

ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ
«СКВОЗНОЙ» ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ
«НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

Москва
2019

1. Преамбула, введение, общее описание направления развития СЦТ

Искусственный интеллект может применяться для реализации новых возможностей человека во всех сферах деятельности, в том числе для:

- освобождения человека от монотонной работы путем автоматического создания программного обеспечения;
- поддержки в принятии решений;
- автоматизации опасных видов работ;
- поддержки коммуникаций между людьми.

Применение искусственного интеллекта необходимо во всех экономических и социальных отношениях для повышения качества жизни и улучшения благосостояния общества (искусственный интеллект — это «новое электричество»)

Дорожная карта представляет собой набор технологических задач, разделенных по суб-СЦТ, с указанием сроков перехода между стадиями НИР, ОКР и коммерциализации, а также с примерами target use-cases. Кроме того, в дорожной карте приведены ключевые барьеры для развития СЦТ и мероприятия по их преодолению

Целевые показатели дорожной карты будут достигнуты путем решения технологических задач, вывода на рынок продуктов на их основе и внедрения их в ключевых отраслях.

Меры поддержки и критерии отбора проектов в целях реализации дорожной карты будут зависеть от уровня развития технологии: НИОКР, коммерциализация или внедрение.

В случае поддержки НИОКР ключевым критерием будет являться соответствие технологий, разрабатываемых в рамках проекта, технологиям/задачам, выделенным в дорожной карте. Также при поддержке НИОКР в качестве критериев необходимо учитывать: наличие кадров, необходимого оборудования и опыт реализации аналогичных НИОКР, дополнительным критерием может быть заинтересованность коммерческих структур в результатах НИОКР. К мерам поддержки НИОКР можно отнести следующие меры:

- Адресная поддержка лидирующих исследовательских центров (РВК);

В случае поддержки коммерциализации ключевым критерием будет являться соответствие технологии, на которой основан продукт, технологиям/задачам, выделенным в дорожной карте. Также при поддержке коммерциализации в качестве критериев необходимо учитывать: наличие инвестора и объем инвестиций, коммерческий потенциал (объем рынка, в том числе мирового), наличие необходимых компетенций и опыта у команды, дополнительным критерием может быть наличие предварительных контрактов/заинтересованности со стороны потенциальных потребителей. К мерам поддержки коммерциализации можно отнести следующие меры:

- Поддержка малых предприятий (Фонд Бортника);
- Поддержка российских компаний лидеров (РВК);
- Поддержка промышленных разработок (Минпромторг России).

В случае поддержки внедрения ключевыми критериями будут являться приоритетность отрасли для внедрения ИИ и эффект от внедрения в каждой отдельной отрасли. Также при поддержке внедрения в качестве критериев необходимо учитывать: потенциальный объем рынка решений и эффект от реализации проекта на уровень использования ИИ в отрасли. К мерам поддержки внедрения можно отнести следующие меры:

Поддержка проектов по цифровому преобразованию приоритетных отраслей экономики (Сколково);

Поддержка региональных проектов внедрения СЦТ (Российский фонд развития информационных технологий);

Субсидирование процентной ставки кредитными организациями (Минкомсвязь России).

1.1. Описание сквозной цифровой технологии и эффекты от развития СЦТ

Искусственный интеллект (ИИ) — комплекс технологических решений, имитирующий когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и позволяющий при выполнении задач достигать результаты, как минимум сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение, в котором в том числе используются методы машинного обучения, процессы и сервисы по обработке данных и выработке решений.

Нейротехнологии – технологии, которые используют или помогают понять работу мозга, мыслительные процессы, высшую нервную деятельность, в том числе технологии по усилению, улучшению работы мозга и психической деятельности.

В рамках разработки дорожной карты развития СЦТ «Искусственный интеллект и нейротехнологии» были выделены семь субтехнологий СЦТ (суб-СЦТ):

- компьютерное зрение;
- обработка естественного языка;
- распознавание и синтез речи;
- рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений;
- перспективные методы и технологии в ИИ;
- нейропротезирование;
- нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг.

Развитие СЦТ окажет высокий уровень влияния на технологическое лидерство, экономическое развитие и социальный прогресс.

Влияние СЦТ на технологическое лидерство: создание индустрии по искусственному интеллекту в первую очередь позволит создать конкурентоспособную на мировом уровне высокотехнологичную отрасль, кроме того оно ускорит развитие цифровой экономики, будет стимулировать развитие информационной-телекоммуникационной инфраструктуры по работе с большими объемами данных, а также повысит долю отечественного программного обеспечения и решений на внутреннем рынке (в том числе в органах государственной власти).

Влияние СЦТ на экономическое развитие: по различным прогнозам, доля искусственного интеллекта в мировом ВВП будет составлять 2,6% в 2030 году. Данный показатель включает в себя размер отрасли решений в сфере ИИ, прирост производительности в различных секторах экономики и другие факторы. При существенном стимулировании развития ИИ в России, будут достигнуты даже большие результаты. А именно: доля ИИ в ВВП России будет составлять 0,8% в 2024 году и 3,6% в 2030 году. Большое влияние СЦТ на экономическое развитие объясняется следующими причинами: Увеличение производства и продажи товаров и услуг, связанных с ИИ: аппаратного обеспечения, программного обеспечения и IT-консалтинговых услуг;

Повышение производительности в различных отраслях экономики благодаря использованию ИИ.

Влияние СЦТ на социальный прогресс: Развитие искусственного интеллекта существенно улучшит ситуацию с здравоохранением в стране. Повысится качество медицинских услуг и точность диагностирования. Все это увеличит ожидаемую продолжительность здоровой жизни россиян. Развитие искусственного интеллекта также улучшит ситуацию с образованием в РФ: каждый ученик сможет получать задание в соответствии с его способностями, а учителям и преподавателям не придется тратить время на выполнение однообразных операций. Другие примеры использования СЦТ в различных направлениях в образовании:

1.2. Краткая характеристика субтехнологий и качественные критерии, позволяющие определить субтехнологии из выборки большого количества технологических решений (признаки для каждой субтехнологии).

Для каждой суб-СЦТ определен текущий уровень готовности суб-СЦТ – УГТ – (в соответствии с ГОСТ Р 57194.1-2016) в Таблице 1, а также выделены наиболее перспективные потенциальные задачи/технологии, наиболее перспективные потенциальные научно-технические и технологические решения (target use-cases). Ниже приведены некоторые примеры.

Таблица 1 — Уровень готовности субтехнологий

Субтехнология	УГТ	Сопоставление с мировым уровнем
Компьютерное зрение	6	УГТ по ряду технологических решений в России достигает 6, что соответствует мировому уровню
Обработка естественного языка	6	УГТ по ряду технологических решений в России достигает 6, что соответствует мировому уровню
Распознавание и синтез речи	5	УГТ по ряду технологических решений в России достигает 5, что соответствует мировому уровню
Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений	7	УГТ по ряду технологических решений в России достигает 5, что соответствует мировому уровню
Перспективные методы и технологии в ИИ	2	УГТ по ряду технологических решений в России достигает 2, что соответствует мировому уровню
Нейропротезирование	5	УГТ по ряду технологических решений в России достигает 5, что соответствует мировому уровню
Нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг	3	УГТ по ряду технологических решений в России достигает 3, что соответствует мировому уровню

Компьютерное зрение — класс решений, которые находят, отслеживают и классифицируют объекты, а также синтезируют видео/изображения – УГТ6. В рамках данной суб-СЦТ было выделено десять перспективных задач/технологий (например, «Сбор наборов данных и обучение классификаторов», «Синтез 3D, 2D изображений и видео объектов с сохранением узнаваемости» и другие), а также двенадцать перспективных target use-cases (например, «Постановка диагноза на основе анализа фото и видео точнее, чем человек», «Воссоздание трехмерных сцен и их стилей на основе двумерных изображений и видео» и другие).

Обработка естественного языка — класс решений, направленных на понимание языка и генерацию текста, несущего смысл, а также общение на естественном языке при взаимодействии компьютера и человека – УГТ6. В рамках данной суб-СЦТ было выделено десять перспективных задач/технологий (например, «Интеллектуальный поиск ответов в тексте и «понимание» запросов пользователя», «Автоматический выбор и интеграция навыков» и другие), а также десять перспективных target use-cases

(например, «Интеллектуальный поиск по базе документов», «Мультизадачные разговорные ассистенты» и другие).

Распознавание и синтез речи — класс решений, позволяющих осуществлять перевод речевого запроса в текстовый вид, в том числе анализ тембра и тональности голоса, распознавание эмоций, а также синтезировать речь – УГТ5. В рамках данной суб-СЦТ было выделено восемь перспективных задач/технологий (например, «Проверки подлинности речи», «Распознавание сложных смысловых конструкций и слэнга в речи» и другие), а также десять перспективных target use-cases (например, «Проверка подлинности личности говорящего», «Улучшение текущих решений (персональные ассистенты) и создание систем поиска скрытого содержания» и другие).

Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений — класс решений, обеспечивающий выполнение процесса без участия человека, поддержку в выборе решений, а также предсказание объектов, которые будут интересны пользователю – УГТ7. В рамках данной суб-СЦТ было выделено тринадцать перспективных задач/технологий (например, «Обоснование решения, принятого на основе ИИ», «Управление группой/роем объектов» и другие), а также двадцать пять перспективных target use-cases (например, «Поддержка принятия и верификация решений надзорных органов», «Системы управления спутниками, транспортом и т.д.» и другие).

Перспективные методы и технологии в ИИ — методы и технологии, развитие которых влияет на все текущие суб-СЦТ, а также на создание новых суб-СЦТ в области ИИ – УГТ2. В рамках данной суб-СЦТ было выделено девять перспективных задач/технологий (например, «Гибридные модели», «Новые архитектуры нейросетей и классы математических моделей для машинного обучения» и другие), а также девять перспективных target use-cases (например, «Применение ИИ методов в плохо формализуемых приложениях», «Резкое увеличение или включения широкого класса новых прикладных приложений для ИИ» и другие).

Нейропротезирование – класс решений, позволяющих восстанавливать двигательные, чувствительные и познавательные функции, возможности человека – УГТ5. В рамках данной суб-СЦТ было выделено четыре перспективных задач/технологий (например, «Системы питания всей сети имплантов и датчиков», «Технологии обратной передачи информации от органов чувств» и другие), а также четыре перспективных target use-cases (например, «Импланты и внутренние датчики», «Биопротезирование органов чувств и получение обратной связи от протезов» и другие).

Нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг – класс решений, позволяющих отслеживать и влиять на нервную систему человека, посредством инвазивных и неинвазивных методов – УГТ3. В рамках данной суб-СЦТ было выделено три перспективных задач/технологий (например, «Технологии распознавания потребительской информации», «Технологии обработки и интерпретации данных о состоянии пользователя при помощи нейрофизиологии» и другие), а также три перспективных target use-cases (например, «Системы нейромаркетинга», «Системы контроля состояния пользователя» и другие).

Согласно протоколу заседания Наблюдательного совета АНО «Цифровая экономика» от 24 мая 2019 г. № 13 было рекомендовано исключить Нейротехнологии (Нейропротезирование, Нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг) из перечня приоритетных субтехнологий и продолжить их развитие в рамках Национальной Технологической Инициативы.

В рамках дальнейшей разработки мероприятий по развитию суб-СЦТ дорожной карты «Большие данные» и интеграции с дорожной картой «Нейротехнологии

и искусственный интеллект» на заседании Рабочей группы по Цифровым технологиям в рамках АНО «Цифровая экономика» от 11 июня 2019 г. было принято решение о необходимости включения суб-СЦТ Больших данных (Технологии обработки, утилизации данных с использованием ML, Технологии обогащения данных, Использование доверенных (качественных) данных для VI, Предиктивная аналитика) в суб-СЦТ Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений, а также в движущий фактор Данные

Ключевые технические характеристики в суб-СЦТ приведены в Таблице 2. В настоящее время уровень российских решений не отстает от мировых, что подтверждается примерами решений таких компаний, как VisionLabs, iPavlov, Yandex и другими.

Таблица 2 — Ключевые технические характеристики по суб-СЦТ

Направление Развития	Ключевые технические характеристики
1. Компьютерное зрение	<ul style="list-style-type: none"> – Скорость обработки и передачи информации – Требования к качеству фото и видео данных – Объем данных для обучения – Точность анализа (вероятность ошибки, по сравнению с человеком и др. устройствами) – Оптические возможности (определение цветов, расстояний и размеров, поиск по шаблонам и др.) – Требования к аппаратному обеспечению (увеличение разрешения видеосенсоров, динамический диапазон и объем вычислительной мощности для обработки)
2. Обработка естественного языка	<ul style="list-style-type: none"> – Скорость обработки и передачи информации – Необходимый объем текстовых библиотек для обучения системы – Точность анализа (вероятность ошибки, по сравнению с человеком и др. устройствами) – Требования к аппаратному обеспечению (качество и количество устройств ввода, требования к памяти, CPU) – Пословная ошибка
3. Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений	<ul style="list-style-type: none"> – Скорость обработки и передачи информации – Необходимое качество данных для обучения – Объем данных для обучения – Точность (качество вывода) – Интерпретируемость ответа (объяснимость) – Способность адаптироваться к изменениям входных данных (самообучаемость) – Требования к аппаратному обеспечению – Потенциал масштабирования
4. Распознавание и синтез речи	<ul style="list-style-type: none"> – Объем данных для обучения – Требования к качеству аудио данных – Скорость обработки данных – Пословная ошибка – Точность анализа (вероятность ошибки, по сравнению с человеком и др. устройствами) – Акустические возможности (определение частоты, тембра, силы, исключение шумов) – Требования к аппаратному обеспечению (качество и количество устройств ввода, требования к памяти, CPU)
5. Перспективные методы и технологии в ИИ	<ul style="list-style-type: none"> – Энергопотребление – Решение задач экспоненциальной сложности – Количество задач, решаемых с помощью ИИ – Количество успешных решений с применением перспективного метода – Требования к аппаратному обеспечению

1.3. Описание областей применения

В данном разделе описываются примеры применения СЦТ в отраслях экономики.

В отрасли «Сельское хозяйство, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» (Классификатор ОКВЭД «А») выделяются следующие области применения: повышение эффективности процессов селекции за счет учета генетических и фенотипических параметров, повышение урожайности за счет выстроенной автономной системы ухода за культурами, снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт за счет прогнозирования поломок техники.

В отрасли «Добыча полезных ископаемых» (Классификатор ОКВЭД «В») выделяются следующие области применения: оптимизация разведки и извлечения запасов на основе анализа геофизических данных, повышение эффективности и безопасности производственного процесса за счет применения автономного оборудования и транспорта, предотвращение простоев оборудования и дорогостоящих ремонтов за счет превентивного обслуживания.

В отрасли «Обрабатывающие производства» (Классификатор ОКВЭД «С») выделяются следующие области применения: повышение качества и снижение затрат на проектирование продукции за счет комплексного моделирования параметров будущего продукта, автоматизация и оптимизация производственных процессов и сети поставок за счет снижения производственных ошибок, минимизации влияния человеческого фактора и эффективное прогнозирование спроса.

В отрасли «Обеспечение электрической энергией, газом и паром» (Классификатор ОКВЭД «D») выделяются следующие области применения: сокращение сроков и затрат на проектирование и строительство объектов за счет анализа данных об условиях строительной площадки и опыта пр. проектов, оптимизация ремонтов за счет предиктивного обслуживания оборудования, оптимизация процессов управления сложными энергетическими системами за счет улучшения процессов диспетчеризации.

В отрасли «Строительство» (Классификатор ОКВЭД «F») выделяются следующие области применения: улучшение качества строительного процесса за счет обнаружения ошибок строительства, использование ИИ для моделирования и анализа потенциальных опасностей (пожарных рисков, рисков разрушения здания и др.), улучшение качества архитектурного планирования за счет анализа изображений окрестностей.

В отрасли «Торговля оптовая и розничная» (Классификатор ОКВЭД «G») выделяются следующие области применения: минимизации влияния человеческого фактора и эффективное прогнозирование спроса, оплата товаров и услуг голосом, который был идентифицирован искусственным интеллектом, прогнозирование поведенческой модели покупателя на основании ретроспективных покупок, автоматизация инвентаризации в магазине за счет использования распознавания изображений.

В отрасли «Транспортировка и хранение» (Классификатор ОКВЭД «H») выделяются следующие области применения: оптимизация выстраивания маршрутов, учитывая прогнозы транспортных потоков и характеристик ТС, обеспечение безопасности вождения за счет выявления и предупреждения опасных ситуаций, использование беспилотных ТС, предотвращение поломок транспорта за счет прогнозирования неисправностей, оптимизация работы распределительных центров за счет автоматизированного учета продукции и скорости погрузки, роботизация складов.

В отрасли «Деятельность гостиниц и предприятий питания» (Классификатор ОКВЭД «I») выделяются следующие области применения: мгновенный

перевод речи туристов в гостиницах, создание персонализированного меню и диеты, автоматизированная доставка продуктов питания.

В отрасли «Деятельность в области информации и связи» (Классификатор ОКВЭД «J») выделяются следующие потребности: оптимизация распределения сетевых ресурсов на основе реального времени и анализ прогнозной нагрузки, рекомендации в области необходимых инвестиций по строительству сетевой инфраструктуры за счет оценки потребностей сети, прогноз региональных тенденций спроса на телекоммуникационный трафик.

В отрасли «Деятельность финансовая и страховая» (Классификатор ОКВЭД «K») выделяются следующие потребности: оценка кредитоспособности заемщиков и предложение новых банковских продуктов на основе данных о транзакциях, данных о клиенте в соцсетях, чат-боты, в том числе голосовые системы обработки клиентских запросов, повышение безопасности операций и предотвращение мошенничества, повышение эффективности планирования личных финансов и управления инвестициями, персонализация, таргетинг.

1.4. Основные разработчики в России в разрезе суб-СЦТ

В рамках подготовки дорожной карты для каждой из рассматриваемых суб-СЦТ были определены примеры российских решений и их краткое описание.

Примеры разработчиков и решений в рамках суб-СЦТ «Компьютерное зрение»:

- «Яндекс» разрабатывает систему управления беспилотным автомобилем, которая использует лидары, камеры, радары, GPS и IMU (гиростабилизатор) для достижения пятого уровня автономности (полной автономности автомобиля);
- VisionLabs специализируется на создании программных решений и сервисов на базе технологий компьютерного зрения. Основной продукт компании - платформа распознавания лиц VisionLabs Luna.

Примеры разработчиков и решений в рамках суб-СЦТ «Обработка естественного языка»:

- АBBYU — российская компания-разработчик решений в области распознавания текстов (OCR) и лингвистики. Наиболее известные продукты в данной области — система потокового ввода данных АBBYU FlexiCapture и анализа/понимания текста АBBYU Comreno;
- Алиса — виртуальный голосовой помощник, созданный компанией «Яндекс». Алиса распознает естественную речь, имитирует живой диалог, дает ответы на вопросы пользователя и, благодаря запрограммированным навыкам, решает прикладные задачи;
- DeepPavlov — библиотека диалогового ИИ, которая используется для обработки естественного языка и разработки сложных диалоговых систем. Команда проекта стала одной из десяти команд, отобранных для участия в соревновании Alexa Prize Socialbot Grand Challenge 3, многомиллионном университетском конкурсе по улучшению взаимодействия между человеком и компьютером.

Примеры разработчиков и решений в рамках суб-СЦТ «Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений»:

- Робот Вера — российское программное обеспечение, предназначенное для эффективного подбора кандидатов и автоматизированного проведения интервью. Система анализирует различную информацию о кандидатах и производит поиск похожих кандидатов в доступных источниках информации (социальные сети, рабочие сайты).

– MyTarget – система персонализированной рекламы для пользователей с использованием ИИ от Mail Group.

– Smart Machine – программное обеспечение, предоставляющее аналитические сервисы клиентам из финансовой сферы, имеющим потребность в получении широкого поведенческого профиля каждого абонента мобильной связи страны с использованием ИИ от OneFactor.

Примеры разработчиков и решений в рамках суб-СЦТ «Распознавание и синтез речи»:

– Алиса/Yandex.SpeechKit — Голосовой помощник от компании «Яндекс», умеет распознавать речь человека, вести простые разговоры, управлять большим количеством ПО. Yandex.SpeechKit – набор инструментов для распознавания и синтеза речи, позволяющий сторонним разработчикам создавать свои приложения.

– Продукты от компании ЦРТ – различные продукты, позволяющие распознавать речь и звуки, производить автоматическое обслуживание клиентов и другие функции.

Примеры разработчиков и решений в рамках суб-СЦТ «Нейропротезирование и нейроинтерфейсы»:

– ЭкзоАтлет разрабатывает продукты в области протезирования и экзоскелетов. Их продукты помогают людям с ограниченными возможностями, а также улучшают физические способности пользователя.

Примеры разработчиков и решений в рамках суб-СЦТ «Нейросенсинг и Нейростимуляция»:

– Викиум разрабатывает программное обеспечение для отслеживания, анализа, визуализации мозговой активности и усиления когнитивных способностей пользователя.

1.5. Краткая информация о рынке

Потенциальный объем мирового рынка решений в сфере искусственного интеллекта и нейротехнологий в разрезе суб-СЦТ приведен в Таблице 3. В 2018 году мировой рынок решений в сфере ИИ составил 21,5 млрд долларов, к 2024 году он увеличится до 137,2 млрд долларов. В 2018 году мировой рынок решений в сфере нейротехнологий составил 1,3 млрд долларов, к 2024 году он увеличится до 7 млрд долларов.

