

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 2 (2023)

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
№ 14310-Ж

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

<https://doi.org/10.48081/ABAC7746>

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

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/SVLH7840>

***М. Ж. Мусагажинов¹, А. Д. Мехтиев²**

^{1,2}Казахский агротехнический исследовательский университет
имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Астана

*e-mail: musagazhinov@bk.ru

ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ВОЛС

Низкая своевременность эксплуатации и технического обслуживания в определенной степени снижает надежность эксплуатации и технического обслуживания сетевых коммуникаций, поэтому особенно актуальным является изучение технологии эксплуатации и технического обслуживания сетевых коммуникаций, основанной на больших данных.

Проблемы, связанные с обеспечением контроля за техническим состоянием конструкций особо ценных зданий и сооружений – объектов культурного наследия, существовали всегда, и их возможным решением на сегодняшний день является внедрение значительного прогресса в области инновационных технологий, программного и аппаратного обеспечения, разработка эффективных алгоритмов сбора и обработки информации. Одной из таких проблем является мониторинг технического состояния объектов культурного наследия в режиме реального времени.

Проверка технического состояния таких объектов является периодической при отсутствии непрерывного мониторинга технического состояния конструкций, ответственных за несущую способность здания или сооружения в целом.

В этой статье описывается разница между несколькими различными режимами передачи в области оптоволоконной связи и обсуждаются связанные с этим факторы, которые ограничивают надежность и своевременность сети передачи по оптоволокну. На этой основе в данной статье анализируется возможность интеграции технологии больших данных и оптоволоконной сети, а также перечисляются типичные области применения технологии

больших данных в оптоволоконной сети, что обеспечивает новое направление мышления для мониторинга производительности и обслуживания эксплуатации оптоволоконной сети передачи информации.

Ключевые слова: оптическая сеть, технологии, передача информации, интеллектуальная система, техническое обслуживание.

Введение

Волоконная оптика – это метод передачи информации с использованием оптических волокон. Оптическое волокно – это тонкая нить из стекла или пластика, которая служит средством передачи, по которому передается информация. Таким образом, он выполняет ту же основную функцию, что и медный кабель, передающий телефонный разговор, компьютерные данные или видео. Однако, в отличие от медного кабеля, оптическое волокно переносит свет вместо электронов. При этом он обладает множеством неоспоримых преимуществ, которые делают его предпочтительным средством передачи информации.

В зависимости от области применения схема передатчика и приемника может быть очень простой или довольно сложной. Другие компоненты, составляющие волоконно-оптическую систему передачи, такие как ответвители, мультиплексоры, оптические усилители и оптические коммутаторы, обеспечивают средства для построения более сложных линий связи и коммуникационных сетей. Однако передатчик, оптоволоконно и приемник являются основными элементами в каждой волоконно-оптической системе.

Помимо простого соединения, волоконно-оптическая среда является фундаментальным строительным блоком для оптической связи. Большинство электрических сигналов могут быть переданы оптически. Было изобретено много оптических компонентов, позволяющих обрабатывать сигналы оптически без электрического преобразования. При этом, одна из целей оптической связи состоит в том, чтобы иметь возможность работать полностью в оптической области от конца системы до конца эксплуатации. Оптоволоконная связь отличается от традиционной телекоммуникационной связи, и между ними существуют существенные различия [1]. Технология волоконно-оптической связи достигает цели передачи информации, используя оптическое волокно, состоящее из оптического волокна, в качестве носителя передача информации. Телекоммуникационная технология использует высокочастотную световую волну в качестве носителя для передачи информации. Режим оптоволоконной связи обладает несравнимыми преимуществами в полосе частот передачи и пропускной способности связи, что делает его глубоко интегрированным со всеми аспектами производства и жизни человека.

