

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казакский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатпаева»

Институт автоматик и информационных технологий

УДК 004.72 (043)

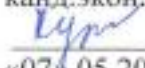
На правах рукописи

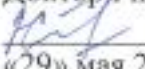
Канат Аружан

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации «Исследование параметров производительности и
внедрение XGS-PON LTX-8 в Казахстане»
Направление подготовки 7M06201 – «Телекоммуникации»

Научный руководитель,
канд.экон.наук, ассоц.проф.
 А.Е.Куттыбаева
«07» 05 2024 г.

Рецензент,
Доктор PhD
 Джамангарин Д.
«29» мая 2024.

Норм контроль:
ассистент/маг.техн.наук
 С.С. Кенгесбаева
«28» июнь 2024 г.



Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казакский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт автоматикн и информационных технологий

Кафедра «Электроникн, телекоммуникации и космических технологий»

7M06201 – Телекоммуникации



ЗАДАНИЕ
на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Канат Аружан

Тема: «Исследование параметров производительности и внедрение XGS-PON LTX-8 в
Казахстане»

Утверждена приказом по академическим вопросам университета № 1365-М от 31
августа 2023 г. (№ 1365-М от 31 августа 2023 г.)

Срок сдачи законченной диссертации "20" мая 2024 г.

Исходные данные к магистерской диссертации:

а) *Исследование параметров производительности.*

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

б) *Исследование эффективности;*

в) *Алгоритм работы внедрения.*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Рекомендуемая основная литература:

1 Петренко И. И. *Пассивные оптические сети PON* / И. И. Петренко // *Телекоммуникации.*
– 2004г. -№1.; -С 45-52.;

2 Скляр О.К. *Волоконно-оптические технологии как основа развития широкополосных
сетей доступа* / О.К. Скляр, Е.А. Заркевич, С.А. Устинов // *Технологии и средства связи.*
– 2003г. -№1.; -С 28-35.;

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Теоретическая часть	15.01.2024 г. - 15.09.2024г.	выполнена
Основная часть	15.09.2024 г. – 15.01.2024 г.	выполнена
Расчетная часть	16.01.2024 г. – 15.05.2024 г.	выполнена

Подписи

консультантов и норм контролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф (ученая степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Теоретическая часть	Канд. экон.наук, асоц.проф. Куттыбаева А.Е.	10.05.2024 г.	
Основная часть	Канд. экон.наук, лектор Куттыбаева А.Е.	15.05.2024 г.	
Норм контролер	Маг.техн.наук, ассистент каф. ЭТиКТ Кенгесбаева С.С.	01.06.2024 г.	

Научный руководитель

 А.Е.Куттыбаева

Задание принял к исполнению обучающийся

 А.Қ. Қанат

Дата

“2” сентября 2022 г.

АННОТАЦИЯ

На данный момент развитие в телекоммуникации очень важный фактор как для развития страны во многих аспектах. Таких как экономическое развитие, уровень безопасности, уровень связи как внутри, так и за пределами государства и т.д. На данный момент самым распространенным, в то же время надежным видом технологии для многофункционального широкополосного доступа в интернет является GPON. Это удобная, в то же время экономический выгодная для операторов, обеспечивающая эффективное использование сети технология. Так как мир стремительно развивается, развиваются и создаются новые технологии. На сегодняшний день новейшая технология XGS-PON, которая передает данные со скоростью в 10G. В ходе данного исследования были проанализированы параметры производительности XGS-PON, а так же рассчитан бюджет по внедрению в Казахстан.

АНДАТПА

Қазіргі уақытта телекоммуникациядағы даму көптеген аспектілерде елдің дамуы үшін өте маңызды фактор болып табылады. Экономикалық даму, қауіпсіздік деңгейі, мемлекет ішінде де, одан тыс жерлерде де байланыс деңгейі және т.б. қазіргі уақытта интернетке көпфункционалды кең жолақты қол жетімділік үшін технологияның ең кең таралған, сонымен бірге сенімді түрі GPON болып табылады. Бұл ыңғайлы, сонымен бірге операторлар үшін тиімді, желіні тиімді пайдалануды қамтамасыз ететін технология. Әлем қарқынды дамып келе жатқандықтан, жаңа технологиялар дамып, жасалуда. Бүгінгі таңда деректерді 10G жылдамдықпен жіберетін XGS-PON жаңа технологиясы. Зерттеу барысында XGS-PON өнімділігінің параметрлері талданды, сондай-ақ Қазақстанға енгізу бойынша бюджет есептелді.

ANNOTATION

At the moment, the development of telecommunications is a very important factor for the development of the country in many aspects. Such as economic development, level of security, level of communication both inside and outside the state, etc. At the moment, the most common, at the same time reliable kind of technology for multifunctional broadband Internet access is GPON. It is convenient, at the same time economic advantageous for operators, ensuring efficient use of the network technology. As the world develops rapidly, new technologies develop and create. Today, the latest XGS-PON technology that transmits data at a speed of 10G. This study analyzed the performance parameters of XGS-PON, as well as calculated the budget for implementation in Kazakhstan.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Обзор технологии XGS-PON	7
1.1 История развития и стандарты	7
1.2 Архитектура XGS-PON	11
1.3 OLT устройство	12
1.4 ONU устройство	Ошибка! Закладка не определена.
1.5 Основные преимущества XGS-PON	Ошибка! Закладка не определена.
2 Исследование параметров производительности XGS-PON	Ошибка!
Закладка не определена.	
2.1 Обзор текущего состояния и перспектив развития пассивных оптических сетей	19
2.2 Моделирование сети XGS-PON с использованием специализированного программного обеспечения	2Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Результаты симуляционных исследований	28
2.4 Анализ производительности	30
3 Внедрение в Казахстан	31
3.1 Преимущество внедрения XGS-PON в Казахстан	33
3.2 Оценка экономической целесообразности	34
3.3 Примеры успешного внедрения XGS-PON	36
Заключение	37
Термины и определения	38
Список использованных источников	39

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время развитие телекоммуникации в мире очень стремительно. Это объясняется рядом причин. Такими как потребительские требования, обусловленные высококачественными видео и аудио, торговля акциями, товарами, онлайн конференции, покупка билетов, возможность связи на высоком уровне в любой точке мира. Поэтому в мире растет спрос на широкую полосу пропускания для передачи и приема различных данных через сеть Интернет [10].

Для поддержки экономического роста страны, немаловажно подключение к Интернету при очень высокой скорости. Ключевым фактором будет возможность иметь решающее значение в доступности полосы пропускания с поддержкой технологии, способной обеспечивать потоковую передачу данных с разумной скоростью передачи информационных данных входящего и нисходящего потоков с учётом определённых требований, которые касаются конкретных стандартов технологии и особенностей в передачах битов в электрическом, оптическом или цифровом канале.

Увеличение спроса порождает новые технологии для улучшения качества человечества. На данном этапе решением данных проблем является внедрение более быстрый способ передачи данных. Самым новейшим способ внедрение XGS PON которая позволит передавать данные на высоких скоростях. Данную технологию активно используют в Северной Америке, в Западной Европе, в Китае.

В связи с этим компания ООО «Предприятие Элтекс» в ногу со временем производит по последним технологиям OLT LTX-8. Данное оборудование работает по технологии XGS PON, которое позволит передавать данные на скорости 10 G.

Целью данной диссертации является проанализировать эффективность оборудования XGS PON OLT LTX-8, а так же сделать расчет бюджета в котором отражена стоимость перехода с GPON на XGS PON в Казахстане.

1 Обзор технологии XGS-PON

XGS-PON — передовая технология оптических сетей, предоставляющая высокоскоростной интернет через оптоволоконные кабели. Она отличается высокой скоростью передачи данных до 10 Гбит/с и эффективным использованием ресурсов, что делает её идеальным выбором для современных сетевых инфраструктур.

XGS-PON поддерживает быструю передачу данных как к абоненту, так и от абонента, обеспечивая высокоскоростной интернет для домашних пользователей и предприятий. Эта технология легко интегрируется с существующими сетями PON, что упрощает процесс их модернизации и улучшения. XGS-PON помогает снижать операционные расходы за счет эффективного использования оптоволокна и повышенной пропускной способности. В Казахстане внедрение XGS-PON способствует развитию цифровой инфраструктуры и обеспечивает высокоскоростной интернет для различных секторов экономики, что способствует росту бизнеса, образования и государственного управления. XGS-PON представляет собой передовую технологию, которая не только улучшает доступ к высокоскоростному интернету, но и играет важную роль в развитии цифровизации и инноваций в Казахстане.

1.1 История развития и стандарты

Технология GPON является одной из ключевых инноваций в области пассивных оптических сетей, обеспечивающей высокоскоростную передачу данных по оптоволокну. Развитие GPON прошло через несколько этапов, каждый из которых внес значительные улучшения в архитектуру и функциональность оптических сетей. В данной главе рассмотрены основные этапы развития GPON, начиная с ранних оптических систем и заканчивая современными технологиями.

Первые шаги в развитии оптических сетей были сделаны в 1960-х и 1970-х годах с изобретением оптоволокна и лазеров. Эти инновации создали основу для дальнейшего развития оптических технологий, позволяя передавать данные на большие расстояния с минимальными потерями. В этот период преобладали аналоговые оптические системы, которые были дорогими и сложными в эксплуатации.

В 1990-е годы начала развиваться технология PON (Passive Optical Network), и одним из первых значительных достижений стала BPON (Broadband PON). BPON обеспечивала скорость передачи данных до 622 Мбит/с в нисходящем канале и до 155 Мбит/с в восходящем канале, используя технологии ATM (Asynchronous Transfer Mode) и TDM (Time Division Multiplexing) для передачи данных, голоса и видео.

С начала 2000-х годов началась разработка и стандартизация GPON. В 2003 году Международный союз электросвязи (ITU-T) утвердил стандарт

G.984 для GPON. Этот стандарт определил параметры, обеспечивающие скорость передачи данных до 2,5 Гбит/с в нисходящем канале и до 1,25 Гбит/с в восходящем канале. Введение GPON ознаменовало значительное увеличение пропускной способности и эффективности по сравнению с предшествующими технологиями.

GPON быстро завоевала популярность благодаря своей способности обеспечивать высокоскоростной доступ к интернету и поддерживать услуги Triple Play (интернет, телевидение и телефон). Эта технология стала основой для развертывания сетей FTTH (Fiber to the Home), обеспечивая высокую пропускную способность, надежность и экономичность. Массовое внедрение GPON позволило операторам предоставлять высококачественные услуги с использованием оптоволокна.

В ответ на растущие потребности в пропускной способности появились новые стандарты, такие как XG-PON (10G-PON) и XGS-PON, обеспечивающие скорости передачи данных до 10 Gbps. Современные сети часто включают сочетание различных PON-технологий, что позволяет операторам постепенно модернизировать инфраструктуру без больших затрат.

Следующим этапом развития является технология NG-PON2 (Next Generation PON 2), которая поддерживает многоканальные волновые мультиплексированные соединения и обеспечивает еще более высокие скорости передачи данных. С увеличением числа подключенных устройств и развитием Интернета вещей (IoT), технологии PON продолжают совершенствоваться, чтобы справляться с возрастающими требованиями к пропускной способности и латентности.

Технология GPON в свое время стало большим открытием в мире телекоммуникации. В настоящее время стандарт (GPON) Gigabit Passive Optical Network является основной технологией передачи данных на основе оптоволокна, которая обеспечивает широкополосный доступ к сети «последней мили». GPON эта технология которая была придумана специалистами Института электросвязи ITU-T SG15, поддержанными FSAN, на базе структуры цифровой иерархии SDH. Вся база состоит в передаче станцией широковещательного абонентского трафика по единственному оптоволокну, при котором используется временное мультиплексирование, а так же деление передающего и приемного тракта по длине волны. [2].

