

УДК 621.373-187.4; 621.39.072.9

Федорова Н.В., к.т.н.

МИГРАЦИЯ СЕТЕЙ ОТ 2G/3G К СЕТЯМ 4G. МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ MOBILE BACKHAUL

Fedorova N.V. Migration of networks from 2G/3G to networks 4G. Upgrade of the transport network of Mobile Backhaul

We consider the migration of networks from 2G / 3G to 4G networks, which is a complex task and involves working on several fronts: the modernization of radio and radio planning; Modernization Mobile Backhaul transport networks; modernization of the packet core network Mobile Packet Core. The basic requirements for 4G Mobile Backhaul technology. If 4G Mobile Backhaul provides connectivity directly between the base stations themselves. In addition, Mobile Backhaul provides the possibility of providing all the necessary services and supports synchronization and quality of service. The basic provisions of the modernization of Mobile Backhaul transport networks. Variants synchronization 4G base stations: Satellite - GPS / GLONASS; network with the existing time division multiplexing; via a packet network using a synchronization protocol PTP (Precise Time Protocol); SyncE via packet network. A variant of the transmission of voice information in packet form through the 4G network - Voice over 4G technology that enables the transmission of voice information in packet form through the 4G network and infrastructure using IMS (IP Multimedia Subsystem). In case the implementation Vo4G for some reasons it is impossible, 3GPP consortium has developed a technology to CSFB (Circuit Switch FallBack), the essence of which is the use of existing 2G / 3G networks with the voice call.

Keywords: Migration networks, 2G / 3G technology and 4G, network transport Mobile Backhaul, the base station, the packet network, the synchronization network.

Федорова Н.В. Міграція мереж від 2G / 3G до мереж 4G. Модернізація транспортної мережі Mobile Backhaul

Розглянуто питання міграції мереж від 2G/3G до мереж 4G. Надано визначення Mobile Backhaul. Визначено, що класична транспортна мережа оператора мобільного зв'язку складається з двох основних елементів. Наведено основні вимоги Mobile Backhaul для технології 4G. Зазначено основні положення при модернізації транспортної мережі Mobile Backhaul. Запропоновано варіанти синхронізації базових станцій 4G. Розглянуто варіант передачі голосової інформації в пакетному вигляді крізь мережу 4G (технологія Voice over 4G).

Ключові слова: Міграція мереж, технології 2G/3G та 4G, транспортна мережі Mobile Backhaul, базова станція 4G, пакетна мережа, мережа синхронізації.

Федорова Н.В. Миграция сетей от 2G/3G к сетям 4G. Модернизация транспортной сети Mobile Backhaul

Рассмотрены вопросы миграции сетей от 2G/3G к сетям 4G. Дано определение Mobile Backhaul. Определено, что классическая транспортная сеть оператора мобильной связи состоит из двух основных сегментов. Приведены основные требования Mobile Backhaul для технологии 4G. Описаны основные положения при модернизации транспортной сети Mobile Backhaul. Предложены варианты синхронизации базовых станций 4G. Рассмотрен вариант передачи голосовой информации в пакетном виде через сеть 4G (технология Voice over 4G).

Ключевые слова: Миграция сетей, технологии 2G/3G и 4G, транспортная сеть Mobile Backhaul, базовая станция, пакетная сеть, сеть синхронизации.

Введение

Беспроводные технологии стремительно завоевывают мир со скоростью и широтой охвата превосходящие все ожидания. Одной из технологий, призванных для обеспечения спроса на современные телекоммуникационные системы, является технология 4G.

По мере совершенствования технологий радиодоступа (от сетей второго и третьего поколения – к четвертому) узкие в отношении пропускной способности участки сетей смещаются в направлении от радиоинтерфейса в сторону транспортной распределительной сети. Быстрый рост мобильного широкополосного трафика при переходе к новым высокоскоростным сетям 4G является одним из главных побудительных мотивов для операторов для увеличения инвестиций в сети Mobile Backhaul.

Миграция сетей от 2G/3G к сетям 4G является комплексной задачей и подразумевает работы сразу по нескольким направлениям: модернизация радиоподсистемы и радиопланирование; модернизация транспортной сети Mobile Backhaul; модернизация ядра пакетной сети Mobile Packet Core [1].

