

# Дождались: LTE уже здесь

В Украине запустили 4G, а в США — 5G.  
Нам пока спешить не стоит.

Свершилось: наконец-то наша страна перестала быть белым пятном на карте LTE. Все три крупных мобильных оператора запустили 4G в диапазонах 1800 и 2600 МГц, и сейчас обсуждается вопрос выдачи лицензий в 900 МГц, что должно завершить формирование «триады» 4G.

Между тем, согласно прогнозам, на конец нынешнего года в мире будет до 700 работающих сетей LTE. Последующие технологии — LTE Advanced и LTE Advanced Pro — еще больше увеличили скорости в сетях 4G, прежде всего за счет агрегации несущих.

LTE завоевала мир быстрее всех предыдущих технологий мобильной связи, охватив большинство стран мира. С другой стороны, количество новых внедрений уменьшается третий год подряд. Между тем уже около полутора сотен операторов занято тестированием пятого поколения мобильной связи, стандартизация которого продолжается. В демонстрационном режиме технология уже была задействована на крупных спортивных мероприятиях 2018 года, и несколько операторов уже объявили о коммерческом запуске. Каждый день приходят сообщения о планах или партнерских соглашениях, связанных с 5G, и тендерах по выделению частот.

Несколько лет подряд «СиБ» ежегодно представлял срез ситуации с LTE в мире по состоянию на начало осени. Как раз в тот момент, когда мы дожили до собственного 4G, эта технология уже перестает быть передним краем развития мобильной связи. Наступает эпоха 5G.

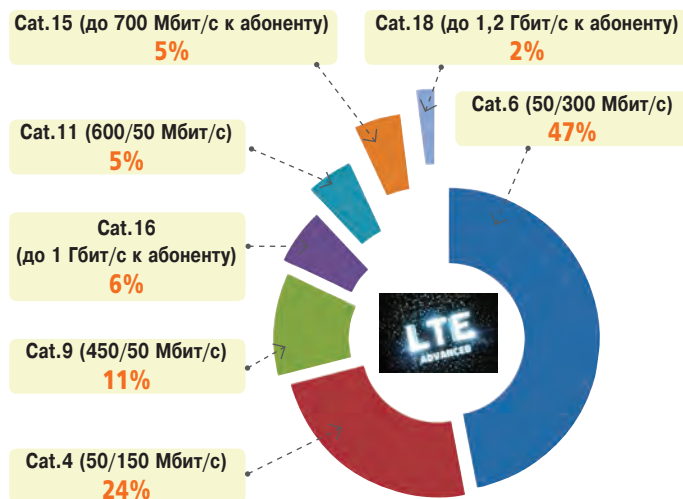
## LTE: технология мобильной связи номер один

Для начала немного цифр. Согласно августовскому отчету Всемирной ассоциации поставщиков решений для мобильной связи (**GSA**) — что символично, теперь эти периодически выходящие документы называются «*Эволюция от LTE к 5G*», — на конец июля в мире насчитывалась 681 работающая сеть LTE в 208 странах, и до конца года прогнозируется, что их станет 690–700. Кроме тех, кто уже ввел сети в эксплуатацию, еще 168 компаний объявили о планах запуска LTE, начали развертывание сетей или получили лицензии на частоты, а еще 16 только



провели испытания. Больше всего «белых пятен» на карте LTE остается в Африке и на островах Атлантического и Тихого океанов. Избавились от статуса стран без LTE Мали, Сенегал и Украина.

В 119 странах уже работает 261 сеть LTE Advanced. Четыре из них (на ограниченных территориях) поддерживают терминалы категории 18, которые обеспечивают скорость передачи до 1,2 Гбит/с при агрегации 6 несущих. Соотношение сетей LTE Advanced, поддерживающих разные категории терминалов, представлено на **рис. 1**.



