

Частные сети 5G



Михаил БУХТЕЕВ,
системный инженер, Cisco

Мобильные сети можно разделить на две группы: публичная сеть – это сеть оператора связи (например, МТС, Теле2, Билайн, Мегафон), которой мы пользуемся каждый день, и частная (непубличная) сеть – это независимая сеть для определенной группы пользователей, например для сотрудников предприятия.

Представим крупный автомобильный завод или нефтегазовый комплекс – объекты с большим количеством сотрудников и дорогостоящим оборудованием. Для повышения эффективности производства, снижения затрат, обеспечения безопасности на таких объектах требуются современные средства связи для сотрудников, а также для подключения оборудования, датчиков, средств передвижения и других устройств. Мобильные технологии LTE и 5G выглядят наиболее предпочтительными для решения этих задач: они обеспечивают хорошее покрытие, мобильность, высокие скорости передачи данных, низкие задержки, качество сервиса, подходят для пакетных и голосовых

Частные мобильные сети работают во многих странах мира: в соответствии с майским отчетом GSA (доступен по ссылке <https://gsacom.com/paper/private-mobile-networks-executive-summary-may-2021/>) запущено почти две сотни сетей, они применяются на производственных предприятиях, в портах, на месторождениях полезных ископаемых и во многих других областях, сегодня это одна из самых актуальных тем в индустрии. Раньше технология LTE была основной для строительства частных сетей, но сегодня крупные компании выбирают использование 5G, в котором заложены значительные архитектурные и функциональные улучшения. Что такое частные мобильные сети и почему их выбирают крупные компании? Какова типовая архитектура? Какие новые функциональности появились в 5G?

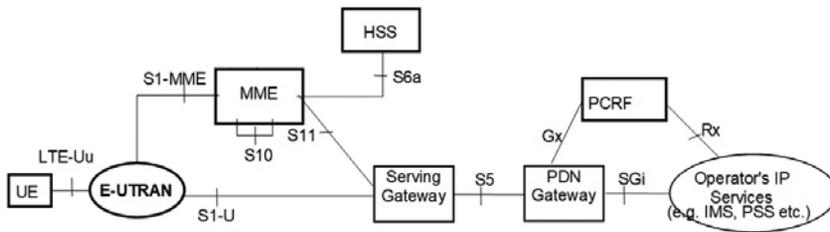
услуг, подключения устройств. Мобильные технологии повсеместно используются в публичных сетях, на рынке много поставщиков сетевого оборудования и устройств.

Несколько причин, почему крупные компании выбирают использование частных сетей:

- высокие требования к безопасности: предприятие хочет использовать выделенную частную мобильную сеть, которую полностью контролирует и которой пользуются только сотрудники организации;
- снижение задержек при передаче данных: предприятие может находиться на большом расстоянии от существующих шлюзов оператора связи;
- ограниченный канал связи до предприятия: удаленный объект может быть подключен к Интернету через спутниковый канал с небольшой пропускной способностью.

Рассмотрим типовые архитектуры частных сетей LTE. На предприятии может быть развернута полностью независимая сеть LTE – базовая станция и все необходимые элементы ядра сети: SGW, PGW, MME, HSS, опционально может быть добавлен PCRF, если требуются сложные политики управления сервисами или VoLTE. Возможен другой

вариант, при котором на предприятии размещают только некоторые сетевые функции, а остальные переиспользуют с публичной сети. Например, интересной выглядит архитектура, когда на территории предприятия устанавливают базовую станцию, из элементов ядра сети – только шлюз (SGW и PGW), а все сигнальные элементы (HSS, MME, PCRF) предоставляются публичной сетью. При реализации шлюза в соответствии со спецификациями 3GPP R14 с разделением пользовательского и сигнального трафика (описание архитектуры доступно по ссылке <https://www.3gpp.org/cups>) на территорию предприятия достаточно вынести только SGW-U и PGW-U. Каждый из вариантов имеет плюсы и минусы, и для каждого объекта выбирается архитектура исходя из требований заказчика к сервисам и безопасности, расположения предприятия, доступности канала связи и других аспектов. LTE – это технология, которая работает в лицензионном диапазоне, поэтому для запуска частной сети LTE предприятию необходимо либо взаимодействовать с оператором сотовой связи, у которого есть необходимые частоты, либо получать частоты у государственного регулятора.



