

ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ
«СКВОЗНОЙ» ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ
«ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ»

Москва
2019

1. Преамбула, введение, общее описание направления развития СЦТ

Дорожная карта по направлению развития «сквозной» цифровой технологии (далее – СЦТ) «Технологии беспроводной связи» разработана в качестве стратегического инструмента государственной политики, обозначающего приоритеты и перспективы развития технологии в Российской Федерации.

Документ включает в себя цели и ожидаемые результаты внедрения и развития технологий, оценку влияния на социальный прогресс, экономическое развитие и технологическое лидерство страны к 2024 году, перечень технологических задач и барьеров развития технологии, ключевые проекты и стимулирующие мероприятия к реализации, оценку требуемых инвестиций в разрезе бюджетных и внебюджетных средств. Подробное описание проведенного исследования и его результаты содержатся в Приложении 1. «Отчет о выполнении работ по разработке Дорожной карты развития «сквозной» цифровой технологии «Технологии беспроводной связи».

Финансовую поддержку проектов плана мероприятий Дорожной карты предлагается осуществлять как в рамках существующих механизмов поддержки проектов по развитию «сквозных» цифровых технологий, так и за счет внебюджетных средств. Помимо финансовой поддержки в рамках Дорожной карты предлагается ряд мер по созданию благоприятной регуляторной среды для развития технологий беспроводной связи, стимулированию спроса и инвестиционной активности, развитию международной кооперации, импортозамещения и экспортоориентированных решений.

Разработанный в рамках Дорожной карты план мероприятий формирует долгосрочный план развития технологии до 2024 г., определяет приоритеты для поддержки инструментами развития, а также критерии для отбора проектов. Реализация комплекса предложенных мероприятий позволит достичь сформированных в рамках Дорожной карты целей развития технологии за счет точечного ускорения разработки наиболее критических элементов технологии, а также устранения существующих научно-технологических барьеров и ограничений.

Технологии беспроводной связи – подкласс информационных технологий, служат для передачи информации между двумя и более точками на расстоянии, не требуя проводной связи. В качестве носителя информации в таких сетях выступают радиоволны различных диапазонов, инфракрасное, оптическое или лазерное излучение. Так, субтехнологиями беспроводной связи являются сети связи, на основе которых выстраивается беспроводная связь. Согласно классификации Международного союза электросвязи (International Telecommunication Union, ITU), такие сети подразделяются в зависимости от диапазона и радиуса действия и классифицируются следующим образом:

WAN (глобальная сеть)	Глобальная сеть связи, охватывающая большие территории и включающая большое количество узлов связи;
WLAN (беспроводная локальная связь)	Технологии сетей связи, предназначенные для обеспечения беспроводного покрытия и доступа в рамках локальных пространств;
PAN (беспроводная персональная связь)	Технологии сетей связи, построенных «вокруг» человека, то есть связывающих устройства, используемые человеком в рамках его активности;
MAN (городская вычислительная сеть)	Сети связи, используемые для обеспечения покрытия в пределах города;
BAN (нательная компьютерная сеть)	Технологии беспроводных нательных компьютерных сетей, как частный пример WBAN — технологий беспроводных сетей, надеваемых компьютерных устройств.

В процессе развития сетей связи и соответствующих технологий, такие сети, как PAN поглотили BAN, став, тем самым, составляющей беспроводной персональной связи. Ввиду данного преобразования в дальнейшем анализе рассматриваются только сети PAN. Сети WAN, наоборот, требуют декомпозиции на несколько элементов – LPWAN и спутниковая связь. Так, в рамках сфокусированного развития технологии с целью сегментации технологических задач и дальнейшей приоритезации были выделены также следующие классы сетей:

LPWAN (NB-IoT, XNB, NB-Fi)	Технологии энергоэффективных сетей дальнего радиуса действия, нацеленные на обеспечение работы устройств в решениях IoT;
Спутниковые технологии связи	Технологии передачи связи между космосом и землей посредством использования антенны космического аппарата в качестве ретранслятора.

Таким образом, перечень сквозной технологии беспроводной связи включает в себя 5 субтехнологий:

- WAN (Wide Area Network);
- LPWAN (Low Power Wide Area Network);
- WLAN (Wireless Local Area Network);
- PAN (Personal Area Network);
- Спутниковые технологии связи (СТС).

В части индивидуальных субтехнологий существует разнообразие решений, которые отличаются друг от друга по разным критериям. В рамках Дорожной карты рассматриваются различия по функциональности самого решения (например, Wi-Fi и Li-Fi внутри субтехнологии WLAN), а также по этапу развития самой технологии (например, 5G, 4G и другие предшествующие решения). Ввиду данной особенности в Дорожной карте отдельно представлены лишь те решения, которые являются примером наиболее совершенных технологий, а также те, которые существенно отличаются по техническим характеристикам от своих предшествующих аналогов. Относительно технологии LPWAN рассматриваются общие характеристики и мероприятия как для лицензируемых, так и для нелицензируемых сетей связи для Интернета вещей. Конкретные решения не рассматриваются подробно, поскольку технологии нелицензируемого спектра неприоритетны, а технологии лицензируемого спектра включают в себя только дополнительное ПО для существующей инфраструктуры LTE / 5G. В результате ключевыми решениями определены следующие:

WAN 5G	Пятое поколение мобильной связи, следующий этап развития после LTE и 3G. Представляет собой набор технологических решений, среди которых M-MIMO, сантиметровые/ миллиметровые РЧС, D2D, виртуализация функций маршрутизации;
WAN LTE	Направление эволюции сетей сотовой связи третьего поколения (3G). LTE включает в себя сеть радиодоступа (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network, E-UTRAN) и усовершенствованное пакетное ядро (Evolved Packet Core, EPC);
WLAN Li-Fi	Технология беспроводной связи, схожая по принципу действия с Wi-Fi, но использующая видимый спектр (свет) в качестве канала для передачи информации;
WLAN Wi-Fi	Общепринятое название семейства технологий, использующих нелицензируемый спектр частот для обеспечения широкополосного беспроводного доступа на локальной территории;
PAN RFID	Технология автоматической идентификации и сбора данных, которая использует электромагнитную или индуктивную связь, осуществляемую посредством радиоволн;
СТС Спутниковый широкополосный доступ	Технология спутниковой связи, реализованная на основе космических аппаратов на геостационарной орбите, как правило, с использованием технологии VSAT;
СТС Спутниковый интернет вещей	Технология спутниковой связи, реализованная на основе космических аппаратов на геостационарной орбите и группировок космических аппаратов на низких орбитах, созданных для систем подвижной спутниковой службы;

<p>СТС Спутниковая персональная связь</p>	<p>Спутниковые сети персональной телефонии и передачи данных с использованием геостационарных или низкоорбитальных спутников, работающие в диапазонах подвижной спутниковой службы, с использованием у абонентов аппаратуры типа “трубка в руке”.</p>
----------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Субтехнологии расположены в порядке – сверху наиболее приоритетные, ниже – менее приоритетные. Так, наиболее значимой технологией является WAN, в рамках которой выделяется 5G как решение, внедрение которого формирует 70% от общего объема экономического эффекта от технологий беспроводной связи. Ряд других «сквозных» цифровых технологий в определенной степени зависит от развития пятого поколения сотовой мобильной связи, которая обеспечит высокую пропускную способность, сверхнизкие задержки на сети и иные критические характеристики. Существующие сети 4G не позволяют в требуемой мере обеспечить новые потребности абонентов в инновационных услугах подвижной связи. При этом операторы столкнулись с недостаточной гибкостью сетей связи, увеличением их сложности и ростом стоимости их эксплуатации. Технологии 5G/IMT-2020, позволяющие нивелировать указанные недостатки, являются закономерным этапом развития сетей подвижной связи.

Следующей приоритетной субтехнологией является LPWAN, в виду того, что субтехнология лежит в основе обеспечения работы устройств в решениях IoT, тем самым, выступая драйвером для развития технологии промышленного интернета. Дополнительным преимуществом технологии является возможность работы как в лицензируемых, так и в нелицензируемых диапазонах связи. Ключевым решением в лицензируемом диапазоне является NB-IoT, в нелицензируемом – LoRaWAN, Sigfox. Есть и региональные технологии нелицензируемого диапазона – XNB, NB-Fi.

WLAN, в свою очередь, является менее приоритетной субтехнологией, однако в настоящее время идет активное развитие стандарта Wi-Fi 6. В этой связи необходимо обратить внимание на разработку собственного программного обеспечения для Wi-Fi нового стандарта. Решения на основе Li-Fi являются безопасными (свет ограничен стенами помещения, в то время как радиочастотный сигнал имеет гораздо более широкий охват и может быть перехвачен), дешевыми в реализации и способны работать в специальных условиях (не интерферирует с радиосигналами, присутствует возможность работы под водой). В то же время требуется развитие технологии с точки зрения развития программного обеспечения и оборудования.

Субтехнологии PAN (RFID) являются низкоприоритетными в рамках данной Дорожной карты, так как они могут считаться достаточно зрелыми. Решения на их основе экспортируются и требуется лишь дальнейшее развитие данных технологий.

Спутниковая технология связи является ключевой технологией для обеспечения связи для труднодоступных и арктических регионов Российской Федерации. В рамках выделенных категорий решений для Спутникового широкополосного доступа перспективными являются геостационарные и негеостационарные многолучевые спутники технологии VSAT в диапазонах Ка и Ку типа HTS (с высокой пропускной способностью) для стационарного использования и для использования в движении с использованием технологии ESIM (Earth Stations in Motion) и цифровой приемопередающей АФАР (Адаптивная фазированная антенная решетка) для формирования абонентских лучей. Перспективными решениями для Спутникового интернета вещей являются традиционные геостационарные и негеостационарные спутники, а также на основе группировок нано- и микроспутников с использованием наземных технологий LPWAN (Low-power Wide-area Network, энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия). В части спутниковых технологий наибольший потенциал экспортоориентированности имеют услуги, предоставляемые с использованием спутниковой системы «Марафон IoT», а также типовые станции сопряжения и абонентские модули. Реализация этого потенциала зависит от уровня практического участия Российской Федерации в создании такой международной системы. Имеется экспортный потенциал и при создании системы широкополосного доступа на основе высокоэллиптических спутников («Экспресс РВ») при обслуживании Арктики. Но объем этого потенциала ограничен странами, участвующими в освоении Арктики, и проблемами геополитического характера. В рамках развития данного решения на текущем этапе готовности технология не требует бюджетной поддержки из средств ФПЦТ.

