



УДК 621.391.1

СОЗДАНИЕ ВЫДЕЛЕННОЙ СЕТИ СВЯЗИ ДЛЯ НУЖД ГОСУПРАВЛЕНИЯ И НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ИНФРАСТРУКТУРЕ ЕДИНОЙ СЕТИ СОТОВОЙ ПОДВИЖНОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ ПО ТЕХНОЛОГИИ LTE

А. А. БОЖКО,
начальник управления
технического развития
ООО «Белорусские облачные технологии»

М. В. ДУКА,
заместитель генерального директора
по электросвязи
ООО «Белорусские облачные технологии»

К. А. КОВАЛЕВ,
старший научный сотрудник НИЛ 1.12
УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники»

В. М. КОЗЕЛ,
к. т. н., доцент кафедры ИРТ
УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники»

Проанализированы текущее состояние и перспективы развития сетей профессиональной мобильной радиосвязи. Предложен вариант создания выделенной сети связи для нужд государственного управления, национальной безопасности, обороны, охраны правопорядка, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на инфраструктуре единой сети сотовой подвижной электросвязи по технологии LTE.

Ключевые слова: мобильная радиосвязь, сотовая подвижная электросвязь, LTE, МС РТТ.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в целях обеспечения внутреннего управления и взаимодействия значительная часть государственных органов и организаций, выполняющих задачи по государственному управлению, национальной безопасности, обороне, охране правопорядка, предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также часть организаций жилищно-коммунальной сферы (далее – ведомства) эксплуатируют различные сети профессиональной мобильной радиосвязи (ПМР).

Сети ПМР – достаточно консервативная сфера. С одной стороны, системы радиосвязи у ряда ведомств достаточно успешно работают без модернизации в течение десятков лет. С другой – внедрение новых технологий в данной области происходит очень медленно. В первую очередь это связано с высокими капитальными затратами на модернизацию существующих сетей и с необходимостью поддерживать «старый» парк оборудования, что в ряде случаев представляет серьезную техническую проблему. Именно поэтому в системах ПМР переход на цифровые протоколы проходит медленно. В то же время качественные изменения в уровне развития и цифровизации ПМР могут быть достигнуты за счет внедрения альтернативных цифровых

решений, основанных на широком использовании существующих сетей сотовой подвижной электросвязи общего пользования (СПЭС).

Далее рассмотрим возможность создания (организации) выделенной сети (ВС) для нужд государственного управления, национальной безопасности, обороны, охраны правопорядка, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, так называемых специальных пользователей (СП), на инфраструктуре единой сети сотовой подвижной электросвязи по технологии LTE.

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ПМР ОСНОВНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

Основу для построения сетей ПМР в настоящее время составляет оборудование радиосвязи, представляющее широкое разнообразие стандартов простой конвенциональной связи – от аналоговых систем типа МРТ1327 до цифровых стандартов DMR, MotoTRBO, APCO 25 и т. д., эксплуатируемых в различных полосах радиочастот.

Основными особенностями, которые характеризуют сети радиосвязи государственных органов Республики Беларусь, являются:

- широкое разнообразие используемых стандартов и диапазонов радиочастот;



- ограниченные возможности полноценного соединения с сетями электросвязи общего пользования, включая сети сотовой подвижной электросвязи;
- высокая стоимость оборудования инфраструктуры каждой отдельной ведомственной сети радиосвязи, ограниченные возможности по совместному использованию инфраструктуры;
- ограниченные возможности по передаче широкополосного контента (видео, передача данных и др.);
- ограничения на возможность организации прямого межведомственного взаимодействия и, как следствие, снижение оперативности реагирования в чрезвычайных ситуациях из-за специфики организации обмена информацией между разными ведомствами.

Вышеуказанные ограничения не могут в полной мере быть устранены в существующих сетях радиосвязи СП, использующих даже современные стандарты цифровой ПМР, поскольку они обусловлены как непосредственно стандартами, так и объемом выделенного для их эксплуатации радиочастотного спектра. На последнем аспекте необходимо остановиться отдельно.

Основными полосами радиочастот, используемыми существующими и перспективными системами ПМР, являются полосы радиочастот 146–174 МГц (диапазон 160 МГц), 440–470 МГц (диапазон 450 МГц). При этом, в соответствии с Таблицей распределения полос радиочастот между радиослужбами Республики Беларусь, в полосе радиочастот 146–174 МГц категорию ПР (полоса радиочастот преимущественного пользования РЭС, используемыми для нужд государственного управления, национальной безопасности, обороны, охраны правопорядка, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций) отдельными участками имеет 9,8375 МГц спектра (35 % от общего объема), категорию СИ (совместного пользования РЭС всех назначений) – 13,1625 МГц (47 % от общего объема) и категорию ГИ (преимущественного пользования РЭС гражданского назначения) – 5,0 МГц (18 % от общего объема).

