

Торайғыров университетінің  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Торайғыров университета

---

# Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



# ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия  
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 3 (2020)

---

Павлодар

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**  
**Вестник Торайгыров университета**

**Энергетическая серия**  
выходит 4 раза в год

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания

KZ19VRY00029272

выдано

Министерство информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

публикация материалов в области электроэнергетики,  
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных  
и информационных систем, электромеханики  
и теплоэнергетики

**Подписной индекс – 76136**

---

**Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.

*к.т.н., доцент*

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

**Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*  
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*  
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*  
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*  
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*  
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*  
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*  
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

<https://doi.org/10.48081/PZRA9063>

**Г. И. Мухамедрахимова, К. У. Мухамедрахимов,  
А. С. Толегенова, Л. А. Соболева**

Евразийский Национальный Университет имени Л. Н. Гумилева  
Республика Казахстан, г. Нур-Султан  
Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,  
Республика Казахстан, г. Нур-Султан

## **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ GPON НА ПРИМЕРЕ НОВЫХ ФОРМИРУЮЩИХСЯ РАЙОНАХ КАЗАХСТАНА**

*В статье рассмотрены основные пути организации сети GPON на примере новых формирующихся районах Казахстана. Дан детальный анализ развития широкополосного доступа оптической сети GPON, рассмотрены: характерные черты технологии пассивной оптической сети для новых формирующихся районов Казахстана.*

*Ключевые слова: гигабитная пассивная оптическая сеть, оптические кабели, компоненты оптических сетей и систем.*

### **Введение**

На основе обзора перспектив развития GigabitPassiveOpticalNetwork (GPON) в Казахстане, сделан анализ характеристик технологии GPON и изучена конструкция пассивной оптической сети PON для проектирования магистрального участка на примере высотных домостроений. Рассмотрены примерные расчеты основных характеристик.

В мировой практике наименование TriplePlay приобрело достаточно значимый уровень в предоставлении ключевых инфокоммуникационных услуг (интернет, телефония и телевидение) для многих крупнейших операторов связи. Исследования показали, что предоставление услуг TriplePlay и HDTV, пропускная способность каналов должны составлять не менее 20 Мбит/с. Технологии достаточно высокоскоростного доступа xDSL и Ethernet, предоставляющие такую скорость передачи информации, используют медные кабели на небольшие расстояния.

Согласно анализу исследования специалистов, для предоставления услуг TriplePlay (в том числе HDTV) каналы вплоть до абонентов обязаны

обладать пропускной способностью примерно до 20 Мбит/с. Известные технологические процессы высокоскоростного доступа xDSL и Ethernet способны предоставлять такую скорость передачи информации, но только по медным кабелям, и совсем не на большие расстояния. Так как одной из наиболее популярной и пользующейся технологией в мире считается технология пассивной оптической сети – сети PON, то данная технология предназначена для оптической распределительной сети доступа и главным вариантом PON на сегодня считается технология гигабитной пассивной оптической сети GPON.

#### **Материалы и методы:**

Результаты исследования показали, что в настоящее время рассматривать прокладку оптической сети в новых районах или реконструкцию старых районов становится весьма актуально, так как оптические сети обладают рядом серьезных превосходств перед сетями, выстроенными на основе обыкновенного коаксиального или медного кабеля. Они обеспечивают высокие скорости передачи информации на огромные дистанции и при этом совершенно нечувствительны к перекрестным наводкам и электромагнитным помехам.

#### **Результаты и обсуждение:**

Выбор построения в новых формирующихся районах Казахстана гигабитной пассивной оптической сети PON, значительно снизит расходы на дальнейшую эксплуатацию и установку оборудования. Сопряжено это с тем, что в самой технологии применяются в основном пассивные элементы, не нуждающиеся в отдельном питании, однако при этом отвечающие самым последним условиям к сетям передачи информации. На сегодняшний день все больше продвигаются услуги, технологически требующие наиболее высокой скорости передачи информации.

Ни для кого не секрет, что сеть PON в любом новом районе города сможет обеспечить качественную телефонную связь с огромной возможностью подключения современного IP-телефона с расширенным комплектом функций, с безграничным числом номеров по одной линии и предоставлением возможности сохранять номер при переезде. PON непосредственно открывает возможность организовывать видеонаблюдение в режиме настоящего времени, что тоже очень актуально в сегодня.