Необычной идеей стала инкапсуляция потоков TDM, E1 и кадров Ethernet при котором в формат кадров GEM, а затем кадров GTC, отправляемых абонентам. На оконечном выходе только одного типа цифровой поток, который передается световым излучением, выходит из общего трафика с помощью сплиттеров. Самое интересное в технологии является отсутствие активного оборудования между передающими и принимающими частями. Приемо-передающий тракт состоит только из пассивных технических устройств.

GPON осуществляет работу в асимметричном режиме, при этом он поддерживает скорость трафика: к абонентской части – 2,5 Гбит/с; к станции– 1,25 Гбит/с.

На практике данная технология, строится по древовидной топологии 1х128 при максимальном радиусе сети до 20 километров. Получить такую высокую скорость передачи информации позволило кодирование без возврата к нулю. Все это дает Полоса пропускания использование полосы пропускания с более 95% эффективностью .

Сотрудники Института инженеров IEEE вместе с EFMA положили начало новой технологии под названием GPON. Бахей для решения стала перспектива Ethernet, так как его можно было использовать для больших разработок. Принцип работы заложен в передаче потока данных от стационарного оборудования до конечных по единственному волокну, который не нуждается в какой-либо обработке, так же в формате кадров Ethernet.

От стационарного оборудования до конечного передаются следующим образом: конечные устройства получают трафик который предназначен только им, при этом обрабатывают кадры. Для избежания конфликта между индивидуальными сигналами от абонентов в восходящем потоке разработчики применили возможности специального протокола управления множественными узлами (MPCP).

Таблица 1.1 - Сравнительная таблица технологии

Технологии	GPON	10G GPON	
		XG-PON	XGS-PON
Длина волны	Восходящая: 1480-1500 нм	Восходящая: 1575-1580 нм	Восходящая: 1575-1580 нм
	Нисходящая: 1290-1330 нм	Нисходящая: 1260-1280 нм	Нисходящая: 1260-1280 нм
Максимальная скорость передачи данных по линии	Восходящая: 2.488 Гб/с	Восходящая: 9.953 Гб/с	Восходящая: 2.488 Гб/с
	Нисходящая: 1.244 Гб/с	Нисходящая: 2.488 Гб/с	Нисходящая: 9.953 Гб/с
Максимальное физическое расстояние передачи	60 км	100 км	100 км
Максимальное коэффициент разветвления	1:128	1:256	1:256

Используемое избыточное кодирование 8В/10В отличается низкой эффективностью поскольку снижает пропускную способность на 20%. Топология сети рассчитана на подключение до 64 абонентов с дальностью до 30 км.

GPON функционирует в симметричном режиме, поддерживая скорость потока «станция – абоненты» и обратного в пределах 1,25 Гбит/с. Полоса пропускания используется с эффективностью менее 70% [4].

С развитием таких стандартов как GPON и XG-PON, ITU-T создали новую технологию XGS-PON. Новая технология имела базовый стандарт G.9807.01. Такой стандарт и есть определяющий уровень XGS-PON как физически, так и канальный. Но скорость которой обеспечивает GPON 2,5 Гбит/с. В то же время как XGS-PON способен обеспечить потребителям пропускную способность в 8 раз больше.

Так же имеются различные стандарты. ITU-T G.984 представляет собой основу для большинства современных сетей GPON. Этот стандарт был разработан для обеспечения высокоскоростного широкополосного доступа к интернету, телефонии и интерактивного телевидения через оптические сети. Он поддерживает до 2.488 Gbps в направлении к пользователю (downstream) и до 1.244 Gbps в обратном направлении (upstream), что позволяет передавать большие объемы данных с высокой скоростью. ITU-T G.984 также определяет структуру и формат кадров данных, механизмы управления трафиком и QoS (Quality of Service), что обеспечивает эффективное управление и распределение ресурсов сети.

ITU-T G.988 (X.987) стандартизирует протоколы управления и сигнализации в сетях GPON. Этот стандарт играет ключевую роль в обеспечении надежности и безопасности операций, связанных с GPON. Он определяет процедуры для установления и поддержания связи между оптическими линиями терминалов (OLT) и сетевыми терминалами (ONT), включая сигнализацию для управления каналами, настройку параметров и мониторинг сетевой активности. ITU-T G.988 также включает в себя механизмы защиты данных и конфиденциальности, обеспечивая безопасность операторских сетей и конечных пользователей.

ITU-T G.989 представляет собой следующее поколение стандартов PON, включая XG-PON (10-Gigabit PON) и XGS-PON (Extended XG-PON). Эти стандарты значительно увеличивают пропускную способность по сравнению с G.984, поддерживая скорости передачи данных до 10 Gbps и выше. XG-PON и XGS-PON особенно полезны для более требовательных приложений, таких как потоковое видео высокого разрешения, облачные вычисления и интерактивные игры, требующие высокой скорости передачи данных и низкой задержки. Эти стандарты также поддерживают симметричную передачу данных, что делает их идеальными для сценариев, где важна одинаковая скорость в обоих направлениях.

Стандарты GPON играют критическую роль в развертывании современных оптических сетей доступа, обеспечивая высокоскоростной интернет и широкий спектр услуг для конечных пользователей. ITU-T G.984, G.988 и G.989 представляют собой последовательное развитие, каждый из которых добавляет новые возможности и улучшения для эффективного управления

сетевыми ресурсами, повышения производительности и обеспечения высокого уровня безопасности и надежности сетей.

Таким образом с развитием стандартов меняется и скорость интернета, становится больше возможностей для операторов и провайдеров для того чтобы предлагать услуги в разных сферах.

1.2 Архитектура XGS-PON

Архитектура XGS-PON представляет собой передовую технологию в области оптоволоконных сетей доступа, разработанную для удовлетворения растущих требований к скорости и пропускной способности в современных сетях связи. Она значительно увеличивает возможности передачи данных по сравнению с предыдущими стандартами, поддерживая до 10 Gbps симметричной пропускной способности как в направлении к абоненту, так и от него.

Основные преимущества XGS-PON включают многие параметры. Обеспечение высокоскоростного доступа к интернету, потоковому видео и другим современным приложениям благодаря значительному увеличению пропускной способности.

Архитектура XGS-PON включает в себя несколько уровней управления и потока данных, что обеспечивает эффективное управление ресурсами сети и гибкость в настройке. Стандарт XGS-PON основан на международных стандартах ITU-T и IEEE, что обеспечивает совместимость с существующими сетями и готовность к интеграции с будущими технологиями.

Эти особенности делают XGS-PON привлекательным решением для современных операторов связи, стремящихся улучшить качество обслуживания и расширить возможности своих сетей для поддержки высокоскоростных и многозадачных приложений.

XGS-PON оптимизирует использование оптоволоконной инфраструктуры, обеспечивая более эффективное распределение пропускной способности между абонентами. Это особенно важно в условиях растущей нагрузки на сети и увеличения числа подключенных устройств. С возрастанием популярности видеоконтента высокого разрешения, облачных сервисов и интерактивных приложений, XGS-PON обеспечивает достаточную пропускную способность для их бесперебойного использования множеством пользователей одновременно. XGS-PON поддерживает различные сценарии использования, включая предприятия, жилые комплексы и общественные учреждения. Это делает его универсальным решением для различных типов сетевых инфраструктур.

Стандарт XGS-PON постоянно развивается, добавляя новые возможности и функции, такие как улучшенная управляемость сети, повышенная безопасность и поддержка новых сервисов. Это позволяет операторам связи быть готовыми к вызовам будущего и обеспечивать современным пользователям передовые технологии.

Все это подчеркивают важность и перспективность архитектуры XGS-PON в контексте современных требований к сетевым технологиям и удовлетворения растущих потребностей пользователей в высокоскоростных и надежных сетевых подключениях.

XGS-PON базируется на GPON технологии, конечно в плане архитектуры так же PON подключают к распределительной оптической сети. По стандарту XGS-PON есть возможность подключить до 256 абонентов по одному волокну к каждому интерфейсу. Соединяется с транспортной сетью оператора через 100 гигабитные uplink порты.

Использование операторами, провайдерами такого оборудования как XGS-PON, обеспечило бы построение масштабируемой отказоустойчивой сети.

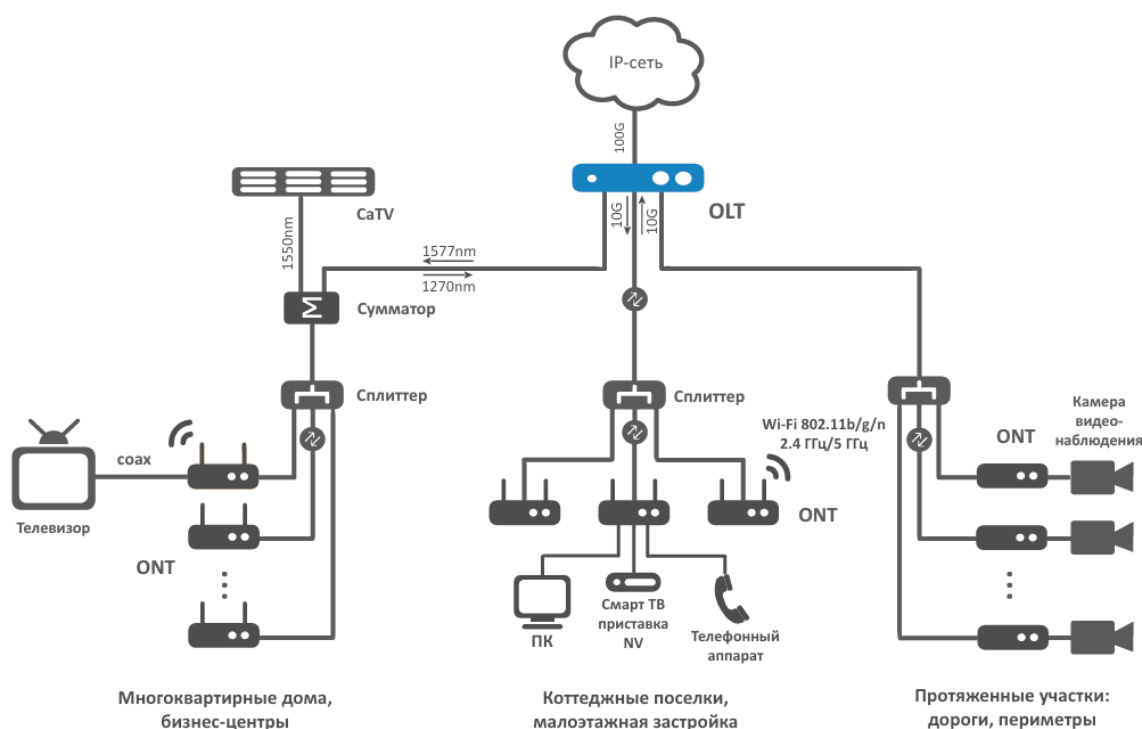


Рисунок 1.1 - Схема применения OLT LTX-8

На рисунке 1.1. продемонстрирована архитектура построения XGS-PON. Основная архитектура включает OLT, ONUs, ODN.

1.3 OLT устройство

Оптический линейный терминал (OLT) представляет собой центральное устройство в сетях оптического доступа, играющее решающую роль в управлении и контроле оптоволоконной инфраструктуры. OLT обеспечивает координацию работы оптических сетевых устройств, таких как оптические сетевые терминалы (ONU), и обеспечивает подключение абонентов к сети.

OLT осуществляет управление и контроль за оптоволоконными линиями, обеспечивая передачу данных между центральной сетевой инфраструктурой и абонентскими устройствами. Он регулирует потоки данных и обеспечивает эффективное управление ресурсами сети.