Таблица 3 — Размер мирового рынка решений в сфере ИИ и нейротехнологий в разрезе суб-СЦТ, млрд \$

	Ед. изм.	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Рынок решений в сфере ИИ	Млрд \$	21,5	29,2	39,8	54,3	73,9	100,7	137,2
Суб-СЦТ «Компьютерное зрение»	Млрд \$	3,5	5,2	7,7	11,5	17,1	25,3	37,6
Суб-СЦТ «Обработка естественного языка»	Млрд \$	10,3	11,9	13,8	16,1	19,3	24,1	30,2
Суб-СЦТ «Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений»	Млрд \$	6,6	10,8	16,7	24,9	35,4	48,6	65,9
Суб-СЦТ «Распознавание и синтез речи»	Млрд \$	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,7	3,5
Рынок решений в сфере нейротехнологий	Млрд \$	1,3	1,7	2,3	3,0	4,0	5,3	7,0
Суб-СЦТ «Нейростимуляция и нейросенсинг»	Млрд \$	0,3	0,4	0,6	0,8	1,1	1,6	2,3
Суб-СЦТ «Нейропротезирование и нейроинтерфейсы»	Млрд \$	1,0	1,3	1,7	2,2	2,8	3,7	4,7

Потенциальный объем российского рынка решений в сфере искусственного интеллекта и нейротехнологий в разрезе суб-СЦТ приведен в Таблице 4. Российский рынок рассчитан на основании доли от мирового рынка. Фактическая доля РФ в мировом рынке ИИ составила в 2018 году 0,2%. Потенциально, доля РФ может увеличиться до 1,7% к 2024 году. В 2018 году российский рынок решений в сфере ИИ составил 2,1 млрд рублей, к 2024 году он увеличится до 160,1 млрд рублей. В 2018 году российский рынок решений в сфере нейротехнологий составил 0,1 млрд рублей, к 2024 году он увеличится до 8,2 млрд рублей.

Таблица 4 — Размер российского рынка решений в сфере ИИ в разрезе суб-СЦТ, млрд рублей

	Ед. изм.	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Рынок решений в сфере ИИ	Млрд руб.	2,1	6,0	16,9	48,0	71,7	107,2	160,1
Суб-СЦТ «Компьютерное зрение»	Млрд руб.	1,0	2,7	7,5	20,4	29,3	42,1	60,5
Суб-СЦТ «Обработка естественного языка»	Млрд руб.	0,4	1,0	3,0	8,7	13,1	19,8	29,9
Суб-СЦТ «Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений»	Млрд руб.	0,2	0,8	2,5	8,0	13,3	21,6	34,8
Суб-СЦТ «Распознавание и синтез речи»	Млрд руб.	0,5	1,4	3,9	10,9	16,1	23,7	34,9
Рынок решений в сфере Нейротехнологии	Млрд руб.	0,1	0,4	1,0	2,6	3,8	5,6	8,2
Суб-СЦТ «Нейростимуляция и нейросенсинг»	Млрд руб.	0,03	0,1	0,2	0,7	1,1	1,7	2,6
Суб-СЦТ «Нейропротезирование и нейроинтерфейсы»	Млрд руб.	0,1	0,3	0,7	1,9	2,8	3,9	5,5

Основными тенденциями развития рынка искусственного интеллекта являются:

- Развитие роботизированных сервисов с помощью ИИ и избавление от человеческого фактора и освобождения человека от монотонной работы путем автоматического создания программного обеспечения.
- Расширение вычислительных и функциональных возможностей программных продуктов.
- Новые методы машинного обучения, которые ускоряют разработку и реализацию решений в области ИИ в условиях ограниченного количества данных.
- Повсеместное применение ИИ.

Основными драйверами рынка искусственного интеллекта являются :

- Увеличение объема данных для анализа и повышение доступности данных надлежащего качества.
- Развитие вычислительной архитектуры следующего поколения.
- Развитие перспективных методов анализа данных.

1.6. Приоритизация субтехнологий между собой и ее обоснование.

В рамках разработки дорожной карты развития СЦТ «Искусственный интеллект и нейротехнологии» для каждой суб-СЦТ была дана оценка потенциала коммерциализации и применения, данная оценка и послужила критерием приоритизации суб-СЦТ:

Компьютерное зрение — потенциал коммерциализации и применения оценивается на высоком уровне, так как уровень развития технологии находится на достаточно высоком уровне и существуют внедренные решения.

Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений — потенциал коммерциализации и применения оценивается на высоком уровне, существуют опытные и серийные образцы решений с достаточно высоким уровнем точности и стабильности работы.

Обработка естественного языка — потенциал коммерциализации и применения оценивается на среднем уровне из-за высокого уровня зависимости от языка.

Распознавание и синтез речи — потенциал коммерциализации и применения оценивается на среднем уровне из-за высокого уровня зависимости от языка.

Нейропротезирование – потенциал коммерциализации и применения оценивается на среднем уровне, так как решения, относящиеся к данной суб-СЦТ находятся на уровне идей или НИОКР и не нашли своего повсеместного внедрения. Согласно протоколу заседания Наблюдательного совета АНО «Цифровая экономика» от 24 мая 2019 г. № 13 данная технология не является приоритетной.

Перспективные методы и технологии в ИИ — потенциал коммерциализации и применения оценивается на низком уровне из-за того, что многие технологии в рамках суб-СЦТ находятся на начальном уровне развития.

Нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг – потенциал коммерциализации и применения оценивается на низком уровне, так как решения, относящиеся к данной суб-СЦТ находятся на уровне идей или НИОКР и не нашли своего повсеместного внедрения. Согласно протоколу заседания Наблюдательного совета АНО «Цифровая экономика» от 24 мая 2019 г. № 13 данная технология не является приоритетной.

В результате приоритизации были получены следующие результаты:

- Суб-СЦТ 1-го приоритета: Компьютерное зрение, Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений
- Суб-СЦТ 2-го приоритета: Обработка естественного языка, Распознавание и синтез речи
- Суб-СЦТ 3-го приоритета: Перспективные методы и технологии в ИИ

Приоритет суб-СЦТ учтен в рекомендации по распределению бюджетного финансирования (Раздел 4)

1.7. Верхнеуровневая оценка наличия синергетических эффектов

Характер взаимосвязи СЦТ «Искусственный интеллект» с остальными 8 СЦТ приведен в Таблица 5

Таблица 5 — Взаимосвязь СЦТ ИИ с остальными 8 СЦТ

Сквозные цифровые технологии (СЦТ)	Характер взаимосвязи ИИ с остальными СЦТ
Компоненты робототехники и сенсорики	<ul style="list-style-type: none"> – Принятие решений за работа – Интерпретация данных Примеры совместных решений: Использование решений суб-СЦТ «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений» для принятия решений роботом Использование решений суб-СЦТ «Компьютерное зрение» для обеспечения работа необходимой информацией об окружающем пространстве Использование решений суб-СЦТ «Распознавание и синтез речи» для обеспечения коммуникации робота с людьми

Технологии виртуальной и дополненной реальности	<ul style="list-style-type: none"> – Расчет дополненной реальности <p>Примеры совместных решений:</p> <p>Использование решений суб-СЦТ «Компьютерное зрение» для обеспечения систем виртуальной/дополненной реальности информацией о совершаемых действиях</p> <p>Использование решений суб-СЦТ «Распознавание и синтез речи» для обеспечения более полного погружения человека в систему</p>
Промышленный интернет	<ul style="list-style-type: none"> – Повышение функционала датчиков – Повышение точности расчетов на основе полученной информации <p>Примеры совместных решений:</p> <p>Использование решений суб-СЦТ «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений» для принятия решений на основе данных с различных устройств</p> <p>Использование решений суб-СЦТ «Компьютерное зрение» для обеспечения контроля работоспособности устройств промышленного интернета</p>
Новые производственные технологии	<ul style="list-style-type: none"> – Оптимизация процессов создания опытных образцов – Системы оптимизации и управления производством на основе ИИ
Большие данные	<ul style="list-style-type: none"> – Обучение и работа на больших данных – Использование механизмов предиктивной аналитики, – Обработка и утилизация данных с использованием ИИ и машинного обучения, – Повышение качества и консистентности данных при помощи data mining
Технологии беспроводной связи	<ul style="list-style-type: none"> – В перспективе — снижение затрат на обмен данными
Системы распределенного реестра	<ul style="list-style-type: none"> – Низкий уровень связи, так как блокчейн — децентрализованная система хранения и обработки данных, а ИИ — централизованная
Квантовые технологии	<ul style="list-style-type: none"> – В перспективе — возможность использования квантовых технологий для хранения данных и выполнения вычислений

Согласно решению наблюдательного совета АНО «Цифровая экономика» в дорожную карту были добавлены элементы следующих дорожных карт:

- Компоненты робототехники и сенсорики (Интеллектуальные системы управления РТС, Технологии навигации и восприятия окружающей среды)
- Большие данные (Технологии обработки, утилизации данных с использованием ML, Технологии обогащения данных, Использование доверенных (качественных) данных для BI, Предиктивная аналитика)

Также проведена сверка технологических задач с дорожной картой Промышленный интернет

1.8. Перечень ограничений развития СЦТ

Ряд ограничений развития суб-СЦТ и создания перспективных решений на их базе указан ниже (см. Таблица 6)

Таблица 6 — Ограничения, препятствующие полномасштабному развитию суб-СЦТ

Группы ограничений	Ограничения
Ограничения в области «Алгоритмы и математические методы»	<ul style="list-style-type: none"> – Низкая интенсивность научных исследований в сфере ИИ и дефицит финансирования – Дефицит кадров для исследования в сфере ИИ – Низкая международная конкурентоспособность ведущих национальных исследовательских центров – Низкий уровень участия России в международных исследовательских проектах, ограниченный доступ к зарубежным технологиям, вызванный санкциями

Группы ограничений	Ограничения
Ограничения в области «Кадры»	<ul style="list-style-type: none"> – Дефицит современных программ подготовки специалистов в сфере ИИ – Дефицит специалистов в сфере ИИ на рынке труда – Низкая готовность кадров в большинстве компаний к использованию технологий ИИ и общий дефицит цифровых навыков – Отсутствие обучения работе с технологиями ИИ в большинстве образовательных программ – Отток за рубеж квалифицированных специалистов в сфере ИИ
Ограничения в области «Программное обеспечение»	<ul style="list-style-type: none"> – Дефицит собственных научных исследований и технологических разработок в сфере ИИ – Отсутствие крупных российских разработчиков и производителей специализированного аппаратного обеспечения и высокий уровень зависимости от импортных поставок оборудования и комплектующих – Низкий уровень внедрения технологий ИИ, ограниченный спрос со стороны компаний и государственных организаций, значительные барьеры для внедрения (включая монополизацию в большинстве отраслей и ограничительное отраслевое регулирование)
Ограничения в области «Аппаратное обеспечение»	<ul style="list-style-type: none"> – Недостаточный уровень развития отечественных высокоскоростных энергоэффективных микропроцессоров, оптимальных для задачи ИИ – Недостаточная обеспеченность ЦОД коллективного или индивидуального использования под выполнение задач искусственного интеллекта
Ограничения в области «Данные»	<ul style="list-style-type: none"> – Отсутствие методологии сбора и разметки данных – Недостаточность общедоступных дата-сетов, – Низкий уровень доступа к государственным данным – Отсутствие единых подходов к форматам, разметке и доступу к данным – для совместимости данных из различных источников
Ограничения в области «Нормативное регулирование»	<ul style="list-style-type: none"> – Отсутствие полноценной системы нормативно-технического регулирования в области ИИ – Сложность административно-правового и нормативно-технического порядка тестирования и внедрения разработок в сфере ИИ – Несовместимость некоторых положений законодательства о защите данных с технологиями ИИ

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

Целевые показатели развития СЦТ «Нейротехнологии и Искусственный интеллект» представлены в Таблице 7. Данные показатели отражают только часть технологических задач СЦТ «Нейротехнологии и Искусственный интеллект», полный перечень технологических задач, по которым необходимо осуществлять поддержку приведен в Разделе 3.

Таблица 7 — Целевые показатели развития СЦТ «Нейротехнологии и Искусственный интеллект»

Направление Развития	Состояние на 2018 год	Целевой результат на 2021 год	Целевой результат на 2024 год
1. Компьютерное зрение	Синтез/генерация изображений/видео и подмена объектов в видео/фото затруднены (легко отличить синтезированное изображение) Идентификация небольшого числа объектов в реальном времени Диагностика патологий по изображению хуже чем человек	Сбор наборов данных (data sets) и обучение классификаторов и обучение системы по «ситуации» на высоком уровне Синтез/генерация 3D, 2D изображений и видео объектов на хорошем уровне, но человек все еще может отличить синтезированный материал Диагностика патологий по изображению на уровне человека	Синтез/генерация 3D, 2D изображений и видео объектов с сохранением узнаваемости (человек не может отличить синтезированное видео от настоящего) Высокоскоростная идентификация большого количества объектов (более 200) в видео и фото реальном времени и сложной среде (погода, помехи) Диагностика патологий по изображению (фото, МРТ, УЗИ) лучше чем человек для более чем 20 типов заболеваний/снимков
2. Обработка естественного языка	Распознавание слов в тексте, идентификация похожих текстов Простые чат-боты (не понимают сленг, сокращения и ошибки, не могут поддерживать разговор на свободную тему)	Спам фильтрация на основе ИИ Интеллектуальный поиск ответов в тексте и «понимание» запросов пользователя	Распознавание общего смысла текста, возможность выделять ключевые тезисы из текста (включая тексты со сленгом и литературными приемами) Многофункциональные чат-боты (разговор на свободную тему, выполнение большого количества задач (более 10), разговаривают с учетом сленга и ошибок, распознают более 98% запросов)
3. Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений	Принятие решений/рекомендации на основе длительного анализа Тестирование моделей производится при помощи А/В тестов Управление 1-м объектом	Создание рекомендательных систем, тестируемых без участия пользователя Системы предиктивной аналитики для промышленности, сельского хозяйства и сервисных отраслей (финансы, торговля) точнее и быстрее чем человек	Принятие решений в рамках непрерывного процесса (оборудование/робот; до 0,1с) Тестирование моделей без участия пользователя Управление группой/роем однородных объектов (более 10 объектов, управление роем однородных объектов, работа при потере части объектов)

Направление Развития	Состояние на 2018 год	Целевой результат на 2021 год	Целевой результат на 2024 год
4. Распознавание и синтез речи	Распознавание речи на небольшом расстоянии (до 3м) при отсутствии внешних факторов (шумы/помехи), и малом количестве источников звука	Распознавание речи на большом (до 50м) расстоянии, с учетом помех/шумов	Распознавание более 10 источников звуков Распознавание антропологических признаков и эмоций с высокой (более 80%) точностью
5. Перспективные методы и технологии в ИИ	Обучение моделей требует большого количества данных и трудозатрат Обучение и дообучение моделей производится в ручном режиме	One-Shot Learning - предиктивная выдача результатов, например при аварийных ситуациях в промышленности	One-Shot Learning (Обучение моделей производится на нескольких (от 30) объектах) Автоматизация обучения нейронных сетей (AutoML) (системы на основе ИИ обладают способностью к самостоятельному обучению)
6–7. Нейротехнологии	Согласно протоколу заседания Наблюдательного совета АНО «Цифровая экономика» от 24 мая 2019 г. № 13 было рекомендовано исключить Нейротехнологии из перечня приоритетных субтехнологий и продолжить их развитие в рамках Национальной Технологической Инициативы		

В целевом состоянии (при достижении целевых результатов дорожной карты) ИИ в России является развитой отраслью, обеспечивающей повышение конкурентоспособности и производительности национальной экономики, рост качества жизни населения и повышение общего уровня цифровизации. Развитие технологий ИИ обеспечит технологическое лидерство России как в сфере ИТ, так и в других отраслях, будет способствовать достижению целей импортозамещения и развитию экспорта.

Согласно протоколу заседания Наблюдательного совета АНО «Цифровая экономика» от 24 мая 2019 г. № 13 было рекомендовано исключить Нейротехнологии (Нейропротезирование, Нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг) из перечня приоритетных субтехнологий и продолжить их развитие в рамках Национальной Технологической Инициативы.

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

3.1. Перечень технологических задач

В Таблице 8 представлены технологические задачи и ожидаемые результаты по каждой суб-СЦТ с указанием целевых сроков (этапов) их достижения, а также предварительные перечни мер поддержки и ответственных за меры поддержки (области применения указанные в примерах не имеют приоритета над другими областями применения, перечень инструментов является индикативным и не ограничивает проекты в получении других инструментов поддержки). Мероприятия по развитию движущих факторов приведены в Разделе 3.2. Ожидаемые результаты по суб-СЦТ приведены в Разделе 2. Все технологические задачи в рамках СЦТ являются приоритетными, необходимое финансирование распределено согласно текущему объему и потенциалу развития рынков суб-СЦТ (см. Раздел 4). В случае выделения финансирования в меньшем объеме, чем указанном в Разделе 4, предлагается уменьшать объем финансирования пропорционально по всем суб-СЦТ. Технические характеристики по которым может быть произведено сравнение решений в рамках технологических задач приведены в Таблице Таблица 2 Раздела 1.2. Сравнение по техническим характеристикам необходимо проводить в рамках одной технологической задачи и одной сферы применения в ней.

