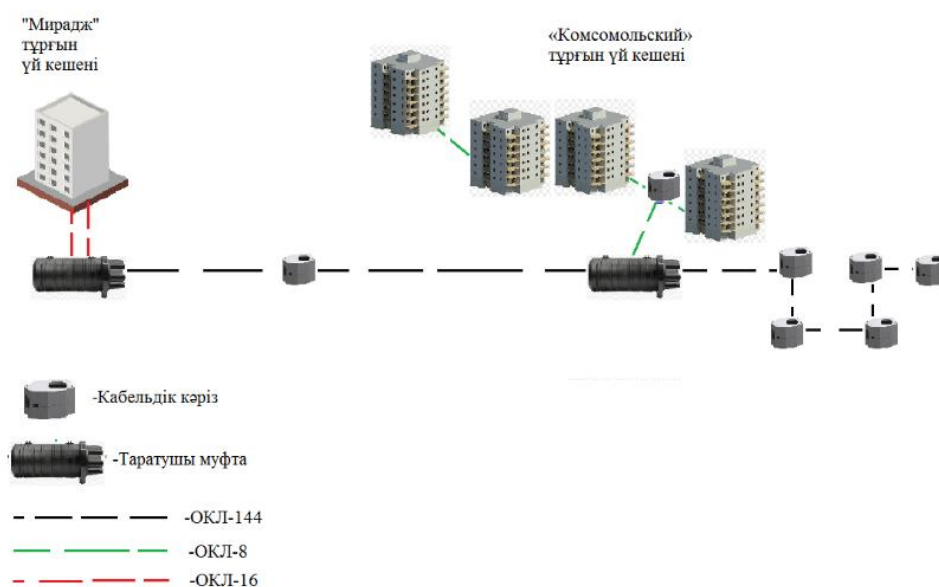
- жертөле арқылы жерасты кіреберісі;
- шатыр бөлмесі арқылы ауа кірісі;
- ғимараттың сыртқы қабырғасына жерасты (әуе) кіреберісі.

Жобада жертөледегі үйге ОК енгізу қолданылады. Мұндай кірістердің типтік нұсқалары 2.4-суретте көрсетілген.

Жобада жертөлеге енгізілген кабель вандалға қарсы шкафта іске қосылады, онда 1x4 сплиттер орналасқан.

Үйдің тарату схемасында келесі элементтер бар:

- 1x4 сплиттер;
- 1x32 сплиттері;
- қабатты оптикалық қосқыш қораптар;
- тарату оптикалық кабельдері;



2.4 - сурет – ОК үйлерге таратылуы

1x4 сплиттері ретінде "Альянс" компаниясы шығарған PO-1x4-P LC-SM/0,9-1 м-SC/APC сплиттері қолданылады (Sc типті оптикалық қосқыштары бар ұзындығы 1м пигтейльдермен жабдықталған сплиттер).

1x32 сплиттері ретінде ШКОН- ПР-32-SC~34- SC/SM~34-SC/UPC шкафтары қолданылады. Сплиттер 34 SC/SM портымен (2 резервтік X) жабдықталған. Сплиттер SC/UPC пигтейльдері бар патч-кордтармен қамтылған. 1x32 сплиттері кез-келген ыңғайлы қабаттағы кіреберістерге орнатылады. Әр 1x32 сплиттердің белгілі бір үйдегі орны үйдің еден кіреберістерінің санына байланысты.

1x4 сплиттерден 1x32 сплиттерге дейін салынатын ОК ретінде "Альянс" фирмасы шығарған ОК InLAN ВО БР-В нГ(A)HF 2G.657A1 кабелі қолданылады. Әрбір кабельде 2 ОТ, соның есебінен әрбір 1x32 сплиттерге жеткізілетін ОТ резервтеледі.

1 x32 сплиттерінен қабатты оптикалық тарату қораптарына дейін ОКЛ-48 оптикалық кабелімен жүзеге асырылады. Бұл ұзындығы 10 м-ге дейінгі кез келген модульді ОК-дан еркін алуға мүмкіндік беретін 48 ОВ икемді модульдік дизайн кабелі. Ол көп қабатты ғимараттарда тарату желісін төсеу үшін ыңғайлы. Он үш қабатты үйлерде осындай сыйымдылықтағы тарату кабелінің көмегімен ОҚҚ-ға көптеген талшықтарды резервтеуге болады.

ОҚҚ ретінде ШКОН-N-8-SC~8-SC/SM~8-SC/UPC қолданылады. Бұл 8 SC/SM оптикалық порттары бар қабатты оптикалық кросс және UPC Sc типті оптикалық қосқыштары бар сегіз пигтейльмен жабдықталған.

Абоненттік аймақ үшін КС-ОКЛО-8-G.652.D-2205 кабелі қолданылады. Бұл кабель ОҚҚ мен абонент ортасында орнатылатын болады. Бұл кабельді траншеяларда, ғимараттарда қолдануға болады. Ауылдық жерлерде көбіне осы

кабельдерді магистральдық ОК ретінде қоладанады. Кабельді трубаларда да ешқандай қорғаныш қабатынсызда орнатуға болады.



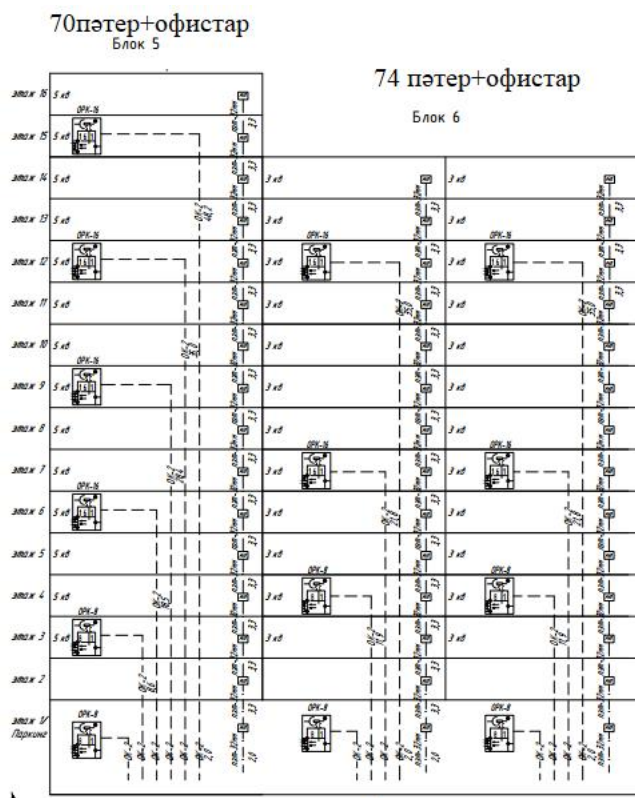
2.5 - сурет – КС-ОКЛО-8-G.652.D-2205 кабелі

Кабельдің физикалық-механикалық және пайдалану сипаттамалары

- Қиманың максималды габариттік өлшемдері, мм - 6, 9x10, 1
- Кабельдің орташа салмағы, кг / км-90-нан
- Статикалық созылу жүктемесі, кН-2,0 бастап
- Динамикалық созылу жүктемесі, кН-3,0 бастап
- Қысқа мерзімді ұсақтау жүктемесі, кН / см-0,5
- Минималды иілу радиусы, мм-200
- Пайдалану температурасы, °С--40 - тан +60-қа дейін
- Сақтау және тасымалдау температурасы, °С--50-ден +60-қа дейін
- Орнату температурасы, °С - -10-дан +50-ге дейін

Оптикалық сипаттамалары

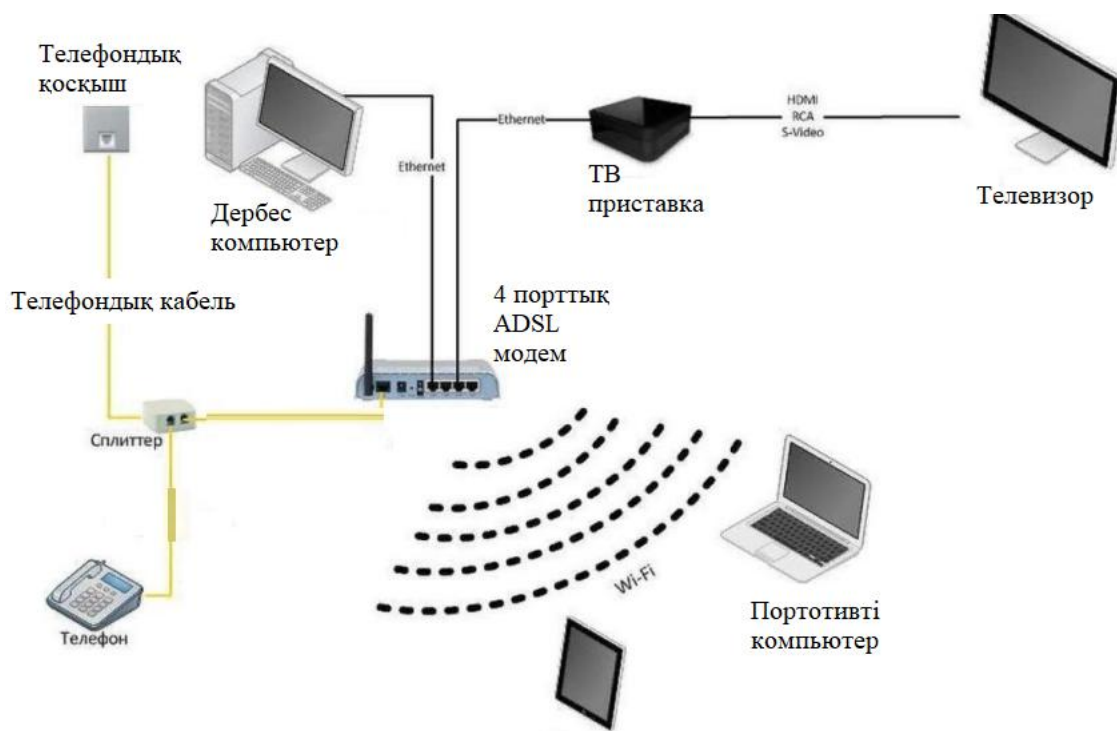
- Талшықты өндіруші және бренд - Corning® SMF-28E + ® LL, Corning® SMF-28 ® Ultra
- Талшық түрі және стандартқа сәйкестігі-бір режимді (SM), G. 652D, G. 657.A1
- Толқын ұзындығындағы сөну коэффициенті 1310 нм, ДБ / км (артық емес) - 0,32
- Толқын ұзындығындағы сөну коэффициенті 1550 нм, ДБ / км (артық емес) - 0,18-0,18



2.6 - сурет – Тарату желісінің схемасы(Мирадж тұрғын үй комплексінің 5,6 блоктары диэлектрлік ОК-2 мен таратылған желі)

ОҚҚ-тан абонентке дейінгі кабельді төсеу кезінде пайдаланушының үй-жайында ультра икемді, бір талшықты drop-кабель пайдаланылады. Бір ОҚҚ 16-ға дейін drop кабельдеріне жауап беруге мүмкіндік береді, олардың әрқайсысы баспалдақ алаңында пластикалық кабельгонмен қорғалуы керек.