Полоса радиочастот 440–470 МГц отдельными участками в пропорции 50/50 распределена на категории СИ и ГИ, а полосы радиочастот категории ПР отсутствуют.

Таким образом, радиочастотный спектр, традиционно используемый для организации сетей ПМР, характеризуется раздробленностью между пользователями и службами, высокой утилизацией различными радиосредствами не только подвижной службы, но и других служб, что не позволяет его использовать для создания широкополосных сетей связи, востребованность услуг которых постоянно растет. Реализация широкополосных сетей ПМР потребует проведения дорогостоящих работ по рефармингу традиционных полос радиочастот либо изысканию новых полос

радиочастот в более высоких диапазонах, что существенным образом скажется на экономической эффективности построения сетей.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПМР. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПЭС

Перспективы развития систем ПМР в рамках существующих «узкополосных» стандартов связи существенно ограничены в функциональном плане, а развитие их в направлении «широкополосных» систем ограничено объемом и условиями использования радиочастотного спектра, выделенного для эксплуатации указанных систем.

Такая ситуация характерна для большинства стран. В связи с этим, принимая во внимание недостатки и ограничения существующих и перспективных стандартов ПМР, в последнее время в мире широкое распространение получило использование различных решений, позволяющих отказаться от создания собственной инфраструктуры радиосвязи. Все они являются OTT-сервисами (Over the Top) и представляют собой программный коммутатор, или прокси-сервер, на котором авторизуются приложения, развернутые на терминалах пользователей. В роли терминалов выступают обычные смартфоны, планшеты и другие устройства, подключаемые к сети передачи данных. Исходя из основной задачи OTT-сервисов, связанной с заменой профессиональной мобильной радиосвязи, такого рода решения получили общее наименование PoC (PTT over Cellular).

В качестве транспорта для PoC в глобальном масштабе выступают сети СПЭС стандартов 3G и LTE, а также Wi-Fi-сегменты сетей на локальном уровне. Необходимо отметить, что на фоне сетей ПМР технологии и сети СПЭС развиваются опережающими темпами. Постоянно улучшается покрытие, увеличивается емкость сетей, расширяется перечень предоставляемых услуг и сервисов. В настоящее время покрытие сотовой связью обеспечивается на территории проживания более 90 % населения, и ситуация постоянно улучшается.

Возможности СПЭС для решения задач ПМР основаны на функционале Mission Critical Push to Talk (MC PTT), описанном в технических спецификациях [1, 2]. Функционал MC PTT позволяет обеспечить следующие виды связи, характерные для сетей ПМР: групповые и широкополосные голосовые и видеовызовы: push-to-talk, push-to-video (без набора номера); индивидуальные голосовые и видеовызовы; возможность быстрого создания произвольных групп как внутри одного ведомства, так и межведомственных; широкополосная передача данных, доступ к ведомственным сетям передачи данных и в интернете; приоритезация абонентов и трафика и управление перегрузками; определение местоположения абонентов; возможность использования как специальных терминалов, так и обычных смартфонов/

планшетов LTE; взаимодействие с сетями электро-связи общего пользования; взаимодействие с любыми существующими сетями радиосвязи (DMR, APCO, P25, аналоговая радиосвязь).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЕДИНОЙ СЕТИ СПЭС ПО ТЕХНОЛОГИИ LTE ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫДЕЛЕННОЙ СЕТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

В первую очередь следует отметить, что в [3] подробно описываются возможности технологии LTE, которые могут использоваться в качестве основы для разработки мультисервисной сети связи. Также показана взаимосвязь между требованиями к сетям общественной безопасности, изложенными в [4], и возможностями технологии LTE. Спецификации технологии LTE постоянно совершенствуются по мере выпуска новых релизов.