Таблица 8 — Технологические задачи и ожидаемые результаты

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
I	Субтехнология «Компьютерное зрение»				
I.1	Технологическая задача: Сбор наборов данных (data sets) и обучение классификаторов				
1.1.1	Поддержка коммерциализации проектов по сбору наборов данных (data sets) и обучению классификаторов, например, для постановки диагноза на основе анализа фото и видео точнее, чем человек, и для применения в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных собирать наборы данных (data sets) и обучать классификаторы, например, для постановки диагноза на основе анализа фото и видео точнее, чем человек, и для применения в других сферах	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
1.1.2	Поддержка коммерциализации проектов по сбору наборов данных (data sets) и обучению классификаторов, например, для постановки диагноза на основе анализа фото и видео точнее, чем человек, и для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных собирать наборы данных (data sets) и обучать классификаторы, например, для постановки диагноза на основе анализа фото и видео точнее, чем человек, и для применения в других сферах	2019–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
1.1.3	Поддержка компаний в сфере сбора наборов данных (data sets) и обучения классификаторов, например, для постановки диагноза на основе анализа фото и видео точнее, чем человек, и для применения в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере сбора наборов данных (data sets) и обучения классификаторов, например, для постановки диагноза на основе анализа фото и видео точнее, чем человек, и для применения в других сферах	2021–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	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
1.1.4	Поддержка внедрения проектов по сбору наборов данных (data sets) и обучению классификаторов, например, для постановки диагноза на основе анализа фото и видео точнее, чем человек, и для применения в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных собирать наборы данных (data sets) и обучать классификаторы, например, для постановки диагноза на основе анализа фото и видео точнее, чем человек, и для применения в других сферах	2021–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
1.2	Технологическая задача: Сбор набора данных (data sets) и обучение системы по «ситуации»				
1.2.1	Поддержка коммерциализации проектов по сбору набора данных (data sets) и обучению системы по «ситуации», например, для системы анализа ситуации в режиме реального времени, и для применения в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных собирать данные (data sets) и обучать системы по «ситуации», например, для системы анализа ситуации в режиме реального времени, и для применения в других сферах	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
1.2.2	Поддержка коммерциализации проектов по сбору набора данных (data sets) и обучению системы по «ситуации», например, для системы анализа ситуации в режиме реального времени, и для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных собирать данные (data sets) и обучать системы по «ситуации», например, для системы анализа ситуации в режиме реального времени, и для применения в других сферах	2019–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
1.2.3	Поддержка компаний в сфере сбора набора данных (data sets) и обучения системы по «ситуации», например, для системы анализа ситуации в режиме реального времени, и для применения в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере сбора набора данных (data sets) и обучения системы по «ситуации», например, для системы анализа ситуации в режиме реального времени, и для применения в других сферах	2021–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
1.2.4	Поддержка внедрения проектов по сбору набора данных (data sets) и обучению системы по «ситуации», например, для системы анализа ситуации в режиме реального времени, и для применения в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных собирать данные (data sets) и обучать системы по «ситуации», например, для системы анализа ситуации в режиме реального времени, и для применения в других сферах	2021–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
1.3	Технологическая задача: Синтез/ генерация 3D, 2D изображений и видео-объектов с сохранением узнаваемости				
1.3.1	Поддержка коммерциализации проектов по синтезу/генерации 3D, 2D изображений и видео-объектов с сохранением узнаваемости, например, для воссоздания трехмерных сцен и их стилей на основе двухмерных изображений и видео, создания реалистичных цифровых аватаров в том числе для использования в производстве видео-продукции, в интерфейсах устройств и обучении, а также для применения в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных синтезировать/генерировать 3D, 2D изображения и видео объекты с сохранением узнаваемости, например, для воссоздания трехмерных сцен и их стилей на основе двухмерных изображений и видео, создания реалистичных цифровых аватаров в том числе для использования в производстве видео-продукции, в интерфейсах устройств и обучении, а также для применения в других сферах	2019–2022	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1.3.2	Поддержка коммерциализации проектов по синтезу/генерации 3D, 2D изображений и видео-объектов с сохранением узнаваемости, например, для воссоздания трехмерных сцен и их стилей на основе двухмерных изображений и видео, создания реалистичных цифровых аватаров в том числе для использования в производстве видео-продукции, в интерфейсах устройств и обучении, а также для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных синтезировать/генерировать 3D, 2D изображения и видео объекты с сохранением узнаваемости, например, для воссоздания трехмерных сцен и их стилей на основе двухмерных изображений и видео, создания реалистичных цифровых аватаров в том числе для использования в производстве видео-продукции, в интерфейсах устройств и обучении, а также для применения в других сферах	2019–2022	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
1.3.3	Поддержка компаний в сфере синтеза/генерации 3D, 2D изображений и видео-объектов с сохранением узнаваемости, например, для воссоздания трехмерных сцен и их стилей на основе двухмерных изображений и видео, создания реалистичных цифровых аватаров в том числе для использования в производстве видео-продукции, в интерфейсах устройств и обучении, а также для применения в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере синтеза/генерации 3D, 2D изображений и видео-объектов с сохранением узнаваемости, например, для воссоздания трехмерных сцен и их стилей на основе двухмерных изображений и видео, создания реалистичных цифровых аватаров в том числе для использования в производстве видео-продукции, в интерфейсах устройств и обучении, а также для применения в других сферах	2022–2024 гг	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
1.3.4.	Поддержка внедрения проектов по синтезу/генерации 3D, 2D изображений и видео-объектов с сохранением узнаваемости, например, для воссоздания трехмерных сцен и их стилей на основе двухмерных изображений и видео, создания реалистичных цифровых аватаров в том числе для использования в производстве видео-продукции, в интерфейсах устройств и обучении, а также для применения в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных синтезировать/генерировать 3D, 2D изображения и видео объекты с сохранением узнаваемости, например, для воссоздания трехмерных сцен и их стилей на основе двухмерных изображений и видео, создания реалистичных цифровых аватаров в том числе для использования в производстве видео-продукции, в интерфейсах устройств и обучении, а также для применения в других сферах	2022–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
1.4	Технологическая задача: Получение и обработка информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, в том числе LIDAR				
1.4.1	Поддержка коммерциализации проектов по получению и обработке информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, в том числе LIDAR, например, для использования в беспилотном транспорте, и для применения в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных получать и обрабатывать информацию об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, в том числе LIDAR, например, для использования в беспилотном транспорте, и для применения в других сферах	2019–2023	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
1.4.2	Поддержка коммерциализации проектов по получению и обработке информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, в том числе	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных получать и обрабатывать информацию об удаленных объектах с	2019–2023 гг	Поддержка разработки и внедрения промышленных	Минпромторг России, 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
	LIDAR, например, для использования в беспилотном транспорте, и для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	помощью активных оптических систем, в том числе LIDAR, например, для использования в беспилотном транспорте, и для применения в других сферах		решений; Поддержка компаний-лидеров	
1.4.3	Поддержка компаний в сфере получения и обработки информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, в том числе LIDAR, например, для использования в беспилотном транспорте, и для применения в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере получения и обработки информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, в том числе LIDAR, например, для использования в беспилотном транспорте, и для применения в других сферах	2023–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
1.4.4	Поддержка внедрения проектов по получению и обработке информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, в том числе LIDAR, например, для использования в беспилотном транспорте, и для применения в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных получать и обрабатывать информацию об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, в том числе LIDAR, например, для использования в беспилотном транспорте, и для применения в других сферах	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
1.5	Технологическая задача: Детекция и идентификация субъектов в сложной окружающей среде				
1.5.1	Поддержка коммерциализации проектов по детекции и идентификации субъектов в сложной окружающей среде, например, для систем охраны и обеспечения безопасности, и для использования в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных осуществлять детекцию и идентифицировать субъекты в сложной окружающей среде, например, для систем охраны и обеспечения безопасности, и для использования в других сферах	2019–2023	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
1.5.2	Поддержка коммерциализации проектов по детекции и идентификации субъектов в сложной окружающей среде, например, для систем охраны и обеспечения безопасности, и для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных осуществлять детекцию и идентифицировать субъекты в сложной окружающей среде, например, для систем охраны и обеспечения безопасности, и для использования в других сферах	2019–2023	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
1.5.3	Поддержка компаний в сфере детекции и идентификации субъектов в сложной окружающей среде, например, для систем охраны и обеспечения безопасности, и для использования в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере детекции и идентификации субъектов в сложной окружающей среде, например, для систем охраны и обеспечения безопасности, и для использования в других сферах	2023–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
1.5.4.	Поддержка внедрения проектов по детекции и идентификации субъектов в сложной окружающей среде, например, для систем охраны и обеспечения безопасности, и для использования в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных осуществлять детекцию и идентифицировать субъекты в сложной окружающей среде, например, для систем охраны и обеспечения безопасности, и для использования в других сферах	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1.6	Технологическая задача: Высокоскоростная идентификация большого количества объектов в различных частях электромагнитного спектра				
1.6.1	Поддержка коммерциализации проектов по высокоскоростной идентификации большого количества объектов в различных частях электромагнитного спектра, например, для систем охраны, обеспечения безопасности и сбора данных о городском трафике и их анализа (Smart cities), и для использования в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных с высокой скоростью идентифицировать большое количество объектов в различных частях электромагнитного спектра, например, для систем охраны, обеспечения безопасности и сбора данных о городском трафике и их анализа (Smart cities), и для использования в других сферах	2019–2023	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
1.6.2	Поддержка коммерциализации проектов по высокоскоростной идентификации большого количества объектов в различных частях электромагнитного спектра, например, для систем охраны, обеспечения безопасности и сбора данных о городском трафике и их анализа (Smart cities), и для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных с высокой скоростью идентифицировать большое количество объектов в различных частях электромагнитного спектра, например, для систем охраны, обеспечения безопасности и сбора данных о городском трафике и их анализа (Smart cities), и для использования в других сферах	2019–2023	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
1.6.3	Поддержка компаний в сфере высокоскоростной идентификации большого количества объектов в различных частях электромагнитного спектра, например, для систем охраны, обеспечения безопасности и сбора данных о городском трафике и их анализа (Smart cities), и для использования в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере высокоскоростной идентификации большого количества объектов в различных частях электромагнитного спектра, например, для систем охраны, обеспечения безопасности и сбора данных о городском трафике и их анализа (Smart cities), и для использования в других сферах	2023–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
1.6.4	Поддержка внедрения проектов по высокоскоростной идентификации большого количества объектов в различных частях электромагнитного спектра, например, для систем охраны, обеспечения безопасности и сбора данных о городском трафике и их анализа (Smart cities), и для использования в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных с высокой скоростью идентифицировать большое количество объектов в различных частях электромагнитного спектра, например, для систем охраны, обеспечения безопасности и сбора данных о городском трафике и их анализа (Smart cities), и для использования в других сферах	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
1.7	Технологическая задача: Автономная семантическая сегментация, классификация и идентификация, разбиение на объекты и распознавание мелких деталей, в том числе в режиме реального времени				
1.7.1.	Разработка подходов и алгоритмов по автономной семантической сегментации, классификации и идентификации, разбиению на объекты и распознаванию мелких деталей, в том числе в режиме реального времени, например, для широкого спектра сервисных роботов, использующих мелкую моторику, в	Разработаны подходы и алгоритмы, способные автономно семантически сегментировать, классифицировать и идентифицировать, разбивать на объекты и распознавать мелкие детали, например, для широкого спектра сервисных роботов, использующих мелкую моторику, в том числе	2021–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; 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
	том числе логистических, медицинских и социальных, для биометрической идентификации без потребности в физ. носителе, а также для применения в других сферах	логистических, медицинских и социальных, для биометрической идентификации без потребности в физ. носителе, а также для применения в других сферах			
1.7.2	Поддержка коммерциализации проектов по автономной семантической сегментации, классификации и идентификации, разбиению на объекты и распознаванию мелких деталей, в том числе в режиме реального времени, например, для широкого спектра сервисных роботов, использующих мелкую моторику, в том числе логистических, медицинских и социальных, для биометрической идентификации без потребности в физ. носителе, а также для применения в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных автономно семантически сегментировать, классифицировать и идентифицировать, разбивать на объекты и распознавать мелкие детали, например, для широкого спектра сервисных роботов, использующих мелкую моторику, в том числе логистических, медицинских и социальных, для биометрической идентификации без потребности в физ. носителе, а также для применения в других сферах	2021–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
1.7.3	Поддержка коммерциализации проектов по автономной семантической сегментации, классификации и идентификации, разбиению на объекты и распознаванию мелких деталей, в том числе в режиме реального времени, например, для широкого спектра сервисных роботов, использующих мелкую моторику, в том числе логистических, медицинских и социальных, для биометрической идентификации без потребности в физ. носителе, а также для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных автономно семантически сегментировать, классифицировать и идентифицировать, разбивать на объекты и распознавать мелкие детали, например, для широкого спектра сервисных роботов, использующих мелкую моторику, в том числе логистических, медицинских и социальных, для биометрической идентификации без потребности в физ. носителе, а также для применения в других сферах	2021–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
1.8	Технологическая задача: Понимание образов с учетом контекста и сигналов из нескольких источников (data fusion/ комплексирование в рамках э/м волн)				
1.8.1	Разработка подходов и алгоритмов по пониманию образов с учетом контекста и сигналов из нескольких источников (data fusion/ комплексирование в рамках э/м волн), например, для интеграции данных с различных типов сенсоров и ориентирования в сложных средах, и для применения в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные понимать образы с учетом контекста и сигналов из нескольких источников (data fusion/ комплексирование в рамках э/м волн), например, для интеграции данных с различных типов сенсоров и ориентирования в сложных средах, и для применения в других сферах	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
1.8.2	Поддержка коммерциализации проектов по пониманию образов с учетом контекста и сигналов из нескольких источников (data fusion/ комплексирование в рамках э/м волн), например, для интеграции данных с различных типов сенсоров и ориентирования в сложных средах, и для применения в других сферах на	Получены первые прототипы продуктов, способных понимать образы с учетом контекста и сигналов из нескольких источников (data fusion/ комплексирование в рамках э/м волн), например, для интеграции данных с различных типов сенсоров и ориентирования в сложных средах, и для	2021–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	посевной стадии	применения в других сферах			
1.8.3	Поддержка коммерциализации проектов по пониманию образов с учетом контекста и сигналов из нескольких источников (data fusion/ комплексирование в рамках э/м волн), например, для интеграции данных с различных типов сенсоров и ориентирования в сложных средах, и для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных понимать образы с учетом контекста и сигналов из нескольких источников (data fusion/ комплексирование в рамках э/м волн), например, для интеграции данных с различных типов сенсоров и ориентирования в сложных средах, и для применения в других сферах	2021–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
1.9	Технологическая задача: Психографический и эмоциональный анализ поведения людей и животных на основе видео-данных				
1.9.1	Разработка подходов и алгоритмов психографического и эмоционального анализа поведения людей и животных на основе видео-данных, например, для системы сбора и классификации эмоциональных данных (маркетинг, наука, обеспечение безопасности), и для применения в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные выполнять психографический и эмоциональный анализ поведения людей и животных на основе видео-данных, например, для системы сбора и классификации эмоциональных данных (маркетинг, наука, обеспечение безопасности), и для применения в других сферах	2019–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
1.10	Технологическая задача: Гибридные системы компьютерного зрения (комбинация с ИИ и без)				
1.10.1	Разработка подходов и алгоритмов гибридных систем компьютерного зрения (комбинация с ИИ и без), например, для использования в сертифицируемых в рамках текущего регулирования систем компьютерного зрения, и для применения в других сферах	Разработаны и сертифицированы подходы и алгоритмы гибридных систем компьютерного зрения (в комбинации с ИИ и без), например, для использования в сертифицируемых в рамках текущего регулирования систем компьютерного зрения, и для применения в других сферах	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
1.10.2	Поддержка коммерциализации проектов по гибридным системам компьютерного зрения (комбинация с ИИ и без), например, для использования в сертифицируемых в рамках текущего регулирования систем компьютерного зрения, и для применения в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы сертифицированных гибридных систем компьютерного зрения (в комбинации с ИИ и без), например, для использования в сертифицируемых в рамках текущего регулирования систем компьютерного зрения, и для применения в других сферах	2021–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
1.10.3	Поддержка коммерциализации проектов по гибридным системам компьютерного зрения (комбинация с ИИ и без), например, для использования в сертифицируемых в рамках текущего регулирования систем компьютерного зрения, и для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы сертифицированных гибридных систем компьютерного зрения (в комбинации с ИИ и без), например, для использования в сертифицируемых в рамках текущего регулирования систем компьютерного зрения, и для применения в других сферах	2021–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
2	Субтехнология «Обработка естественного языка»				
2.1	Технологическая задача: Спам фильтрация на основе искусственного интеллекта				

