

Стандарт 5G: ПРАКТИКА

N4-5 (195-196)
апрель-май 2019

Стратегические партнеры



Минкомсвязь России

Результаты аукционов на частоты для 5G в мире

Страна	Дата проведения аукциона	Полоса радиочастот	Оператор	Объем купленного спектра	Стоимость	Стоимость за 1 МГц						
Ирландия	Май 2017 года	3,6 ГГц	Airspan Spectrum Holdings	85 МГц (25 МГц в сельских регионах и 60 МГц в городах)	€9,6 млн	н/д						
			Imagine Communications	60 МГц в сельских регионах	€9,8 млн	н/д						
			Meteor Mobile	165 МГц (80 МГц в сельских регионах и 85 МГц в городах)	€15,7 млн	н/д						
			Three Ireland	100 МГц по всей стране	€20,4 млн	н/д						
			Vodafone Ireland	190 МГц (85 МГц в сельских регионах и 105 МГц в городах)	€22,7 млн	н/д						
Великобритания	Апрель 2018 года	2,3 ГГц	O2	40 МГц	£205,9 млн	£5 147 тыс.						
			EE	40 МГц (3540-3580 МГц)	£302,6 млн	£7 565 тыс.						
			O2	40 МГц (3500-3540 МГц)	£317,7 млн	£7 943 тыс.						
			Three UK	20 МГц (3460-3480 МГц)	£151,3 млн	£7 565 тыс.						
			Vodafone UK	50 МГц (3410-3460 МГц)	£378,2 млн	£7 565 тыс.						
			Южная Корея	Июнь 2018 года	3,42-3,7 ГГц	KT	100 МГц	н/д	н/д			
						LG Uplus	80 МГц	н/д	н/д			
						SK Telecom	100 МГц	н/д	н/д			
						Итого	280 МГц	₩3 трлн (\$2,63 млрд)	₩9,68 млрд (\$8,5 млн)			
						Испания	Июль 2018 года	3,6-3,8 ГГц	Orange	60 МГц	€132 млн	€2 200 тыс.
Telefonica	50 МГц	€107 млн							€2 140 тыс.			
Vodafone	50 МГц	€198 млн							€2 200 тыс.			
Итого	200 МГц	€437 млн							€2 185 тыс.			
Финляндия	Июль-сентябрь 2018 года	3,4-3,8 ГГц							DNA	130 МГц (3670-3800 МГц)	€21 млн	€162 тыс.
									Eiisa	130 МГц (3540-3670 МГц)	€26,3 млн	€203 тыс.
			Teleia Finland	130 МГц (3410-3540 МГц)	€30,3 млн				€233 тыс.			
			Итого	390 МГц	€77,6 млн				€199 тыс.			
			Италия	Октябрь 2018 года	3,6-3,8 ГГц				Iliad	20 МГц	€676 млн	€33,8 млн
									Telecom Italia	20 МГц	€680 млн	€34 млн
						Vodafone Italy	20 МГц	€683 млн	€34,2 млн			
						Итого	60 МГц	€2,04 млрд	€34 млн			
						Италия	Октябрь 2018 года	26,5-27,5 ГГц	Iliad	20 МГц	€484 млн	€24,2 млн
									Telecom Italia	80 МГц	€1 694 млн	€21,2 млн
Vodafone Italy	80 МГц	€1 685 млн							€21,1 млн			
Итого	200 МГц	€4,35 млрд							€21,7 млн			
Италия	Октябрь 2018 года	26,5-27,5 ГГц							Fastweb (Swisscom)	200 МГц	€32,6 млн	€163 тыс.
									Iliad	200 МГц	€32,9 млн	€165 тыс.
			Telecom Italia	200 МГц	€33 млн				€165 тыс.			
			Vodafone Italy	200 МГц	€32,5 млн				€163 тыс.			
			Итого	1000 МГц	€163,7 млн				€164 тыс.			
			Австралия	Июль-декабрь 2018 года	3,6 ГГц				Dense Air Australia	29 лотов по 5 МГц в шести регионах	\$18,5 млн	н/д
						Mobile JV (совместное предприятие TRG Telecom и Vodafone Hutchison Australia)	131 лот по 5 МГц в 14 регионах	\$263,3 млн	н/д			
