

ЛИТЕРАТУРА

1. Кириллов В. П., Рыжков А. В., Коновалов Г. В., Федоров Ю. А. Метрологический контроль первичных эталонных источников ведомственной сети синхронизации с использованием каналов инфотелекоммуникаций//Научно-технический семинар «Системы синхронизации в радиотехнике и связи». — Одесса: Технический центр ЯГУ. — 2001. — С. 43—45.
2. Давыдкин П. Н., Колтунов М. Н., Рыжков А. В. Распределение сигналов времени и стандартных частот по ВОЛП с использованием системы ТСС//Электросвязь. — 2002. — № 7. — С. 22—24.
3. Рыжков А. В., Кобышева Н. В. и др. Анализ устойчивости системы синхронизации магистральной цифровой сети связи ОАО «РЖД» в реальных условиях окружающей среды//Электросвязь. — 2005. — № 1. — С. 30—34.
4. Рыжков А. В. Частота и время в инфокоммуникациях XXI века. — М.: МАС, 2006. — 320 с.
5. Ebenhag S.-C., Jarlemark P., Emardson R. et al. Time transfer over 560 km fiber link//Proceedings of the 22 nd European Frequency and Time Forum (EFTF). — April 23—25, 2008 Toulouse, France.
6. Иванов А. В. Аппаратура распределения сигналов времени как элемент единой частотно-временной синхронизации//Электросвязь. — 2008. — № 10. — С. 62—65.
7. Рыжков А. В., Иванов А. В., Новожилов Е. О. Способы передачи сигналов времени по волоконно-оптическим линиям//Электросвязь. — 2009. — № 9. — С. 35—38.
8. Рекомендация МСЭ-Т G.823: Управление дрожанием и дрейфом фазы в цифровых сетях, основанных на иерархии 2048 кбит/с (03/2000).
9. Jaldehag K. et al. Time and transfer using asynchronous fiber-optical networks: progress report//Proceedings of the 41st Annual Precise Time and Time Interval (PTTI) Meeting. — 2009. — P. 383—396.
10. Рыжков А. В., Вакась В. И., Савчук А. В. Протоколы сличения времени для тактовой синхронизации в сетях с коммутацией пакетов//Электросвязь. — 2010. — № 5. — С. 45—49.

Получено 19.10.10

УДК 621.395

ЗАДАЧИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ СТРАН СНГ И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В НОРМАТИВНЫХ И РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТАХ

Н. Л. Бирюков, начальник научного отдела ГП УНИИС (Украина), к. т. н.; nlbir@mail.ru

Г. В. Коновалов, ведущий научный сотрудник ФГУП ЦНИИС (Россия), к. т. н.

Н. Р. Триска, начальник лаборатории ГП УНИИС (Украина), к. т. н.

Ключевые слова: сети NGN, синхронизация сетей, распределение сигналов точного времени, частотно-временное обеспечение (ЧВО).

Введение. Совершенствование систем и сетей синхронизации всегда было тесно связано с развитием технологий передачи и коммутации. В зависимости от телекоммуникационных технологий изменяется содержание основополагающих задач синхронизации и способы их решения [1]. Поэтому фундаментальные изменения сетевой инфраструктуры, обусловленные переходом к сетям следующего поколения (NGN), не могли не повлиять на подходы к решению основных задач синхронизации. На сети NGN с пакетным — асинхронным режимом передачи (АРП) теперь возлагаются также функции распределительных сетей тактовой сетевой синхронизации (ТСС) [2, 3]. Ядро телекоммуникационной сети все больше становится пакетным, и его синхронизация уже не требуется, в то время как приложения на границах сети продолжают нуждаться в синхронизации. Появился и ряд новых задач, связанных с согласованием временных шкал в различных узлах телекоммуникационной сети.

При этом, как и на предыдущих этапах развития ТСС, важно, чтобы разработка и реализация принципов ЧВО телекоммуникаций в новых условиях проводилась комплексно, вместе с решением сопутствующих вопросов метрологии, управления формированием и доставкой синхросигналов, обеспечения высокой надежности используемых сете-

вых структур. В этом плане важную роль играет создание соответствующей нормативной базы. Органы международной стандартизации (прежде всего МСЭ-Т и IEEE) активно работают в данном направлении. Так, МСЭ-Т в последние годы разработал три новые Рекомендации, посвященные аспектам синхронизации в пакетных сетях нового поколения [4—6]. Однако не менее важна стандартизация на национальном и региональном уровнях. Им и посвящена данная статья.

