

Российский рынок профессиональной радиосвязи и критически важных коммуникаций: состояние, проблемы, перспективы

О.А. Шорин, генеральный директор ООО «НСТТ», д.т.н.; oshorin@nxtt.org
Р.Ю. Каспари, директор по маркетингу ООО «НСТТ»; roman.kaspari@nxtt.org

УДК 338

DOI: 10.34832/ELSV.2021.19.6.001

Аннотация. Рассмотрены характеристики и аудитория сетей профессиональной радиосвязи и критических коммуникаций. Проведен анализ используемых в России технологий профессиональной радиосвязи и перспектив развития данного сегмента телекоммуникационного рынка, произведена оценка его объемов в пятилетней перспективе. Показано, что внедряемая технология широкополосной профессиональной связи МАКВИЛ не только решает назревшие проблемы, связанные с модернизацией морально и физически устаревших систем ведомственной и корпоративной транкинговой связи, но и открывает новые возможности роста рынка услуг передачи критически важной информации.

Ключевые слова: профессиональная радиосвязь, критически важная голосовая информация, *critical voice*, критически важные данные, *critical data*, МАКВИЛ.

ВВЕДЕНИЕ

Термин «профессиональная мобильная радиосвязь» (ПМР) происходит от английского professional mobile radio, традиционно обозначающего системы двусторонней голосовой радиосвязи, которые не первый десяток лет используются различными государственными службами — в первую очередь службами общественной безопасности, а также корпоративными пользователями по всему миру. Системы ПМР в различных публикациях также называются private mobile radio (в Великобритании) и land mobile radio (в США).

Термин «критически важные коммуникации», или mission critical communications, является отчасти синонимом ПМР. Он используется для обозначения систем радиосвязи, предназначенных для передачи критически важной информации, в первую очередь той, от которой зависит жизнь и здоровье людей. Однако, в отличие от ПМР, понятие критически важных коммуникаций несколько шире и включает в себя передачу не только критически важной голосовой информации (*critical voice*), но и критически важных данных (*critical data*), приобретающих в последние годы ключевое значение в развитии не только данного сектора телекоммуникаций, но и государства и общества в целом.

Объединяет оба термина ключевая задача, стоящая перед сетями профессиональной радиосвязи, которые в отличие от сетей общего пользования (хорошо знакомых всем сетям мобильной связи) создаются для обеспечения профессиональных пользователей (сотрудников экстренных и муниципальных служб, органов право-

порядка, крупных промышленных инфраструктурных предприятий) гарантированно устойчивой и защищенной связью, доступной всегда, при любых обстоятельствах, независимо от происходящего вокруг. Эти сети используются для передачи информации/данных, определяющих целостность производственных циклов инфраструктурных и жизнеобеспечивающих предприятий, непрерывность работы государственных служб, безопасность и здоровье людей.

Сети связи общего пользования создают дополнительные удобства для повседневного общения, предлагая доступ к сети связи оператора на условиях «наличия возможности». Голосовая связь, мобильный интернет, быстрый доступ к мессенджерам, социальным сетям, мультимедийному контенту, модные гаджеты и привлекательные гибкие тарифы — атрибуты современных сетей мобильной связи, ставших неотъемлемой частью жизни миллионов людей во всем мире.

Сети профессиональной связи или критически важных коммуникаций, отличаясь от сетей общего пользования в первую очередь по своему назначению — обеспечению жизнедеятельности, незаменимы в тех случаях, когда речь идет о жизни и здоровье людей, безопасности критически важной инфраструктуры. Поэтому данные сети сооружаются отдельно от сетей общего пользования, работают в специально выделенных частотных диапазонах, располагают собственными базовыми станциями, каналами связи, коммутационными центрами. В сетях профессиональной радиосвязи используется специаль-

Рисунок 1

Эволюция систем профессиональной связи



ное абонентское оборудование (радиостанции и промышленные радиомодемы в различных исполнениях), поддерживающее специальные функции и услуги связи (групповой вызов, запись переговоров и маршрутов перемещений сотрудников, удаленное прослушивание окружения, диспетчерское управление вызовами и группами и др.).

Среди специальных требований, предъявляемым к сетям профессиональной связи следует отметить

- защиту от несанкционированного доступа и отключения извне;
- гарантированно устойчивую голосовую связь при любых обстоятельствах;
- гарантированную передачу данных с малыми задержками;
- использование полного комплекта отечественного оборудования.

Основными пользователями сетей профессиональной радиосвязи в разных странах мира традиционно являются:

- различные государственные службы и службы общественной безопасности, такие как полиция, национальная гвардия, служба спасения, пожарная служба, скорая медицинская помощь, таможенная служба;
- предприятия сектора public utility — энергетические и транспортные компании, распределительные сети, службы природоохраны и природопользования, предприятия жилищно-коммунального хозяйства и пр.;
- предприятия других секторов экономики (industry & commerce), таких как разведка, добыча и транспортировка полезных ископаемых, химическая промышленность, охранный бизнес, логистика и пр.

ЭВОЛЮЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СВЯЗИ

Как в России, так и по всему миру подавляющее большинство ведомственных и корпоративных заказчиков для решения своих задач в области критических коммуникаций сегодня используют выделенные сети с очаговым покрытием (чаще всего — в пределах одного промышленного объекта), построенные на базе технологий профессиональной связи первого и второго поколений. Исключение составляют национальные сети профессиональной радиосвязи в США и Южной Корее, решения по выделению частотного ресурса и финансированию сооружения которых были приняты на государственном уровне. В частности, в США успешно функционирует сеть FirstNet, располагающая выделенной полосой частот 20 МГц в диапазоне 700 МГц. За обслуживание сети FirstNet, предоставляющей услуги экстренным службам и службам общественной безопасности на условиях подписки, отвечает оператор AT&T, разместивший на своих площадках в том числе и выделенное катастрофоустойчивое ядро FirstNet. Зона обслуживания сети охватывает территории, где проживает 99% населения США. FirstNet обслуживает 14 тыс. клиентов/1,7 млн пользователей, а совокупные инвестиции в ее построение, развитие и эксплуатацию составили \$46 млрд [1].

Первое поколение систем профессиональной радиосвязи (рис. 1) — это системы аналоговой транкинговой связи, характеризующиеся малой емкостью, незащищенностью от помех, прослушивания и несанкционированного доступа к сети, высоким уровнем излучения абонентских терминалов, которые не предполагают использование в целях передачи данных и интеграцию с другими системами связи. Во многих странах мира эксплуатация сетей массового обслуживания первого поколения была прекращена в начале 2000-х годов, од-

нако в российских профессиональных сетях аналоговые системы связи активно используются и сегодня.

