

Применение аппаратуры технологии DWDM на сетях связи железнодорожного транспорта

В. П. Глушко¹, В. В. Шмытинский²

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

¹ valentin.glushko@mail.ru, ² victor.v.s@mail.ru

Аннотация. Описывается стенд для изучения аппаратуры технологии DWDM на базе оборудования российского производства «Волга» Компании «Т8». Его использование при подготовке и повышении квалификации специалистов позволит в процессе импортозамещения повысить качество организуемых каналов и трактов.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт; сеть электрической связи; стенд DWDM оборудования системы передачи; качество каналов связи

Для увеличения пропускной способности линий передачи на сети связи железнодорожного транспорта активно внедряются волоконно-оптические системы передачи технологии мультиплексирования с разделением по длине волны (wavelength-division multiplexing – WDM). На магистральной сети используется оборудование плотного (dense) волнового уплотнения DWDM, с возможностью организации от 40 до 80 оптических каналов с пропускной способностью каждого 10 Гбит/с [1]. На дорожной и региональной сетях применяется аппаратура разреженного (coarse) волнового уплотнения CWDM, с возможностью организации от 8 до 18 оптических каналов с пропускной способностью 2,5–10 Гбит/с [1].

При реализации Концепции модернизации первичной сети связи Российских железных дорог (РЖД) до настоящего времени применялось практически повсеместно оборудование WDM иностранных производителей. Основными поставщиками при этом являлись китайские предприятия Huawei и ZTE, израильская компания ECI. Мультисервисные платформы, сочетающие в себе возможности организации каналов и трактов синхронной цифровой иерархии (СЦИ), пакетной передачи и оптических каналов WDM, уже успешно эксплуатируются Региональными центрами связи на ряде железных дорог Российской Федерации.

Однако, в современных условиях, в частности условиях ужесточения санкций, во всех сферах производства важным направлением является политика импортозамещения. Что касается рынка оборудования DWDM, то безусловным лидером среди отечественных производителей является Компания «Т8».

На магистральных сетях связи крупных операторов России таких как «Ростелеком», «Мегафон», МТС и «Вымпелком» уже используется DWDM-оборудования

Т8 [2], очевидно, что представляет интерес перспектива его использования и в сетях связи технологического назначения, таких как сеть связи РЖД.

Применение оборудования DWDM на сетях технологической связи имеет свои особенности [3]. В связи с этим важным вопросом с точки зрения перспективы применения аппаратуры и эффективности ее использования является подготовка специалистов, которые, зная эти особенности, будут проектировать и эксплуатировать магистральные сети РЖД.

Выпускники Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I работают в отраслевых проектных институтах и Региональных центрах связи по всей стране. Таким образом, вопрос о качестве подготовки выпускников университета и повышении квалификации специалистов в области настройки, ввода в эксплуатацию и технического обслуживания оборудования DWDM российского производства является весьма актуальным.

Для его решения в лаборатории «Многоканальная связь» на кафедре «Электрическая связь» университета был организован стенд на базе оборудования «Волга» Компании «Т8» [4, 5]. Оборудование сертифицировано для передачи до 96 каналов DWDM со скоростью до 100 Гбит/с и используется на магистралях связи большой протяженности [2]. В состав стенда входят (рис. 1): две станции, соединённые оптической линией, каждая из которых содержит блоки агрегатора MS-DC10FP-Q3F/01, транспондера TS-10EP-01, мультиплексора OADM-4/4-AV-PM-01. Оборудование двух станций размещаются на шасси V10, на котором установлены также блоки управления, питания, вентиляции [5, 6].

В блоке агрегатора устанавливаются клиентские интерфейсы, максимальное количество которых составляет 8 (Client 1, ..., Client 8). К ним с помощью оптических модулей SFP подключаются потоки магистральных систем синхронной цифровой иерархии (СЦИ/SDH) уровня STM-4/16 или дорожного уровня STM-1/4 сетей оперативно-технологической (ОТС) и обще-технологической связи (ОбТС). Агрегатор, являясь мукспондером, выполняет в тракте передачи преобразование оптических сигналов четырёх потоков STM-1/4/16 в сигналы двух каналов (№27 и № 28) сетки DWDM с длинами волн соответственно 192,7 ТГц и 192,8 ТГц и шагом 100 ГГц согласно Рекомендации МСЭ-Т G.694.1. Указанные сигналы появляются на

интерфейсах линейных выходов (Line 1, Line 2) блока. При этом используется протокол передачи данных линейных интерфейсов OTU2 (Optical Channel Transport Unit) оптической транспортной сети OTN (Optical Transport Network). В линейные гнезда интерфейсов установлены оптические модули SFP+. В тракте приёма агрегатора выполняется обратное преобразование сигналов.