Одним из наиболее важных параметров для количественной оценки уровня повреждений в бетонной конструкции является наличие трещин. Поведение при растрескивании и контроль ширины трещин являются важными факторами при проектировании бетонных конструктивных элементов. В настоящее время большинство составов для оценки и контроля ширины трещины изначально были разработаны для трещин при растяжении и изгибе. В конкретном случае касательных напряжений не существует конкретной методологии для оценки ширины трещины сдвига в бетонных элементах [1]. Это происходит потому, что механизм диагонального растрескивания не перпендикулярен вертикальное армирование и оно более сложное, чем осевое растрескивание или растрескивание при изгибе [2]. Несколько методик оценки ширины трещин сдвига в бетонных элементах основаны на нескольких экспериментальных и аналитических исследованиях [6, 7, 9]. Однако для получения экспериментальных данных в этих составах во время и после испытания необходимо выполнить несколько ручных действий и наблюдений, таких как отслеживание рисунка трещин маркировочным пером или измерение прогрессии ширины трещин с помощью визуальных методов. Важно учитывать последствия, поскольку несколько во всех этих действиях могут возникать ошибки измерения. В этой статье предложен способ получения средней ширины трещины сдвига в бетонных конструкциях с использованием экспериментальных данных, полученных с помощью распределенного оптоволоконного датчика (DOFS), подключенного к системе оптического рефлектометра с обратным рассеянием (OBR). В настоящее время аналогичные методы DOFS применяются для изучения нескольких инженерных задач [10,11].

Материалы и методы

На протяжении многих лет, по мере того как волоконно-оптические коммуникации росли и изменялись, существовало много различных типов соединителей. Сегодня существует четыре распространенных типа соединителей, которые используются в большинстве волоконно-оптических приложений. В [6] отмечено, что, в отличие от балки 1–2 (рисунок 1), в которой первые трещины были обнаружены на горизонтальных участках, и только при более высоких уровнях нагрузки трещины появились на вертикальных участках, в балке 1–3 трещины появляются в обоих направлениях практически одновременно. Результаты показывают осуществимость предложенного метода при расчете ширины трещины сдвига по сравнению с результатами, полученными с помощью традиционных приборов.

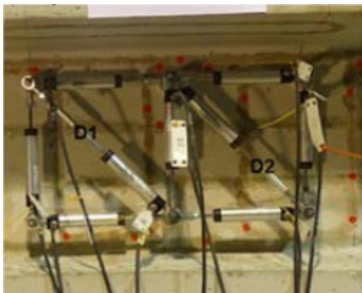


Рисунок 1 – Диагональные потенциометры луча

В соответствии с потребностями системы используется унифицированная система онлайн-мониторинга оптического кабеля, основанная на интеллектуальном облачном программном обеспечении. Система мониторинга состоит из центрального сервера и нескольких распределенных хостов. Каждый распределенный хост может поддерживать измерение по умолчанию по 32-канальной оптоволоконной линии связи и может открывать или закрывать соответствующие порты измерения в соответствии со своими собственными требованиями к тестированию. Топология архитектуры системы мониторинга показана на рисунке 2 [5].

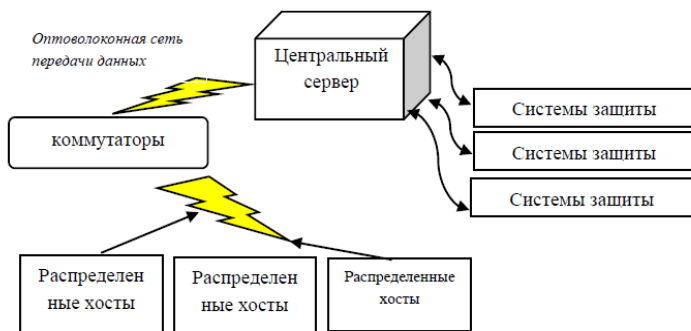


Рисунок 2 – Топология системы передачи информации [5]

Среди них сервер выполняет функции установления тестовой топологии оптического волокна для каждого тестового узла, управления пользователями, резервного копирования тестовых данных и переадресации сигналов тревоги. Распределенный хост отвечает за проверку и тестирование оптоволоконных линий и хранение данных о неисправностях [7].

