

# Оптическая гальваническая развязка при однонаправленной передаче данных

Ю. И. Воротницкий, Р. А. Румас

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,  
e-mail: [y.vorotn@gmail.com](mailto:y.vorotn@gmail.com)

В данной статье описывается применение оптической гальванической развязки для обеспечения однонаправленной передачи данных между информационными системами. Представлены схемы подключения медиаконвертеров для обеспечения однонаправленной передачи данных с использованием сплиттера.

**Ключевые слова:** однонаправленная передача данных; UDP; медиаконвертер; сплиттер; защита информации.

## Optical galvanic isolation for unidirectional data transmission

Y. I. Varatnitski, R. A. Rumas

Belarusian State University, Minsk, Belarus, e-mail: [y.vorotn@gmail.com](mailto:y.vorotn@gmail.com)

This article describes the use of optical galvanic isolation to ensure unidirectional data transmission between information systems. Connection schemes of media converters for providing unidirectional data transmission using a splitter are presented.

**Keywords:** unidirectional data transmission; UDP; media converter; splitter; information protection.

### Введение

В настоящее время активно внедряются средства защиты информации (далее – СЗИ) критически важных объектов информатизации (далее – КВОИ). При этом возникает необходимость информационного взаимодействия с внешними информационными системами при условии надежной защиты активов КВОИ, что может быть достигнуто путем использования средств однонаправленной передачи данных (далее – ОПД), работа которых основана на оптической гальванической развязке.

Преимуществами использования оптической гальванической развязки при реализации средства ОПД являются:

- защита на физическом уровне одной ИС от другой в случае кибератак;
- отсутствие уязвимостей, присущих программным средствам;
- исключение возможности изменения направления передачи данных программным путем;
- большие скорости передачи данных.

Однонаправленная передача данных предполагает, что информационная система (далее – ИС), присоединенная к компьютерной сети передачи данных, может только передавать данные или только получать их. При этом источник данных может осуществлять их передачу одному или нескольким устройствам – приемникам,

но последние не могут передавать данные источнику. Однонаправленная передача данных применяется, в частности, для безопасной передачи файлов, журналов событий, почтовых сообщений, промышленных протоколов, обновлений программного обеспечения. При этом конфиденциальная информация должна быть передана без ущерба для ее целостности и конфиденциальности.

### Базовая архитектура

Ряд вопросов разработки архитектурных решений средства ОПД рассматривались в [1].

На физическом уровне ОПД можно реализовать на основе оптической гальванической развязки. Для этого можно использовать два медиаконвертера и оптоволоконную линию связи. Главным требованием, предъявляемым к медиаконвертерам является наличие отдельных модулей фотопередатчика (TX) и фотоприемника (RX) (см. рис. 1).

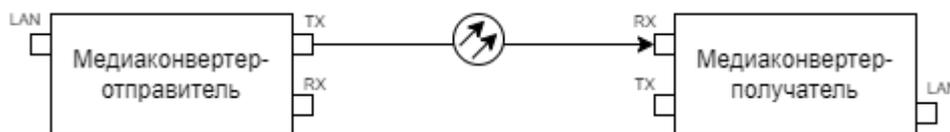


Рис. 1. Схема подключения медиаконвертеров

Однако нужно учитывать, что наличие активной (по умолчанию) функции LLR (Link Loss Return) говорит о том, что передатчик оптического порта (TX) конвертера выключается, если приемник (RX) не получает сигнала.

В случае архитектуры, показанной на рис. 1, медиаконвертер-отправитель не будет передавать сигнал на оптоволокно ввиду отсутствия сигнала на RX фотоприемнике.

Для обеспечения ОПД можно использовать третий медиаконвертер (рис. 2) или оптический разветвитель (сплиттер) (рис. 3) [2].

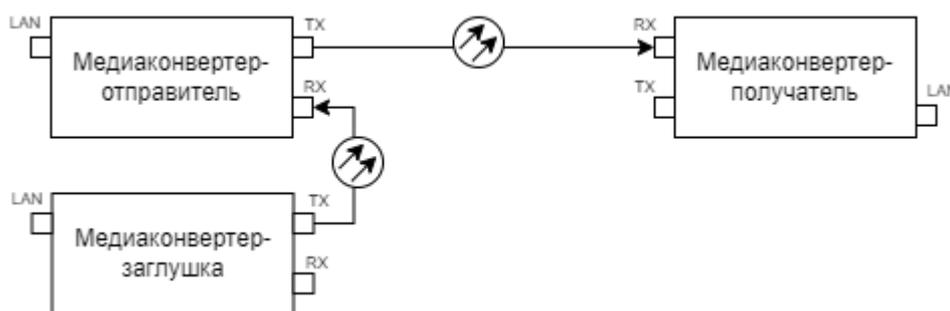


Рис. 2. Схема подключения трех медиаконвертеров



Рис. 3. Схема подключения медиаконвертеров со сплиттером

Последнее решение было выбрано как предпочтительное ввиду более низкой стоимости и сокращения числа активных устройств.