В США одним из ранних проектов модернизации аналоговых систем транкинговой связи и перехода к цифровым технологиям связи стал проект APCO P25, стартовавший в 1989 г. Повышенная мощность радиостанций, устойчивость к интерференции, совместимость с аналоговыми системами связи, большая зона охвата базовых станций — все это характерные черты APCO P25, допускающие возможность использования этой технологии как в городах с высотной застройкой и высокой плотностью абонентов, так и в сельской местности, в районах со сложным рельефом, в местах, где уже функционируют аналоговые системы связи. APCO P25 — это узкополосная система цифровой радиосвязи, используемая сегодня преимущественно сотрудниками силовых ведомств и не получившая распространения на рынке систем для построения выделенных корпоративных сетей связи. К положительным качествам сетей APCO P25 следует отнести поддержку приложений, ориентированных на профессиональных пользователей: режим прямой передачи DMO (Direct Mode Operation), групповые вызовы, организация групп, скрытое прослушивание, возможность прерывания связи и блокировки абонентских терминалов со стороны диспетчера, широкоэшелонные сообщения, шифрование и два уровня приоритетности. Главными недостатками APCO P25 являются низкая скорость передачи данных (не более 7,2 кбит/с), слабая защищенность к перехвату сообщений и высокая энергетическая загрязненность спектра.

TETRA — открытый стандарт цифровой транкинговой связи, разработанный европейским институтом телекоммуникационных стандартов ETSI для замены морально устаревшего аналогового стандарта транкинговой связи GPM 1327. Первая версия стандарта была опубликована в 1995 г. Как европейская версия «цифровизации» транкинговой радиосвязи стандарт TETRA получил распространение преимущественно в Европе. Он используется крупными государственными и корпоративными заказчиками в качестве системы для построения критически важной инфраструктуры связи. Стандарт TETRA отвечает требованиям надежности и безопасности для критически важных коммуникаций, но при этом он является узкополосным (скорость передачи данных при полосе 25 кГц не превышает 40 кбит/с) и не позволяет реализовать устойчивую передачу данных и мультимедийные сервисы. Российские ведомственные сети TETRA разрознены, их покрытие — локальное, а роуминг между сетями не поддерживается.

Проект DMR (Digital Mobile Radio) возник в 2003 г. в условиях довольно заметных достижений в области цифровых технологий сотовой связи, когда уже полностью были разработаны и реализованы сотовые сети второго поколения (GSM) и возникли предпосылки для перехода к поколению сетей 3G (UMTS). Главной

целью, стоявшей перед разработчиками DMR, было создание бюджетного решения, обеспечивающего корпоративным клиентам миграцию от аналоговых к цифровым системам с минимальными затратами. Поэтому все технологические преимущества цифровых методов связи и обработки сигналов, за исключением введения режимов дуплексной речевой связи и GPS позиционирования, остались на том же уровне, что и в APCO P25. Как и в сотовых сетях в стандарте DMR поддерживаются технологии подключения ретрансляторного оборудования к базовой станции (они получили название IP Site Connect). К базовой станции можно подключить через интернет максимум 15 ретрансляторов. Это позволяет обеспечить некое подобие сотового покрытия в локальных зонах и охватить связью абонентские группы, расположенные в разных зданиях. Скорость цифрового обмена осталась чрезвычайно низкой: в реальных условиях она не превышает 2 кбит/с. Последнее обстоятельство фактически ограничивает перечень услуг цифрового обмена передачей SMS и координат и определением номеров вызывающих абонентов.

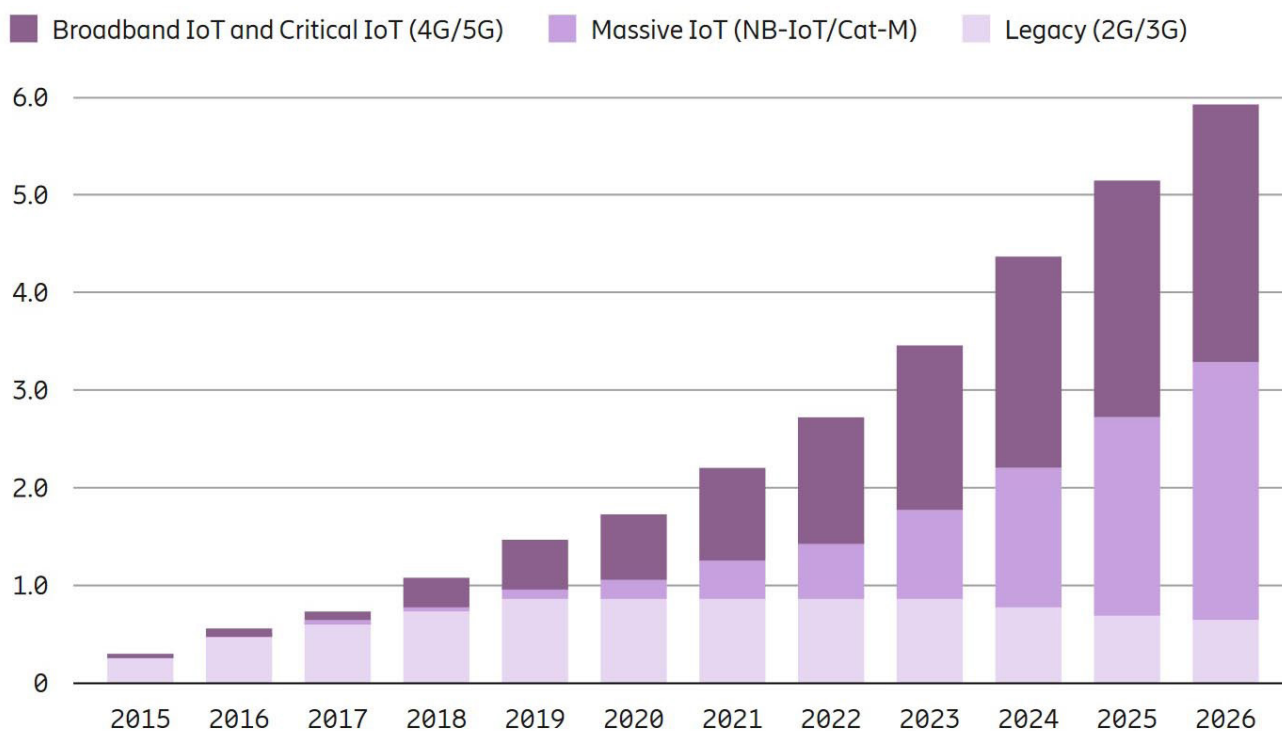
Ежегодно аудитория потенциальных пользователей профессиональной радиосвязи расширяется, появляются совершенно новые рыночные ниши. Особую важность за последние несколько лет приобрел быстрорастущий и перспективный сегмент critical data и промышленного интернета вещей (Industrial Internet of Things, IIoT), предъявляющий особые требования к надежности используемых технологий связи, низким задержкам и гарантиям передачи критически важных данных.