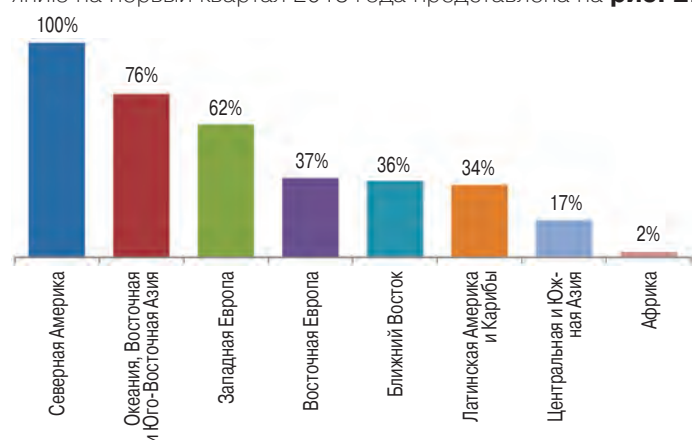
**Рис. 1.** Градация сетей LTE Advanced в зависимости от поддерживаемого оконечного оборудования (по данным GSA)

Что касается количества абонентов, то, как следует из июньского отчета **Ericsson** о состоянии мобильной связи (Ericsson Mobility Report), LTE остается самой быстрорастущей технологией. В 2017-м число подключений достигло 2,5 млрд. Чтобы достигнуть этого показателя, понадобилось чуть больше 5 лет; для сравнения, у WCDMA/HSPA (3G) это заняло 6 лет. В прошлом году LTE стала доминирующей технологией мобильной связи, обойдя GSM.

Ожидается, что к 2023 году количество абонентов LTE достигнет 5,5 млрд, и на эту технологию будет приходиться 60% всех мобильных подключений. Всего же к тому времени будет насчитываться 8,9 млрд подключений мобильной связи, из которых 95% будут пользоваться мобильным ШПД (число уникальных абонентов, то есть за вычетом

множественных подключений, составит 6,1 млрд). Сейчас в зоне покрытия LTE проживает свыше 60% населения Земли, к концу 2023 года охват превысит 85%. Ericsson отмечает, что на быстроту развертывания LTE влияют несколько факторов. Один из них — ожидаемое распространение устройств «Интернета вещей», которое требует расширения географического покрытия, поскольку датчики и другие приборы устанавливаются на полях аграрных предприятий, в лесах и других местах с низкой плотностью населения.

Согласно июньскому отчету **Ovum**, в первом квартале нынешнего года в мире насчитывалось 3,2 млрд подключений LTE, при этом на технологию приходится 38,5% рынка мобильной связи. К концу года в мире будет 3,3 млрд подключений, а рыночная доля составит 40% с небольшим. Ovum прогнозирует, что по завершении 2022 года в мире будет 5,6 млрд подключений LTE при рыночной доле 60,37%. Статистика проникновения LTE в разных регионах по состоянию на первый квартал 2018 года представлена на **рис. 2**.



**Рис. 2.** Проникновение LTE в разных регионах (по данным Ovum)

Результаты исследования группы **Open Signal**, опубликованные в феврале, говорят о том, что уже 5 стран имеют доступность LTE свыше 90% — к Южной Корее и Японии добавились, Норвегия, Гонконг и США. Тут нужно уточнить, что Open Signal измеряет не территориальное покрытие, а процент времени, в течение которого пользователи имеют доступ к сети. В целом отмечается, что операторы взяли курс не на повышение скорости, а на расширение покрытия. При этом средняя скорость доступа не растет и у лидеров (Сингапур, Нидерланды, Норвегия, Южная Корея), где она сегодня составляет менее 45 Мбит/с. Средняя же скорость LTE по миру не превышает 16,9 Мбит/с (для сравнения, Wi-Fi — 14 Мбит/с). Open Signal считает, что эта пауза временная и рост скорости продолжится по мере того, как операторы начнут внедрять функции LTE-Advanced.

Согласно данным GSA, в августе услуга VoLTE, позволяющая совершать звонки напрямую через LTE, была доступна в 83 странах у 172 операторов, в том числе в Туркменистане и Грузии. Еще 67 компаний занимаются исследованиями. Всего технологию поддерживают более 1800 устройств, свыше 90% из которых — смартфоны. Расширением VoLTE является ViLTE (видео через LTE), сейчас этот сервис предлагают 11 операторов. Поддержка ViLTE реализована в 227 моделях смартфонов. Семнадцать

операторов запустили услугу EVS (Enhanced Voice Services), которая обеспечивает передачу речи при ширине полосы сигнала 20 кГц.