AP - дан ONT-ге дейінгі патчкордтың ұзындығы екі метрді құрайды, ал rj-45 коннекторлары бар Utp Cat.5 патчкордының ұзындығы бес метр. ONT құрамында PON кіріс интерфейсі және әртүрлі қоспасы, BRI, RF, Wi-Fi, FXS, FXO, 10/100/1000Base-T сияқты терминалдарға қосылатын шығыс интерфейстерінің саны бар. 2.7- суретте абоненттік аймақта сымсыз арна үшін кабельдің таратылуы көрсетілген.



2.7 - сурет – Абоненттік учаскедегі кабельді тарату схемасы

Қорытынды: Бұл бөлімде мен магистральді және тарату желісінің құрылу схемаларын қарастырдым. АТС-тен үйлерге дейінгі ара қашықтықтарда қолданылатын кабель түрлерін қарастырдым.

3 Оптикалық желінің негізгі параметрлерін есептеу

PON оптикалық сызықтық трактінің әрбір компоненті жоғары сапалы жұмыс пен сигнал беруі керек. Ол үшін желі параметрлеріне қойылатын барлық қажетті талаптар сақталуы керек.

Жобаланған байланыс желісінің дұрыс жұмыс істеуі және жалпы қабылданған өлшеу әдістерін қолдана отырып, одан әрі мониторинг жүргізу үшін ОК сапасын тексеру керек.

Есептеу үшін барлық қажетті параметрлер кабельдің техникалық сипаттамаларында келтірілген.

Магистральдық, тарату және абоненттік учаскелерден тұратын желінің сызықтық бөлігін жобалау кезінде осы учаскелердің әрқайсысы үшін кабельдің өзіндік түрі қолданылады.

Әрі қарай, жоғарыда аталған үш учаскеде қолданылатын кабельдердің барлық түрлері үшін есептеулер жүргіземіз.

3.1 Желінің оптикалық бюджетін есептеу

Әлсіреу есептеулері талшықты белсенді жабдыққа (таратқышта) қосудан бастап ең алыс абонентке (қабылдағышта) дейінгі оптикалық желі үшін орындалады.

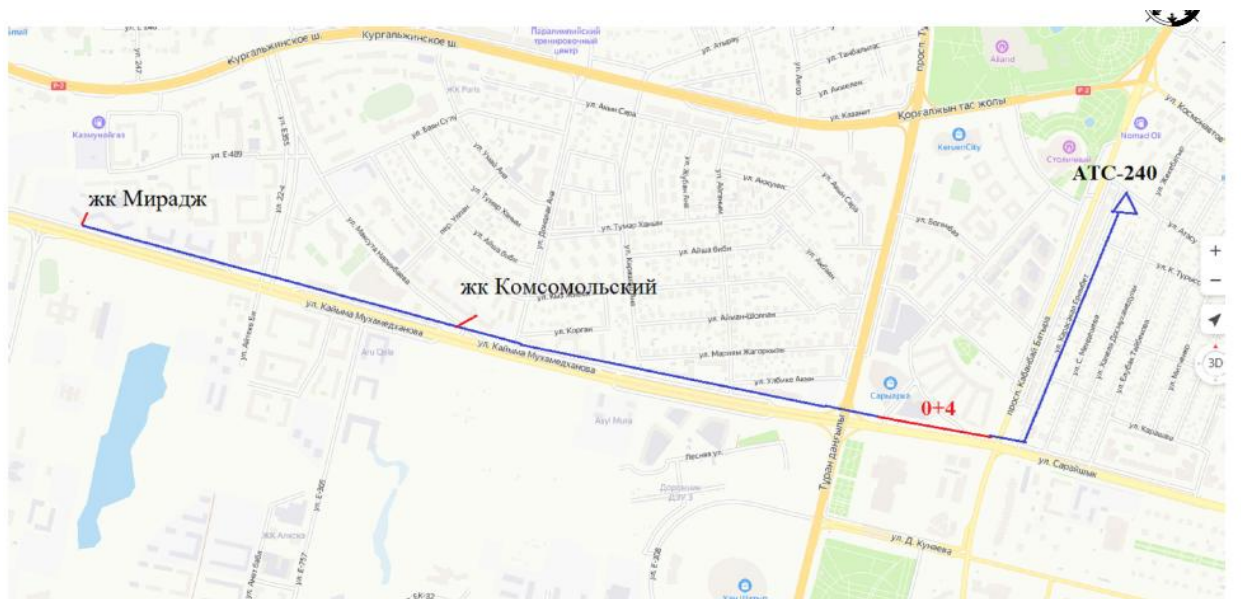
Пассивті GPON желісінде шығын көздері:

- оптикалық талшықтағы толық ыдырау белгілі бір толқын ұзындығындағы талшықтың ыдырау коэффициентіне және оның ұзындығына байланысты;

- қосқыштардағы жалпы шығындар (ажыратылатын қосылыстар) әр қосқыштағы шығындарға және олардың жалпы санына байланысты;

- сплиттердегі шығындар тармақталу коэффициентіне байланысты;

- пайдалану шығындары: жөндеу жұмыстарын жүргізу кезінде қосымша суспензиялар мен кабельдік кірістірулердегі шығындар.



- %— Қолданыстағы кабельдік кәріз
- /— Жобаланып отырған жаңа кабельдік кәріз

3.1 - сурет – Қолданыстағы және жаңа кабельдік кәрізбен жобаланған ауданның сызбасы

Есептеулер желінің магистральдық, тарату учаскелерін, абоненттік сымдарды және қосылу тізбегіндегі барлық пассивті құрылғылармен станция ішіндегі қосылыстарды ескере отырып, ең алыс оптикалық желі бойынша әрбір АТС үшін жүргізіледі.

Жобада қолданылатын желі топологиясын ескере отырып, оптикалық сплиттерлердегі қуат бөлу пайызын есептеудің қажеті жоқ, желі

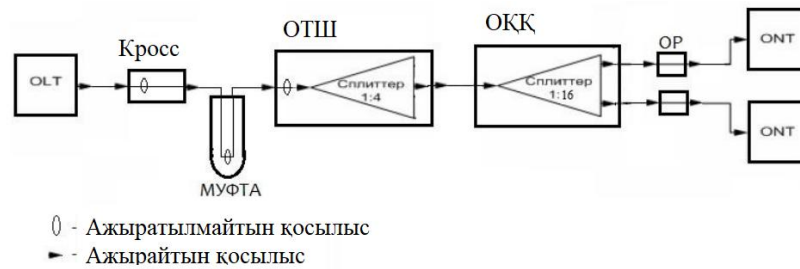
OLT жабдығының оптикалық қабылдағышымен деректер ағындарын қатесіз қабылдауды қамтамасыз ететін теңдестірілген болады.

Есептеу кезінде сызыққа енгізілетін шығындардың мынадай параметрлері ескеріледі:

- талшықтың ыдырау коэффициенті (PEK.G. 652d) толқын ұзындығында
- 1310 нм - 0,34 ДБ/км;
- ажырамас қосылыстар (дәнекерленген) - 0,05 ДБ;
- ажыратылатын қосылыстар (қосқыштар) - 0,3 ДБ;
- сплиттер: 1x2-3,5 ДБ, 1x32-17,5 ДБ;
- пайдалану қоры-3 ДБ.

Huawei MA5680T жабдықтары үшін бір-біріне сәйкес келетін әлсіреу диапазоны 29 ДБ құрайды.

3.2-суретте әлсіреуді енгізетін желі элементтерінің схемасы көрсетілген.



3.2 - сурет – Әлсіреуді енгізетін желі элементтерінің схемасы

Жобаланған желідегі ең шалғай абонент Мирадж тұрғын үй комплексінде орналасқан. Бұл учаскеде 6 ажыратылатын қосылыс, 11 дәнекерленген қосылыс, OLT жабдығынан үйге (пәтерге дейін) дейінгі ұзындығы 234 м құрайды.

Әр түрлі факторлармен енгізілген желінің осы бөлігіндегі әлсіреулер 3.1-кестеде келтірілген.

Кесте 3.1 – Желінің ең ұзын бөлігінің әлсіреуі

Параметр	P_{OV}	$P_{ажыратылатын}$	$P_{дәнекер}$	$P_{1:N}$	Экспл.Резерв, дБ
Мәні	0,27	2,7	0,4	21	3

Кестедегі белгіленулер:

- P_{OV} -оптикалық талшықтағы шығындар;
- $P_{ажыратылатын}$ -ажыратылатын қосылыстардағы шығындар;
- $P_{дәнекер}$ -дәнекерленген қосылыстардағы шығындар;
- $P_{1:N}$ -сплиттердегі шығындар.

Осылайша, берілген аймақтағы әлсіреу:

$$P = P_{OV} + P_{ажыратылатын} + P_{дәнекер} + P_{1:N} + \text{экспл. резерв} = 27,37 \text{ (дБ)} \quad (3.1)$$

Егер алынған мәнді жабдықтың нәтижесімен салыстыратын болсақ, онда біз келесі деректерді аламыз: 29 ДБ > 27.37 дБ

Осылайша, жобаланған желі OLT белсенді жабдығының оптикалық бюджет талаптарын қанағаттандырады.