Толчком к развитию сегмента critical data послужила наблюдаемая сегодня повсеместно цифровая трансформация предприятий, отраслей и систем государственного управления. Промышленный интернет (часто переводится на русский язык как индустриальный интернет вещей) — это концепция и набор технологий для организации сетевого взаимодействия подключенных промышленных/производственных объектов («вещей» — изделий, зданий, машин, оборудования, робототехники, инструментов, устройств идентификации) с различными приложениями, платформами, информационными и управленческими системами разных уровней (приводы и сенсоры, контроль, управление разработкой, производством, реализацией и планированием) для осуществления преимущественно автоматического сбора, обработки и передачи информации (о состоянии вещей, систем, окружающей среды, условиях их эксплуатации и операционных показателях) с возможностью удаленного контроля и управления без участия человека на основе научного анализа получаемых данных (с инструментами data science, big data, искусственного интеллекта, машинного/самообучения) в режиме близком к реальному времени.

По оценкам ведущих мировых аналитиков, потенциальный экономический эффект от внедрения решений

Рисунок 2

Прогноз IoT-подключений (в млрд штук) на сетях сотовой связи, включая Critical IoT



ПоТ в ближайшей перспективе измеряется триллионами долларов:

- прогноз McKinsey Global Institute – экономический потенциал технологий ПоТ составит до \$11 трлн к 2025 г. [2], из которых:
 - до \$3,7 трлн будет обеспечено за счет повышения эффективности в производственном секторе,
 - до \$740 млрд – на транспорте,
 - до \$1,6 трлн – за счет внедрения IoT в инфраструктуре «умных городов»;
- прогноз Accenture – прирост мирового ВВП от внедрения технологий ПоТ к 2030 г. составит от \$10 до \$14 трлн [3];
- оценка PWC – кумулятивный эффект от использования IoT в шести промышленных секторах в России достигнет 2,8 трлн руб. к 2025 г., в том числе 532 млрд руб. в электроэнергетике, 536 млрд руб. в здравоохранении, 469 млрд руб. в сельском хозяйстве, 542 млрд руб. в логистике, 375 млрд руб. в городской среде [4];
- детальное исследование, опубликованное IHS Markit в ноябре 2019 г. и посвященное вкладу телекоммуникационных технологий пятого поколения (5G), дает следующие количественные оценки роста отдельных отраслей экономики к 2035 г. по сравнению с 2016 г., определяемого внедрением сервисов 5G [5]:

- производство (manufacturing) – \$4,687 трлн (+5,4%),
- государственные услуги (public services) – \$985 млрд (+6,3%),
- строительство (construction) – \$731 млрд (+4,3%),
- транспорт и логистика (transportation) – \$627 млрд (+5,4%),
- добыча полезных ископаемых (mining) – \$330 млрд (+4,9%).

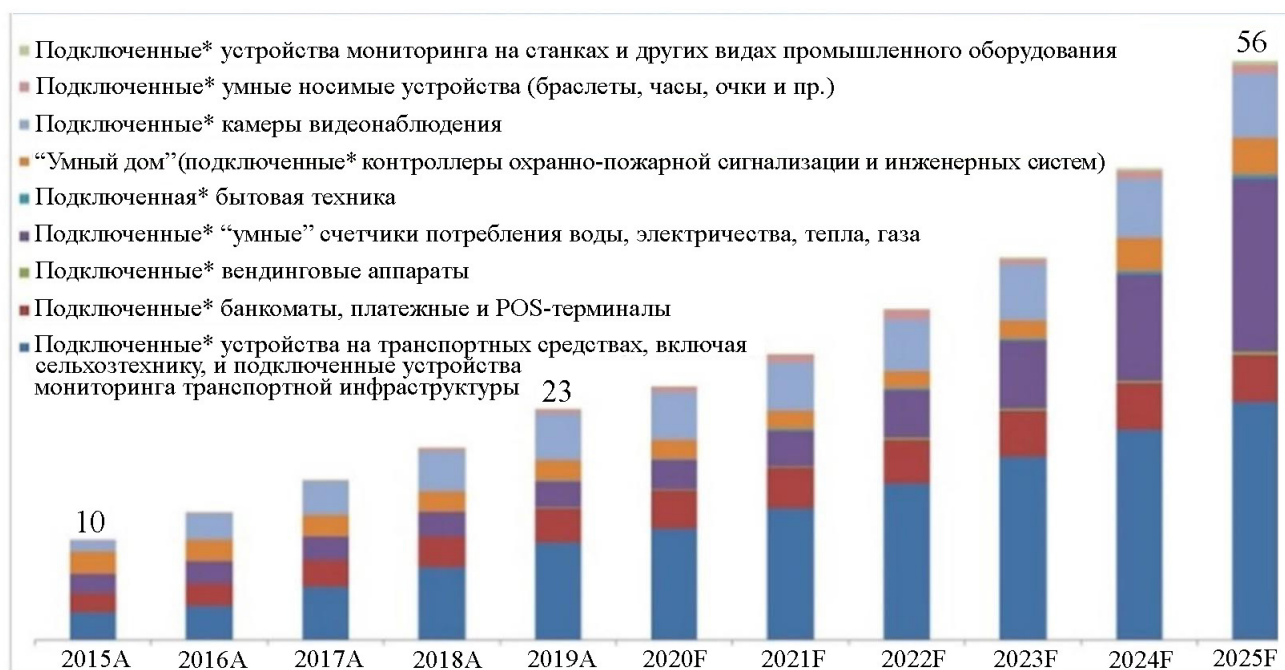
ОБЪЕМ И ПОТЕНЦИАЛ РЫНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ И КРИТИЧЕСКИХ КОММУНИКАЦИЙ

Рынок профессиональной радиосвязи является одним из наиболее информационно закрытых как в России, так и во всем мире. Есть ряд причин, по которым в широком доступе отсутствуют данные по применяемым технологиям, численности пользователей, динамике развития сетей для профессиональных пользователей. С одной стороны, это объясняется принятой на данном рынке моделью построения выделенных/технологических ведомственных и корпоративных сетей. С другой стороны, специальные и корпоративные пользователи не любят афишировать детали своей деятельности, неотъемлемой частью которой является обеспечение сотрудников связью.

