

АРХИТЕКТУРА частных сетей LTE

М.И.Бухтеев, архитектор по продуктам ООО "СПЕКТР" / M.Bukhteev@spectre-5g.ru,

С.Л.Портной, д.т.н., главный научный консультант ООО "СПЕКТР",
проф. Московского института электроники и математики им. А.Н.Тихонова

НИУ ВШЭ / S.Portnoy@spectre-5g.ru

УДК 621.396, DOI: 10.22184/2070-8963.2023.109.1.66.70

В статье рассмотрена архитектура частных сетей LTE (pLTE). Освещены вопросы частотного обеспечения таких сетей. Представлено решение pLTE, разработанное специалистами ООО "СПЕКТР".

ВВЕДЕНИЕ

Частные сети LTE (private LTE, pLTE) сегодня стали одной из самых актуальных тем отрасли телекоммуникаций. Многие крупные отечественные компании уже используют или тестируют такие решения. Данная технология наиболее востребована на производственных предприятиях, в топливно-энергетическом комплексе, горной промышленности, портах, аэропортах. Почему бизнес выбирает сети pLTE и чем они отличаются от публичных сетей операторов связи?

Для повышения эффективности работы, снижения затрат, обеспечения безопасности любому крупному предприятию требуется современная универсальная беспроводная сеть. Технология LTE уже более 10 лет успешно используется в публичных сотовых сетях и хорошо себя зарекомендовала, на рынке присутствует достаточно большое количество поставщиков таких решений.

Использование этой технологии в частных сетях обеспечивает:

- высокие скорости передачи данных за счет использования технологий QAM256, MIMO и агрегации нескольких несущих на радиointерфейсе;
- хорошие покрытие и мобильность;
- предоставление разных уровней качества обслуживания (QoS);
- передачу голоса поверх сети LTE (VoLTE);

- MC PTT (Mission Critical Push-to-Talk) – критически важные голосовые сервисы поверх сети LTE;
- подключение разных типов устройств, в том числе с использованием энергоэффективных технологий NB-IoT и LTE-M (Cat M1);
- высокий уровень безопасности;
- низкие задержки;
- автономность и изолированность от публичных сетей;
- совместимость решений от разных вендоров благодаря использованию стандартизированных интерфейсов.

АРХИТЕКТУРА СЕТЕЙ pLTE

Чтобы понять специфику сети pLTE, сначала познакомимся с архитектурой публичной сети LTE на примере оператора, который реализовал технологии второго, третьего и четвертого поколений (рис.1). Типовая архитектура включает базовые станции 2G, 3G и LTE, контроллеры 2G и 3G, компоненты ядра сети: сервер абонентских данных (HSS), системы, обеспечивающие передачу мобильного трафика (MME, SGSN, SGW, PGW, PCRF), тарификации (OCS, CGF, Billing), отправки СМС (SMS-center), обеспечения голосовой связью 2G и 3G (MSC server и MGW) и VoLTE (IMS), инспектирования трафика (DPI), аналитики, управления сетью и т.д. При выборе решений операторы уделяют