3.2 GPON желісінің өткізу қабілеттілігін есептеу

Барлық пайдаланушылар жасаған жүктеме өрнектен анықталады:

$$B_0 = (B_{пд} \cdot k_{пд} \cdot B_{voip} k_{voip} \cdot B_{VoD} \cdot k_{VoD}) \cdot N_{AB} \quad (3.2)$$

мұндағы $V_{пд}$ - деректерді беру жылдамдығы, Мбит / с;

V_{voip} - IP телефониясындағы трафик жылдамдығы, Кбит / с;

V_{VoD} - "сұраныс бойынша бейне" желілеріндегі ағын жылдамдығы, Мбит / с;

$N_{аб}$ - тұрғындар саны

к-абоненттердің жалпы санынан нақты Қызметті пайдаланатын абоненттердің санын анықтайтын коэффициент. VoIP қызметі үшін пайдаланушылар саны абоненттердің жалпы санынан 15%, ПД үшін – 70%, VoD үшін – 10% құрайды.

2.9-суретте желінің жүктеме диаграммасы көрсетілген.

Жүктемені есептеу.

Сандық теледидарды беру

$$V_{пд} = N_{аб} \cdot 0,8 \cdot 10 \cdot 10^6 \quad (3.3)$$

$$V_{пд} = 8128 \text{ (Мбит/с)}.$$

Дауыстың берілуі

$$V_{VoIP} = N_{аб} \cdot 0,16 \cdot 128 \frac{\text{кбит}}{\text{с}} \quad (3.4)$$

$$V_{VoIP} = 1016 \cdot 0,16 \cdot 128 \text{ кбит/с} = 20 \text{ (Мбит/с)}.$$

Сұратулар бойынша бейненің таралуы

$$V_{VoD} = N_{аб} \cdot 0,11 \cdot 2106, \quad (3.5)$$

$$V_{VoD} = 1016 \cdot 0,11 \cdot 2106 = 235 \text{ (Мбит/с)}.$$

Жалпы жүктеме

$$V_{\Sigma} = V_{пд} + V_{VoIP} + V_{VoD} \quad (3.6)$$

$$V_{\Sigma} = 8128 + 20 + 235 = 8238 \text{ (Мбит/с)}.$$

Жүктемені бөлу диаграммасы 3.3-сурет түрінде ұсынылған.



Сурет 3.3-Желі жүктемесінің диаграммасы

- 1) сандық теледидарды беру
- 2) дауысты беру
- 3) сұраныс бойынша бейнені беру
- 4) жиынтық жүктеме

Көлденең қиманың максималды қатуы коэффициенттен анықталады

$$a = a \cdot 1 + a_c \cdot N_c \quad (3.7)$$

$$a = 0.25 \cdot 176 + 0.04 \cdot 44,37 = 57,89 \text{ (dB)},$$

$$N_c = \frac{185}{4} - 1 = 46,32, \quad (3.8)$$

мұндағы a -талшықты-оптикалық кабель ғимараттарының ұзындығының түйіскен жеріндегі оптикалық сигнал қуатының жоғалуы

a_c – оптикалық кабель

N_c -буындардың саны, анықталады

$$L_c = L_c - \frac{1}{lc}; \quad (3.9)$$

мұндағы $L_c = 4$ км (барлық нұсқалар үшін) кабельдің ұзындығы.

Алынған көлденең қиманың жиынтық дисперсиясы қатынастан анықталады

$$\sigma_p = DL \cdot \frac{\lambda 0,5}{2}$$

$$\sigma_p = 3 \cdot 3.1 \frac{0.04 \cdot 10^{-6}}{2} \cdot 10^{-12} \cdot 79 = 13.31 \cdot 10^{-18} \text{ (пс)} \quad (3.10)$$

Оптикалық желінің өткізу қабілеттілігі анықталады

$$F = \frac{0.187}{\sigma p} \quad (3.11)$$

$$F = \frac{0.187}{13.31} \cdot 10^{-18} = 14.04 \cdot 10^{18} (\Gamma\Gamma\text{ц})$$

Екілік оптикалық импульстардың максималды берілу жылдамдығы оның F формасына байланысты. Гаусс импульсінің пішінін қарастырудың барлық нұсқалары үшін [\[13\]](#)

$$B_g = 1.34 \cdot F_{OB} = 1.34 \cdot 14.04 \cdot 10^{18} = 18.81 \cdot 10^{18} \left(\frac{\text{Мбит}}{с} \right) \quad (3.12)$$

Оптикалық порттардың саны есептеледі

$$N_n = \frac{N_{AB}}{m} \quad (3.13)$$

$$N_{AB} = N_{ABKB2} + N_{ABKB4} + N_{ABKB5} + N_{ABKB7} = 1682 \quad (3.14)$$

$$N_n = \frac{N_{AB}}{m} = \frac{1682}{12} = 105.125 = 106 (\text{дн})$$

Формула бойынша біз порттарды аламыз, бірақ біздің жабдық 8 портқа есептелгендіктен және олардың әрқайсысы 32 абонентті қолдай алады, сондықтан резервтерді ескеру маңызды. Бұл жағдайда біз келесі формуланы қолданамыз (порттар OLT санына байланысты)

$$N_n = N_{OLT} + N_{порт} = 15 \cdot 8 = 120 \quad (3.15)$$

OLT-ден тартылған оптикалық кабельдегі оптикалық талшықтардың саны Ғимаратты абоненттермен жабдықтау OLT жабдықтарындағы оптикалық порттардың санына тең. Сондықтан агенттер саны 48 құрайды.

Жүктеме мен таңдалған кабельге негізделген желіні құру схемасы 3.10-суретте көрсетілген.

3.3 SNR LT-b-16 көп режимді оптикалық талшықтың параметрлерін есептеу

Мен жақын орналасқан тұрғын үй космпекстерінің тұрғындары қажеттіліктерін қанағаттандыратын желі жобасын ұсынамын. Ұсынылатын

қызметтердің кең ауқымымен жақсы байланыс тұрғындарға жайлылық пен ыңғайлылық алуға мүмкіндік береді.

Кабельді төсемелес бұрын оның параметрлерін есептеу қажет.

Оптикалық талшықтың параметрін есептейтін боламыз;

Бастапқы деректер:

Оптикалық өзектің диаметрі: $d = 2A = 9$ (мкм);

Оптикалық қабықтың диаметрі: $D = 2b = 125$ (мкм);

Сыну көрсеткіштері:

- оптикалық өзек: $n_1 = 1,537$;

- оптикалық қабық: $n_2 = 1,530$.

Оптикалық тасымалдаушының толқын ұзындығы: $\lambda = 1,31$ (мкм) және лазерлік диодтың спектрлік сәулелену сызығының ені: $\Delta\lambda = 0,07$ (нм);

Меншікті дисперсиялар:

- материалдық: $M(\lambda) = 5(PS/(км*нм))$;

- толқын суы: $B(\lambda) = 8(PS/(км*нм))$.

Есептеу келесі алгоритмге сәйкес жүзеге асырылады:

Сыну көрсеткішінің салыстырмалы мәні:

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad (3.15)$$

$$\Delta = \frac{1.537 - 1.530}{1.537} = \frac{0.007}{1.537} = 0.004$$

Сандық апертура және апертура бұрышы:

$$NA = \sin \theta a = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (3.16)$$

$$NA = \sqrt{1.537^2 - 1.530^2} = \sqrt{0.021469} = 0.147$$

$$\theta a = \arcsin(NA) = 8.4$$

Сандық апертура мен апертура бұрышы туралы алынған мәліметтерден берілген талшық бір режимде болады және оның апература бұрышы талшыққа сәуле енгізу талаптарына сәйкес келеді.

1 нормаланған жиілік:

$$V = \frac{2\pi \cdot NA \cdot a}{\lambda} \quad (3.17)$$

$$V = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 0.147 \cdot 4.5 \cdot 10^{-6}}{1.31 \cdot 10^{-6}} = 3.2$$

$$f_{KP} = \frac{P_{mn} \cdot c}{\pi \cdot d \cdot NA} \quad (3.18)$$

$$f_{KP} = \frac{2.405 \cdot 3 \cdot 10^8}{3.14 \cdot 0.147 \cdot 9 \cdot 10^{-6}} = 174 \cdot 10^{12}$$

мұндағы $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – жарық жылдамдығы;

$P_{mn} = 2,405$ – бір режим үшін толқын түрін сипаттайтын параметр.

Критикалық жиілікті есептеу берілген талшыққа сигналдың таралу ортасы ретінде оптикалық талшықтың жоғары беріліс өнімділігін бағалауға мүмкіндік береді. [14]

3. Сыни толқын ұзындығы:

$$\lambda_{KP} = \frac{\pi \cdot d \cdot NA}{P_{mn} \cdot n_1} \quad (3.19)$$

$$\lambda_{KP} = \frac{3.14 \cdot 9 \cdot 10^{-16} \cdot 0.147}{2.405 \cdot 1.537} = 1.12 \cdot 10^{-6} (\text{м})$$

Оптикалық өзектегі материалдардың поляризациясы, өтпелі металл иондарының болуы және ОН гидроксил тобының иондарының сіңуі сияқты әртүрлі факторлардан туындауы мүмкін әлсіреу сигналының жоғалуын зерттеу қызықты болды.

