

# 5G - еще не здесь, но ближе, чем вы думаете

*Гонка за определения 5G может заканчиваться, но процесс разработки и внедрения технологии 5G только начинается*

Sarah Yost, менеджер по продукции mmWave, National Instruments

Это все о 5G. Куда бы вы не шли и с кем бы не говорили, 5G в центре разговоров о новых технологиях. Судя по последним заявлениям конгресса Mobile World, 5G уже здесь, однако на самом деле это не так. Но мы очень близко.

У сообщества беспроводной связи был напряженный год – начиная с прогресса, достигнутого в процессе стандартизации и важнейших обновлений, полученных от регулирующих органов, к пониманию канала для недавно предложенных частот миллиметрового диапазона (mmWave) и технологий, которые превратят 5G в коммерческую реальность, ожидание 5G находится на рекордно высоком уровне. Итак, что означают все достижения прошлого года для 5G? И когда 5G будет здесь?

## **Частоты 5G: Комбинация mmWave и диапазона ниже 6 ГГц**

В отношении 5G многое еще предстоит определить, но одно можно сказать наверняка: спектр ниже 6 ГГц по-прежнему очень важен, и частоты mmWave будут использоваться в дополнение к технологии «ниже 6 ГГц».

На рисунке 1 показан широкий диапазон требований, ожидаемых от 5G: начиная со сверхнадежного широкополосного обмена данными связи для приложений расширенного мобильного широкополосного доступа (eMBB) и до узкополосного межмашинного обмена данными (M2M), которые мы ожидаем увидеть в приложениях Интернета Вещей (IoT). Добиться, чтобы одна полоса спектра отвечала этим требованиям, сложно, если не невозможно, но совокупность двух полос обеспечивает дополнительное покрытие. Спектр ниже 6 ГГц обеспечивает лучшее распространение и обратную совместимость для узкополосных приложений, в то время как непрерывная полоса пропускания на частотах mmWave позволяет работать ключевым приложениям eMBB, обещанным 5G.

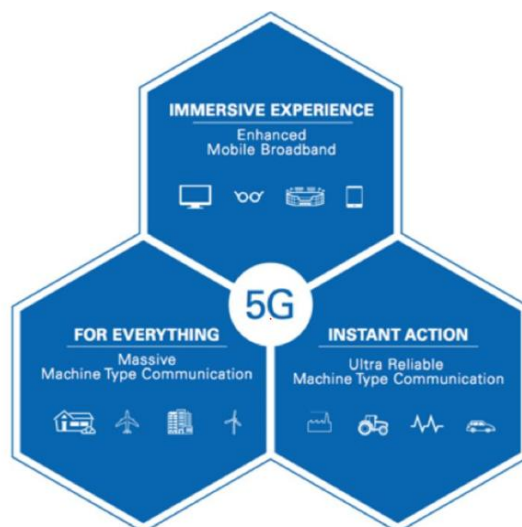


Рисунок 1. Целевые 5G приложения включают улучшенную мобильную широкополосную связь и межмашинную связь

## Планируемые сроки

Международный союз по электросвязи (ITU) определил две фазы исследований, как показано на рисунке 2: этап 1 для частот ниже 40 ГГц и этап 2 для частот ниже 100 ГГц. Фаза 1 должна завершиться в июне 2018 года, что соответствует выпуску 3GPP версии LTE 15. Фаза 2 планируется завершить в декабре 2019 года, что соответствует выпуску LTE 16. На рисунке 2 приведена информация о планируемых сроках ITU и 3GPP к осени 2016 года.

