

СИНХРОНИЗАЦИЯ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ: ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ И СТАНДАРТОВ

Триска Н.Р.

Институт телекоммуникационных систем

КПИ им. Игоря Сикорского, Украина

E-mail: ntriska@ukr.net

Synchronization in new generation telecommunications: summary of technologies and standards

The recent ITU-T activities in the field of the modern packet networks synchronization are summarized. The need of adaptation of the existing technical specification to support the requirements of IMT-2020/5G is emphasized.

Высокие требования к техническим характеристикам и инфраструктуре сети, предъявляемые современными телекоммуникационными стандартами, ставят перед разработчиками новых технологий целый ряд задач, для решения которых традиционные методы и модели необходимо адаптировать к особенностям работы сетей следующего поколения. Так, при внедрении концепции развития телекоммуникаций 5-го поколения (5G) одним из критически важных показателей становится величина задержки пакетной передачи, которая напрямую зависит от параметров синхронизации по тактовой частоте и времени [1, 2]. Технические требования к системам 5G (в частности, стандарт IMT-2020) предполагают минимизацию дисперсии задержки пакетов до величин менее 1 мкс вплоть до десятков нс. Поэтому особую актуальность приобрели задачи разработки, апробации и стандартизации технических решений, позволяющих реализовать данные требования. Примером такой работы может служить принятый в феврале 2018 г. Технический отчет Исследовательской Комиссии 15 Международного Союза Электросвязи (ITU-T SG-15) GSTR-TN5G [3], определяющий направления стандартизации транспортных сетей для поддержки технологии 5G, в том числе в части синхронизации. Ниже представлен краткий анализ основных подходов ITU-T к синхронизации современных сетей в контексте поддержки 5G.

В рамках исследовательского вопроса Q13/15 (ITU-T SG-15) ведется активная работа по стандартизации технических решений в части синхронизации пакетных сетей [4, 5]. Действующие в настоящее время Рекомендации представлены в табл. 1. Сейчас акцент делается на доработку и совершенствование существующих технических решений на базе технологии синхронного Ethernet (SyncE) и протокола точного времени PTP (IEEE 1588) для поддержки требований 5G. При этом разграничивают требования для различных фрагментов сети 5G с учетом их технологических особенностей.

Таблица 1. Обзор стандартов ITU-T по синхронизации пакетных сетей

Направление стандартизации	Частотная синхронизация – серия G.826x		Фазовая (временная) синхронизация – серия G.827x
	syncE	PTP	PTP
Термины и определения, метрики	G.8260		
Общие принципы (базовая, рамочная рекомендация)	G.8261		G.8271
Сетевые нормы	G.8261	G.8261.1	G.8271.1, G.8271.2
Генераторное оборудование	G.8262	G.8263, G.8266	G.8272, G.8272.1, G.8273, G.8273.2, G.8273.3
Архитектура сети синхронизации	G.8264	G.8265	G.8275
Профили протокола PTP	–	G.8265.1	G.8275.1, G.8275.2

В существующих сетях мобильной связи (2,3, 4G) выделяют транспортную, базовую сеть (Core Network), сеть радиодоступа (RAN) и промежуточную, “перевалочную” сеть (Backhaul Network) между контроллером базовых станций (BSC, RNC, BBU) и базовой станцией (BS, Node B, eNB). Концепция 5G в целом сохраняет эту структуру, но предполагает разделение функций контроллера базовых станций на две группы, соответствующие двум логическим элементам – “центральному” CU (Central Unit) и “распределенному” DU (Distribution Unit). В связи с этим стандарт IMT-2020 в общем случае выделяет три фрагмента на участке между контроллером 5G (CU + DU) и базовой станцией (в терминологии 5G обозначаемой как RRU – Remote Radio Unit):

- *Backhaul* (“ближний” фрагмент) – участки сети между блоками CU, а также участки между CU и базовой сетью (в терминологии 5G базовую сеть обозначают как NGC – Next Generation Core);
- *Midhaul* (“средний” фрагмент) – участки сети между блоками CU и DU;
- *Fronthaul* (“дальний” фрагмент) – участки сети между DU и RRU.