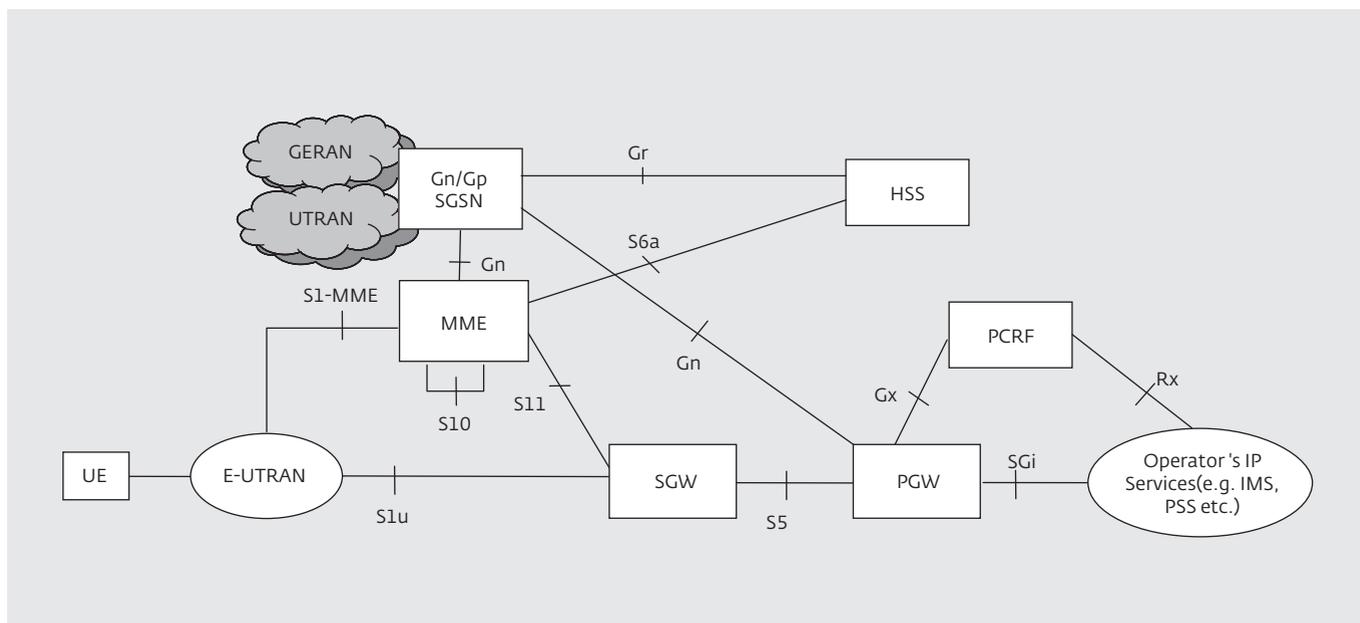


Рис.1. Архитектура мобильной пакетной сети в соответствии с 3GPP TS23.401

большое внимание не только реализованному функционалу, но и производительности решения, так как обычно речь идет о миллионах сессий и сотнях Гбит/с мобильного трафика на площадку (сайт).

Базовые станции работают на определенных лицензионных частотах, на которые получено разрешение от регулятора, за каждым оператором закреплены определенные коды страны и сети (MCC – Mobile Country Code и MNC – Mobile Network Code).

Спецификации консорциума 3GPP описывают работу сотовых сетей и обеспечивают одно из главных конкурентных преимуществ по сравнению с проприетарными технологиями – совместимость: мобильная сеть может быть мультивендорной, то есть построенной из решений нескольких поставщиков. Например, ядро сети может быть предоставлено одним вендором, базовые станции – вторым, приложения и устройства – несколькими другими поставщиками.

Архитектура же частной сети предприятия проще. Для реализации большинства ее сценариев достаточно базовых станций (БС), основных компонентов ядра сети (HSS, MME, SGW, PGW и PCRF) и системы управления сетью. Требования к производительности такого решения заметно отличаются от требований к аналогичным системам мобильного оператора. На сегодняшний день для большинства

проектов достаточно производительности 1 Гбит/с и 500 сессий, поэтому при выборе решения для предприятия первостепенное значение имеют компактность, простота эксплуатации и экономичность.

Отметим, что программный узел PCRF (Policy and Charging Rules Function) требуется в определенных сценариях, например, для реализации услуги MC PTT, которая является одной из самых востребованных в частных сетях. Эта услуга позволяет передавать голос в сетях LTE с высоким приоритетом и минимальными задержками и является альтернативой технологиям профессиональной мобильной связи, таким как TETRA и DMR. Для реализации этой услуги требуется использование сервера MC PTT с Rx-интерфейсом и несущих (bearer) с определенными идентификаторами качества обслуживания (QCI 65 и 69) для передачи критически важного голоса и сигнализации.