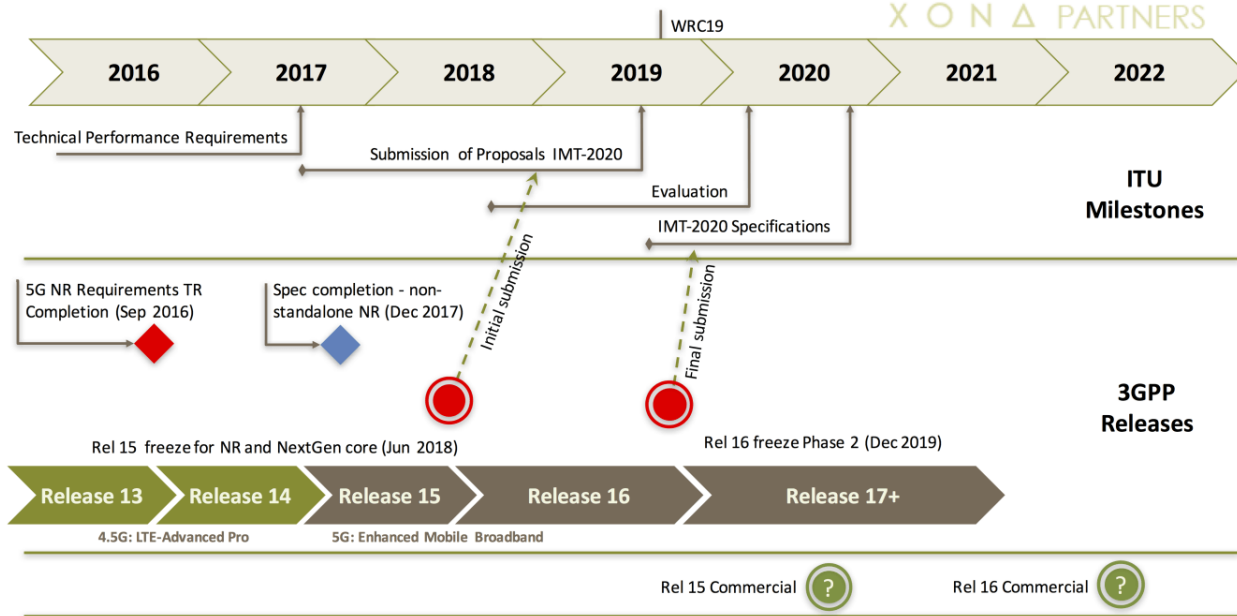
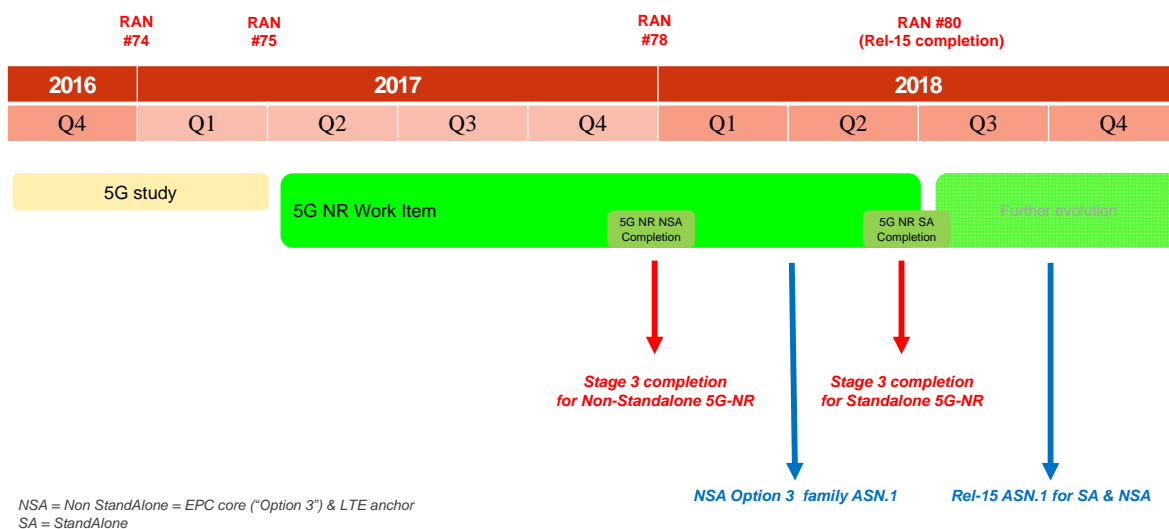


Рисунок 2. План-график ITU и 3GPP для 5G  
 Источник: <http://frankrayal.com/2016/08/08/will-5g-be-the-last-g/>

Однако предложенные ITU даты и частоты, которые будут использоваться, вовсе не определены окончательно. На пленарном заседании 3GPP в марте 2017 года (№75) было представлено перспективное решение (WF) с ускоренным графиком выпуска нового радио 5G (NR), представленным на рисунке 3.



NSA = Non StandAlone = EPC core ("Option 3") & LTE anchor  
 SA = StandAlone

Рисунок 3. Ускоренный график выпуска 3GPP NR (по состоянию на март 2017 г.)

NTT DOCOMO представила свою рекомендацию о том, какие полосы частот следует использовать, на последнем собрании RAN4 (№ 82) в перспективном решении (WF). В таблице 1 приведены диапазоны частот и соответствующие операторы связи.