OLT управляет разделением оптоволоконной сети на различные каналы для обеспечения равномерного доступа и эффективного использования пропускной способности. Это включает управление распределением ресурсов сети и оптимизацию передачи данных. OLT гарантирует качество обслуживания для различных типов данных и услуг, управляя приоритетами и обеспечивая стабильную передачу данных. Это важно для поддержания высокого уровня производительности сети и удовлетворения потребностей пользователей. В роли центрального узла сети, OLT интегрирует и направляет данные между различными устройствами в сети, обеспечивая оптимальную передачу данных и эффективное взаимодействие между абонентами. OLT играет ключевую роль в обеспечении надежности и производительности оптических сетей. Его функции управления, контроля и обеспечения качества обслуживания являются основой для эффективного функционирования современных сетей связи и обеспечения высокого уровня удовлетворения пользователей. OLT представляет собой терминал оптической линии. Данное устройство отвечает за многие функции. К примеру, подключается к коммутатору который имеет уровень покрытия кабелем. Так же он подключается к сплиттеру через которые уже обычно подключаются к абонентским устройствам, то есть терминалам. Так же OLT отвечает за контроль, управление, измерение расстояния до абонентских терминалов ONU.

Такое устройство состоит из платы которая управляет, плата чтобы получать питание постоянного тока, очень важно наличие вентиляторного блока, служебную раму, ну и в зависимости он вендора разные комплектации и параметры можно предусмотреть под каждого оператора.

В линейке Элтекс имеется разного типа подобные OLT. Есть выполненные OLT с портами в количестве 4,8,16. В зависимости от количества абонентов выбираются разные OLT. Так же, бывают комплексы под названием MA4000, которые могут служить для поддержки до 131 072 абонентов. Он состоит из 16 модулей, а это 128 портов. В данном случае используются два управляющих коммутаторов, целый блок для питания.

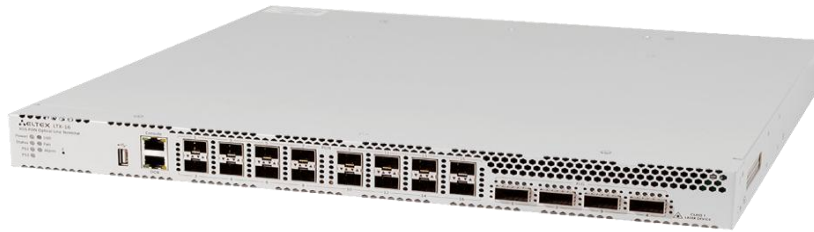


Рисунок 1.2 - OLT LTX-16

На рисунке 1.2 изображено стационарное оборудование Eltex XGS-PON OLT LTX-16. Характеристики по портам данного оборудования до 4 портов уровня QSFP28 на верхних портах, на нижних портах возможны до 16. Дуплексный режим 100 Гбит в секунду для портов оптических. Прием происходит на длине волны 1270 нанометров, а передача на 1577 нанометров. Скорость передачи данных состоит 9,953 Гигабит в секунду. Так же Оборудование поддерживается специальным программным обеспечением. То есть, через такое программное обеспечение можно полностью управлять оконечными устройствами, видеть полностью трафик, управлять трафиком, выявлять и устранять ошибки на абонентской части удаленно, обновлять программное обеспечение удаленно. Такое решение очень удобно для оператора у которого сотни тысяч абонентов и удаленная настройка как спасение в случае неисправностей.

Устройство может обеспечить абсолютно любой вид сетей доступа. Это зависит от пожелания оператора, решающий тип вида сети доступа FTTC, FTTH, FTTO, FTTM и т.д. К примеру самое популярный вид доступа FTTH. В нем есть возможность предлагать несколько семьям услуги. В данном случае устройство OLT обычно подключается в коммутатору который управляет и так же в абонентскому устройству ONU через сплиттер. Вся система может предложить использование нескольких услуг, таких как к примеру IPTV, VOIP, IOT а так же камеры.

На базе Элтекс построили сети очень многие операторы в Казахстане. Разношерстная линейка позволяет найти вариации подбора под каждого заказчика. Надежность, а так же службу в долгие года оборудование доказало многим операторам. Так же, большой привелегией является наличие сервисного центра, которое позволяет в случае выхода из строя оборудования быстро и экономически выгодно его отремонтировать.

1.4 ONU устройство

Оптический сетевой терминал (ONU) представляет собой важное устройство в сетях оптического доступа, которое обеспечивает соединение между абонентским оборудованием и оптоволоконной инфраструктурой. Роль ONU заключается в обеспечении эффективного доступа пользователей к высокоскоростным телекоммуникационным услугам. ONU принимает оптоволоконные сигналы от центральной сети и конвертирует их в формат, понятный для абонентского оборудования, и наоборот. Это обеспечивает надежную и быструю передачу данных между центральной сетью и конечными пользователями.

ONU осуществляет управление доступом абонентов к сети, обеспечивая аутентификацию и контроль передачи данных. Это важно для обеспечения безопасности и эффективного использования сетевых ресурсов.

ONU поддерживает широкий спектр телекоммуникационных сервисов, включая интернет, голосовую связь, видеоконференции и другие приложения. Это позволяет абонентам использовать разнообразные услуги в рамках одного сетевого подключения. В роли маршрутизатора или коммутатора, ONU обеспечивает интеграцию данных и их направление по оптимальным маршрутам внутри сети абонентов. Это способствует улучшению качества обслуживания и оптимизации сетевых ресурсов.

ONU является неотъемлемой частью инфраструктуры современных оптических сетей, играющей ключевую роль в обеспечении качественного обслуживания абонентов и эффективного управления сетевыми операциями. Его развитие и совершенствование способствуют улучшению производительности и конкурентоспособности операторов связи. ONU представляет собой технологически продвинутое устройство, которое играет важную роль в современных сетях связи. Его функциональность и надежность являются основой для эффективного функционирования оптических сетей и удовлетворения потребностей современных пользователей.

ONU устройство – устройство которое на абонентской части всей сети. То есть, оно отвечает за то чтобы обеспечить абонентов сетью доступа. Он подключается к терминалу оптической линии через сплиттеры, полностью имеет контроль от него. По всей сути это оборудование которое разделяет сервиную часть оборудование от клиентской. Такое устройство может делать преобразовывать сигналы оптические которые приходят от терминала оптической линии в электрические сигналы. С помощью подобной функции он позволяет предлагать разные услуги для клиентов как интернет, телевидение, телефония, камеры видеонаблюдения, умный дом и т.д.[2].



1.3 Рисунок - Абонентский терминал ONT NTU-1F

На рисунке 1.3 изображен Абонентский терминал ONT NTU-1F компании Элтекс. Характеристики портов данного типа оборудование состоит из 1 порта SFP+ , и 1 порта RJ45

1.5 Основные преимущества XGS-PON

XGS-PON предлагает значительное увеличение пропускной способности до 10 Gbps в обоих направлениях, что делает его идеальным выбором для современных высокоскоростных приложений и услуг. Этот стандарт поддерживает симметричную передачу данных, обеспечивая стабильное качество обслуживания для пользователей, требующих быстрого интернета, потокового видео и других мультимедийных приложений высокого разрешения.

Оптимизация спектральной эффективности в XGS-PON позволяет операторам связи значительно увеличить количество подключенных абонентов на существующей инфраструктуре. Это снижает затраты на расширение сети и поддержание её работоспособности, что в свою очередь повышает экономическую эффективность вложений.

Стандарт XGS-PON разработан с учетом разнообразных потребностей различных типов сетей и сценариев использования:

- в домашних условиях он обеспечивает быстрый и стабильный интернет для многих устройств и приложений одновременно.
- в корпоративных сетях поддерживает высокоскоростные соединения между отделениями и с облачными ресурсами.
- в муниципальных сетях предоставляет основу для умных городских решений и IoT-инфраструктуры.

XGS-PON не стоит на месте и активно развивается, чтобы отвечать на вызовы современных технологий и ожидания пользователей:

- поддержка IoT и виртуализации сетей позволяет интегрировать различные устройства и сервисы, обеспечивая более эффективное управление и контроль.

- гибкая архитектура стандарта способствует его легкости адаптации к будущим изменениям и новым требованиям рынка.

Внедрение XGS-PON предполагает значительные экономические преимущества:

- сокращение затрат на операционное обслуживание и управление сетями.

- улучшение удовлетворенности клиентов благодаря предоставлению высокоскоростного и надежного интернета.

XGS-PON является не только технологически продвинутым стандартом в области оптоволоконных сетей доступа, но и стратегическим инструментом для операторов связи, стремящихся удовлетворить растущие потребности пользователей в высокоскоростных соединениях и инновационных цифровых сервисах. Его применение способствует развитию более эффективных и гибких сетевых решений, поддерживая экономическую эффективность и улучшение качества обслуживания в современной цифровой экономике.

Схема применения GPON и XGS PON очень похожи. Так же вендор Eltex предлагает варианты комбинированного решения. То есть, использование двух OLT, которые соединяются сумматором или же в одном корпусе, что позволяет одновременно использовать оба варианта и является экономически выгодным решением для любого оператора.

XGS-PON разработан в виде наложения на существующие сети GPON путем добавления оптических длин волн. В оверлейной сети поставщик оптоволоконной GPON может продолжать использовать GPON для определенных клиентов (например, домов), в то же время беспрепятственно используя XGS-PON для других клиентов с более высокими требованиями к пропускной способности (например, предприятий).

Чтобы перейти с GPON на XGS-PON, поставщик оптоволоконных сетей должен выполнить следующие действия в своем центральном офисе. Для этого нужно для начала осуществить модернизацию магистральных соединений всех существующих терминалов оптических линий (OLT) до соединений 10 Гбит/с. Далее, заменит все существующие линейные карты, поддерживающие только GPON, в шасси OLT комбинированными картами, поддерживающими стандарты GPON и XGS-PON, что позволит развернуть обе службы в одной оптической распределительной сети (ODN)

Впоследствии оптоволоконный провайдер или интернет-провайдер (ISP) может предложить более высокую скорость после обновления терминала оптической сети (ONT) клиента — устройства, которое предоставляет клиенту услуги Интернета, видео и голосовой связи. Для удобства есть системы мониторинга которые позволяют прodelывать манипуляции удаленно.

2 Исследование параметров производительности XGS-PON

С развитием цифровых технологий и возрастающими требованиями к скорости и качеству передачи данных, потребность в высокоскоростных и надежных оптических сетях становится все более актуальной. Одной из передовых технологий в этой области является XGS-PON (10 Gigabit Symmetric Passive Optical Network), которая представляет собой улучшенную версию существующих пассивных оптических сетей. XGS-PON обеспечивает симметричную скорость передачи данных до 10 Гбит/с, что значительно превосходит возможности предшествующих технологий, таких как GPON (Gigabit Passive Optical Network), и позволяет удовлетворять современные потребности в широкополосном доступе[9].

Изучение параметров производительности XGS-PON является актуальной задачей, поскольку это позволяет глубже понять возможности и ограничения технологии в реальных условиях эксплуатации. Основные параметры, такие как пропускная способность, задержка, коэффициент ошибок на бит (BER) и качество сигнала (Q-фактор), играют ключевую роль в оценке эффективности и надежности системы. Комплексное исследование этих параметров позволяет выявить сильные и слабые стороны XGS-PON и определить оптимальные условия для её использования.

Пропускная способность является критически важным параметром в сетях связи, определяющим их способность передавать данные в определенный момент времени. Этот параметр является ключевым для обеспечения эффективности и производительности современных сетевых инфраструктур. Пропускная способность канала связи определяет максимальный объем данных, который может быть передан через него за единицу времени. Она измеряется в битах в секунду (bps), килобитах в секунду (kbps), мегабитах в секунду (Mbps), гигабитах в секунду (Gbps) и других единицах данных. Пропускная способность сети напрямую влияет на способность сетевых устройств эффективно передавать данные и обеспечивать требуемый уровень обслуживания. Высокая пропускная способность обеспечивает быстрый и надежный обмен информацией между различными устройствами и пользователями. Эффективное использование пропускной способности позволяет сетевым операторам и инженерам обеспечивать высокую производительность и отзывчивость сетей. Понимание и правильная настройка пропускной способности являются необходимыми для обеспечения надежного функционирования сетей и соответствия требованиям пользователей и бизнес-процессов. Пропускная способность играет центральную роль в обеспечении эффективной работы сетей связи. Ее правильное измерение, понимание и управление являются важными аспектами для обеспечения качественной передачи данных и обеспечения устойчивости современных коммуникационных сетей.