Ввиду отсутствия регулярных мониторинговых или специализированных полевых исследований россий-

Рисунок 3

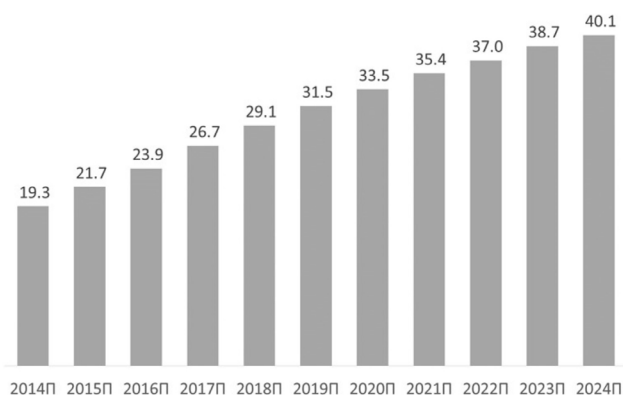
Прогноз IoT-подключений (в млн штук) в России (Источник: J'son & Partners Consulting, 2019)



*Подключенные к глобальным сетям (WAN, Wide Area Network), локально подключенные устройства не учитываются

Рисунок 4

Прогноз числа корпоративных пользователей мобильной связи (млн подписок) (Источник: AC&M)



ского рынка профессиональной связи проведем оценку его динамики и емкости, опираясь на зарубежный опыт, а также на данные по смежным рыночным сегментам.

Необходимо отметить, что рынок услуг ПМР тесно связан с сегментом корпоративной мобильной связи, поскольку для коммуникаций между одними и теми же сотрудниками ведомств и корпораций могут в разных обстоятельствах использоваться как публичные сети мобильной связи, так и средства спецсвязи, соответственно, динамические показатели данного сегмента коррелируют с динамикой рынка профессиональной радиосвязи.

По данным исследования «ТМТ Консалтинг», объем

российского рынка телекоммуникаций в 2019 г. достиг 1,73 трлн руб. Темпы роста доходов составили 2,1%, что оказалось ниже показателей двух предыдущих лет. Сегмент фиксированной телефонной связи, а также его доля в совокупной выручке отрасли продолжили сокращаться. Устойчивое сокращение рынка фиксированной телефонии вызвано отказом абонентов от услуги в пользу мобильной связи. Традиционные мобильные услуги по-прежнему составляют наибольшую долю телекоммуникационного рынка (57% в 2019 г.). По состоянию на конец 2019 г. абонентская база мобильной связи (число активных SIM-карт) выросла на 1,7% и составила 260 млн, а уровень проникновения мобильной связи в стране достиг 177%. Темп роста российского рынка мобильной связи в 2019 г. замедлился до 3,3% по сравнению с 5,0% в 2018 г. Таким образом, можно констатировать, что как рынок телекоммуникаций в целом, так и рынок мобильной связи на протяжении уже нескольких лет находятся в фазе насыщения и растут с темпами роста всей российской экономики.

Однако при этом рост отдельных сегментов телекоммуникационного рынка значительно превосходит среднерыночные показатели: среди очевидных лидеров — сегменты услуг телематики и услуг связи B2B/B2G.

Согласно годовому отчету ПАО «МегаФон» за 2019 г., российский M2M/IoT-рынок продолжает активно развиваться. По предварительным данным аналитиков, количество SIM-карт, использующихся в России в IoT-оборудовании, составило в конце 2019 г. 19,5 млн. По оценке IDC, в период до 2023 г. среднегодовой темп

роста российского рынка IoT должен составить 19,7%.

Ориентируясь на данные по числу подключенных к сетям сотовой связи IoT-устройств (рис. 2), приведенные компанией Ericsson в Mobility Report, опубликованном в ноябре 2020 г. [6], можно говорить о еще более благоприятных прогнозах, предполагающих среднегодовой прирост данного сегмента рынка во всем мире на уровне 23%. При этом Ericsson предполагает, что к 2026 г. 44% подключенных устройств (6 млрд штук) будет приходиться на широкополосные сети и сети класса critical, а общее число подключенных к сетям IoT-устройств составит 27 млрд.

Прогнозируемая динамика глобального рынка IoT по данным Grand View Research [7] – среднегодовой прирост в размере 29% на протяжении рассматриваемого периода (2020–2025 гг.) и достижение объема \$949 млрд к 2025 г.

Согласно широко известным оценкам количества подключенных к беспроводным сетям связи устройств компании Cisco, сделанным в 2018 г. [8], к 2023 г. общее число подключенных M2M-устройств в России составит более 500 млн.

Российские аналитики дают намного более сдержанные прогнозы по размеру отечественного рынка M2M-подключений (рис. 3) во многом благодаря тому, что в них учтены лишь традиционные сегменты (банкоматы, счетчики ЖКХ, устройства «умного дома») и отсутствует прогноз по critical data/IoT. Компания J'son & Partners в июле 2020 г. опубликовала отчет, прогнозирующий рост количества подключенных к глобальной сети устройств M2M/IoT в России до 56 млн к 2025 г., или среднегодовой прирост на уровне 15%, что значительно ниже ожиданий западных аналитиков относительно общемировой динамики рынка IoT.

При условии, что динамика развития IoT рынка в России будет соответствовать общемировой (на уровне 25% среднегодового прироста), можно ожидать, что с учетом развития сегмента critical data/IoT, **общее число подключенных M2M/IoT-устройств к 2025 г. в России достигнет 90–100 млн.** Опираясь на прогнозируемую аналитиками Ericsson долю широкополосных/critical подключений, можно предположить, что **число устройств IoT к 2025 г. в России может составить до 40–45 млн.**

Как было отмечено выше, динамика расширения B2B/B2G-сегментов российского телекоммуникационного рынка на протяжении последних лет существенно превосходила среднерыночные показатели, составлявшие единицы процентов, т.е. уровень роста ВВП. Прогноз роста числа корпоративных пользователей мобильной связи, сформированный исследовательской компанией AC&M в 2014 г. (рис. 4), подтверждается выводами по данному сегменту рынка, сделанными аналитиками этой же компании в 2019 г. [9]. Согласно их оценке, в 2018 г. доходы от услуг мобильной связи в сегменте B2B росли в пять раз быстрее, чем весь рынок. Корпоративный сегмент расширился на 5–10% в

Рисунок 5

Число базовых станций транкинговой связи по оценке J'son & Partners Consulting



год по количеству используемых активных SIM-карт и продемонстрировал двузначный рост выручки (не менее 15% в год).