Ericsson прогнозирует, что к 2023 году число пользователей VoLTE достигнет 80% всей абонентской базы LTE и 5G.

Как и ранее, большинство операторов используют частоты в диапазоне 1800 МГц (325 сетей). Следующие по популярности диапазоны — 800 МГц (175); 2,6 ГГц (около 160) и 700 МГц (75 сетей). Операторы начинают использовать и нелицензируемый спектр при помощи описанных в стандартах технологий LAA и LTE-U.

## Отныне и в Украине

Теперь расскажем о том, как в эту статистику наконец-то вошла Украина. Подготовка к внедрению LTE в нашей стране фактически смогла начаться после того, как заработала связь третьего поколения. Для начала была создана рабочая группа, в которую вошли представители госорганов, операторов связи и профильных ассоциаций. В 2015 году правительство утвердило план мероприятий по внедрению 4G, а НКРСИ — техзадание на проведение НИР относительно распределения радиочастотного ресурса. Исследования были поручены компании Analysys Mason Limited, которая провела аудит диапазонов, пригодных для 4G, и предложила минимальную стоимость лицензий. Как известно, проблема была связана с фрагментацией частот, находившихся во владении операторов, а также с тем, что в диапазоне 1800 МГц «Киевстару» принадлежал больший ресурс, чем другим компаниям.

Государство решило продать сначала частоты в диапазоне 2,6 ГГц, уже затем — в более перспективной полосе 1800 МГц, что тогда связывали с интересом компании **«ММДС-Украина»**, с 2011 года владевшей 80 МГц спектра в диапазоне 2,6 ГГц. Согласившись вернуть частоты «в казну», эта компания получила компенсацию в размере 25% от утвержденной стартовой стоимости, что составляло 500 млн грн.

В ходе первых торгов, которые состоялись 31 января, **lifecell** приобрела два лота суммарно на 30 МГц за 909,25 млн грн, **«Киевстар»** — три лота также на 30 МГц за 916,3 млн грн, **«Vodafone Украина»** — два лота суммарно на 20 МГц за 631 млн грн. Теоретически в наиболее выгодном положении оказался «Киевстар», которому достались лоты, обеспечивающие сплошную полосу частот по 15 МГц. Оператор lifecell получил прерывистый спектр, но президент компании Исмет Языджи заверил, что современное оборудование может работать на таких частотах, и пообещал среднюю скорость на уровне 50 Мбит/с. В общей сумме государство выторговало 2,456 млрд грн — на 169 млн больше минимальной цены.

Второй тендер, на котором разыгрывались частоты в диапазоне 1800 МГц, состоялся 6 марта. Исторически этот ресурс был распределен неравномерно, чуть больше половины принадлежало «Киевстару». В 2017-м тройка операторов согласилась передать частоты государству в обмен

на то, что на предстоящем тендере три больших лота из шести будут закреплены за ними. Таким образом, lifecell выкупил 30 МГц за 795 млн грн, «Киевстар» — 50 МГц за 1325 млн грн и «Vodafone Украина» — 40 МГц за 1060 млн грн. За три лота по 10 МГц развернулась борьба между «Киевстаром», который выиграл два из них (подняв ставки до 612 и 900 млн грн), и «Vodafone Украина», который получил еще один за 612 млн грн. Всего госбюджет получит от второго тендера 5,43 млрд грн против ожидаемых 3,989 млрд грн. При этом «Киевстар» как донор частот получит от других операторов компенсацию в 45 млн грн.

Vodafone и lifecell запустили LTE в диапазоне 2,6 ГГц 30 марта, «Киевстар» — 6 апреля. В полосе 1800 МГц все три оператора стартовали 1 июля.

Согласно пресс-релизам, по состоянию на конец сентября доступ к LTE от Vodafone получили 14 млн жителей Украины в 17 областях. LTE-сеть «Киевстара» охватывает 3410 населенных пунктов, где проживает более 20 млн человек. У lifecell охвачены 1687 н.п., что также соответствует более 20 млн человек.