Оценка производительности и надежности новых сетевых устройств и компонентов. Анализатор BER используется для тестирования оборудования в условиях, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации.

Q-фактор является ключевым показателем в оптических сетях, используемым для оценки качества передачи данных по оптоволоконным каналам. Этот параметр играет решающую роль в определении четкости и стабильности оптического сигнала. Q-фактор отражает отношение сигнала к шуму в оптическом канале связи. Он представляет собой меру, которая учитывает как силу передаваемого сигнала, так и влияние шумовых искажений в канале. Чем выше значение Q-фактора, тем выше качество передачи данных. Q-фактор используется для оценки пропускной способности и надежности оптических систем. Он позволяет инженерам и операторам сетей предсказывать и улучшать производительность оптических коммуникаций путем оптимизации параметров передачи данных. В практике Q-фактор является основным инструментом для тестирования и настройки оптических систем. Он помогает инженерам обеспечивать высокую надежность передачи данных и оптимизировать работу оптических сетей для обеспечения требуемых характеристик производительности.

Целью данного исследования является проведение всестороннего анализа параметров производительности XGS-PON с использованием моделирования и симуляции. Это поможет не только оценить потенциал технологии, но и разработать рекомендации по её внедрению в различных сценариях, включая магистральные и доступные сети.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1 Провести обзор текущего состояния и перспектив развития пассивных оптических сетей.

2 Смоделировать сеть XGS-PON с использованием специализированного программного обеспечения.

Провести измерения и анализ ключевых параметров производительности, таких как пропускная способность, задержка, BER и Q-фактор.

4 Сравнить результаты с параметрами традиционных сетей GPON и выявить преимущества XGS-PON.

5 Разработать рекомендации по внедрению XGS-PON в условиях Казахстана.

Научная новизна данного исследования заключается в детальном анализе производительности XGS-PON на основе моделирования и симуляции, что позволяет получить объективные данные о характеристиках и применимости технологии в реальных условиях. Практическая значимость работы заключается в предоставлении рекомендаций по оптимальному использованию технологии XGS-PON для улучшения качества сетевых услуг и повышения эффективности сетевой инфраструктуры в Казахстане.

2.1 Обзор текущего состояния и перспектив развития пассивных оптических сетей

Пассивные оптические сети (PON) сегодня являются основой для предоставления высокоскоростного интернета и других телекоммуникационных услуг на домашнем и корпоративном уровнях. Они основаны на использовании оптических волоконных кабелей, которые передают данные от центрального узла (OLT) к конечным точкам (ONT/ONU) без активного участия электроники на этапе передачи. Такой подход позволяет значительно упростить инфраструктуру и снизить затраты на обслуживание.

В будущем PON ожидаются значительные изменения и улучшения. Современные стандарты PON, такие как XGS-PON, предоставляют возможность передачи данных со скоростями до 10 Gbps и выше. Это позволяет удовлетворять растущие потребности в высокоскоростном интернете и поддерживать интенсивные сетевые приложения, такие как потоковое видео высокого разрешения и облачные вычисления. PON активно внедряются в различных регионах мира для улучшения доступа к широкополосному интернету. Это включает и удаленные и редко населенные зоны, где традиционные телекоммуникационные технологии могут быть неэффективными или экономически нецелесообразными. Стандарты ITU-T продолжают развиваться, включая новые версии GPON и XGS-PON, что способствует улучшению эффективности спектрального использования и общей производительности сетей PON. Это также способствует снижению стоимости наращивания и модернизации сетевых решений. PON представляют собой экономически эффективное решение для операторов связи благодаря минимизации затрат на энергопотребление и обслуживание. Они также обеспечивают высокую степень надежности и устойчивости к внешним воздействиям, таким как электромагнитные помехи и атмосферные условия.

Пассивные оптические сети продолжают играть важную роль в развитии современных телекоммуникационных инфраструктур, обеспечивая быстрый и надежный доступ к интернету для миллионов пользователей по всему миру. С постоянным развитием технологий и расширением возможностей, PON остаются ключевым элементом для обеспечения будущего цифрового общества.

В Казахстане развитие оптических сетей началось с начала 2000-х годов. За последние годы были предприняты значительные усилия для модернизации и расширения телекоммуникационной инфраструктуры.

Основные операторы связи, такие как «Казахтелеком», «Beeline», «Kcell» и другие, активно внедряют оптические сети.

В крупных городах и областных центрах оптические сети имеют достаточно высокое покрытие. В сельских и удалённых районах уровень покрытия остаётся низким из-за высоких затрат на инфраструктуру и сложности прокладки кабелей.

В основном используются технологии GPON и EPON, которые обеспечивают достаточную скорость и качество связи для большинства пользователей.

GPON, обеспечивающий асимметричную скорость до 2,5 Гбит/с для downstream и до 1,25 Гбит/с для upstream, является наиболее распространённой технологией. Она используется для предоставления широкополосного доступа в интернет, IP-телевидения и VoIP-услуг.

EPON, использующая Ethernet-протокол, также имеет определённое распространение, особенно в корпоративных сетях.

В городских зонах качество услуг на базе PON-сетей в целом высокое, обеспечивается стабильная скорость интернета и высокая надёжность связи.

В отдалённых районах наблюдаются проблемы с качеством связи, связанные с ограниченным покрытием и старым оборудованием.

Одной из главных задач на ближайшие годы является расширение покрытия оптических сетей на сельские и удалённые регионы. Это требует значительных инвестиций и поддержки со стороны государства.

В рамках государственной программы «Цифровой Казахстан» планируется увеличение доступа к высокоскоростному интернету в сельских районах, что предусматривает активное использование оптических технологий.

Внедрение XGS-PON: Технология XGS-PON, обеспечивающая симметричную скорость передачи данных до 10 Гбит/с, является перспективным направлением. Она позволит удовлетворить растущие потребности в высокоскоростном интернете и улучшить качество услуг.

NG-PON2: Следующее поколение оптических сетей NG-PON2, поддерживающее скорости до 40 Гбит/с с использованием мультимплексирования (WDM), представляет собой ещё один шаг к повышению пропускной способности и надёжности сетей.

Государство активно поддерживает развитие телекоммуникационной инфраструктуры через различные программы и инициативы, такие как «Цифровой Казахстан».

Ожидается увеличение инвестиций в телекоммуникационную отрасль, что поможет ускорить модернизацию сетей и внедрение новых технологий.

Для успешного расширения и модернизации сетей важно сотрудничество между государством и частными компаниями. Частно-государственное партнёрство позволит более эффективно распределять ресурсы и ускорить процесс внедрения новых технологий. Необходимо обновление устаревшего оборудования и модернизация существующих сетей для повышения их производительности и надёжности. Внедрение автоматизации и современных технологий управления сетями позволит улучшить качество обслуживания и оптимизировать затраты.

Для успешного внедрения и эксплуатации новых технологий требуется подготовка квалифицированных специалистов. Важно инвестировать в

обучение и развитие кадров для обеспечения высокой квалификации работников в телекоммуникационной сфере.

2.2 Моделирование сети XGS-PON с использованием специализированного программного обеспечения.

Для моделирования сети было просмотрено много вариантов программных обеспечении таких как: LabVIEW, MATLAB, COMSOL, OptiSystem. Во время работы с ПО важна была функциональность и пользовательский интерфейс для удобства. Так же немаловажным фактором была поддержка GPON, цена, удобство поиска компонентов, настройка всевозможных компонентов, графические способности сравнив которые я ниже привела в таблице.

Таблица 2.1 - Таблица с описанием ПО

Название ПО	Вид лицензии и цена	Основная функциональность	Пользовательский интерфейс	Поддержка GPON
LabVIEW	Ограниченный	Графическая составляющая	Графическая	Да
MATLAB	Ограниченный / 1500\$	Системное моделирование, математическое моделирование	Графическая, скрипты	Да
COMSOL	Ограниченный / 4500\$	Многофункциональность в моделировании	Графическая	Да
OptiSystem	Ограниченный/ 30 дней бесплатного пользования	Моделирование разных схем	Графическая, есть компоненты	Да

Для моделирования сети XGS-PON было выбрано программное обеспечение под названием OptiSystem.

OptiSystem — это профессиональное программное обеспечение для проектирования и моделирования оптических коммуникационных систем. Оно используется для разработки и анализа различных оптических сетей, таких как PON (пассивные оптические сети), WDM (мультиплексирование с разделением по длине волны) и других. Ключевые аспекты OptiSystem: позволяет моделировать весь процесс передачи оптических сигналов, начиная от источника света до приемника. Это включает в себя источники света, модуляторы, оптические волокна, усилители, фильтры и детекторы.

Программа обеспечивает точное моделирование сложных оптических систем, что позволяет исследовать производительность и надежность систем.

Пользователи могут легко изменять параметры компонентов и систем для оптимизации их работы и адаптации к различным требованиям.

Поддержка новейших технологий в области оптических коммуникаций, таких как XGS-PON, NG-PON2, WDM и других.

Программа имеет интуитивно понятный графический интерфейс, что упрощает процесс проектирования и моделирования. Позволяет создавать и анализировать модели различных оптических сетей, таких как PON, WDM и другие, позволяет проводить детальный анализ производительности систем, включая расчет пропускной способности, коэффициента ошибок на бит (BER), задержки и других важных параметров.

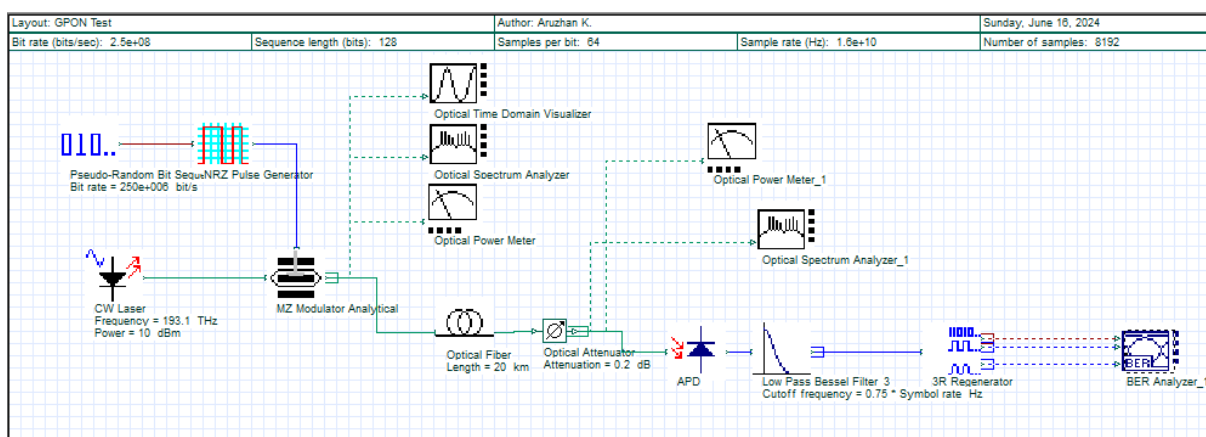
Инструменты для оптимизации параметров компонентов и систем, что улучшает их производительность и надежность. Поддержка моделирования различных нелинейных эффектов в оптических волокнах, таких как самофокусировка, дисперсия и другие.

Включает библиотеку моделей различных оптических компонентов, таких как лазеры, модуляторы, усилители, волокна, фильтры и детекторы. Возможность моделировать системы с использованием различных форматов сигналов, таких как QAM, PSK, DPSK и другие.