© Федорова Н.В., 2016

В данной статье более детально остановимся на одном из перечисленных направлений - модернизация транспортной сети Mobile Backhaul.

Основные требования к транспортной сети Mobile Backhaul

Классическая транспортная сеть оператора мобильной связи состоит из двух основных сегментов: распределительной сети (backhaul), связывающей базовые станции с контроллерами и центрами коммутации подвижной связи (Mobile Switching Center, MSC); магистральной сети (backbone), обеспечивающей высокоскоростной транспорт между центрами коммутации.

Mobile Backhaul - это транспортная сеть передачи данных связывающая базовые станции (БС) с функциональными элементами 2G/3G/4G сети (рис.1). В случае 4G Mobile Backhaul также обеспечивает возможность соединения базовых станций (БС) напрямую между собой. Кроме этого Mobile Backhaul должна также обеспечивать возможность предоставления всех необходимых сервисов, а также осуществлять поддержку синхронизации и качества обслуживания [1].

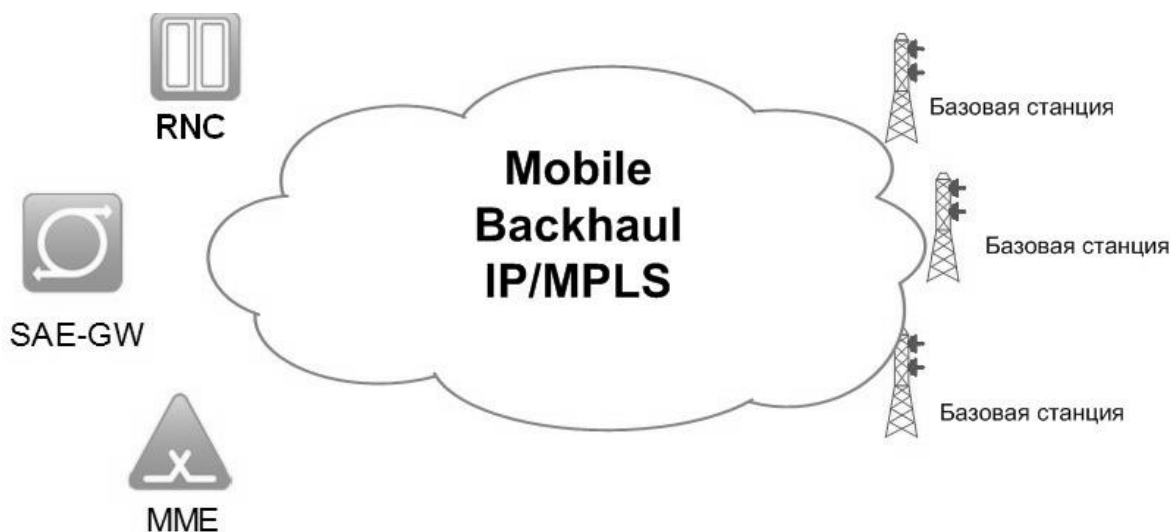


Рис. 1. Транспортная сеть передачи данных

Как известно, в настоящее время многие операторы связи переводят свои транспортные сети на IP. Это связано с увеличением объемов потребляемого трафика, внедрением новых технологий, например, VoIP, IPTV. Переход на IP делает оператора очень гибким, позволяет без проблем наращивать пропускную способность и предоставлять новые сервисы. Основными требованиями к транспортной сети Mobile Backhaul выступают следующие функции [1, 2]:

1. Обеспечение возможности изоляции различного типа трафика от БС (сигнализация, управление, данные и др.).
2. Обеспечение возможности подключения корпоративных клиентов с использованием услуги L2VPN/L3VPN.
3. Обеспечение необходимых показателей качества обслуживания.
4. Обеспечение возможности синхронизации БС по IP-сети. Согласно приведенных требований, в транспортной сети необходимо разворачивать технологию IP/MPLS, которая позволит реализовать поверх себя все перечисленные функции.