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
2.1.1	Поддержка коммерциализации проектов по созданию систем анализа и фильтрации получаемой информации на основе искусственного интеллекта на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных анализировать и фильтровать получаемую информацию на основе искусственного интеллекта	2019–2020	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
2.1.2	Поддержка коммерциализации проектов по созданию систем анализа и фильтрации получаемой информации на основе искусственного интеллекта (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных анализировать и фильтровать получаемую информацию на основе искусственного интеллекта	2019–2020	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
2.1.3	Поддержка компаний в сфере создания систем анализа и фильтрации получаемой информации на основе искусственного интеллекта (за исключением посевной стадии)	На российском рынке работают компании в сфере создания систем анализа и фильтрации получаемой информации на основе искусственного интеллекта (за исключением посевной стадии)	2020–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
2.1.4	Поддержка внедрения проектов по анализу и фильтрации получаемой информации на основе искусственного интеллекта	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных анализировать и фильтровать получаемую информацию на основе искусственного интеллекта	2020–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
2.2	Технологическая задача: Интеллектуальный поиск ответов в тексте и «понимание» запросов пользователя				
2.2.1	Поддержка коммерциализации проектов по интеллектуальному поиску ответов в тексте и «пониманию» запросов пользователя, например, для интеллектуального поиска по базе документов, и для применения в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных осуществлять интеллектуальный поиск для поиска ответов в тексте и «понимать» запросы пользователя, например, для интеллектуального поиска по базе документов, и для применения в других сферах	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
2.2.2	Поддержка коммерциализации проектов по интеллектуальному поиску ответов в тексте и «пониманию» запросов пользователя, например, для интеллектуального поиска по базе документов, и для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных осуществлять интеллектуальный поиск для поиска ответов в тексте и «понимать» запросы пользователя, например, для интеллектуального поиска по базе документов, и для применения в других сферах	2019–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
2.2.3	Поддержка компаний в сфере интеллектуального поиска ответов в тексте и «понимания» запросов пользователя, например, для интеллектуального поиска по базе документов, и для применения в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере интеллектуального поиска ответов в тексте и «понимания» запросов пользователя, например, для интеллектуального поиска по базе документов, и для применения в других сферах	2021–2024 гг	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
2.2.4	Поддержка внедрения проектов по интеллектуальному поиску ответов в тексте и «пониманию» запросов пользователя, например, для интеллектуального поиска	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных осуществлять интеллектуальный поиск для поиска ответов в тексте	2021–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	по базе документов, и для применения в других сферах	и «понимать» запросы пользователя, например, для интеллектуального поиска по базе документов, и для применения в других сферах			информационных технологий
2.3	Технологическая задача: Распознавание ошибок, слэнга и аббревиатур				
2.3.1	Поддержка коммерциализации проектов по распознаванию ошибок, слэнга и аббревиатур, например, для улучшения текущих решений (чат-боты, ассистенты и т.д.) с учетом контекста, и для применения в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных распознавать ошибки, слэнг и аббревиатуры, например, для улучшения текущих решений (чат-боты, ассистенты и т. д.) с учетом контекста, и для применения в других сферах	2019–2022	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
2.3.2	Поддержка коммерциализации проектов по распознаванию ошибок, слэнга и аббревиатур, например, для улучшения текущих решений (чат-боты, ассистенты и т. д.) с учетом контекста, и для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных распознавать ошибки, слэнг и аббревиатуры, например, для улучшения текущих решений (чат-боты, ассистенты и т. д.) с учетом контекста, и для применения в других сферах	2019–2022	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
2.3.3	Поддержка компаний в сфере распознавания ошибок, слэнга и аббревиатур, например, для улучшения текущих решений (чат-боты, ассистенты и т. д.) с учетом контекста, и для применения в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере распознавания ошибок, слэнга и аббревиатур, например, для улучшения текущих решений (чат-боты, ассистенты и т. д.) с учетом контекста, и для применения в других сферах	2022–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
2.3.4	Поддержка внедрения проектов по распознаванию ошибок, слэнга и аббревиатур, например, для улучшения текущих решений (чат-боты, ассистенты и т. д.) с учетом контекста, и для применения в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных распознавать ошибки, слэнг и аббревиатуры, например, для улучшения текущих решений (чат-боты, ассистенты и т. д.) с учетом контекста, и для применения в других сферах	2022–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
2.4	Технологическая задача: Учет контекста/истории взаимодействия, группировка и классификация при распознавании текста				
2.4.1.	Поддержка коммерциализации проектов по учету контекста/истории взаимодействия, группировке и классификации при распознавании текста, например, для построения блок-схем на основании текстовой информации и анализа нарушения логики в них, а также для применения в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных учитывать контекст/историю взаимодействия, группировку и классификацию при распознавании текста, например, для построения блок-схем на основании текстовой информации и анализа нарушения логики в них, а также для применения в других сферах	2019–2022	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
2.4.2	Поддержка коммерциализации проектов по учету контекста/истории взаимодействия, группировке и классификации при распознавании текста, например, для построения блок-схем на основании текстовой информации и анализа нарушения логики в них, а также для применения в других сферах	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных учитывать контекст/историю взаимодействия, группировку и классификацию при распознавании текста, например, для построения блок-схем на основании текстовой информации и анализа нарушения логики	2019–2022	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, 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
	(за исключением посевной стадии)	в них, а также для применения в других сферах			
2.4.3	Поддержка компаний в сфере учета контекста/истории взаимодействия, группировки и классификации при распознавании текста, например, для построения блок-схем на основании текстовой информации и анализа нарушения логики в них, а также для применения в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере учета контекста/истории взаимодействия, группировки и классификации при распознавании текста, например, для построения блок-схем на основании текстовой информации и анализа нарушения логики в них, а также для применения в других сферах	2022–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
2.4.4	Поддержка внедрения проектов по учету контекста/истории взаимодействия, группировке и классификации при распознавании текста, например, для построения блок-схем на основании текстовой информации и анализа нарушения логики в них, а также для применения в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных учитывать контекст/историю взаимодействия, группировку и классификацию при распознавании текста, например, для построения блок-схем на основании текстовой информации и анализа нарушения логики в них, а также для применения в других сферах	2022–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
2.5	Технологическая задача: Понимание различных литературных приемов и стилей				
2.5.1	Поддержка коммерциализации проектов по пониманию различных литературных приемов и стилей, например, для использования в автоматических системах литературного, технического и делового перевода, а также для применения в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных понимать различные литературные приемы и стили, например, для использования в автоматических системах литературного, технического и делового перевода, а также для применения в других сферах	2019–2023	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
2.5.2	Поддержка коммерциализации проектов по пониманию различных литературных приемов и стилей, например, для использования в автоматических системах литературного, технического и делового перевода, а также для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных понимать различные литературные приемы и стили, например, для использования в автоматических системах литературного, технического и делового перевода, а также для применения в других сферах	2019–2023	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
2.5.3	Поддержка компаний в сфере понимания различных литературных приемов и стилей, например, для использования в автоматических системах литературного, технического и делового перевода, а также для применения в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере понимания различных литературных приемов и стилей, например, для использования в автоматических системах литературного, технического и делового перевода, а также для применения в других сферах	2023–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
2.5.4	Поддержка внедрения проектов по пониманию различных литературных приемов и стилей, например, для использования в автоматических системах литературного, технического и делового перевода, а также для применения в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных понимать различные литературные приемы и стили, например, для использования в автоматических системах литературного, технического и делового перевода, а	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		также для применения в других сферах			
2.6	Технологическая задача: Автоматический подбор, выбор и интеграция навыков				
2.6.1	Поддержка коммерциализации проектов по автоматическому подбору, выбору и интеграции навыков, например, для использования в технологии мультизадачных разговорных ассистентов, и для использования в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных автоматически подбирать, выбирать и интегрировать навыки, например, для использования в технологии мультизадачных разговорных ассистентов, и для использования в других сферах	2019–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
2.6.2	Поддержка коммерциализации проектов по автоматическому подбору, выбору и интеграции навыков, например, для использования в технологии мультизадачных разговорных ассистентов, и для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных автоматически подбирать, выбирать и интегрировать навыки, например, для использования в технологии мультизадачных разговорных ассистентов, и для использования в других сферах	2019–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
2.7	Технологическая задача: Динамическое распознавание смысла (распознавание до получения законченного предложения/абзаца)				
2.7.1	Разработка подходов и алгоритмов динамического распознавания смысла (распознавание до получения законченного предложения/абзаца), например, для внедрения в системы автоматического синхронного перевода на основе искусственного интеллекта, и для использования в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные динамически распознавать смысл (распознавание до получения законченного предложения/абзаца), например, для внедрения в системы автоматического синхронного перевода на основе искусственного интеллекта, и для использования в других сферах	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
2.7.2	Поддержка коммерциализации проектов по динамическому распознаванию смысла (распознавание до получения законченного предложения/абзаца), например, для внедрения в системы автоматического синхронного перевода на основе искусственного интеллекта, и для использования в других сферах на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов, способных динамически распознавать смысл (распознавание до получения законченного предложения/абзаца), например, для внедрения в системы автоматического синхронного перевода на основе искусственного интеллекта, и для использования в других сферах	2021–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
2.7.3	Поддержка коммерциализации проектов по динамическому распознаванию смысла (распознавание до получения законченного предложения/абзаца), например, для внедрения в системы автоматического синхронного перевода на основе искусственного интеллекта, и для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных динамически распознавать смысл (распознавание до получения законченного предложения/абзаца), например, для внедрения в системы автоматического синхронного перевода на основе искусственного интеллекта, и для использования в других сферах	2021–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
2.8	Технологическая задача: Синтез уникальных текстов (в том числе художественные произведения)				
2.8.1	Разработка подходов и алгоритмов по синтезу уникальных текстов (в том числе художественных произведений), например, для создания	Разработаны подходы и алгоритмы, способные синтезировать уникальные тексты (в том числе художественные произведения), например, для	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; 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
	персонализированного рекламного текста, использования в автоматизированных ассистентах по написанию статей, новостей и худ. произведений, а также для применения в других сферах	создания персонализированного рекламного текста, использования в автоматизированных ассистентах по написанию статей, новостей и худ. произведений, а также для применения в других сферах		лидеров	
2.8.2	Поддержка коммерциализации проектов по синтезу уникальных текстов (в том числе художественных произведений), например, для создания персонализированного рекламного текста, использования в автоматизированных ассистентах по написанию статей, новостей и худ. произведений, а также для применения в других сферах на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов, способных синтезировать уникальные тексты (в том числе художественные произведения), например, для создания персонализированного рекламного текста, использования в автоматизированных ассистентах по написанию статей, новостей и худ. произведений, а также для применения в других сферах	2021–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
2.8.3	Поддержка коммерциализации проектов по синтезу уникальных текстов (в том числе художественных произведений), например, для создания персонализированного рекламного текста, использования в автоматизированных ассистентах по написанию статей, новостей и худ. произведений, а также для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных синтезировать уникальные тексты (в том числе художественные произведения), например, для создания персонализированного рекламного текста, использования в автоматизированных ассистентах по написанию статей, новостей и худ. произведений, а также для применения в других сферах	2021–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
2.9	Технологическая задача: Выделение наиболее важной информации и контекста				
2.9.1	Разработка подходов и алгоритмов по выделению наиболее важной информации и контекста, например, в целях обработки больших массивов неструктурированной текстовой и речевой информации, их самаризации, а также для использования в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные выделять наиболее важную информацию, контекст, например, в целях обработки больших массивов неструктурированной текстовой и речевой информации, их самаризации, а также для использования в других сферах	2019–2022	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
2.9.2	Поддержка коммерциализации проектов по выделению наиболее важной информации и контекста, например, в целях обработки больших массивов неструктурированной текстовой и речевой информации, их самаризации, а также для использования в других сферах на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов, способных выделять наиболее важную информацию, контекст, например, в целях обработки больших массивов неструктурированной текстовой и речевой информации, их самаризации, а также для использования в других сферах	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
2.9.3	Поддержка коммерциализации проектов по выделению наиболее важной информации и контекста, например, в целях обработки больших массивов неструктурированной текстовой и речевой информации, их самаризации, а также для использования в других сферах (за исключением	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных выделять наиболее важную информацию, контекст, например, в целях обработки больших массивов неструктурированной текстовой и речевой информации, их самаризации, а также для	2022–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, 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
	посевной стадии)	использования в других сферах			
2.10	Технологическая задача: Распознавание эмоциональных оттенков и субэмоций речи и текста				
2.10.1	Разработка подходов и алгоритмов по распознаванию эмоциональных оттенков и субэмоций речи и текста, например, в целях формирования психографического портрета, и для использования в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные распознать эмоциональные оттенки и субэмоции речи и текста, например, в целях формирования психографического портрета, и для использования в других сферах	2019–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
3	Субтехнология «Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений»				
3.1	Технологическая задача: Предсказательное моделирование результатов работы/обучение без тестирования в реальной среде (оценка качества работы)				
3.1.1	Поддержка коммерциализации проектов по предсказательному моделированию результатов работы/обучения без тестирования в реальной среде (оценка качества работы), например, для применения в сферах медицины (лечение кровеносной системы, диагностирование рака), в рекомендательных системах, тестируемых без участия пользователя, при оптимизации алгоритмов системы управления роботами при помощи симулятора/ модели, а также в других сферах на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов, способных выполнять предсказательное моделирование результатов работы/обучения без тестирования в реальной среде (оценка качества работы), например, для применения в сферах медицины (лечение кровеносной системы, диагностирование рака), в рекомендательных системах, тестируемых без участия пользователя, при оптимизации алгоритмов системы управления роботами при помощи симулятора/ модели, а также в других сферах	2019–2023	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
3.1.2	Поддержка коммерциализации проектов по предсказательному моделированию результатов работы/обучения без тестирования в реальной среде (оценка качества работы), например, для применения в сферах медицины (лечение кровеносной системы, диагностирование рака), в рекомендательных системах, тестируемых без участия пользователя, при оптимизации алгоритмов системы управления роботами при помощи симулятора/ модели, а также в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных выполнять предсказательное моделирование результатов работы/обучения без тестирования в реальной среде (оценка качества работы), например, для применения в сферах медицины (лечение кровеносной системы, диагностирование рака), в рекомендательных системах, тестируемых без участия пользователя, при оптимизации алгоритмов системы управления роботами при помощи симулятора/ модели, а также в других сферах	2019–2023	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
3.1.3	Поддержка компаний в сфере предсказательного моделирования результатов работы/обучения без тестирования в реальной среде (оценка качества работы), например, для применения в сферах медицины (лечение кровеносной системы, диагностирование рака), в рекомендательных системах, тестируемых без участия пользователя, при оптимизации алгоритмов системы управления роботами при помощи симулятора/ модели, а также в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере предсказательного моделирования результатов работы/обучения без тестирования в реальной среде (оценка качества работы), например, для применения в сферах медицины (лечение кровеносной системы, диагностирование рака), в рекомендательных системах, тестируемых без участия пользователя, при оптимизации алгоритмов системы управления роботами при помощи	2021–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	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
		симулятора/ модели, а также в других сферах			
3.1.4	Поддержка внедрения проектов по предсказательному моделированию результатов работы/обучения без тестирования в реальной среде (оценка качества работы), например, для применения в сферах медицины (лечение кровеносной системы, диагностирование рака), в рекомендательных системах, тестируемых без участия пользователя, при оптимизации алгоритмов системы управления роботами при помощи симулятора/ модели, а также в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных выполнять предсказательное моделирование результатов работы/обучения без тестирования в реальной среде (оценка качества работы), например, для применения в сферах медицины (лечение кровеносной системы, диагностирование рака), в рекомендательных системах, тестируемых без участия пользователя, при оптимизации алгоритмов системы управления роботами при помощи симулятора/ модели, а также в других сферах	2021–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
3.2	Технологическая задача: Принятие решений на основе открытых источников данных и неструктурированной информации				
3.2.1	Разработка подходов и алгоритмов по принятию решений на основе открытых источников данных и неструктурированной информации, например, для использования в интеллектуальных системах поддержки принятия решений для решения стратегических вопросов, и в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные принимать решения на основе открытых источников данных и неструктурированной информации, например, для использования в интеллектуальных системах поддержки принятия решений для решения стратегических вопросов, и в других сферах	2019–2022	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
3.2.2	Поддержка коммерциализации проектов по принятию решений на основе открытых источников данных и неструктурированной информации, например, для использования в интеллектуальных системах поддержки принятия решений для решения стратегических вопросов, и в других сферах на посевной стадии (например, в туризме и градостроительстве)	Получены первые прототипы продуктов, способных принимать решения на основе открытых источников данных и неструктурированной информации, например, для использования в интеллектуальных системах поддержки принятия решений для решения стратегических вопросов, и в других сферах (например, в туризме и градостроительстве)	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
3.2.3	Поддержка коммерциализации проектов по принятию решений на основе открытых источников данных и неструктурированной информации, например, для использования в интеллектуальных системах поддержки принятия решений для решения стратегических вопросов, и в других сферах (за исключением посевной стадии) (например, в туризме и градостроительстве)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных принимать решения на основе открытых источников данных и неструктурированной информации, например, для использования в интеллектуальных системах поддержки принятия решений для решения стратегических вопросов, и в других сферах (например, в туризме и градостроительстве)	2022–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
3.3	Технологическая задача: Принятие решений в реальном времени (в том числе в рамках непрерывного процесса)				
3.3.1	Разработка подходов и алгоритмов по принятию решений в реальном времени (в том числе в рамках непрерывного процесса), например, в системах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные принимать решения в реальном времени (в том числе в рамках непрерывного процесса), например, в	2019–2022	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; 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
	адаптивного динамического управления сложными объектами, включая РТС и беспилотные ТС, в системах моделирования и симуляции процессов и Process Mining, а также для использования в других сферах	системах адаптивного динамического управления сложными объектами, включая РТС и беспилотные ТС, в системах моделирования и симуляции процессов и Process Mining, а также для использования в других сферах		лидеров	
3.3.2	Поддержка коммерциализации проектов по принятию решений в реальном времени (в том числе в рамках непрерывного процесса), например, в системах адаптивного динамического управления сложными объектами, включая РТС и беспилотные ТС, в системах моделирования и симуляции процессов и Process Mining, а также для использования в других сферах на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов, способных принимать решения в реальном времени (в том числе в рамках непрерывного процесса), например, в системах адаптивного динамического управления сложными объектами, включая РТС и беспилотные ТС, в системах моделирования и симуляции процессов и Process Mining, а также для использования в других сферах	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
3.3.3	Поддержка коммерциализации проектов по принятию решений в реальном времени (в том числе в рамках непрерывного процесса), например, в системах адаптивного динамического управления сложными объектами, включая РТС и беспилотные ТС, в системах моделирования и симуляции процессов и Process Mining, а также для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных принимать решения в реальном времени (в том числе в рамках непрерывного процесса), например, в системах адаптивного динамического управления сложными объектами, включая РТС и беспилотные ТС, в системах моделирования и симуляции процессов и Process Mining, а также для использования в других сферах	2022–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
3.3.4	Поддержка компаний в сфере принятия решений в реальном времени (в том числе в рамках непрерывного процесса), например, в системах адаптивного динамического управления сложными объектами, включая РТС и беспилотные ТС, в системах моделирования и симуляции процессов и Process Mining, а также для использования в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере принятия решений в реальном времени (в том числе в рамках непрерывного процесса), например, в системах адаптивного динамического управления сложными объектами, включая РТС и беспилотные ТС, в системах моделирования и симуляции процессов и Process Mining, а также для использования в других сферах	2023–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
3.4.5	Поддержка внедрения проектов по принятию решений в реальном времени (в том числе в рамках непрерывного процесса), например, в системах адаптивного динамического управления сложными объектами, включая РТС и беспилотные ТС, в системах моделирования и симуляции процессов и Process Mining, а также для использования в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных принимать решения в реальном времени (в том числе в рамках непрерывного процесса), например, в системах адаптивного динамического управления сложными объектами, включая РТС и беспилотные ТС, в системах моделирования и симуляции процессов и Process Mining, а также для использования в других сферах	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
3.4	Технологическая задача: Обоснование решений, принятых на основе искусственного интеллекта				
3.4.1	Разработка подходов и алгоритмов по обоснованию решений, принятых на основе искусственного интеллекта, например, в целях поддержки принятия и верификации решений надзорных органов, развития науки о жизни (поиск новых гипотез и их доказательство научными методами), и для использования в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные обосновать решения, принятые на основе искусственного интеллекта, например, в целях поддержки принятия и верификации решений надзорных органов, развития науки о жизни (поиск новых гипотез и их доказательство научными методами), и для использования в других сферах	2019–2022	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
3.4.2	Поддержка коммерциализации проектов по обоснованию решений, принятых на основе искусственного интеллекта, например, в целях поддержки принятия и верификации решений надзорных органов, развития науки о жизни (поиск новых гипотез и их доказательство научными методами), и для использования в других сферах на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов, способных обосновать решения, принятые на основе искусственного интеллекта, например, в целях поддержки принятия и верификации решений надзорных органов, развития науки о жизни (поиск новых гипотез и их доказательство научными методами), и для использования в других сферах	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
3.4.3	Поддержка коммерциализации проектов по обоснованию решений, принятых на основе искусственного интеллекта, например, в целях поддержки принятия и верификации решений надзорных органов, развития науки о жизни (поиск новых гипотез и их доказательство научными методами), и для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных обосновать решения, принятые на основе искусственного интеллекта, например, в целях поддержки принятия и верификации решений надзорных органов, развития науки о жизни (поиск новых гипотез и их доказательство научными методами), и для использования в других сферах	2022–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
3.5.	Технологическая задача: Технологии предиктивного анализа данных				
3.5.1	Поддержка компаний в сфере технологий предиктивного анализа данных, например, для использования в системах предиктивной аналитики для промышленности, сельского хозяйства и сервисных отраслей (финансы, торговля), и в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере технологий предиктивного анализа данных, например, для использования в системах предиктивной аналитики для промышленности, сельского хозяйства и сервисных отраслей (финансы, торговля), туризма, градостроительства и в других сферах	2019–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
3.5.2	Поддержка внедрения проектов по технологиям предиктивного анализа данных, например, для использования в системах предиктивной аналитики для промышленности, сельского хозяйства и сервисных отраслей (финансы, торговля), и в других сферах	Внедрены коммерческие продукты, разработанные на основе технологии предиктивного анализа данных, например, для использования в системах предиктивной аналитики для промышленности, сельского хозяйства и сервисных отраслей (финансы, торговля), туризма, градостроительства и в других сферах	2019–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
3.6	Технологическая задача: Системы управления, учитывающие физические процессы, происходящие с объектом				
3.6.1	Поддержка коммерциализации проектов по системам управления, которые учитывают физические процессы, происходящие с объектом, например, системы управления движением воздушного и наземного транспорта, а также для использования в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов: системы управления, которые учитывают физические процессы, происходящие с объектом, например, системы управления движением воздушного и наземного транспорта, а также для использования в других сферах	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
3.6.2	Поддержка коммерциализации проектов по системам управления, которые учитывают физические процессы, происходящие с объектом, например, системы управления движением воздушного и наземного транспорта, а также для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов: системы управления, которые учитывают физические процессы, происходящие с объектом, например, системы управления движением воздушного и наземного транспорта, а также для использования в других сферах	2019–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
3.6.3	Поддержка компаний в сфере систем управления, которые учитывают физические процессы, происходящие с объектом, например, системы управления движением воздушного и наземного транспорта, а также для использования в других сферах	На российском рынке работают первые компании в сфере систем управления, которые учитывают физические процессы, происходящие с объектом, например, системы управления движением воздушного и наземного транспорта, а также для использования в других сферах	2021–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
3.6.4	Поддержка внедрения проектов по системам управления, которые учитывают физические процессы, происходящие с объектом, например, системы управления движением воздушного и наземного транспорта, а также для использования в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов: системы управления, которые учитывают физические процессы, происходящие с объектом, например, системы управления движением воздушного и наземного транспорта, а также для использования в других сферах	2021–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
3.7.	Технологическая задача: Динамическое адаптивное управление и ориентация отдельного объекта в сложных/недетерминированных условиях				
3.7.1	Поддержка коммерциализации проектов по динамическому адаптивному управлению и ориентации отдельного объекта в сложных/недетерминированных условиях, например, для систем управления автономными объектами, систем управления объектом, учитывающих отставание сигналов, и для использования в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных осуществлять динамическое адаптивное управление и ориентация отдельного объекта в сложных/недетерминированных условиях, например, для систем управления автономными объектами, систем управления объектом, учитывающих отставание сигналов, и для использования в других сферах	2019–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
3.7.2	Поддержка коммерциализации проектов по динамическому адаптивному управлению и ориентации отдельного объекта в сложных/недетерминированных условиях, например, для систем управления автономными объектами, систем управления объектом,	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных осуществлять динамическое адаптивное управление и ориентация отдельного объекта в сложных/недетерминированных условиях,	2019–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, 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
	учитывающих отставание сигналов, и для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	например, для систем управления автономными объектами, систем управления объектом, учитывающих отставание сигналов, и для использования в других сферах			
3.7.3	Поддержка компаний в сфере динамического адаптивного управления и ориентации отдельного объекта в сложных/недетерминированных условиях, например, для систем управления автономными объектами, систем управления объектом, учитывающих отставание сигналов, и для использования в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере динамического адаптивного управления и ориентации отдельного объекта в сложных/недетерминированных условиях, например, для систем управления автономными объектами, систем управления объектом, учитывающих отставание сигналов, и для использования в других сферах	2023–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
3.7.4	Поддержка внедрения проектов по динамическому адаптивному управлению и ориентации отдельного объекта в сложных/недетерминированных условиях, например, для систем управления автономными объектами, систем управления объектом, учитывающих отставание сигналов, и для использования в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных осуществлять динамическое адаптивное управление и ориентацию отдельного объекта в сложных/недетерминированных условиях, например, для систем управления автономными объектами, систем управления объектом, учитывающих отставание сигналов, и для использования в других сферах	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
3.8	Технологическая задача: Централизованное управление группой/роем объектов				
3.8.1	Поддержка коммерциализации проектов по централизованному управлению группой/роем объектов на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных осуществлять централизованное управление группой/роем объектов	2019–2023	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
3.8.2	Поддержка коммерциализации проектов по централизованному управлению группой/роем объектов (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных осуществлять централизованное управление группой/роем объектов	2019–2023	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
3.8.3	Поддержка компаний в сфере централизованного управления группой/роем объектов	На российском рынке работают компании в сфере централизованного управления группой/роем объектов	2023–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
3.8.4	Поддержка внедрения проектов по централизованному управлению группой/роем объектов	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных осуществлять централизованное управление группой/роем объектов	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
3.9	Технологическая задача: Децентрализованное управление группой/роем однородных объектов				
3.9.1	Разработка подходов и алгоритмов по децентрализованному управлению группой/роем однородных объектов	Разработаны подходы и алгоритмы, способные осуществлять децентрализованное управление группой/роем однородных объектов	2019–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
3.10	Технологическая задача: Децентрализованное управление группой/роем однородных объектов				
3.10.1	Разработка подходов и алгоритмов по децентрализованному управлению группой/роем неоднородных объектов (включая инфраструктуру)	Опубликованы исследования в базе научных журналов «Web of science» о подходах и алгоритмах, способных осуществлять децентрализованное управление группой/роем неоднородных объектов (включая инфраструктуру)	2019–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
3.11	Технологическая задача: Использование искусственного интеллекта для проектирования сложных объектов (систем, роботов, алгоритмов)				
3.11.1	Разработка подходов и алгоритмов по использованию искусственного интеллекта для проектирования сложных объектов (систем, роботов, алгоритмов), например, для сквозного проектирования аппаратной и программной части, алгоритмов работы, для использования в интеллектуальных САПР для проектирования алгоритмов и технических устройств, а также для использования в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, в рамках которых искусственный интеллект используется для проектирования сложных объектов (систем, роботов, алгоритмов), например, для сквозного проектирования аппаратной и программной части, алгоритмов работы, для использования в интеллектуальных САПР для проектирования алгоритмов и технических устройств, а также для использования в других сферах	2019–2022	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
3.11.2	Поддержка коммерциализации проектов по использованию искусственного интеллекта для проектирования сложных объектов (систем, роботов, алгоритмов), например, для сквозного проектирования аппаратной и программной части, алгоритмов работы, для использования в интеллектуальных САПР для проектирования алгоритмов и технических устройств, а также для использования в других сферах на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов, в которых используется искусственный интеллект для проектирования сложных объектов (систем, роботов, алгоритмов), например, для сквозного проектирования аппаратной и программной части, алгоритмов работы, для использования в интеллектуальных САПР для проектирования алгоритмов и технических устройств, а также для использования в других сферах	2019–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
3.11.3	Поддержка коммерциализации проектов по использованию искусственного интеллекта для проектирования сложных объектов (систем, роботов, алгоритмов), например, для сквозного проектирования аппаратной и программной части, алгоритмов работы, для использования в интеллектуальных САПР для проектирования алгоритмов и технических устройств, а также для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, в которых используется искусственный интеллект для проектирования сложных объектов (систем, роботов, алгоритмов), например, для сквозного проектирования аппаратной и программной части, алгоритмов работы, для использования в интеллектуальных САПР для проектирования алгоритмов и технических устройств, а также для использования в других сферах	2019–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, 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
		других сферах			
3.11.4	Поддержка компаний в сфере искусственного интеллекта для проектирования сложных объектов (систем, роботов, алгоритмов), например, для сквозного проектирования аппаратной и программной части, алгоритмов работы, для использования в интеллектуальных САПР для проектирования алгоритмов и технических устройств, а также для использования в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере искусственного интеллекта для проектирования сложных объектов (систем, роботов, алгоритмов), например, для сквозного проектирования аппаратной и программной части, алгоритмов работы, для использования в интеллектуальных САПР для проектирования алгоритмов и технических устройств, а также для использования в других сферах	2019–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
3.11.5	Поддержка внедрения проектов по использованию искусственного интеллекта для проектирования сложных объектов (систем, роботов, алгоритмов), например, для сквозного проектирования аппаратной и программной части, алгоритмов работы, для использования в интеллектуальных САПР для проектирования алгоритмов и технических устройств, а также для использования в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, в которых используется искусственный интеллект для проектирования сложных объектов (систем, роботов, алгоритмов), например, для сквозного проектирования аппаратной и программной части, алгоритмов работы, для использования в интеллектуальных САПР для проектирования алгоритмов и технических устройств, а также для использования в других сферах	2019–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
3.12.	Технологическая задача: Разметка данных при помощи искусственного интеллекта				
3.12.1.	Разработка подходов и алгоритмов по разметке данных при помощи искусственного интеллекта, например, для автоматизации подготовки данных для прикладных задач, и для использования в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные выполнять разметку данных при помощи искусственного интеллекта, например, для автоматизации подготовки данных для прикладных задач, и для использования в других сферах	2019–2022	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
3.12.2	Поддержка коммерциализации проектов по разметке данных при помощи искусственного интеллекта, например, для автоматизации подготовки данных для прикладных задач, и для использования в других сферах на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов, способных выполнять разметку данных при помощи искусственного интеллекта, например, для автоматизации подготовки данных для прикладных задач, и для использования в других сферах	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
3.12.3	Поддержка коммерциализации проектов по разметке данных при помощи искусственного интеллекта, например, для автоматизации подготовки данных для прикладных задач, и для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных выполнять разметку данных при помощи искусственного интеллекта, например, для автоматизации подготовки данных для прикладных задач, и для использования в других сферах	2022–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
3.13	Технологическая задача: Задачи менеджмента данных при помощи искусственного интеллекта (интеграция, обогащение, контроль качества и т.д.)				
3.13.1	Поддержка коммерциализации проектов по	Получены прототипы продуктов, способных	2019–2022	Грантовая поддержка	Фонд содействия