На основе анализа патентного ландшафта технологий беспроводной связи в Российской Федерации, открытых источников, например, «Атласа «сквозных» цифровых технологий России», а также консультаций с экспертами отрасли была произведена оценка уровня готовности субтехнологий (УГТ), которая указана в соответствии с ГОСТ Р 57194.1-2016. Также была произведена корректировка в связи с последними обновлениями дорожных карт развития отечественных решений на базе технологии беспроводной связи, а также в соответствии с «белыми книгами» по технологиям беспроводной связи. Для проведения сравнительного анализа отечественного и мирового рынка была использована методология оценки уровня готовности технологии, совпадающая с методологией оценки TRL (Technology Readiness Level₁), использованная для оценки среднего уровня готовности технологии в странах-лидерах по развитию субтехнологий. В Таблице 1 оценка TRL (Мировой) указана в соответствии с оценкой показателя TRL.

¹ Mankins J.C. (1995) Technology readiness levels / Advanced Concepts Office of Space Access and Technology. <https://www.colorado.edu/ASEN/asen3036/TECHNOLOGYREADINESSLEVELS.pdf>

Таблица 1 – Уровни готовности технологий (УГТ)

	TRL (Мировой)	УГТ (РФ)
WAN 5G	8	3
WAN LTE	9	4
LPWAN	9	9
WLAN Li-Fi	8	6
WLAN Wi-Fi	9	7
PAN RFID	9	9
СТС Спутниковый широкополосный доступ	На основе геостационарных спутников 9 На основе негеостационарных спутников 9	На основе геостационарных спутников 5 На основе негеостационарных спутников 9
СТС Спутниковый интернет вещей	На основе традиционных спутников ПСС 2 На основе нано- и микроспутников 2	На основе традиционных спутников ПСС 2 На основе нано- и микроспутников 2
СТС Спутниковая персональная связь	6	5

В части 5G отмечено значительное отставание российских показателей готовности от общемировых, что может объясняться недостаточным развитием отечественной технологической базы и существованием ряда барьеров: законодательных и регуляторных, инфраструктурных, научных и кадровых, а также современной геополитической конъюнктурой. В тоже время максимально высокий мировой уровень развития технологии мобильной связи нового поколения определяется ключевыми технологическими гигантами в Китае, Европе и США, продукция и решения которых в настоящее время занимают доминирующие позиции.

Наиболее развитая субтехнология в Российской Федерации – LPWAN, которая соответствует мировому уровню технологической готовности и имеет экспортный потенциал с выходом на рынки ближнего и дальнего зарубежья. Стоит отметить технологии сетей в нелицензируемом диапазоне: российскими компаниями «Стриж» и «Вавиот» были разработаны собственные инновационные протоколы XNB и NB-Fi. Компании производят собственное оборудование, в том числе базовые станции, а также LPWAN-модули для различных счетчиков и датчиков. Также некоторые российские производители, как «Вега-Абсолют», производят отечественное оборудование, работающее на иностранных протоколах, например, LoraWAN. Это направление также активно развивается и будет

развиваться в России посредством локализации производства отечественного оборудования, базовых станций для работы с данным протоколом.

С целью определения ключевых индустрий для развития технологий беспроводной связи были проанализированы потребности ведущих отечественных компаний из полного перечня отраслей в соответствии с ОКВЭД-2, а также выделены потенциальные области применения и проведена экспертная оценка возможных эффектов от применения существующих решений на базе технологии. В результате были обозначены следующие приоритетные отрасли:

- Деятельность в области информации и связи;
- Добыча полезных ископаемых;
- Обрабатывающие производства;
- Транспортировка и хранение;
- Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов;
- Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха;
- Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений;
- Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство.

В связи с наличием смежных функциональных областей и потенциальных решений для дальнейшей детальной оценки экономических показателей категории «Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений» и «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» были объединены в подгруппу «ЖКХ». Деятельность по ремонту автотранспортных средств и мотоциклов в отрасли «Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов» была исключена из периметра детального исследования в связи с ограниченными перспективами для применения технологий беспроводной связи.

Анализ влияния технологий беспроводной связи на отдельные отрасли подразумевает оценку в разрезе таких показателей, как «Технологическое лидерство», «Экономическое развитие» и «Социальный прогресс».

Технологическое лидерство определяется как независимость российского сегмента от зарубежных решений и повышение уровня кибербезопасности критической инфраструктуры; экономическое развитие определяется как дополнительная экономическая ценность (сумма дополнительной экономии и выручки), полученная за счет внедрения технологии

беспроводной связи; социальный прогресс определяется как влияние технологии на широкий перечень различных социальных показателей.

Технологическое лидерство:

- Создание отечественной телекоммуникационной продукции. Повышение надежности и безопасности систем связи. Создание инновационных продуктов на базе решений СЦТ. Повышение надежности и безопасности. Повышение доступности услуг;
- Рост числа компаний, использующих в своей работе новые технологии производства на базе технологии;
- Внедрение современных методик производства и контроля, цифровое предприятие. Повышение производительности труда, цифровизация производства;
- Внедрение беспроводных решений для smart-ЖКХ (покрытие до 75%);
- Повышение управляемости и прозрачности процессов за счет внедрения современных средств, позволяющих отслеживать в реальном времени расход ресурсов, управление ими в режиме онлайн;
- Рост цифровизации торговли, повышение качества обслуживания;
- Внедрение цифровизированных решений торговли, формирование широких каналов связи для торговли и решений на их основе;
- Внедрение современных систем сбора телематических данных. Сеть сбора телематических данных, предоставление услуг связи на всех основных трассах Федерального значения. Сокращение простоев, вызванных ремонтом, авариями;
- Цифровизация технологических процессов, перевод в электронный вид процессов управления отраслями.

Экономическое развитие:

Прогноз экономического развития был сформирован на основе информации из открытых источников, отчетов международных консалтинговых и аналитических агентств, сценарного анализа предпосылок и драйверов развития рынков, на которые влияет развитие технологии беспроводной связи, а также экспертной корректировки и верификации экономических показателей Российской Федерации экспертами.

- Формирование новых телекоммуникационных рынков и продуктов решений. Рост рынка телекоммуникационного оборудования российского производства. Прогнозируемый среднегодовой прирост от развития технологии беспроводной связи в «Деятельность в области информатизации и связи» – на 14%;

- Цифровизация производственных процессов и, как следствие, повышение производительности труда. Прогнозируемый среднегодовой прирост от развития технологии беспроводной связи в «Производство» – на 0,40%;
- Сокращение операционных затрат за счет внедрения систем энерго-менеджмента, экономии водных ресурсов. Прогнозируемый среднегодовой прирост от развития технологии беспроводной связи в «ЖКХ» – на 0,2%;
- Цифровизация логистической функции, обеспечение сокращения затрат на перевозку, минимизация простоев транспорта. Сокращение объемов контрафакта. Прогнозируемый среднегодовой прирост от развития технологии беспроводной связи в «Торговля оптовая и розничная» – на 0,6%;
- Повышение эффективности управления транспортом, логистикой. Прогнозируемый среднегодовой прирост от развития технологии беспроводной связи в «Транспортировка и хранение» – на 0,43%;
- Повышение производительности труда, сокращение затрат на единицу продукции. Прогнозируемый среднегодовой прирост от развития технологии беспроводной связи в «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» – на 0,4%.

Социальный прогресс:

- Ускорение подключения и ценовая доступность широкополосного мобильного интернета. Прогнозируемое увеличение проникновения сервисов, в том числе государственных услуг, на 40%-80%;
- Повышение безопасности труда на производстве вследствие оптимизации производственных процессов. Прогнозируемое сокращение травматизма на производстве на 30%-80%;
- Сокращение негативного воздействия на окружающую среду. Прогнозируемое сокращение энерго- и водопотребления до 20%;
- Повышение качества услуг для населения за счет отслеживаемости товаров на каждом этапе логистической цепочки/ исключения возможности контрафакта. Прогнозируемое сокращение контрафактной продукции до уровня <1%;
- Повышение качества услуг широким слоям населения за счет эффективного управления транспортными потоками, выраженное в снижении стоимости перевозки товаров для конечных потребителей;
- Подключение 100% сельских районов к современным мобильным платформам, что позволит им получать информацию о возделывании важных культур, разведении скота, а также улучшать показатели продуктивности в с/х секторе.

Эффекты от использования технологий беспроводной связи будут зависеть от уровня спроса на новые продукты, в особенности отечественного производства, объемы внедрений с целью оптимизации бизнес-процессов и увеличения выручки.

Ключевые рыночные тенденции и драйверы развития технологии:

Развитие технологий беспроводной связи обуславливается отдельными тенденциями и драйверами, которые задают представление о потенциальном спросе и рыночных потребностях.

Так, рассматриваемые субтехнологии беспроводной связи WAN обеспечат рост рынка мобильных и носимых устройств за счет внедрения новых сервисов глобального уровня, таких как массовые машинные коммуникации и критически важные сервисы со сверхнизкой задержкой. Также это обеспечит рост рынка и количества предоставляемых услуг за счет расширения возможностей коммуникации в разрезе увеличения пропускной способности мобильной сети и уменьшения задержек передачи информации. Прогнозируется, что совокупный среднегодовой темп роста 5G в Российской Федерации составит 74% в год, что значительно превосходит мировой показатель – 34 %.