Стоит отметить, что возможен и другой, более простой, метод обеспечения профессиональной голосовой связью в частной сети LTE – PoC (Push-to-Talk over Cellular), при задействовании которого можно обойтись без реализации на сети перечисленных выше требований, однако голосовой трафик передается при этом без приоритизации.

Суммируя все вышесказанное, получаем типовую архитектуру частной сети LTE, которая покрывает потребности в телекоммуникациях большинства предприятий и представлена на рис.2.

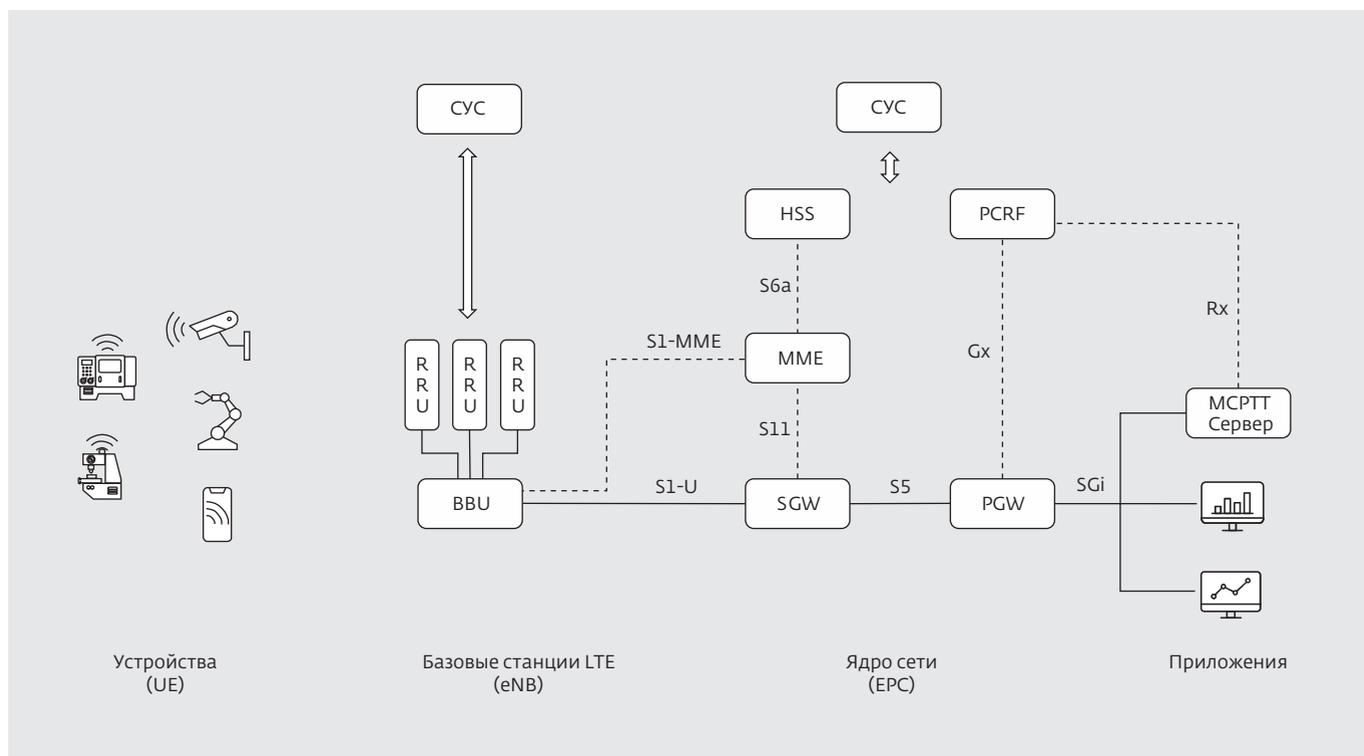


Рис.2. Типовая архитектура частной сети LTE

В перспективе частная сеть LTE может быть легко модернизирована до поддержки технологии 5G NSA (Non-Standalone). Для этого требуется

добавить базовые станции 5G и активировать функционал 5G NSA на базовых станциях и ядре сети.