Frequency range/LTE band	Operators whose requests are included in the frequency range
3.3-4.2 GHz	DOCOMO, KDDI, SBM, CMCC, China Unicom, China Telecom, KT, SK Telecom, LG Uplus, Etisalat, Orange, Telecom Italia, British Telecom, Deutsche Telekom
4.4-4.99 GHz	DOCOMO, KDDI, SBM, CMCC, China Unicom, China Telecom
24.25-29.5 GHz	DOCOMO, KDDI, SBM, CMCC, KT, SK Telecom, LG Uplus, Etisalat, Orange, Verizon, T-mobile, Telecom Italia, British Telecom, Deutsche Telekom
31.8-33.4 GHz	Orange, Telecom Italia, British Telecom
37-40 GHz	AT&T, Verizon, T-mobile
1.427-1.518 GHz	Etisalat
1710-1785MHz/1805-1880MHz (Band 3)	CMCC, China Telecom
2500-2570MHz/2620-2690MHz (Band 7)	CHTTL, British Telecom
880-915MHz/925-960MHz (Band 8)	CMCC
832-862MHz/791-821MHz (Band 20)	Orange
703-748MHz/758-803MHz (Band 28)	Orange
2496-2690MHz (Band 41)	Sprint, China Telecom, C-Spire, China Unicom
1710-1780MHz/2110-2200MHz (band 36)	T-mobile
1920-1980MHz/2110-2170MHz (Band 7)	China Unicom, China Telecom

Таблица 1. Предлагаемый спектр нового радио (NR) с совещания RAN4 № 82, рекомендованного к пленарному заседанию RAN № 75

## 28 ГГц и Verizon

В прошлом году работа на частоте 28 ГГц доминировала в новостях об исследованиях в диапазоне до 40 ГГц, но это не единственная рассматриваемая частота. FCC и Verizon работают на частоте 28 ГГц. Для выделения дополнительных полос mmWave, обеспечивающих гибкое использование и предлагаемые в будущем правила, в июле 2016 года FCC одобрила [предложение Spectrum Frontiers](#). Диапазон 28 ГГц является одним из трех диапазонов, доступных сегодня для гибкого использования в Соединенных Штатах [1]. На рисунке 4 показано распределение полос. На основании WF на совещании RAN4 глобальные операторы связи, в том числе европейские операторы Orange, British Telecom и Telecom Italia, добились согласования по диапазону 24-28 ГГц. Это может показаться странным на основе предыдущих выводов, что полоса 28 ГГц не подходит для Европы из-за занятых частот, но у более низких частот в этой полосе есть потенциал. Как и ожидалось, те же европейские операторы запрашивают спектр на частоте 32 ГГц.

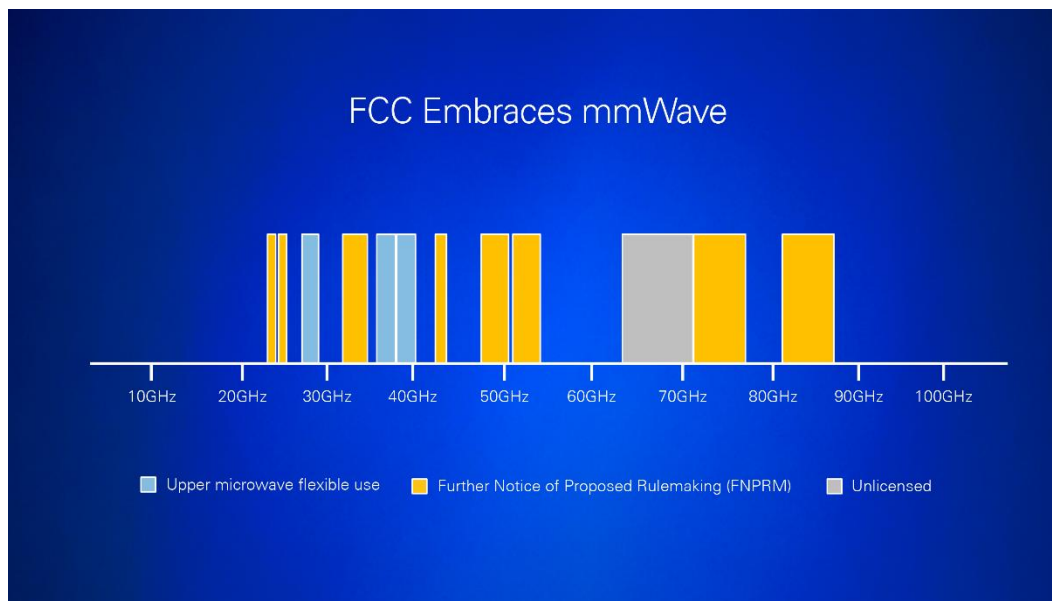


Рисунок 4. Диапазоны mmWave, выделенные FCC

В прошлом году компания Verizon получила лицензию XO Communications на использование полосы частот 28 ГГц и заявила о своем желании использовать эту частоту для первоначального развертывания. Несмотря на отсутствие полностью стандартизированной версии технологии для тестирования в этом диапазоне, Verizon делает ставку на то, что оборудование, которое они развертывают сейчас, сможет работать с любой спецификацией, которая в конечном итоге будет принята, при помощи будущих обновлений программного обеспечения [2]. Другие американские операторы согласились использовать полосу 28 ГГц, и, как AT&T, так и T-Mobile дали понять, что будут проводить больше исследований технологий на основе 28 ГГц и сотрудничать с поставщиками оборудования для проведения дополнительных полевых испытаний.