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	менеджменту данных при помощи искусственного интеллекта (интеграция, обогащение, контроль качества и т.д.), например, через системы объединения данных из различных источников (цифровой профиль, единый источник знаний из объединенных информационных систем, геомаркетинговые сервисы, MDM системы), системы повышения качества и консистентности данных, а также для использования в других сферах на посевной стадии	осуществлять менеджмент данных при помощи искусственного интеллекта (интеграция, обогащение, контроль качества и т.д.), например, через системы объединения данных из различных источников (цифровой профиль, единый источник знаний из объединенных информационных систем, геомаркетинговые сервисы, MDM системы), системы повышения качества и консистентности данных, а также для использования в других сферах		малых предприятий	инновациям,
3.13.2	Поддержка коммерциализации проектов по менеджменту данных при помощи искусственного интеллекта (интеграция, обогащение, контроль качества и т.д.), например, через системы объединения данных из различных источников (цифровой профиль, единый источник знаний из объединенных информационных систем, геомаркетинговые сервисы, MDM системы), системы повышения качества и консистентности данных, а также для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных осуществлять менеджмент данных при помощи искусственного интеллекта (интеграция, обогащение, контроль качества и т.д.), например, через системы объединения данных из различных источников (цифровой профиль, единый источник знаний из объединенных информационных систем, геомаркетинговые сервисы, MDM системы), системы повышения качества и консистентности данных, а также для использования в других сферах	2019–2022	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
3.13.3	Поддержка компаний в сфере менеджмента данных при помощи искусственного интеллекта (интеграция, обогащение, контроль качества и т.д.), например, через системы объединения данных из различных источников (цифровой профиль, единый источник знаний из объединенных информационных систем, геомаркетинговые сервисы, MDM системы), системы повышения качества и консистентности данных, а также для использования в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере менеджмента данных при помощи искусственного интеллекта (интеграция, обогащение, контроль качества и т.д.), например, через системы объединения данных из различных источников (цифровой профиль, единый источник знаний из объединенных информационных систем, геомаркетинговые сервисы, MDM системы), системы повышения качества и консистентности данных, а также для использования в других сферах	2022–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
3.13.4	Поддержка внедрения проектов по менеджменту данных при помощи искусственного интеллекта (интеграция, обогащение, контроль качества и т.д.), например, через системы объединения данных из различных источников (цифровой профиль, единый источник знаний из объединенных информационных систем, геомаркетинговые сервисы, MDM системы), системы повышения качества и консистентности данных, а также для использования в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных осуществлять менеджмент данных при помощи искусственного интеллекта (интеграция, обогащение, контроль качества и т.д.), например, через системы объединения данных из различных источников (цифровой профиль, единый источник знаний из объединенных информационных систем, геомаркетинговые сервисы, MDM системы), системы повышения качества и консистентности	2022–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
4	Субтехнология «Распознавание и синтез речи»				
4.1	Технологическая задача: Проверки подлинности речи				
4.1.1	Поддержка коммерциализации проектов по проверке подлинности речи, например, для проверки личности говорящего, и для использования в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных осуществлять проверку подлинности речи, например, для проверки личности говорящего, и для использования в других сферах	2019–2022	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
4.1.2	Поддержка коммерциализации проектов по проверке подлинности речи, например, для проверки личности говорящего, и для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных осуществлять проверку подлинности речи, например, для проверки личности говорящего, и для использования в других сферах	2019–2022	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
4.1.3	Поддержка компаний в сфере проверки подлинности речи, например, для проверки личности говорящего, и для использования в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере проверки подлинности речи, например, для проверки личности говорящего, и для использования в других сферах	2022–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
4.1.4	Поддержка внедрения проектов по проверке подлинности речи, например, для проверки личности говорящего, и для использования в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных осуществлять проверку подлинности речи, например, для проверки личности говорящего, и для использования в других сферах	2022–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
4.2	Технологическая задача: Распознавание звуков и речи в сложных условиях (шумы, большое расстояние и т.д.)				
4.2.1	Поддержка коммерциализации проектов по распознаванию звуков и речи в сложных условиях (шумы, большое расстояние и т.д.), например, для использования в системах обработки и анализа переговоров, и в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных распознавать звуки и речь в сложных условиях (шумы, большое расстояние и т.д.), например, для использования в системах обработки и анализа переговоров, и в других сферах	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
4.2.1	Поддержка коммерциализации проектов по распознаванию звуков и речи в сложных условиях (шумы, большое расстояние и т.д.), например, для использования в системах обработки и анализа переговоров, и в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных распознавать звуки и речь в сложных условиях (шумы, большое расстояние и т.д.), например, для использования в системах обработки и анализа переговоров, и в других сферах	2019–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
4.2.3	Поддержка компаний в сфере распознавания звуков и речи в сложных условиях (шумы, большое расстояние и т.д.), например, для использования в системах обработки и анализа переговоров, и в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере распознавания звуков и речи в сложных условиях (шумы, большое расстояние и т.д.), например, для использования в системах обработки и анализа переговоров, и в других сферах	2021–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	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
4.2.4	Поддержка внедрения проектов по распознаванию звуков и речи в сложных условиях (шумы, большое расстояние и т.д.), например, для использования в системах обработки и анализа переговоров, и в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных распознавать звуки и речь в сложных условиях (шумы, большое расстояние и т.д.), например, для использования в системах обработки и анализа переговоров, и в других сферах	2021–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
4.3	Технологическая задача: Распознавание сложных смысловых конструкций и слэнга в речи				
4.3.1	Поддержка коммерциализации проектов по распознаванию сложных смысловых конструкций и слэнга в речи, например, для улучшения текущих решений (персональные ассистенты), для использования в системах поиска скрытого содержания и смысла, а также для использования в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных распознать сложные смысловые конструкции и слэнг в речи, например, для улучшения текущих решений (персональные ассистенты), для использования в системах поиска скрытого содержания и смысла, а также для использования в других сферах	2019–2023	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
4.3.2	Поддержка коммерциализации проектов по распознаванию сложных смысловых конструкций и слэнга в речи, например, для улучшения текущих решений (персональные ассистенты), для использования в системах поиска скрытого содержания и смысла, а также для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных распознать сложные смысловые конструкции и слэнг в речи, например, для улучшения текущих решений (персональные ассистенты), для использования в системах поиска скрытого содержания и смысла, а также для использования в других сферах	2019–2023	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
4.3.3	Поддержка компаний в сфере распознавания сложных смысловых конструкций и слэнга в речи, например, для улучшения текущих решений (персональные ассистенты), для использования в системах поиска скрытого содержания и смысла, а также для использования в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере распознавания сложных смысловых конструкций и слэнга в речи, например, для улучшения текущих решений (персональные ассистенты), для использования в системах поиска скрытого содержания и смысла, а также для использования в других сферах	2023–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
4.3.4	Поддержка внедрения проектов по распознаванию сложных смысловых конструкций и слэнга в речи, например, для улучшения текущих решений (персональные ассистенты), для использования в системах поиска скрытого содержания и смысла, а также для использования в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных распознать сложные смысловые конструкции и слэнг в речи, например, для улучшения текущих решений (персональные ассистенты), для использования в системах поиска скрытого содержания и смысла, а также для использования в других сферах	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
4.4	Технологическая задача: Создание средств управления эмоциями и смысловыми конструкциями в синтезированной речи				
4.4.1	Поддержка коммерциализации проектов по созданию средств управления эмоциями и смысловыми конструкциями в синтезированной речи, например, для целей синтеза художественных произведений,	Получены прототипы продуктов: средства управления эмоциями и смысловыми конструкциями в синтезированной речи, например, для целей синтеза художественных	2019–2022	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	и для использования в других сферах на посевной стадии	произведений, и для использования в других сферах			
4.4.2	Поддержка коммерциализации проектов по созданию средств управления эмоциями и смысловыми конструкциями в синтезированной речи, например, для целей синтеза художественных произведений, и для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов: средства управления эмоциями и смысловыми конструкциями в синтезированной речи, например, для целей синтеза художественных произведений, и для использования в других сферах	2019–2022	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
4.4.3	Поддержка компаний в сфере создания средств управления эмоциями и смысловыми конструкциями в синтезированной речи, например, для целей синтеза художественных произведений, и для использования в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере создания средств управления эмоциями и смысловыми конструкциями в синтезированной речи, например, для целей синтеза художественных произведений, и для использования в других сферах	2022–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
4.4.4	Поддержка внедрения проектов по созданию средств управления эмоциями и смысловыми конструкциями в синтезированной речи, например, для целей синтеза художественных произведений, и для использования в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов: средства управления эмоциями и смысловыми конструкциями в синтезированной речи, например, для целей синтеза художественных произведений, и для использования в других сферах	2022–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
4.5	Технологическая задача: Синтезирование речи на другом языке				
4.5.1	Поддержка коммерциализации проектов по синтезированию речи на другом языке, например, для улучшения персональных синхронных переводчиков, и для использования в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных синтезировать речь на другом языке, например, для улучшения персональных синхронных переводчиков, и для использования в других сферах	2019–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
4.5.2	Поддержка коммерциализации проектов по синтезированию речи на другом языке, например, для улучшения персональных синхронных переводчиков, и для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных синтезировать речь на другом языке, например, для улучшения персональных синхронных переводчиков, и для использования в других сферах	2019–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
4.6	Технологическая задача: Распознавание антропологических признаков на основе речи				
4.6.1	Разработка подходов и алгоритмов по распознаванию антропологических признаков на основе речи, например, для использования в системах идентификации социального статуса и других атрибутов человека, и для применения в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные распознавать антропологические признаки на основе речи, например, для использования в системах идентификации социального статуса и других атрибутов человека, и для применения в других сферах	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
4.6.2	Поддержка коммерциализации проектов по распознаванию антропологических признаков на	Получены первые прототипы продуктов, способных распознавать антропологические признаки на основе	2021–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	основе речи, например, для использования в системах идентификации социального статуса и других атрибутов человека, и для применения в других сферах на посевной стадии	речи, например, для использования в системах идентификации социального статуса и других атрибутов человека, и для применения в других сферах			
4.6.2	Поддержка коммерциализации проектов по распознаванию антропологических признаков на основе речи, например, для использования в системах идентификации социального статуса и других атрибутов человека, и для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных распознавать антропологические признаки на основе речи, например, для использования в системах идентификации социального статуса и других атрибутов человека, и для применения в других сферах	2021–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
4.7	Технологическая задача: Классификация и взаимное расположение источников звука (музыка; бытовые шумы; звуки, сопровождающие опасные ситуации и т.д.)				
4.7.1	Разработка подходов и алгоритмов по классификации и взаимному расположению источников звука (музыка; бытовые шумы; звуки, сопровождающие опасные ситуации и т.д.), например, для использования в системах анализа неполадок в устройствах на основе распознавания звука, а также для использования в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные классифицировать и определять взаимное расположение источников звука (музыка; бытовые шумы; звуки, сопровождающие опасные ситуации и т.д.) например, для использования в системах анализа неполадок в устройствах на основе распознавания звука, а также для использования в других сферах	2019–2023	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
4.7.2	Поддержка коммерциализации проектов по расположению источников звука (музыка; бытовые шумы; звуки, сопровождающие опасные ситуации и т.д.), например, для использования в системах анализа неполадок в устройствах на основе распознавания звука, а также для использования в других сферах на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов, способных классифицировать и определять взаимное расположение источников звука (музыка; бытовые шумы; звуки, сопровождающие опасные ситуации и т.д.), например, для использования в системах анализа неполадок в устройствах на основе распознавания звука, а также для использования в других сферах	2023–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
4.7.3	Поддержка коммерциализации проектов по расположению источников звука (музыка; бытовые шумы; звуки, сопровождающие опасные ситуации и т.д.), например, для использования в системах анализа неполадок в устройствах на основе распознавания звука, а также для использования в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных классифицировать и определять взаимное расположение источников звука (музыка; бытовые шумы; звуки, сопровождающие опасные ситуации и т.д.), например, для использования в системах анализа неполадок в устройствах на основе распознавания звука, а также для использования в других сферах	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
4.8	Технологическая задача: Распознавание эмоциональных оттенков и субэмоций речи				
4.8.1	Разработка подходов и алгоритмов по распознаванию эмоциональных оттенков и субэмоций речи, например,	Разработаны подходы и алгоритмы, способные распознать эмоциональные оттенки и субэмоции	2019–2024	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
	для улучшения существующих персональных голосовых помощников, переводчиков, и для применения в других сферах	речи, например, для улучшения существующих персональных голосовых помощников, переводчиков, и для применения в других сферах		Поддержка компаний - лидеров	
5	Субтехнология «Перспективные методы и технологии в искусственном интеллекте»				
5.1	Технологическая задача: One-Shot learning (один/несколько объектов)				
5.1.1	Поддержка коммерциализации проектов по технологии One-Shot learning (один/несколько объектов), которая, например, позволяет выполнять предиктивную выдачу результатов, в т.ч. при аварийных ситуациях в промышленности, а также используется в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов с технологией One-Shot learning (один/несколько объектов), которая, например, позволяет выполнять предиктивную выдачу результатов, в т. ч. при аварийных ситуациях в промышленности, а также используется в других сферах	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
5.1.2	Поддержка коммерциализации проектов по технологии One-Shot learning (один/несколько объектов), которая, например, позволяет выполнять предиктивную выдачу результатов, в т.ч. при аварийных ситуациях в промышленности, а также используется в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов с технологией One-Shot learning (один/несколько объектов), которая, например, позволяет выполнять предиктивную выдачу результатов, в т. ч. при аварийных ситуациях в промышленности, а также используется в других сферах	2019–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
5.1.3	Поддержка компаний в сфере технологии One-Shot learning (один/несколько объектов), которая, например, позволяет выполнять предиктивную выдачу результатов, в т. ч. при аварийных ситуациях в промышленности, а также используется в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере технологии One-Shot learning (один/несколько объектов), которая, например, позволяет выполнять предиктивную выдачу результатов, в т. ч. при аварийных ситуациях в промышленности, а также используется в других сферах	2021–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
5.1.4	Поддержка внедрения проектов по технологии One-Shot learning (один/несколько объектов), которая, например, позволяет выполнять предиктивную выдачу результатов, в т.ч. при аварийных ситуациях в промышленности, а также используется в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов с технологией One-Shot learning (один/несколько объектов), которая, например, позволяет выполнять предиктивную выдачу результатов, в т. ч. при аварийных ситуациях в промышленности, а также используется в других сферах	2021–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
5.2	Технологическая задача: Автоматизация обучения нейронных сетей (Auto ML)				
5.2.1	Поддержка коммерциализации проектов по автоматизации обучения нейронных сетей (Auto ML), например, в целях удешевления/упрощения разработки модели, а также для применения в других сферах на посевной стадии	Получены прототипы продуктов, способных автоматизировать обучение нейронных сетей (Auto ML), например, в целях удешевления/упрощения разработки модели, а также для применения в других сферах	2019–2022	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
5.2.2	Поддержка коммерциализации проектов по автоматизации обучения нейронных сетей (Auto ML),	Получены и протестированы пользователями прототипы продуктов, способных автоматизировать	2019–2022	Поддержка разработки и внедрения	Минпромторг России, 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
	например, в целях удешевления/упрощения разработки модели, а также для применения в других сферах (за исключением посевной стадии)	обучение нейронных сетей (Auto ML), например, в целях удешевления/упрощения разработки модели, а также для применения в других сферах		промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	
5.2.3	Поддержка компаний в сфере автоматизации обучения нейронных сетей (Auto ML), например, в целях удешевления/упрощения разработки модели, а также для применения в других сферах	На российском рынке работают компании в сфере автоматизации обучения нейронных сетей (Auto ML), например, в целях удешевления/упрощения разработки модели, а также для применения в других сферах	2022–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
5.2.4	Поддержка внедрения проектов по автоматизации обучения нейронных сетей (Auto ML), например, в целях удешевления/упрощения разработки модели, а также для применения в других сферах	Осуществлены первые внедрения коммерческих продуктов, способных автоматизировать обучение нейронных сетей (Auto ML), например, в целях удешевления/упрощения разработки модели, а также для применения в других сферах	2022–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
5.3	Технологическая задача: Гибридные модели – комбинации моделей на основе данных с «классическими» моделями, а также комплексирование различных методов ИИ				
5.3.1	Разработка подходов и алгоритмов по гибридным моделям – комбинации моделей на основе данных с «классическими» моделями, а также комплексирование различных методов искусственного интеллекта, что, например, делает возможным его использование в плохо формализуемых приложениях (лингвистика, медицина и т. д.), а также в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные комбинировать модели на основе данных с «классическими» моделями, а также осуществлять комплексирование различных методов искусственного интеллекта, что, например, делает возможным его использование в плохо формализуемых приложениях (лингвистика, медицина и т. д.), а также в других сферах	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
5.3.2	Поддержка коммерциализации проектов по гибридным моделям – комбинации моделей на основе данных с «классическими» моделями, а также комплексирование различных методов искусственного интеллекта, что, например, делает возможным его использование в плохо формализуемых приложениях (лингвистика, медицина и т. д.), а также в других сферах на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов, способных комбинировать модели на основе данных с «классическими» моделями, а также осуществлять комплексирование различных методов искусственного интеллекта, что, например, делает возможным его использование в плохо формализуемых приложениях (лингвистика, медицина и т. д.), а также в других сферах	2021–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
5.3.3	Поддержка коммерциализации проектов по гибридным моделям – комбинации моделей на основе данных с «классическими» моделями, а также комплексирование различных методов искусственного интеллекта, что, например, делает возможным его использование в плохо формализуемых приложениях (лингвистика, медицина и т. д.), а также в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных комбинировать модели на основе данных с «классическими» моделями, а также осуществлять комплексирование различных методов искусственного интеллекта, что, например, делает возможным его использование в плохо формализуемых приложениях (лингвистика, медицина и т. д.), а также в других сферах	2021–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, 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
5.4	Технологическая задача: Анализ тактильных сигналов				
5.4.1	Разработка подходов и алгоритмов по анализу тактильных сигналов, например, для использования в сенсорах, «понимающих» тактильные сигналы, и в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, использующие анализ тактильных сигналов, например, для использования в сенсорах, «понимающих» тактильные сигналы, и в других сферах	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
5.4.2	Поддержка коммерциализации проектов по анализу тактильных сигналов, например, для использования в сенсорах, «понимающих» тактильные сигналы, и в других сферах на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов, использующих анализ тактильных сигналов, например, для использования в сенсорах, «понимающих» тактильные сигналы, и в других сферах	2021–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
5.4.3	Поддержка коммерциализации проектов по анализу тактильных сигналов, например, для использования в сенсорах, «понимающих» тактильные сигналы, и в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, использующих анализ тактильных сигналов, например, для использования в сенсорах, «понимающих» тактильные сигналы, и в других сферах	2021–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
5.5	Технологическая задача: Обучение по аналогии				
5.5.1	Разработка подходов и алгоритмов по РТС/моделям, обучаемым в ходе деятельности/ по аналогии	Разработаны подходы и алгоритмы: РТС/модели, обучаемые в ходе деятельности/ по аналогии	2019–2022	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
5.5.2	Поддержка коммерциализации проектов по РТС/моделям, обучаемым в ходе деятельности/ по аналогии на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов: РТС/модели, обучаемые в ходе деятельности/ по аналогии	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
5.5.3	Поддержка коммерциализации проектов по РТС/моделям, обучаемым в ходе деятельности/ по аналогии (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов: РТС/модели, обучаемые в ходе деятельности/ по аналогии	2022–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
5.6	Технологическая задача: Обучение без учителя				
5.6.1	Разработка подходов и алгоритмов по моделям для первичной обработки/верификации данных	Разработаны подходы и алгоритмы: модели для первичной обработки/верификации данных	2019–2022	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
5.6.2	Поддержка коммерциализации проектов по моделям для первичной обработки/верификации данных на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов: модели для первичной обработки/верификации данных	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
5.6.3	Поддержка коммерциализации проектов по моделям для первичной обработки/верификации данных (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов: модели для первичной обработки/верификации данных	2022–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных	Минпромторг России, 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
				решений; Поддержка компаний-лидеров	
5.7	Технологическая задача: Семантический динамический анализ образов и сцен с учетом контекста и комплексирования данных из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п.				
5.7.1	Разработка подходов и алгоритмов по семантическому динамическому анализу образов и сцен с учетом контекста и комплексирования данных из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п., который, например, используется в РТС/моделях, анализирующих ситуацию исходя из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п., а также в других сферах	Разработаны подходы и алгоритмы, способные проводить семантический динамический анализ образов и сцен с учетом контекста и комплексирования данных из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п., который, например, используется в РТС/моделях, анализирующих ситуацию исходя из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п., а также в других сферах	2019–2022	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
5.7.2	Поддержка коммерциализации проектов по семантическому динамическому анализу образов и сцен с учетом контекста и комплексирования данных из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п., который, например, используется в РТС/моделях, анализирующих ситуацию исходя из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п., а также в других сферах на посевной стадии	Получены первые прототипы продуктов, способных проводить семантический динамический анализ образов и сцен с учетом контекста и комплексирования данных из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п., который, например, используется в РТС/моделях, анализирующих ситуацию исходя из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п., а также в других сферах	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям,
5.7.3	Поддержка коммерциализации проектов по семантическому динамическому анализу образов и сцен с учетом контекста и комплексирования данных из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п., который, например, используется в РТС/моделях, анализирующих ситуацию исходя из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п., а также в других сферах (за исключением посевной стадии)	Получены и протестированы пользователями первые прототипы продуктов, способных проводить семантический динамический анализ образов и сцен с учетом контекста и комплексирования данных из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п., который, например, используется в РТС/моделях, анализирующих ситуацию исходя из различных источников, включая видео, текст, голос и т.п., а также в других сферах	2022–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка компаний-лидеров	Минпромторг России, АО «РВК»
5.8	Технологическая задача: Интерпретация и обоснование принимаемого решения искусственного интеллекта (eXplainable AI)				
5.8.1	Разработка подходов и алгоритмов по интерпретации и обоснованию принимаемого решения искусственного интеллекта (eXplainable AI)	Опубликованы исследования в базе научных журналов «Web of science» о подходах и алгоритмах, способных интерпретировать и обосновывать принимаемое решение искусственного интеллекта (eXplainable AI)	2019–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	АО «РВК»
5.9	Технологическая задача: Сильный искусственный интеллект (AGI)				
5.9.1	Разработка подходов и алгоритмов по сильному	Опубликованы исследования в базе научных	2029 – 2024	Поддержка программ	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
	искусственному интеллекту (AGI)	журналов «Web of science» о подходах и алгоритмах, способных реализовать технологию сильного искусственного интеллекта (AGI)		деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний - лидеров	

3.2. Мероприятия по развитию СЦТ

Для целей комплексного развития СЦТ были предложены направления поддержки внедрения технологий по секторам применения (Рыночные и инфраструктурные сектора, Социальные сектора, Госуправление и безопасность)

Также были предложены направления поддержки по семи движущим факторам развития СЦТ: Программное обеспечение, Аппаратное обеспечение, Алгоритмы и математические методы, Кадры, Данные, Нормативное регулирование

Перечень групп мероприятий по направлениям, приведен в Таблица 9

Таблица 9 — Группы мероприятий по направления развития СЦТ

Направление	Группа мероприятий (направления поддержки)
Поддержка внедрения технологий ИИ во всех сферах применения	<ul style="list-style-type: none"> – Стимулирование внедрения технологий ИИ – Формирование отраслевой платформы данных – Актуализация отраслевых стандартов – Адаптация рынка труда
Поддержка рынка решений ИИ	<ul style="list-style-type: none"> – Развитие НИОКР в сфере ИИ в компаниях – Поддержка коммерциализации и акселерации компаний ИИ – Стимулирование спроса на решения на базе ИИ и поддержка экспорта
Программное обеспечение	<ul style="list-style-type: none"> – Развитие технологических и программных решений в области искусственного интеллекта – Разработка открытых экосистемных и специализированных библиотек реализаций искусственного интеллекта – Создание единых стандартов и критериев сравнения для систем и решений в области искусственного интеллекта
Аппаратное обеспечение	<ul style="list-style-type: none"> – Разработка отечественных высокоскоростных и энергоэффективных процессоров, оптимальных для решения задач в области искусственного интеллекта – Создание высокоплотных аппаратно-программных комплексов, оптимальных для решения задач в области искусственного интеллекта – Поддержка развития специальных центров обработки данных коллективного и индивидуального использования
Алгоритмы и матметоды	<ul style="list-style-type: none"> – Поддержка фундаментальных и прикладных исследований в области алгоритмов и математических методов
Нейротехнологии	<ul style="list-style-type: none"> – Развитие исследований и технологий в области «Нейротехнологии»
Кадры	<ul style="list-style-type: none"> – Построение многоуровневой системы образования в области анализа данных и искусственного интеллекта – Построение системы привлечения и удержания специалистов в области анализа данных и искусственного интеллекта – Информирование граждан и организаций о преимуществах применения искусственного интеллекта в разных сферах
Данные	<ul style="list-style-type: none"> – Внедрение единых методологий сбора и разметки данных – Обеспечение инфраструктуры для доступа к наборам данных для образовательной, исследовательской деятельности и иных целей
Нормативное регулирование	<ul style="list-style-type: none"> – Обеспечение нормативных условий для доступа к данным – Создание упрощенного административно-правового и нормативно-технического порядка тестирования и внедрения разработок в области искусственного интеллекта – Разработка специального инвестиционного режима для финансово-правового стимулирования инвестиций – Поддержание эффективного баланса между интересами компаний, разрабатывающих и внедряющих искусственный интеллект, и интересами общества

Направление	Группа мероприятий (направления поддержки)
	– Создание полноценной системы нормативно-технического регулирования в области искусственного интеллекта.