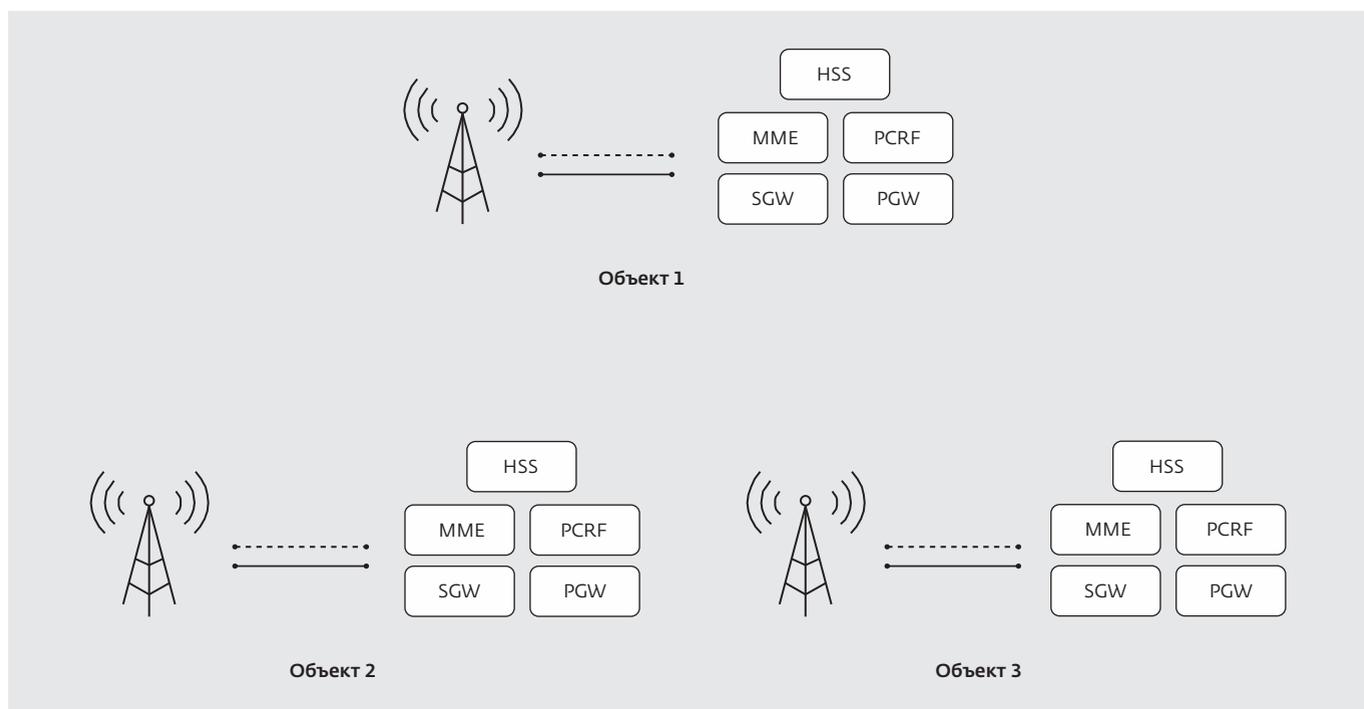


Рис.3. Автономная частная сеть LTE на каждом объекте

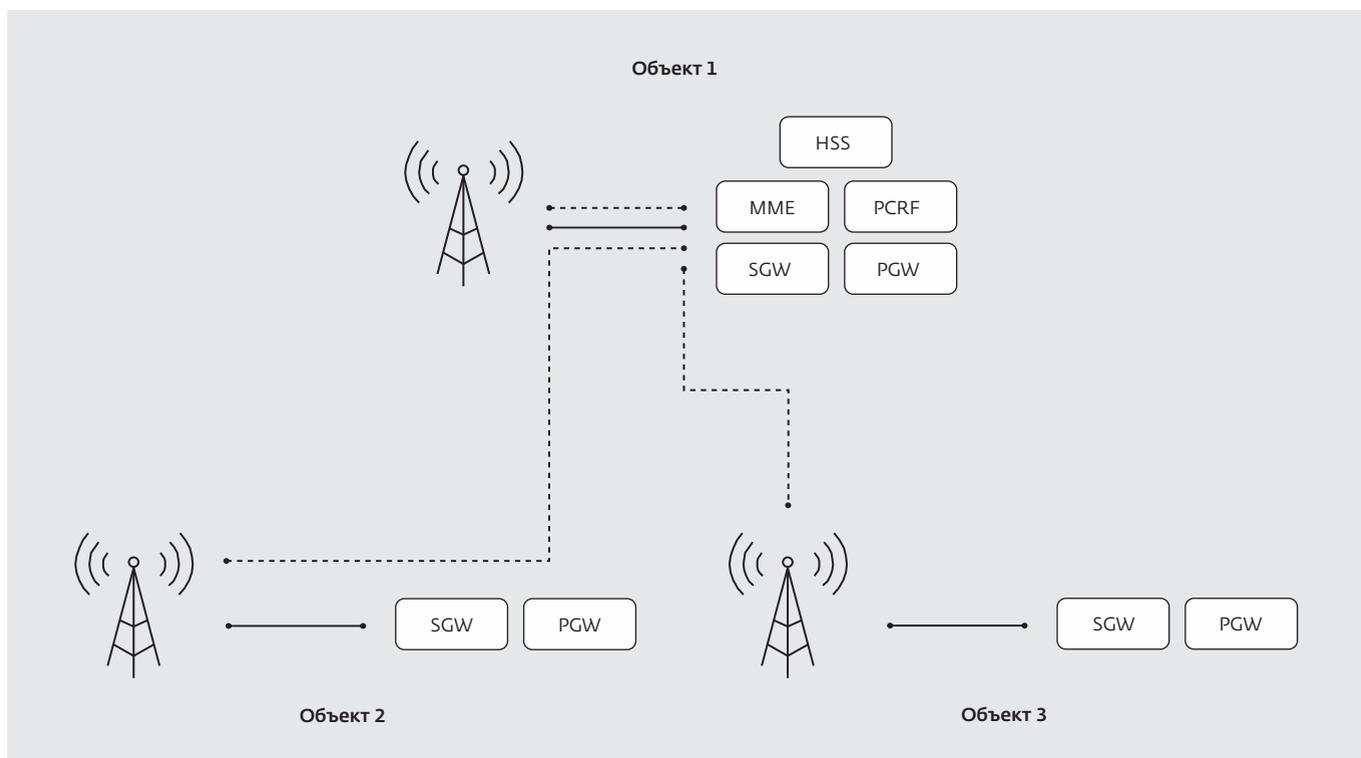


Рис.4. Частная сеть LTE с централизацией сигнальных компонентов

Рассмотрим различные модели внедрения сетей рLTE. Обычно БС и компоненты ядра сети размещаются на территории предприятия (рис.3),

это обеспечивает полную автономность и изолированность сети, возможность реализации проекта на удаленных объектах без доступа к интернету,