Поэтому, особого внимания требуют проблемы построения в любом новом строящемся микрорайоне новой сети с вводом услуг TriplePlay, которая состоит в том, что в некоторых крупных городах Казахстана зачастую нет возможности массово предоставлять одновременно несколько услуг абонентам нового района посредством xDSL. Тогда данный функционал возможно реализовать на базе технологии GPON, причем

прокладка оптоволоконной линии можно проводить до квартир, что является отличным показателем его хорошего качества.

Применив GPON-технологии в новых формирующихся районах Казахстана и имея возможность реконструировать старые районы, наша страна с уверенностью может применять новые технологий, развивать их, давая возможность жителям оценить необходимость перехода к технологиям пассивной оптической сети. Проект базируется на своде процедур и инструкций, включающих в себя методики разных стран, введение которых разрешит добиться нового уровня реализации технологии GPON в Казахстане.

Практической значимостью ообсуждаемого вопроса является возможность построения GPON в совершенно новых районах города, а также возможность реконструировать и старые районы городов Казахстана. Рассмотрены возможные способы и методы прокладки оптического волокна до квартир. Построение сети GPON даст возможность получить доступ к современным высококачественным телекоммуникационным услугам на основе широкополосного доступа.

Нами обсуждается имитационная модель прокладки GPON в новых формирующихся районах Казахстана, а полученные результаты анализа дадут возможность проводить оценки главных показателей качества и обслуживания всех видов предоставляемых услуг. Результаты исследования будут продолжены в дальнейших исследованиях по реконструкции и внедрении новых оптических сетей GPON.

Выводы: научной новизной исследования являются вопросы построения GPON на примере новых строящихся районах Казахстана строящемся районе, разработки принципов и подходов для реконструирования старых районов с применением технологий пассивной оптической сети. Анализ и разрабатываемая имитационная модель базируется на своде процедур и инструкций, включивших в себя методики разных стран, введение которых разрешит добиться нового уровня реализации технологии GPON в Казахстане.

Анализ развития технологии технология Gigabit Passive Optical Network (GPON) в Казахстане показал, что одним пунктом из долгосрочных перспектив развития новых технологий целесообразно рассматривать широкополосный доступ (ШПД), который стоит на пороге полного перехода от кабелей, содержащих медную жилу к совершенно новым оптическим кабелям, которые дают возможность поддерживать высочайшие скорости для формирования современных услуг. Можно утверждать, в нашей стране ожидается – со временем на смену такой популярной технологии как ADSL2+ придет технология GPON. Благодаря

технологии GPON в стране может улучшиться цифровое неравенство между городами и селами.

Основными достоинствами гигабитной пассивной оптической сети являются рекордные скорости доступа к сети интернет до одного гигабита в секунду, а расстояние оптоволоконного кабеля может достигать двадцати километров, и это не предел, так как уже сегодня ведутся разработки по улучшению этих показателей до шестидесяти километров. Технология GPON базируется на эталонной модели G.984.4, над которой ведутся постоянные работы по усовершенствованию интерфейсов в системе PON.

Основными достоинствами технологии GPON можно выделить: высокую скорость передачи информации и незначительное энергопотребление. У технологии GPON присутствуют и недостатки некоторых характеристик технологии GPON.

На сегодняшний день технология GPON в Казахстане находится на начальном рубеже развития. Отечественные компании активно работают, над освоением технологии и уже сегодня применение технологии GPON позволило компании Казахтелеком повысить присутствие широкополосного интернета и ввести огромный ассортимент новейших высокоскоростных услуг TriplePlay (три в одном) в стране. Необходимо также учесть, что сегодня в строящихся районах городов возможно отказаться от устаревших медных кабелей, и прибегнуть к использованию уже новой технологии пассивных оптических сетей, так как технология GPON полностью отвечает всем требованиям высокоскоростного доступа к сети интернет, выстроенным на сегодняшний день, а также имеет огромный потенциал для развития новых технологий связи в будущем. Анализ показал, что уже завершены монтажные работы и приняты в эксплуатацию в некоторых городах страны технологии GPON, рассчитанные на 170962 абонентских портов [1]. Данные статистики страны показывают, что из каждых ста казахстанцев доступ к высокоскоростному интернету могут получить пятнадцать.

Рассматривая ситуационный план в мире можно отметить, что самым известным способом подключения к широкополосному доступу в мире считается xDSL технология, на долю этой технологии приходится 63 % подключений, на FTTx технологию 16 % и около 4 % подключений к широкополосному доступу в мире удалось реализовать благодаря технологии DOCSIS. Необходимо отметить, что операторы во многих странах мира продолжают эксплуатировать медные сети доступа с технологией ADSL.