Технические требования ко многим параметрам (в частности, к задержке передачи) нормируются отдельно для каждого из указанных фрагментов сети. В то же время стоит отметить, что данная концепция пока находится в стадии разработки, и конкретные сценарии ее реализации подлежат уточнению и апробации. Так, возможны различные варианты физической реализации блоков CU, DU и RRU (например, объединение на одной площадке блоков CU и DU или DU и RRU) [3].

В части требований к синхронизации пакетных сетей с учетом перспективы 5G хотелось бы отметить следующее.

1. Многолетняя активная работа МСЭ-Т по стандартизации технических решений для синхронизации пакетных сетей (с участием ведущих производителей элементной базы и оборудования синхронизации, а также крупных телекоммуникационных операторов) подготовила достаточную базу для дальнейшей работы в направлении адаптации к стандартам IMT-2020/5G.

2. Существующие технические решения по синхронизации в пределах базовой транспортной сети, а также на фрагменте *Backhaul* (между базовой сетью и элементами уровня CU) при условии повышения ряда параметров генераторного оборудования в принципе позволяют обеспечить уровень, требуемый для поддержки 5G. При этом наилучший результат дает реализация “классической” концепции тактовой сетевой синхронизации на физическом уровне с применением технологии SyncE, которая создает основу для обеспечения более точной фазовой/временной синхронизации на базе протокола RTP с учетом возрастающих требований к параметрам задержки. В настоящее время ведется работа по пересмотру параметров генераторного оборудования SyncE (готовится проект новой Рекомендации G.8262.1), что позволит повысить точность синхронизации базовой сети как по частоте, так и по времени. Параллельно продолжается работа по стандартизации параметров генераторного оборудования, ориентированного на работу по протоколу RTP (проект новой Рекомендации G.8273.4).

3. Требования к точности синхронизации в сети радиодоступа, а также на промежуточных фрагментах (*Midhaul* и *Fronthaul*) еще находятся в стадии разработки. На данный момент эксперты ориентируются на существующие требования сетей 4G (LTE) с отклонением фазы порядка 1,5 мкс. Они будут корректироваться в соответствии с разрабатываемыми спецификациями стандарта IMT-2020/5G с учетом того, какие технологии и услуги на уровне RAN будут реализовываться в первую очередь. При этом предполагается, что повышенные требования к точности/стабильности на участке радиодоступа будут иметь локальный характер, т.е. подстройка фазы будет необходима для взаимодействия оборудования в пределах одной площадки без необходимости передачи опорных сигналов синхронизации от базовой сети.

4. Помимо разработки технических требований и стандартизации оборудования, существует целый ряд сопутствующих задач, важных для обеспечения синхронизации существующих и перспективных сетей. Это, в первую очередь, задачи планирования и эксплуатации сетей синхронизации с учетом смены технологий и инфраструктуры базовой сети, а также вопросы выбора оптимальных метрик и отработки методик измерений параметров синхронизации по тактовой частоте, фазе и времени.

Литература

1. S. Ruffini et al. A novel SDN-based architecture to provide synchronization as a service in 5G scenarios. – IEEE Communications Magazine, March 2017. – pp. 210-215.
2. Триска Н.Р. Актуальные задачи синхронизации на этапе развертывания сетей 5G. – Одинадцята Міжнародна науково-технічна конференція “Проблеми телекомунікацій” (ПТ-2017), 18-21 квітня 2017 р. Матеріали конференції. – ІТС НТУУ “КПІ”. – С. 102-104.
3. ITU-T Technical Report GSTR-TN5G: Transport network support of IMT-2020/5G. – ITU-T SG-15, February 2018.
4. Бирюков Н.Л., Триска Н.Р. Синхронный Ethernet как основа частотно-временного обеспечения современных и будущих сетей связи. – Электросвязь, 2013, № 2. – С. 8-12.
5. Бирюков Н.Л., Триска Н.Р., Худынцев Н.Н. Обзор направлений исследований МСЭ в области частотно-временного обеспечения современных сетей связи. – Т-Comm, № 2-2014. – с.12-17.