

## МЕТОДЫ ПЕРЕНОСА СИНХРОСИГНАЛОВ В ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЯХ

*Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время транспортные сети связи переживают очередной виток глобальной модернизации. Основным новшеством в обновленных сетях становится технология DWDM. Эта технология позволяет значительно расширить пропускную способность систем связи, работающих по волоконно-оптическим линиям. Наиболее широкое распространение получила связка DWDM+OTN, ставшая де-факто типовым решением для построения транспортных сетей связи следующего поколения.

OTN имеет ряд достоинств, например, гарантированная доставка данных до места назначения, высокая помехоустойчивость за счет развитого механизма коррекции ошибок FEC и т.д. [1]. Но есть в OTN и недостатки, одним из которых является отсутствие поддержки сети тактовой сетевой синхронизации (ТСС) начиная с физического уровня.

Наилучшим примером развитой системы ТСС являются сети SDH. Структура транспортного модуля STM-N содержит в линейном сигнале STM-N сигнал цикловой синхронизации в байтах A1 и A2. Аналогичная информация содержится в структуре потока E1 в нулевом таймслоте, в байте FAS [2]. Помимо этого, структура модуля STM-N поддерживает перенос информации о качестве используемого источника синхронизации. Для этого в нём предусмотрены байты для переноса сообщения SSM (Synchronization Status Message).

Сообщение SSM состоит из четырёх бит и располагается в первом байте S1 секционного заголовка SOH. Если у текущего используемого источника качество сигнала падает ниже допустимого или пропадает вовсе, сетевой элемент переходит на источник сигнала синхронизации с меньшим приоритетом, а в сообщении SSM передается информация об этом источнике [3]. Например, при потере сигнала от первичного эталонного генератора ПЭГ, качество которого по умолчанию 00102, сетевой элемент переключается на ведомый задающий генератор (ВЗГ), которому соответствует значение 01002 в сообщении SSM, и передает это сообщение следующим устройствам.

Транспортный блок OTUk в иерархии OTN имеет шесть байт FAS, в которых передается указатель цикловой синхронизации (0xF6 0xF6 0xF6 0x28 0x28 0x28), и один байт MFAS, являющийся счётчиком сверхцикла. MFAS имеет значение в диапазоне 0-0xFF и инкрементируется

## *Теория связи, сети и системы электросвязи*

в каждом следующем цикле OTUk. По достижении значения 255 MFAS обнуляется, и счет начинается сначала.

Других ячеек, предназначенных для функции синхронизации, в OTN не предусмотрено. Это говорит об отсутствии встроенных механизмов реализации сетевой синхронизации на базе технологии DWDM. В отсутствие возможности выбирать источник синхросигнала с наилучшим качеством система становится чувствительной к изменению качества синхронизации. Как следствие из вышесказанного, риск срыва слежения цикла/сверхцикла становится большим, что, в свою, очередь может привести к потере значительного фрагмента клиентской информации. А значит, задача обеспечения сетей OTN механизмами поддержки сети ТСС особенно актуальна.

На сегодняшний день стандарт ITU-TG.709/Y.133 никак не регламентирует передачу в OTN каких-либо сигналов, функционально связанных с задачей ТСС [4]. Однако, в заголовках OTUk, ODUk и OPUk присутствует ряд байтов, использование которых зарезервировано для дальнейшего развития стандарта. Кроме них, в заголовке OTUk есть два байта для экспериментального использования.

Реализация операций по оптимальному размещению в этих байтах синхроинформации, такой как сообщения, аналогичные SSM, информации о девиации частоты синхросигнала от текущего и/или резервного тактирующего генератора, информации об их пригодности и т.п., а также организация логической связи между аппаратной и сигнальной структурой является одной из подзадач задачи разработки модели сети ТСС в сетях DWDM+OTN.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Фокин В.Г. Когерентные оптические сети. – СПб: Лань, 2016. – с.440.
2. Фокин В.Г. Оптические системы передачи и транспортные сети. – М.: Эко-Трендз, 2008. – с.271
3. ITU-T G.781. Synchronization layer functions, 1999.
4. ITU-T G.709/Y133. Interfaces for the Optical Transport Networks (OTN), 2016.