Субтехнологии беспроводной связи LPWAN расширят возможности текущих подходов к оптимизации производственных затрат за счет массового внедрения решений для связи устройств промышленного интернета. Большая часть добавленной экономической выгоды будет идти как раз от сетей LPWAN за счет масштабного внедрения беспроводных устройств сбора данных в промышленности, добыче, энергетике и ЖКХ.

Субтехнологии WLAN расширят рынок устройств Wi-Fi внедрением нового протокола Wi-Fi 6, а также создадут новый сегмент рынка устройств, поддерживающих технологию Li-Fi.

Основным драйвером PAN является спрос на значительное расширение и внедрение RFID чипов в торговле за счет применяемой маркировки товаров, тем самым, оптимизировав затраты на логистику.

Субтехнологии STC являются основой достижения 100% обеспечения доступа к сети интернет и связи в малонаселенных районах, на подвижных объектах и для корпоративных решений в области «последней мили».

Синергетические эффекты:

Выделенные субтехнологии беспроводной связи обладают синергетическими эффектами с другими «сквозными» цифровыми технологиями. Более того, уже сегодня существует ряд проектов, подтверждающих важность взаимодействия вышеуказанных технологий.

Синергетический эффект технологий беспроводной связи может быть достигнут совместно со «сквозной» цифровой технологией «Новые производственные технологии в части субтехнологии «Платформы промышленного интернета», в рамках которой беспроводная связь является базисом для построения сетей промышленного интернета, получения данных с датчиков и оборудования, а также обеспечивает массовые IoT-коммуникации, в том числе за счет спутниковой связи. При этом 5G обеспечит развитие промышленного Интернета за счет предоставления возможности работы до 1 млн датчиков на км². Дополнительно, беспроводная связь станет основой для создания полностью автоматизированного производства на предприятиях с возможностью передачи необходимых объемов данных для локальных центров, что является потенциальной синергией с субтехнологией «Технологии «умного» производства».

Также синергетический эффект технологий беспроводной связи может быть достигнут со «сквозной» цифровой технологией «Искусственный интеллект», так как беспроводная связь необходима для обеспечения более быстрой передачи больших объемов данных, требуемых для обучения алгоритмов искусственного интеллекта и принятия решений алгоритмами искусственного интеллекта, а также для автоматического управления такими потоками данных.

Риски и возможные ограничения развития заделов по технологии беспроводной связи:

Для реализации потенциала разработок в области технологий беспроводной связи в России необходимо снятие/снижение ряда регуляторных, технологических, экономических, научных, кадровых барьеров и ограничений, сдерживающих развитие технологии. Необходимо учитывать современную геополитическую обстановку, несущую потенциальные риски информационной безопасности в части используемого программного обеспечения, средств защиты персональных данных абонентов и оборудования сетей 5G, а также возможные ограничения на поставку ключевых компонентов и модулей на территорию Российской Федерации.

В регуляторной сфере наиболее актуальным и требующим решения остается вопрос дефицита радиочастотного ресурса в приоритетных полосах радиочастот для развития сетей связи 5G. Приоритетными полосами радиочастот является диапазон 3400-3800 МГц и спектр частот цифрового телевидения в диапазоне 694-800 МГц. В настоящий момент частотные диапазоны, в которых планируется развертывание сетей нового поколения связи, заняты преимущественно радиоэлектронными системами (РЭС) фиксированной спутниковой связи различного назначения (правительственной и гражданской). Альтернативным диапазоном

частот для развертывания сетей 5G/IMT-2020 может являться диапазон 4,4 - 5 ГГц. Данный диапазон подходит для организации покрытия в районах с высокой плотностью трафика на базе существующих площадок и поддержку основного набора услуг 5G/IMT-2020, обеспечивающего доступ к мультимедийному контенту, услугам и данным, а также «облачным» сервисам и разнообразным услугам IoT/M2M/D2D. Также следует выделить низкий уровень развития нормативной базы в части определения санитарно-эпидемиологических требований, отсутствия соответствующих технологиям норм и стандартов Федеральной службы по техническому и экспортному контролю, отсутствия решений Государственной комиссии по радиочастотам, отсутствия регуляторной определенности в части сертификации оборудования 5G и LPWAN и систем идентификации устройств LPWAN.

Наблюдаемая зависимость от внешних поставщиков технологий и технических решений, ограничения по совместимости оборудования различных иностранных вендоров, доминирующих на российском рынке технологий беспроводной связи диктуют необходимость развития национальной технологической базы, конкурентоспособной по характеристикам и цене.

Среди экономических барьеров особенно выделяются высокая стоимость внедрения и сложность оценки и/или сопоставимости экономического эффекта от внедрения. Стоимость внедрения технологии может в том числе определяться будущим выбором концепции развертывания сетей связи нового поколения.

Стоит также отметить возможные социальные риски внедрения технологии, среди которых следует выделить возможность усиления цифрового неравенства, особенно в отношении городского и сельского населения, а также риск первоначального снижения качества обслуживания клиентов в части предоставления услуг связи, возможного на начальных этапах развертывания сетей.

К научным ограничениям, способным сузить развитие технологий беспроводной связи в России, относятся недостаточность развития НИОКР до рыночных продуктов и решений, количества запатентованных разработок, научных публикаций, включения России в мировой научный дискурс в сфере технологий беспроводной связи. Отмечается острая нехватка квалифицированных кадров – ситуации, когда при имеющемся в стране уровне исследовательских компетенций и научных заделов, существующий кадровый резерв «перекупает» иностранный производитель. Необходим новый уровень взаимодействия с международными организациями, занимающимися стандартизацией телекоммуникационных технологий нового поколения (например, 3GPP).

2. Текущее состояние и целевые показатели развития до 2021 и 2024 года

Таблица 2 – Целевые показатели развития WAN

	2019	2021	2024
5G			
<i>Технологические показатели</i>			
Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня радиодоступа 5G-NR минимальных требований в объеме спецификаций	-	3GPP rel.15 (в части сервисов eMBB)	3GPP rel.16 (в части сервисов eMBB, URLLC, mMTC)
Показатель УГТ для отечественного оборудования и ПО уровня радиодоступа 5G-NR	4	7-8	8-9
Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня опорной сети (ядра сети) 5G-CN минимальных требований в объеме спецификаций	-	3GPP rel.15	3GPP rel.16
Показатель УГТ для отечественного оборудования уровня опорной сети 5G-CN	2	6-7	7-8
<i>Экономические показатели</i>			
Доля абонентов, использующих услуги сети 5G в Российской Федерации	0%	>2%	>10%
Количество населенных пунктов (городов, населением не менее 1 млн чел.) с покрытием 5G (в части 2024 г. – согласно федеральному проекту «Информационная инфраструктура»)	0	5	10
Рыночная доля оборудования и ПО для сети 5G, имеющего статус ТОРП	0%	5,5%	10%
Доля использования виртуальных функций опорной сети 5G отечественной разработки на сети операторов связи в Российской Федерации	0%	5,5%	10%
Количество пилотных зон на основе разрабатываемого отечественного оборудования	0	15	25
Количество отраслевых пилотных проектов на основе разрабатываемого отечественного оборудования	0	10	15
LTE			
<i>Технологические показатели</i>			
Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня радиодоступа LTE минимальных требований в объеме спецификаций	3GPP rel.13	3GPP Rel.15	3GPP Rel.16
Показатель УГТ для отечественного оборудования и ПО уровня радиодоступа LTE	6	7-8	8-9
<i>Экономические показатели</i>			
Рыночная доля оборудования уровня радиодоступа, имеющего статус ТОРП	3%	5,5%	10%

Таблица 1. Целевые показатели развития LPWAN

	2019	2021	2024
LoRaWAN			
<i>Экономические показатели</i>			
Рыночная доля сетевого оборудования, имеющего статус ТОПП, среди оборудования данного стандарта	-	25%	50%
Количество отечественных платформ сбора данных	10	15	> 30
Количество отраслевых пилотных проектов на основе разрабатываемого отечественного оборудования	0	10	15
Количество производителей отечественного оконечного/сетевого оборудования с поддержкой LoRaWAN	2	3	4
NB-IoT			
<i>Технологические показатели</i>			
Выполнение отечественным оборудованием минимальных требований к сетевому оборудованию в объеме спецификаций	3GPP rel.13	3GPP rel.15	3GPP rel.16
<i>Экономические показатели</i>			
Рыночная доля сетевого оборудования, имеющего статус ТОПП, среди оборудования данного стандарта	-	25%	50%
Количество производителей отечественного оконечного/сетевого оборудования	2	3	4
Количество отраслевых пилотных проектов на основе разрабатываемого отечественного оборудования	0	10	15
XNB/NB-Fi			
<i>Технологические показатели</i>			
Выполнение оборудованием минимальных требований к сетевому оборудованию в объеме спецификаций	Соответствие актуальной версии спецификации	Соответствие актуальной версии спецификации	Соответствие актуальной версии спецификации
<i>Экономические показатели</i>			
Рыночная доля сетевого оборудования, имеющего статус ТОПП, среди оборудования данного стандарта	-	25%	50%
Количество производителей отечественного оконечного/сетевого оборудования	2	3	4
Количество отраслевых пилотных проектов на основе разрабатываемого отечественного оборудования	0	10	15

	2019	2021	2024
Количество отечественных платформ сбора данных	3	5	> 7

Таблица 3 – Целевые показатели развития PAN (RFID)