Архитектура сети LTE

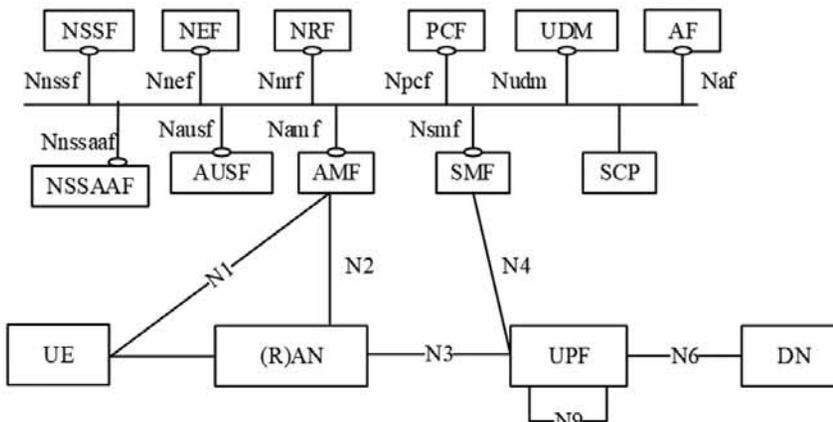
Частная сеть LTE может быть относительно легко модернизирована до поддержки 5G NSA (non-standalone): добавляются только базовые станции 5G, которые подключаются к существующему ядру сети LTE, на всех элементах сети активируется функционал 5G NSA. Однако стоит отметить, что все преимущества нового поколения мобильной связи доступны при использовании архитектуры 5G SA (Standalone), в этом случае вся сеть – радиоподсистема и ядро сети – состоит из элементов сети 5G.

Сети пятого поколения – это уже реальность, технология описана спецификациями консорциума 3GPP: 15-й и 16-й релизы уже завершены (<https://www.3gpp.org/release-15>, <https://www.3gpp.org/release-16>), в данный момент ведется работа над 17-м релизом (<https://www.3gpp.org/release-17>). В соответствии с апрельским отчетом GSA (отчет «5G Market Snapshot: April 2021» доступен по ссылке <https://gsacom.com/technology/5g/>) в мире запущено более сотни коммерческих публичных сетей 5G, из которых восемь сетей построены на архитектуре 5G SA.

Спецификация 3GPP R16 23.501, которая описывает системную архитектуру 5G, определяет два типа частных сетей 5G:

- Stand-alone Non-Public Network (SNPN) – это частная (непубличная) сеть, которая включает в себя все необходимые сетевые элементы для автономного функционирования: базовую станцию и элементы ядра сети (AMF, SMF, UPF, AUSF, UDM и др.) и не зависит от других сетей. Такая сеть уникально идентифицируется с помощью PLMN ID и NID (Network identifier);
- Public Network Integrated NPN (PNI-NPN) – частная (непубличная) сеть, интегрированная в публичную сеть. Такая сеть реализуется с помощью выделенного DNN (Data Network Name является эквивалентом APN) или выделенными сетями (Network slice).

В стандарт пятого поколения заложены значительные функциональные и архитектурные улучшения по сравнению с сетями предыдущих поколений, которые делают технологию 5G перспективной для использования в частных сетях.



Архитектура сети 5G SA

- New radio unlicensed (NR-U) – работа 5G в нелицензионном диапазоне. Это позволяет предприятию запустить частную сеть 5G без взаимодействия с операторами связи и без получения разрешений на использование лицензионных частот у государственного регулятора.
- Network slicing – сетевая архитектура, которая позволяет создавать изолированные сквозные сети с разными характеристиками безопасности и качества сервисов внутри одной физической сети.
- Time Sensitive Networking (TSN) – стандарт, применяемый в промышленных сетях, который обеспечивает детерминированный обмен сообщениями по стандарту Ethernet.
- 5G LAN-type Service – сервисы с функциями, аналогичными локальным сетям (LAN) и VPN.
- Ultra Reliable Low Latency Communication (URLLC) – обеспечение сверхнадежной передачи данных с низкой задержкой.
- Enhanced mobile broadband (eMBB) – высокие скорости передачи данных.
- Control-plane separation (CUPS) – архитектура сети с разделением пользовательского и сигнального трафика.
- Multi-access edge computing (MEC) – концепция сетевой архитектуры, которая обеспечивает возможность выноса облачных вычислений и сервисов на границу мобильной или любой другой сети.
- Cloud Native (CN) – использование облачных технологий (docker, K8s) при реализации сетевых функций 5G.

Перспективной для использования в частных сетях является архитектура O-RAN (<https://www.o-ran.org/>), которая позволяет строить радиосеть с использованием технологий виртуализации и открытых интерфейсов.