В 2015 году Verizon создала [технический форум 5G](#) (5GTF) с Cisco, Ericsson, Intel, LG, Nokia, Qualcomm и Samsung. Основной целью рабочей группы была разработка беспроводной альтернативы «Оптоволокно в дом» (Fiber to The Home – FTTH) с использованием спектра mmWave, также известного как фиксированный беспроводной доступ (FWA). 5GTF во многом опирается на стандарт LTE и добавляет концепции, которые сейчас исследуются и предлагаются для 5G в 3GPP.

5GTF расширяет разнесение поднесущих в 5 раз (поднесущие 75 кГц по сравнению с 15 кГц, что дает полосу пропускания 100 МГц на компонент несущей) и в обратной пропорции уменьшает интервал между субфреймами для поддержания согласованности синхронизации LTE. 5GTF добавляет также управляющие сигналы и расширяет физический уровень, включая в него цифровое формирование луча и предварительное кодирование.

На [конференции IEEE по беспроводным сетям и связи](#) (WCNC) в Сан-Франциско National Instruments (NI) продемонстрировала работающий в реальном времени прототип 5GTF. Хотя это был не первый прототип спецификации, он был примечателен по нескольким причинам, одна из которых – что это была первая публичная демонстрация технологии в действии.

Verizon понимает, что будет выпускать технологию mmWave до стандартизации. Вопрос, нависший над 5G в том, будет ли он соответствовать стандартам 3GPP 5G или нет, откуда и риск развертывания технологии mmWave до определения стандартов. Если авантюра Verizon окупится, они получат значительное преимущество в гонке к 5G. В противном случае им потребуются заменить много устаревшего оборудования.

### **Новое радио**

Новое радио (NR) предназначено для охвата всех приложений и всех частотных диапазонов, в том числе трех основных показателей эффективности приложений для 5G, выдвинутых ITU: расширенная мобильная широкополосная связь (eMBB), сверхнадежный обмен данными с низкой задержкой (URLLC) и массовый обмен данными между машинами (MMTC). Это означает, что физический уровень должен быть достаточно гибким для генерации значительно более высокой пропускной способности, позволяя в то же время в сотни раз большему количеству устройств подключаться к сети узкополосного Интернета вещей (NB-IoT). Физический уровень должен быть также достаточно надежен и иметь низкую задержку для использования в беспилотных автомобилях. Это непростая задача, и предлагаемые для NR стандарты значительно сложнее, чем 5G. Некоторые аспекты, такие, как добавление управления лучом, у них похожи, но NR будет включать в себя как медленное, так и быстрое управление лучом. NR также будет использовать LTE как можно больше, но с другими частотами дискретизации и поднесущей.

Несмотря на шумиху вокруг NR и желание завершить стандарт раньше, чем первоначально планировалось, было опубликовано не так много данных о производительности спецификации. Ограниченные испытания на частоте 28 ГГц больше ориентировались на зондирование каналов, чем на демонстрацию возможности спецификации NR. Компания NI разработала систему прототипирования Нового радио, которая может работать с многопользовательской сетью (MIMO). В этой системе используется [приемопередающая система NI mmWave](#) (MTS) и гибкий IP физического уровня, разработанный в LabVIEW.

### **Финишная черта гонки к 5G – в 2018**

Скорее всего, к началу 2018 года у нас будет ответ на вопрос «Что такое 5G?». На основе ускоренного графика, представленного на пленарном заседании 3GPP RAN в марте 2017 года (№75), физический уровень и MAC-уровень для NR будут согласованы к концу 2017. У выбора частот нет строгого срока, но операторы продвигают технологию, чтобы развернуть оборудование с частотой 28 ГГц для полевых испытаний в 2017 году. Во втором квартале 2018 года Южная Корея продемонстрирует предварительный вариант технологии 5G. Весь процесс стандартизации еще не будет завершен, но начнет появляться более четкое представление о том, что такое 5G. Гонка за определение 5G может заканчиваться, но процесс разработки и внедрения технологии 5G только начинается.

### **Ссылки**

[1] Use of Spectrum Bands Above 24 GHz for Mobile Radio Services, GN Docket No. 14-177, Notice of Proposed Rulemaking, 15 FCC Record 138A1 (rel. Oct. 23, 2015).

[2] <http://www.fiercewireless.com/tech/verizon-files-to-conduct-28-ghz-market-trials-4-states>.