4. Материалдардың поляризациясына байланысты әлсіреу коэффициенті:

$$\alpha_{II} = 2,55 \cdot 10^{-3} \cdot \exp \frac{4,63}{\lambda} \quad (3.20)$$

$$\alpha_{II} = 2,55 \cdot 10^{-3} \cdot 2,72^{\frac{4,63}{1,3}} \approx 2,55 \cdot 10^{-3} \cdot 2,72^{3,56} \approx 89,86 \cdot 10^{-3} (\text{дБ/км})$$

5. Өтпелі металл иондарының сіңуіне байланысты ыдырау коэффициенті:

$$\alpha_n = 7.81 \cdot 10^{11} \cdot \exp \frac{48.5}{\lambda} \quad (3.21)$$

$$\alpha_n = 7.81 \cdot 2.27^{-37.3} \cdot 10^{11} = 0.48 \cdot 10^{-4} (\text{дБ} \setminus \text{км})$$

6. Гидроксил тобының иондарының сіңірілуіне байланысты әлсіреу коэффициенті:

$$\alpha_{OH} = \begin{cases} \frac{0.1dBm}{km}, \lambda = 0.85\mu m \\ \frac{0.5dBm}{km}, \lambda = 1.31\mu m; \rightarrow \alpha_{OH} = 0.05 \\ \frac{0.03dBm}{km}, \lambda = 1.55\mu m \end{cases} \quad (3.22)$$

Әлсіреуге байланысты сигналдың қосымша нашарлауы дисперсияға байланысты. Дисперсия импульстің талшық арқылы таралуы кезінде уақыт бойынша бұлыңғырлығын білдіреді. Бұл әсер құрамдас материалдардың гетерогенділігіне, талшықтың поляризациялық сипаттамаларына және олардың сәулелену спектрінің еніне тәуелділігіне байланысты.

7. Сигналдың дисперсиясына байланысты әлсіреу коэффициенті:

$$\alpha_D = \frac{K_D}{\lambda^4} \quad (3.23)$$

$$\alpha_D = \frac{0,7}{1,3^4} = 0,245 \text{ (ДБ \setminus км)}$$

мұндағы: $K_D = 0,63...0,8$ (мкм⁴· ДБ)/км-кварц үшін меншікті дисперсия коэффициенті (SiO₂)

8. Толқындық геометриялық дисперсия:

$$\tau_B = \Delta\lambda \cdot V(\lambda) \quad (3.25)$$

$$\tau_B = 0.07 \cdot 8 \cdot 10^{-12} = 0.56 \cdot 10^{-12} \text{ (с \setminus км)}$$

9. Өткізу қабілетілігі:

$$\Delta F_1 = B_1 = \frac{1}{|\tau|} \quad (3.28)$$

$$\Delta F_1 = B_1 = \frac{1}{|\tau|} = \frac{1}{0.21 \cdot 10^{-12}} \approx 4.76 \cdot 10^{12} \text{ (Гц/км)}$$

Берілген талшықтың өткізу қабілеттілігін есептеу негізінде ақпаратты беру жылдамдығының маңызды теориялық перспективалары туралы қорытынды жасауға болады.

10. L ұзындықтағы жолға арналған өткізу қабілеттілігі:

$$\Delta F = \frac{\Delta F_1}{L} \quad (3.29)$$

$$\Delta F = \frac{\Delta F_1}{L} = \frac{4.76 \cdot 10^{12}}{20} \approx 238 \cdot 10^9 (\text{Гц})$$

GPON стандартының теориялық талаптарына сүйене отырып, тракт ретінде максималды қашықтық 20 км алынды.

3.4 GPON абоненттік учаскесінің жұмыс ұзындығын есептеу

Бастапқы деректер:

- ТОБЖ ұзындығы: $L_D = 1 \text{ км}$;
- оптикалық талшықтағы ыдырау: $\alpha = 0,385 \text{ ДБ / км}$;
- оптикалық сплиттер саны: $ns_{1/4} = 8$;
- оптикалық сплиттердегі ыдырау: $As_{1/8} = 14,3 \text{ дБм}$;
- ажыратылатын қосылыстар саны: $n_{pc} = 4$;
- ажырамас қосылыстардағы шығындар: $A_{nc} = 0,03 \text{ дБм}$;
- ажыратылатын қосылыстардағы шығындар: $A_{pc} = 0,4 \text{ дБм}$;
- аппаратура үшін пайдалану қоры: $A_{эза} = 3 \text{ дБм}$;
- кабель үшін пайдалану қоры: $A_{эзк} = 3 \text{ дБм}$;
- GPON үшін энергетикалық әлеует ұсыныстарға негізделген.

IEEE 802.3 ah және 26 ДБМ-ге тең:

- а) таратқыштың қуаты: $P_{шығыс} = + 2 \text{ дБм}$;
- б) қабылдағыштың сезімталдығы: $P_{фпр} = - 24 \text{ дБм}$;
- в) жұмыс толқын ұзындығы: $\lambda = 1310 \text{ нм}$.

Оптикалық сигнал талшық арқылы таралған сайын оның әлсіреуі пайда болады, бұл берілу ауқымын шектейтін себептердің бірі. GPON жүйесіндегі негізгі параметр-бұл берілген беру сапасы қамтамасыз етілетін қабылдау және тарату жабдықтары арасындағы максималды қашықтық ретінде анықталған жұмыс орнының ұзындығы (қателік коэффициенті, сигнал/шу қатынасы). Бұл параметрлердің мәні аппаратураның сипаттамаларына (энергетикалық потенциал) және оптикалық кабельдің параметрлеріне (сөну коэффициенті) байланысты. [15]

Талшықты-оптикалық байланыс желісі (ТОБЖ) аппаратурасының энергетикалық әлеуеті ақпаратты берудің берілген сапасы қамтамасыз етілетін берудегі (ЖЖЖ, дБм) және қабылдаудағы ($P_{фпр}$, дБм) оптикалық сигнал қуаты деңгейлерінің айырмасы ретінде айқындалады.

$$Q = P_{вых} - P_{фпр} = 2 - (-24) = 26 \text{ (дБм)} \quad (3.30)$$

$$L_p \begin{cases} \frac{Q - \alpha_3 - W}{\alpha} - \text{максималды} \\ (Q - A - \alpha_3 - W) - \text{минималды} \end{cases}$$

мұндағы Q-аппаратураның энергетикалық әлеуеті (бюджеті), Дбм;

$\alpha_3 = A_{ЭК} + A_{ЭЗ} = 3 + 3 = 6$ (дБм)-кабель мен аппаратураның пайдалану қоры;

$$W_3 = A_{HC} \cdot n_{HC} + A_{PC} \cdot n_{PC} + A_{S1/S} \cdot n_{S1/S} \quad (3.31)$$

$$W_3 = 0.03 \cdot 9 + 0.4 \cdot 4 + 14.3 \cdot 1 = 16.17(\text{дБ})$$

W-бұл қосқыштардағы (ажыратылмайтын және ажыратылатын) және пассивті 1:4 сплиттерлердегі шығындарды қоса алғанда, желідегі сигналдың жалпы әлсіреуі.

α -оптикалық кабельдің толқын ұзындығындағы сөну коэффициенті $\lambda=1310$ нм, километрге децибелмен көрсетілген.

$A = 3\text{dbm}$ -бұл қабылдау жабдықтарының автоматты күшейту реттеу диапазоны (арг).

LP жұмыс аймағының ұзындығын ұлғайту екі жолмен жүзеге асырылуы мүмкін. Біріншіден, өнімділігі жоғары талшықты-оптикалық байланыс желісінің тарату және қабылдау жабдықтарын қолдана отырып, жоғары энергетикалық потенциалды жабдықты таңдауға болады. Екіншіден, бір режимді талшықтар сияқты әлсіреу коэффициенті төмен және дисперсиясы аз оптикалық кабельдерді қолдануға болады. [16]

Таңдалған желінің есептік энергетикалық қоры 1 километр қашықтықта 3.32 формуласына сәйкес орындалады.

$$W = Q - W_3 = 26 - 16.7 = 9.83(\text{дБм}) \quad (3.32)$$

ТОБЖ жабдықтары мен кабельдің нақты комбинациясы үшін осы байланыс арнасында жіберудің рұқсат етілген максималды жылдамдығын есептеу. Сызықтағы таңбалармен көрсетілген бұл критикалық беру жылдамдығы анықталады:

$$B_{KP} = \frac{\alpha}{4\tau W} \left(\frac{\text{бит}}{с} \right) \quad (3.33)$$

мұндағы $\alpha = 0,385$ (ДБМ / км) - сөну коэффициенті ОВ, дБм / км;

$\tau = 0,21 \cdot 10^{-12}$ (С / км) - О - дағы сигналдардың жалпы километриялық дисперсиясы;

ТОБЖ үшін жұмыс учаскесінің ұзындығын анықтау келесі алгоритмге сәйкес орындалады:

а) (3.34) формуласы бойынша берудің рұқсат етілген ең жоғары жылдамдығы анықталады:

$$B_{KP} = \frac{0,385}{4 \cdot 0,21 \cdot 10^{-12} \cdot 9,83} = 46,6 \cdot 10^9 \left(\frac{\text{бит}}{с} \right)$$

б) GPON жұмыс учаскесінің максималды және минималды ұзындығын анықтау: $V_{кр} > V$;

$$L_{P_{max}} = \frac{Q - \alpha_3 - W_3}{\alpha} = \frac{26 - 6 - 16.17}{0.385} = 9.94(\text{км}) \quad (3.35)$$

$$L_{P_{min}} = \frac{Q - A - \alpha_3 - W_3}{\alpha} = \frac{26 - 6 - 3 - 16.17}{0.385} = 2.15(\text{км}) \quad (3.36)$$

есептеуге сәйкес алынған мәліметтер жобаның берілген мәндеріне сәйкес келеді. Біздің жобада абоненттік терминалға дейінгі ең аз қашықтық - 1.5 км, ал ONT практикалық орналастыруға дейінгі ең үлкен қашықтық-2.13 км.

3.5 Жобадағы қажетті жабдықты есептеу

Осы дипломдық жоба аясында оны жүзеге асыру үшін қажетті жабдықтың көлемін бағалау әдісі қолданылады. PON желісін ұйымдастыруға қажетті пассивті жабдық, белсенді OLT жабдығы және талшықты-оптикалық кабель қарастырылады. Алайда, соңғы пайдаланушылардың пәтерлерінде орнатылған белсенді абоненттік терминалдар есепке алынбайды, өйткені белгілі бір құрылғыны таңдау нақты қызметтер жиынтығына байланысты және абонентке толығымен ұсынылады.

2.11-кестеде жүргізілген есептеулерге сәйкес жабдықтың атаулары мен санының тізбесі қамтылған.