Аналитики компании МТС в годовом отчете за 2019 г. также указали, что российский рынок B2B-сервисов будет стабильно расти более чем на 20% в год за счет того, что многие компании выходят на новый цикл автоматизации внутренних бизнес-процессов. Немаловажную роль играет и повсеместный перевод сотрудников на удаленную форму работы.

К сожалению, в последнее время исследований объемов и динамики российского рынка голосовой профессиональной/транкинговой связи не проводилось. При этом даже данные пятилетней давности не дают исчерпывающей картины этого сегмента рынка в первую очередь по причине его информационной закрытости: ни многочисленные силовые ведомства, ни крупные корпоративные пользователи не раскрывают масштабы эксплуатируемых выделенных сетей и число сотрудников, использующих профессиональную беспроводную связь. Все оценки делаются аналитиками на основе отрывочных данных из открытых источников (заявок, публикуемых на тендерных площадках, таможенной статистики, новостных публикаций), а также экспертных оценок участников рынка профессиональной связи – системных интеграторов, специализирующихся на сооружении выделенных технологических сетей связи. Это вносит существенную погрешность в оценку объемов: непонятны реальные сроки эксплуатации приобретаемого сетевого и абонентского оборудования, неизвестны истинные масштабы всех эксплуатируемых на сегодняшний день крупных корпоративных и ведомственных сетей, а сегмент среднего и малого бизнеса в принципе остается за границами рынка, рассматриваемого аналитиками. Таким образом, существующие оценки ПМР-рынка показывают лишь верхушку айсберга, они учитывают только наиболее информационно открытые крупные компании и ведомства, рас-

полагающие ресурсами, которые позволяют преодолеть входной порог рынка выделенных сетей профессиональной связи (соответствующий бюджет и персонал, необходимый для осуществления квалифицированной закупки сетевого оборудования, получения частотных разрешений и лицензий, строительства, эксплуатации и ремонта технологических сетей связи). В итоге за пределами оценок аналитиков остается большая часть рынка, в том числе организации, которые нуждаются в услугах профессиональной связи и готовы оплачивать их на условиях подписки, но по тем или иным причинам не могут нести риски и расходы, связанные с сооружением и эксплуатацией собственной выделенной сети связи.

Согласно аналитическим отчетам, подготовленным компанией J'son & Partners в сентябре 2015 г. [10, 11], которые посвящены оценке потенциала развития услуг на сетях профессиональной мобильной радиосвязи в корпоративном и государственном сегменте, общее число базовых станций транкинговой связи на тот момент составляло более 6,3 тыс. (рис. 5), а их среднегодовой прирост — порядка 8%.

При этом по оценке J'son & Partners, сделанной на основе анализа публичных проектов и открытых источников, по состоянию на 2014 г. общее число пользователей специальной радиосвязи в России составляло порядка 1 млн. Средние ежегодные темпы роста абонентской базы цифровых сетей ПМР в 2015–2020 гг. прогнозировались на уровне 15–18%.

По данным Transparency Market Research [12] объем общемирового ПМР рынка в целом будет расти со средней скоростью 9,8% в год и увеличится с \$15,78 млрд в 2017 г. до \$36,29 млрд в 2026 г. В соответствии с прогнозами Global Industry Analysts [13] среднегодовые темпы роста ПМР рынка в 2020–2027 гг. составят 13%.

Аналитики Market Research Future [14] в декабре 2019 г. опубликовали отчет по рынку критически важных коммуникаций, прогнозирувавший рост ПМР рынка в 2019–2025 гг. на уровне 10,5% в год. А аналитики Lucintel [15] ожидали, что с 2019 по 2024 гг. ПМР рынок будет прирастать на 14% ежегодно.

На основании вышеприведенных прогнозов и данных исследований J'son & Partners [10, 11], можно предположить, что **среднегодовые темпы прироста числа пользователей профессиональной радиосвязи в России** — стране, основу экономики которой составляют государственные и крупные частные предприятия и организации, — находятся на уровне **не менее 12% в год, а общая численность традиционно видимой аналитиками части рынка профессиональной радиосвязи к 2025 г. составит не менее 3,5 млн пользователей.** При этом **число базовых станций транкинговой связи в ведомственных и корпоративных технологических сетях** при среднегодовом темпе расширения сетей на уровне 8–10% **достигнет 13–16 тыс.**

Сопоставляя фрагментарные данные о числе используемых в России средств профессиональной связи

(так, например, по данным из открытых источников, основной парк радиостанций МВД в 2006 г. составлял более 600 тыс. единиц) с общей численностью работников государственных ведомств и предприятий, которые являются потенциальными пользователями ПМР услуг (МВД, Росгвардия, МЧС, ФСИН, ФСО, ФССП, Минздрав, Минприроды, различные службы ведомственной и вневедомственной охраны, энергетические компании, распределительные сети, железнодорожные и автомобильные транспортные компании, метро, вокзалы, аэропорты, морские и речные порты, предприятия ЖКХ, разведка, добыча и транспортировка полезных ископаемых, обрабатывающая промышленность, службы инкассации, логистические и строительные компании и пр.), можно сделать вывод о том, что **потенциал голосового ПМР рынка в России с учетом услуг выделенных сетей и профессиональной связи на условиях подписки составляет в пятилетней перспективе не менее 10 млн пользователей.**

ПРОБЛЕМЫ РЫНКА СИСТЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ

Сегодня перспективный многообещающий рынок профессиональной радиосвязи и критически важных коммуникаций испытывает определенный технологический голод, сдерживающий развитие как сегмента critical voice, так и сегмента critical data.

Блестящие экономические перспективы IoT омрачаются серьезным несоответствием большинства используемых в настоящее время сетей беспроводной связи критериям эффективного взаимодействия новых киберфизических систем. Большинство исследований, посвященных IoT, прямо констатируют, что основным барьером на пути взрывного роста этих технологий является неразвитость соответствующих сетей передачи данных. Это во многом объясняется тем, что целью разработчиков новых решений для IoT на протяжении многих лет было создание устройств с низкой стоимостью и длительным временем работы от аккумуляторной батареи, исчисляемым не сутками, а годами. При этом такие параметры, как гарантированная доставка сообщений, скорость их передачи, низкие задержки не рассматривались в качестве приоритетных. Таким образом, на многообещающем сегменте промышленного или «критически важного» интернета вещей сегодня не представлено ни одной из публично обсуждаемых технологий беспроводной связи, которая полностью удовлетворяла бы требованиям потребителей данного сегмента рынка. Ни сети мобильной связи общего пользования, ни различные беспроводные сети, построенные на узкополосных технологиях передачи данных, таких как LPWAN, LoRaWAN и NB-IoT, созданных специально для IoT-систем, пока не могут обеспечить помехоустойчивую и гарантированную связь с датчиками/управляющими элементами критически важных объектов в дуплексном режиме с малыми задержками.

