

МЕТОДЫ СИНХРОНИЗАЦИИ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ С АСИНХРОННЫМ (ПАКЕТНЫМ) РЕЖИМОМ ПЕРЕДАЧИ

Н.В. ТАРЧЕНКО

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
tarchenko@bsuir.by*

Современный уровень развития инфокоммуникационных технологий (ИКТ) предполагает широкое внедрение сетей с асинхронным режимом передачи, предназначенных для передачи пакетного трафика. Существующие сети с синхронным режимом переноса (временным разделением каналов (TDM)) необходимо интегрировать в пакетные ИКТ, что предполагает, в числе других мер, и организацию трактов синхронизации, принцип реализации которых отличается от традиционных методов тактовой сетевой синхронизации, используемых, в частности, в системах синхронной цифровой иерархии (SDH).

Ключевые слова: тактовая сетевая синхронизация, асинхронный режим передачи, тракт синхронизации.

Развитие инфокоммуникационных технологий приводит к построению операторами связи конвергентных сетей на базе технологий пакетной коммутации (Packet Switched Network – PSN), основное отличие которых от традиционных сетей заключается в том, что в них для магистральной передачи данных используются каналы как с синхронным (STM – Synchronous Transfer Mode), так и асинхронным (ATM – Asynchronous Transfer Mode) режимами переноса. К первым относятся каналы, поддерживающие режим временного разделения каналов (TDM), предназначенные в первую очередь для передачи трафика реального времени, при этом доля таких каналов в процентном отношении постоянно уменьшается, вторые – используются для передачи пакетного трафика и организуются, в частности, на базе технологии Ethernet.

Так как главным требованием операторов связи является одновременная и качественная передача голоса, видео и данных по единой сети PSN, то для безошибочной передачи данных реального времени необходима синхронизация оборудования пользователей. Поскольку в сетях Ethernet используется коммутация пакетов, которая в силу статистических свойств распространения пакетов данных по асинхронным каналам передачи разрушает изначально синхронизированный поток данных, передача синхронизации в сетях таких сетей выделяется в отдельную задачу.

Для передачи синхронных данных по сетям с коммутацией пакетов, как правило, используется эмуляция каналов с временным мультиплексированием, заключающаяся в инкапсуляции синхронных данных в UDP-дейтограммы и последующем их восстановлении на узле назначения. Такая концепция носит название Pseudo-Wire Emulation Edge-to-Edge (PWE3), суть которой заключается в следующем: Pseudo-Wire (PW) эмулирует базовые сервисы, соответствующие уровням 1 и 2 модели взаимодействия открытых систем OSI (Layer 1: TDM (PDH, SDH), Layer 2: ATM, Frame Relay, PPP/HDLC, Ethernet), поверх сети PSN, используя технологии MPLS, IPv4/IPv6 путем инкапсуляции входных данных (битовых потоков – E1, SDH, ячеек – ATM, пакетов – Ethernet, PPP/HDLC), размещения и мультиплексирования инкапсулированных данных поверх PSN туннелей, обеспечения сигнализации и синхронизации для сервисов, использующих PW. Для организации передачи TDM трафика используется также принцип эмуляции сервисов Circuit Emulation Services (TDM CES).

Для безошибочного восстановления переданных данных на стыке асинхронного и синхронного каналов оборудование должно получать синхросигнал. Требования к стабильности синхросигнала варьируются в зависимости от конкретного назначения сети передачи данных. Так, в операторских сетях по предоставлению услуг телефонии и доступа в Интернет требования к синхронизации являются достаточно мягкими – относительная нестабильность частоты не должна превышать $50 \cdot 10^{-6}$, а в сотовых сетях для бесшовного перехода мобильных абонентов от одной базовой станции к другой необходима стабильность $50 \cdot 10^{-9}$.

В рекомендациях ITU-T G.8261/1/ и G.8264/2/ рассмотрены основные способы восстановления синхронизации на границах транспортной среды с коммутацией пакетов при передаче в ней группового сигнала с временным мультиплексированием в виде услуги эмуляции каналов. Для этого в оконечном станционном оборудовании должны быть предусмотрены функции межсетевое взаимодействия. Все абоненты транспортной среды с коммутацией пакетов могут получать тактовую частоту от сети синхронизации посредством обычного централизованного распределения. Если абонентское оборудование работает на собственной тактовой частоте, то на границе сети с коммутацией пакетов ее восстанавливают различными относительными способами, например, с помощью алгоритма согласования скоростей.

Выделяют следующие методы обеспечения синхронизации в сетях PSN:

1. Методы с восстановлением синхронизации:

- адаптивный метод (G.8261/9.3)
- дифференциальный метод (G.8261/9.2, IEEE 1588-2008 (1588V2))

2. Методы синхронной работы:

- синхронный режим (G.8261/9.1)
- режим эталонного такта на обеих сторонах (G.8261/9.4)

В докладе проводится сравнительный анализ методов синхронизации, особенности подходов к стандартизации, применимость методов в зависимости от вида передаваемого трафика, размеров и топологии сети. Рассмотрена также гибридная архитектура синхронизации (Hybrid timing architecture), использующая алгоритмы передачи сообщений о качестве сигнала синхронизации (SSM).

Рассмотрены особенности применения указанных методов синхронизации:

- в транспортных телекоммуникационных сетях,
- в сетях мобильной связи (2G/3G/LTE Mobile Backhaul (MBH) system),
- в сетях доступа.

Следует отметить, что на сегодняшний день стратегическим направлением развития систем синхронизации для PSN представляется использование синхронного физического уровня (SDH, Synchronous Ethernet, MW) для первичного распределения тактовой частоты. В случае если физический уровень PSN не является синхронным, предполагается использовать алгоритмы, заложенные в 1588V2 (этот способ предпочтителен и для распределения прецизионной информации time of day/phase) /3/.

Список литературы

1. Recommendation ITU-T G.8261/Y.1361 Timing and synchronization aspects in packet networks - 04/2008.
2. Recommendation ITU-T G.8264/Y.1364 Distribution of timing information through packet networks - 10/2008.
3. Packet-Optical Transport.MBH architectures. Alcatel-Lucent Mobile Backhaul System Guideline -2011.