Отметим, lifecell называет свою связь «4.5G», объясняя, что использует технологию LTE Advanced Pro. Это даже стало предметом разбирательств со стороны Антимонопольного комитета, проверявшего рекламу оператора на предмет признаков недобросовестной конкуренции. LIGA.net в июле писала, что два других оператора какую-то исключительность lifecell в этом вопросе не признают — например, пресс-служба «Киевстара» сообщила, что компания также использует LTE Advanced Pro, другое дело, что в Украине пока очень мало смартфонов, которые поддерживают эту технологию.

С запуском 4G операторы вводят новые тарифы с большим объемом заложенного трафика или вовсе без ограничений. Например, у «Киевстар» безлимитный пакет с 150 минутами звонков на другие сети стоит 95 грн в месяц, у Vodafone — 115 грн за 4 недели. У lifecell полностью безлимитных пакетов нет, но в линейке тарифов «Лайфхак» можно получить от 20 до 40 ГБ трафика, а также доступ к облачному хранилищу, стоит это будет от 119 до 229 грн.

То, что Украина перескочила от белого пятна на карте 4G сразу в LTE Advanced Pro, можно только приветствовать, тем более что, согласно информации **GFK**, в нашей стране смартфонами владеют 85% активных пользователей Интернета, а по данным местного представительства Huawei Consumer BG, в 2017 году большинство смартфонов в Украине продавались в ценовом диапазоне \$150–300. Это значит, что все же устройств если не последних моделей, то категории 6, то есть поддерживающих LTE-A, в сетях операторов должно быть достаточно много.

Пока что, по личному опыту автора, LTE работает достаточно неплохо. Например, вот так выглядят параметры связи в окрестностях с. Глеваха, что в Киевской области (рис. 3). Конечно, это в не очень заполненной сети, но пока скорость доступа выше, чем у стран-лидеров из отчета Open Signal.

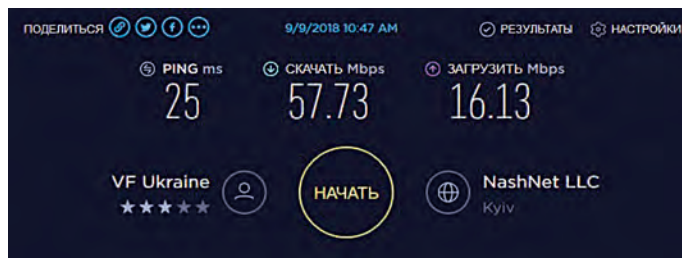


Рис. 3. Измерения параметров работы LTE неподалеку от Киева, скриншот автора

Оператор lifecell отмечает, что по общему количеству потребляемого трафика лидирует пятерка крупных городов, а вот по объемам трафика в сутки на одного абонента — небольшие населенные пункты, где цифры могут достигать 600 МБ и более. В таких н.п. мобильный Интернет может быть лучшим способом подключения к сети, это видно по тому, что пик нагрузки приходится на вечерние часы.

Между тем в Украине еще не задействован третий диапазон частот LTE-триады — 800–900 МГц, который позволил бы обеспечить покрытие в сельской местности и вдоль дорог. В этом случае операторы могли бы сравнительно быстро развернуть сеть, поскольку работающее сейчас оборудование является мультистандартным. Кроме того, это обеспечит скоростной доступ в тех местах, где Интернета нет вообще. Посетивший второй тендер президент Порошенко поручил НКРСИ подготовить аукцион на частоты в диапазоне 900 МГц, и 30 мая регулятор представил операторам свои предложения. Согласно опубликованным данным, диапазон GSM-900 (2×25 МГц) втрое меньше, чем GSM-1800 (2×75 МГц), при этом верхняя его часть занята спецпользователями. Всего для внедрения 3G или 4G доступны три блока по 2×5 МГц, но этот ресурс уже поделен между операторами и сильно фрагментирован.

НКРСИ предложила план действий по его перераспределению, согласно которому тройка операторов (Vodafone, «Киевстар» и lifecell) остались бы при своих, получив по 10 МГц под UMTS/LTE. Еще одна заинтересованная сторона — **«Интертелеком»** — могла бы обменять половину спектра, который сейчас используется под CDMA, потеряв при этом 1 МГц, но зато и получив под LTE целых 16 МГц. Насколько известно, операторы отнеслись к этому предложению скептически, опасаясь, что не смогут поддерживать в одной полосе одновременно 2G и 3G/4G. Достаточный ресурс останется только у «Киевстара». Одним из вариантов решения проблемы может стать использование «цифрового дивиденда» в полосе 800 МГц, который высвобождается после отключения аналогового телевидения.