Без использования центральный сервер, благодаря настройке программного обеспечения, каждый распределенный хост может выполнять все функции мониторинга и сигнализации как независимое устройство. Через сеть (интранет / экстранет) можно войти в систему с помощью интеллектуальных терминальных устройств, таких как ПК, ноутбук или планшетный компьютер, для выполнения запроса, тестирования или настройки системы.

Режим развертывания системы. Эта система состоит из ядра оптического отражателя временной области (ООВО) и системы мониторинга (облачной платформы). С помощью технологии спонтанного рассеяния Бриллюэна (ООВО) можно дистанционно отслеживать, не подвергается ли силовой кабель связывнешним повреждениям, пожару, обледенению, скачущему ветру и другим рискам [8]. Импульсный оптический сигнал подается с одного конца чувствительного оптического волокна, и свет, рассеиваемый Бриллюэном, генерируемый в оптическом волокне, направляется обратно на фотоприемник в противоположном направлении, а затем свет, рассеиваемый Бриллюэном сдвиг частоты вычисляется в системе сбора и обработки данных для получения температуры или деформации, измеряемых чувствительным оптическим волокном [9]. Система мониторинга облачной платформы обеспечивает эффективную передачу данных, алгоритм глубокого обучения больших данных, а также анализ и обработку данных. Своевременно сообщайте о местоположении неисправности, тревоге и раннем предупреждении, анализе деградации сети и т.д. Показатели мониторинга системы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Эксплуатационные параметры

Характеристики температурного поля		Характеристики поля напряжения	
Диапазон измерения	-60°C~120°C	-	-
Разрешение по температуре	±1°C	Измерение напряжения	±10με
Пространственное разрешение	5 м	Пространственное разрешение	10 м
Интервал пробела	0-50 км	Интервал пробела	0-50 км

Обсуждение и результаты

Состояние развития волоконно-оптической связи. Обычный одномодовый волоконно-оптический кабель волоконной связи. Оптический кабель, используемый в обычной оптоволоконной связи, является наиболее распространенным одномодовым оптическим кабелем [3].

Диэлектрическая волоконно-оптическая связь. Оптические кабели, используемые в волоконно-оптической связи, не все изготовлены из металлических материалов, и наиболее идеальной линией связи является своего рода диэлектрик.

Инструмент также выявил литературу, относящуюся к каждой категории зданий, в которой метод неразрушающего контроля использовался в аналогичном приложении, не связанном с энергоаудитом зданий, что дало исследователям представление о потенциальных направлениях в области неразрушающего контроля и повысило эффективность и охват каждого из них. Этот инструмент развивается вместе с литературой и должен обновляться всякий раз, когда публикуется новая литература, чтобы обеспечить его актуальность для более потенциальных гибридных рабочих процессов, если они будут выявлены.

Одна из категорий, на которую тестировался каждый метод неразрушающего контроля, – это мобильность оборудования и интеграция с беспилотными летательными аппаратами. Беспилотные летательные аппараты представляют собой эффективное, быстрое и безопасное решение для проведения модернизации, а благодаря их способности к автоматизации процесс модернизации значительно ускоряется. Результаты подтвердили, что 5 из 6 методов неразрушающего контроля были успешно интегрированы с беспилотниками, и, таким образом, подтверждают право NDT возглавить процесс документации по модернизации. Глядя в будущем дальнейшая автоматизация процесса представления данных посредством объединения данных приведет к прямой интеграции в моделирование BEM. Это позволило бы быстро принимать решения и разрабатывать политику, а также подтверждать их, что сделало бы идею крупномасштабной национальной модернизации осязаемой реальностью.