Технология LTE на системном уровне обладает высокой степенью гибкости для организации связи в интересах органов государственного управления, национальной безопасности, обороны, охраны правопорядка, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Можно выделить несколько основных подходов к организации такого рода сетей:

- развертывание отдельной сети государственных органов, которая принадлежит какому-либо государственному органу и эксплуатируется им самостоятельно;
- развертывание отдельной сети государственных органов, принадлежащей оператору сотовой подвижной электросвязи и эксплуатируемой им в соответствии с договорными соглашениями со специальными пользователями сети;
- сочетание ведомственных сетей государственных органов и услуг связи общего пользования, предоставляемых на базе СПЭС. В этом случае абоненты государственных органов могут выступать в качестве преференциальных с надлежащим установленным приоритетом, в соответствии с заключенными договорами;
- использование специализированных программных приложений в СПЭС общего пользования;
- совместное использование инфраструктуры сети LTE оператора СПЭС в качестве закрытой/частной подсети в рамках конкретных договорных соглашений или в качестве привилегированного абонента с соответствующим приоритетом.

При выборе наиболее подходящего варианта организации сети в интересах государственного управления, национальной безопасности, обороны, охраны правопорядка, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций следует руководствоваться следующими соображениями.

1. Для обеспечения максимальной эффективности деятельности государственных органов сеть должна охватывать всю страну. Хотя повседневные

мероприятия в основном проводятся в населенных (городских/пригородных) районах, специфика выполняемых задач требует обеспечения связи на всей территории страны. В настоящее время единая сеть LTE не обеспечивает 100%-ное покрытие территории, но расширить ее в дальнейшем будет быстрее и дешевле, чем создать совершенно новую специализированную сеть аналогичного масштаба.

2. Использование инфраструктуры единой сети LTE повысит эффективность, т. к. нет необходимости дублировать оборудование сетей различных государственных органов. При этом существенно сокращаются потребности в дополнительных капитальных затратах государственных органов.

3. Существующие подходы к планированию сетей сотовой связи общего пользования обеспечивают большую устойчивость, чем традиционные ведомственные сети. Например, типичное планирование сетей сотовой связи общего пользования включает механизмы перекрытия зон обслуживания секторов.

4. Наличие в штате оператора сотовой подвижной электросвязи квалифицированных кадров, транспортных средств и оборудования для планирования, создания и эксплуатации сети.

С учетом вышеизложенного очевидно, что наиболее оптимальным является совместное использование инфраструктуры Единой сети LTE для создания закрытой/частной подсети для специальных пользователей. Принимая во внимание результаты анализа возможностей единой сети LTE, можно сформулировать следующий подход к созданию выделенной сети на базе Единой сети сотовой подвижной электросвязи по технологии LTE для нужд государственного управления, национальной безопасности, обороны, охраны правопорядка, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций:

- задействование выделенного радиочастотного канала в рамках общей сети радиодоступа (RAN) на существующих базовых станциях диапазона 800 МГц;
- использование преференциальных условий доступа и уровней обслуживания на базовых станциях сети LTE диапазонов 1800 и 2600 МГц;
- поэтапное расширение покрытия и емкости единой сети сотовой подвижной электросвязи по технологии LTE и повышение ее устойчивости для более эффективного функционирования в условиях чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий.

БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ СОЗДАНИЯ ВЫДЕЛЕННОЙ СЕТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Обобщенная схема Единой сети сотовой подвижной электросвязи по технологии LTE с функциями выделенной сети для нужд государственного управления, национальной безопасности, обороны, охраны правопорядка, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций приведена на рисунке 1.

Для реализации выделенной сети в составе единой сети LTE необходимо включить только один новый элемент: специализированный сервер приложений MC PPT, предназначенный для организации вызовов абонентов и диспетчерских терминалов сети, а также их интеграции и взаимодействия с иными сетями связи.

Вышеуказанный сервер приложений MC PPT должен реализовывать следующие функции:

- аутентификация пользователей и авторизация сервисов;
- конфигурация сервисов для пользователей;
- организация групповых вызовов в/вне сети, включая видеовызовы (в рамках одной системы или нескольких систем, предварительно организованной или модели чата, позднего входа, широковещательных групповых вызовов, экстренных групповых вызовов, аварийные оповещения);
- персональные вызовы в/вне сети, включая видеовызовы (режимы автоматического или ручного набора номера, экстренные частные вызовы);
- функции защиты информации (шифрование пользовательского трафика и сигнализации);
- динамическое управление группами;
- пересоздание установленных сессий;
- управление ресурсами;
- управление логическими каналами радиосети (при наличии функционала радиосети MBMS – включая Multimedia Broadcast/Multicast Service);
- конфигурация местоположения;
- использование ретрансляторов связи абонентских устройств с сетью.

Детально состав и функциональные возможности сервера приложений MC PPT изложены в [5].