Пока что четыре мобильных оператора согласились профинансировать научно-техническую работу (летные испытания) для проверки совместимости работы оборудования мобильной связи стандартов UMTS и LTE со средствами спецпользователей (Военно-воздушных сил) в диапазонах 800–900 МГц.

План НКРСИ предполагает внедрение 3G/4G операторами без тендера, для чего необходимо внесение изменений в закон «О радиочастотном ресурсе Украины», чтобы



предоставить регулятору полномочия на проведение рефарминга. Если все же лицензии будут выставлены на тендер, то государство предположительно получит еще несколько миллиардов.

## 5G: процесс пошел

Хотя технология 5G будет формально стандартизована только в следующем году, тогда же Международный союз электросвязи определится с диапазонами частот для нее, но уже сейчас в мире активно идут тендеры по продаже этих частот операторам. Последние начинают понемногу разворачивать сети, на подходе и окончательное оборудование.

Первый в мире 5G-модем Snapdragon X50 NR продемонстрировала компания **Qualcomm** в прошлом году. В ходе испытаний, проходивших в октябре 2017 года, была достигнута скорость передачи 1 Гбит/с, при этом были задействованы несколько полос частот по 100 МГц в диапазоне 28 ГГц. По утверждению Qualcomm, модем уже выбран рядом производителей электроники, которые готовятся выпустить 5G-терминалы в 2019 году. Samsung и Apple предположительно разрабатывают модемы самостоятельно. Huawei 31 августа представила модем Kirin 980, который будет использоваться в 5G-смартфонах, он имеет 8 ядер и поддерживает скорость загрузки до 1,4 Гбит/с.

Ericsson в упомянутом выше отчете сделал прогноз развития ассортимента конечных устройств 5G. Как ожидается, первое поколение таких терминалов будет представлено устройствами фиксированного радиодоступа (домашними и портативными маршрутизаторами), которые появятся во второй половине нынешнего года. Первые смартфоны будут выведены на рынок в 2019-м, а в 2020-м, с появлением чипсетов третьего поколения, ассортимент оборудования значительно увеличится, в том числе за счет устройств «Интернета вещей».

Некоторые модели смартфонов наверняка покажут на Всемирном конгрессе мобильной связи, который пройдет в конце февраля следующего года — среди таковых называют Samsung Galaxy S10, Huawei P30 (альтернативно 5G может появиться в следующем устройстве серии Mate, которое покажут в сентябре) и Sony Xperia XZ3. Также поддержка 5G наверняка будет в OnePlus 7 и iPhone X, которые выйдут позже в 2019 году.

Между тем, с определенной точки зрения, первый 5G-смартфон уже появился в продаже — это Moto Z3, разработанный в партнерстве с Verizon. Он может быть аппаратно дооснащен модулем 5G Moto Mod, так что абоненты будут готовы, когда оператор запустит сервис для мобильных устройств в следующем году.

Предполагается, что 5G-смартфоны обеспечат новый уровень виртуальной и дополненной реальности (VR и DR). Специалисты говорят, что благодаря многократному по сравнению с LTE увеличению скорости передачи и эффективности работы сети, а также радикальному сокращению

задержки эти технологии раскроют свой полный потенциал. Например, с помощью смартфона можно будет «примерить» новую одежду перед покупкой, на ходу прочесть перевод уличной вывески или даже найти друзей в толпе. По разным оценкам, к 2022 году количество устройств, поддерживающих DR, составит от 3,5 до 4,25 млрд. Что касается виртуальной реальности, то можно будет вести трансляции или играть в VR-игры — например, с помощью подключаемых к смартфону очков. 5G обеспечит скорости, достаточные для того, чтобы тысячи людей вели потоковое VR-вещание, находясь близко друг к другу — например, на стадионе.