Система информационного мониторинга и управления сетью связи на большинстве предприятий является относительно отсталой, что приводит к неспособности предприятий сформировать интегрированную информационную бизнес-платформу. В настоящее время информационная платформа поддержки эксплуатации сетей связи и управления техническим обслуживанием многих телекоммуникационных предприятий в основном использует развертывание режим управления, продвигаемый национальной сетью и провинциальной сетью, среди которых IMS, ISS и другие системы мониторинга сети и безопасности для управления эксплуатацией и техническим обслуживанием сети связи, в основном используют платформу, развернутую национальной сетью и провинциальной сетью [4–5]. Кроме того, телекоммуникационным предприятиям не хватает специального интегрированного централизованного платформа мониторинга работы сети связи. В системе супервизии вся управленческая работа может выполняться только персоналом по эксплуатации и техническому обслуживанию на их соответствующих терминальных узлах, что приводит к отсутствию общего представления об управлении бизнесом.

В то же время система может обновлять база сетевых ресурсов динамически изменяться в соответствии с изменениями сети в процессе обслуживания. Представим следующие модули мониторинга сети передачи информации.

1 Модуль фильтрации и анализа сигналов неисправностей. В соответствии с сетевой моделью и методом ассоциации на основе модели модуль может анализировать массивные сигналы тревоги и определять источник неисправности и тип неисправности.

2 Модуль определения местоположения сетевой неисправности. Модуль может определять тип неисправности и идентифицировать неисправное оборудование в соответствии с моделью сети результатами фильтрации сигнала тревоги.

3 Модуль обработки сетевых сбоев. В зависимости от типа и местоположения неисправности модуль может вызвать экспертную систему для создания схемы устранения неисправности. В то же время он может отправить схему устранения неисправностей соответствующему персоналу через мобильный Интернет и мобильное приложение. Кроме того, модуль может генерировать электронную карту, отмеченную местоположением точки неисправности в соответствии с географическим расположением точки неисправности.

На рисунке 3 показана архитектура платформы интеллектуального анализа отказов оптоволоконна.



Рисунок 3 – Архитектура интеллектуальной платформы анализа отказов оптоволоконна

Таким образом, разработка новых датчиков, которые предоставляют такие всеобъемлющие данные, имеет решающее значение. Распределенные волоконно-оптические датчики обладают потенциалом для выполнения этой задачи практичным способом, позволяющим проводить детальную оценку поведения РС на месте и в лаборатории. В [12–13] демонстрируются возможности сопряжения коммерчески доступных волоконно-оптических кабелей и блок анализа обратного рассеяния Рэлея для захвата поведения РС с использованием распределенных данных о деформации. В лаборатории

была проведена серия испытаний балок, а также испытание балки на живую нагрузку в недавно построенном здании. Было обнаружено, что волоконно-оптические датчики способны измерять полностью распределенные профили деформации арматуры, полные формы отклонения и ширину трещин. Однако методы зондирования не смогли зафиксировать поведение деформации после растяжения или прогиба, и точность измерений прогиба и ширины трещин снизилась, когда в бетоне появились трещины. Данные полевого мониторинга, полученные в ходе испытания под нагрузкой в реальном времени, показали, что внешняя связь.

Волоконно-оптические датчики становятся все более популярными для мониторинга различных типов гражданской инфраструктуры. Будучи невосприимчивыми к электромагнитным помехам и демонстрируя превосходную долговечность в суровых условиях окружающей среды, оптические волокна предлагают явное преимущество перед традиционными электрическими датчиками в этой области.

Выводы

В процессе управления техническим обслуживанием волоконно-оптической линии наиболее важным звеном является контроль производительности и техническое обслуживание волоконно-оптической кабельной линии. Если возникнет проблема сволоконно-оптической кабельной линией, это серьезно повлияет на всю сеть связи. В эпоху глубокой интеграции больших данных и коммуникационных технологий масштаб сетисвязи будет все больше и больше, а мониторинг производительности и управление техническим обслуживанием оптического волокна будут осуществляться линии будут более важными. Поэтому предприятия связи должны не только постоянно обновлять технологический уровень, но и менять режим технического обслуживания волоконно-оптической сети передачи информации.