Модернизация транспортной сети Mobile Backhaul

В марте 2008 года сектор радиосвязи Международного союза электросвязи определил ряд требований для стандарта международной подвижной беспроводной широкополосной связи 4G [3], получившего название спецификаций International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced), в частности установив требования к скорости передачи данных для обслуживания абонентов: скорость 100 Мбит/с должна предоставляться высокоподвижным абонентам (например, поездам и автомобилям), а абонентам с небольшой

подвижностью (например пешеходам и фиксированным абонентам) должна предоставляться скорость 1 Гбит/с. Появление модема 4G стало очередной вехой в развитии интернет технологий. В соответствии с требованиями ITU-R (Сектор радиокommunikаций международного союза электросвязи), сети четвертого поколения должны обеспечивать пиковые скорости 100 Мбит/с для объектов с высокой скоростью передвижения (например, поезда) и 1 Гбит/с для объектов с низкой мобильностью (например, пешеходы и стационарные объекты).

Но технология 4G - это не только более высокая скорость подключения к интернету. В первую очередь, эти сети обладают более высоким качеством голосовых услуг - HD Voice, который реализуется на базе технологии Vo4G (Voice over 4G) [3], обеспечивающая передачу голосовой информации в пакетном виде через сеть 4G и использующая инфраструктуру IMS (IP Multimedia Subsystem). На случай, если внедрение Vo4G по каким-либо причинам невозможно, консорциум 3GPP разработал технологию CSFB (Circuit Switch FallBack), суть которой заключается в использовании существующих сетей 2G/3G при голосовом вызове. Но этот метод имеет недостаток в виде задержки, достигающей иногда до десятков секунд при переключении из сети 4G в сеть 2G/3G.

Также появление нового поколения создает пространство для новаторских комплексных решений - например, умных городов, транспорта, инноваций в агросекторе и т.д. Отчасти начало таким инициативам может быть положено и в 3G-сетях, как это можно наблюдать в Украине. Однако для полного раскрытия потенциала умных решений необходимы сети следующего поколения.

При переходе к высокоскоростным сетям 4G распределительные транспортные сети (Mobile Backhaul) зачастую становятся «слабым звеном» сетевой инфраструктуры. По этой причине операторы активно модернизируют свой «транспорт», готовясь к резкому возрастанию объемов трафика данных.

В условиях быстрого роста трафика мобильной передачи данных и развития сетей 4G, работая над улучшением качества связи, крупнейшие операторы активно продолжают модернизировать свои распределительные транспортные сети. Например, полным ходом идет замена радиорелейных линий (РРЛ) на волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) в тех местах, где это возможно, а там, где нет такой возможности, на смену устаревшим радиорелейным линиям приходят современные высокоскоростные РРЛ. Кроме того, вместе с модернизацией оборудования меняется и сама технология предоставления каналов связи до базовых станций - происходит переход от традиционных технологий с коммутацией каналов (TDM-каналов) к выделенным Ethernet-каналам, что позволяет более эффективно использовать полосу пропускания транспортной сети и обеспечивает возможность дальнейшего развития сети (например, внедрение технологий 4G).

На рис. 2 показан пример сети 2G/3G, которая в качестве транспорта сети использует технологию SDH (Synchronization Digital Hierarchy).

Емкость такой сети рассчитана в основном на передачу небольших объемов трафика и голоса. Модернизация данной сети зачастую связана с дополнительными большими инвестициями и не всегда приносит ожидаемую гибкость и масштабируемость при увеличении емкости. Это связано с характером передачи данных - коммутация каналов в отличие от пакетной коммутации IP-сетей. Большинство операторов уже при миграции к сетям 3G построило серьезную транспортную сеть IP/MPLS. Современные технологии позволяют подключать к такой сети традиционные базовые с E1-интерфейсами. Для передачи трафика через IP-сеть используются методы эмуляции трафика Circuit Emulation over Packet Switched Network (CEoPSN) и Structure-Agnostic TDM over Packet (SAToP).

При проектировании, а также модернизации сетей Mobile Backhaul для LTE необходимо учесть следующее [2]:

1. Предполагаемые точки подключения БС и емкости каналов - имеет значение расположение будущих или существующих точек сети Mobile Backhaul. От этого зависит, какие каналы, какой емкости и в какие места необходимо протягивать. В связи с серьезным увеличением емкости сети чаще всего до БС имеет смысл тянуть оптические каналы. К сожалению, это не всегда возможно, поэтому альтернативой является подключение пролетов пакетными радиорелейными линиями (РРЛ) "точка-точка", современные решения которых

предлагают радиоканалы до 1 Гбит/с и более. Поскольку обычно РРЛ работают на гораздо более высоких частотах (десятки ГГц), чем LTE, то радиопомехи от РРЛ не влияют на работу БС LTE.