Мероприятия по развитию Больших данных, не использующие Искусственный интеллект, будут детально прорабатываться в рамках движущего фактора Данные при разработке федерального проекта Искусственный интеллект.

4. Оценка требуемых ресурсов в привязке к инструментам поддержки

Распределение инвестиций по бюджетному и внебюджетному финансированию в привязке к инструментам поддержки в разрезе суб-СЦТ представлены ниже (см. Таблица 10).

В Таблица 10 приведена индикативная оценка требуемого финансирования по инструментам поддержки. Помимо финансирования указанного в таблице на преодоление барьеров развития Искусственного интеллекта необходимо выделить 33,2 млрд руб. Распределение финансирования между инструментами и мероприятиями по преодолению барьеров является индикативным и будет уточнено в ходе разработки федпроекта по Искусственному интеллекту

Таблица 10 — Распределение инвестиций по суб-СЦТ до 2024 года (в млрд руб.)

	Доля затрат	Поддержка малых предприятий	Адресная поддержка ЛИЦ	Поддержка промышленных разработок	Поддержка цифрового Преобразования отраслей	Поддержка региональных проектов внедрения СЦТ	Поддержка российских компаний лидеров	Предоставление субсидий кредитным организациям	Итого по суб-СЦТ (бюджет по инструментам)	Итого по суб-СЦТ (внебюджет)
Компьютерное зрение ¹	21,6%	2,2	1,5	1,2	2,0	2,0	1,2	2,2	12,3	
<i>Внебюджет</i> ²		11,0	7,4	6,1	9,8	9,8	6,1	22,1		72,4
Обработка естественного языка	16,2%	1,7	1,1	0,9	1,5	1,5	0,9	1,7	9,2	
<i>Внебюджет</i> ²		8,3	5,5	4,6	7,4	7,4	4,6	16,6		54,3
Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений ³	35,1%	3,6	2,4	2,0	3,2	3,2	2,0	3,6	19,9	
<i>Внебюджет</i> ²		17,9	12,0	10,0	16,0	16,0	10,0	35,9		117,7
Распознавание и синтез речи	16,2%	1,7	1,1	0,9	1,5	1,5	0,9	1,7	9,2	
<i>Внебюджет</i> ²		8,3	5,5	4,6	7,4	7,4	4,6	16,6		54,3

¹ включая элементы Робототехники и сенсорики

² внебюджетное финансирование включает все затраты на развитие СЦТ всех участников рынка, а не только привлекаемое софинансирование в рамках конкретного проекта

³ включая элементы Робототехники и сенсорики, Больших данных и Промышленного интернета

Перспективные методы и технологии в ИИ	10,8%	1,1	0,7	0,6	1,0	1,0	0,6	1,1	6,1	
<i>Внебюджет²</i>		5,5	3,7	3,1	4,9	4,9	3,1	11,0		36,2
Оценка требуемых ресурсов по инструментам поддержки (бюджет)		10,3	6,8	5,6	9,2	9,2	5,6	10,3		
Итого									56,8	334,9

Инвестиции в разработку и коммерциализацию решений могут в значительной степени отличаться в зависимости от решаемых задач, уровня готовности используемых технологий суб-СЦТ, технической и технологической сложности конечного коммерческого продукта. При этом все технологические задачи, решаемые в рамках СЦТ, являются приоритетными, необходимое финансирование распределено согласно текущему объему и потенциалу рынков суб-СЦТ. В случае выделения финансирования в меньшем объеме, чем указанном в данном разделе, предлагается уменьшать объем финансирования пропорционально по всем суб-СЦТ.

Глоссарий

Искусственный интеллект (ИИ) – способность систем корректно интерпретировать данные, обучаться на них, и использовать полученные знания для достижения целей, в том числе самостоятельно

Нейротехнологии – технологии, которые используют или помогают понять работу мозга, мыслительные процессы, высшую нервную деятельность, в том числе технологии по усилению, улучшению работы мозга и психической деятельности

СЦТ – сквозная цифровая технология

Суб-СЦТ – субтехнология, которая является частью сквозной цифровой технологии

Обработка естественного языка – система решений, направленных на понимание языка и генерацию грамотного текста, а также создание более удобной формы взаимодействия компьютера и человека

Распознавание и синтез речи – система решений, позволяющих осуществлять перевод речевого запроса в текстовый вид, в том числе анализ тембра и тональности голоса, распознавание эмоций

Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений – система решений, посредством которых процесс выполняется без участия человека, поддержка в выборе решения, а также предсказание объектов, которые будут интересны пользователю по информации его профиля

Перспективные методы и технологии в ИИ – методы и технологии, развитие которых влияет на все текущие суб-СЦТ, а также на создание новых суб-СЦТ в области ИИ

Нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг – создание решений, позволяющих отслеживать и влиять на мозговую активность человека

Нейропротезирование – создание решений, позволяющих человеку взаимодействовать с различными устройствами, а также создание устройств, улучшающих физические и коммуникационные возможности человека.

Экосистема – экономическое сообщество, которое состоит из совокупности взаимосвязанных организаций и физических лиц. Экономическое сообщество производит товары и услуги, ценные для потребителя, которые также являются частью экосистемы

Решение - совокупность аппаратного и программного обеспечения, требующее минимальной настройки, а иногда еще и комплекса организационных и технологических мероприятий, для решения какой-либо конкретной задачи

Индикатор – ориентирующий показатель (измеритель), позволяющий в определенной степени отобразить изменение параметров наблюдаемого события (объекта)

Коммерциализация – это процесс преобразования знаний в продукт, услугу или деятельность, которые могут быть использованы в целях получения прибыли

УГТ – Уровень готовности технологии в соответствии с ГОСТ Р 57194.1-2016

Наука о жизни – life science – объединяют самые разные отрасли биологии, биотехнологии и медицины

РТС – роботизированные системы

Target use-cases – целевой способ применения

ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ
«СКВОЗНОЙ» ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ
«КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Москва
2019

1. Преамбула, введение, общее описание направления развития СЦТ

Дорожная карта (ДК) по развитию в РФ сквозной цифровой технологии (СЦТ) «квантовые технологии» (КТ) разработана с целью получения в среднесрочной и долгосрочной перспективе практически значимых научно–технических и практических результатов мирового уровня по следующим субтехнологиям: квантовые вычисления, квантовые коммуникации и квантовые сенсоры. Параллельно с работой над дорожной картой ведется работа по исследованию патентного ландшафта квантовых технологий.

Необходимым условием для прорыва в области КТ является не только поддержка исследований и запуск инфраструктурных проектов национального масштаба, но и реализация организационных мероприятий по преодолению барьеров. Общий бюджет программы, предлагаемой настоящей ДК, составляет 51,1 млрд руб., включая внебюджетное финансирование в размере 8,7 млрд руб. Инвестиции для развития квантовых технологий в России нужны уже сегодня.

К работе над дорожной картой были привлечены более 120 экспертов из ведущих научных организаций РФ и представителей индустрии. Ключевыми предложениями данной дорожной карты являются:

1. Всесторонняя поддержка прорывных научно–технологических проектов, направленных на развитие КТ.
2. Консолидация научного и технологического сообщества в рамках создания проектов национального и глобального масштаба.
3. Создание в России инновационной экосистемы и формирование условий для перехода квантовых разработок из лабораторий в индустрию, а также формирование бизнес–сообщества.
4. Организация сотрудничества между научно–исследовательскими подразделениями и потенциальным потребителями квантовых технологий из ключевых сфер промышленности.
5. Развитие кадрового потенциала в области квантовых технологий путем внедрения новых типов образовательных программ всех уровней.
6. Проведение комплекса организационных мероприятий, направленных на снижение бюрократического трения.

Развитие КТ полностью соответствует Стратегии научно–технологического развития Российской Федерации (СНТР), Стратегии развития информационного общества Российской Федерации (СРИО) и 204 Указу Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

- Описание «сквозной» цифровой технологии

«Первая квантовая революция», ознаменовавшая развитие физики в первой половине XX века, привела к появлению лазеров, транзисторов, ядерного оружия, а впоследствии – мобильной телефонной связи и интернета. Технологии «первой квантовой революции» сегодня применяются практически повсеместно: в компьютерах, мобильных телефонах, планшетах, цифровых камерах, системах связи, светодиодных лампах, МРТ–сканнерах, сканирующих туннельных микроскопах и многих других приборах. По различным экспертным оценкам оценка индустрии «первой квантовой революции» в денежном выражении составляет 3 трлн долл. США в год. При этом закон Мура, описывающий рост производительности современных компьютеров, больше не работает.

С конца XX века мир находится на пороге «второй квантовой революции», которая может оказать на мир еще большее влияние. Ее ключевое отличие от «первой квантовой революции», в которой технологии и приборы строились на управлении коллективными квантовыми явлениями, заключается в способности управлять сложными квантовыми системами на уровне отдельных частиц, например, атомов и фотонов. Технологии, основанные именно на таком высоком уровне контроля над индивидуальными квантовыми объектами, принято объединять термином «квантовые технологии».

Сегодня КТ начинают играть все более важную роль в вопросах национальной безопасности, а также в таких стратегически важных отраслях, как информационные технологии и медицина. Квантовые технологии востребованы для дальнейшего прогресса во всех стратегических направлениях цифровой экономики, например, для развития искусственного интеллекта в долгосрочной перспективе. Несмотря на то что квантовые технологии обладают большой научной составляющей, этот факт не является препятствием для их быстрого развития и внедрения в индустрию. КТ делятся на три основных субтехнологии.

Квантовые вычисления – новый класс вычислительных устройств, использующий для решения задач принципы квантовой механики. Прогнозируется, что в целом ряде задач квантовый компьютер будет способен дать многократное ускорение по сравнению с существующими суперкомпьютерными технологиями. Примерами являются сферы кибербезопасности, искусственного интеллекта и создание новых материалов.

Квантовые коммуникации – технология криптографической защиты информации, использующая для передачи ключей индивидуальные квантовые частицы. Главное преимущество квантовых коммуникаций – защищенность информации, гарантированная законами физики.

Квантовые сенсоры и метрология – совокупность высокоточных измерительных приборов, основанных на квантовых эффектах. Высокая степень контроля над состоянием

отдельных микроскопических систем позволяет создавать сверхточные квантовые сенсоры с пространственной разрешающей способностью, сравнимой с размером одиночных атомов, а также высокоточные атомные часы.

Наиболее близкой к коммерческим применениям является технология квантовых коммуникаций, которая уже понятна рынку.

В технологически развитых странах исследования и разработки в области КТ находятся под бдительным вниманием государства. Крупные государственные инвестиции в эту научно-технологическую область объясняются стратегической важностью квантовых технологий для обеспечения защищенности интересов государства, в частности, в информационной сфере. Геополитические лидеры создают целевые программы развития КТ. В США Конгрессом утвержден проект развития КТ объемом 20 млрд долларов, в Европе действует программа «Quantum Flagship» с бюджетом более 3 млрд евро (после завершения предыдущей программы 2013–2016 гг.), в Китае создается Национальная квантовая лаборатория с бюджетом до 12 млрд долларов.

Кроме государственных программ, значительное ускорение развитию КТ придали инвестиции со стороны крупнейших мировых корпораций, таких как Google, Microsoft, Intel и IBM. Другие компании, такие как Airbus и Volkswagen, уже решают с помощью КТ конкретные технологические задачи. Суммарные инвестиции частных компаний в КТ приближаются к миллиарду долларов в год. Частные инвестиции в квантовые проекты стремительно растут, особенно в Китае, Японии и Сингапуре.

КТ в значительной мере основываются на достижениях фундаментальной науки в тех направлениях, в которых российские ученые традиционно сильны. Советско–российская школа квантовой физики является одной из сильнейших в мире. Все Нобелевские премии по физике советских и российских ученых связаны с достижениями в области квантовой физики. Научная школа значительно пострадала из-за массового отъезда ученых за границу в 90–х и 2000–х годах, что, однако, сформировало в области квантовой физики сильнейшую русскоговорящую международную научную диаспору. При этом в России остались десятки научных групп, проводящих исследования мирового уровня. Появившаяся в последнее десятилетие тенденция к возвращению состоявшихся за границей российских ученых и к привлечению зарубежных ученых без российского опыта позволит обеспечить для России потенциал для прорыва и захвата лидирующих позиций в отдельных направлениях КТ.

Усиливает эту позицию тот факт, что индустрия квантовых технологий в мире находится только на стадии формирования. Поэтому в данный момент имеется возможность при резком старте присоединиться к квантовой технологической гонке, несмотря

на имеющееся на сегодня отставание. Целевая поддержка развития КТ позволит сократить разрыв в таких направлениях как квантовые вычисления, а по ряду направлений, например, в области квантовых коммуникаций, создать конкурентные продукты с экспортным потенциалом и выйти на международные рынки.

Роль КТ уже осознана на высшем уровне. Во многом поэтому квантовые технологии относятся к приоритетным направлениям научно–технологического развития и были упомянуты Президентом РФ В.В. Путиным в Ежегодном Послании Федеральному Собранию в 2016 году.

Ежегодное послание Президента Российской Федерации В.В. Путина Федеральному собранию: «Нам нужны собственные передовые разработки и научные решения. Цифровые технологии, другие так называемые сквозные технологии, которые сегодня определяют облик всех сфер жизни. Страны, которые смогут их генерировать, будут иметь долгосрочное преимущество. Другие окажутся в зависимом, уязвимом положении. Это цифровые, квантовые технологии, робототехника, нейротехнология и т.д. В цифровых технологиях кроются и риски. Необходимо укреплять киберзащиту. Развитие цифровой экономики, в ее реализации будем опираться именно на российские компании»

- Перечень субтехнологий согласно протоколу НС:
 - Квантовые вычисления.
 - Квантовые коммуникации.
 - Квантовые сенсоры и метрология.
- Качественные критерии, позволяющие определить субтехнологию из выборки большого количества технологических решений (признаки для каждой субтехнологии):

- Квантовые вычисления: использование квантовых эффектов для решения вычислительных задач.

- Квантовые коммуникации: технологии, направленные на устранение угрозы информационной безопасности, в том числе со стороны квантовых компьютеров, включают использование свойств квантовых систем для передачи ключей. Основная технология – квантовое распределение ключей (КРК). Главное преимущество КРК – защищенность информации, гарантированная законами физики.

- Квантовые сенсоры: использование свойств квантовых систем для высокоточного измерения физических величин, миниатюризации или энергоэффективности.

- Краткая характеристика субтехнологий.

Квантовые вычисления.

Определение. Квантовые компьютеры и симуляторы – это вычислительные системы, использующие для решения задач квантовые явления. Устройства, созданные на основе квантовых вычислений, могут многократно превосходить классические компьютеры при решении задач криптоанализа, моделирования сложных систем, а также машинного

обучения и искусственного интеллекта. По мере развития существующих квантовых компьютеров появления первых прикладных результатов можно ожидать в направлении ускорения задач машинного обучения и моделирования новых перспективных материалов.

Приоритетные отрасли. Наиболее перспективным и лидирующими платформами в мире считаются три: сверхпроводящие цепочки, нейтральные атомы и ионы в ловушках.

Уровни готовности. Согласно классификации QTRL разработки компаний в мире на данный момент соответствует уровням QTRL 4–5, т.е. в вычислительных системах данных компаний пока не решена задача реализации квантовых кодов коррекции ошибок и, соответственно, на них не могут быть в полном объеме реализованы практически значимые алгоритмы (например, алгоритм Шора). В РФ на сегодняшний день реализованы прототипы квантовых компьютеров с 2 кубитами (по данным ДК ФПИ 2–10 кубитами) и квантовые симуляторы с 10–20 кубитами. Это соответствует уровню QTRL 3–4.

Ключевые технические характеристики: количество кубитов, реализованных в квантовом компьютере – размер квантового регистра; степень связности кубитов в регистре; точность инициализации квантового регистра; точность измерения состояний кубитов; время жизни кубитов; набор допустимых логических операций; достоверность (точность) реализации набора логических операций, которые могут быть выполнены над квантовым регистром.

Вычислительные возможности **квантового симулятора** определяются классом систем и явлений, которые с его помощью могут быть промоделированы, а также точностью результатов моделирования. Поэтому при оценке их реализации целесообразно сравнивать не количество в них квантовых частиц, а спектр и востребованность задач, решаемых данным типом симулятора.

Сопоставление Россия–Мир. В России создан значительный научный задел в области квантовых вычислений, также развиваются различные элементные базы для построения квантовых компьютеров и квантовых симуляторов. Наиболее перспективным и лидирующими платформами в мире считаются три: сверхпроводящие цепочки, нейтральные атомы и ионы в ловушках (уровень развития QTRL–4–QTRL–5). Эти направления достаточно сильно развиты в России (QTRL–2–QTRL–4). Имеется задел по квантовым вычислениям с использованием фотонов и интегральной оптики, квазичастиц (поляритоны), а также ведутся поисковые исследования по примесным атомам в кремнии.

Ведутся обширные теоретические исследования в следующих областях: томография квантовых состояний и процессов, подавление ошибок в квантовых компьютерах, вариационные квантовые алгоритмы, алгоритмы квантового машинного обучения, эмуляция

квантовых вычислений, оптимизация квантовых операций, исследование ресурса существующих квантовых компьютеров.

Лидирующие организации: ВНИИА им. Н.Л. Духова; ИАЭ СО РАН; Институт прикладной физики РАН (Нижний Новгород); Институт спектроскопии РАН (ИСАН); ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН; ИФП А.В. Ржанова СО РАН; ИФП им. П.Л. Капицы РАН; ИФТТ РАН; КНИТУ–КАИ; КФТИ; КФУ; Московский государственный педагогический университет (МПГУ); МГТУ им Н.Э. Баумана; МФТИ; НИТУ МИСиС; Новосибирский государственный технический университет (НГТУ, Новосибирск); Российский квантовый центр (РКЦ, ООО «МКЦТ»); Сколковский институт науки и технологий (Сколтех); Университет ИТМО (ИТМО); ФИАН им. П.Н. Лебедева; ФТИ им. А.Ф. Иоффе; ФТИАН им. К.А. Валиева РАН; Центр квантовых технологий МГУ им. М.В. Ломоносова (ЦКТ МГУ им. М.В. Ломоносова).



Рис. 1. Квантовые вычисления для решения задач индустрии к 2024 г.

Квантовые коммуникации.

Определение. Технологии, направленные на устранение угрозы информационной безопасности, в том числе со стороны квантовых компьютеров, включают использование

свойств квантовых систем для передачи ключей. Основная технология – КРК. Главное преимущество КРК – защищенность информации, гарантированная законами физики.

Приоритетные отрасли. Защита национальных информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечение защиты информации для финансового сектора, государственных органов, крупных технологических компаний и держателей критической информационной инфраструктуры.

Уровни готовности. Уровень готовности в мире составляет TRL–9 как в решениях точка–точка, так и в сетях с доверенным узлом. Оборудование КРК для сетей с недоверенными узлами находится на уровне лабораторного тестирования. Сегодня уровень готовности отечественных решений точка–точка можно оценить как TRL–8. В то время, как в части квантовых сетей на основе доверенных узлов отечественные разработки квантовых сетей сильно отстают от уровня Китая и ЕС: TRL–6 против TRL–9.

Ключевые характеристики: предельная дальность распределения секретных ключей, скорость распределения секретных ключей, степень секретности ключей, цена, требование к инфраструктуре. Параметры могут быть в дальнейшем дополнены по итогам обсуждения с Регулятором.

Сопоставление Россия–Мир. Исторически динамика движения российских команд очень позитивная. В результате позднего старта только в 2016м году были представлены полевые испытания прототипов, что соответствует отставанию в 12–14 лет. За 3 года отставание по решениям точка–точка сократилось до 3–х лет. За следующие 3–4 года необходимо за время действия программы ликвидировать отставание полностью. В данной области в России имеются существенные научно–технические и технологические заделы. Функционирует несколько команд, которые демонстрируют прототипы новых решений (в том числе прототипы сетей КРК) и проводят испытания в реальных условиях. За период функционирования программы, предлагаемой в настоящей ДК, предполагается создать ряд рыночных решений для систем КРК, сертифицированных регулятором.

Актуализация угрозы квантового компьютера увеличит скорость развития рынка квантовых коммуникаций как в России, так и за рубежом. Поддержка строительства квантовых сетей сформирует сильных игроков рынка, которые создадут как магистральные сети, так и разветвленные городские.

Новые решения должны позволить перейти от решений «точка–точка» к архитектуре «звезда» со снижением стоимости подключения и к решениям без требования к доверию промежуточному узлу. Ускоренное развитие отечественных игроков позволит захватить 8% мирового рынка, что, в свою очередь, должно обеспечить развитие отрасли за горизонтом программы ЦЭ.

Лидирующие организации: ЗАО «Сверхпроводниковые нанотехнологии» (Сконтел); ИФП А.В. Ржанова СО РАН; МПГУ; ПАО «Ростелеком»; РКЦ (совместно с компаниями КуРэйт, С–Терра, КриптоПро, Амикон, Код Безопасности, МИАН им. В.А. Стеклова); Университет ИТМО (совместно с компаниями Квантовые коммуникации, Смартс, Кванттелеком и Квантовым Центром КНИТУ–КАИ); ЦКТ МГУ им. М.В. Ломоносова (совместно с компаниями ИнфоТеКС и Криптософт).