Количество подключений технологии GPON в мире по состоянию на первый квартал 2017 года составлял 17.6 млн. ОАЭ – единственную страну с большим потенциалом использования технологии GPON на 56 %, Япония – с показателями 26 % и Южная Корея с 16 %, Россия содержит примерно

0,5 %. По мнению ведущих экспертов мира, одним из цивилизованных по степени проникновения технологии GPON считается рынок Швеции – 45 [2].

Исследования показали [3, 4], что Казахстан в данный момент находится на первоначальных стадиях внедрения технологии GPON и по сценарию внедрение и развитие новых технологий принесет огромную пользу для развития страны в целом.

Анализ потенциала и возможностей сетей PON в Казахстане. оптическое волокно как уникальная среда, обладающая фактически не имеющей ограничений пропускной способностью, может предоставить высокоскоростную полосу пропускания для широкополосного доступа в интернет абонентам АО «Казахтелеком», что даст возможность создать дополнительный стимул для развития отечественного контента в сети интернет, позволит развивать новые интерактивные сервисы, фактически без ограничений, такие как интернет, шопинг, видеонаблюдение в режиме реального времени и приступать к реализации умного города. Множественное увеличение скорости услуг широкополосного доступа в Казахстане даст возможность перейти на совершенно новый этап предоставления услуг и позволит предоставлять абонентам, государственным структурам огромное множество инновационных сервисов, изменяющих существующие понятие о стиле жизни в обществе.

Сегодня уже всем известно, что оптоволоконные сети находят свое применение для передачи данных, в основе которых используется два волокна, одно непосредственно для передачи, а второе – для приема, и подходят они для организации только двухточечных соединений [5].

Проводя небольшое сравнение волокна с проводным Ethernet, который в своей основе содержит четыре, а то и восемь витых медных пар, достигая диаметром до полмиллиметра каждый. С уверенностью можно сказать, что волокно по своим качествам значительно превосходит медные провода, и действительно эта технология содержит в себе грань новых будущих технологий способных повлиять на качество сети. Поэтому сейчас в стране планируется масштабно развивать услуги широкополосного доступа [6] и АО «Казахтелеком» высоко оценивает потенциал использования оптоволоконного кабеля.

В качестве примера можно взять, прописанные в проекте строительства нового района, конструкцию многоэтажных домов, где жилые комплексы не будут сильно отличаться друг от друга строением, только внешним дизайном, поэтому без каких либо сомнений, для примера нами был исследован один жилой комплекс из нескольких жилых домов для построения сети GPON.

Основная прокладка кабеля магистрального участка должны проводиться уже в существующей кабельной канализации города, и для организации

GPON в таком жилом комплексе нового района в квадрате десяти, двадцати домов, потребуется установить два оптических неподвижных терминала OLT LTP-8X. В качестве оборудования предлагается установить несколько оптических модулей SFP, выгодно проложить в новый район, в кабельной канализации по два, восемь волоконных оптических кабелей с одномодовым волокном и сглаживаемой дисперсией, со скоростью передачи данных 2.5 Гбит/сек. В дальнейшем в новом районе каждый из волокон можно будет распределять до оптической распределительной коробки внутри каждого жилого дома, на которые, в свою очередь, можно устанавливать распределители с определенным коэффициентом.

Вся конструкция пассивной оптической сети GPON традиционно может складываться в основном из трех главных участков: Первый участок – станционный, на котором можно выделить оборудование OLT, оптический кросс с высокой плотностью. Второй участок – линейный, на котором можно выделить волоконно-оптический кабель, муфты, шкафы, распределительные коробки, разветвители, все перечисленные компоненты находятся между станционными и абонентскими участками. Третий участок, это абонентский, то есть, это индивидуальное пользовательское распределение одноволоконных оптических кабелей от компонентов, которые распределяют устройства непосредственно до оптических розеток и пользовательского оборудования ONT внутри квартиры [7].

Конструкцию пассивной оптической сети можно охарактеризовать следующим образом. Первый участок является станционным, т.е. все активное оборудование, предназначенное для первого участка, должно быть расположено в центральных сетевых узлах или непосредственно в помещении АТС, которая обычно находится в районе обслуживания и устанавливает зону масштаба сетей GPON.