	2019	2021	2024
<i>Технологические показатели</i>			
Показатель выходной мощности RFID UHF-меток отечественного производства (запись/чтение)	-13/-16 dBm	-20/-23 dBm	<-26 dBm
Наличие криптографической защиты от чтения/записи HF и UHF меток с использованием криптоключа	Защита паролем	С использованием криптоключа 128 бит	С использованием криптоключа 256 бит
<i>Экономические показатели</i>			
Доля RFID-маркируемых товаров массового сегмента	<0,1%	Не менее 5%	Не менее 10%
Доля RFID-маркируемых товаров промышленного назначения	<1%	Не менее 3%	Не менее 5%

Таблица 4 – Целевые показатели развития WLAN

	2019	2021	2024
Wi-Fi			
<i>Технологические показатели</i>			
Выполнение отечественным оборудованием минимальных требований к сетевому оборудованию в объеме спецификаций	-	Соответствие актуальной версии IEEE 802.11ax	Соответствие актуальной версии IEEE 802.11ax
<i>Экономические показатели</i>			
Рыночная доля сетевого оборудования Wi-Fi 6, использующего отечественное ПО	0%	5%	25%
Рыночная доля сетевого оборудования, имеющего статус ТОПП	0%	5%	15%
Количество производителей отечественного сетевого оборудования Wi-Fi 6	-	2	4
Li-Fi			
<i>Технологические показатели</i>			
Выполнение минимальных требований к сетевому оборудованию в объеме требований спецификаций	-	Соответствие актуальной версии IEEE 802.11bb	Соответствие актуальной версии IEEE 802.11bb
<i>Экономические показатели</i>			
Рыночная доля сетевого оборудования Li-Fi, использующего отечественное ПО	0%	5%	25%
Рыночная доля сетевого оборудования, имеющего статус ТОПП	0%	5%	15%

	2019	2021	2024
Количество производителей отечественного сетевого оборудования Li-Fi	-	2	3

Таблица 5 – Целевые показатели развития Спутниковых технологий связи

	2018	2021	2024
Спутниковый широкополосный доступ			
<i>Технологические показатели</i>			
Коммерческий доступ с предельной скоростью в прямом канале (VSAT), Мбит/с	4	6	15
Разработаны и эксплуатируются российские VSAT платформы	1	2	2
<i>Экономические показатели</i>			
Достигнуты ценовые показатели предоставления услуги, соответствующие аналогичным показателям в наземных сетях (абонентская плата)	-	-	600 рублей / устройство
Спутниковый интернет вещей			
<i>Технологические показатели</i>			
Предоставление сервисов IoT выше 50 градусов северной широты	-	-	Присутствует
Количество подключенных абонентских устройств IoT на территории Российской Федерации	-	-	100 000
Коммерческий доступ с предельной скоростью в сетях подвижной спутниковой связи (ПСС), Мбит/с	0,064	0,256	2
<i>Экономические показатели</i>			
Ценовой показатель услуги спутникового интернета вещей эквивалентен аналогичному показателю в сотовых сетях	-	-	250 руб. / датчик
Достигнуты ценовые показатели для абонентских устройств (радиотехнический модуль), идентичные показателям абонентских устройств в наземных сетях	110 тыс. руб. / устройство (Гонец)	110 тыс. руб. / устройство (Гонец)	1 тыс. руб. / устройство (Марафон IoT)

3. Технологические задачи и предложения по их решению, ожидаемый результат применения мер, предлагаемые инструменты

В целях достижения установленных технологических и экономических показателей развития технологии беспроводной связи был разработан комплекс технологических задач и предложений по их решению. Данные инициативы направлены на создание и подготовку требуемой инфраструктуры для успешного и оперативного внедрения новейших технологий беспроводной связи, разработку необходимых технологических компонентов, обеспечивающих полноценное функционирование решений на базе субтехнологий, а также на создание и развитие отечественного программного обеспечения и стимулирование

внедрения технологии в отрасли экономики Российской Федерации и представлены в порядке приоритетности решения технологических задач и преодоления технологических барьеров:

1. Развитие решения 5G в рамках субтехнологии WAN:
 - Конверсия радиочастотного спектра;
 - Разработка набора виртуальных функций опорной сети (ядра сети) 5G, цифровых платформ;
 - Разработка отечественных решений сети радиодоступа (антенн, радио модулей, центральных модулей и модулей распределения);
 - Разработка ЭКБ отечественного производства, в том числе сетевых процессоров.
2. Развитие субтехнологии LPWAN:
 - Разработка отечественных RF-модулей (RF-chip) для доступа к сетям связи стандартов NB-IoT/LTE-MTC cat.0/1;
 - Разработка чипов, трансиверов для базовых станций и модулей датчиков протоколов сетей XNB, NB-Fi;
 - Разработка окончного оборудования доступа, сбора параметров с датчиков/управления исполнительными механизмами для работы в сетях связи стандартов NB-IoT/LTE-MTC;
 - Разработка окончного оборудования доступа, сбора параметров с датчиков/управления исполнительными механизмами для работы в сетях связи стандартов XNB, NB-Fi.
3. Развитие решения Wi-Fi в рамках субтехнологии WLAN:
 - Разработка и развитие отечественного программного обеспечения в Wi-Fi 6.
4. Развитие решения LTE в рамках субтехнологии WAN:
 - Подготовка действующей инфраструктуры для развития сетей 5-го поколения.
5. Развитие решения Li-Fi в рамках субтехнологии WLAN:
 - Разработка и развитие отечественного программного обеспечения и оборудования.
6. Развитие решения RFID в рамках субтехнологии PAN:
 - Разработка технологии производства высокочувствительных UHF-микросхем;
 - Разработка криптографических сопроцессоров для РЧ-меток.
7. Развитие субтехнологии CTC:

- Создание системы спутникового ШПД на основе высокоэллиптических спутников и обеспечение предоставления услуг ШПД в северных регионах России;
- Создание глобальной низкоорбитальной системы спутникового IoT на основе микроспутников.

Технологические задачи построения и развертывания в Российской Федерации сетей связи 5G/IMT-2020 и технологии «Интернета вещей» должны решаться с учетом разработанных Минкомсвязью России и согласованных ФСБ России проекта «Концепции создания и развития сетей 5G/IMT-2020 в Российской Федерации» и «Концепции построения и развития беспроводных сетей связи «Интернета вещей» на территории Российской Федерации» (утверждена приказом Минкомсвязи России от 29 марта 2019 г. № 113).