Особенности и задачи национальной и региональной стандартизации. Сегодня, когда сети и системы связи во всем мире становятся все более унифицированными, на первый взгляд может показаться, что национальная и региональная стандартизация несколько утратили свое значение. Однако практика показывает, что это не так. Если речь идет о собственно технических характеристиках, параметрах оборудования, то здесь, безусловно, следует ориентироваться на международную нормативную базу (прежде всего, на Рекомендации МСЭ).

В настоящее время все национальные стандарты, как правило, гармонизированы с международными, т. е. дублируют международные требования к оборудованию. Иногда это делается прямым повтором (так называемый «метод обложки»), в других случаях вносятся национальные изменения или пояснения к отдельным пунктам. Так, в Украине при переиздании «классических» Рек. МСЭ-Т G.811, G.812 и G.813, содержащих требования к устрой-

ствам синхронизации различного класса, к переводу основного текста было добавлено национальное приложение «Формирование сообщений о статусе синхронизации».

Однако, помимо чисто технических требований к оборудованию и сетям, существует также множество организационно-технических аспектов (аренда каналов и стыков, аудит, паспортизация и др.). Стандартизация подобных процедур должна осуществляться на национальном уровне, так как непосредственно связана с особенностями регуляторной политики, проводимой той или иной администрацией связи. Примерами национальных документов в сфере синхронизации являются **Правила применения оборудования ТСС** [7] и ряд ранее разработанных российских рекомендаций отрасли и руководящих документов (Р 45.08—2001, Р 45.09—2001, РД 45.230—2001 и др.), рассматривающих различные вопросы, касающиеся системы ТСС, и имеющих справочный характер, а также украинский отраслевой стандарт [8] на процедуры аренды каналов и стыков синхронизации.

Особое место занимает региональная стандартизация, которая позволяет объединить усилия и опыт специалистов соседних стран для совместного решения задач, актуальных для данного региона. Политику регионально-сотрудничества в сфере телекоммуникаций активно поддерживает сектор развития МСЭ (ITU-D), регулярно организующий по всему миру региональные форумы для общения специалистов и обмена опытом. Так, в мае 2010 г. в Кишиневе состоялся Региональный форум по развитию для региона Европы и СНГ «Сети последующего поколения (NGN) и широкополосная связь», на котором среди других тем докладывались и вопросы синхронизации. Важную роль в организации сотрудничества стран СНГ в сфере телекоммуникаций играет Региональное сотрудничество в области связи (РСС), одним из основных направлений деятельности которого является региональная стандартизация.

Действующая «Концепция развития и совершенствования сетей синхронизации цифровых сетей связи стран СНГ». В СНГ в настоящее время действует этот рекомендательный документ РСС [9], разработанный в 2004 г. совместными усилиями ФГУП ЦНИИС (РФ) и ГП УНИИС (Украина) при участии казахстанских специалистов. По замыслу разработчиков документ был призван создать основы координированного развития сетей ТСС стран СНГ и обеспечения необходимого взаимодействия стран-участников при решении вопросов построения и совершенствования систем и сетей ТСС национальных цифровых сетей связи.

Концепция содержит следующие разделы:

- роль и значение ТСС в развитии инфокоммуникаций стран СНГ;
- общие принципы построения сетей синхронизации цифровых сетей согласно Рекомендациям МСЭ-Т и стандартам ETSI (обзор нормативной базы, основные правила синхронизации цифровых систем передачи и коммутации);
- краткие характеристики национальных систем ТСС (России, Украины, Казахстана, Молдовы и др.);
- использование на национальных сетях синхронизации стран СНГ аппаратуры синхронизации различных производителей;
- метрологическое обеспечение систем синхронизации (организационно-правовые принципы, технические основы измерений, нормируемые параметры аппаратуры синхронизации, рекомендуемые средства измерительной тех-

ники, использование спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС);