Часть эксплуатируемых сетей профессиональной радиосвязи сегодня способны гарантировать требуемый уровень надежности/доступности сети связи, а в определенных обстоятельствах и катастрофоустойчивости системы связи. Однако выделенные сети, построенные на основе подобных технологий, обладают ограниченным/очаговым покрытием, незначительной емкостью и довольно узким набором голосовых сервисов транкинговой радиосвязи, не поддерживая услуги передачи данных. Публичные же сети мобильной связи, значительно превосходя выделенные по зоне обслуживания, емкости и набору услуг, не могут обеспечить профессиональным пользователям гарантированный уровень доступности сервисов голосовой связи/услуг передачи данных, а также необходимый уровень конфиденциальности. Режим транкинговой радиосвязи может быть реализован в них лишь посредством облачных ОТТ-сервисов, не соответствующих требованиям критических коммуникаций. В результате ведомства и корпорации вынуждены предусматривать в своих бюджетах затраты на несколько видов мобильной/беспроводной связи, не имея возможности получить весь набор необходимых им сервисов в рамках одной технологии.

Нельзя не учитывать и исключительную консервативность корпоративных и ведомственных пользователей, продиктованную значительными сроками внедрения любой новой технологии в крупной компании и существенными инвестиционными барьерами, связанными с переходом всех структурных подразделений с одной технологии связи на другую. Анализируя материалы конференций «Профессиональная мобильная радиосвязь, спутниковая связь и навигация», проводимых ежегодно компанией Infor-media Russia с приглашением ведущих российских экспертов и представителей крупнейших заказчиков, можно констатировать, что не менее 85% ПМР-пользователей в России до сегодняшнего дня используют аналоговую УКВ радиосвязь, а жизненный цикл систем связи составляет 10–15 лет.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что ключевыми вызовами рассматриваемого рынка профессиональной радиосвязи на сегодняшний день в России являются:

1. Давно назревшая модернизация устаревших сетей корпоративной и ведомственной связи:

- государственные ведомства и крупные корпоративные клиенты продолжают эксплуатировать разрозненные (зачастую покрывающие одну и ту же территорию/географическую область) узкоспециализированные выделенные сети с очаговым покрытием (несколько технологических сетей в различных стандартах связи на одном предприятии; каждое из государственных ведомств эксплуатирует свою закрытую сеть связи, несовместимую с другими, что не позволяет обеспечить оперативную ко-

ординацию работы различных служб, особенно в условиях чрезвычайных ситуаций);

- критически важная инфраструктура связи морально и физически устарела;
 - профессиональные пользователи вынуждены использовать не отвечающие требованиям безопасности и надежности сети мобильной связи для реализации сервисов передачи данных и телеметрии, голосовых вызовов на городские и мобильные телефоны, поскольку устаревшие сети профессиональной связи не поддерживают данные услуги.
2. **Существенные финансовые барьеры, связанные с модернизацией эксплуатируемых сетей профессиональной связи в рамках сложившейся парадигмы** – российская экономика переживает непростые времена, модернизация (полная замена оборудования) большого числа разрозненных корпоративных и ведомственных сетей является непосильной финансовой задачей.
 3. **Технологический вакуум** на рынке оборудования для построения критически важных сетей радиосвязи:

- предлагаемое западными и азиатскими вендорами, а также российскими производителями оборудование DMR и TETRA морально устарело и не позволяет реализовать так необходимые сегодня профессиональным пользователям сервисы высокоскоростной передачи данных и телеметрии класса critical.
- все предлагаемые решения в области критических коммуникаций спроектированы и выпускаются на базе **патентов, микроэлементной базы (чипов) и программного обеспечения** (микропрограммы и операционные системы), **принадлежащих западным вендорам**, а следовательно, априори не отвечающих требованиям безопасности, предъявляемых к объектам российской критической инфраструктуры; мировой рынок данных технологий (big data, клиентских и телеком-платформ) является фактически монопольным, на нем доминируют несколько американских вендоров, владеющих ключевыми патентами и технологическими ноу-хау.

Единственным выходом из сложившейся ситуации представляется **реализация стратегии формирования в России полной индустриальной экосистемы профессиональной радиосвязи**, включающей в себя:

- разработку и дальнейшее развитие полностью независимого от западных вендоров современного перспективного стандарта профессиональной радиосвязи, позволяющего решить все задачи,

стоящие перед ведомственными и корпоративными пользователями в обозримой перспективе;

- разработку и производство на российских предприятиях базовых микроэлектронных компонентов (чипов) и микропрограмм, необходимых для производства телекоммуникационного оборудования по российскому стандарту профессиональной радиосвязи;
- разработку и производство на российских предприятиях сетевого и абонентского оборудования российского стандарта;
- отказ от изжившей себя модели изолированных ведомственных и корпоративных сетей профессиональной связи и переход к многократно более эффективной операторской модели предоставления услуг профессиональной радиосвязи на единой национальной сети, сооруженной специально для профессиональных пользователей и отделенной от сетей массового обслуживания.

Речь должна идти о полностью российской системе критически важных коммуникаций с доверенным и защищенным российским оборудованием (российский стандарт, чип, программное обеспечение, сетевое и абонентское оборудование). Помимо очевидных выгод, связанных с независимостью от иностранных вендоров, данная стратегия позволяет сэкономить гигантские средства на сооружении опорной сети базовых станций, предоставляя различным ведомствам и корпоративным клиентам покрытие сети по всей России с возможностью перемещаться со своим терминалом профессиональной связи не только по территории предприятия, но и по всему региону/стране.

Конфиденциальность данных, передаваемых на единой сети в рамках одного ведомства/предприятия, может быть обеспечена как в рамках программного разделения пользователей на различные изолированные друг от друга группы, так и на физическом уровне посредством создания отдельного полностью независимого ядра (набора системных серверов), размещенного на территории предприятия и подключенного к опорной сети связи.

Принципиальным преимуществом данного подхода является также простота реализации единого диспетчерского центра, позволяющего координировать работу различных служб, создавать и управлять оперативными межведомственными группами, что особенно важно при работе в режиме чрезвычайных ситуаций.