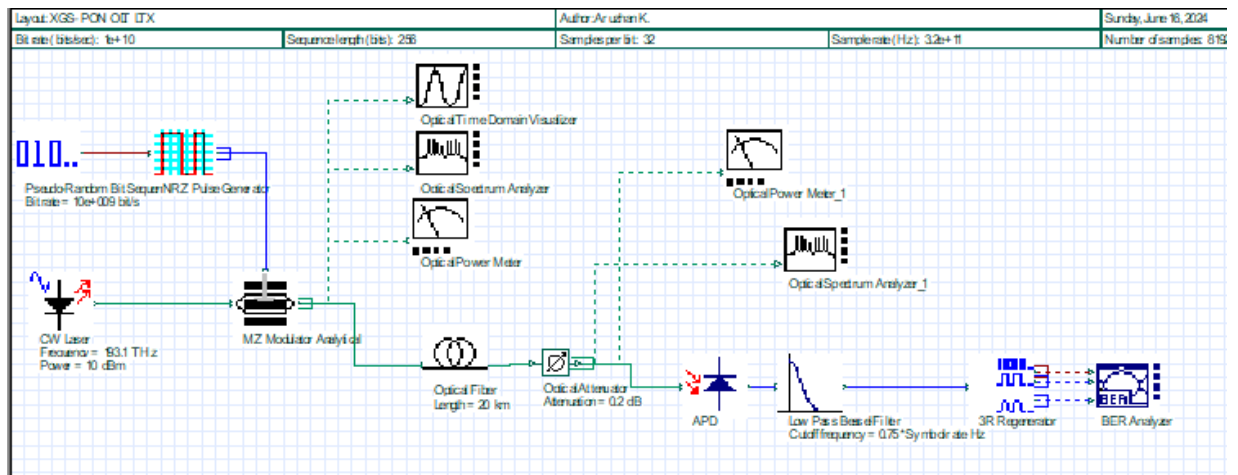
OptiSystem широко используется в различных областях, включая:

- проектирование и разработку телекоммуникационных систем;
- научные исследования в университетах и исследовательских институтах;
- оптимизацию существующих оптических сетей;
- обучение специалистов в области оптических коммуникации;

OptiSystem является мощным инструментом для инженеров и исследователей, предоставляя возможности для создания, анализа и оптимизации оптических систем.



2.1 Рисунок - С моделированной схемой GPON



2.2 Рисунок - Смоделированная схема XGS-PON

Так как нет готовых компонентов в подсистеме, я собрала из возможных компонентов OLT, ONT. Компоненты использованные написала в таблице ниже.

Таблица 2.2 - Используемые компоненты в OptiSystem

Компоненты	Вид
Генератор случайных комбинации	
NRZ импульс генератор	
Лазер одномодовый	
Модулятор Маха-Цендер	
Оптика	
Бессель оптический фильтр	
Фотодетектор	
Низкоамплитудный Бессель фильтр	
BER анализатор	

Генератор случайных комбинации - процедура в классе статистических тестов, которая использует случайное начальное значение, чтобы сгенерировать длинную псевдослучайную строку. Важно, что ни один из статистических тестов в этом классе не может отличить выходные данные генератора от данных, которые следуют равномерному распределению. Само случайное начальное значение часто представляет собой короткую двоичную строку, выбранную из равномерного распределения.

Генератор тактовых импульсов, или генератор тактовой частоты, предназначен для координации различных операций в цифровых устройствах, таких как компьютеры, электронные часы, таймеры и другие. Он производит электрические импульсы прямоугольной формы с заданной частотой, которая часто служит эталоном. Используя количество таких импульсов, можно измерять временные интервалы и выполнять другие временные операции.

В оптических волоконных лазерах основные компоненты включают лазерную активную среду и, возможно, резонатор, интегрированные в оптическое волокно. При полностью волоконной конструкции такой лазер называется цельноволоконным. Если в конструкции используются как волоконные, так и другие элементы, он может быть назван волоконно-дискретным или гибридным лазером. Применение волоконных лазеров включает резку металлов, маркировку продукции, сварку и микрообработку металлов, а также использование в волоконно-оптических линиях связи. Основные преимущества таких лазеров заключаются в высоком оптическом качестве излучения, компактных размерах и возможности интеграции в волоконные системы.

В сети Интернет передача цифровых данных осуществляется через точные временные импульсы света. Некоторые из этих импульсов настолько короткие, что могут длиться всего 100 пикосекунд. Для создания таких импульсов используется модулятор Маха-Цендера, устройство, использующее интерференцию волн. Этот модулятор разделяет световые волны на две параллельные ветви, затем снова объединяет их.

Когда свет замедляется или задерживается на одной из ветвей, волны выходят из фазы, что приводит к блокировке света. Используя эту задержку в одной из ветвей, модулятор действует как переключатель, генерируя импульсы света. Импульсы длительностью 100 пикосекунд обеспечивают пространственное разрешение на уровне нескольких сантиметров.

Производители утверждают, что для будущих автомобилей требуется гораздо более высокая разрешающая способность. Путем комбинирования модулятора с высокочувствительным световым детектором можно оптимизировать разрешение до 1 мм. Это в 100 раз превышает разрешение, доступное человеческому зрению с полностью здоровыми глазами.

Фильтр Бесселя является одним из наиболее распространенных линейных фильтров в электронике и обработке сигналов. Основной особенностью этого фильтра является его плавная групповая задержка, что обеспечивает линейную фазо-частотную характеристику. Фильтры Бесселя

часто применяются в аудио-кроссоверах для разделения частотных диапазонов и обеспечения естественного звуковоспроизведения.

Фотодетекторы представляют собой специальные устройства, которые обнаруживают и измеряют поток света. Они находят применение в разнообразных технических устройствах, таких как оптические сенсоры, преобразователи света, приборы для измерения расстояний и инфракрасные датчики. Фотодетекторы могут быть изготовлены из различных материалов, включая кремний, полупроводники и кристаллы.

Фильтр Бесселя — это один из наиболее распространенных типов линейных фильтров в электронике и обработке сигналов. Его главная особенность заключается в том, что он обеспечивает максимально плавную групповую задержку, что соответствует линейной фазо-частотной характеристике. Фильтры Бесселя широко используются в аудио-кроссоверах для четкого и естественного разделения частотных диапазонов [10].

Коэффициент битовых ошибок, или BER, представляет собой отношение числа битовых ошибок к общему количеству переданных битов за определенный промежуток времени. Этот параметр является безразмерной метрикой производительности и часто выражается в процентном соотношении. Этот показатель является ключевым параметром для оценки качества передачи данных в различных типах сетей и систем связи. Анализатор BER является важным инструментом для оценки качества и надежности передачи данных в различных коммуникационных системах. Он позволяет выявить и количественно оценить ошибки передачи, что помогает в улучшении и оптимизации сетевых технологий. Использование анализатора BER способствует повышению качества обслуживания и надежности современных телекоммуникационных и информационных систем.

Данные по GPON вводятся соответственно данным OLT LTP-8. То есть пропускная способность в 2.5 Гбит в секунду. Так же устанавливается на приемах и передачах необходимая длина волны.

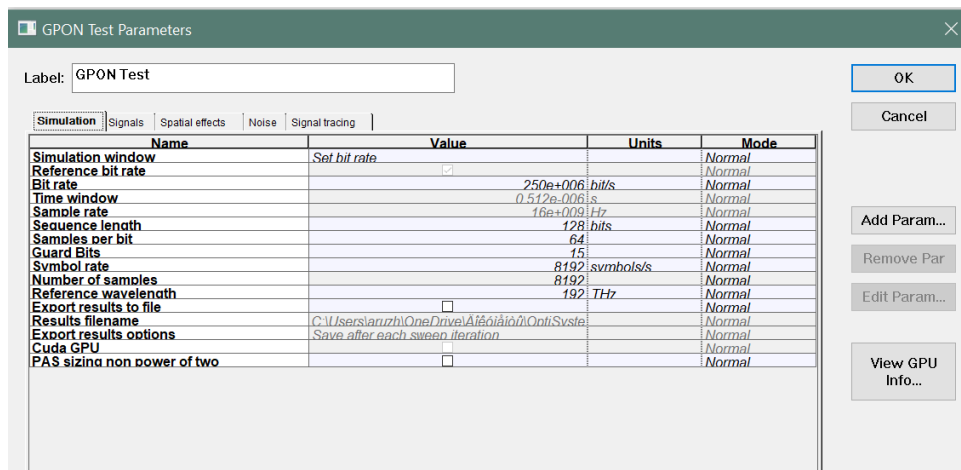


Рисунок 2.3 - Параметры GPON

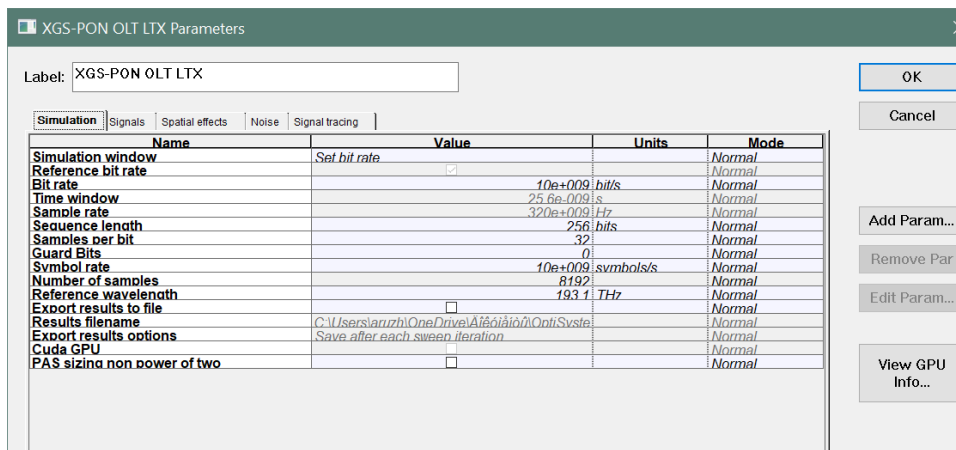


Рисунок 2.4 - Параметры XGS GPON

Так же вводятся данные для оптического волокна как для GPON, так и для XGS-PON.