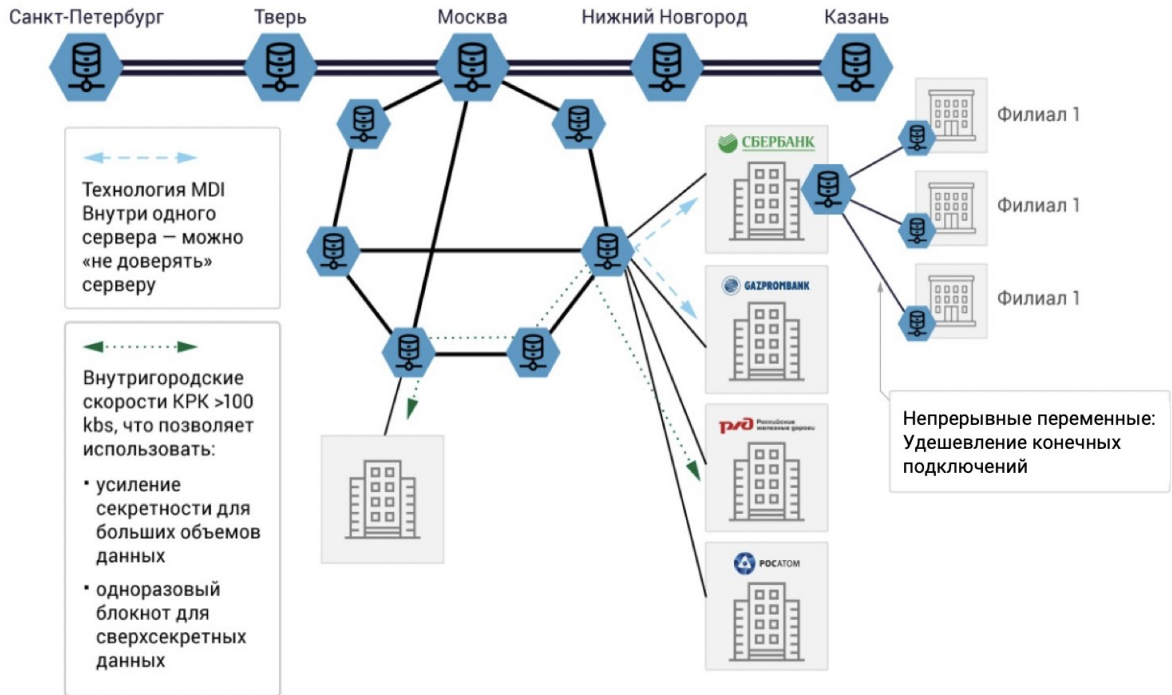


Рис. 2. Пример инфраструктуры квантовых сетей в РФ к 2024 г.

Квантовые сенсоры и метрология.

Определение. Квантовые сенсоры – высокоточные измерительные приборы, основанные на квантовых эффектах. Ожидается, что квантовые сенсоры будут иметь высокое пространственное и временное разрешение, что позволит повысить точность измерений в сравнении с существующими классическими сенсорами, а использование свойств суперпозиции, запутанности, сжатия квантовых состояний, в свою очередь, обеспечит в перспективе максимально возможную чувствительность измерения за счет преодоления стандартного квантового предела.

Приоритетные отрасли. Высокая степень контроля над состоянием отдельных микроскопических систем, обеспечиваемая квантовыми технологиями, позволяет создавать квантовые сенсоры с высокой чувствительностью. Развитие технологий разнообразных датчиков нового поколения может дать мощный импульс сразу в нескольких областях: оборона и безопасность, навигация (космос, беспилотный транспорт); строительство,

нефтедобыча и геологоразведочные работы; медицинская диагностика/терапия; индустрия 4.0.

Уровни готовности. Общая оценка уровня готовности технологий квантовой сенсорики в мире TRL 3–9 и в РФ TRL 1–5.

Ключевые характеристики: Квантовые сенсоры позволяют измерять различные физические величины. В общем случае ключевыми характеристиками сенсоров являются: прецизионность, чувствительность к изменению величины детектируемого сигнала; специфичность к анализируемому сигналу; пространственное и временное разрешение; динамический диапазон; рабочий диапазон (частотный, температурный, и т.д.); время отклика или анализа; относительная воспроизводимость частоты (стандарты времени / частоты); возможность многократного использования за счет регенерации детектирующей поверхности (например, в биосенсорах); энергопотребление; габариты / мобильность; сложность обслуживания и эксплуатации; срок службы; стоимость (капитальные и эксплуатационные затраты).

Сопоставление Россия–Мир. В мире наблюдается устойчивый тренд развития квантовых технологий и, в частности, квантовой сенсорики. Уровень общей готовности (в зависимости от типа сенсора) в мире оценивается TRL 3–9. На рынке решения в области квантовой сенсорики представлены в основном зарубежными компаниями. В России (уровень развития технологии TRL 1–5) основными разработчиками являются университеты и научно–исследовательские институты.

В настоящий момент в РФ существует ряд перспективных решений в области квантовой сенсорики, опирающихся на технологический задел научно–исследовательских организаций и производственных компаний. К числу таких решений, имеющих практические приложения и коммерческие перспективы, можно отнести: оптические атомные часы; гравиметры/акселерометры на атомах рубидия; гироскопы на ансамблях спинов в твердом теле; локальные сенсоры магнитного поля и температуры на основе азото–замещенной вакансии в алмазе и электрического поля – на центрах окраски; датчики электромагнитных полей на основе когерентных состояний спинов в магнитоупорядоченных средах; спинтронные сенсоры; магнитоплазменные сенсоры; твердотельные фотоумножители; спектрограф (электронный нос) с использованием микрорезонаторов; источники и приемники одиночных фотонов. Важной поддерживающей технологий является разработка дешевых лазерных модулей.



Рис. 3. Области использования квантовых сенсоров в РФ к 2024 г.

Лидирующие организации: АО ИСС им Решетнева; АО РИРВ; ВНИИФТРИ; Время–Ч; ИЛФ СО РАН; ИПФ РАН; ИСАН; ИФТТ РАН; МГУ им. М.В. Ломоносова; МФТИ; НИТУ МИСиС; МИФИ; Объединенный институт ядерных исследований, ФТИ им. Иоффе; ООО «Детектор Фотонный Аналоговый» (ООО «ДЕФАН»); РКЦ; Университет ИТМО; ФИАН им. П.Н. Лебедева; ЦКТ МГУ им. М.В. Ломоносова; Центр перспективных технологий и аппаратуры.

- Приоритизация субтехнологий.

Поддержка всех трех основных субтехнологий СЦТ является критически важной для развития РФ.

С точки зрения стратегических интересов страны одной из ключевых является технология квантовых вычислений. Как для будущих рынков, так и для государственной безопасности, эффекты от применения данной субтехнологии будут очень велики. Также в данной области существует риск ограничения доступа к продуктам зарубежных производителей.

С точки зрения технологической зрелости наиболее близкой к выходу на рынок является технология квантовых коммуникаций, обеспечивающая, в том числе национальную безопасность. В данной области стране требуется иметь собственные продукты с максимальной степенью локализации производства (как конечных устройств, так и компонент) для исключения риска наличия закладок в оборудовании и, как следствие, доступа к защищаемой информации.

Продукты на основе квантовой сенсорики и метрологии смогут преобразить многие индустрии, однако для раскрытия их рыночного потенциала требуется взаимодействие

с индустрией. Рассмотрение вопросов приоритизации продуктов данной субтехнологии необходимо проводить отдельно для каждого отдельного продукта.

- Эффекты от развития СЦТ (технологическое лидерство, экономическое развитие, социальный прогресс).

Национальная безопасность. Квантовые технологии могут сыграть ключевую роль для создания конкурентоспособной экономики знаний и высоких технологий. Реализация национальных технологических проектов в области КТ будет способствовать обеспечению национальной безопасности и технологической независимости.

Технологическое лидерство, социально-экономическое развитие. Квантовые технологии основаны на достижениях фундаментальной науки в традиционно сильных для России научных областях. Их развитие способствует технологическому лидерству РФ, а также экономическому развитию и социальному прогрессу. В случае достижения целевого уровня эффектов настоящая ДК позволит обеспечить к 2024 году внедрение и развитие в РФ основных технологических инновационных направлений, которые позволят укрепить позиции страны на международной арене и обеспечат долгосрочное лидерство в области цифровых технологий и инновационного развития. Целевой показатель по месту в рейтинге GCI индекса (Global Competitiveness Report) – топ 20 (сейчас 43 место).

Всестороннее развитие квантовых технологий не только окажет значимый эффект на темпы развития экономики, но и позволит качественно улучшить ее структуру, значимо повысит долю ВВП, приходящуюся на наукоемкую и инновационную продукцию, расширит скорость адаптации инновационных решений отдельными участниками рынка, заложит основу для создания долгосрочного задела технологического развития. Другими словами, повысит не только международный индекс цифровизации, но и иные признанные показатели уровня развития страны и ее вовлеченности в мировую экономику.

- **Ключевые рыночные тенденции и драйверы развития СЦТ.**

Квантовые вычисления.

- Главным потребителем квантовых технологий является государство. Это объясняется стратегической важностью квантовых технологий для обеспечения национальной безопасности.

- Согласно данным Markets and Markets основными драйверами роста для рынка квантовых вычислений станет борьба с киберпреступностью, использование квантовых вычислений в автомобильной и оборонной промышленности, а также увеличение объема государственных инвестиций. В Европе, США, Китае, Великобритании, Японии, Канаде и Австралии созданы программы по развитию квантовых технологий.

- Другим драйвером развития квантовых вычислений является развитие машинного обучения и искусственного интеллекта. По данным Accenture половина роста экономики развитых стран к 2035 г. будет за счет AI – это 2.5 трлн долл. в год. Если предположить, что доля применений квантовых вычислений в AI составит 20%, то соответствующий денежный эквивалент может составить до 500 млрд долл. в год.

- Наряду с государственными программами поддержки, интерес к квантовым технологиям проявляют такие компании как Google, IBM, Microsoft, Intel Alibaba, Hewlett Packard Enterprise, Nokia Bell Labs, и Raytheon. В мире уже появились первые потребители квантовых технологий. К ним относятся Lockheed Martin, Airbus, Volkswagen и др.

- Квантовые компьютеры могут быть применены для моделирования новых материалов. Широко обсуждается вопрос о возможном применении квантовых компьютеров для синтеза материалов со свойствами сверхпроводимости при комнатной температуре, которые позволят нивелировать потери при передаче электроэнергии.

- За счет потребления меньшего количества энергии в будущем квантовые компьютеры будут дешевле в использовании, чем классические суперкомпьютеры. Энергопотребление квантовых компьютеров будет более чем в 100 раз меньше, что позволит в будущем экономить десятки миллиардов долларов в год.

Квантовые коммуникации:

- Рост общего числа данных. По прогнозам IDC к 2020 г. цифровая вселенная достигнет объема в 40 зеттабайт. Всего с начала 2010 г. объем данных вырос в 50 раз.

- Рост доли данных, нуждающейся в защите. По прогнозам IDC доля информации, нуждающейся в защите, неуклонно растет: с 30% до 40% к 2020 году. В то же время экспертами (Positive Technologies) отмечается, что уровень защиты данных недостаточно высок.

- Рост инвестиций в IT-инфраструктуру (хранение и управление информацией, оборудование, телекоммуникации и персонал) в период с 2012 по 2020 г. на 40%. Инвестиции в хранение и защиту информации, Big Data и Cloud Computing будут расти значительно быстрее.

- Рост числа инцидентов информационной безопасности. Рост обеспокоенности индустрии в отношении сохранности данных. Суммарные потери от киберпреступлений сейчас – более \$ 1 трлн. в год, в том числе 600 млрд руб. в России. Прогноз на 2020 г. – до \$ 2,1 трлн.

- «Цифровизация» экономики: быстрое внедрение облачных технологий и блокчейнов. По прогнозам IDC к 2020 г. с использованием облачных сервисов будет обрабатываться почти 40% данных.

- Ускорение темпов роста технологии квантовых вычислений за счет увеличения инвестиций со стороны государства (США – 20 млрд долларов, Китай – 10 млрд долларов, Европейский союз – 3 млрд евро и т.д.), со стороны частных компаний (Google, Intel, IBM, Microsoft, Alibaba, Huawei и т.д.), а также со стороны венчурных фондов. По данным The Economist, венчурные инвесторы вложили в проекты в сфере квантовых технологий больше 250 млн долларов за последние годы. Это касается как стартапов, разрабатывающих «железо» для квантовых компьютеров, так и программное обеспечение и другие технологии.

- Крупные международные компании в области консалтинга и аудита (PwC, Accenture, Deloitte и др.) рекомендуют пересмотр долгосрочного плана обеспечения информационной безопасности из-за квантовых компьютеров.

Квантовые сенсоры:

- Одной из главных тенденций рынка станет применение квантовой сенсорики в области медицины. В частности, их использование будет востребовано в цитологии и создании новых медицинских устройств, например, для диагностики и лечения онкологических и других заболеваний.

- Еще одним из главных трендов является растущий спрос на интернет вещей, что в значительной степени стимулирует рост рынка квантовых сенсоров.

- Также рост соответствующего рынка стимулирует развитие глобальных навигационных систем, которые широко используются в аэрокосмической и автомобильной отраслях для навигации.

- Верхнеуровневая оценка наличия синергетических эффектов.

На заседании НС АНО «Цифровая Экономика» принято решение развивать КТ в рамках отдельной СЦТ.

Квантовые технологии востребованы для дальнейшего прогресса во всех стратегических направлениях цифровой экономики:

- Большие данные: использование квантовых алгоритмов для ускорения обработки больших данных.

- Нейротехнологии и искусственный интеллект: использование квантовых алгоритмов для ускорения решения задач машинного обучения и искусственного интеллекта; квантовые сенсоры для нейроинтерфейсов.

- Системы распределенного реестра («блокчейн»): защита распределенных реестров и блокчейнов при помощи квантовой криптографии и постквантовых алгоритмов.

- Новые производственные технологии: квантовая оптимизация производственных процессов при помощи квантовых вычислений; защита критически важных производственных сегментов при помощи квантовой криптографии и постквантовых алгоритмов; интерактивность производства с использованием квантовых сенсоров.
 - Промышленный интернет: интеграция квантовых сенсоров в промышленный интернет вещей.
 - Компоненты робототехники и сенсорики: квантовые и квантово–вдохновленные алгоритмы для робототехники, в частности, при интеграции машинного обучения в робототехнические системы; развитие сенсорных систем на основе квантовых сенсоров, например, для сбора энергии (energy harvesting).
 - Технологии беспроводной связи: защита сетей передачи данных и вычислительных комплексов облачной инфраструктуры при помощи квантового распределения ключей и постквантовых алгоритмов.
 - Технологии виртуальной и дополненной реальности: использование квантовых вычислений для ускорения процессов, реализуемых технологиями виртуальной и дополненной реальности.
- Перечень рисков и возможных ограничений развития заделов по СЦТ, создания перспективных российских решений на их базе.

Основным механизмом устранения рисков является запуск в РФ масштабных научно–технологических программ поддержки квантовых технологий и поддерживающих технологий.

Таблица 1 – Направления, этапы и мероприятия по решению технологических задач

Риски и ограничения	Мероприятие для решения или преодоления	Ожидаемый результат	Сроки исполнения
Научно–технологические (подробнее см. Табл 3)	<p>Реализация комплексных научно–технологических проектов по данной тематике</p> <p>Международное сотрудничество</p> <p>Организационные формы для обновления и приоритизации дорожной карты</p> <p>Развитие собственных технологических решений по наиболее важным направлениям</p> <p>Поддержка в России производства высокотехнологичного оборудования – развитие поддерживающих технологий</p>	<p>Разработан механизм для управления ДК</p> <p>Выстроена приоритизация направлений развития</p> <p>Реализованы проекты по разработке собственных технологических решений по наиболее важным направлениям</p>	2019–2024
Организационные (подробнее см. Табл 5)	<p>Создание организационной формы управления ДК</p> <p>Создание коммуникационных площадок для обмена передовым опытом, регулярные научные</p>	Создана организационная форма управления ДК	2019–2024

	семинары и профильные конференции Снижение бюрократического трения и создание комфортной инфраструктуры для работы		
Кадровые (подробнее см. Табл 5)	Реализация новых образовательных программ, прежде всего, в профильных университетах, работа с талантливыми школьниками и кружковым движением Программы для возвращения из-за рубежа талантливых специалистов (пример, программа «1000 талантов» в Китае)	Реализованы образовательные программы, в тч международное сотрудничество Реализована программа по работе с диаспорой	2019–2024
Рыночные (подробнее см. Табл 3 и 5)	Участие представителей индустрии в формировании планов комплексных научно–технологических проектов, а также государственная поддержка спроса Софинансирование строительства инфраструктуры квантовых коммуникаций Введение соответствующих KPI для госкомпаний	Увеличен спрос на основанные на квантовых технологиях продукты Проведено софинансирование строительства инфраструктуры квантовых коммуникаций Проведены мероприятия по стимулированию спроса на услуги в области квантовых коммуникаций	2019–2024

2. Текущее состояние и целевые показатели развития до 2021 и 2024 года (технологические и отдельные экономические)

Таблица 2 – Целевые показатели СЦТ

Показатель	2019	2021	2024
Количество публикаций по квантовым технологиям, в год	560	800	1200
в том числе. количество публикаций в журналах с IF больше 3	190	290	480
Количество РИД, в год	30	50	60
Квантовые вычисления			
Количество кубитов в сверхпроводниковом квантовом компьютере	2	5–10	30–50
Количество кубитов в квантовом компьютере на нейтральных атомах	10	50	100
Количество кубитов в квантовом компьютере на ионах	1	5	55

Показатель	2019	2021	2024
Количество каналов в квантовом компьютере на фотонах	10	50	100
Количество <u>частиц</u> в квантовом компьютере/симуляторе на поляритонах	50	100	1000
Количество экспериментов на квантовой облачной платформе	0	20	10000
<i>Квантовые коммуникации</i> (с учетом пилотных внедрений)			
Общая протяженность сетей, км	100	1000	10000
Поддерживаемое количество портов в сетях точка–многоточка	24	64	128
Предельная дальность вне лаборатории, км	100	200	250
Скорость генерации секретного ключа, кбит/с на 25 км	10	100	5000
Сертификация оборудования	–	+	+
<i>Квантовые сенсоры</i>			
Разработано количество типов промышленных образцов квантовых сенсоров	2	4	6
Пример: среднее квадратическое относительное двухвыборочное отклонение измеренного значения меры частоты за интервал 10 ч	10^{-16}	10^{-17}	10^{-18}
Пример: пространственное разрешение сенсоров на центрах окраски, мкм	10	2	0.5

В связи с тем, что технические характеристики квантовых сенсоров не могут быть универсальным образом определены для всех типов квантовых сенсоров, определение целевых показателей с учетом их взаимосвязи между собой требует обсуждений с потенциальными потребителями. Кроме того, направления развития в рамках субтехнологии квантовых сенсоров будут приоритизированы.

3. План действий по развитию «сквозной» цифровой технологии «Квантовые технологии»

Таблица 3 – Направления, этапы и мероприятия по решению технологических задач (отдельно для каждой субтехнологии)

№ 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: Квантовые коммуникации				
1.1	Технологическая задача: реализация проектов, направленных на развитие квантовых коммуникаций				
1.1.1	Пилотные проекты по внедрению квантового распределения ключей в компании	В 5 крупных компаниях сертифицированные продукты на основе КРК используются как элемент системы защиты информации	2019–2020	Поддержка компаний–лидеров, Поддержка региональных проектов	АО «РВК», Российский фонд развития информационных технологий
1.1.2	Мультиплексирование квантовой и классической связи	Обеспечена совместная работа квантового канала с классическим	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям, Национальный проект «Наука» Минобрнауки России Российский фонд развития информационных технологий
1.1.3	Реализация спутниковой квантовой криптографии	Успешная реализация КРК в режиме «Земля–Спутник»	2019–2023	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд содействия инновациям, Минпромторг России, Национальный проект «Наука» Минобрнауки России
1.1.4	Реализация экспортного потенциала решений для КРК	Появление в РФ продуктов для КРК с конкурентными для глобального рынка характеристиками	2020–2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту, Поддержка компаний–лидеров	Минкомсвязь России, АО «РВК» Российский фонд развития информационных технологий
2	Субтехнология: Квантовые вычисления				
2.1	Технологическая задача: реализация проектов, направленных на развитие квантовых вычислений				
2.1.1	Создание первых прототипов квантовых компьютеров	Реализация квантовых процессоров с 5–10 кубитами Сформулирована задача о достижении квантового превосходства (решения квантовым компьютером задачи, которая не поддается решению классическими технологиями)	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Фонд содействия инновациям, АО «РВК», Национальный проект «Наука» Минобрнауки России
2.1.2	Запуск облачной платформы для	Более 10 компаний используют	2019–2024	Грантовая поддержка малых	Фонд содействия инновациям,

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки*	Ответственные операторы мер поддержки
	квантовых вычислений (обеспечивающая API и имеющая высокоуровневые языки программирования) и эмулятор квантового процессора; на реальных физических системах протестированы методы подавления и коррекции ошибок	облачную платформу для квантовых вычислений. Разработанная облачная платформа использует не менее 3 различных типов квантовых процессоров и имеет не менее 10 000 запусков в год для решения задач. В нее интегрированы методы подавления и коррекции ошибок		предприятий, Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК», Национальный проект «Наука» Минобрнауки России Российский фонд развития информационных технологий
2.1.3	Масштабирование квантовых компьютеров	Создано 3 прототипа квантовых процессоров с 30–50 кубитами; решена задача о достижении квантового превосходства; реализованы и протестированы 5 квантовых алгоритмов для решения индустриально востребованных задач	2021–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений, Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Минпромторг России, АО «РВК», Национальный проект «Наука» Минобрнауки России Российский фонд развития информационных технологий
3.	Субтехнология: Квантовые сенсоры и метрология				
3.1	Технологическая задача: реализация проектов, направленных на развитие квантовых сенсоров и метрологии				
3.1.1	Демонстрация прототипов сенсоров для индустрии	Демонстрация 2 типов квантовых сенсоров	2019–2020	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Фонд содействия инновациям, АО «РВК», Национальный проект «Наука» Минобрнауки России
3.1.2	Тестирование сенсоров в реальных условиях	Тестируются 3 типа квантовых сенсоров	2019–2021	Поддержка отраслевых решений, Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд «Сколково», Фонд содействия инновациям
3.1.3	Внедрение сенсоров в IoT и медицину	Запущено 5 проектов по внедрению квантовых сенсоров	2019–2023	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений, Поддержка программ деятельности ЛИЦ, Грантовая поддержка малых предприятий	Минпромторг России, АО «РВК», Фонд содействия инновациям, Национальный проект «Наука» Минобрнауки России

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки*	Ответственные операторы мер поддержки
3.1.4	Мелкосерийное производство	Создано 6 типов квантовых сенсоров В РФ появилось новое поколение продуктов на базе сенсоров	2019–2024	Поддержка компаний–лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям Российский фонд развития информационных технологий

*–Некоторые направления могут быть частично профинансированы за счет Национального проекта «Наука»

4. Оценка требуемых ресурсов в привязке к инструментам поддержки (до 2024 г.)