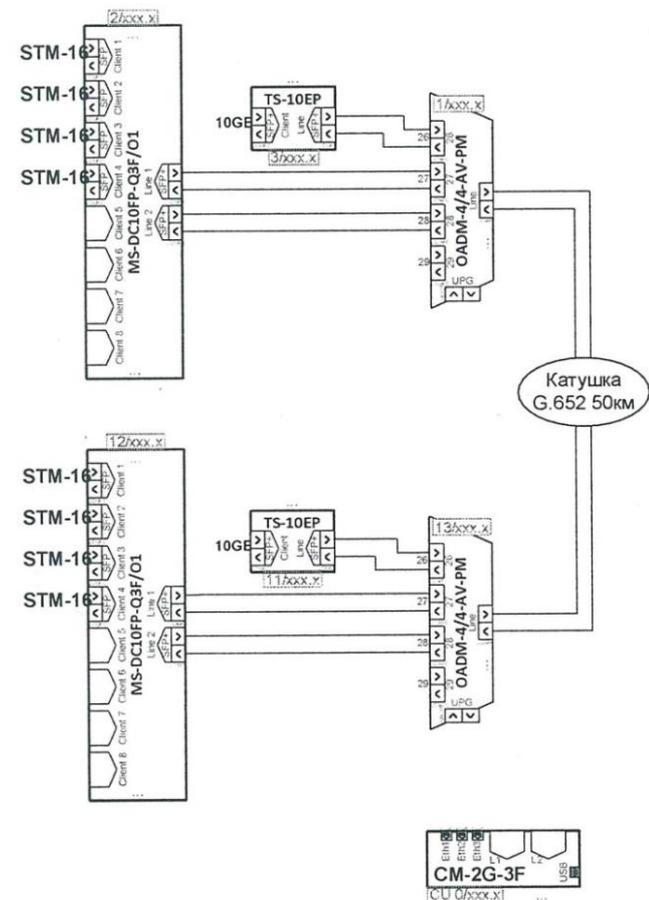


Рис. 1. Структурная схема стенда

В тракте передачи блока транспондера TS-10EP-01 производится преобразование сигнала от клиентского интерфейса (Client), сети передачи данных (ПД) 10 Gigabit Ethernet в сигнал канала №26 DWDM-сетки с длиной волны 192,6 ТГц, который появляется на линейном интерфейсном выходе блока (Line). Как в клиентском, так и линейном гнезде интерфейсов установлены оптические модули SFP+. В тракте приёма блока транспондера выполняется обратное преобразование сигналов.

В тракте передачи блока мультиплексора OADM-4/4-AV-PM-01 производится объединение (мультиплексирование) сигналов с четырех индивидуальных входов DWDM-каналов (№№ 26, 27, 28, 29) в комбинированный агрегатный оптический сигнал на одном линейном выходе (Line) с длинами волн согласно сетке по Рекомендации МСЭ-Т G.694.1. В тракте приёма блока выполняется разделение

(демультиплексирование) комбинированного агрегатного линейного сигнала, поступающего на один линейный вход, на четыре отдельных оптических сигнала с длинами волн 192,6 ТГц, 192,7 ТГц, 192,8 ТГц, 192,9 ТГц и шагом 100 ГГц.

Важным компонентом стенда является имитатор линии связи, в качестве которой используются катушки с оптическими волокнами разной длины и типов. На схеме приведен пример использования оптического волокна с характеристиками типа G.652, так как этот тип волокон является наиболее распространённым в кабелях, проложенных вдоль железнодорожных магистралей. Подключение волокон других типов и разной длины, позволяет определять степень влияния среды передачи на качество организуемых трактов.

Блок управления CM-2G-3F с предустановленным программным обеспечением «Атлас» подключается к управляющему компьютеру и выполняет в автоматическом режиме контроль параметров базовых блоков и составных частей оборудования. По запросам оператора блок предоставляет полученную информацию в окне русифицированного графического интерфейса пользователя в виде табличного или графического представления или в виде рассылки оповещений в систему управления сетью. В блоке управления формируется и хранится база данных параметров, собранных в процессе опроса блоков и составных частей, а также фиксируются события, связанные с действиями оператора.

Благодаря удобному интерфейсу в процессе обучения можно не только фиксировать значения параметров блоков (например, температуру корпуса SFP трансивера, уровни выходной и входной мощности сигнала), но и проводить исследования. К ним можно отнести, например, оценку влияния выбранного уровня передачи на величину отношения сигнал/шум на приёме, определение зависимости коэффициента ошибок в канале от отношения сигнал/шум. Именно наглядность процессов преобразования, передачи и приёма сигналов в блоках агрегатора, транспондера, мультиплексора оборудования DWDM, подкреплённая расчетами, выполненными в блоке управления, позволят существенно улучшить качество подготовки специалистов при обучении и повышении квалификации инженерно-технического персонала Региональных центров связи ОАО «РЖД».

Организация подобных стендов на базе современного отечественного оборудования является важной задачей, решение которой определит перспективу импортозамещения на сетях связи железнодорожного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Шмыгинский В.В., Глушко В.П. Оборудование многоканальной связи на сети РЖД // Автоматика, связь, информатика. 2020, №2. С. 28-32.
- [2] Барсков А. Российский рынок DWDM: лямбда за лямбдой // ИКС Медиа 5.022020 г. URL: <https://www.iksmedia.ru/articles/5643321-Rossiiskij-gynok-DWDM-lyambda->

- za.html?ysclid=lemk823a6v113021535 (дата обращения: 27.02.2023)
- [3] Глушко В.П., Шмытинский В.В. Особенности ВОСП на кабельных линиях железнодорожно-го транспорта // Сборник материалов 76-й научно-технической конференции СПбНТОРЭС им. А.С. Попова, посвященной дню Радио. СПб, 2021 г. С. 212-213.
- [4] Листвин В.Н., Трещиков В.Н. DWDM-системы. М.: Изд. «Техносфера», 2017. 352 с.
- [5] DWDM-система «Волга» I Телеком // Сайт компании Т8. Оборудование и ПО URL: https://t8.ru/?page_id=3600 (дата обращения: 27.02.2023)
- [6] Оборудование волоконно-оптической системы передачи со спектральным уплотнением «Волга». Руководство по эксплуатации. Компания «Т8», 2022.