Кесте 3.2 – Қолданылатын жабдықтың жиынтық кестесі

Атауы	Саны	Өлшем бірлігі
Оптикалық тарату қорабы 16 порттық	86	Дана
Оптикалық тарату қорабы 8 порттық	24	Дана
Сплиттер 1x8 (ОТШ)	24	Дана
Сплиттер 1x16 (ОТШ)	86	Дана
Сплиттер 1x2 (Муфта)	44	Дана
Сплиттер 1x4 (Муфта)	10	Дана
Оптикалық кабель ОКЛ-16 г.б	0,492	Км
Оптикалық кабель ОКЛ-48 г.б	0,125	Км
Оптикалық кабель ОК-2	0,308	Км
Оптикалық кабель ОКЛ-96 г.б	1,239	Км
Оптикалық кабель ОК-12	0,117	Км
Оптикалық кабель күймейтін ОК-144 станционарлық	0,168	Км
Оптикалық кабель ОКЛ-144 г.б	3,143	Км

Сплиттерлық муфта ОКЛ-16 арналған	2	Дана
Сплиттерлық муфта ОКЛ-8 арналған	2	Дана
Сплиттерлық муфта ОКЛ-12 арналған	1	Дана
Сплиттерлық муфта ОКЛ-48 арналған	1	Дана
Оптикалық муфта 96 порттық 8 кірістік	1	Дана
Оптикалық муфта 576 талшықтық	1	Дана
Оптикалық муфта 144 талшықтық	1	Дана
Оптикалық муфта 144 талшықтық	1	Дана
OLT Huawei ma5680t	1	Дана
Труба 32 мм	1329	М
Труба 50 мм	1200	М

3.6 OLT Huawei ma5680t жабдығының техникалық сипаттамасы

3.4-суретте көрсетілген MA5680T жабдығы заманауи талаптарды ескере отырып жасалған және IP кіру желілерінің функционалдығын толық қолдайды. Оның коммутациялық сыйымдылығы 400G дейін, ал құлыпталмайтын коммутация терабиттік сыйымдылық болып табылады. Әрбір ұяшықтың өткізу қабілеттілігі 10 Гбит/с құрайды, бұл өткізу қабілеттілігінің тапшылығын шешуге мүмкіндік береді.

Ma5680t жабдығында 16 қызмет ұясы бар. Бір PON қызмет тақтасында 4 PON порты бар, әр порт 1:64 бөлуді қолдайды. Осылайша, MA5680T жабдықтарының бір сәресі 4096 абонентке дейін қызмет ете алады.

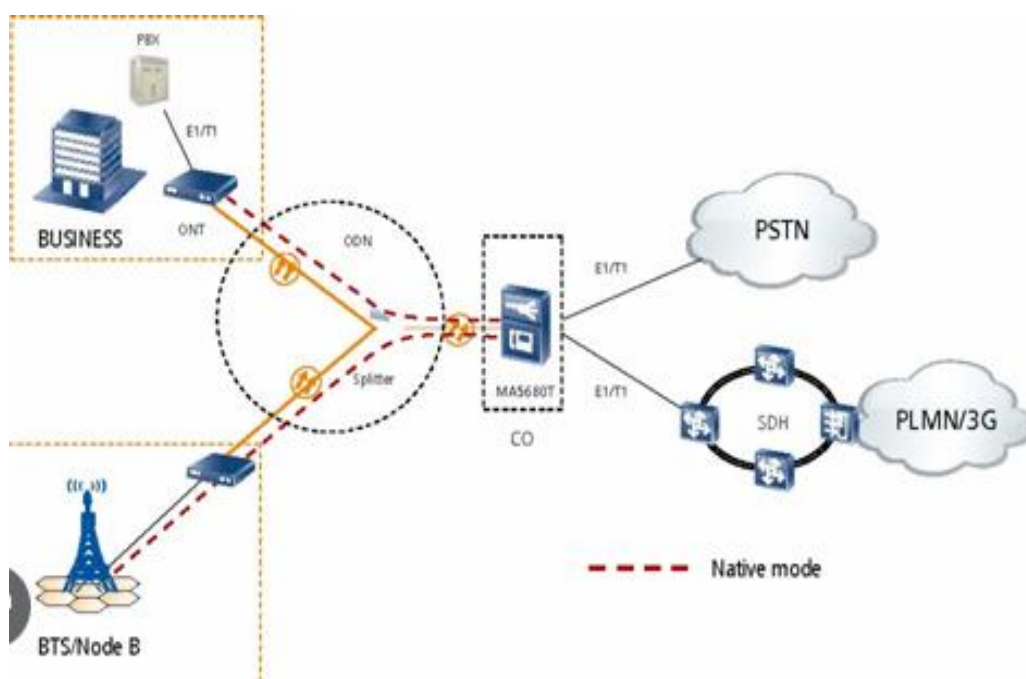


3.4 - сурет – Huawei ma5680t жабдығы

GPON интерфейсіне қол жеткізу үшін MA5680T өткізу қабілеттілігі төмен бағытта 2,5 Гбит/с және жоғары бағытта 1,25 Гбит/с құрайды. GEM инкапсуляция протоколы NRZ кодтау алгоритмімен бірге 125 мкс бекітілген кадр ұзындығы үшін пайдаланылады, бұл пайдалы жүктеме үшін көбірек орын қалдырып, кадрдағы қызметтік ақпаратты 93% - ға дейін азайтуға мүмкіндік береді.

MA5680T бір уақытта Fe/GE / GPON оптикалық интерфейстеріне қол жеткізе алады. Ол P2P және M2M үшін бірыңғай платформа болып табылады және ыңғайлы желілік көші-қонды қамтамасыз ететін қол жеткізу желісін құрудың әртүрлі нұсқаларында қолданыла алады. P2P режиміндегі оптикалық қол жетімділік арнайы өткізу қабілеттілігін қажет ететін ұйымдардың талаптарын қанағаттандыра алады.

Ma5680t жабдығы әртүрлі қызмет түрлерін ұсынуға арналған шешімдер болып табылатын бірқатар мүмкіндіктерге ие. 3.5-суретте MA5680T пайдаланатын желінің мысалы көрсетілген. басқарылатын multicast оператор класындағы жабдыққа тән мультикастты басқару функциясына ие. Бұл мүмкіндік операторларға алдын ала кіру және топтан жылдам шығу мүмкіндіктері, әртүрлі мультикаст операторлары үшін әртүрлі аутентификация режимдері, арналарды алдын ала қарау және шолу статистикасын жинау және қол жеткізуді басқару үшін басқарылатын мультикаст сияқты қосымша кең жолақты мультикаст қызметтерін ұсынуға және басқаруға мүмкіндік береді.



3.5 - сурет – MA5680T пайдаланатын желінің мысалы

Бейне қызметтерін тасымалдау үшін ma5680t жабдығы екі әдісті қолдайды: IPTV және кабельдік теледидар. IPTV көмегімен оператор 1000-ға дейін бейне арналарды басқара алады, ал кабельдік Теледидарды пайдалану

кезінде жабдық кабель арқылы аналогтық және цифрлық хабар таратуды қамтамасыз етеді. Пайдаланушылар бейнені, деректерді және сөйлеуді талшықты-оптикалық кабель арқылы жіберуге қол жеткізе алады.

Дауыстық қызметтер үшін VoIP технологиясы қолданылады. Терминалдар VoIP-ті жүзеге асырудың екі әдісін ұсынады: ендірілген медиа шлюз арқылы ONT немесе сыртқы медиа шлюз арқылы.

MA5680T аппараттық құралының қуатты QoS механизмі GPON арқылы жоғары сапалы E1 ағындарын тасымалдауды қамтамасыз етеді. GEM жақтауы сапалы E1 берілісін қамтамасыз етеді және IP арқылы E1 синхрондау мәселесін шешеді. Бұл механизм qos-тың үлкен мүмкіндіктеріне ие, соның ішінде бүкіл желі үшін кешенді шешім, OLT және out деңгейінде кезектерді ұйымдастыру, трафик ережелеріне негізделген QoS қамтамасыз ету механизмдері, VoIP трафиінің жіктелуі және өткізу қабілеттілігінің динамикалық таралуы.

MA5680T жабдығының негізгі сипаттамалары 3.3 кестеде келтірілген.

Кесте 3.3 – ma5680t аппараттық сипаттамалары

Сипаттамасы	Өлшем бірлігі	Мәні
Жұмыс кернеуі (тұрақты) кернеу диапазоны	В	48/60 $38,4 \leq U \leq 72$
Толық жүктеме кезіндегі қуат тұтылуы	Вт	1500 артық емес
1 тақтаға арналған GPON порттары	Дана	4
GPON портының жылдамдығы	Гбит/с	1,25 UP және 2,488 down
Тарату диапазоны	Км	20
GPON бөлу коэффициенті	-	1:64
Өткізу қабілеттілігін бөлу	-	64 қадаммен динамикалық кбит/с

3.7 Жоба резюмесі

Заманауи телекоммуникациялық желі үшін цифрлық телефония мен перспективалық технологиялардың талаптарын қанағаттандыру қажет.

Абоненттерді орталық станциядан олардың құрылғыларына дәстүрлі түрде қосу мыс кабельдері мен оларды төсеу құнының өсуіне байланысты тиімсіз және қымбатқа түседі.

Заманауи қол жеткізу желісін құрудың мақсаты-айтарлықтай экономикалық және әлеуметтік әсерге қол жеткізе отырып, жабдықтар мен ресурстарды үнемдей отырып, абонентке желілік элементтерді барынша жақындату.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада GPON технологиясын қолдана отырып, Астана қаласында кең жолақты оптикалық желіге қол жеткізу жолдары зерделенді.

Жобадағы магистральді және тарату желілерінің құрылу схемалары қарастырылды. Кабель жүргізілетін аймақтарына қарай кабель түрлері таңдалынды.

Дипломдық жобаның техникалық бөлімінде абонеттерге жағары сападағы және де жоғары жылдамдықты желі қызметтердің толық тізімін қамтамасыз ету үшін қажетті технологиялар таңдалынды. Қажетті жабдықтардың тізімі құрастырылды. Жабдықтарды орнатудың оңтайлы тәсілдері есептелінді. Қолданылатын негізгі кабель түрінің параметрлері есептелініп жоба талабымен салыстырылды. Жүйенің жалпы сенімділігінің есептелуі жүргізілді.