Также отметим, что благодаря оборудованию OLT возможно связать окончное оборудование всех пользователей с сетью, и тем самым предоставлять услуги TriplePlay для пользователей [3]. Линейный порт OLT оборудования может подключаться к оптическим кроссам с высокой плотностью ODF, с использованием оптических шнуров в виде патчкорда или мультипатчкорда, при этом длина каждого оптического шнура должен рассчитываться строго от протяженности всей трассы от нуля точки ODF до нуля точки OLT плюс ко всему этому распределяется запас [8]. Следует отметить, что запас по ODF равняется пяти метрам, а по OLT от нуля точек согласно рекомендациям самой компаний производителей.

### **Выводы**

Особенности построения сети GPON базируется на своде процедур и инструкций, включающих в себя методики разных стран, введение опыта



которых разрешит добиться нового уровня в реализации технологии GPON.

Непрерывно работая над разработкой, которые посвящены реконструкции и проектированию сети GPON в районах нашей страны, нами предполагается в несколько этапов приблизиться к созданию и расширению умных городов в стране, которые непременно будут объединены в городские кластеры.

Для этого выбор оборудования традиционный, которые могут быть использованы для организации всей системы. Также стоит отметить, что из-за архитектуры будущих домов, а также из дизайнерских соображений, при разработке предлагаются несколько вариантов разного оборудования:

Среди основных элементов пассивной оптической сети, можно выделить такие компоненты как, оптические кабели, при строительстве сети GPON, нам потребуются кабели, магистральные, распределительные и абонентские. Стоит отметить, что среди требуемых компонентов для организации сети, также являются разные оптические соединители, разветвители или как еще их называют сплиттеры, кроме того, муфты для сетей PON считаются одним из связующих компонентов сети, без которого нельзя обойтись. Под таким обозначением также, можно назвать оптические кроссы ODF OLT, распределительные шкафы и коробки ОПШ, ОКР. Абонентские розетки и аттенуаторы и мультиплексоры WDM, также являются связующим звеном всей системы. Все компоненты, представлены в проекте, на основе которых строиться сеть. В результате чего были исследованы и представлены основные параметры главных элементов сети, в которых были выделены основные компоненты, требуемые при проектировании GPON на примере новых формирующихся районах Казахстана. В дальнейших исследованиях будет обсуждаться каждый выбранный компонент сети с соответствующими им параметрами, которые показывают эффективность использования результатов данного исследования.

### **Список использованных источников**

- 1 Указ президента РК от 8 января 2013 г. – № 464.
- 2 Технология GPON. Развитие за рубежом. [Электронный ресурс]. – <http://www.web.jpou.ru>.
- 3 Правила построения, строительства, приемки и эксплуатации линейных сооружений пассивных оптических сетей. Стандарт. – АО «Казактелеком», 2012. – С. 8–10.
- 4 Стандарт ITU – T. [Электронный ресурс]. – <http://www.itu.int.ru>.
- 5 **Петренко, И. И., Убайдуллаев, Р. Р.** Пассивные оптические сети PON. – 2008. – С. 1–5.

6 Комплексное решение для построения телекоммуникационных сетей. Широкополосный доступ. [Электронный ресурс]. – www.eltexalatav.kz.

7 **Нетес, В. А.** Основы теории надежности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Нетес В. А. – Электрон. текстовые данные. – М. : Московский технический университет связи и информатики, 2014. – 73 с. – Библиогр. : С. 14–18. – ISSN 2227-8397.

8 Руководящий документ единой сети телекоммуникаций РК. Общее положение и концептуальные основы развития ЕСТ РК. – 2004. – С. 11–19.

9 **Васильев, А. В., Соловьев, С. П., Кучерявый, А. Е.** Системно-сетевые решения по внедрению технологии NGN на российских сетях связи // Электросвязь. – 2009. – № 3. – 200 с.

10 **Белкин, М. Е.** Компоненты волоконно-оптических систем. – 2005. – 245 с.

## References

1 QR Prezidentiniń 2013 jylǵy 8 qańtardaǵy № 464 Jarlyǵy [Decree of the President of the Republic of Kazakhstan] [Text] No. 464 dated January 8, 2013.

2 GPON tehnologiasy. Shetelde damytý. [GPON Technology. Development abroad] [Text]. [Electronic resource]. – <http://www.web.jpou.ru>.

3 Pasivti optikalıq jelilerdiń jelilik qurylystaryn salý, salý, qabyldaý jáne pıdalaný erejeleri. Standart. [Rules for construction, construction, acceptance and operation of linear structures of passive optical networks ] [Text]. – «Qazaqtelekom» AQ 2012. – P. 8–10.