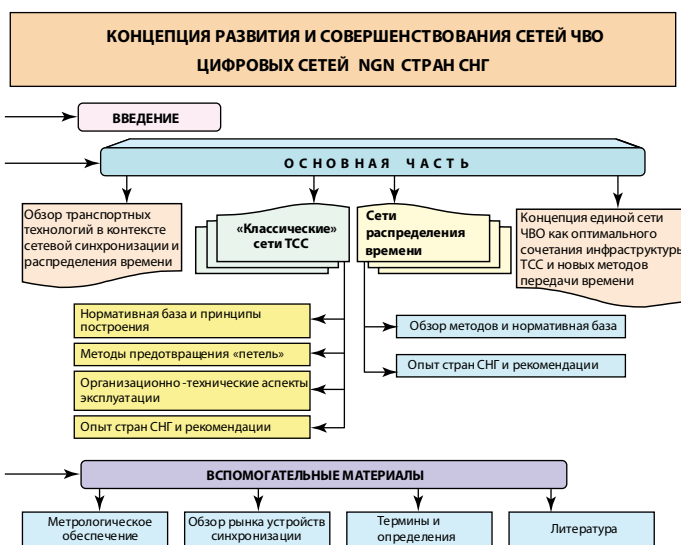
- управление сетями синхронизации;
- проектирование сетей синхронизации и перспективы использования средств автоматического проектирования;
- тематика исследований в области ТСС и перспективы их внедрения в практику.

В целом концепция отражает основные подходы к синхронизации цифровых сетей, актуальные на период разработки (2003—2004 г.). На том этапе документ сыграл свою роль, предоставив специалистам стран СНГ конкретные практические рекомендации по построению и совершенствованию сетей ТСС и наметив направления дальнейших совместных исследований. Однако с момента выхода Концепции прошло уже более пяти лет, в течение которых цифровые сети связи и подходы к их синхронизации претерпели существенные изменения [2—4]. Поэтому к настоящему времени назрела необходимость пересмотра и доработки многих ее положений с учетом современных реалий и актуальных практических задач.

Основные направления доработки Концепции на современном этапе. Широкое внедрение информационных технологий в телекоммуникационные сети требует поиска компромиссов между решениями «уходящих» технологий, обеспечивающих высокое качество передачи, и «гибкими» недорогими решениями «новейших» технологий NGN. В контексте ТСС и распределения сигналов точного времени к таким компромиссам относятся:

- перенос «классических» решений ТСС третьего поколения в пакетные сети (примером такого подхода может служить синхронный Ethernet);
- поиск новых технологических решений по транспортировке информации о синхронизации в пакетной среде (например, дифференциальный метод);
- использование сетевых протоколов распределения времени NTP, PTP IEEE 1588 v.2008, IRIG для целей ТСС.

Все эти тенденции в той или иной мере должны найти свое отражение при пересмотре существующей Концепции. Требуется серьезная научная и практическая проработка вопросов теории ЧВО телекоммуникаций как эффективного средства необходимой надежной поддержки цифровых сетей NGN. При этом можно выделить два основных направления исследований:



- обработка оптимальных технических решений ЧВО цифровых сетей NGN, использующих различные технологии (магистральные пакетные сети Ethernet и IP/MPLS, мобильные сети 3G/4G/LTE и т. д.);

- анализ целесообразности объединения сетей ТСС и сетей передачи сигналов точного времени в единую сеть ЧВО, обслуживающую как непосредственно телекоммуникации, так и сторонних потребителей.

Отметим, что при исследовании системно-сетевых вопросов ЧВО целесообразно использовать имеющийся арсенал современных методов исследования сложных систем, включая методы компьютерного моделирования в многомерном виртуальном пространстве с учетом возможностей масштабирования модельного времени [10—12].

Результатом проведенной научно-исследовательской работы может стать разработка новой редакции действующей Концепции либо нового подобного документа для ее замены. В любом случае разработанный документ должен освещать следующие вопросы:

- распределение тактовых синхросигналов и сигналов времени (СВ) по сетям, наложенным на цифровые сети и построенным с использованием различных технологий;

- иерархичность сетевой структуры, обуславливающую взаимосвязь качества доставки сигналов частоты и времени с уровнем иерархии;

- необходимость обеспечения существенно более высокой надежности ТСС и передачи СВ по сравнению с надежностью цифровых сетей, по которым эти сигналы передаются;

- необходимость недопущения замкнутых циклов («петель синхронизации») при организации маршрутов доставки тактовых синхросигналов и СВ;

- использование на верхних уровнях иерархии стандартов частоты и времени, «привязанных» к национальным стандартам, и, соответственно, высокие требования к метрологическому обеспечению аппаратуры;