						Optus Mobile	47 лотов по 5 МГц в семи регионах	\$185,1 млн	н/д			
						Telstra	143 лота по 5 МГц в 13 регионах	\$386,0 млн	н/д			
			США	Январь 2019 года	27,500-27,925 ГГц и 27,925-28,350 ГГц	Итого	125 МГц (150 лотов по 5 МГц в 8 регионах)	\$852,9 млн	От \$25,5 тыс. до \$2,25 млн в зависимости от регионов, в среднем стоимость на душу населения – \$0,29			
Швейцария	Январь-февраль 2019 года	700 МГц, 1400 МГц и 3,5-3,8 ГГц				Salt	20 МГц в полосе 700 МГц, 10 МГц в полосе 1400 МГц, 80 МГц в полосе 3,5-3,8 ГГц	€94,5 млн	н/д			
						Sunrise	20 МГц в полосе 700 МГц, 10 МГц в полосе 1400 МГц, 100 МГц в полосе 3,5-3,8 ГГц	€89,2 млн	н/д			
						Swisscom	30 МГц в полосе 700 МГц, 50 МГц в полосе 1400 МГц, 120 МГц в полосе 3,5-3,8 ГГц	€195,6 млн	н/д			
						Итого	70 МГц в полосе 700 МГц, 75 МГц в полосе 140 МГц, 300 МГц в полосе 3,5-3,8 ГГц	€670,8 млн	н/д			
						Австрия	Февраль-март 2019 года	3,4-3,8 ГГц	AT Telekom Austria Group	100-140 МГц (в зависимости от региона) в 12 регионах (3450-3590 МГц/3470-3590 МГц)	€64,3 млн	В среднем стоимость на душу населения – €0,063
									Holding Graz	40-50 МГц в двух регионах (3410-3450 МГц/3410-3460 МГц)	€2,9 млн	н/д
									Hutchison Drei Austria	100 МГц в 12 регионах (3590-3690 МГц)	€51,9 млн	€519 тыс.
									LIVEST	80 МГц в двух регионах (3410-3490 МГц)	€5,3 млн	н/д
									MASS Response	30 МГц в одном регионе (3410-3440 МГц)	€1,8 млн	€62 тыс. (в одном регионе)
			Salzburg AG	40-80 МГц в трех регионах (3410-3490 МГц/3490-3490 МГц)	€4,4 млн				н/д			
T-Mobile Austria	110 МГц в 12 регионах (3690-3800 МГц)	€56,9 млн	€517 тыс.									
Итого	390 МГц: 39 лотов по 10 МГц в 12 регионах (шесть городских и шесть сельских)	€187,7 млн	€481 тыс.									
Германия	Начался 19 марта 2019 года	2 ГГц (1920-1980 МГц/2010-2070 МГц, объем 2+60 МГц, в том числе 2+40 МГц, доступно с 1 января 2021 года, 2+20 МГц доступно с 2026 года)	Deutsche Telekom	40 МГц (4 лота по 2+5 МГц)	€851,5 млн				€21 288 тыс.			
			Telefonica Germany	10 МГц (1 лот по 2+5 МГц)	€211,3 млн				€21 127 тыс.			
			Vodafone	30 МГц (3 лота по 2+5 МГц)	€637,7 млн	€21 257 тыс.						
			Итого	2+40 МГц	€1 700,5 млн	€21 256 тыс.						
			1&T	20 МГц (2 лота по 2+5 МГц, доступных с 2026 года)	€323,9 млн	€16 194 тыс.						
			Telefonica Germany	10 МГц (1 лот по 2+5 МГц, доступных с 2026 года)	€163,6 млн	€16 357 тыс.						
			Vodafone	10 МГц (1 лот по 2+5 МГц, доступных с 2026 года)	€163,3 млн	€16 324 тыс.						
			Итого	2+20 МГц (доступных с 2026 года)	€650,7 млн	€16 267 тыс.						
			1&T	50 МГц	€521,1 млн	€10 423 тыс.						
			Deutsche Telekom	90 МГц	€965,5 млн	€10 727 тыс.						
Telefonica Germany	70 МГц	€748,1 млн	€10 688 тыс.									
Vodafone	90 МГц	€772,1 млн	€8 579 тыс.									
Итого	300 МГц	€3 006,8 млн	€10 023 тыс.									