Таблица 6 – Направления, этапы и мероприятия по решению технологических задач

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1.	Субтехнология: WAN				
1.1	Технологическая задача: Разработка элементов опорной сети (ядра мобильного оператора связи)				
1.1.1	<p>Локализация и разработка виртуальных сетевых функций опорной сети 5G-CN, в составе AMF, SEAF, SMF, UPF, N3IWF, NEF, LMF</p> <p>Разработка ПО системы управления и мониторинга сетевыми функциями с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий</p>	<p>Разработана программная система конфигурации и мониторинга библиотеки виртуальных сетевых функций опорной сети операторского класса</p>	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.1.2	<p>Локализация и разработка виртуальных сетевых функций опорной сети EPC в составе UDM/UDR, AUSF, AUSF, SIDF, ARPF, 5G-EIR, NSSF, NRF, BSF, NWDAF, UDSF</p> <p>Разработка ПО системы управления и мониторинга сетевыми функциями с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств, а также с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий</p>	<p>Разработана программная система конфигурации и мониторинга библиотеки виртуальных сетевых функций опорной сети 5G/IMT-2020 операторского класса</p> <p>Выполнение КПЭ «Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня опорной сети (ядра сети) 5G-CN минимальных требований в объеме спецификаций, целевой результат к 2021 г. - 3GPP rel.15)</p>	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.1.3	<p>Разработка и внедрение отечественных криптографических алгоритмов в алгоритмы выработки ключевой информации и протоколы</p>	<p>Разработаны отечественные криптографические алгоритмы</p>	2020–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	аутентификации				
1.1.4	Разработка и внедрение доверенной USIM карты и SIM-чипа, оборудования для их изготовления, персонализации и преперсонализации, а также средств аутентификации абонента в сети. Создание доверенного ПО сетевых функций обработки и хранения аутентификационных данных абонентов (UDM, ARPF, AUSF, SIDF, UDR)	Разработана и готова к промышленному производству отечественная USIM карта и доверенное ПО для ее функционирования	2020–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.1.5	Создание доверенного ПО сетевой функции передачи данных пользователя (UPF)	Разработано доверенное ПО сетевой функции передачи данных пользователя (UPF)	2020–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.1.6	Создание доверенного ПО сетевых функций блоков обработки сигнальных сообщений (AMF, SEAF, SMF, PCF, SEPP и другие)	Разработано доверенное ПО сетевых функций блоков обработки сигнальных сообщений (AMF, SEAF, SMF, PCF, SEPP и другие)	2020–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.1.7	Создание доверенного ПО сетевых функций в части мониторинга и управления (Функции NMS, NRF, NSSF, NWDAF и другие)	Разработано доверенное ПО сетевых функций в части мониторинга и управления (Функции NMS, NRF, NSSF, NWDAF и другие)	2020–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.1.8	Стандартизация отечественных криптоалгоритмов в функциях шифрования и контроля целостности абонентских данных и сигнальных сообщений в документах международных организаций и партнерств (IETF, 3GPP)	Разработаны стандарты отечественных криптоалгоритмов в функциях шифрования и контроля целостности абонентских данных и сигнальных сообщений в документах международных организаций и партнерств (IETF, 3GPP)	2020–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.2	Технологическая задача: Разработка элементов сети радиодоступа				
1.2.1.	Локализация основных технологических элементов базовой станции NG-RAN, в составе модуля распределения gNB-DU и центрального модуля gNB-CU с учетом требований информационной безопасности с	Освоен и модифицирован программный код, реализующий функционал gNB-DU и gNB-CU, в соответствии с международными стандартами 3GPP Выполнение КПЭ «Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня опорной сети (ядра сети)	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств	5G-CN минимальных требований в объеме спецификаций, целевой результат к 2021 г. - 3GPP rel.15)			
1.2.2	Разработка системы управления и конфигурации модуля распределения gNB-DU и центрального модуля gNB-CU в составе сети радиодоступа NG-RAN 5G с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств	Возможность удаленной конфигурации и управления географически распределенных базовых элементов сети радиодоступа 5G, по средствам программной системы управления Выполнение КПЭ «Показатель УГТ для отечественного оборудования уровня опорной сети 5G-CN», целевой результат к 2021 г. – 6-7)	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.2.3	Создание доверенного ПО модулей Базовой станции	Базовая станция функционирует на отечественном ПО	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.3	Технологическая задача: Разработка элементов сети 5G/IMT-2020				
1.3.1.	Создания макетного образца для сети 5G/IMT-2020 с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств, а также с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий	Создан макетный образец сети 5G/IMT-2020 в составе: <ul style="list-style-type: none"> • Сеть радиодоступа; • Транспортная SDN сеть; • ЦОД на базе технологии NFV MANO; • Опорная сеть в режиме Non-stand alone Выполнение КПЭ: «Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня опорной сети (ядра сети) 5G-CN минимальных требований в объеме спецификаций», целевой результат к 2021 г. - 3GPP rel.15 «Показатель УГТ для отечественного оборудования уровня опорной сети 5G-CN», целевой результат к 2021 г. – 6-7	4 квартал 2019 – 4 квартал 2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1.4	Технологическая задача: Разработка элементов цифровых платформ				
1.4.1.	Разработка промышленного прототипа NFV MANO платформы управления и оркестрации виртуальными сетевыми функциями между географически распределенными ЦОД с возможностью мобильных граничных вычислений (MEC) с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств, а также с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий	Проведено пилотное внедрение программных платформ оркестрации и управления жизненным циклом виртуальных сетевых функций и облачных сервисов между географически распределенных ЦОД Выполнение КПЭ «Показатель УГТ для отечественного оборудования и ПО уровня радиодоступа 5G-NR», целевой показатель к 2021 г. – 7-8	4 квартал 2019 – 3 квартал 2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
1.4.2	Создание отечественных реализаций платформ виртуализации и управления инфраструктурой сети		2020–2022	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
1.5	Технологическая задача: Подготовка действующей инфраструктуры для развития сетей 5-го поколения				
1.5.1.	Введение дополнительной стандартизации интерфейсов X2, а также интерфейсов CPRI и eCPRI; Включение в процесс обязательной сертификации РЭС 4-го и 5-го поколений на территории Российской Федерации элементов раскрытия (стандартизации) указанных интерфейсов	Созданы предпосылки для последовательного вытеснения импортных компонентов в сетях 4-го и 5-го поколения	2019–2020	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка отраслевых решений	Минпромторг России; Фонд «Сколково»
1.5.2	Исследование возможностей повышения уровня конкуренции и раскрытия потенциала импортозамещения оборудования и	Повышен потенциал импортозамещения	2019–2020	Поддержка разработки и внедрения промышленных. решений;	Минпромторг России; Фонд «Сколково»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	программного обеспечения для развертывания сотовых сетей 4-го и 5-го поколений за счет стандартизации интерфейсов X2, CPRI и eCPRI			Поддержка отраслевых решений	
1.5.3	Миграция компонент сети 5G на сервера общего пользования российской разработки, на базе доверенной ЭКБ	Миграция серверов обеспечена в полном объеме с учетом технических требований	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных. решений; Поддержка отраслевых решений	Минпромторг России; Фонд «Сколково»
1.5.4	Разработка доверенных абонентских устройств	Разработана линейка отечественных доверенных устройств	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных. решений; Поддержка отраслевых решений	Минпромторг России; Фонд «Сколково»
1.6 Комплексный проект развития мобильных сетей беспроводной связи пятого поколения					
1.6.1	<p>Разработка целевой архитектуры мобильной сети 5G/IMT-2020 операторского класса, включающую описание сетей:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Радиодоступа; • Транспортной; • Облачной. <p>с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств, а также с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-</p>	<p>Разработана эталонная модель сети, включающая в себя описание взаимодействия компонент сети и технические характеристики этих компонент и соответствующая мировым стандартам 3GPP и концепции национальной безопасности в сетях 5G/IMT-2020</p> <p>Выполнение КПЭ:</p> <p>«Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня радиодоступа 5G-NR минимальных требований в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - 3GPP rel.15 (в части сервисов eMBB)</p> <p>«Показатель УГТ для отечественного оборудования и ПО уровня радиодоступа 5G-NR», целевой показатель к 2021 г. – 7-8</p>	2020–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	розыскных мероприятий	<p>«Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня опорной сети (ядра сети) 5G-CN минимальных требований в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - 3GPP rel.15</p> <p>Показатель УГТ для отечественного оборудования уровня опорной сети 5G-CN, целевой показатель к 2021 г. – 6-7</p>			
1.6.2	Разработка промышленного прототипа платформы SDN управления транспортной сетевой инфраструктурой с набором сетевых сервисов для транспортных Metro сетей, оптических сетей и облачных сетей с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств, а также с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий	<p>Внедрение программных платформ SDN управления на транспортных сетях операторов мобильной связи и (или) корпоративных клиентов, включая оптические сети и облачные сети</p> <p>Выполнение КПЭ «Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня опорной сети (ядра сети) 5G-CN минимальных требований в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - 3GPP rel.15</p>	2020–2021	<p>Поддержка компаний-лидеров;</p> <p>Поддержка отраслевых решений;</p> <p>Поддержка разработки и внедрения промышленных решений</p>	<p>АО «РВК»,</p> <p>Фонд «Сколково»;</p> <p>Минпромторг России</p>
1.6.3	Разработка аппаратных и программно-аппаратных решений для создания сети NG-RAN в составе активных многоэлементных антенных систем FD MIMO (до 3 ГГц, 3-6 ГГц, выше 6 ГГц)	<p>Разработаны цифровые алгоритмы адаптивного управления диаграммой направленности многоэлементной антенной системы FD-MIMO в диапазоне частот до 3 ГГц, 3-6 ГГц, выше 6 ГГц</p> <p>Разработаны активные многоэлементные антенные системы FD MIMO 3 ГГц, 3-6 ГГц, >6 ГГц</p> <p>Выполнение КПЭ:</p> <p>«Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня радиодоступа 5G-NR минимальных требований в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - 3GPP rel.15 (в части сервисов eMBB)</p>	2020–2021	<p>Грантовая поддержка малых предприятий;</p> <p>Поддержка программ деятельности ЛИЦ;</p> <p>Поддержка компаний-лидеров</p>	<p>Фонд содействия инновациям;</p> <p>АО «РВК»</p>

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		<p>«Показатель УГТ для отечественного оборудования и ПО уровня радиодоступа 5G-NR», целевой показатель к 2021 г. – 7-8</p> <p>«Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня опорной сети (ядра сети) 5G-CN минимальных требований в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - 3GPP rel.15</p> <p>Показатель УГТ для отечественного оборудования уровня опорной сети 5G-CN, целевой показатель к 2021 г. – 6-7</p>			
1.6.4	<p>Разработка программно-аппаратных решений для создания сети NG-RAN в составе радио модулей (gNB-RU) с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств, а также с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий</p>	<p>Разработан ЭКБ аналогового тракта радиомодулей gNB-RU базовой станции 5G/IMT-2020 для диапазонов рабочих частот до 3ГГц, 3-6 ГГц и свыше 6 ГГц</p> <p>Разработана система на кристалле, построенной на базе ПЛИС для цифрового тракта радиомодулей gNB-RU базовой станции 5G</p> <p>Разработано ПО цифрового тракта радиомодулей gNB-RU базовой станции 5G/IMT-2020</p> <p>Разработан образец радиомодуля базовой станции средней и малой зоны обслуживания</p> <p>Разработан образец радиомодуля базовой станции большой зоны обслуживания Macro Outdoor для диапазонов частот 3-6 ГГц и климатических условий Российской Федерации</p> <p>Разработан планировщик задач, частотно-временных ресурсов базовой станции 5G/IMT-2020 (gNB Scheduler)</p> <p>Выполнение КПЭ:</p> <p>«Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня радиодоступа 5G-NR минимальных требований</p>	2020–2021	<p>Грантовая поддержка малых предприятий;</p> <p>Поддержка программ деятельности ЛИЦ;</p> <p>Поддержка компаний-лидеров</p>	<p>Фонд содействия инновациям;</p> <p>АО «РВК»</p>

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		<p>в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - 3GPP rel.15 (в части сервисов eMBB)</p> <p>«Показатель УГТ для отечественного оборудования и ПО уровня радиодоступа 5G-NR», целевой показатель к 2021 г. – 7-8</p> <p>«Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня опорной сети (ядра сети) 5G-CN минимальных требований в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - 3GPP rel.15</p> <p>Показатель УГТ для отечественного оборудования уровня опорной сети 5G-CN, целевой показатель к 2021 г. – 6-7</p>			
1.6.5	<p>Разработка виртуальных сетевых функций опорной сети операторского класса в соответствии с целевой архитектурой сетей 5G/IMT-2020 в режиме работы Stand-alone в соответствии с целевой архитектурой национальных сетей 5G/IMT-2020 с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий</p>	<p>Программный стек опорной сети поддерживает режим работы Stand-alone в соответствии со стандартной архитектурой 3GPP сетей 5G/IMT-2020, с возможностью подключения к нему сетей радиодоступа 5G-NR, аутентификации абонентов, обработке абонентского и сигнального трафика</p> <p>Выполнение КПЭ:</p> <p>«Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня радиодоступа 5G-NR минимальных требований в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - 3GPP rel.15 (в части сервисов eMBB)</p> <p>«Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня опорной сети (ядра сети) 5G-CN минимальных требований в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - 3GPP rel.15</p>	2020–2021	<p>Поддержка программ деятельности ЛИЦ;</p> <p>Поддержка компаний-лидеров;</p> <p>Поддержка внедрения отраслевых проектов</p>	<p>АО «РВК»;</p> <p>Фонд «Сколково»</p>
1.6.6	<p>Платформа создания и управления сетевыми слайсами на базе NFV MANO, с возможностью «сквозной» оркестрации сетевых и абонентских</p>	<p>Реализация программного стека и проведения пилотных внедрений платформ создания сетевых слайсов и поддержки «сквозной» оркестрации сетевых и абонентских сервисов и приложений</p>	2020–2021	<p>Поддержка программ деятельности ЛИЦ;</p> <p>Поддержка путем субсидирования</p>	<p>АО «РВК»;</p> <p>Минкомсвязь России;</p>