### Взаимодействие ИС при использовании ОПД

Работа средства ОПД на сетевом и транспортном уровнях осуществляется на существующем стеке протоколов TCP/IP [3], в частности, на однонаправленном транспортном протоколе UDP [4].

Для реализации прикладного уровня модели OSI для обеспечения работы по передаче файлов данных, журналов событий и т. д. необходимы прокси-сервера. Задача прокси-серверов – обеспечить преобразование двунаправленного взаимодействия по используемым внешними ИС по протоколам TCP, FTP, SMTP и т. п. в ОПД [5]. Схема взаимодействия ИС приведена на рис. 4.



Рис. 4. Схема взаимодействия ИС

### Аппаратное и программное обеспечение

Разработанное устройство включает в себя следующие базовые аппаратные компоненты:

медиаконвертер D-Link DMC-F15SC;

оптический разветвитель PLC 1x2 с разъемами SC/APC.

Работа средства ОПД на сетевом и транспортном уровнях осуществляется на существующем стеке протоколов TCP/IP, в частности, на однонаправленном транспортном протоколе UDP [3].

Для реализации прикладного уровня модели OSI в целях обеспечения работы по передаче файлов данных, журналов событий и т. д. необходимы прокси-сервера. Задача прокси-серверов – обеспечить преобразование двунаправленного взаимодействия по используемым внешними ИС по протоколам TCP, FTP, SMTP и т. п. в ОПД. Для реализации прокси-серверов использовался одноплатный компьютер RaspberryPI 4.

В качестве программной платформы для реализации средства ОДП можно использовать свободно распространяемое под лицензией GPL программное обеспечение `udrcast`.

Кроме передачи файлов данных имеется необходимость передавать почтовые сообщения. Для организации однонаправленной передачи почтовых сообщений прокси-сервера используются для преобразования двунаправленного TCP-соединения (SMTP протокола) в однонаправленный UDP поток.

Тестирование однонаправленной передачи данных проводилось на ОС Linux Ubuntu. На прокси-сервере получателя необходимо запустить СПО до начала передачи UDP потока от прокси-сервера отправителя. Прокси-сервер отправителя должен постоянно прослушивать UDP поток и ожидать получения данных ввиду невозможности двунаправленного взаимодействия.

Дополнительно для контроля передаваемых файлов данных используется передача контрольной суммы.

### **Заключение**

В работе описано использование оптической гальванической развязки при реализации аппаратно-программного средства однонаправленной передачи данных в компьютерных сетях. Рассмотрены основные принципы однонаправленной передачи данных, аппаратные и программные средства, которые обеспечивают процесс передачи UDP пакетов на существующем стеке протокола TCP/IP. Для обеспечения преобразования двунаправленных протоколов в ОПД использовались прокси-сервера и специальное программное обеспечение.

Результатом исследования является разработка аппаратно-программного средства, которое обеспечивает надежную и безопасную ОПД в компьютерных сетях с использованием протокола UDP. Следует отметить, что за последние годы области применения средств ОПД существенно расширяются. Прогресс промышленного сегмента интернета вещей и технологическое развитие систем контроля и управления производством выявили новые сферы их применения: от передачи телеметрии до установки обновлений программного обеспечения.

### **Библиографические ссылки**

1. *Воротницкий Ю. И.* Архитектура аппаратно-программного средства однонаправленной передачи данных в компьютерных сетях / Ю. И. Воротницкий, Р. А. Румас // Доклады БГУИР. 2023. Т. 21, № 3. С. 96–101.
2. *Зингеренко Ю. А.* Пассивные оптические сети xPON– СПб: Университет ИТМО, 2020. 115 с.
3. *Олифер В. Г., Олифер Н. А.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2010. 944 с.
4. RFC 768: User Datagram Protocol [Electronic resource]. URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc0768.txt>. (дата доступа: 20.04.2021)
5. *Таненбаум Э., Уэзеролл Д.* Компьютерные сети. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2012. 960 с.