Государственные инициативы по развитию 5G в России

24 декабря 2018 года президиум совета при президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам утвердил паспорт национальной программы «Цифровая экономика РФ», в котором определены основные задачи развития технологии 5G/IMT-2020. В частности, предусмотрены реализации до 31 декабря 2020 года пилотных проектов по созданию сетей 5G/IMT-2020 в пяти ключевых отраслях экономики и не менее, чем в одном городе с населением более 1 млн человек. До 31 декабря 2021 года должны быть созданы условия для построения сетей связи 5G/IMT-2020 в РФ на территории не менее 10 городов с населением более 1 млн человек.

В декабре 2018 года Государственная комиссия по радиочастотам (ГКРЧ) приняла решение о создании пилотных зон 5G в частотных диапазонах 4,8-4,9 ГГц и 27,1-27,5 ГГц. По состоянию на апрель 2019 года в Роскомнадзор в ФГУП «ГРЧЦ» подано 24 заявки на получение заключенных аспектов совместности радиодиагностических средств (РДС), заявленных для использования в пилотных зонах 5G в Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Екатеринбурге, Томске, Московской и Ленинградской областях и других регионах. Среди заявителей АО «ЭР-Телеком Холдинг», ООО «МТМ» (дочерняя компания ПАО «Таттелеком»), ООО «Екатеринбург-2000» («Мотив») и др.

Минимально необходимый радиочастотный спектр для создания и развития сетей связи 5G определен в «Концепции создания и развития сетей 5G/IMT-2020 в РФ». По состоянию на апрель 2019 года Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций концепция внесена на рассмотрение правительства РФ.