References

1 **Liu, Wei.** Current situation and Countermeasures of optical fiber communication lines [J] // *Electronic technology and software engineering*, 2019. – (11): 18.

2 **Yishu, Qu.** Application of optical fiber communication technology in railway communication system [J] // *Chinese and foreign entrepreneurs*, 2019. – (19): 85.

3 IET Gener. Transm. Distrib. – 2020. – Vol. 14. – Issue 1. – P. 166–171. The Institution of Engineering and Technology 2019 Monitoring of the transmission line galloping with a novel distributed optical fibre sensor and its statistical data analysis [Electronic resource]. – URL: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1049/iet-gtd.2018.6802> (Access date 28.06.2022).

4 20th International Conference on Optical Fibre Sensors, edited by Julian Jones, Brian Culshaw, Wolfgang Ecke, José Miguel López-Higuera, Reinhardt Willsch, Proc. of SPIE Vol. 7503, 75034M © 2009 SPIE · CCC code: 0277-786X/09/\$18 · doi: 10.1117/12.835447 Proc. of SPIE Vol. 7503 75034M-1. [Электронный ресурс]. – URL: [https://sintef.brage.unit.no/sintef-mlui/bitstream/handle/11250/2431459/SINTEF%2BS12 863. pdf?sequence=1&isAllowe](https://sintef.brage.unit.no/sintef-mlui/bitstream/handle/11250/2431459/SINTEF%2BS12%20863.pdf?sequence=1&isAllowe) (Дата обращения 28.06.2022).

5 Research and Application of Transmission Line Environmental Monitoring Based on Optical Fiber Sensing Technology / He Lishuai¹, Wang Xiaofeng², Song Yang², Ma Yu², Lu Bin³, Li Yan¹, Xue Ji⁴, Mei Lanxuan¹, Xu Cunde¹, Liu Chong¹, Li Bin¹, Gao Lei¹, Huang Yunkun¹. // Journal of Physics : Conference Series. – 1607. – 2020. – 012018. – IOP Publishing [Электронный ресурс]. – <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1607/1/012018> (Дата обращения 28.06.2022).

6 **De Silva, S., Mutsuyoshi, H. and Witchukreangkrai, E.** Evaluation of Shear Crack Width in IShapedPrestressed Reinforced Concrete Beams // Journal of Advanced Concrete Technology. 2008. – Vol. 6. – No. 3. – P. 443-458.

7 **Adebar, P.** Diagonal cracking and Diagonal Crack Control in Structural Concrete // ACI SP-204: Design and Construction. Practices to Mitigate Cracking, 2001. – P. 85–106.

8 **Stoerzel, J. and Randal, N.** Monitoring shear induced degradation of reinforced and pretensionedconcrete members // IABSE Conference. Structural Engineering: Providing Solutions to Glogal Challenges. Geneva, Switzerland, 2015.

9 Experimental Investigation on shear crackingbehaviour in reinforced concrete beams with shear reinforcement // Journal of Advanced ConcreteTechnology. – 2009. – Vol. 7. – No.1. – P. 79–95.

10 **Wong, L., Rathnayaka, S., Chiu, W. K. and Kodikara, J.** Utilising hydraulic transientexcitation for fatigue crack monitoring of a cast iron pipeline using optical distributed sensing // Structural Control and Health Monitoring. – January, 2018. – Vol. 25. – Issue 4.

11 **Wang, X., Shi, B., Wei, G., Chen, S., Zhu, H. and Wang, T.** Monitoring the behavior of segmentjoint in a shield tunnel using distributed optic fiber sensors // Structural Control and Health Monitoring. – July, 2017. – Vol. 25. – Issue 1.