В мире появляются новые варианты выделения спектра государственными регуляторами – для локального и для совместного использования. Например, в Германии с 2019 г. диапазон

3,7–3,8 ГГц разрешен к локальному использованию предприятиями на платной основе, стоимость зависит от ширины частотного канала, длительности использования и площади территории (https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2019/20191031_LokalesBreitband.html). Это позволяет компаниям запускать сети 5G без участия

оператора на территории завода, офиса, склада, аэропорта, нефтегазового комплекса или любого другого объекта. Сегодня уже более ста предприятий в Германии получили разрешения для строительства частных сетей (список доступен по ссылке https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/

[Frequenzen/OeffentlicheNetze/LokaleNetze/lokalenetze-node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OeffentlicheNetze/LokaleNetze/lokalenetze-node.html)). Примером спектра для совместного использования является диапазон 3,5 ГГц (CBRS) в США, в котором все пользователи спектра разделяются на три группы доступа: действующий, приоритетный и общий авторизованный (<https://www.fcc.gov/35-ghz-band-overview>). ■

Искусственный интеллект в борьбе за клиента

Технология искусственного интеллекта предназначена для анализа данных в целях выявления в них скрытых взаимосвязей. Сейчас эта ее особенность оказалась очень востребованной, поскольку появилось большое количество данных для анализа и практические задачи, в которых можно использовать неявные взаимосвязи в данных. Компания «Ростелеком» провела митап по DataScience, на котором обсуждались возможные варианты использования искусственного интеллекта для поддержания бизнеса компании.

На митапе было несколько докладов про удержание клиента с помощью искусственного интеллекта. В частности, о своих исследованиях в этой области рассказали представители «Газпромбанка». Анализировался отток клиентов по трем продуктам: депозитным счетам, кредитным и зарплатным картам. Для разных продуктов, естественно, использовались разные целевые показатели, поэтому и получившиеся модели сильно отличались. Если для счетов основной задачей было увеличение остатка, то для карточек оказалось важнее сохранять транзакционную активность. По результатам анализа выявленным нелояльным клиентам было разослано специальное предложение с выгодными условиями обслуживания. Эффект оказался на уровне удержания 8% нелояльных клиентов за счет использования анализа данных.

В самом «Ростелекоме» также некоторое время назад появился отдел по анализу данных, который в том числе занимается выявлением нелояльных клиентов и развитием новых услуг. Структура телекоммуникационных услуг сильно меняется, что и приводит к перетоку клиентов от одного оператора к другому, причем часто без очевидной цели. Однако вполне возможно, что клиенту нужно было просто заменить одну услуги на другую у того же оператора. Именно потому анализ оттока в телекоммуникационной отрасли оказался более эффективным. По оценкам директора департамента управления данными «Ростелекома» Андрея Зимы, им удалось удержать до 20% клиентов, которых обученная на исторических

данных модель искусственного интеллекта выявила среди пользователей услуг компании.

При этом на рынке телекома важно правильно отреагировать на обнаруженного нелояльного клиента. Ему, как правило, важно предложить не скидку, как в случае банковских услуг, но более современную услугу или даже целый пакет.

Другим способом удержания клиента является улучшение качества обслуживания, в чем также может помочь искусственный интеллект. Об использовании ИИ для улучшения качества обслуживания в интернет-магазине рассказал на мероприятии глава по обработке данных (CDO) интернет-магазина «Утконос» Данила Наумов. В частности, компания использует технологию машинного обучения для предсказания времени доставки товаров, что является важным элементом качества работы электронного магазина, который торгует скоропортящимися продуктами. Их важно доставить вовремя и с соблюдением всех требований по хранению – температуре, проветриванию и другим характеристикам. При этом система занимается планированием маршрутов доставки для автомобилей «Утконоса». В результате появления на сайте предсказания времени доставки товаров количество заказов увеличилось на 1%, а планирование маршрутов автомобилей сократило пробег автомобилей на 15%.

Кроме того, компания начала персонализировать предложение товаров для клиентов, чтобы сократить время поиска нужных товаров за счет предсказания потребностей клиентов также с помощью искусственного интеллекта. За счет этого удалось увеличить вероятность покупки товара, который клиенту предлагается, что также сказалось на качестве сайта и восприятии его как удобного инструмента для быстрого поиска и выбора необходимых товаров. В целом же можно отметить, что искусственный интеллект помогает не только удержать клиента, но еще и сделать компанию более привлекательной и удобной для совершения покупки.