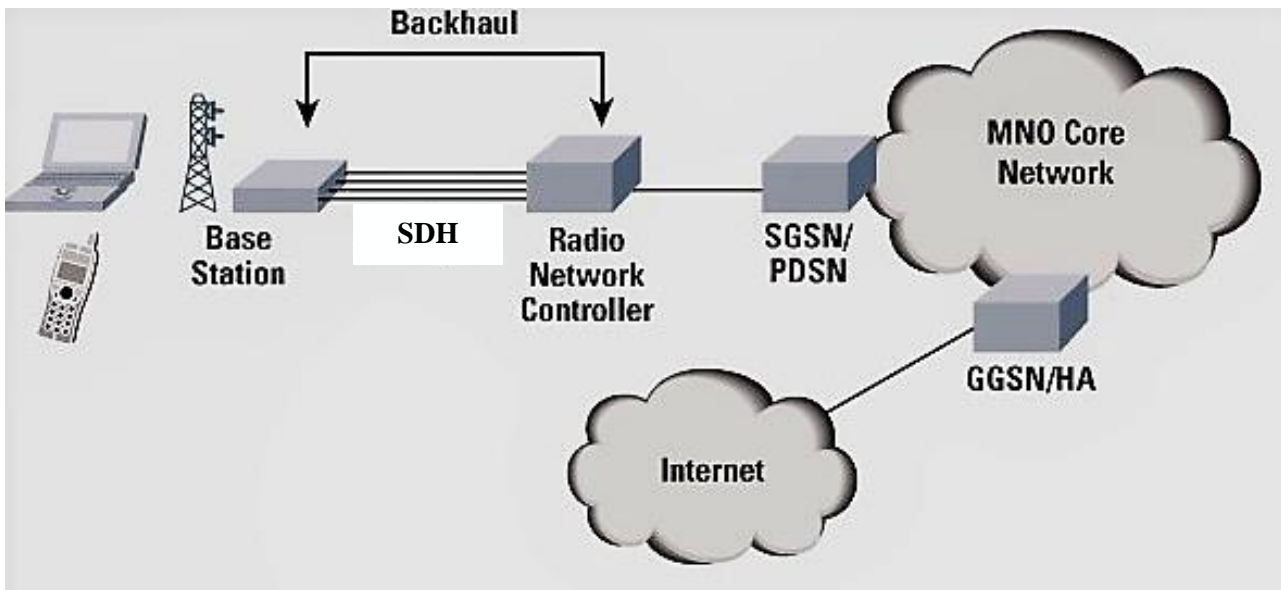


Рис. 2. Схема мобильной сети с применением технологии SDN в качестве “транспорта”

2. Интерфейсы, подключаемые БС к маршрутизатору Cell-Site-Router. БС 4G подключаются интерфейсом Giga-bitEthernet к маршрутизатору доступа Cell-Site-Router, в контексте этого имеет значение только тип интерфейса (оптический или медный). Если маршрутизатор находится в том же контейнере, что и БС, то логичнее будет подключить БС медным интерфейсом, при удалении - оптическим.

3. Тип 4G-стандарта, предполагаемого к внедрению на сети. В настоящий момент существуют следующие разновидности 4G: LTE FDD (Frequency Division Duplex), LTE TDD (Time Division Duplex). И дальнейшее развитие стандарта - LTE Advanced, соответствующее требованиям к сетям четвертого поколения. Актуальными являются версии LTE FDD и LTE TDD. Основное отличие между ними - способ разделения каналов на прием/передачу. LTE FDD подразумевает две несущие частоты для приемопередачи, а LTE TDD - одну несущую частоту, но разделение по времени. Это имеет принципиальное значение с точки зрения синхронизации между БС. Технология LTE FDD подразумевает достаточность частотной синхронизации, а LTE TDD обязательно требует фазовую синхронизацию. В общем используются оба типа технологий, поэтому выбор синхронизации может быть различен. Однако не стоит забывать, что технология LTE Advanced изначально подразумевает использование фазовой синхронизации, поэтому целесообразнее сразу рассматривать фазовую синхронизацию с прицелом на будущее.