Рассмотрим более детально возможные варианты реализации отдельных элементов. В первую очередь необходимо обратить внимание

на непосредственное управление (администрирование) услугами выделенной сети и ее отдельными элементами. Техническая спецификация [2] определяет следующие роли: оператор сети связи (владелец СПЭС); поставщик услуг MC PTT; абоненты MC PTT. В роли оператора сети связи (владельца СПЭС) будет выступать оператор единой сети сотовой подвижной сети электросвязи по технологии LTE ООО «Белорусские облачные технологии».

Поставщиком услуг MC PTT является каждый государственный орган. При этом каждый из них может иметь собственный полнофункциональный сервер приложений MC PPT (рисунок 2).

В качестве альтернативы часть функций (в первую очередь касающихся организации вызовов, SIP core) может принадлежать и управляться оператором сети связи. Функции верхнего уровня, реализуемые программным способом, в данном случае будут находиться в ответственности поставщика услуг MC PTT (рисунок 3).

Последний вариант является более оптимальным с экономической точки зрения, поскольку не требуется разворачивать в каждом государственном органе дорогостоящий элемент SIP core (фактически это IMS-платформа). Кроме того, квалифицированный персонал по эксплуатации IMS-платформ уже имеется у оператора сети связи. Но более важным преимуществом именно такого варианта построения сети является возможность организации межведомственных вызовов внутри единого элемента SIP core.

Важно отметить, что программное обеспечение, реализующее функции сервера приложений MC PTT, которое будет находиться на балансе потенциальных пользователей, может быть различным. Основным условием является поддержка таким программным обеспечением работы стандартизированных 3GPP-протоколов взаимодействия. Основные протоколы описаны в технических спецификациях 3GPP.