4 Itu standarty-T. [ITU – t standard] [Text] [Electronic resource]. – <http://www.itu.int.ru>.

5 **Petrenko, I. I., Ubadullaev, R. R.** Pon pasivti optikalıq jelileri [Passive optical networks PON] [Text]. – 2008. – 1–5 bastap.

6 Telekomýnikasiyaq jelilerdi qurý úshin keshendi sheshim. Keńjolaqta qatynaý [A complete solution for the design of telecommunication networks] [Text]. Broadband access. [Electronic resource]. – www.eltexalatav.kz.

7 **Netes, V. A.** Senimdilik teoriasynyń negizderi : oqý quraly [Fundamentals of reliability theory] [Electronic resource] : textbook] Netes V. A. – Electron. text data. – Moscow : Moscow Technical University of Communications and Informatics – 2014. – 73 p. – Bibliogr. : P. 14–18. – ISSN 2227-8397.

8 QR Biryńǵaı telekomýnikasiya jelisiniń basqarıshy qujaty. Jalpy ereje jáne QR BTJ damytýdyń tujyrymdamalyq negizderi [Guidance document of the unified telecommunications network of the Republic of Kazakhstan. General position and conceptual framework for the development of ETS RK] [Text]. – 2004. – P. 11–19.

9 Vasiliev, A. V., Solovyov, S. P., Kucheryavy, A. E. Reseilik baılanys jelilerinde NGN tehnologiasyn engizý boıynsha júelik-jelilik sheshimder. [System-network solutions for implementing NGN technology on Russian communication networks] [Text] // Elektrobailanys. – 2009. – № 3. – 200 b.

10 Belkin, M. E. Talshyqty-optikalıq júelerdin komponentteri [Components of fiber-optic systems] [Text]. – 2005. – 245 p.

Материал поступил в редакцию 30.09.20.

*Г. И. Мухамедрахимова<sup>1</sup>, К. У. Мухамедрахимов<sup>2</sup>, А. С. Толегенова<sup>3</sup>, Л. А. Соболева<sup>4</sup>*

**Қазақстанның жаңа салынып жатқан аудандарының мысалында GPON желісін құрудың кейбір ерекшеліктері**

<sup>1</sup>Л. Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.;

<sup>2,3,4</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ Агротехникалық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

Материал 30.09.20 баспаға түсті.

*G. I. Mukhamedrakhimova<sup>1</sup>, K. U. Mukhamedrahimov<sup>2</sup>, A. S. Tolegenova<sup>3</sup>, L. A. Soboleva<sup>4</sup>*

**Some features of constructing a GPON network on the example of new forming areas of Kazakhstan**

<sup>1</sup>L. N. Gumilyov Eurasian National University,  
Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan;

<sup>2,3,4</sup>S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,  
Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan.

Material received on 30.09.20.

*Мақалада, Қазақстанның жаңа салынып жатқан аудандарының мысалында, GPON желісін ұйымдастырудың негізгі жолдары қарастырылады. GPON оптикалық желісіне кеңжолақты қатынауды дамытудың егжей-тегжейлі талдауы келтірілген: Қазақстанның жаңа дамып келе жатқан аймақтарына арналған пассивті оптикалық желі технологиясының сипаттамалары.*

*Кілтті сөздер: гигабиттік пассивті оптикалық желі, оптикалық кабельдер, оптикалық желілер мен жүйелердің компоненттері.*

*The article discusses the main ways of organizing a GPON network using the example of new emerging regions of Kazakhstan. A detailed analysis of the development of broadband access of the GPON optical network is given, the following are considered: characteristic features of the passive optical network technology for new emerging regions of Kazakhstan.*

*Keywords: Gigabit Passive Optical Network, optical cable, components of optical networks and systems.*

Теруге 30.09.2020 ж. жіберілді. Басуға 14.10.2020 ж. қол қойылды.  
Электронды баспа  
2,99 Мб RAM  
Шартты баспа табағы 23,30. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.  
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы  
Корректор: А. Р. Омарова  
Тапсырыс № 3707

Сдано в набор 30.09.2020 г. Подписано в печать 14.10.2020 г.  
Электронное издание  
2,99 Мб RAM  
Усл. печ. л. 23,30. Тираж 300 экз. Цена договорная.  
Компьютерная верстка: А. Елемесқызы  
Корректор: А. Р. Омарова  
Заказ № 3707

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған  
«Торайғыров университет»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы  
«Торайғыров университет»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.  
8 (7182) 67-36-69  
e-mail: kereku@tou.edu.kz  
www.vestnik.tou.edu.kz