Есептеулер жобаға қажетті ресурстар ABC-4 қосымшасында есептелінді. Қолданылатын жабдықтардың нарықтағы бағасы анықталынды.

Астана қаласының кең жолақты оптикалық желісін салу туралы жобада елордадағы байланыс инфрақұрылымын дамыту үшін маңыздылығын атап өтуге болады. Мұндай желіні құру цифрлық экономика мен инновациялардың дамуына ықпал ете отырып, тұрғындар мен кәсіпорындар үшін жоғары жылдамдықты интернетке қолжетімділікті айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, кең жолақты оптикалық желі бизнесті, білім беруді, денсаулық сақтауды және Мемлекеттік қызметтерді қоса алғанда, әртүрлі қызмет салалары үшін маңызды сенімді және тұрақты байланысты қамтамасыз етеді. Мұндай жоба қала тұрғындарының өмір сүру сапасын жақсартып қана қоймай, Астана қаласының экономикалық өсуі мен әлеуметтік дамуын ынталандырады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash, “Internet of things: a survey on enabling technologies, protocols, and applications,” *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, no. 4, pp. 2347–2376, 2015.

View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

2. J. M. Peha, “Sharing spectrum through spectrum policy reform and cognitive radio,” *Proceedings of the IEEE*, vol. 97, no. 4, pp. 708–719, 2009.

View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

3. Y. Xu, H. Sun, and Y. Ye, “Distributed resource allocation for swipt-based cognitive ad-hoc networks,” *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking*, vol. 7, no. 4, pp. 1320–1332, 2021.

View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

4. A. Costanzo, D. Masotti, G. Paolini, and D. Schreurs, “Evolution of SWIPT for the iot world: near- and far-field solutions for simultaneous wireless information and power transfer,” *IEEE Microwave Magazine*, vol. 22, no. 12, pp. 48–59, 2021.

View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

5. H. Yang, Y. Ye, X. Chu, and S. Sun, “Energy efficiency maximization for UAV-enabled hybrid backscatter-harvest-then-transmit communications,” *IEEE Transactions on Wireless Communications*, p. 1, 2021, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9562293>.

View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

6. Y. Ye, L. Shi, X. Chu, and G. Lu, “Throughput fairness guarantee in wireless powered backscatter communications with HTT,” *IEEE Wireless Communications Letters*, vol. 10, no. 3, pp. 449–453, 2021.

View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

7. D. Tran and L. B. Le, “Hybrid backscatter and underlay transmissions in RF-powered cognitive radio networks,” in *Proceedings of the 2019 26th International Conference on Telecommunications (ICT)*, pp. 11–15, Hanoi, Vietnam, April 2019.

T. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

8. X. Lu, D. Niyato, H. Jiang, D. I. Kim, Y. Xiao, and Z. Han, “Ambient backscatter assisted wireless powered communications,” *IEEE Wireless Communications*, vol. 25, no. 2, pp. 170–177, 2018.

View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

9. D. T. Hoang, D. Niyato, P. Wang, D. I. Kim, and Z. Han, “Ambient backscatter: a new approach to improve network performance for RF-powered cognitive radio networks,” *IEEE Transactions on Communications*, vol. 65, no. 9, pp. 3659–3674, 2017.

View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

10. T. Hoang, D. Niyato, P. Wang, and D. I. Kim, “Optimal time sharing in rf-powered backscatter cognitive radio networks,” in *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Communications (ICC)*, pp. 1–6, Paris, France, May 2017.

View at: [Google Scholar](#)

11. B. Lyu, H. Guo, Z. Yang, and G. Gui, “Throughput maximization for hybrid backscatter assisted cognitive wireless powered radio networks,” *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5, no. 3, pp. 2015–2024, 2018.

View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

12. R. Kishore, S. Gurugopinath, P. C. Sofotasios, S. Muhaidat, and N. Al-Dhahir, “Opportunistic ambient backscatter communication in rf-powered cognitive radio networks,” *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking*, vol. 5, no. 2, pp. 413–426, 2019.

View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

13. L. Shi, R. Q. Hu, J. Gunther, Y. Ye, and H. Zhang, “Energy efficiency for RF-powered backscatter networks using HTT protocol,” *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 69, no. 11, pp. 13932–13936, 2020.

View at: [Google Scholar](#)

14. Y. Chen, N. Zhao, and M.-S. Alouini, “Wireless energy harvesting using signals from multiple fading channels,” *IEEE Transactions on Communications*, vol. 65, no. 11, pp. 5027–5039, 2017.

View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

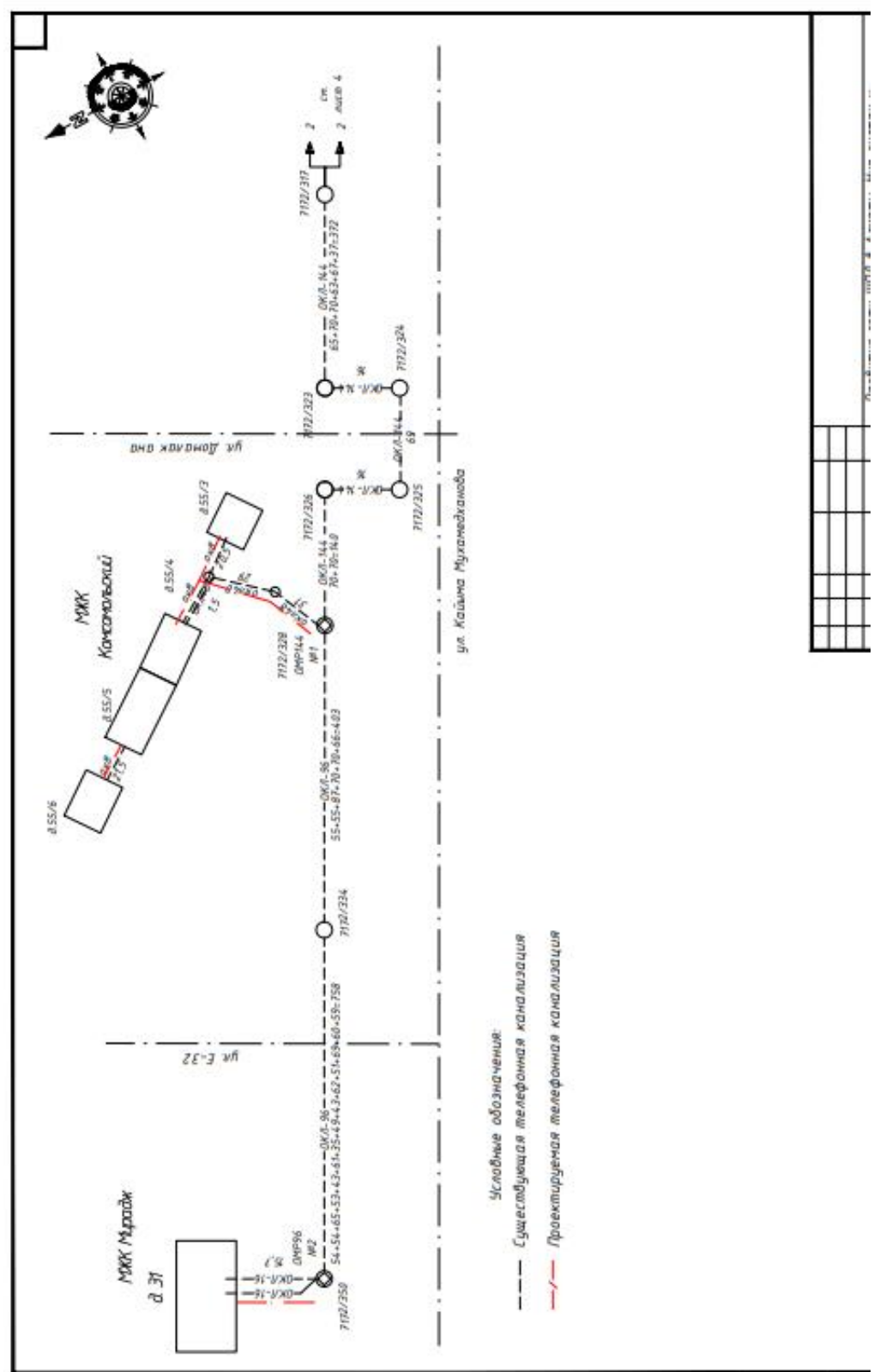
15. L. Tassiulas and S. Sarkar, “Maxmin fair scheduling in wireless ad hoc networks,” *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 23, no. 1, pp. 163–173, 2005.

View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

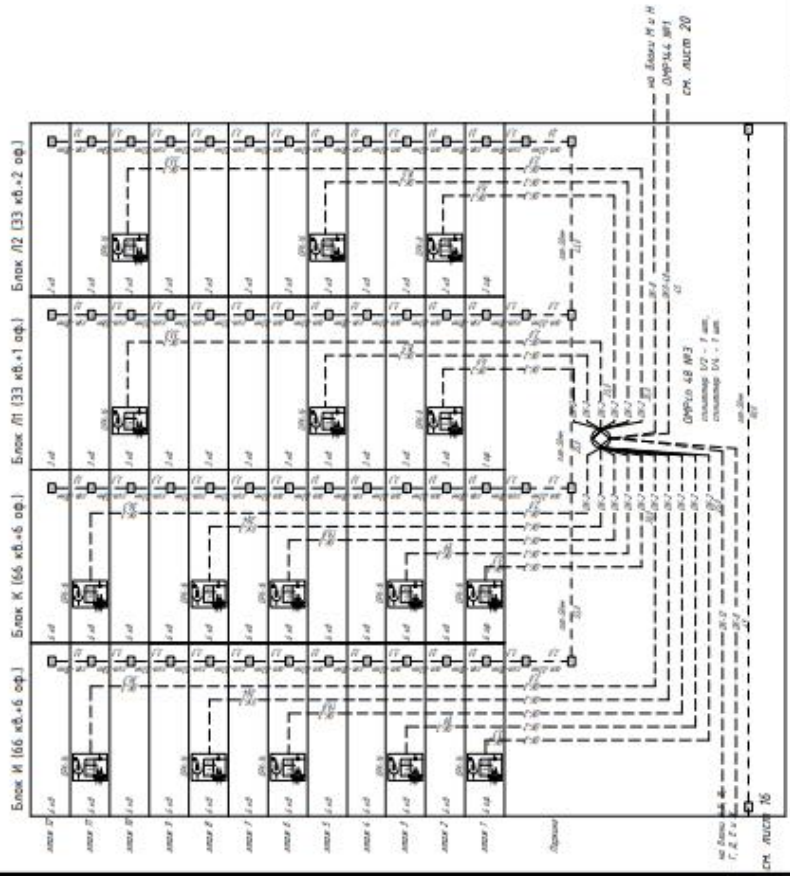
16. S. Boyd, *Convex Optimization*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2004

ҚОСЫМША А

AUTOCAD бағдарламасында кабель төсемелеу сызбалары



ЖК Консольный городок Каз ЖАБЭС, блочы К, К, Л1 и Л2
кв.196+15 оф.