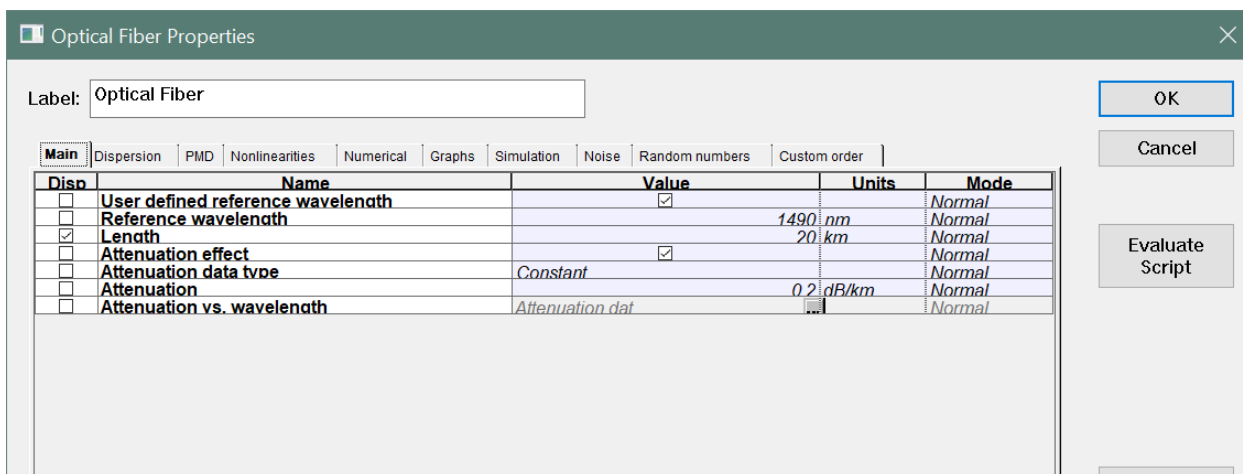


Рисунок 2.5 - Настройка Оптического волокна для GPON

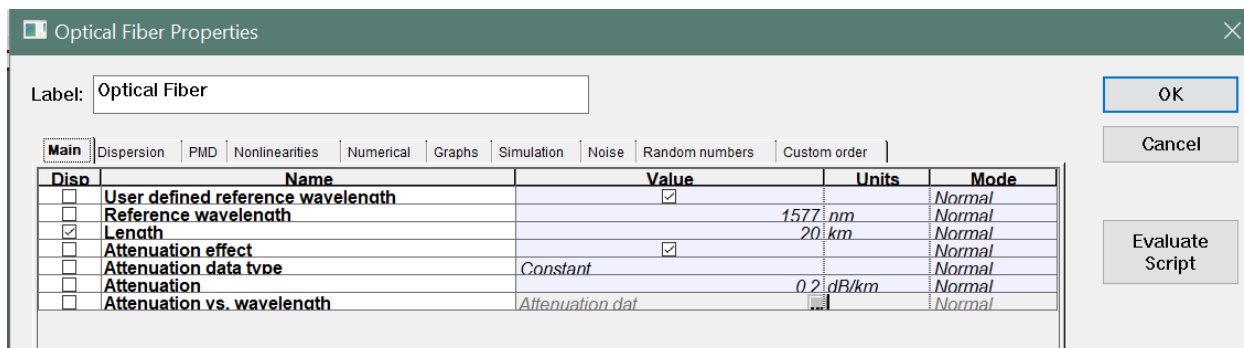


Рисунок 2.6 - Настройка Оптического волокна для XGS-GPON

2.3 Результаты симуляционных исследований

Для оценки производительности XGS-PON применяются различные методы, включая симуляционные модели, реальные тестовые стенды и аналитические подходы. Эти методы помогают измерить и оценить несколько ключевых параметров сети.

Основные параметры производительности включают:

1 Пропускная способность: Это максимальная скорость передачи данных через сеть XGS-PON, измеряемая в битах в секунду (bps).

2 Задержка: Время, требуемое для передачи данных от отправителя к получателю. Низкая задержка важна для обеспечения отзывчивости и эффективности сети.

3 Коэффициент битовой ошибки (BER): Это показатель, определяющий отношение числа ошибочно принятых бит к общему числу переданных бит. Он является важным показателем качества передачи данных.

Эти параметры помогают инженерам и специалистам по сетевым технологиям оценить производительность XGS-PON и оптимизировать её работу в различных условиях эксплуатации.

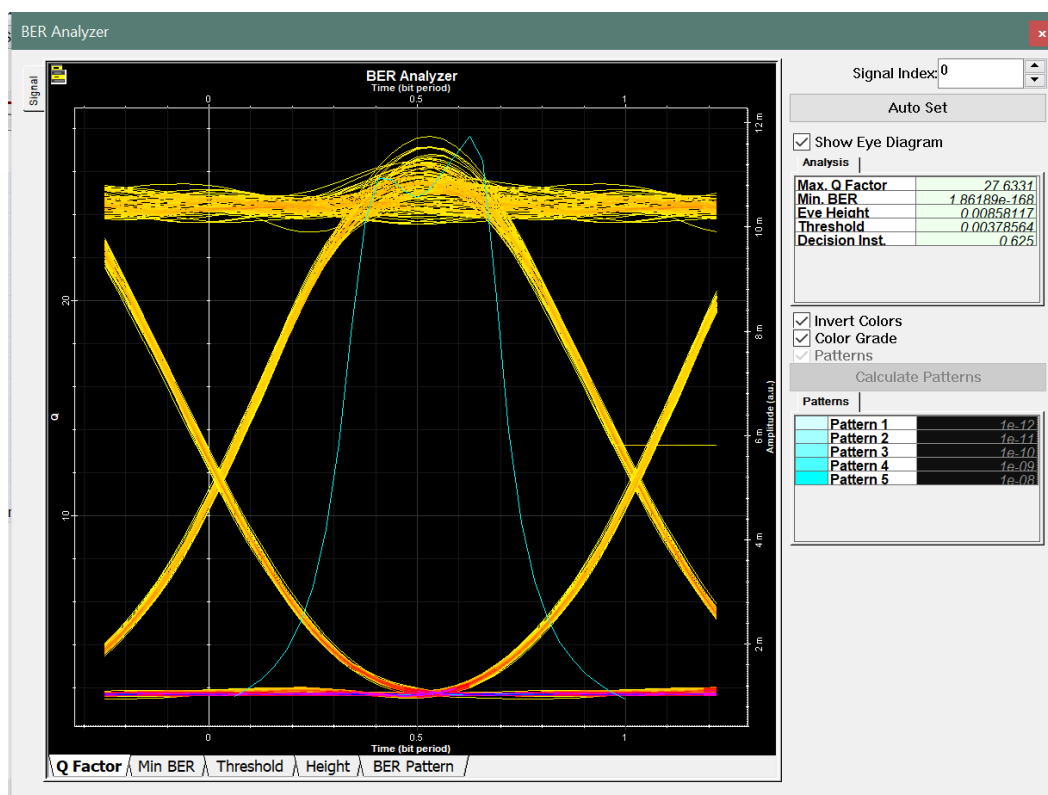


Рисунок 2.7 - Показатели BER анализатора XGS-PON

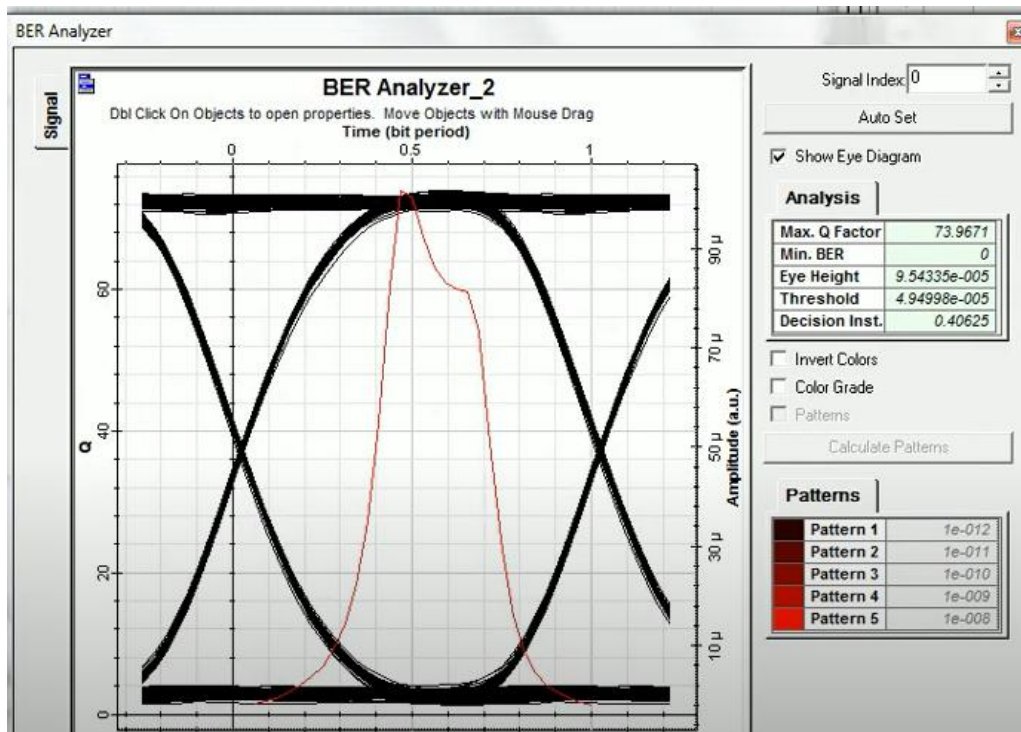


Рисунок 2.8 - Показатели BER анализатора GPON

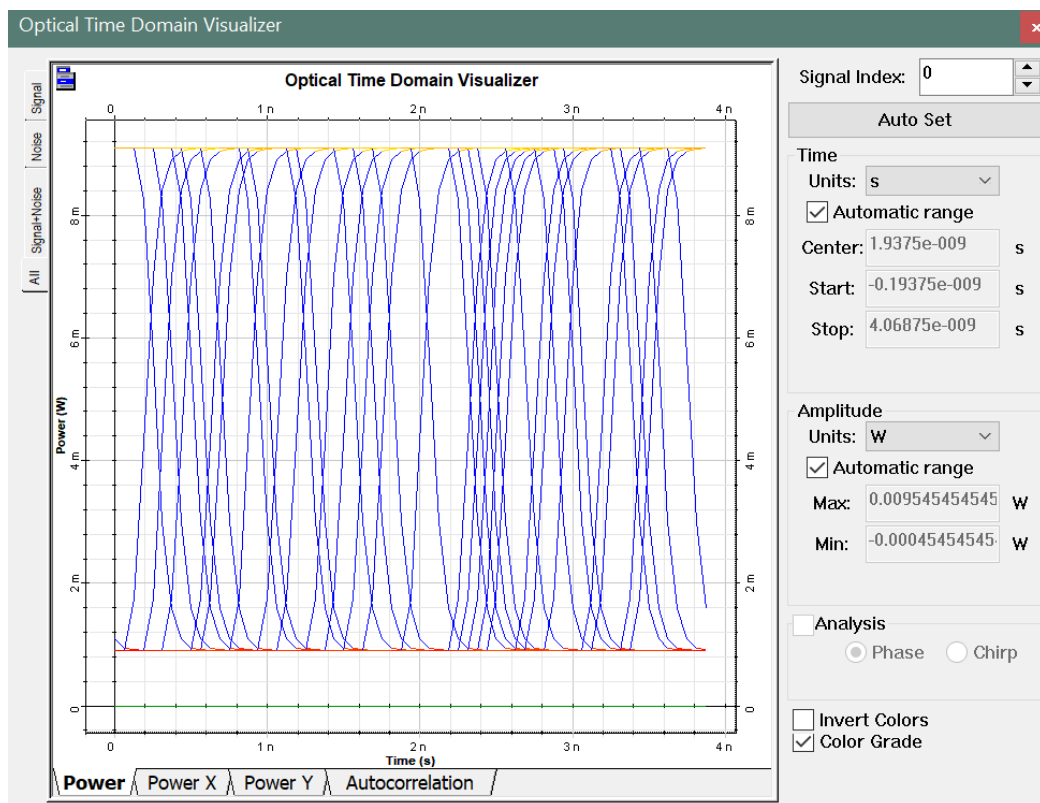


Рисунок 2.9 - Показатели визуализаторов GPON

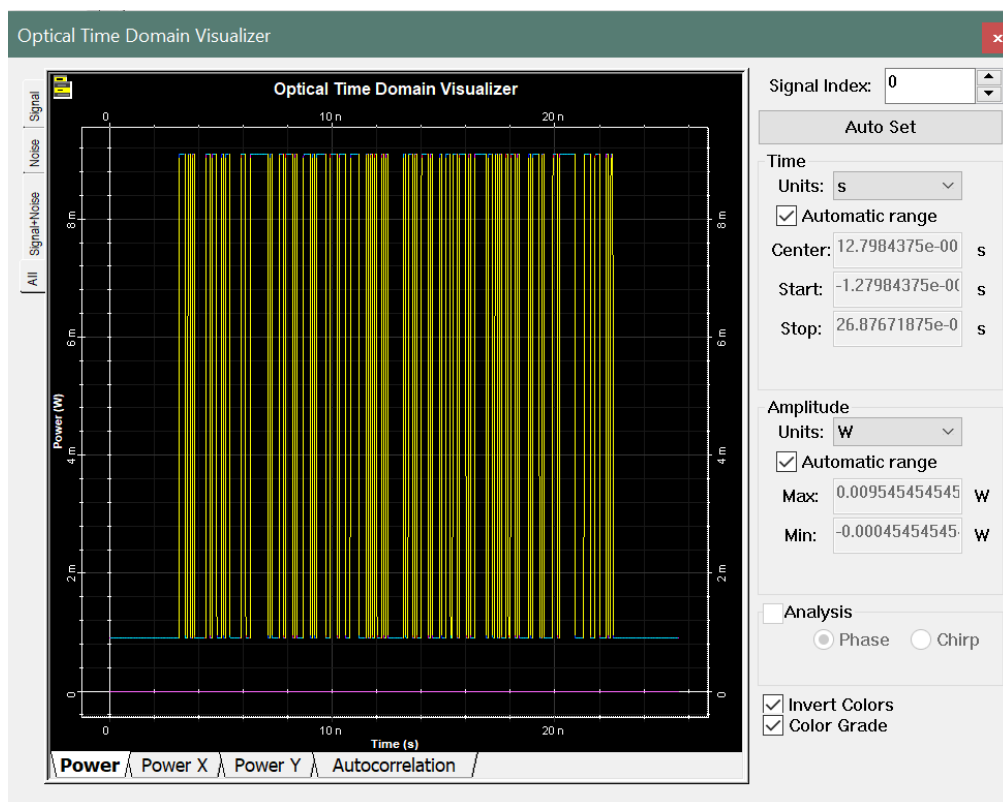


Рисунок 2.10 - Показатели визуализаторов XGS-PON

2.4 Анализ производительности

Рассмотрены результаты испытаний, проведенных в различных условиях (городская и сельская местность). Проведен анализ влияния длины оптического волокна, количества сплиттеров и других факторов на производительность XGS-PON, а так же GPON.