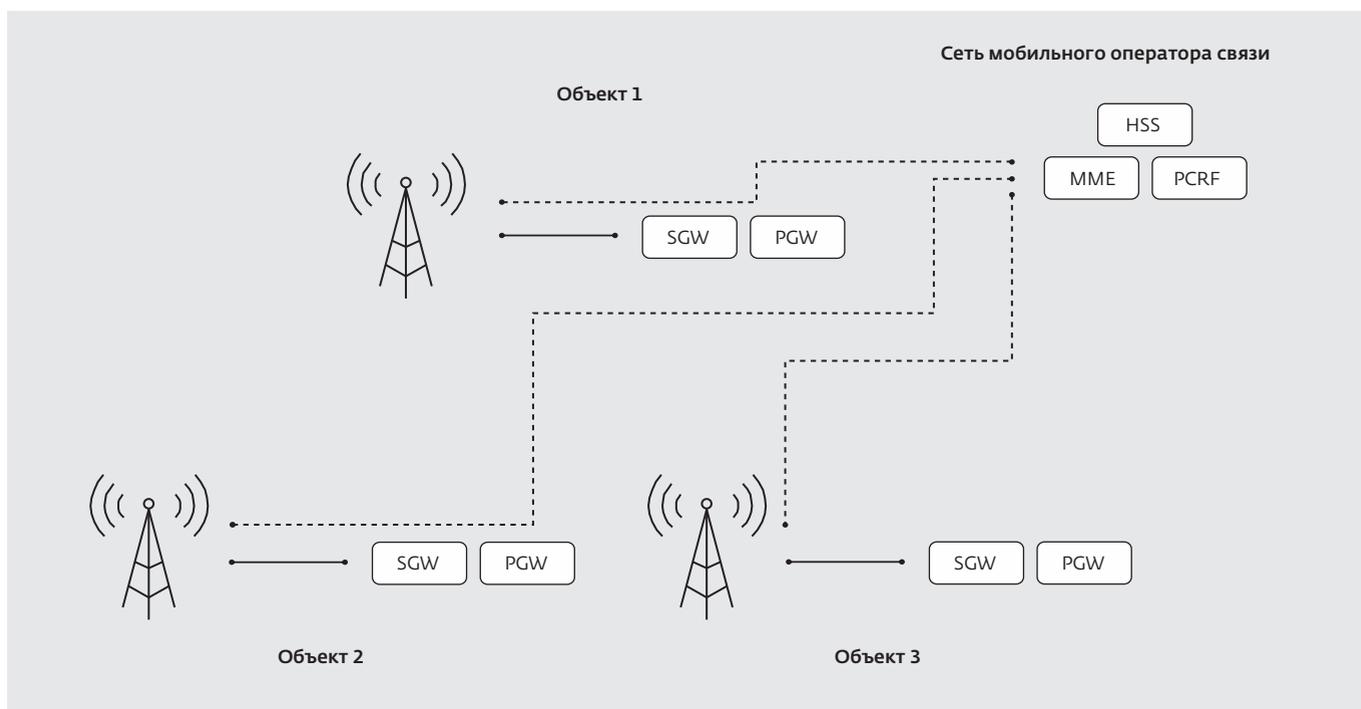


Рис.5. Гибридный вариант частной сети LTE

а также минимизирует задержки в сети. Если у предприятия несколько объектов, то такие сети разворачиваются на каждом из них.

Для предприятия с несколькими объектами и надежной транспортной сетью связи между ними интересным будет вариант с централизацией сигнальных функций HSS, MME, PCRF на главной площадке и размещением на остальных объектах только базовых станций и шлюзов SGW и PGW (рис.4). Такой вариант уменьшает количество внедряемых элементов, при этом сохраняет полную автономность и изолированность от публичной сети и минимальные задержки для пользовательского трафика.

Возможен и гибридный вариант (рис.5), когда используются системы MME, HSS, PCRF публичной сети оператора связи, а на территории предприятия размещаются только БС и шлюзы SGW и PGW. Такое решение минимизирует количество внедряемых элементов, сохраняет минимальные задержки для пользовательского трафика, но приводит к потере автономности и изолированности сети рLTE от публичной сети.

Отметим, что при реализации шлюзов в соответствии с архитектурой CUPS (Control and User Plane Separation), описанной в Релизе 14 3GPP, с разделением SGW и PGW на функции управления сессиями (SGW-C и PGW-C) и обработки трафика (SGW-U и PGW-U) на объектах рядом с базовыми станциями достаточно разместить только SGW-U и PGW-U, а SGW-C и PGW-C помещаются рядом с HSS, MME, PCRF.

Частотный ресурс для рLTE

Как было отмечено выше, технология LTE работает в лицензионных диапазонах, поэтому для запуска сети рLTE предприятию нужно либо получать разрешение на использование частот у регулятора, либо заключать соглашение с оператором связи, имеющим все необходимые разрешения. В России на практике все предприятия выбирают второй вариант, так как получение разрешений на использование частот для LTE – это сложный и дорогостоящий процесс, который по силам лишь крупным мобильным операторам связи и ведомствам.