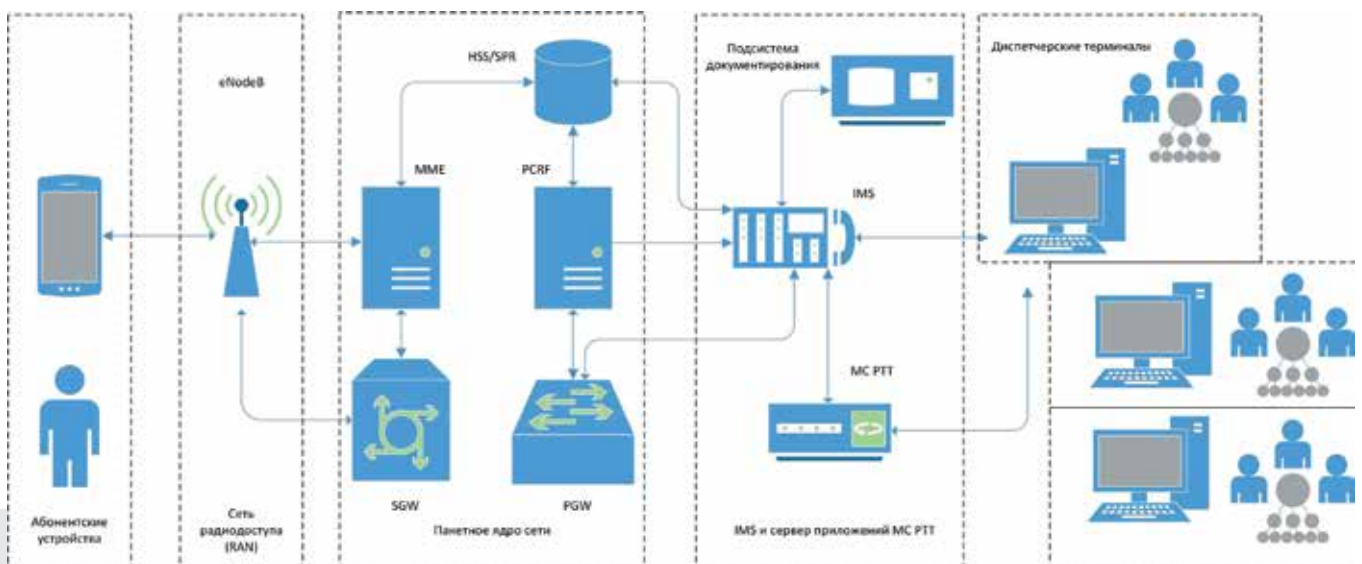


Рисунок 1. Обобщенная схема Единой сети LTE с функциями выделенной сети

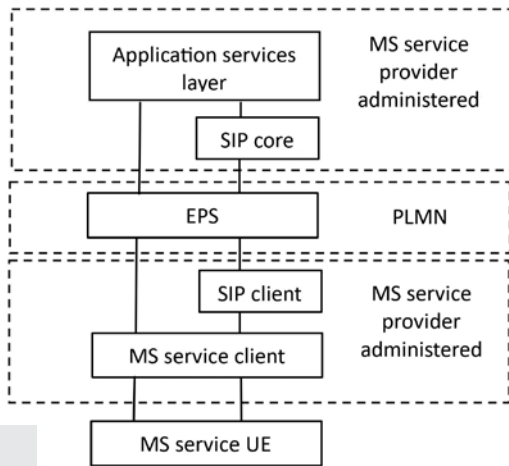


Рисунок 2. Вариант распределения ответственности между оператором СПЭС и поставщиком услуг МС РТТ

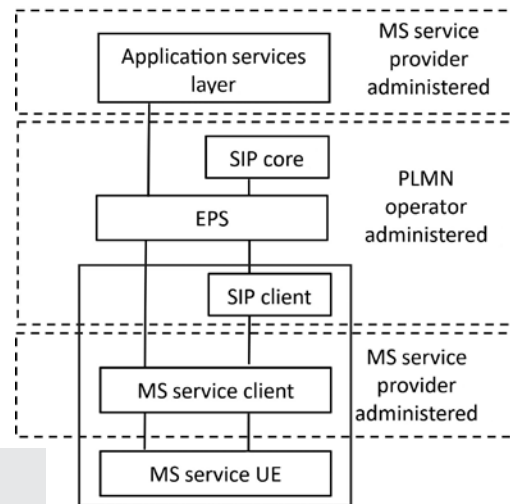


Рисунок 3. Вариант распределения ответственности между оператором СПЭС и поставщиком услуг МС РТТ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ существующих систем и стандартов профессиональной мобильной радиосвязи и перспектив их развития выявил существенные функциональные ограничения в части предоставления широкополосных услуг связи и межсетевой интеграции. В то же время современные системы сотовой подвижной электросвязи позволяют удовлетворить большинство текущих и перспективных потребностей органов государственного управления, национальной безопасности, обороны, охраны правопорядка, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в услугах оперативной широкополосной связи путем создания (организации) на их базе виртуальных (выделенных) подсетей с различным уровнем распределения ответственности. При этом создание такого рода сетей на основе функционала МС РТТ

в соответствии с техническими спецификациями 3GPP позволит обеспечить взаимодействие с сетями радиосвязи (DMR, APCO, P25, аналоговая радиосвязь), что позволит обеспечить плавную эволюцию существующих сетей специальных пользователей к полноценным сетям ШПД.

В качестве базовой сети СПЭС может выступать Единая сеть сотовой подвижной электросвязи по технологии LTE ООО «Белорусские облачные технологии». Текущий уровень развития сети позволяет в полном объеме удовлетворить потребности специальных пользователей на территории Минска и областных и районных центров, а также почти на большей части территории республики. В то же время реализация виртуальных сетей специальных пользователей в рамках единой инфраструктуры требует особого внимания к обеспечению ее безопасности в широком понимании, что должно стать предметом отдельного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. LTE; Mission Critical Push to Talk (MCPTT) over LTE; Stage 1. 3GPP TS 22.179 version 15.2.0 Release 15. – Technical specification, France: ETSI, 2018. – 86 p.
2. LTE; Common functional architecture to support mission critical services; Stage 2. 3GPP TS 23.280 version 15.6.0 Release 15. – Technical specification, France: ETSI, 2019. – 204 p.
3. ITU-R M.2291 «The use of International Mobile Telecommunications (IMT) for broadband Public Protection and Disaster Relief (PPDR) applications» // Официальный сайт Международного союза электросвязи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2377-2015>. – Дата доступа: 01.02.2024.
4. Report ITU-R M.2377-0 (07/2015) Radiocommunication objectives and requirements for Public Protection and Disaster Relief (PPDR) // Официальный сайт Международного союза электросвязи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2377-2015>. – Дата доступа: 01.02.2024.
5. LTE; Group Communication System Enablers for LTE (GCSE_LTE); Stage 2. 3GPP TS 23.468 version 12.2.0 Release 12. – Technical specification, France: ETSI, 2014. – 28 p.

The article analyzed the current state and prospects for the development of professional mobile radio communication networks and proposed the option of creating a dedicated communication network for the needs of government, national security, defense, law enforcement, emergency prevention and response on the infrastructure of a cellular mobile telecommunications network using LTE technology.

Key words: mobile radio communications, cellular communication LTE, PTT MS.