

# Сети связи 5G изменяют облик цифрового мира

УДК: 654.165:004.273

**Д.А. ТОЧИЛИН**, главный эксперт по сетям радиодоступа ПАО “МегаФон” кандидат технических наук, **С.В. РОДИН**, главный эксперт по сетям радиодоступа кандидат технических наук, **М.Ю. БУГАЕВСКИЙ**, главный эксперт по архитектуре ИТ-систем, **О.Р. ИСМАГИЛОВ**, старший эксперт по сетям радиодоступа

Много веков назад человек взял в руки палку, тем самым удлинив и усилив их. Затем человек придумал колесо, телегу, машину и самолет, чтобы перемещаться не только на ногах. Добившись успеха в таком улучшении, люди перешли к усилению своего мышления, создав себе персональных цифровых помощников, которые теперь сопровождают их везде,

обеспечивая информацией, связывая между собой любыми способами, где бы они ни находились, фиксируя любое событие на фото и видео и оплачивая любой товар. Исчерпаны ли возможности цифрового информационного общества или что-то еще ждет нас с внедрением сетей мобильной связи 5-го поколения? Об этом пойдет речь дальше.

В июне 2019 г. на ПМЭФ в Санкт-Петербурге компания “МегаФон” совершила первый международный звонок в сетях пятого поколения в России. Этот звонок, открывающий новый виток развития телекоммуникаций в нашей стране, повторил исторические события 1992 г., когда первый мэр Санкт-Петербурга Анатолий Собчак впервые в истории отечественной мобильной связи пообщался со своим коллегой из Сиэтла.

Но за историческими параллелями совершенного звонка легко не заметить те значительные технологические и сервисные изменения, которые произошли за 27 лет развития телекоммуникаций, разделяющих эти два события. За счет технологических новинок представленной технологии пятого поколения, затронувших не только радиointерфейс, но и общую архитектуру сети, стало возможным предоставить современному обществу широкий набор разнообразных сервисов, упорядочить и структурировать эти сервисы, глубоко интегрировать их в структуру самой сети связи пятого поколения. Такая глубокая интеграция сетей связи пятого поколения и используемых в ней сервисов позволяет найти решение для принципиально новых, современных задач, сформировать коммуникационную основу будущей цифровой экономики России.

К сожалению, возможности технологий пятого поколения в настоящее время нередко подвергаются сомнению. В этом есть доля справедливости: ведь сервисов, раскрывающих

всю мощь новых архитектурно-сервисных решений, создано еще крайне мало. Чтобы разобраться в истинном положении вещей, в этой статье мы решили последовательно разобрать как технологические особенности сетей пятого поколения, так и вытекающие из этого сервисные инновации, доступные для клиентов такой сети.

Сразу оговоримся, что мы относим к пятому поколению мобильной связи только оборудование и программное обеспечение сети, соответствующее стандарту IMT-2020, который в настоящее время разрабатывается Международным союзом электросвязи (МСЭ). Первичные требования к стандарту [1] были опубликованы группой МСЭ-R еще в 2015 г., и до 2020 г., когда будет завершено формирование окончательных требований, именно эта спецификация задает основные требования для стандартов мобильной связи пятого поколения: пиковые скорости сетей 5G — до 20 Гбит/с (до 100 Мбит/с на пользователя), задержки передачи сигнала 5G на уровне 1 мс, рост эффективности оборудования (до 100 раз — по энергетической эффективности, до 3 раз — по спектральной), рост плотности соединений — до миллиона соединений на кв.км, и передаваемого ими трафика — до 10 Мбит/с на кв.м, способность работать на скоростях до 500 км/ч.

Формирование более развернутых технических спецификаций, соответствующих видению МСЭ, было возложено на консорциум

3GPP, объединяющий стандартизирующие организации всего мира. Завершение работы над спецификациями 3GPP намечено на 2020 г., а пока этот процесс не завершен окончательно, вокруг него появилось множество спекуляций и трактовок. К пятому поколению относят ряд других интерфейсов и протоколов, большинство из которых являются лишь развитием стандартов мобильной связи 4-го поколения LTE или появились в результате доработки других смежных технологий, например WiMAX.

Дальше мы рассмотрим элементы, характерные именно для “настоящего 5G”: радиointерфейс нового типа (5G New Radio), сервисно-ориентированную архитектуру (SBA), возможности сегментирования сервисов (slice) на всех уровнях сети и способность работать с достаточно большим количеством одновременно подключенных устройств.

## Обновленный радиointерфейс 5G New Radio (NR)

Радиointерфейс нового типа, который принято называть 5G New Radio, принципиально отличает 5G от технологий предыдущих поколений. Описание этого интерфейса впервые появилось в 15-й версии (Release 15) стандартов 3GPP [2]. Постараемся, опершись на базовые принципы радиосвязи, оценить основные отличия 5G New Radio от существующего радиointерфейса LTE, а главное — оценить практический эффект, кото-