МАКВИЛ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ

С 2012 г. Группа компаний НИРИТ-СИНВЭЙ Телеком Технолоджи (ГК НСТТ) в рамках частной инициативы планомерно движется по пути реализации описанной

выше стратегии формирования российской индустриальной экосистемы профессиональной радиосвязи. Выбранная технология профессиональной радиосвязи МАКВИЛ является **единственной коммерчески зрелой современной технологией**, разработанной специально для сооружения критически важной инфраструктуры связи.

МАКВИЛ – это единственная технология широкополосной профессиональной радиосвязи, обеспечивающая предоставление на единой сети услуг традиционной транкинговой связи, современных сервисов высокоскоростной передачи данных, позиционирования и диспетчеризации, для которой есть полный спектр сетевого оборудования для построения сети и абонентского оборудования для пользования услугами. Технология МАКВИЛ рекомендована Международным союзом электросвязи (Рекомендация ITU-R M.1801-2 [16]), а в 2018 г. она была принята в качестве национального стандарта РФ – ГОСТ Р 58166-2018 [17].

МАКВИЛ **значительно превосходит как на уровне спецификаций, так и на уровне характеристик производимого сетевого и абонентского оборудования другие используемые в России технологии профессиональной радиосвязи по целому ряду параметров**, в том числе:

- широкой полосе радиоканала (до 5 МГц);
- доступной абонентам скорости обмена данных (до 15 Мбит/с), полноценному использованию интернет-ресурсов, услугам передачи видео и организации видеоконференций;
- защищенности от прослушивания и несанкционированного подключения к сети;
- устойчивости соединения при перемещении абонента между сотами за счет использования многолучевых адаптивных антенн и «мягкого» хэндовера и, как следствие, реализации высокоскоростной передачи данных в движении на скоростях до 200 км/ч;
- низкой мощности излучения абонентской радиостанции и более продолжительному времени работы без подзарядки аккумуляторной батареи;
- высокому качеству передачи речи;
- исключительно малым задержкам при передаче IP-пакетов (до 26 мс), позволяющим эффективно реализовывать решения беспроводной телеметрии (M2M, IoT), в том числе класса critical;
- наличию приоритетов и гарантий доступа к сети для выделенных групп абонентов.

Необходимо отметить, что ни одна из широко используемых сегодня в России публичных технологий радиодоступа (WiMAX, Wi-Fi, LTE и пр.) не располагает

- доверенным, производимым на территории России чипом;
- защищенным от взлома и вторжения из эфира радиоинтерфейсом.

Алгоритмы защиты информации A5/A8 радиоинтерфейса (GSM/LTE/TETRA) повсеместно известны, они внесены в перечень стандартов NATO и уже под-

верглись массовой проработке специализирующимися на взломе лабораториями и аналитическими группами, в результате чего были выявлены их уязвимые места. МАКВИЛ же имеет оригинальную встроенную систему аутентификации и динамического распределения ключей шифрования. Алгоритмы МАКВИЛ являются закрытыми, их уязвимые места не выявлены, вскрыть их чрезвычайно сложно, даже для специалистов, снабженных сверхмощной вычислительной техникой.

Гибкость и масштабируемость МАКВИЛ позволяют построить выделенную сеть профессиональной радиосвязи в любом регионе за счет использования различных частотных диапазонов (300/400/1800 МГц) и любой полосы частот (1–2–3–4–5 МГц). Спектральная эффективность технологии МАКВИЛ и поддерживаемая ею скорость передачи данных соответствуют современным стандартам радиосвязи четвертого поколения 4G.

В 2011 г. технологический партнер проекта китайская компания Xinwei Group, владеющая исключительными международными правами на технологию МАКВИЛ, заключила с ГК НСТТ соглашение о 100%-ной локализации данной технологии в РФ, что является беспрецедентным случаем в отношениях между Россией и Китаем. На сегодняшний день на российских предприятиях уже налажен выпуск модемов, носимых и возимых радиостанций, антенных систем и базовых станций МАКВИЛ, ведется разработка российского программного обеспечения. К 2024 г. планируется под-

готовить к производству полностью российский чип для профессиональной широкополосной радиосвязи.

Важнейшим достижением, безусловно, является построение фрагментов первой всероссийской сети профессиональной радиосвязи МАКВИЛ, отделенной от сетей общего пользования и уже сегодня оказывающей услуги профессиональной радиосвязи (как **critical voice**, так и **critical data**) корпоративным и государственным заказчикам на условиях подписки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Российский рынок профессиональной радиосвязи и критических коммуникаций находится на пороге нового витка его развития – на смену морально и технически устаревшим сетям первого и второго поколения приходят новые технологии, способные удовлетворить спрос на современные услуги **critical voice** и **critical data** и обеспечить рост данного сегмента рынка до 50–55 млн подключений. Развиваемая ГК НСТТ технология МАКВИЛ представляет собой перспективную российскую, независимую от западных вендоров технологическую платформу критически важных коммуникаций, а операторские сети МАКВИЛ уже сегодня способны не только обеспечить техническое перевооружение ведомственных и корпоративных пользователей транкинговой связи, но и дать толчок развитию в России нового технологического уклада промышленного интернета вещей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. FirstNet's ultimate stress-test [электронный ресурс]. – <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/articles/stress-test-for-firstnet> (дата обращения: 16.04.2021).
2. The Internet of Things: mapping the value beyond the hype. June 2015 [электронный документ]. – https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Technology%20Media%20and%20Telecommunications/High%20Tech/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/Unlocking_the_potential_of_the_Internet_of_Things_Executive_summary.ashx (дата обращения: 16.04.2021).
3. The Growth Game-Changer: How the Industrial Internet of Things can drive progress and prosperity [электронный ресурс]. – <https://fliphtml5.com/wful/iehy/basic> (16.04.2021).
4. «Интернет вещей» (IoT) в России. Технология будущего, доступная уже сейчас [электронный документ]. – <https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/iot-in-russia-research-rus.pdf> (дата обращения: 16.04.2021).
5. The 5G economy: How 5G will contribute to the global economy [электронный документ]. – <https://cdn.ihs.com/www/pdf/IHS-Technology-5G-Economic-Impact-Study.pdf> (дата обращения: 16.04.2021).
6. Ericsson Mobility Report, November 2020 [электронный документ]. – <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports> (дата обращения: 16.04.2021).
7. Industrial Internet Of Things Market Size, Share & Trends Analysis Report By Component, By End-use (Manufacturing, Energy & Power, Oil & Gas, Healthcare, Logistics & Transport, Agriculture), And Segment Forecasts, 2019–2025 [электронный ресурс]. – <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/industrial-internet-of-things-iiot-market#:~:text=North%20America%20dominated%20the%20IoT,industrial%20internet%20of%20things%20market%3F> (дата обращения: 16.04.2021).
8. Cisco Annual Internet Report [электронный ресурс]. – <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/executive-perspectives/annual-internet-report/air-highlights.html#> (дата обращения: 16.04.2021).
9. В2В – локомотив рынка мобильной связи [электронный ресурс]. – <https://www.comnews.ru/content/118487/2019-03-15/b2b-lokomotiv-rynka-mobilnoy-svyazi> (дата обращения: 16.04.2021).
10. Оценка потенциала развития услуг на сетях профессиональной мобильной радиосвязи в корпоративном сегменте [электронный ресурс]. – https://json.tv/ict_telecom_analytics_view/otsenka-potentsiala-razvitiya-uslug-na-setyah-professionalnoy-mobilnoy-radiosvyazi-v-korporativnom-segmente-20150908040152 (дата обращения: 16.04.2021).
11. Оценка потенциала развития услуг на сетях профессиональной мобильной радиосвязи в государственном сегменте [электронный ресурс]. – https://json.tv/ict_telecom_analytics_view/otsenka-potentsiala-razvitiya-uslug-na-setyah-professionalnoy-mobilnoy-radiosvyazi-v-gosudarstvennom-segmente