12 **Song, Z., Zhang, D., Shi, B., Chen, S. and Shen, M.** Integrated distributed fiber optic sensingtechnology-based structural monitoring of the pound lock // Structural Control and Health Monitoring. – July, 2016. – Vol. 25. – Issue 1; September, 2016. – Vol. 24. – Issue 7.

13 **Masri, Y., Rakha, T.** A scoping review of non-destructive testing (NDT) techniques in building performance diagnostic inspections // Construction and Building Materials. – Vol. 265. – December 30, 2020. – 120542. – <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120542>.

*М. Ж. Мусагажонов¹, А. Д. Мехтиев²

^{1,2}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

Материал 20.06.23 баспаға түсті.

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ЖҮЙЕЛЕРІН ДАМУДЫҢ ӘЛЕМДІК ҮРДСІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ТОБЖ ЖҮЙЕСІНІҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАЙ-КҮЙІН МОНИТОРИНГТЕУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАЙ-КҮЙІНЕ ШОЛУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ДАМУ

Желіні пайдалану мен техникалық қызмет көрсетудің дәстүрлі технологиясы-әкімші желінің ақаулығы туралы хабарламаны пассивті түрде күтеді, содан кейін шұғыл қалтына келтіруге кіріседі. Бұл әдіс белсенді механизммен айырылған және желілік ақауларды жою кезінде көптеген кемшіліктерге ие.

Бұл мақалада талшықты-оптикалық байланыс саласындағы бірнеше түрлі тарату режимдерінің арасындағы айырмашылық сипатталған және талшықты-оптикалық тарату желісінің сенімділігі мен уақтылығын шектейтін байланысты факторлар талқыланады. Осы негізде бұл мақалада үлкен деректер технологиясы мен талшықты-оптикалық желіні біріктіру мүмкіндігі талданады, сонымен қатар талшықты-оптикалық желідегі үлкен деректер технологиясының типтік қосымшалары келтірілген, бұл өнімділікті бақылау және талшықты-оптикалық ақпарат беру желісінің жұмысына қызмет көрсету үшін ойлаудың жаңа бағытын қамтамасыз етеді.

Кілтті сөздер: оптикалық желі, технология, ақпаратты беру, интеллектуалды жүйе, техникалық қызмет көрсету.

*M. Zh. Musagazhinov¹, A. D. Mekhtiev²

^{1,2}S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University,
Republic of Kazakhstan, Astana.

Material received on 20.06.23.

**OVERVIEW OF THE CURRENT STATE AND DEVELOPMENT
OF MONITORING SYSTEMS FOR THE TECHNICAL CONDITION
OF THE FIBER OPTIC SYSTEM, TAKING INTO ACCOUNT
THE GLOBAL TREND IN THE DEVELOPMENT
OF TELECOMMUNICATIONS SYSTEMS**

The traditional technology of network operation and maintenance consists in the fact that the administrator passively waits for a message about a network malfunction, and then proceeds to emergency recovery. This method lacks an active mechanism and has many disadvantages in eliminating network communication failures.

This article describes the difference between several different transmission modes in the field of fiber-optic communication and discusses the related factors that limit the reliability and timeliness of the fiber-optic transmission network. On this basis, this article analyzes the possibility of integrating big data technology and a fiber-optic network, and also lists typical applications of big data technology in a fiber-optic network, which provides a new direction of thinking for monitoring the performance and maintenance of the operation of a fiber-optic information transmission network.

Keywords: optical network, technologies, information transmission, intelligent system, maintenance.

Теруге 20.06.2023 ж. жіберілді. Басуға 30.06.2023 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

17,5 Мб RAM

Шартты баспа табағы 22,67. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4103

Сдано в набор 20.06 2023 г. Подписано в печать 30.06 2023 г.

Электронное издание

17,5 Мб RAM

Усл. печ. л. 22,67. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 4103

«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-energy.tou.edu.kz