Еще одной функцией 5G станут 3D-звонки, когда абоненты могут видеть объемные изображения друг друга. Китайская фирма **Oppo** в марте продемонстрировала сеанс связи такого рода, используя технологию структурированного света. Телефоны также смогут демонстрировать голографический видеоконтент. Отметим, что голографический звонок, хотя и не с помощью смартфона, был продемонстрирован 20 сентября 2018 года в Британии оператором **Vodafone**, который планирует к 2020 году оборудовать полторы тысячи площадок 5G. Вызов был совершен между офисом оператора в Манчестере и штаб-квартирой в Ньюбери. На голограмме появилась футболистка Стеф Хафтон, которая дала несколько уроков обращения с мячом юной поклоннице.

Ресурс **5g.co.uk** считает, что все эти инновации изменят привычный нам облик смартфона. Во-первых, для поддержки DR и VR потребуются дополнительные камеры и датчики (собственно, смартфоны уже сейчас обзаводятся несколькими камерами). Также появятся проекторы для голографической связи, а разрешающая способность экранов увеличится до 4K (3840×2160) или даже 8K (7680×4320). Смартфоны будут широко использовать облака — причем не только для размещения VR- и голографического контента, который чисто в силу своего размера будет нецелесообразно хранить локально. Возможности 5G позволят перенести на удаленные серверы и саму работу мобильных приложений. Благодаря этому можно будет значительно сократить количество внутренних компонентов смартфона — устройства станут сверхтонкими или вообще гибкими и складными.

В этом году технологии 5G впервые использовались на нескольких спортивных мероприятиях. В феврале **Verizon** вел в США VR-трансляцию Супербоула — финала Национальной футбольной лиги, хотя смотреть ее могли только сотрудники оператора. На зимних Олимпийских играх в Пьончанге **Intel** и оператор КТ организовали показ возможностей 5G и трансляцию соревнований в виртуальной реальности. Для этого использовались пакеты по 12 видеокamer, снимавших видео в формате 4K и генерировавших 1 ТБ трафика в час. Зрители могли смотреть трансляцию в 5G-зонах на специальных планшетах. Правда, по некоторым отзывам, из-за рекламной кампании и вызванного ею ажиотажа многие посетители решили, что 5G будет доступно прямо на их смартфонах, и были разочарованы. Технология имела и другое применение: по 5G были подключены распылители газа и динамики,

имитировавшие рев тигра, чтобы отгонять диких кабанов, бродящих в окрестных горах.

Во время чемпионата мира по футболу, который проходил в России, оператор **«Мегафон»** в партнерстве с Huawei развернул в Москве 5G-зону, где матчи можно было смотреть через VR-очки. На Играх Содружества, проходивших в апреле в Австралии, трансляция соревнований стала одним из элементов демо-зоны 5G, развернутой оператором **Opus**.

По данным GSA, уже 67 операторов в 39 странах — почти 10% компаний, построивших сети LTE — объявили о намерениях предложить своим абонентам 5G в интервале между 2018 и 2022 годами. Всего же испытания проводят или провели 154 оператора в 66 странах (в том числе у нас в Украине). GSA известно о десяти операторах, которые планируют запустить 5G до конца нынешнего года. Еще как минимум 17 запланированы на 2019 год.

Как всегда в таких случаях, к слову «первый» нужно относиться осторожно. Первыми 14 мая о коммерческом запуске 5G объявили два ближневосточных оператора — **Etisalat** (ОАЭ) и **Ooredoo** (Катар), последний развернул сеть в диапазоне 3,5 ГГц, на первом этапе покрытие организовано в столице государства — Дохе. Правда, есть нюанс: для этих сетей нет абонентского оборудования. Etisalat обещал устройства фиксированного и мобильного доступа в сентябре, а Ooredoo — смартфоны в июне следующего года, а маршрутизаторы «в течение месяца» после запуска, хотя на сайте оператора их найти не удалось. А 16 мая в Саудовской Аравии заработала сеть оператора **STC** — тоже без терминалов, которые появятся только в 2019 году. Ooredoo 3 июня включил сеть 5G в Кувейте, одновременно это сделал оператор Zain.

В конце июня компания **Elisa** запустила 5G в городах Тампере и Таллинн. Старт был отмечен «историческим» видеозвонком между министром транспорта и связи Финляндии и министром экономики и инфраструктуры Эстонии, при этом не забыли отметить, что первый GSM-звонок также состоялся в сети Elisa. Оператор использует 100 МГц спектра в полосе 3,4–3,8 ГГц. Примечательно, что окончательное оборудование у него уже есть — это маршрутизаторы Huawei.