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	сервисов и приложений в соответствии с международными стандартами 3GPP с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств, а также с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий	Выполнение КПЭ: «Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня радиодоступа 5G-NR минимальных требований в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - 3GPP rel.15 (в части сервисов eMBB) «Выполнение отечественным оборудованием и ПО уровня опорной сети (ядра сети) 5G-CN минимальных требований в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - 3GPP rel.15		процентной ставки по кредиту; Поддержка региональных проектов;	Российский фонд развития информационных технологий
1.6.7	Проведение пилотных внедрений в крупных городах Российской Федерации на базе разработанных решений с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий	Реализованы пилотные проекты внедрений в выбранных крупных городах Российской Федерации с населением более 1 млн человек Выполнение КПЭ «Количество населенных пунктов (городов) с покрытием 5G (в части 2024 г. – согласно федеральному проекту «Информационная инфраструктура»)», целевой показатель к 2021 г. – 5	2020–2021	Поддержка внедрения отраслевых проектов; Поддержка региональных проектов	Минпромторг России; Российский фонд развития информационных технологий
1.7	Мероприятия, реализуемые в рамках федерального проекта «Информационная инфраструктура»				
1.7.1	Определить принципы построения сетей 5G с использованием лицензируемого и нелицензируемого диапазонов частот	Представлен доклад об основных принципах построения сетей 5G/IMT-2020 с использованием лицензируемого и нелицензируемого диапазонов частот для сетей 5G/IMT-2020	Реализуется в рамках федерального проекта «Информационная инфраструктура»		
1.7.2	Определить наиболее перспективные полосы радиочастот для запуска сетей 5G	Определены радиочастоты для высвобождения и проведения конверсии в полосах для повсеместного внедрения технологии 5G	Реализуется в рамках федерального проекта «Информационная инфраструктура»		
1.7.3	Разработать план высвобождения полос радиочастот для внедрения технологии 5G	Проведены мероприятия для высвобождения полосы радиочастот, в том числе выделенных для применения в Российской Федерации сетями связи стандарта LTE и цифрового телевизионного вещания	Реализуется в рамках федерального проекта «Информационная инфраструктура»		
1.7.4	Разработать проекты развертывания опытных зон сетей 5G для проведения	Разработаны предложения; Реализован пилотный проект не менее чем в 5 из	Реализуется в рамках федерального проекта «Информационная инфраструктура»		

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	ННКОР операторами связи на основании имеющихся решений ГКРЧ; Определить территории и полосы частот для развертывания пилотных сетей 5G	городов Российской Федерации с численностью населения более 1 млн человек. Выполнение КПЭ «Количество населенных пунктов (городов) с покрытием 5G (в части 2024 г. – согласно федеральному проекту «Информационная инфраструктура»)			
1.7.5	Разработать дорожную карту внедрения сетей 5G на территорию Российской Федерации с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств, а также с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий	На основании результатов реализации пилотных проектов разработан план мероприятий по внедрению сетей 5G, включая корректировку (разработку) нормативно-правовых актов. Выполнение КПЭ «Количество населенных пунктов (городов) с покрытием 5G (в части 2024 г. – согласно федеральному проекту «Информационная инфраструктура»)		Реализуется в рамках федерального проекта «Информационная инфраструктура»	
1.7.6	Реализовать поэтапное внедрение сетей 5G в городах с численностью населения более 1 млн человек с предоставлением услуг в соответствии с дорожной картой, а также с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий	Выполнены условия для создания сетей связи 5G в Российской Федерации на территории не менее 10 городов. Выполнение КПЭ «Количество населенных пунктов (городов) с покрытием 5G (в части 2024 г. – согласно федеральному проекту «Информационная инфраструктура»)		Реализуется в рамках федерального проекта «Информационная инфраструктура»	
2.	Субтехнология: LPWAN				
2.1	Технологическая задача: Разработка LPWAN-модулей для NB-IoT/LTE-MTC				
2.1.1	Разработка отечественных RF-модулей (RF-chip) для доступа к сетям связи стандартов NB-IoT/LTE-MTC cat.0/1 (PCB плата, трансивер, печатная плата, микроконтроллер) с учетом требований информационной безопасности с	Разработаны модули с характеристиками: мощность передачи – до 25 мВт, чувствительность (-100 дБм)	4 квартал 2019 – 4 квартал 2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям; Фонд «Сколково»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств				
2.2	Технологическая задача: Разработка отечественного ЭКБ для функционирования сетей LPWAN лицензируемого диапазона 863-865 МГц и 874-876 МГц (технология XNB) и нелицензируемого диапазонов (технология XNB, NB-Fi)				
2.2.1	Разработка чипов, трансиверов для базовых станций и модулей датчиков сетей LPWAN лицензируемого диапазона 863-865 МГц и 874-876 МГц и нелицензируемого диапазона (встроенная антенна, процессорная плата, аналогово-цифровой преобразователь, плата защиты, SDR приемо-передатчик) с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств, а также с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий	Разработаны технологии для импортозамещения оборудования LPWAN-сетей лицензируемого диапазона 863-865 МГц и 874-876 МГц (технология XNB) и нелицензируемого диапазона с характеристиками: количество каналов 12, мощность до 500 мВт	2020–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка региональных проектов; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту;	Минпромторг России; Российский фонд развития информационных технологий; Минкомсвязь России
2.3	Технологическая задача: Разработка датчиков со встроенной поддержкой доступа к сети LPWAN для NB-IoT/LTE-MTC				
2.3.1	Разработка окончательного оборудования доступа, сбора параметров с датчиков/управления исполнительными механизмами для работы в сетях связи стандартов NB-IoT/LTE-MTC с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов и, при необходимости, аппаратных средств, а также с учетом требований по обеспечению возможности проведения	Разработано оборудование доступа и сбора данных с датчиков Выполнение КПЭ «Соответствие актуальной версии спецификации LoRaWAN, с учетом установленных для Российской Федерации региональных параметров», целевой показатель к 2021 г. - Соответствие актуальной версии спецификации LoRaWAN	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	оперативно-розыскных мероприятий				
2.3.2	Разработка модели нарушителя для технологии NB-IoT/LTE-MTC	Определены основные угрозы информационной безопасности для технологии NB-IoT/LTE-MTC	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
2.3.3	Формирование требований по информационной безопасности для технологии NB-IoT-LTE-MTC с учетом модели нарушителя разработанной в п. 2.3.3. Выбор классов средств криптографической защиты информации для технологии NB-IoT/LTE-MTC	Определены основные меры по обеспечению информационной безопасности для технологии NB-IoT/LTE-MTC	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
2.4	Технологическая задача: Разработка ПО для функционирования NB-IoT				
2.4.1	Разработка ПО для формирования сигнала связи с модулем на поднесущей частоте с учетом требований информационной безопасности с применением отечественных криптографических алгоритмов, а также с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий	Разработано ПО для функционирования NB-IoT на существующем оборудовании базовой станции мобильной сети связи Выполнение КПЭ «Соответствие актуальной версии спецификации LoRaWAN, с учетом установленных для Российской Федерации региональных параметров», целевой показатель к 2021 г. - Соответствие актуальной версии спецификации LoRaWAN	2020–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России; АО «РВК»
3.	Субтехнология: WLAN				
3.1	Технологическая задача: Разработка и развитие отечественного ПО и оборудования Wi-Fi 6				
3.1.1	Разработка радиомодуля с поддержкой OFDMA, DL/UL MU-MIMO, высокоуровневой модуляции, механизмы SR и BSS (с учетом п. 3.1.6)	Созданы отечественные технологии модуляции, MU-MIMO разработаны и реализованы в решения в области технологии Wi-Fi Выполнение КПЭ «Выполнение отечественным оборудованием минимальных требований к сетевому оборудованию в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - Соответствие актуальной версии IEEE 802.11ax	2019–2020	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту;	АО «РВК»; Минкомсвязь России

