

Список литературы

- 1 Устройство и ремонт электропоездов метрополитена / Э. А. Сементовский [и др.] ; под общ. ред. Э. А. Сементовского. – М. : Транспорт, 1991. – 335 с.
- 2 Руководство по эксплуатации вагонов метрополитена моделей 81-714.5 и 81-717.5 / Акционерное общество «Метровагонмаш» / В. И. Гуревич [и др.] ; под общ. ред. В. И. Гуревича. – М. : Транспорт, 1993. – 447 с.
- 3 ГОСТ 33796-2016. Моторвагонный подвижной состав. Требования к прочности и динамическим качествам. – Введ. 2017–11–01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 36 с.
- 4 **Оганьян, Э. С.** Расчеты и испытания на прочность несущих конструкций локомотивов : учеб. пособие / Э. С. Оганьян, Г. М. Волохов. – М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. – 326 с.

УДК 629.4.053

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПЕРИФЕРИЙНЫХ ПУНКТОВ КОНТРОЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В. В. БУРЧЕНКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Г. С. КАЧКАН

Белорусская железная дорога, г. Минск

При организации систем централизованного контроля ходовой части подвижного состава, в которых данные контроля со всех периферийных комплексов технических средств КТСМ обрабатываются аппаратурой АРМ ЛПК, объём передаваемых данных возрастает в 10–20 раз. Для соблюдения условия о вероятности ошибки по диагностируемой детали или узлу $P_{и} \leq 1 \cdot 10^{-5}$, предложена замена кабельных линий связи на волоконно-оптические линии (ВОЛС).

Возможность использования ВОЛС для передачи данных в Автоматизированной системе контроля подвижного состава АСК ПС рассмотрена на примере расчета оптоволоконной линии для железнодорожного направления Минск – Молодечно – Гудогай протяженностью 150,1 км.

В качестве системы передачи информации для проектируемой волоконно-оптической линии связи выбрана система Cisco Prime, позволяющая пакетировать и транслировать данные. Благодаря технологии Cisco Stack Wise можно объединить до 9 коммутаторов Catalyst 3750, которые будут функционировать как один логический коммутатор.

Характеристика проектируемой трассы. Магистраль связи строится вдоль железной дороги. Следовательно, план размещения магистральных и местных волоконно-оптических кабелей системы передачи данных будет совпадать со схемой участка железной дороги.

От здания ШЧ-1 в городе Минске трасса проектируемой линии прокладывается по существующей городской телефонной канализации протяженностью 15 км. При выходе из городской кабельной канализации в городской черте кабель прокладывается в грунт на протяжении двух километров. За городской чертой (в полосе отвода железной дороги участка Минск – Молодечно – Гудогай) кабель подвешивается на опорах высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки ВСЛ АБ.

Расчетная часть ВОЛС выполнена с целью определения длины элементарных кабельных участков (ЭКУ), состоящих из совокупности оптического волокна и сростков, гибких соединительных кабелей и разъёмов, расположенных между двумя последовательными окончаниями участка. Расчет длины элементарного кабельного участка (ЭКУ) выполняется по двум критериям:

- затуханию оптического волокна;
- хроматической дисперсии.

Длина ЭКУ принята равной строительной длине кабеля 5 км.

Расчёт затухания. Потери светового излучения в оптическом волокне зависят от ряда факторов. Для инженерных расчетов использована следующая формула, которая с достаточной точностью позволяет определить затухание кабельной магистрали:

$$\alpha_k = L\alpha_{св} + n_{рс}\alpha_{рс} + n_{рс}\alpha_{рс} + \alpha_t + \alpha_{в}, \quad (1)$$

где L – длина кабеля, км; $\alpha_{св}$ – коэффициент затухания в световодах, дБ/км; $n_{рс}$ – число сростков (неразъёмных соединителей); $\alpha_{рс}$ – затухание в сростках, дБ; $n_{рс}$ – число разъёмных соединителей;

α_{pc} – затухание в разъёмных соединителях, дБ; α_t – допуск на температурные изменения затухания оптического волокна, дБ; α_v – эксплуатационный запас, дБ.

Минимальное количество сростков на регенерационном участке определено как

$$n_{cp} = \frac{L}{L_{стр}} - 1, \quad (2)$$

где $L_{стр}$ – строительная длина кабеля, км.

Максимально допустимая длина регенерационного участка определяется чувствительностью системы передачи и рассчитана по формуле

$$L_y = \frac{\mathcal{E}_{max} - \alpha_z - n_{pc}\alpha_{pc} - \alpha_t}{\alpha_{св} + \frac{\alpha_{сс}}{L_{стр}}}, \quad (3)$$

где L – длина кабеля, км; \mathcal{E}_{max} – максимальная чувствительность аппаратуры передачи, $\mathcal{E}_{max} = 35$ дБ·м; α_z – эксплуатационный запас в ВОЛС, необходимый для компенсации потери мощности сигнала, $\alpha_z = 6 \dots 10$ дБ; n_{pc} – число разъёмных соединителей, $n_{pc} = 2$; α_{pc} – затухание в разъёмных соединителях, $\alpha_{pc} = 0,3$ дБ; α_t – допуск на температурные изменения затухания оптического волокна, дБ; $\alpha_{св}$ – коэффициент затухания в световодах (для кабеля марки ОКЛК-01-16-0,2/18), $\alpha_{св} = 0,2$ дБ/км; $\alpha_{сс}$ – затухание в сварных соединениях (сростках), $\alpha_{сс} = 0,05$ дБ;

Расчеты показали, что распределение энергетического потенциала P , дБ·м на ВОЛС Минск – Молодечно – Гудогай составило от -5 до -18 дБ·м.

Длина регенерационного участка проектируемой ВОЛС:

$$L_y = \frac{35 - 6 - 2 \cdot 0,3}{0,2 + \frac{0,05}{5}} = 135,238 \text{ км.}$$

Таким образом, на расстоянии не более 135 км должны быть установлены оптические усилители EDFA.

Произведем расчет количества оптических усилителей:

$$n_{EDFA} = \frac{L}{L_y}. \quad (4)$$

Подставляя в (4) значения L и L_y , получаем

$$n_{EDFA} = \frac{150,1}{135,238} = 1,11.$$

Расчёт дисперсии. Расчет элементарного кабельного участка (ЭКУ) по дисперсии производится при проектировании новых линий связи с целью определения расстояний, через которые устанавливаются регенераторы.

Полное значение дисперсии равно сумме хроматической и поляризационной модовой дисперсии и вычисляется по формуле

$$T_D = \tau_{chr} + \tau_{pmd}, \quad (5)$$

где τ_{chr} – полное значение хроматической дисперсии для ВОЛС; τ_{pmd} – полное значение поляризационной модовой дисперсии для ВОЛС.

Значение полной хроматической дисперсии на направлении Минск – Молодечно – Гудогай составляет $\tau_{chr} = 3,5 \cdot 0,08 \cdot 150,1 = 42,028$ пс. Для вычисления поляризационной модовой дисперсии τ_{pmd} линии связи, состоящей из нескольких участков, выполняют процедуру статистического суммирования.

Приведенные расчеты подтверждают перспективность использования ВОЛС для передачи данных в системе АСК ПС для Белорусской железной дороги. Строительство ВОЛС путем размещения оптоволоконного кабеля на опорах ВСЛ АБ существенно удешевляет стоимость проектируемой линии.