Сети 5G в мире

Действующие коммерческие сети 5G

Страна	Оператор	Дата запуска	Диапазон/полосы частот	Описание	Оборудование
Катар	Ooredoo	14 мая 2018 года	3,5 ГГц	В Дoha введены в эксплуатацию около 50 базовых станций, поддерживающих технологию 5G New Radio (NR). Несколькими корпоративными пользователями предоставляются услуги фиксированного беспроводного доступа (Fixed-Wireless Access, FWA)	Сетевое: Ericsson, Nokia
Лесото	Vodacom	25 августа 2018 года	3,5 ГГц	Два корпоративным клиентам предоставляются услуги фиксированного беспроводного доступа	Сетевое: Nokia
ОАЭ	Etisalat	Сентябрь 2018 года	3,3-3,8 ГГц/100 МГц	В Абу-Дави и Дубае запущены сети для предоставления коммерческих услуг. В 1 полугодии 2019 года планируется установить 300 базовых станций, до конца года оператор намерен довести их количество до 600	Сетевое: Ericsson, Huawei
Южная Корея	SK Telecom	1 декабря 2018 года – запуск для предприятий (B2B), 5 апреля 2019 года – для индивидуальных пользователей (B2C)	3,42-3,7 ГГц/100 МГц	Развернуто 34 тыс. базовых станций в 85 городах, в том числе в Сеуле и шести крупнейших городах. Обеспечено покрытие внутри 120 зданий, включая торговые центры и аэропорты. Сеть 5G действует во взаимодействии с сетью 4G по модели Non-Standalone	Сетевое: Samsung Electronics. Абонентское: смартфон Samsung Galaxy S10 5G
Южная Корея	KT	Декабрь 2018 года – запуск для B2B, 3 апреля 2019 года – запуск для B2C	3,42-3,7 ГГц/100 МГц	Первая очередь сети 5G запущена в 85 городах, в том числе в Сеуле и шести крупнейших городах. В зоне действия сети 20 крупных торговых центров, 464 учебных заведения, 2 автомагистрали и 6 аэропортов. Сеть 5G действует во взаимодействии с сетью 4G по модели Non-Standalone	Сетевое: Ericsson. Абонентское: смартфон Samsung Galaxy S10 5G
Южная Корея	LG Uplus	Декабрь 2018 года – запуск для B2B, до конца 2019 года – запуск для B2C	3,42-3,7 ГГц/80 МГц	Развернуто 10 тыс. базовых станций в семи крупнейших городах, планируется расширение охвата до 85 городов	Сетевое: Huawei. Абонентское: смартфон Samsung Galaxy S10 5G
США	AT&T	21 декабря 2018 года	39 ГГц	Первоначально сеть 5G запущена в 12 городах, по состоянию на апрель 2019 года – в 19 городах. Предоставляются услуги фиксированного беспроводного доступа	Сетевое: Ericsson, Nokia и Samsung Electronics. Абонентское: хот-спот Netgear Nighthawk 5G Mobile Hotspot; сеть также будет поддерживать смартфон Samsung Galaxy S10 5G
Катар	Vodafone	1 января 2019 года	3,5 ГГц	Сеть развернута в девяти населенных пунктах. Несколькими коммерческими пользователями предоставляется услуга фиксированного беспроводного доступа	Сетевое: Huawei
Австрия	T-Mobile Austria	26 марта 2019 года	3,4-3,8 ГГц/110 МГц	Введены в эксплуатацию сети в 17 населенных пунктах и в сельских районах. Первые пользователи стали 200 действующих абонентов оператора	Сетевое: Huawei
США	Verizon	3 апреля 2019 года	28 ГГц	1 октября 2018 года сеть на базе технологии радиодоступа 5G NR введена в эксплуатацию в Хьюстоне, Индианполисе, Лос-Анджелесе и Сакраменто. Инфраструктура используется для предоставления услуг: фиксированного доступа, в перспективе предлагается переход на технологию радиодоступа 5G NR. Сети на базе 5G NR введены в эксплуатацию 3 апреля 2019 года в Миннеаполисе и Чикаго. До конца 2019 года планируется развертывание сети в более чем 30 городах	Сетевое: Ericsson, Nokia и Samsung Electronics. Абонентское: смартфоны moto z3 с присоединенным блоком 5G Moto mod, Samsung Galaxy S10 5G
Швейцария	Swisscom	17 апреля 2019 года	3,5 ГГц/120 МГц	Сеть запущена в 54 городах, в том числе в Базеле, Берне, Куре, Давосе, Женеве, Лозанне, Цюрихе. До конца 2019 года планируется обеспечить радиопокрытие на всей территории страны	Сетевое: Ericsson. Абонентское: смартфоны Oppo Reno 5G, LG V50 ThinQ 5G

Сети 5G в предкоммерческой эксплуатации (с участием ограниченной группы пользователей на бесплатной основе)

Финляндия	Eiisa	28 июня 2018 года	3,4-3,8 ГГц/130 МГц	Предкоммерческие сети 5G запущены в Финляндии и Эстонии, предоставляются услуги фиксированного беспроводного доступа. Сеть действует на основании временных лицензий на частоты. В октябре 2018 года оператор получил постоянные лицензии, вступающие в действие 1 января 2019 года. Развертывание коммерческой сети планируется на 2019 год.	Сетевое и абонентское: Huawei
Австралия	Telstra	Август 2018 года	3,5 ГГц	В 10 крупнейших городах введены в эксплуатацию 200 базовых станций с поддержкой 5G. Начало коммерческой эксплуатации планируется в I полугодии 2019 года.	Сетевое: Ericsson. Абонентское: смартфоны Galaxy S10 5G и LG V50 ThinQ 5G, модем HTC
Австралия	Optus	Январь 2019 года	3,4 ГГц/65-100 МГц, 3,5 ГГц/60 МГц, 3,6 ГГц (с марта 2020 года)	В Сиднее, Канберре, Мельбурне установлены базовые станции. Начало коммерческой эксплуатации планируется в I полугодии 2019 года. К марту 2020 года планируется установить 1,2 тыс. базовых станций	Сетевое: Ericsson, Nokia. Абонентское: роутер Nokia