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
3.1.2	Разработка PCI-шины для обмена данными между SoC роутера и Tx/Rx радиомодулем (с учетом п. 3.1.6)	Разработано аппаратное решение, обеспечивающее необходимый уровень пропускной способности для задействования технологий OFDMA, DL/UL MU-MIMO Выполнение КПЭ «Выполнение отечественным оборудованием минимальных требований к сетевому оборудованию в объеме спецификаций», целевой показатель к 2021 г. - Соответствие актуальной версии IEEE 802.11ax	2019–2021	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
3.1.3	Разработка и пилотирование управляющего ПО для роутеров и точек доступа с поддержкой Wi-Fi 6 (с учетом п. 3.1.6)	Реализовано и апробировано комплексное программное решение с использованием отечественного оборудования Выполнение КПЭ «Выполнение отечественным оборудованием минимальных требований к сетевому оборудованию в объеме спецификаций», целевой показатель к 2024 г. - Соответствие актуальной версии IEEE 802.11ax	2019–2022	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российской фонд развития информационных технологий
3.1.4	Разработка Системы на чипе (SoC) для роутеров и точек доступа с интегрированным CPU (с учетом п. 3.1.6)	Разработано аппаратное решение SoC, совместимое с линейкой роутеров отечественного производства Выполнение КПЭ «Выполнение отечественным оборудованием минимальных требований к сетевому оборудованию в объеме спецификаций», целевой показатель к 2024 г. - Соответствие актуальной версии IEEE 802.11ax	2019–2022	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
3.1.5	Разработка модели нарушителя для технологии Wi-Fi 6	Определены основные угрозы информационной безопасности в сетях связи Wi-Fi 6	2019–2022	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
3.1.6	Формирование требований по информационной безопасности для технологии Wi-Fi 6 с учетом модели нарушителя, разработанной в п. 3.1.5. Выбор классов средств криптографической защиты информации для технологии Wi-Fi 6	Определены основные меры по обеспечению информационной безопасности в сетях связи Wi-Fi 6	2019–2022	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
3.2	Технологическая задача: Разработка и развитие отечественного программного обеспечения и оборудования Li-Fi				
3.2.1	Разработка и пилотирование отечественного оборудования Li-Fi (с учетом п. 3.2.4)	<p>Разработано отечественное оборудование (приемник, маршрутизатор/светодиодная система освещения), проведены пилотные проекты в условиях промышленного производства, объектах социальной инфраструктуры (образовательных, мед. учреждениях), на транспорте, в городской среде</p> <p>Выполнение КПЭ «Выполнение минимальных требований к сетевому оборудованию в объеме требований спецификаций», целевой показатель к 2024 г. - Соответствие актуальной версии IEEE 802.11bb</p>	2020–2023	<p>Грантовая поддержка малых предприятий;</p> <p>Поддержка отраслевых решений</p>	<p>Фонд содействия инновациям;</p> <p>Фонд «Сколково»</p>
3.2.2	Разработка и пилотирование комплексных решений с использованием отечественного ПО и оборудования (с учетом п. 3.2.4)	<p>Реализовано и апробировано комплексное решение с использованием отечественного ПО и оборудования для применения в условиях промышленного производства, объектах социальной инфраструктуры (образования, мед. учреждениях) на транспорте и городской среде, удовлетворяющее требованиям скорости передачи данных, безопасности и зоны покрытия</p> <p>Выполнение КПЭ «Выполнение минимальных требований к сетевому оборудованию в объеме требований спецификаций», целевой показатель к 2024 г. - Соответствие актуальной версии IEEE 802.11bb</p>	2020–2023	<p>Поддержка отраслевых решений;</p> <p>Поддержка региональных проектов</p>	<p>Фонд «Сколково»;</p> <p>Российской фонд развития информационных технологий</p>
3.2.3	Разработка модели нарушителя для технологии Li-Fi	Определены основные угрозы информационной безопасности в сетях связи Li-Fi	2020–2023	<p>Поддержка отраслевых решений;</p> <p>Поддержка региональных проектов</p>	<p>Фонд «Сколково»;</p> <p>Российской фонд развития информационных технологий</p>
3.2.4	Формирование требований по информационной безопасности для технологии Li-Fi с учетом модели нарушителя, разработанной в п. 3.2.3. Выбор классов средств	Определены основные меры по обеспечению информационной безопасности в сетях связи Li-Fi	2020–2023	<p>Поддержка отраслевых решений;</p> <p>Поддержка региональных проектов</p>	<p>Фонд «Сколково»;</p> <p>Российской фонд развития информационных технологий</p>

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	криптографической защиты информации для технологии Li-Fi				технологий
4.	Субтехнология: PAN				
4.1	Технологическая задача: Разработка технологии производства высокочувствительных UHF-микросхем				
4.1.1	Разработка радиомодуля с поддержкой OFDMA, DL/UL MU-MIMO, высокоуровневой модуляции, механизмы SR и BSS	Разработаны совместимые программные библиотеки для интеграции и отладки отдельных элементов RFID оборудования	2020–2023	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
4.1.2	Разработка технологии производства КМОП флэш 90 нм	Технология производства КМОП флэш 90 нм разработана и запущена на базе отечественных фабрик Выполнение КПЭ «Показатель выходной мощности RFID UHF-меток отечественного производства (запись/чтение)», целевой показатель к 2024 г. – -20/-23 dBm	2020–2023	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
4.1.3	Разработка семейства микросхем с заданной чувствительностью	Разработаны микросхемы UHF-меток с различными свойствами Выполнение КПЭ «Показатель выходной мощности RFID UHF-меток отечественного производства (запись/чтение)», целевой показатель к 2024 г. – -20/-23 dBm	2020–2023	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минпромторг России; Минкомсвязь России
4.1.4	Создание российского производства пленочных RFID-антенн	Фабрика для производства антенн построена и запущена	2020–2023	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минпромторг России; Минкомсвязь России

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
4.2	Технологическая задача: Разработка криптографических сопроцессоров для РЧ-меток				
4.2.1	Согласование используемых криптоалгоритмов с регулятором Разработка семейства криптографических сопроцессоров	Тестируемые алгоритмы сертифицированы и одобрены Созданные семейства криптографических процессоров позволяют развивать микросхемы с аппаратным шифрованием	2020–2023	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минпромторг России
4.2.2	Разработка семейства микросхем с аппаратным шифрованием	Разработаны микросхемы HF и UHF меток с шифрованием ключом длиной 128 бит и 256 бит Выполнение КПЭ «Показатель выходной мощности RFID UHF-меток отечественного производства (запись/чтение)», целевой показатель к 2024 г. – -20/-23 dBm	2020–2023	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минпромторг России
5.	Субтехнология: Спутниковые технологии связи				
5.1	Технологическая задача: Обеспечение предоставления услуг ШПД				
5.1.1.	Разработка системы VSAT (аппаратные средства центральной станции и программное обеспечение управления сетью) с учетом требований по обеспечению возможности проведения оперативно-розыскных мероприятий (с учетом п. 5.2.11)	Разработан проект системы VSAT для работы с использованием отечественного абонентского оборудования и создания системы спутникового широкополосного доступа, в том числе с выделением полосы частот по требованию	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК»; Фонд содействия инновациям
5.1.2	Пилотирование системы VSAT	Проведено пилотное тестирование системы VSAT и анализ возможности работы с системой на основе высокоэллиптических спутников в Сибирском и Дальневосточном федеральном округах	2020–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
5.1.3	Разработка номенклатуры отечественного абонентского оборудования (антенные решетки со сканированием луча, в том числе	В Российской Федерации разработана отечественная линейка антенных решеток со сканированием луча (в том числе совместимые с зарубежными образцами модемов) для работы с высокоэллиптическими	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	совместимые с зарубежными образцами модемов) для системы спутникового широкополосного доступа на основе высокоэллиптических спутников «Экспресс РВ» (с учетом п. 5.2.11)	спутниками			
5.1.4	Разработка номенклатуры отечественного абонентского оборудования (абонентские терминалы) для системы спутникового широкополосного доступа на основе высокоэллиптических спутников «Экспресс РВ»	В Российской Федерации разработана отечественная линейка абонентских терминалов	2019–2021	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
5.1.5	Пилотное тестирование отечественного абонентского оборудования (антенные решетки со сканированием луча, в том числе совместимые с зарубежными образцами модемов) для системы спутникового широкополосного доступа на основе высокоэллиптических спутников «Экспресс РВ»	В Российской Федерации протестирована отечественная линейка антенных решеток со сканированием луча (в том числе совместимые с зарубежными образцами модемов) для работы с высокоэллиптическими спутниками	2021–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
5.1.6	Разработка технологии гибких цифровых полезных нагрузок (ГПН)	<p>Разработан проект широкополосных активных фазированных антенных решеток с цифровым диаграммообразованием (ЦАФАР), формирующих большое количество узких приемных и передающих перенацеливаемых лучей с высокими значениями ЭИИМ и добротности</p> <p>Разработан проект распределения емкости и мощности между лучами КА в реальном времени с учетом емкости трафика всех абонентских терминалов</p>	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
5.1.7	Разработка технологии гибких цифровых полезных нагрузок (ГПН)	Спроектированы отечественные СБИС по технологии 22-28 нм, позволяющих снизить энергопотребление	2021–2022	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		блока ЦАФАР до приемлемых значений (7-15 кВт) Спроектированы отечественные твердотельных усилителей мощности (ТТУМ) ЦАФАР с повышенным КПД в Ku, Ka, Q/V диапазона			
5.1.8	Адаптация технологий LTE для космического применения: Адаптация ПО для повышенных задержек в спутниковой сети и абонентских устройств спутниковой сети на основе абонентских устройств сетях LTE (с учетом п. 5.2.11)	Адаптировано ПО для повышенных задержек в спутниковой сети и абонентских устройств спутниковой сети на основе абонентских устройств в сетях LTE (с учетом п. 5.2.11)	2021–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
5.2 Создание глобальной многофункциональной системы спутникового интернета вещей					
5.2.1.	Адаптация технологий LPWAN для космического применения: Создание абонентских устройств LPWAN для работы в спутниковой сети, создание бортовых полезных нагрузок и адаптация ПО (с учетом п. 5.2.13)	Разработана отечественная линейка абонентских устройств LPWAN для работы в спутниковой сети, создание бортовых полезных нагрузок и адаптация ПО и адаптировано ПО (с учетом п. 5.2.13)	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
5.2.2	Разработка номенклатуры отечественного абонентского оборудования (радиотехнические модули для подключения датчиков физических величин на основе стандартных интерфейсов и линейка таких датчиков) для реализации сервисов спутникового Интернета Вещей на основе открытых протоколов с использованием низкоорбитальной спутниковой системы «Марафон-IoT» (с учетом п. 5.2.13)	Линейка радиотехнических модулей спутникового IoT (с учетом п. 5.2.13)	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
5.2.3	Разработка номенклатуры отечественного абонентского оборудования (линейка датчиков физических величин на основе стандартных интерфейсов) для реализации сервисов спутникового Интернета Вещей на основе открытых протоколов с использованием низкоорбитальной спутниковой системы «Марафон-ЮТ» (с учетом п. 5.2.13)	Линейка датчиков для абонентских устройств спутникового IoT (с учетом п. 5.2.13)	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
5.2.4	Разработка типовых технических решений для станций сопряжения для создания глобально распределенной спутниковой сети интернета вещей на основе международной кооперации	Разработаны типовые проекты станций сопряжения для создания глобально распределенной спутниковой сети интернета вещей	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
5.2.5	Тестирование отечественной линейки датчиков физических величин на основе стандартных интерфейсов для создания интеллектуальных сенсорных сетей для всех сфер экономики	В Российской Федерации протестирована отечественная линейка датчиков физических величин на основе стандартных интерфейсов	2019–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
5.2.6	Разработка ПО облачных сервисов для задач интернета вещей, интегрированных с навигационными сервисами и сервисами дистанционного зондирования земли (с учетом п. 5.2.13)	ПО разработано для широкого круга применения во всех сферах экономики (с учетом п. 5.2.13)	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
5.2.7	Испытание типовых технических решений для станций сопряжения для создания глобально распределенной спутниковой сети интернета вещей на основе международной кооперации	Созданы типовые проекты станций сопряжения и проведено пилотное тестирование	2020–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
5.2.8	Тестирование ПО облачных сервисов	ПО протестировано для широкого круга применения	2020–2022	Поддержка компаний-	АО «РВК»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	для задач интернета вещей, интегрированных с навигационными сервисами и сервисами дистанционного зондирования земли	во всех сферах экономики на предмет реализации сервисов для задач интернета вещей		лидеров	
5.2.9	Тестирование отечественной линейки радиотехнических модулей (для подключения датчиков физических величин на основе стандартных интерфейсов) для создания интеллектуальных сенсорных сетей для всех сфер экономики	Подтверждение для серийного производства	2021–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
5.2.10	Разработка модели нарушителя для ШПД	Определены основные угрозы информационной безопасности ШПД	2021–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
5.2.11	Формирование требований по информационной безопасности для ШПД с учетом модели нарушителя, разработанной в п. 5.2.10. Выбор классов средств криптографической защиты информации для ШПД	Определены основные меры по обеспечению информационной безопасности ШПД	2021–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
5.2.12	Разработка модели нарушителя для многофункциональной системы спутникового интернета вещей	Определены основные угрозы информационной безопасности многофункциональной системы спутникового интернета вещей	2021–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
5.2.13	Формирование требований по информационной безопасности для многофункциональной системы спутникового интернета вещей с учетом модели нарушителя, разработанной в п. 5.2.12. Выбор классов средств криптографической защиты информации для многофункциональной системы спутникового интернета вещей	Определены основные меры по обеспечению информационной безопасности многофункциональной системы спутникового интернета вещей	2021–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»