Каждый российский оператор связи имеет частотный ресурс в разных диапазонах. В зависимости от требований предприятия к емкости и покрытию сети при реализации проекта могут использоваться один или несколько диапазонов.

Ситуацию могло бы изменить выделение регулятором определенного частотного

ресурса для совместного использования предприятиями. Любая организация смогла бы по упрощенной процедуре получить разрешение на запуск частной сети LTE на этих частотах на своей территории за определенную плату. Например, такой принцип применяется в Германии для запуска частных сетей 5G в диапазоне 3,7–3,8 ГГц [1].

Указания по использованию в частных сетях кодов MNC и MCC Международного союза электросвязи приведены в Рекомендации МСЭ-Т E.212 (09/2016).

РЕШЕНИЕ рLTE КОМПАНИИ "СПЕКТР"

Специалисты компании "СПЕКТР" разработали комплексное решение для построения радиосистемы частной сети LTE: распределенные базовые станции LTE и систему управления сетью. Базовые станции соответствуют спецификациям 3GPP, обеспечивают высокие скорости передачи данных, управление мобильностью, поддерживают основные диапазоны LTE, режимы TDD и FDD, MIMO, все ключевые услуги LTE: мобильный интернет, передачу голоса (VoLTE), MC-PTx, подключение устройств, датчиков и сенсоров. Стандартный интерфейс S1 позволяет использовать решение вместе с ядром сети любого стороннего производителя (включая российские решения, которые уже появились на рынке).

Система управления предоставляет стандартные индустриальные возможности, включая управление конфигурациями, мониторинг аварий и неисправностей, управление информационной безопасностью и качеством услуг рLTE через удобный пользовательский интерфейс, а также обеспечивает интеграцию с другими информационными бизнес-системами предприятий и операторов.

Компания является российским производителем телекоммуникационного оборудования, отвечает за реализацию дорожной карты развития мобильных сетей связи, а также оказывает профессиональные услуги по радиопланированию, радиооптимизации и поддержке мобильной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. 5G-Frequenzgebühren für lokale Anwendungen [Электронный ресурс]. URL: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2019/20191031_LokalesBreitband.html (дата обращения 22.01.2023).



ЖКХ РОССИИ

18-20 АПРЕЛЯ 2023

XIX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ЖИЛИЩНОГО ФОНДА.
КАПИТАЛЬНЫЙ И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

СИСТЕМЫ КОММУНИКАЦИИ,
БЕЗОПАСНОСТИ И КОНТРОЛЯ

ВНУТРИДОМОВЫЕ
ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ. УСЛУГИ ДЛЯ ЖКХ.

БЛАГОУСТРОЙСТВО ГОРОДСКИХ
И ПРИДОМОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ
И ОБОРУДОВАНИЕ

КОММУНАЛЬНАЯ ТЕХНИКА

РЕСТАВРАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ
ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ,
ПОДГОТОВКА И ОЧИСТКА ВОДЫ



ОДНОВРЕМЕННО
С «ЖКХ РОССИИ» ПРОЙДУТ
ИННОВАЦИОННЫЕ
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЕКТЫ:
РОССИЙСКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ,
ВЫСТАВКА СВАРКА/WELDING,
ВЫСТАВКА-КОНГРЕСС
«ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ»



ВЫСТАВОЧНАЯ ПРОГРАММА | КОНГРЕССНАЯ ПРОГРАММА | ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЛОВЫХ ВСТРЕЧ

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
EXPOFORUM

РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

ТЕЛ./ФАКС: +7 (812) 240 40 40 (ДОБ. 2622, 2245)

GKH@EXPOFORUM.RU, GKH.EXPOFORUM.RU

@ZHKHRUSSIA

САМАЯ АКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПРОЕКТЕ
В НАШЕМ TELEGRAM-КАНАЛЕ!



18+