Қосымша Б

АВС-4 бағдарламасына арналған код

Р Магистральная сеть*

Ц13-100105-0401(П-1310003)'120+24''Кабель. Прокладка по воздушным металлическим желобам на одном объекте от 10 до 50 км с вязкой пакетами. Прокладка до 10 км, применен коэффициент к затратам труда - 1,1, к времени эксплуатации машин - 1,1.'м кабеля*

ТКТ (=13)'120+24+12+12'2759,53''Кабель опт.негорючий 144 одномод.волокон'м*

Ц13-080206-0801(РС242707)(РС242938)'32.2''Укладка модулей кабеля ОКнг-144 на сплайс-кассетах в муфте без сварки (32 модулей, L-2м)'м*

Ц13-100904-1108 прим#к=3 (Н5.3)(Н52.3)(Н53.3)'4''Монтаж кабеля ОК-144 в кроссе оптич.на АТС с фактич.сваркой 144 волокон'УССЛК*

Ц13-100902-1205(Н53=0)ПРИМ'1''Монтаж корпуса муфты в шахте. Монтаж оборудования'шт.*

ТКТ (=13)'1'446428,57''Муфта оптич.на 576 св.соед.(для шахты)'шт.*

Ц13-100904-0708 #К=3(Н53.3)(Н52.3)(Н5.3)'1''Кабель волоконно-оптический с числом волокон 144(станц). Измерение затухания на кабельной площадке'кабель (строительная длина)*

Ц13-100904-0508(П-1310057)(РС238465)(РС242696)#К=3(Н53.3)(Н52.3)(Н5.3)'1''Монтаж кабеля ОК-144 в проект.муфте в шахте с факт.свар.144 волокон 'муфта*

Ц13-100904-0202'3098+1227''Кабели волоконно-оптические. Прокладка ОК в канализации в трубопроводе по занятому каналу'м кабеля*

Ц13-100904-0201'65+33+48''Кабели волоконно-оптические. Прокладка ОК в канализации в трубопроводе по свободному каналу'м кабеля*

Ц13-080201-0901(РС129039)(РС147653)'48+435+105+236''Кабель , масса 1 м до 1 кг. Прокладка в проложенных трубах, блоках и коробах'м кабеля*

Ц13-100105-0401(П-1310003)'21''Кабель. Прокладка по воздушным металлическим желобам на одном объекте от 10 до 50 км с вязкой пакетами. Прокладка до 10 км, применен коэффициент к затратам труда - 1,1, к времени эксплуатации машин - 1,1.'м кабеля*

ТКазахтелеком(=13)'3098+21+6+18''Кабель опт.брон.гофр.144 одномод.волокон'м*

ТКазахтелеком(=13)'1227+12''Кабель опт.брон.гофр.96 одномод.волокон'м*

ТКазахтелеком(=13)'65+48+12''Кабель опт.брон.48 одномод.волокон'м*

ТКазахтелеком(=13)'33+435+24''Кабель опт. брон.16 одномод.волокон'км*

ТКазахтелеком(=13)'105+12''Кабель опт.12 одномод.волокон'м*

ТКазахтелеком(=13)'48+236+24''Кабель опт.8 одномод.волокон'м*

Ц13-100904-0508(П-1310057)(РС238465)(РС242696)#к=3(Н53.3)(Н52.3)(Н5.3)'1''Монтаж опт.разв.муфты на ОК-144 с факт.свар.144 волокон 'муфта*

ТКазахтелеком(=13)'1''Муфта оптич.на 144 волокон до 4 вводов'шт.*

Ц13-100904-0508(П-1310057)(РС238465)(РС242696)#к=0,667(Н53.0,667)(Н52.0,667)(Н5.0,667)'1''Монтаж опт.разв.муфты на ОК-96 с факт.свар.32 волокон 'муфта*

ТКазахтелеком(=13)'1''Муфта оптич.на 96 волокон на 8 вводов'шт.*

Ц13-100904-0508(РС238465)(РС242696)#к=3(Н53.3)(Н52.3)(Н5.3)'1''Монтаж опт.соед.муфты на ОК-144 с факт.свар.144 волокна 'муфта*

ТКазахтелеком(=13)'1''Муфта оптич.на 144 волокон соедин.'шт.*

Ц13-100902-1206(РС287729)'6''Шкаф (ящик для муфт) для трубных проводок настенный, размер до 700x1000 мм. Монтаж оборудования'шт.*

С1245-405-1701'6''Шкаф (ящик для муфт) распределительный , шириной 300 мм'шт.*

Ц13-100902-0210(РС242699)'42''Консоль трехместная. Установка в коллекторе'шт.*

С1252-207-3965'42''Консоль чугунная для кабельных колодцев, шахт, коллекторов тип ККЧ-3'шт.*

Ц13-080201-1501'6''Проходы кабелей. Герметизация каналов'проход кабеля*

Ц13-100902-0918'6''Кабель проложенный. Окраска'м кабеля*

Ц13-100902-0834'81''Кабели. Замена нумерации в колодце'шт.*

Ц13-100904-0708 #K=3(H53.3)(H52.3)(H5.3)'1''Кабель волоконно-оптический с числом волокон 144. Измерение затухания на кабельной площадке'кабель (строительная длина)*

Ц13-100904-0708 #K=2(H53.2)(H52.2)(H5.2)'1''Кабель волоконно-оптический с числом волокон 96. Измерение затухания на кабельной площадке'кабель (строительная длина)*

Ц13-100904-0708 '1''Кабель волоконно-оптический с числом волокон 48. Измерение затухания на кабельной площадке'кабель (строительная длина)*

Ц13-100904-0704 '1''Кабель волоконно-оптический с числом волокон 16. Измерение затухания на кабельной площадке'кабель (строительная длина)*

Ц13-100904-0703 '1''Кабель волоконно-оптический с числом волокон 12. Измерение затухания на кабельной площадке'кабель (строительная длина)*

Ц13-100904-0702 '1''Кабель волоконно-оптический с числом волокон 8. Измерение затухания на кабельной площадке'кабель (строительная длина)*

Ц13-100904-0908#K=1,125(H53.1,125)(H52.1,125)(H5.1,125)'1''Кабель волоконно-оптический ГТС ОК-144. Измерение в одном направлении на смонтированном участке ОК ГТС , число волокон 54'участок*

Ц13-100904-0508(П-1310057)(PC238465)(PC242696)#к=0,125(H5.0,125)(H52.0,125)(H53.0,125)'1+1''Монтаж сплиттерной.разв.муфты с факт.свар. входных волокон 6'муфта*

ТКТ (=13)'1+1'160714,3'Муфта оптич.FOSC A 16(укомпл)'шт.*

ТКазакхтелеком(=13)'5+5''Сплиттер PLC 1:2'шт*

ТКазакхтелеком(=13)'1+1''Сплиттер PLC 1:4'шт*

Ц13-100904-0508(П-1310057)(PC238465)(PC242696)#к=0,187(H5.0,187)(H52.0,187)(H53.0,187)'1''Монтаж сплиттерной.разв.муфты с факт.свар. входных волокон 9'муфта*

ТКТ (=13)'1'160714,3'Муфта оптич.FOSC A 16(укомпл)'шт.*

ТКазакхтелеком(=13)'8''Сплиттер PLC 1:2'шт*

ТКазакхтелеком(=13)'1''Сплиттер PLC 1:4'шт*

Ц13-100904-0508(П-1310057)(PC238465)(PC242696)#к=0,75(H5.0,75)(H52.0,75)(H53.0,75)'1''Монтаж сплиттерной.разв.муфты с факт.свар. входных волокон 36'муфта*

ТКТ (=13)'1'160714,3'Муфта оптич.FOSC A 16(укомпл)'шт.*

ТКазакхтелеком(=13)'7''Сплиттер PLC 1:2'шт*

ТКазакхтелеком(=13)'1''Сплиттер PLC 1:4'шт*

Ц13-100904-0508(П-1310057)(PC238465)(PC242696)#к=0,271(H5.0,271)(H52.0,271)(H53.0,271)'1''Монтаж сплиттерной.разв.муфты с факт.свар. входных волокон 13'муфта*

ТКТ (=13)'1'160714,3'Муфта оптич.FOSC A 16(укомпл)'шт.*

ТКазакхтелеком(=13)'10''Сплиттер PLC 1:2'шт*

ТКазакхтелеком(=13)'3''Сплиттер PLC 1:4'шт*

Ц13-100904-0508(П-1310057)(PC238465)(PC242696)#к=0,25(H5.0,25)(H52.0,25)(H53.0,25)'1''Монтаж сплиттерной.разв.муфты с факт.свар. входных волокон 12'муфта*

ТКТ (=13)'1'160714,3'Муфта оптич.FOSC A 16(укомпл)'шт.*

ТКазакхтелеком(=13)'9''Сплиттер PLC 1:2'шт*

ТКазакхтелеком(=13)'3''Сплиттер PLC 1:4'шт*

П2 Заземление брони кабеля #=====*

Ц13-080206-1001'2''Провод сечением до 6 мм². Прокладка по перфорированным профилям'м*

С1243-142-0311'0,002''Провода силовые изоляция из ПВХ, для электрических установок на напряжение до 450/750 В ГОСТ 26445-85, марки ПВ3 сечением 6 мм²'км*