Планируемые в 2019 году запуски коммерческих сетей 5G

США	Sprint	Май 2019 года	2,5 ГГц	Запуск первой очереди: Атланта, Чикаго, Даллас, Канзас. Затем в I полугодии 2019 года: Хьюстон, Лос-Анджелес, Нью-Йорк, Феникс, Вашингтон	Сетевое: Nokia. Абонентское: смартфоны LG V50 ThinQ 5G и Samsung Galaxy S10 5G, модем HTC
США	T-Mobile	II полугодие 2019 года	600 МГц, 2,5 ГГц и 28 ГГц	н/д	Сетевое: Ericsson, Nokia
Бахрейн	Viva	Июнь 2019 года	800 МГц и 2,6 ГГц (определены национальным регулятором Bahraini Telecommunications Regulatory Authority)	В феврале 2019 года компания объявила о готовности сети к внедрению 5G	Сетевое и абонентское: Huawei
Великобритания	Vodafone UK	2019 год	3,4 ГГц/50 МГц	К концу 2019 года планируется ввести в эксплуатацию сети в 19 городах	Сетевое: Cisco, Ericsson
	EE	2019 год	3,4 ГГц /40 МГц	К концу 2019 года планируется ввести в эксплуатацию сети в 16 городах	Сетевое: n/d. Абонентское: смартфоны Samsung Galaxy S10 5G, LG V50 ThinQ 5G, роутер EE 5G Home

Прогнозы развития технологии 5G в мире

Доля технологии 5G в общем объеме абонентов сотовой связи в 2025 году (%)

По прогнозу GSMA Intelligence в 2025 году количество абонентов сетей 5G (без учета подключенных устройств IoT) достигнет 1,4 млрд или 15% абонентов сотовой связи.



Влияние внедрения технологии 5G на объем инвестиций в телекоммуникационной отрасли (\$ млрд)

Более 20% национальных рынков введут в строй сети 5G к 2020 году, включая в совокупности в развитие телекоммуникационных сетей в своих странах \$244 млрд*.



Вклад отраслей экономики в прирост ВВП за счет внедрения технологии 5G в 2034 году (%)

Развитие сетей 5G обеспечит рост мировой экономики на \$2,2 трлн (или 5,3% роста ВВП) к 2034 году.



- Промышленное производство
- Профессиональные и финансовые услуги
- Коммунальные услуги
- ИКТ и торговля
- Сельское хозяйство и горнодобывающая промышленность

Тестирование технологии 5G в России во II полугодии 2018 года – I полугодии 2019 года