Пропускную способность мы знаем, так как задаем ее сами.

Таблица 2.3 - По исходным данным

Параметры	GPON	XGS-PON
Пропускная способность	2,4 Гб/с	10 Гб/с
Задержка по времени	1,9375e-009с	12,798437e-00с
Коэффициент битовой ошибки BER	1,86189e-168	0
MAX Q-Factor	73,9671	27,6331

По данным результатам данных мы видим преимущества XGS-PON. Внедрение современных телекоммуникационных технологий имеет большое значение для развития инфраструктуры любой страны. Одной из таких передовых технологий является XGS-PON (10-Gigabit Symmetrical Passive Optical

Network), обеспечивающая высокоскоростной доступ к интернету. Данный документ посвящен анализу экономической целесообразности и технических преимуществ внедрения XGS-PON в Казахстане, а также изучению примеров успешного внедрения этой технологии в других странах и возможностей их адаптации в условиях Казахстана.

3 Внедрение в Казахстан

XGS-PON представляет собой передовой стандарт оптической сети, который обеспечивает значительно улучшенные скорости передачи данных по сравнению с предыдущими технологиями. Внедрение XGS-PON в Казахстане направлено на повышение доступности высокоскоростного интернета для всех слоев населения и различных секторов экономики. Эта технология способствует модернизации инфраструктуры связи страны и поддерживает её трансформацию в направлении цифровизации и инноваций.

3.1 Преимущества внедрения XGS-PON в Казахстан

Развитие высокоскоростного интернета в Казахстане имеет множество преимуществ и позитивных воздействий на различные аспекты общественной и экономической жизни страны. Высокоскоростной интернет является неотъемлемым фактором для развития цифровой экономики. Быстрый и надежный доступ к сети обеспечивает компаниям возможность эффективнее работать, улучшать производственные процессы, оптимизировать управление и расширять рынки сбыта. Это способствует увеличению экономического роста страны и укреплению ее позиций на международной арене.

Высокоскоростной интернет обеспечивает студентам и ученым доступ к образовательным материалам высокого качества, онлайн-курсам и мировым научным публикациям. Это способствует расширению знаний, улучшению профессиональной подготовки и научных исследований, а также обмену опытом с коллегами из разных стран.

Высокоскоростной интернет содействует развитию телемедицины и удаленных консультаций врачей. Пациенты из отдаленных и труднодоступных регионов могут получать квалифицированную медицинскую помощь без необходимости длительных поездок в большие города. Это особенно важно для улучшения здоровья и качества жизни населения.

Высокоскоростной интернет упрощает взаимодействие граждан с государственными учреждениями и органами власти через электронные сервисы. Это способствует повышению прозрачности, эффективности и доступности государственных услуг, что способствует развитию гражданского общества и улучшению управления. Он стимулирует создание новых технологических решений, улучшение процессов и внедрение новых моделей бизнеса. Это способствует устойчивому экономическому росту, созданию рабочих мест в секторе высоких технологий и повышению качества жизни граждан.

Развитие высокоскоростного интернета в Казахстане играет ключевую роль в модернизации экономики, образования, здравоохранения и государственного управления. Это не только способствует устойчивому развитию страны, но и делает ее более конкурентоспособной в глобальной экономике,

обеспечивая условия для процветания и развития всех сфер жизни общества. Внедрение XGS-PON в Казахстане представляет собой значительный шаг в развитии телекоммуникационной инфраструктуры, направленный на повышение скорости и качества интернет-соединений для конечных пользователей. Рассмотрим более детально, какие преимущества и выгоды это может принести.

XGS-PON поддерживает передачу данных на уровне до 10 Gbps, обеспечивая высокоскоростной доступ к интернету как для домашних пользователей, так и для корпоративных клиентов. Это позволяет операторам связи предоставлять надежные услуги, требующие высокой пропускной способности, такие как потоковое видео высокого разрешения и облачные вычисления.

Благодаря улучшенной спектральной эффективности XGS-PON, операторы могут оптимизировать использование существующей инфраструктуры и увеличить количество подключаемых абонентов. Это особенно важно для расширения интернет-доступа в отдаленных районах или местах с низкой плотностью населения.

Высокая пропускная способность XGS-PON не только обеспечивает быстрый доступ в интернет, но и улучшает качество обслуживания. Это важно для повышения удовлетворенности клиентов, что способствует удержанию текущих пользователей и привлечению новых.

XGS-PON позволяет снизить операционные расходы благодаря эффективному использованию ресурсов и улучшению процессов поддержки сети. Это включает в себя уменьшение затрат на энергопотребление и обслуживание оборудования, что способствует экономической эффективности операторов связи.

XGS-PON предоставляет платформу для развития цифровых технологий и инновационных сервисов, таких как IoT, телемедицина и умные города. Эти технологии играют ключевую роль в модернизации экономики и улучшении качества жизни граждан.

XGS-PON предоставляет симметричную пропускную способность до 10 Гбит/с для загрузки и выгрузки данных. Это значительно превышает возможности предыдущих поколений PON технологий, таких как GPON, и обеспечивает высокую скорость интернета для пользователей, что особенно важно в условиях растущих требований к скорости и качеству связи.

Благодаря высокой пропускной способности XGS-PON, телекоммуникационные компании могут подключить больше абонентов к одной оптической линии, что позволяет более эффективно использовать существующую инфраструктуру. Это особенно актуально для густонаселенных районов и крупных городов Казахстана.

Внедрение XGS-PON способствует снижению эксплуатационных затрат за счет использования пассивной оптической сети, не требующей питания на промежуточных узлах. Это уменьшает затраты на обслуживание и эксплуатацию сети, а также повышает её надежность.

Обеспечение высокоскоростного интернета для бизнеса и населения способствует повышению конкурентоспособности Казахстана на международной арене. Это привлекает иностранных инвесторов, стимулирует развитие цифровой экономики и создает новые возможности для бизнеса и инноваций.

Внедрение XGS-PON в Казахстане открывает новые перспективы для развития телекоммуникационной отрасли и улучшения условий жизни населения. Это не только средство повышения доступности высокоскоростного интернета, но и ключевой элемент в поддержке цифровой трансформации страны, способствующей её экономическому росту и конкурентоспособности на мировой арене.

Поэтому важно развитие данной технологии в нашей стране. Это обусловлено многими факторами.

3.2 Оценка экономической целесообразности

Переход на XGS-PON требует значительных капитальных вложений в сетевую инфраструктуру, включая:

- обновление оборудования: Приобретение нового OLT (Optical Line Terminal) и ONU (Optical Network Unit), способного поддерживать высокоскоростные соединения и обеспечивать симметричную передачу данных до 10 Gbps.

- модернизация оптоволоконной сети: Замена или апгрейд существующих оптоволоконных линий и аксессуаров для обеспечения соответствия требованиям нового стандарта.1. Стоимость внедрения. Первоначальные затраты на внедрение XGS-PON могут быть значительными, однако они окупаются за счет долгосрочных преимуществ, таких как снижение эксплуатационных расходов и увеличение пропускной способности сети. Важно провести детальный анализ затрат на оборудование, установку и обслуживание сети.

- тренинг и подготовка персонала: Обучение сотрудников оператора связи новым технологиям и процедурам эксплуатации сети.

Эти инвестиции оправданы перспективами роста клиентской базы, улучшения качества обслуживания и снижения операционных расходов в долгосрочной перспективе.

Внедрение XGS-PON обещает значительное снижение операционных расходов:

- эффективность сети: Улучшение спектральной эффективности передачи данных позволяет операторам связи обслуживать большее количество абонентов на той же инфраструктуре, что снижает затраты на поддержание сети.

- энергоэффективность: Более современное оборудование и оптимизированные сетевые процессы могут уменьшить энергопотребление, что в свою очередь снизит эксплуатационные издержки.

XGS-PON предоставляет операторам связи новые возможности для увеличения доходности:

- высокоскоростные услуги: Предоставление клиентам возможности подключения к высокоскоростным интернет-соединениям и мультимедийным сервисам высокого разрешения, что привлекает больше пользователей и увеличивает среднюю выручку с абонента.

- расширение сервисов: Возможность предложения новых цифровых сервисов, таких как IPTV, видеоконференции и облачные вычисления, увеличивает диверсификацию продуктов и потенциал для дополнительных доходных потоков.

XGS-PON не только улучшает текущие возможности сети, но и предоставляет стратегическое преимущество на будущее:

- гибкость и масштабируемость: Стандарт XGS-PON готов к интеграции с будущими технологиями и требованиями рынка, такими как расширенная реализация IoT и развитие умных городов.

- инновации и конкурентоспособность: Внедрение новых сервисов и технологий способствует повышению конкурентоспособности оператора связи и укреплению его позиции на рынке.

Переход на XGS-PON представляет собой стратегический шаг для операторов связи, направленный на повышение эффективности сети, расширение сервисов и улучшение финансовых показателей. Несмотря на значительные начальные инвестиции, потенциальные экономические и стратегические выгоды делают этот переход весьма целесообразным для долгосрочного развития бизнеса и удовлетворения растущих потребностей пользователей.

Внедрение XGS-PON способствует развитию цифровой экономики, что приводит к росту ВВП и созданию новых рабочих мест. Высокоскоростной интернет стимулирует развитие таких отраслей, как электронная коммерция, дистанционное обучение, телемедицина и облачные вычисления.

XGS-PON характеризуется высокой надежностью и устойчивостью к внешним воздействиям благодаря использованию пассивных оптических компонентов. Это снижает вероятность отказов и увеличивает время безотказной работы сети. Сеть XGS-PON легко масштабируется и адаптируется под растущие потребности пользователей. Это позволяет телекоммуникационным компаниям постепенно увеличивать емкость сети без значительных затрат на модернизацию. Совместимость с существующими технологиями. XGS-PON совместима с предыдущими поколениями PON технологий, что упрощает процесс модернизации существующей инфраструктуры и снижает затраты на внедрение.

Переход всего Казахстана на XGS-PON составляет примерно 60 000 000\$.

3.3 Примеры успешного внедрения XGS-PON

Внедрение XGS-PON в таких странах, как Южная Корея, Япония и США, показало значительные преимущества этой технологии. В Южной Корее XGS-PON активно используется для обеспечения высокоскоростного доступа к интернету в крупных городах, что способствует развитию цифровой экономики и улучшению качества жизни населения.