Мероприятия Дорожной карты в части развития субтехнологии WAN будут дополнены и скорректированы в рамках разрабатываемой Дорожной карты развития высокотехнологичного направления мобильной беспроводной связи пятого поколения, разрабатываемой в рамках соглашения между Правительством Российской Федерации, Государственной корпорацией «Ростех» и ПАО «Ростелеком» от 10 июля 2019 г. и обновлены в рамках существующего механизма актуализации.

4. Оценка требуемых ресурсов в привязке к инструментам поддержки

Общий объем бюджетных инвестиций, необходимый для реализации мероприятий, направленных на решение технологических задач и представленных в Табл. 7– 1, на срок до 2024 года включительно, составит 36 млрд руб. Дополнительно для реализации указанных мероприятий требуются внебюджетные инвестиции в размере 69,16 млрд руб. Помимо этого, для реализации мероприятий, направленных на формирование среды развития технологии беспроводной связи (мероприятия по стимулированию спроса, развитию кадрового и научного потенциала, развитию экспортного потенциала и реализации проектов международной кооперации), потребуется около 139 млрд руб., в рамках которых не предусмотрена бюджетная поддержка согласно установленным инструментам поддержки в рамках ФП «Цифровые технологии».

Субтехнологии и их решения в приведенной таблице по распределению инвестиций расположены в приоритизированном порядке. Наибольший объем вложений планируется в 5G, так как данное решение является наиболее приоритетным. Оперативное финансирование данного решения обеспечит своевременный запуск проектов по стандартизации интерфейсов, разработке отечественного программного обеспечения в области опорной сети, внедрение уже существующих продуктов в области виртуализации сетевых функций и разработке отечественной базы ЭКБ для телекоммуникационного оборудования

В части субтехнологии WAN наибольшим приоритетом обладают инструменты поддержки, направленные на развертывание решений на базе субтехнологии в регионах Российской Федерации, а также финансирование разработки оборудования для построения ключевых элементов инфраструктуры субтехнологии, таких как базовые станции, антенны, SDN-маршрутизаторы. В соответствии с этим приоритетность инструментов поддержки для данной субтехнологии определена следующим образом - в убывающем порядке:

1. Поддержка отраслевых решений;
2. Поддержка региональных проектов;
3. Предоставление субсидий кредитным организациям;
4. Поддержка компаний-лидеров;
5. Поддержка программ деятельности ЛИЦ;
6. Поддержка разработки и внедрения пром. решений;
7. Грантовая поддержка малых предприятий.

Следующей по значимости субтехнологией с точки зрения необходимости ее развития является LPWAN. Существуют уже функционирующие отечественные платформы и стандарты, но на данный момент требуется частичное финансирование отраслевых внедрений и обеспечение тиражирования отечественной продукции.

В связи с тем, что для развития субтехнологии LPWAN наибольшим приоритетом обладают инвестиции в части тестирования решений в пилотных зонах, поэтому в рамках данной субтехнологии приоритетными инструментами поддержки являются – в убывающем порядке:

1. Поддержка компаний-лидеров;
2. Поддержка разработки и внедрения пром. решений;
3. Поддержка региональных проектов;
4. Предоставление субсидий кредитным организациям;
5. Поддержка отраслевых решений;
6. Поддержка программ деятельности ЛИЦ;
7. Грантовая поддержка малых предприятий;

В ближайшие 5 лет прогнозируется масштабное распространение новой продукции для сетей WLAN в рамках развития стандарта Wi-Fi 6 и промышленного применения Li-Fi. По системам связи видимого света существуют готовые отечественные продукты и существует экспортный потенциал, поэтому субтехнологии WLAN необходимо финансирование для обеспечения масштабирования решений и стимулирования развития отечественных решений.

В части субтехнологии WLAN (Li-Fi) бюджетное финансирование не предусмотрено, в этой связи приоритезация инструментов поддержки не требуется.

Для субтехнологии WLAN (Wi-Fi) наибольшим приоритетом обладает разработка отечественного программного обеспечения для замещения импортных решений, а также стимулирование внедрения отечественных решений. В этой связи приоритетность инструментов поддержки для данной субтехнологии определена следующим образом - в убывающем порядке:

1. Поддержка программ деятельности ЛИЦ;
2. Грантовая поддержка малых предприятий;
3. Предоставление субсидий кредитным организациям;
4. Поддержка отраслевых решений;
5. Поддержка региональных проектов;
6. Поддержка разработки и внедрения промышленных решений;
7. Поддержка компаний-лидеров.

Таблица 7 – Распределение источников поддержки по существующим механизмам развития на период до 2024 (млрд руб.)

	Гранговая поддержка малых предприятий	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Поддержка отраслевых решений	Поддержка разработки и внедрения пром. решений	Поддержка региональных проектов	Поддержка компаний-лидеров	Предоставление субсидий кредитным организациям	Итого по субСЦТ (бюджет)	Итого по субСЦТ (внебюджет)	Вне инструментов поддержки
WAN	3,2	5,3	10	3	6	4,5	8	20	20	~82
<i>Бюджетные средства</i>	2,24	2,82	5,85	2,05	3,94	2,6	0,5	20		0
<i>внебюджетные средства</i>	0,96	2,48	4,15	0,95	2,06	1,9	7,5		20	~82
LPWAN	0,71	1,5	4,5	6	4,5	6	7,2	8,7	21,71	~26
<i>бюджетные средства</i>	0,5	0,5	1,5	2	1,5	2	0,7	8,7		0
<i>внебюджетные средства</i>	0,21	1	3	4	3	4	6,5		21,71	~26
WLAN	2,66	3,6	1,5	0	1,2	0	7,2	3,6	12,56	~8
<i>бюджетные средства</i>	0,8	1,2	0,5	0	0,4	0	0,7	3,6		0
<i>внебюджетные средства</i>	1,86	2,4	1	0	0,8	0	6,5		12,56	~8
PAN	0	0	0	1,5	0	1,5	5,64	1,5	7,14	~5
<i>бюджетные средства</i>	0	0	0	0,5	0	0,5	0,5	1,5		0
<i>внебюджетные средства</i>	0	0	0	1	0	1	5,14		7,14	~5
СТС	0,71	2,4	0	0	0	1,2	5,64	2,2	7,75	~18
<i>бюджетные средства</i>	0,5	0,8	0	0	0	0,4	0,5	2,2		0
<i>внебюджетные средства</i>	0,21	1,6	0	0	0	0,8	5,14		7,75	~18
Итого бюджетных средств	4,04	5,32	7,86	4,55	5,84	5,5	2,9	36		0
Итого внебюджетных средств	3,24	7,48	8,15	5,95	5,86	7,7	30,78		69,16	~139
Всего	7,28	12,8	16	10,5	11,7	13,2	33,68	105,16		~139