27 сентября заработал пилотный участок сети 5G в княжестве Монако, развернутый в окрестностях города Порт-Эркюль. Церемония открытия состоялась во время выставки яхт Monaco Yacht Show, которую снимал с высоты подключенный по 5G беспилотник — картинку в охвате 360° можно было смотреть через VR-очки. Сеть строит местный оператор **Monaco Telecom** в партнерстве с Huawei — в княжестве собираются использовать 5G для проектов «умного города» и цифровой трансформации.

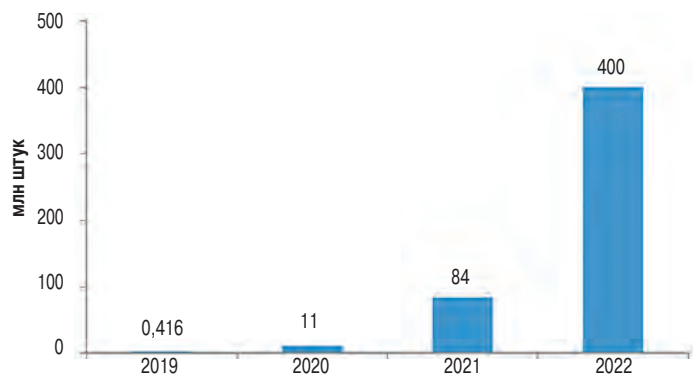
Наконец, в США 1 ноября компания Verizon в партнерстве с Nokia включила 5G в Хьюстоне, Лос-Анджелесе, Индианаполисе и Сакраменто. Пока сеть функционирует в режиме фиксированного радиодоступа, обеспечивая среднюю скорость 300 Мбит/с при заявленном

максимуме 940 Мбит/с; в помещении абонента устанавливаются 5G-маршрутизатор и приемник сигнала. Правда, тут тоже есть нюанс: оператор использует оборудование собственного (проприетарного) стандарта. Сервис для мобильных устройств, как говорилось, будет доступен ориентировочно в следующем году.

Конкурент Verizon, компания **AT&T**, планирует запустить аналогичный сервис ближе к концу года, но уже на стандартизованном оборудовании. Кстати, в сентябре AT&T продемонстрировала, наверное, первый сеанс передачи данных в миллиметровом диапазоне, используя окончательное устройство в форм-факторе смартфона. Именно высокие частоты должны обеспечить скорости в 10 Гбит/с и выше.

Ericsson прогнозирует, что к концу 2023 года в мире будет насчитываться более 1 млрд подключений 5G — 12% мировой базы мобильной связи. В зоне охвата 5G окажется более 20% населения Земли. Согласно отчету, активное развитие 5G начнется в 2022 году. С этой оценкой согласны и аналитики Ovum, которые также прогнозируют взрывной рост подключений 5G в 2022-м (**рис. 4**).

Свежий прогноз аналитической фирмы **CCS insight** еще более оптимистичен: миллиард подключений 5G будет достигнут уже в первой половине 2023 года, а в 2025-м их станет уже 2,7 млрд — каждое пятое подключение в мире будет по 5G.



**Рис. 4.** Рост числа подключений 5G в ближайшие годы (прогноз Ovum)

А в Украине? Как можно видеть, пока операторы в мире используют ресурс в районе 3,5 ГГц. Однако, как писала LIGA.net, именно он у нас сейчас занят, так что история с «ММДС-Украина» может повториться. Частотами 3,4–3,6 ГГц эксклюзивно владеет компания **«Украинские новейшие технологии»** (TM Freshtel) — нишевый провайдер, который предоставляет интернет-доступ по технологии WiMAX с использованием USB-модемов. Его лицензия закончится только в ноябре 2021 года, к тому же у «УНТ» есть право ее продлить. А частоты 3,6–3,7 ГГц принадлежат компании **«Аэро Телеком»**, срок действия лицензии — до конца 2020 года.

В любом случае украинским операторам предстоит сначала расширить покрытие существующих — да, уже существующих! сетей 3G и 4G. А тем временем будем наблюдать, как пойдут дела с 5G у других.

**Василий ТКАЧЕНКО, СиБ**