Технологический партнер	Оператор	Проект	Дата
Huawei	ПАО «ВымпелКок» («Мотив»)	Топографический зонек в диапазоне частот 26,6-27,2 ГГц с применением очков смешанной реальности (Mixed Reality, MR) в демонстрационной зоне 5G в Музее Москвы. Оборудование: базовая станция 5G (B5096) Huawei с активной антенной решеткой (AAU 5213) MIMO 64+64, абонентский терминал – 5G CPE на базе чипсета Huawei Balong 5G01	Сентябрь 2018 года
Ericsson	ООО «Екатеринбург-2000» («Мотив»)	Подписание соглашения о сотрудничестве в сфере технологий связи пятого поколения (5G). В период с 2019-го по 2020-й годы партнеры намерены провести ряд совместных мероприятий с целью подготовки сети сотовой связи «Мотив» к предельно высокому уровню 5G, включая тестирование и внедрение технологии MIMO 4x4 и Massive MIMO. Лабораторные тестирования 5G технологии радиодоступа и пакетного ядра на основе технических решений Ericsson; создание пилотных зон 5G на коммерческой сети «Мотив» в соответствии с решением ГКРЧ от 24 декабря 2018 года; подготовка к развертыванию сегментов 5G на сети «Мотив»	Апрель 2019 года
Ericsson	ООО «Екатеринбург-2000» («Мотив»)	Испытание технологии радиодоступа 5G New Radio (NR) в диапазоне 27,1-27,5 ГГц в пилотной зоне в Екатеринбурге. Направления тестирования – алгоритмы доступа, пропускная способность, задержка сигнала в решении 5G по спецификации 3GPP NSA Option 3x	III-IV кварталы 2019 года
Ericsson	ООО «Екатеринбург-2000» («Мотив»)	Лабораторные испытания элементов 5G пакетного ядра сети (Evolved Packet Core, EPC), радиотермифейса NR, унифицированной обработки данных (UDM)	2019-2020 годы
Huawei, ПАО «КАМА-С»	ПАО «МегаФон»	Развертывание пилотной зоны сети 5G в диапазонах частот 3,4-3,8 ГГц в Казани (Республика Татарстан), предназначенной для дистанционного управления электродвигателями. Оборудование: базовая станция с поддержкой технологии радиодоступа 5G New Radio (NR), опорная сеть New Generation Core (NGC) и абонентский терминал (CE3) 5G с чипсетом Huawei	Июнь 2018 года
Nokia, Qualcomm Technologies	ПАО «МегаФон»	Развертывание тестовых зон 5G в диапазоне 28 ГГц в Москве, Санкт-Петербурге и Казани (в Чемпионате мира по футболу FIFA 2018 в России). Демонстрация передачи видео в режиме реального времени. Оборудование: базовая станция Nokia AirScale 5G с активной антенной с поддержкой Massive MIMO, смартфон на базе 5G модема Qualcomm Snapdragon X50	Июнь 2018 года
Nokia	ПАО «МегаФон»	Трансляция футбольного матча со стадиона «ВСК Арена» (Москва) в формате виртуальной реальности (VR). Оборудование: 5G Ready платформа Nokia AirScale с активной антенной с использованием MIMO 2x2 и модулями 64QAM. Полоса частот 27,579-27,925 МГц в режиме TDD	Июнь 2018 года
Huawei, ДИТ города Москвы	ПАО «МегаФон»	Развертывание тестовой зоны 5G на территории Морозовской детской городской клинической больницы (Москва) для демонстрации технологии удаленного УЗИ и генетического секвенирования	Июль 2018 года
Huawei, ДИТ города Москвы	ПАО «МегаФон»	Развертывание тестовой зоны 5G на Moscow Urban Forum для демонстрации возможностей удаленной ультразвуковой диагностики (телемедицина), для организации комплекса услуг оперативных служб города (Mission Critical Communication, MCC) и Единой мониторинговой платформы окружающей среды	Июль 2018 года
Nokia, Samsung Electronics	ПАО «МегаФон»	Испытания оптического оборудования Nokia Fronthaul для подготовки транспортной сети к 5G. Оборудование: разнесенная базовая станция Nokia AirScale с активной антенной с использованием MIMO 4x4, модуляция 256-QAM с помощью программного обеспечения Nokia	Август 2018 года
Ericsson	ПАО «Мобильные ТелеСистемы» (МТС)	Тестирование смартфона Samsung Galaxy Note 9 в коммерческой сети 4G LTE cat.18. Была достигнута максимальная скорость 1,059 Гбит/с. Испытывание агрегации трех несущих по 20 МГц, технология MIMO 4x4, модуляция 256-QAM	Октябрь 2018 года
Ericsson	ПАО «Мобильные ТелеСистемы» (МТС)	Развертывание тестовых сетей в Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Ростове-на-Дону, Нижнем Новгороде, Екатеринбурге и Самаре в диапазоне 2,6 ГГц на базе технологии Massive MIMO (4-Чемпионату мира по футболу FIFA 2018 в России). Оборудование: базовые станции AIR 6465 Ericsson	Июнь 2018 года
Ericsson	ПАО «Мобильные ТелеСистемы» (МТС)	Демонстрация тестовой сети 5G на примере киберспортивной игры в московском ГИМе на двух игровых VR-станциях, взаимодействовавших между собой через базовую станцию Ericsson и мобильный терминал, работающий в диапазоне 28 ГГц	Июль 2018 года
Samsung Electronics	ПАО «Мобильные ТелеСистемы» (МТС)	Проведение серии тестов в демо-зоне 5G в выставочном зале Центрального музея радиосвязи им. А. С. Попова (Санкт-Петербург). Демонстрация HD-видеозвонка и киберигры, передача потокового 4K-видео. Оборудование: прототипы планшетов, CPE-роутер, блоки радиодоступа, виртуализированные RAN и ядро сети 5G, производитель Samsung	Июль 2018 года
Ericsson, Qualcomm Technologies	ПАО «Мобильные ТелеСистемы» (МТС)	Тестирование на коммерческой LTE-сети в	