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

segmente-20150825011539 (дата обращения: 16.04.2021).

12. Professional Mobile Radio Market [электронный ресурс]. – <https://www.transparencymarketresearch.com/professional-digital-mobile-radio-market.html> (дата обращения: 16.04.2021).

13. Land Mobile Radio (LMR) Systems – Global Market Trajectory & Analytics [электронный ресурс]. – https://www.researchandmarkets.com/reports/1824148/land_mobile_radio_lmr_systems_global_market#rela0-4855434 (дата обращения: 16.04.2021).

14. Global Mission Critical Communication

(MCX) Market Research Report [электронный ресурс]. – <https://www.marketresearchfuture.com/reports/mision-critical-communication-market-8654> (дата обращения 16.04.2021).

15. Land Mobile Radio Market Report: Trends, Forecast and Competitive Analysis [электронный ресурс]. – <https://www.researchandmarkets.com/reports/5003410/land-mobile-radio-market-report-trends-forecast> (дата обращения 16.04.2021).

16. Рекомендация МСЭ-R М.1801-2 (02/2013). Стандарты радиointерфейса для систем широкополосного беспроводного доступа подвижной службы, включая

мобильные и кочевые применения, действующих на частотах ниже 6 ГГц. – https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1801-2-201302-1!!PDF-R.pdf.

17. ГОСТ Р 58166-2018. Технические требования к радиointерфейсу широкополосной подвижной радиосвязи (ШПР). Организация протоколов и алгоритмов работы на канальном и физическом уровнях. Основные параметры и технические требования. – <https://files.stroyinf.ru/Data/695/69500.pdf>.

Получено 21.04.21

НИИ РАДИО ПОДГОТОВИЛ ДОРОЖНУЮ КАРТУ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ 6G В РОССИИ

В 2020 г. ФГУП НИИР разработало два базовых документа – проект дорожной карты по основным направлениям развития сетей связи 6G в Российской Федерации и проект технического задания на комплекс фундаментальных и прикладных исследований в интересах развития сетей 6G.

Проект дорожной карты отражает начальный этап развития сетей связи 6G, т.е. формирование общего представления о сетях 6G. В нем рассмотрены три основных направления, необходимых для создания предпосылок к их развертыванию на территории России: радиочастотное обеспечение, инновационные услуги и сервисы, предоставляемые этими сетями, и создание оборудования.

Развертывание системы связи 6G – сложная многофакторная задача, требующая взаимодействия компетентных ведомств и организаций.

Одним из примеров подобной кооперации может стать создание «Консорциума 6G», в рамках которого будут обеспечены благоприятные с коммерческой точки зрения условия для отечественных производителей, формирование единой научно-технической политики и координация работы всех заинтересованных структур: научно-исследовательских организаций – разработчиков перспективных технологий и систем связи, способствующих развитию 6G (например, «Сколтех»), предприятий, имеющих соответствующие компетенции по производству оборудования, в том числе для беспроводной связи 5G, экспертизу в области промышлен-

ного интернета вещей и других передовых технологий (в частности, государственная корпорация «Ростех»). И конечно, в составе «Консорциума 6G» должны быть разработчики и поставщики перспективных сервисов и услуг, предоставляемых на будущих сетях связи 6G (операторы связи).

В качестве научно-технологического центра, определяющего развитие экосистемы 6G (включая моделирование и тестирование) и обеспечивающего деятельность администрации связи России в работе международных исследовательских организаций и ассоциаций по вопросу сетей связи 6G, может выступить ФГУП НИИР.

Необходимо проведение комплекса мероприятий, включая фундаментальные и прикладные исследования, направленные на развитие сетей связи 6G, подчеркивает заместитель директора НТЦ анализа ЭМС ФГУП НИИР Евгений Девяткин. Примером такой работы может служить участие российских экспертов в международных и региональных организациях в области радиосвязи и стандартизации электросвязи по вопросам исследования сетей связи 6G. Взаимодействие с МСЭ, ETSI и 3GPP поможет заимствовать опыт и будет способствовать продвижению отечественных разработок по системам связи 6G.

Сегодня российские производители оборудования и операторы сетей мобильной связи, к сожалению, не представлены в качестве членов в Партнерском проекте 3GPP. Это ограничивает им возможность защищать

свои интересы и включать предложения и собственные технологические решения в спецификации 3GPP. Тем не менее участие наших специалистов в разработке требований к сетям связи 6G, создании архитектуры таких сетей, выборе частотных диапазонов и принятии международных стандартов позволит России отстаивать важные для государства условия развития и применения новых технологий.

«С целью продвижения отечественных разработок готовится проект приказа об участии российских представителей в консорциуме Партнерского проекта 3GPP, определяющий регламент взаимодействия объединенной рабочей группы Минцифры и Минпромторга по координации деятельности российских представителей в группах 3GPP. Предлагаемый регламент взаимодействия позволит осуществлять координацию между Минцифры, Минпромторгом, другими заинтересованными федеральными органами власти, операторами связи и производителями оборудования в интересах внедрения и развития перспективных беспроводных технологий связи, а также определения и согласования технических требований к оборудованию и методикам измерений технических параметров», – сообщил Евгений Девяткин. Разработанные документы станут основой нового цикла исследований и мероприятий, направленных на создание сетей связи 6G в России, будут способствовать выходу отечественных производителей телеком-оборудования на новый уровень.