- дальнейшее совершенствование аппаратуры, обеспечивающей необходимые качество и надежность доставки сигналов частоты и времени к потребителям; изыскание способов высококачественного ЧВО не только на верхних, но и на нижних уровнях иерархии;

- разработка и внедрение принципов автоматизированного проектирования сетей ЧВО с целью оптимизации их структуры в условиях необходимости недопущения «петель синхронизации»;

- внедрение на сетях ЧВО многоканального мониторинга качества тактовых синхросигналов и СВ;

- внедрение и при необходимости разработка систем управления, обеспечивающих самосовершенствование и самовосстановление сетевых структур ЧВО при возможных неисправностях.

На рисунке схематически представлено содержание предлагаемого документа.

Сегодня в различных странах СНГ (в первую очередь в России и Украине) накоплен достаточно большой опыт в области ТСС, а также развертывания сетей распределения единого точного времени. Это подтверждают, в частности, многочисленные конференции и семинары, в том числе проводимые ФГУП ЦНИИС и ГП УНИИС, на которых специалисты из разных стран регулярно обмениваются опытом в сфере стандартизации, проектирования, аудита

и эксплуатации современных сетей синхронизации и распределения времени. Учитывая опыт успешного сотрудничества при разработке Концепции [9], было бы целесообразно организовать работу над новым документом в рамках РСС. ФГУП ЦНИИС и ГП УНИИС готовы принять активное участие в данной работе в тесном сотрудничестве с коллегами из других стран СНГ.

Выводы. 1. Новые задачи и тенденции ЧВО современных телекоммуникаций требуют создания соответствующей нормативной базы, причем не только на международном уровне (Рекомендации МСЭ), но и на национальном и региональном уровнях.

2. Действующая Концепция сыграла свою положительную роль на этапе активного формирования сетей ТСС и соответствующей нормативной базы в странах СНГ и послужила хорошей основой для возобновления и укрепления сотрудничества специалистов стран СНГ в области синхронизации.

3. Современные реалии диктуют новые требования к ЧВО телекоммуникаций как эффективному средству поддержки цифровых сетей NGN. Поэтому назрела необходимость пересмотра и доработки многих положений Концепции. Это может быть сделано либо в формате новой редакции существующего документа, либо путем разработки нового документа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков Н.Л., Триска Н.Р. Синхронизация сетей связи с синхронным и асинхронным режимами передачи: опыт и проблемы // Электросвязь. — 2007. — № 10. — С. 34—37.
2. Бирюков Н.Л. Синхронизация транспортных технологий при переходе к NGN // Электросвязь. — 2009. — № 9. — С. 30—35.
3. Триска Н.Р. Синхронный Ethernet как метод обеспечения синхронизации в пакетных сетях // Наукові записки УНДІЗ. — 2009. — № 3 (11). — С. 65—71.
4. ITU-T Recommendation G.8261/Y.1361 (04/08). Timing and synchronization aspects in packet networks.
5. ITU-T Recommendation G.8262/Y.1362 (08/07). Timing characteristics of synchronous Ethernet equipment slave clock (ЕЕС).
6. ITU-T Recommendation G.8264/Y.1364 (10/08). Distribution of timing through packet networks.
7. Правила применения оборудования тактовой сетевой синхронизации, утвержденные Приказом № 161 Мининформсвязи России 7.12.2006. www.minkomsvjaz.ru/ministry/documents/1548/
8. ГСТУ 45.031:2006. Мережі синхронізації. Канали та стики синхронізації. Вимоги щодо надання каналів та стиків синхронізації іншим операторам.
9. Концепция развития и совершенствования сетей синхронизации цифровых сетей связи стран СНГ. — РСС, 2004 г.
10. Коновалов Г.В. Перспективы использования многомерного виртуального пространства и масштабируемости виртуального времени в интересах совершенствования инфокоммуникаций // Наукові записки УНДІЗ. 2008. — № 3 (5). — С. 19—28.
11. Окольнішников В.В. Представление времени в имитационном моделировании // Вычислительные технологии. — Сибирское отделение РАН. — 2005. — № 5. — С. 57—80.
12. Коновалов Г.В. Виртуальное время и согласование шкал реального времени // Электросвязь. — 2009. — № 9. — С. 15—18.

Получено 11.10.10