4. Каким образом будет осуществляться синхронизация БС. Существуют следующие наиболее распространенные варианты синхронизации: спутниковая - GPS/ГЛОНАСС; от существующей сети с временным разделением каналов; с помощью пакетной сети с использованием протокола синхронизации PTP; с помощью пакетной сети SyncE [3-5].

Конвергенция и развитие сетей связи ставит новые задачи, связанные с обеспечением корректного взаимодействия между разными сегментами сети, в том числе и в аспекте синхронизации. Задачи такого класса относятся к глобальной проблеме взаимодействия сетей, построенных на базе различных технологий и, в частности, передачи синхронных транспортных потоков через асинхронные сети. Особенно актуальны задачи данного класса для сетей уровня распределения и агрегации (mobile backhaul) операторов мобильной связи. Внедрение пакетного транспорта в сетях mobile backhaul (MB) позволяет интегрировать сети радиодоступа, относящиеся к разным технологическим поколениям, но требует решения задачи распространения синхросигналов по пакетной сети. В частности, необходимо

обеспечить цикловую синхронизацию для TDM потока. Для этого можно использовать технологию эмуляции каналов (CES).

Спутниковая синхронизация - проверенное временем рабочее решение, но необходимо учитывать зависимость точности от атмосферных и радиопомех. Из преимуществ синхронизации от сети с временным разделением каналов следует отметить возможность использования существующей инфраструктуры без дополнительных вложений, однако не на всех планируемых узлах может быть возможность подключения от данной сети для синхронизации.

При использовании пакетных методов необходимо учитывать, что с помощью технологии SyncE можно восстановить только частоту, но при этом она обладает высокой точностью, так как передача происходит на физическом уровне. Стандарт IEEE1588v2 подразумевает передачу частотной и фазовой информации, поэтому может подойти для систем LTE TDD и LTE Advanced, но передача пакетов происходит не на физическом уровне и поэтому сильно зависима от текущей загрузки сети [4, 5].

Выводы

1. Процесс миграции от сетей 2G/3G к 4G менее затратен, так как многие операторы уже построили серьезные транспортные сети IP/MPLS с соответствующей оптической инфраструктурой при переходе от 2G к 3G. Современные БС 3G модернизируются в БС 4G, необходимо добавить лишь соответствующие антенны Multiple Input Multiple Output (MIMO) и обновить программное обеспечение.

2. Аппаратная часть ядра, где зачастую маршрутизаторы могут выполнять функции элементов пакетного ядра 4G. Здесь больше стоит вопрос о производительности этих элементов, так как с внедрением 4G ожидается существенный рост мобильного трафика и соответственно нагрузки на эти элементы.

3. Сложностью для оператора является передача голосовых вызовов через сеть 4G: это и необходимость разворачивания соответствующей инфраструктуры IMS, и повышенный расход аккумуляторов мобильных телефонов при осуществлении Vo4G-звонков.

Список использованной литературы

1. Тихвинский В. О. Сети мобильной связи LTE: технология и архитектура / В. О. Тихвинский, С. В. Терентьев, А. Б. Юрчук. – Москва: Эко-Трендз, 2010. – 139 с.
2. Чижиков Дмитрий Мультисервисные сети следующего поколения: потребности рынка, принципы, мониторинг / [Электронный ресурс]: Дмитрий Чижиков // – Режим доступа: <http://www.iksmedia.ru>.
3. Вакась В. И. Практическая реализация синхронизации на сетях IP/MPLS / В. И. Вакась, Н. В. Федорова // Зв'язок. – 2013 р., №1 – С.23-27.
4. Федорова Н. В. Синхронный Ethernet, как среда передачи синхронизации в сетях с коммутацией пакетов / Н. В. Федорова // Вісник ДУІКТ. – 2013 р. – №2. – С.45-49.
5. Савчук А.В. Синхронизация текущего времени: Протокол сетевого времени / А. В. Савчук, В. Н. Шапошников, И. П. Черняк // Зв'язок №6. – 2007. - С. 10 – 15.

Автори статті

Федорова Наталія Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна. Тел. +38 067 224 09 65. E-mail: natasha_f@ukr.net

Authors of the article

Fedorova Nataliya Volodymyrivna – candidate of Science (technic), associate professor, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine. Tel. +38 067 224 09 65. E-mail: natasha_f@ukr.net

Дата надходження в редакцію: 17.10.2016 р.

Рецензент: д.т.н., проф. В.А. Дружинін