С1243-902-0605'2''Наконечник-гильза медный луженый ГОСТ 23469.0-81, марки НГ 2,5-7'100 шт.*

Ц13-080206-2203'120''Провод сечением до 16 мм² в трубах'м*

С1243-142-0314'0,12''Провода силовые изоляция из ПВХ, для электрических установок на напряжение до 450/750 В ГОСТ 26445-85, марки ПВ3 сечением 16 мм²'км*

Ц13-080206-1901(РС295787)'120''Труба винипластовая диаметром до 25 мм. Прокладка по установленным конструкциям, по стенам и колоннам с креплением скобами'м*

С1241-207-0301'120''Труба из поливинилхлорида ПВХ гибкая со структурированной стенкой диаметром 16 мм'м*

С1243-902-0617'6''Наконечник-гильза медный луженый ГОСТ 23469.0-81, марки НГ 16-12'100 шт.*

У14-011102-0101'3''Заземлитель. Измерение сопротивления растеканию тока'измерение*

У14-011102-0201'3''Заземлители и заземленные элементы. Проверка наличия цепи'точка*

Р Распределительная сеть *

Ц13-080201-0901(РС129039)(РС147653)'6394''Кабель , масса 1 м до 1 кг. Прокладка в проложенных трубах, блоках и коробах'м кабеля*

ТКазахтелеком(=13)'6394+220+660''Кабель опт.Г 657А 2 одномод.волокон, типа FRP (FTTH)'м*

Ц13-100904-0508(П-1310057)(РС238465)(Н5.0,021)(Н52.0,021)(Н53.0,021) К=0,021(РС242696)'110''Сварка выходных волокон в сущ.сплиттерной муфте с факт.свар. волокон 1'муфта*

Ц13-100904-1104 #к=0,125(Н53.0,125)(Н52.0,125)(Н5.0,125)'86''УССЛК. Установка, монтаж ОРКSp-16 с числом фактически сварив.волокон 2'УССЛК*

ТКазахтелеком(=13)'86''ОРК на 16 портов SC/APC в компл.'шт*

ТКазахтелеком(=13)'86''Сплиттер PLC 1:16'шт*

Ц13-100904-1102 #к=0,25(Н53.0,25)(Н52.0,25)(Н5.0,25)'24''УССЛК. Установка, монтаж ОРКSp-8 с числом фактически сварив.волокон 2'УССЛК*

ТКазахтелеком(=13)'24''ОРК на 8 портов SC/APC в компл.'шт*

ТКазахтелеком(=13)'24''Сплиттер PLC 1:8'шт*

Ц13-080206-1902(РС295787)'1328,6+1200''Труба винипластовая диаметром до 50 мм. Прокладка по установленным конструкциям, по стенам и колоннам с креплением скобами'м*

С1241-201-0503'1328,6''Труба полиэтиленовая для водоснабжения PE 100 SDR 13,6 ГОСТ 18599-2001 размерами 32x2,4 мм'м*

ТКазахтелеком(=13)'1200''Труба полиэтиленовая для водоснабжения PE 100 SDR 13,6 ГОСТ 18599-2001 размерами 50 x3,7 мм'м*

Е11-460301-0103'393''Сверление кольцевыми алмазными сверлами в железобетонных конструкциях вертикальных отверстий глубиной 200 мм диам. 32 мм с применением охлаждающей жидкости /воды/'отверст.*

Е11-460301-0119(Н5.10)(Н52.10)(Н53.10)К=10'393''добавляется на каждые 10 мм изменения глубины сверления кольцевыми алмазными сверлами в железобетонных конструкциях вертикальных отверстий диам. 32 мм с применением охлаждающей жидкости /воды/'отверст.*

Е11-460303-0101'0,000225.(393)''Перекрытия железобетонные. Заделка отверстий, гнезд и борозд площадью до 0,1 м²'м³ заделки*

Е11-460301-0206'15''Сверление кольцевыми алмазными сверлами в железобетонных конструкциях горизонтальныхотверстий глубиной 200 мм диам.50 мм применением охлаждающей жидкости /воды/'отверст.*

Е11-460301-0222(Н5.10)(Н52.10)(Н53.10)К=10'15''добавлять на каждые 10 мм изменения глубины при сверлениикольцевыми алмазными сверлами в железобетонных конструкциях горизонтальных отверстий диам 50 мм с применением охлаждающей жидкости /воды/'отверст.*

Е11-460303-0105'0,000225.(15)''Стены и перегородки бетонные. Заделка отверстий, гнезд и борозд площадьюдо 0,1 м²'м³ заделки*

Е12-120101-0201'0,00225.(15)''Стены. Окраска маслянаяпростая без подготовки с расчисткой старой краскидо 10 %'м²*

Ц13-100902-1209'24''Ящик протяжной или коробка, размер до 500x500 мм. Монтаж оборудования'шт.*
С1247-202-0110'24''Коробки ответвительные настенные кабельными вводами, степень защиты IP55, размерами 380 мм x 300 мм x 120 мм'шт.*

Ц13-100902-1208'420''Коробка разв.протяжная, размер до 200x200 мм. Монтаж оборудования'шт.*
С1247-202-0107'420''Коробки ответвительные настенные с кабельными вводами, степень защиты IP55, размерами 190 мм x 140 мм x 70 мм'шт.*

Ц13-100904-0701#К=0,5(Н53.0,5)(Н52.0,5)(Н5.0,5)'2''Кабель волоконно-оптический с числом волокон 2. Измерение затухания на кабельной площадке'кабель (строительная длина)*

Ц13-100904-0901#К=0,25(Н53.0,25)(Н52.0,25)(Н5.0,25)'110''Кабель волоконно-оптический ГТС ОК-2. Измерение в одном направлении на смонтированном участке ОКГТС , число волокон 1'участок*

К'Сенбиева Д.Т*

@

Дипломдық жұмысқа

СЫН - ПІКІР

Сенбиева Диана Талғатқызы

6В06201 – Телекоммуникация білім беру бағдарламасы

Тақырыбына: «Астана қаласында кең жолақты оптикалық желіні салу»

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Бұл дипломдық жобада Астана қаласында кең жолақты оптикалық желіні PON технологиясы арқылы салу дизайны көрсетілген.

Жұмыста PON технологиясына жалпы түрде мәлімет беріледі. Желінің сәулеті, топологиясы, негізгі параметрлері қарастырылған. Жобаланып отырған оптикалық желінің өткізу қабілеттілігі, желінің қызметін атқара алатын абоненттер саны есептеледі. Таңдалып алынған аймақтағы желіні құру схемалары құрастырылады. Жобаланған аймақтың орналасқан жеріне байланысты магистральді және де тарату желісінің сызбалары қосымшада сызылған.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған. Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – Астана қаласында «Мирадж» және «Комсомольский» тұрғын үй кешендеріне кең жолақты оптикалық желіні салу жобасы құрылды.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жұмысқа "өте жақсы" (95/А) деген баға, ал студент Сенбиева Диана Талғатқызын 6В06201 – Телекоммуникация білім беру бағдарламасының «техника және технологиялар бакалавры» дәрежесіне лайықты деп санаймын.

Сын-пікір беруші:

Рецензент:

Ғ.Дәукеев атындағы АЭЖБУ,
т.ғ.к., Телекоммуникациялық инженерия
кафедрасының

доценті

Чечимбаева К.С.

Чечимбаева К.С.

« 27 » 05 2024 ж.

Ф КазНИТУ 706-17. Рецензия

Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю

Вед. спец. О.Шеңкел

Қызметі аты-жөні
« 30 » 05 2024 ж.



ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ
дипломдық жұмысқа

Сенбиева Диана Талғатқызы

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: Астана қаласында кең жолақты оптикалық желіні салу

Бұл дипломдық жобада Астана қаласында кең жолақты оптикалық желіні PON технологиясы арқылы салу дизайны көрсетілген.

Жұмыстың техникалық бөлімінде PON технологиясына жалпы түрде мәлімет беріледі. Желінің сәулеті, топологиясы, негізгі параметрлері қарастырылған. Жобаланып отырған оптикалық желінің өткізу қабілеттілігі, желінің қызметін атқара алатын абоненттер саны есептеледі. Таңдалып алынған аймақтағы желіні құру схемалары құрастырылады.

Жұмыстың есептеу бөлімінде таңдалынып алынған оптикалық кабельдердің жобаға жарамдылығы есептелінген. Желінің тарату жылдамдығымен, өткізу қабілеттілігі жалпы дисперсиясының мәні қажетті формулалар арқылы есептелінген.

Студент, Сенбиева Диана Талғатқызы, дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс "95/A/ өте жақсы" деп бағаланды, ал Сенбиева Диана Талғатқызын 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «техника және технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынамын.

Ғылыми жетекші
ҚазҰТЗУ, PhD., Электроника,
телекоммуникация және ғарыштық
технологиялар кафедрасының
қауымдастырылған профессоры
Юсупова Г.М.

» 2024 ж.



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сенбиева Диана Талғатқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Астана қаласында кең жолақты оптикалық желіні салу

Научный руководитель: Гульбахар Юсупова

Коэффициент Подобия 1: 9.4

Коэффициент Подобия 2: 3.3

Микропробелы: 49

Знаки из других алфавитов: 27

Интервалы: 0

Белые Знаки: 1

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:

2024-05-28

Дата



Сұңғат Марқсұлы

проверяющий эксперт

**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: Сенбиева Диана Талғатқызы

Тақырыбы: Астана қаласында кең жолақты оптикалық желіні салу

Жетекшісі: Гульбахар Юсупова

1-ұқсастық коэффициенті (30): 9.4

2-ұқсастық коэффициенті (5): 3.3

Дәйексөз (35): 0.6

Әріптерді ауыстыру: 27

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 49

Ақ белгілер: 1

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:

2024-05-28

Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сенбиева Диана Талғатқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Астана қаласында кең жолақты оптикалық желіні салу

Научный руководитель: Гульбахар Юсупова

Коэффициент Подобия 1: 9.4

Коэффициент Подобия 2: 3.3

Микропробелы: 49

Знаки из здругих алфавитов: 27

Интервалы: 0

Белые Знаки: 1

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:

2024-05-28

Дата

Заведующий кафедрой