В Соединенных Штатах крупные телекоммуникационные компании, такие как AT&T и Verizon, активно внедряют XGS-PON для улучшения качества своих услуг. AT&T активно развивает свою оптоволоконную инфраструктуру, используя XGS-PON для предоставления высокоскоростного интернета и IPTV. Это позволяет компании предложить гигабитный интернет миллионам домохозяйств, что значительно повышает качество обслуживания клиентов и улучшает конкурентные позиции на рынке. В 2018 году Verizon начала развертывание XGS-PON в своих сетях, что позволило компании существенно повысить скорости передачи данных и пропускную способность сети. Это также стало основой для улучшения услуг 5G, что является стратегически важным шагом для развития современных телекоммуникационных услуг.

В Испании крупнейший оператор Telefonica (бренд Movistar) использует XGS-PON для модернизации своих сетей и повышения качества предоставляемых услуг. В 2018 году Telefonica начала масштабное развертывание XGS-PON, что позволило компании значительно улучшить качество интернет-услуг и IPTV. Это также помогло компании подготовиться к будущим вызовам, связанным с ростом числа подключенных устройств и увеличением объема передаваемых данных.

Япония, известная своим передовым уровнем технологий, также активно внедряет XGS-PON в своих телекоммуникационных сетях. NTT (Nippon Telegraph and Telephone). Крупнейший телекоммуникационный оператор Японии, NTT, использует XGS-PON для улучшения своих FTTH (Fiber to the Home) услуг. Внедрение этой технологии позволило компании предложить клиентам более высокие скорости интернета и подготовиться к увеличению спроса на цифровые сервисы в будущем.

Южная Корея, одна из ведущих стран в области интернет-технологий, также внедряет XGS-PON для модернизации своей инфраструктуры. KT активно обновляет свою телекоммуникационную инфраструктуру, используя XGS-PON для предоставления гигабитного интернета. Это позволяет компании значительно повысить качество услуг и поддерживать лидирующие позиции на рынке телекоммуникаций.

Примеры успешного внедрения XGS-PON в различных странах показывают, что эта технология играет ключевую роль в модернизации телекоммуникационной инфраструктуры и повышении качества предоставляемых услуг. Внедрение XGS-PON позволяет компаниям предложить клиентам более высокие скорости интернета и подготовиться к будущим вызовам, связанным с увеличением объемов данных и числа подключенных устройств.

Для успешного внедрения XGS-PON в Казахстане необходимо учитывать специфические условия страны, такие как географические особенности и плотность населения. Опыт других стран может быть использован для адаптации технологий и разработки стратегий, направленных на эффективное внедрение XGS-PON в условиях Казахстана.

Внедрение XGS-PON в Казахстане представляет собой важный шаг на пути к развитию современной телекоммуникационной инфраструктуры. Высокая скорость и надежность связи, экономическая целесообразность и успешный опыт других стран делают XGS-PON привлекательной технологией для Казахстана. Адаптация и внедрение этой технологии в условиях страны будут способствовать повышению качества жизни населения и развитию цифровой экономики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование параметров производительности XGS-PON и его внедрение в Казахстан представляют собой актуальную и стратегически значимую задачу в современной телекоммуникационной индустрии. XGS-PON (Extended Symmetrical Passive Optical Network) представляет собой эволюцию технологии GPON, обеспечивающую значительное увеличение пропускной способности оптических сетей.

Исследование параметров производительности XGS-PON включает в себя анализ таких ключевых характеристик, как пропускная способность, задержка, коэффициент битовых ошибок (BER), мощность сигнала и эффективность использования полосы пропускания. Эти параметры существенны для оценки эффективности и надежности сети при передаче высокоскоростных данных.

Внедрение XGS-PON в Казахстане имеет несколько значимых преимуществ. Во-первых, это увеличение пропускной способности сетей, что позволит предоставлять пользователям более высокоскоростной доступ в интернет и улучшенные услуги цифрового телевидения. Во-вторых, модернизация сетевой инфраструктуры способствует развитию цифровой экономики и повышению конкурентоспособности страны.

Однако внедрение XGS-PON также включает ряд вызовов. Среди них высокие первоначальные инвестиции, необходимость тщательного планирования и координации между телекоммуникационными операторами и государственными органами. Решение этих проблем потребует разработки и реализации комплексных стратегий, включая финансовую поддержку, обучение кадров и юридическое регулирование.

В заключение, исследование параметров производительности XGS-PON и его внедрение в Казахстане представляют собой перспективное направление развития телекоммуникационной отрасли, способствующее улучшению качества жизни граждан и развитию цифровой инфраструктуры страны. Однако успешная реализация требует системного подхода, компетентности и сотрудничества всех участников процесса.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие термины с соответствующими определениями:

XGS-PON – как 10-гигабитная симметричная пассивная оптическая сеть, представляет собой обновленный стандарт для технологии передачи данных по оптоволоконной сети (PON), которая поддерживает высокоскоростную симметричную передачу данных со скоростью 10 гигабит в секунду (Гбит/с).

ООО «Предприятие Элтекс» – телекоммуникационная компания и разработчики;

OLT– Оптический линейный терминал (OLT) — это устройство центрального офиса, служащее узлом связи оптоволоконной сети;

ONT – терминал оптической сети, самое терминальное устройство FTTH;

VLAN – дословно расшифровывается как Virtual Local Area Network, или виртуальная локальная сеть.;

IEEE – Институт инженеров электротехники и электроники (IEEE) — некоммерческая инженерная ассоциация из США, которая разрабатывает широко применяемые в мире стандарты по радиоэлектронике, электротехнике и аппаратному обеспечению вычислительных систем и сетей.;

TACACS+ – Сеансовый протокол, результат дальнейшего усовершенствования TACACS, предпринятого Cisco. Улучшена безопасность протокола, а также введено разделение функций аутентификации, авторизации и учёта, которые теперь можно использовать по отдельности;

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 D. L. Donoho, "Compressed sensing," *IEEE Trans. Inf. Theory*, vol. 52, no. 4, pp. 1289–1306, 2006.
- 2 E. J. Candes, J. Romberg, and T. Tao, "Robust uncertainty principles: Exact signal reconstruction from highly incomplete frequency information," *IEEE Trans. Inf. Theory*, vol. 52, no. 2, pp. 489–509, 2006.
- 3 E. J. Candes and T. Tao, "Decoding by linear programming," *IEEE Trans. Inf. Theory*, vol. 51, no. 12, pp. 4203–4215, Dec. 2005.
- 4 A. L. Goldberger, L. A. Amaral, L. Glass, J. M. Hausdorff, P. C. Ivanov, R. G. Mark, J. E. Mietus, G. B. Moody, C.-K. Peng, and H. E. Stanley, "Physiobank, physiotoolkit, and physionet: components of a new research resource for complex physiologic signals," *Circulation*, vol. 101, no. 23, pp. E215–20, 2000.
- 5 Z. Gao, L. Dai, S. Han, I. Chih-Lin, Z. Wang, and L. Hanzo, "Compressive sensing techniques for next-generation wireless communications," *IEEE Wireless Commun.*, vol. 25, no. 3, pp. 144–153, 2018.
- 6 Z. Gao, L. Dai, W. Dai, B. Shim, and Z. Wang, "Structured compressive sensing-based spatio-temporal joint channel estimation for FDD massive MIMO," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 64, no. 2, pp. 601–617, 2016.
- 7 L. Dai, B. Wang, Y. Yuan, S. Han, I. Chih-Lin, and Z. Wang, "Nonorthogonal multiple access for 5G: solutions, challenges, opportunities, and future research trends," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 53, no. 9, pp. 74–81, 2015.
- 8 Z. Qin, Y. Gao, and C. G. Parini, "Data-assisted low complexity compressive spectrum sensing on real-time signals under sub-Nyquist rate," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 15, no. 2, pp. 1174–1185, 2016.
- 9 S. Gishkori, V. Lottici, and G. Leus, "Compressive sampling-based multiple symbol differential detection for UWB communications," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 13, no. 7, pp. 3778–3790, 2014.
- 10 Системы цифровой радиосвязи, Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. -2005.

РЕЦЕНЗИЯ

На магистерскую работу
Қанат Аружан

7М06201– Телекоммуникация

На тему: «Исследование параметров производительности и внедрение XGS-PON LTX-8 в Казахстане»

ЗАМЕЧАНИЕ К РАБОТЕ

В работе магистранта Қанат Аружан описываются XGS-PON LTX-8 в Казахстане и повышение их эффективности.

Первая глава включает в себя обзор технологии XGS-PON, основные преимущества XGS-PON.

Во второй главе подробно рассматривается исследование параметров производительности XGS-PON.

Третья глава посвящена примеру успешного внедрения XGS-PON.

В заключительной части работы представлены результаты внедрения XGS-PON и его внедрение в Казахстане представляют собой перспективное направление развития телекоммуникационной отрасли, способствующее улучшению качества жизни граждан и развитию цифровой инфраструктуры страны.

Оценка работы

Магистрант Қанат Аружан демонстрирует высокий уровень теоретических знаний и практических навыков в области передачи данных по XGS-PON. Работа выполнена согласно техническому заданию, и все стандарт университета по написанию диссертационных работ соблюдены.

Магистерская работа имеет высокую научную и практическую значимость, что подтверждается глубоким анализом и экспериментальными исследованиями.

Диссертационная работа Қанат Аружана может быть рекомендована к защите с присвоением ей академической степени магистра техники и технологии по образовательной программе 7М06201 «Телекоммуникации» и оценивается на оценку 75 (хорошо).

Рецензент:

Доктор PhD, проректор по учебно-методической работе
АО «Казахского университета
технологии и бизнеса им. К. Кулажанова»

«___» _____ 2024 г.



Жамангарин Д.

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на магистерскую диссертацию

Қанат Аружан

7M06201 – Телекоммуникации

Тема: «Исследование параметров производительности и внедрение XGS-PON
LTX-8 в Казахстане»

Магистерская диссертация построена следующим образом: введение, обзор существующих систем управления радиосвязью и выбор элементной базы, принципы работы устройства ONU, OLT, основные преимущества XGS-PON, выводы, список литературы.

На данный момент самым распространенным, в то же время надежным видом технологии для многофункционального широкополосного доступа в интернет является GPON. Это удобная, в то же время экономический выгодная для операторов, обеспечивающая эффективное использование сети технология. Так как мир стремительно развивается, развиваются и создаются новые технологии. На сегодняшний день новейшая технология XGS-PON, которая передает данные со скоростью в 10G. В ходе данного исследования были проанализированы параметры производительности XGS-PON, а так же рассчитан бюджет по внедрению в Казахстан.

Основные выводы содержатся в заключении.

Диссертационная работа Қанат Аружан может быть рекомендована к защите с присвоением ему академической степени магистра техники и технологии по образовательной программе 7M06201 Телекоммуникации и оценивается на оценку 75 (хорошо).

Научный руководитель:
ассоц-профессор, к.э.н.



Куттыбаева А.Е.

«17» 06 2024 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Канат Аружан

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Исследование параметров производительности и внедрение XGS-PON LTX-8 в Казахстане

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 6.8

Коэффициент Подобия 2: 3.7

Микропробелы: 4

Знаки из других алфавитов: 2

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

Обоснование:

18.06.2024
Дата


Марксун е
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 Плагияттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Қанат Аружан

Тақырыбы: Исследование параметров производительности и внедрение XGS-PON LTX-8 в Казахстане

Жетекшісі: Айнур Куттыбаева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 6.8

2-ұқсастық коэффициенті (5): 3.7

Дәйексөз (35): 0.7

Өріптерді ауыстыру: 2

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 4

Ақ белгілер: 0

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

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

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

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

Негіздеме:

18.06.2024
Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Канат Аружан

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Исследование параметров производительности и внедрение XGS-PON LTX-8 в Казахстане

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 6.8

Коэффициент Подобия 2: 3.7

Микропробелы: 4

Знаки из других алфавитов: 2

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

Обоснование:

18.06.2024,
Дата

Заведующий кафедрой