Таблица 4 – Оценка потребности в финансировании по направлениям развития, млрд руб.

	Полный бюджет ДК										Приоритизация с учетом утвержденного бюджета ЦЭ		
	Грантовая поддержка организаций	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Поддержка отраслевых решений	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Поддержка региональных проектов	Поддержка компаний – лидеров	Предоставление субсидий кредитным организациям	Итого по субСЦТ (бюджет)	Итого по субСЦТ (внебюджет)	Вне инструментов поддержки	Процент финансирования	Итого по субСЦТ (бюджет ЦЭ)	Итого по субСЦТ (внебюджет ЦЭ)
Квантовые вычисления	4,9	2,1	3,2	2,8	0	2,2	0	12,8	2,4	0	81%	9,93	2,4
– в рамках бюджетных средств	3,7	2,1	3	2,3	0	1,7	0	12,8	0	0	78%	9,93	0
– в рамках внебюджетного финансирования	1,2	0	0,2	0,5	0	0,5	0	0	2,4	0	100%	0	2,4
Квантовые коммуникации	0,15	0,81	3,120	1,840	1,17	2,94	0	6,59	3,44	1,25	100%	6,59	3,44
– в рамках бюджетных средств	0,15	0,81	2,180	0,875	0,385	2,19	0	6,59	0	1,25	100%	6,59	0
– в рамках внебюджетного финансирования	0	0	0,94	0,965	0,785	0,75	0	0	3,44	0	100%	0	3,44
Квантовые сенсоры	2	1	1,5	2	0	1	0	7	0,5	0	76%	5,189	0,541
– в рамках бюджетных средств	2	1	1,5	1,5	0	1	0	7	0	0	74%	5,189	
– в рамках внебюджетного финансирования	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5	0	100%		0,541
Итого бюджетных средств	5,85	3,91	6,680	4,675	0,385	4,89	0	26,39	0	1,25		21,709	
Итого внебюджетных средств	1,2	0	1,14	1,965	0,785	1,25	0	0	6,34	0			6,381
Всего	7,05	3,91	7,820	6,640	1,17	6,14	0	26,39	6,34	1,25		21,709	6,381

В случае дополнительного финансирования по отдельным статьям освобождающиеся средства будут направлены на дофинансирование остальных статей.

Таблица 5 – Оценка потребности в финансировании поддерживающих, организационных и отраслевых мероприятий, млрд руб.

Описание проекта	Полный бюджет ДК		Приоритизация с учетом утвержденного бюджета ЦЭ		
	Бюджетное финансирование	Внебюджетное финансирование	Процент финансирования	Итого по субСЦТ (бюджет ЦЭ)	Итого по субСЦТ (внебюджет ЦЭ)
Организация профильных спецкурсов в рамках программы школьного образования, кафедр квантовых технологий на базе вузов, а также центров дополнительного образования	1	0	50%	0,5	0
Формирование стандартов и верифицированных методик для образовательных курсов в школах, колледжах, ВУЗах	0,5	0	70%	0,35	0
Организация долгосрочной информационно–просветительской кампании для привлечения отечественных специалистов в российские исследовательские и коммерческие организации	0,2	0	100%	0,2	0
Продвижение профессионального образования: дальнейшее развитие компетенций в области квантовых технологий на платформе WorldSkills	0,05	0	100%	0,05	0
Формирование инфраструктуры и комплекса мер поддержки для развития профильных стартапов на территориях российских наукоградов и технопарков (Сколково, Иннополис, парк Сириус и др.)	5	0	50%	2,5	0
Организация серии хакатонов (конкурсов разработки) с последующим финансированием лучших проектов	0,3	0	100%	0,3	0
Организация работы межотраслевого центра внедрения КТ в деятельность отечественных корпораций	0,7	0	50%	0,35	0
Организация работы межотраслевого центра управления знаниями в формате web–ресурса	0,4	0	50%	0,2	0
Организация долгосрочной информационно–просветительской кампании для привлечения зарубежных кадров в российские исследовательские и коммерческие организации	0,3	0	100%	0,3	0
Консультативное сопровождение выхода российских профильных предприятий на международный рынок	0,5	0	100%	0,5	0
Разработка и реализация комплексной программы продвижения созданных российскими стартапами продуктов и услуг на внешнем рынке	1	0	100%	1	0
Создание отдельной организационной структуры по управлению ДК	1,2	0	100%	1,2	0

Описание проекта	Полный бюджет ДК		Приоритизация с учетом утвержденного бюджета ЦЭ		
	Бюджетное финансирование	Внебюджетное финансирование	Процент финансирования	Итого по субСЦТ (бюджет ЦЭ)	Итого по субСЦТ (внебюджет ЦЭ)
Формирование отраслевых проектов	3,6	2,4	70%	2,52	1,68
ИТОГО	14,75	2,4		9,97	1,68

В случае дополнительного финансирования по отдельным статьям освобождающиеся средства будут направлены на дофинансирование остальных статей.

Таким образом, все мероприятия ДК предполагают выделение 51,15 млрд руб. (включая 8,74 млрд руб. внебюджетных средств) на реализацию предлагаемых инициатив, в том числе 34,00 млрд руб. на основные проекты развития и 17,15 млрд руб. на организационные, кадровые и отраслевые мероприятия.

- Приоритетность выделения денежных средств по инструментам поддержки в разрезе субтехнологий.

По причине того, что рынки квантовых технологий на данный момент только формируются, а также обладают большой научной–технической составляющей, в первую очередь необходимо поддерживать НИОКРы (R&D стадия), нацеленные на развитие СЦТ и создание в будущем конкретных рыночных продуктов. Также немаловажной является поддержка отраслевых и инфраструктурных проектов по внедрению, особенно по квантовым коммуникациям, как наиболее близкой к рынку технологии.

В рамках утвержденного бюджетного финансирования Национальной программы ЦЭ была проведена приоритизация финансирования в разрезе отдельных проектов (подробнее см. Приложение 1). В итоге, с учетом приоритизации проектов, мероприятия ДК предполагают выделение 40,99 млрд руб. (включая 8,061 млрд руб. внебюджетных средств), в том числе 29,34 млрд руб. на основные проекты развития и 11,65 млрд руб. на организационные, кадровые и отраслевые мероприятия.

• **ВЫВОДЫ**

Для прорыва необходима всесторонняя поддержка КТ. При этом особо хотелось бы отметить роль организационных мероприятий:

- Одним из критических барьеров на пути к реализации программы и плана действий ДК является недостаточная консолидация научно–технологического сообщества и ее связь с индустрией. С целью управления настоящей ДК предлагается **создание отдельной организационной структуры** (по примеру АНО «Цифровая Экономика»).

▪ **Международное сотрудничество и работа с диаспорой.** Важным конкурентным преимуществом России является обширная, высококвалифицированная и пассионарная русскоязычная научная диаспора за рубежом. Привлечение интеллектуальных ресурсов тысяч ученых, оказавшихся за границей после распада Советского Союза, обеспечит резкий рост творческого потенциала страны в ключевой научной области. Аналогичная программа («1000 талантов») уже несколько лет успешно реализуется в КНР.

В итоге комплексная реализация ДК позволит:

1. Сократить отставание по таким критически важным технологическим направлениям, как квантовые вычисления.
2. По направлению квантовых коммуникаций создать конкурентные продукты с экспортным потенциалом и выйти на международные рынки.
3. Реализовать национальные технологические проекты в области КТ, способствующие обеспечению национальной безопасности и технологической независимости.

По итогам рекомендаций Наблюдательного совета ЦЭ в данный момент с экспертами прорабатывается амбициозный план по реализации программы квантовых вычислений.

Приложение 1 – Приоритизация финансирования в разрезе отдельных направлений, млрд руб.

	Полный бюджет ДК				Приоритизация с учетом утвержденного бюджета ЦЭ				
	Бюджет	Внебюджет	Бюджет (вне ЦЭ)	Всего	Процент финансирования	Бюджет	Внебюджет	Бюджет (вне ЦЭ)	Всего
Субтехнология									
Квантовые вычисления	12,800	2,400		15,200		9,930	2,400		12,330
Сверхпроводниковые квантовые компьютеры и симуляторы	3,000	1,200		4,200	100%	3,000	1,200		4,200
Квантовые компьютеры и симуляторы на нейтральных атомах	2,250	0,600		2,850	100%	2,250	0,600		2,850
Квантовые компьютеры и симуляторы на основе ионов в ловушках	1,500	0,600		2,100	100%	1,500	0,600		2,100
Квантовые компьютеры и симуляторы на основе фотонов и интегральной оптики	1,000			1,000	30%	0,300			0,300
Симуляторы на основе поляритонных конденсатов	1,100			1,100	30%	0,330			0,330
Квантовые вычисления на примесных атомах и квантовых точках в кремнии	2,000			2,000	30%	0,600			0,600
Квантовые методы подавления ошибок	0,350			0,350	100%	0,350			0,350
Квантовые коды коррекции ошибок	0,400			0,400	100%	0,400			0,400
Квантовые алгоритмы	0,300			0,300	100%	0,300			0,300
Эмулятор квантовых вычислений	0,450			0,450	100%	0,450			0,450
Облачная платформа для квантовых вычислений	0,450			0,450	100%	0,450			0,450
Квантовые коммуникации	6,590	3,440	1,250	11,280		6,590	3,440	1,250	11,280
Квантовое распределение ключей точка–точка	0,662	1,228	0,950	1,890	100%	0,662	1,228	0,950	1,890
Квантовые сети на основе доверенных узлов	3,238	1,477	0,200	4,715	100%	3,238	1,477	0,200	4,715
Квантовые сети на основе недоверенных узлов	1,400	0,250	0,050	1,650	100%	1,400	0,250	0,050	1,650
КРК в открытом пространстве для спутниковых решений и беспилотных средств	1,040	0,335	0,050	1,375	100%	1,040	0,335	0,050	1,375
Постквантовая криптография	0,250	0,150		0,400	100%	0,250	0,150		0,400
Квантовые сенсоры и метрология	6,959	0,541		7,500		5,189	0,541		5,730
Организационные мероприятия	14,750	2,400		17,150		9,970	1,680		11,650
Организация профильных спецкурсов в рамках программы школьного образования, кафедр квантовых технологий на базе вузов, а также центров дополнительного образования	1,000			1,000	50%	0,500			0,500
Формирование стандартов и верифицированных методик для образовательных курсов в школах, колледжах, ВУЗах	0,500			0,500	70%	0,350			0,350

	Полный бюджет ДК				Приоритизация с учетом утвержденного бюджета ЦЭ				
	Бюджет	Внебюджет	Бюджет (вне ЦЭ)	Всего	Процент финансирования	Бюджет	Внебюджет	Бюджет (вне ЦЭ)	Всего
Субтехнология									
Организация долгосрочной информационно–просветительской кампании для привлечения отечественных специалистов в российские исследовательские и коммерческие организации	0,200			0,200	100%	0,200			0,200
Продвижение профессионального образования: дальнейшее развитие компетенций в области квантовых технологий на платформе WorldSkills	0,050			0,050	100%	0,050			0,050
Формирование инфраструктуры и комплекса мер поддержки для развития профильных стартапов на территориях российских наукоградов и технопарков (Сколково, Иннополис, парк Сириус и др.)	5,000			5,000	50%	2,500			2,500
Организация серии хакатонов (конкурсов разработки) с последующим финансированием лучших проектов	0,300			0,300	100%	0,300			0,300
Организация работы межотраслевого центра внедрения КТ в деятельность отечественных корпораций	0,700			0,700	50%	0,350			0,350
Организация работы межотраслевого центра управления знаниями в формате web–ресурса	0,400			0,400	50%	0,200			0,200
Организация долгосрочной информационно–просветительской кампании для привлечения зарубежных кадров в российские исследовательские и коммерческие организации	0,300			0,300	100%	0,300			0,300
Консультативное сопровождение выхода российских профильных предприятий на международный рынок	0,500			0,500	100%	0,500			0,500
Разработка и реализация комплексной программы продвижения созданных российскими стартапами продуктов и услуг на внешнем рынке	1,000			1,000	100%	1,000			1,000
Создание отдельной организационной структуры по управлению ДК	1,200			1,200	100%	1,200			1,200
Формирование отраслевых проектов	3,600	2,400		6,000	70%	2,520	1,680		4,200
ИТОГО	41,099	8,781	1,250	51,130		31,679	8,061	1,250	40,990

ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ
«СКВОЗНОЙ» ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ
«НОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Москва
2019

1. Преамбула, введение, общее описание направления развития СЦТ

Дорожная карта по развитию «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» (далее – ДК СЦТ НПТ) предполагает рамочный формат – дорожная карта реализуется как рамочный документ для поиска, отбора и целевой поддержки проектов и направлений по соответствующему направлению.

ДК СЦТ НПТ синхронизируется с Паспортом федерального проекта «Цифровые технологии» программы «Цифровая экономика» до 31 декабря 2021 г., также дорожная карта может быть актуализирована в соответствии с изменениями и расширением на период до 2024 года графика реализации федерального проекта.

Достижение целевых показателей развития СЦТ НПТ реализуется выполнением проектов, направленных на достижение технических характеристик и на преодоление технологических барьеров, определенных в дорожной карте. Аналитическое обоснование, выполненное для дорожной карты, оценка и отбор проектов, выделение приоритетных субтехнологий, описание мероприятий государственной поддержки могут быть использованы как основа для разработки требований к конкурсам на получение государственной поддержки в сфере новых производственных технологий.

Материалы по разделам «Манипуляторы и технологии манипулирования» предоставлены АНО «УНИВЕРСИТЕТ ИННОПОЛИС» на основании решений Наблюдательного совета АНО «Цифровая экономика» (протокол №13 от 24.05.2019).

Материалы по разделам «Платформы для промышленного интернета» предоставлены ООО «Национальный центр информатизации» на основании решений Наблюдательного совета АНО «Цифровая экономика» (протокол № 13 от 24.05.2019).

Материалы по разделам «Цифровая промышленность» предоставлены Департаментом цифровых технологий Минпромторг России.

Сквозная цифровая технология «Новые производственные технологии» (СЦТ НПТ) – это сложный комплекс мультидисциплинарных знаний, передовых наукоемких технологий и системы интеллектуальных ноу-хау, сформированных на основе результатов фундаментальных и прикладных научных исследований, кросс-отраслевого трансфера и комплексирования передовых наукоемких технологий, СЦТ и субтехнологий.

Новые производственные технологии – совокупность новых, с высоким потенциалом, демонстрирующих де-факто стремительное развитие, но имеющих пока по сравнению с традиционными технологиями относительно небольшое распространение, новых подходов, материалов, методов и процессов, которые используются для проектирования

и производства глобально конкурентоспособных и востребованных на мировом рынке продуктов или изделий (машин, конструкций, агрегатов, приборов, установок и т. д.).

Разработка и внедрение субтехнологий, входящих в СЦТ НПТ, является необходимым условием для присутствия отечественных компаний на глобальных высокотехнологичных рынках, для которых характерны смещение «центра тяжести» в конкурентной борьбе на этап разработки высокотехнологичной продукции, повышение уровня ее наукоемкости, сокращение сроков вывода новой продукции на рынок, жесткие ограничения по издержкам, высокие требования к потребительским характеристикам.

Прежде всего, важно отметить, что среди множества передовых технологий, **технология «цифровой двойник»¹ (Digital Twin, DT, далее – ЦД)** является технологией-интегратором практически всех «сквозных» цифровых технологий и субтехнологий, выступает технологией-драйвером, обеспечивает технологические прорывы и позволяет высокотехнологичным компаниям переходить на новый уровень технологического и устойчивого развития на пути к промышленному лидерству на глобальных рынках.

В сравнении с традиционными подходами, разработка изделий и продукции на основе технологии «цифрового двойника» может обеспечивать снижение временных, финансовых и иных ресурсных затрат до 10 раз и более. Фактически, именно с помощью разработанных заранее цифровых двойников лидеры мировых высокотехнологичных рынков формируют «гарантированное зарезервированное развитие» (А.И. Боровков, А.А. Аузан). В этом случае семейство цифровых двойников обеспечивают производство («материализация цифрового двойника») и поставку продукции с конкурентными характеристиками в кратчайшие сроки в зависимости от возникающей конъюнктуры на глобальном высокотехнологичном рынке, реализуя триаду «технологический прорыв – технологический отрыв – технологическое лидерство / превосходство».

Важнейшим и обязательным этапом разработки и применения полномасштабных цифровых двойников является формирование путем каскадирования и декомпозиции многоуровневой матрицы целевых показателей конкурентоспособного продукта / изделия и ресурсных ограничений (временных, финансовых, технологических, производственных,

¹ «Цифровой двойник» – это семейства сложных мультидисциплинарных математических моделей с высоким уровнем адекватности реальным материалам, реальным объектам / конструкциям / машинам / приборам ... / техническим и киберфизическим системам, физико-механическим процессам (включая технологические и производственные процессы), описываемых 3D нестационарными нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных, обеспечивающие отличие между результатами виртуальных испытаний и натурных испытаний в пределах $\pm 5\%$ (DT-1) и / или «умная» модель, учитывающая особенности конкретного производства и технологии изготовления (DT-2). Обязательным элементом разработки и применения цифровых двойников является многоуровневая матрица целевых показателей конкурентоспособного продукта / изделия и ресурсных ограничений (временных, финансовых, технологических, производственных, экологических и т. д.).

экологических и т. д.). Общее число характеристик матрицы может составлять 50 000 и более².

Многоуровневая матрица целевых показателей и ресурсных ограничений предназначена для осуществления «балансировки» огромного количества конфликтующих параметров и характеристик объекта в целом, его компонентов и деталей в отдельности, то есть не только отслеживать их взаимное влияние на различных этапах жизненного цикла, но и в кратчайшие сроки вносить необходимые изменения и уточнения («управление требованиями и изменениями»), например, гибко реагируя на действия конкурентов, что обеспечивает непрерывный характер разработки и представляет собой важнейшую особенность новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования на основе цифровых двойников³.

Ключевым и необходимым этапом работы для формирования глобально конкурентоспособных «цифровых двойников» в промышленности является реализация комплекса мероприятий «Формирование национального Digital Brainware» – «оцифровка» всех физических, натуральных и т. д., как правило, дорогостоящих и зачастую уникальных экспериментов – фактически разработка и валидация математических моделей высокого уровня адекватности материалов (MultiScale- и MultiStage- подходы), машин / конструкций / приборов / установок / сооружений / ..., физико-механических и химических процессов, технологических и производственных процессов (MultiDisciplinary- подход).

Формирование Digital Brainware позволяет в рамках комплексного подхода разработки «цифровых двойников» перейти от традиционной парадигмы проектирования и разработки («доводка продуктов / изделий до требуемых характеристик на основе многочисленных дорогостоящих испытаний и итерационного перепроектирования») к одному из основных компонентов разработки «цифровых двойников» – современной триаде: «Виртуальные испытания» & «Виртуальные стенды» & «Виртуальные полигоны», используемые на всех этапах жизненного цикла и с наибольшим эффектом на этапе проектирования, что значительно снижает объемы физических и натуральных испытаний, необходимых для «проверки» опытных образцов.

Безусловно, важным требованием является обеспечение функциональной совместимости (интероперабельности) разрабатываемых отечественных решений с широко распространенными зарубежными решениями, так как в настоящее время на предприятиях реального сектора экономики активно используются импортные решения (Siemens, Dassault Systèmes, ANSYS, SAP и др.). Экспорт отечественных решений также не возможен без

² На основе опыта Центра компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» и ГК CompMechLab®

³ На основе опыта Центра компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» и ГК CompMechLab®

функциональной совместимости с зарубежными программными системами. Учет данных требований в рамках мероприятий по стандартизации является логичным вектором развития новых производственных технологий⁴.

Оценка, отбор и анализ субтехнологий проводились на основе документов и материалов:

1. По результатам анализа программных документов по направлению СЦТ НПТ:
 - дорожная карта «Технет» НТИ, одобрена президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России 14.02.2017, протокол № 1;
 - дорожная карта по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров «Технет» НТИ, утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2018 г. № 482-р;
 - «Атлас сквозных технологий цифровой экономики России», подготовленный Проектным офисом «Цифровая экономика РФ» ГК «Росатом»;
 - программа Manufacturing USA, реализуемая сетью институтов, обеспечивающих глобальное лидерство в передовом производстве, и стратегический план Strategy for American Leadership in Advanced Manufacturing, 2018, подготовленный National Science and Technology Council, Committee on Technology, Subcommittee on Advanced Manufacturing;
 - немецкая программа Industrie 4.0;
 - программа Made in China 2025;
 - программа Horizon 2020 (EU Research and Innovation Programme);
 - и другие стратегические документы.

Были выделены наиболее актуальные для стратегического развития блоки субтехнологий. Дополнительный анализ в разрезе субтехнологий основан на исследовании 230 источников, включая статистическую информацию (Росстат и др.), лучшие мировые и отечественные практики, нормативные и регламентирующие документы, аналитические отчеты о тенденциях развития высокотехнологичных рынков и конкурентной среды.

2. Результаты экспертного опроса:
 - Проведение онлайн анкетирования (24.05.2019, 135 экспертов); в рамках опроса проведена приоритизация технологий, сформированы барьеры, потребности

⁴ Консолидированное мнение экспертов ГК «Цифра»

российских предприятий в решениях по направлению «Новые производственные технологии».

– Проведение очного анкетирования (17.04.2019, 49 экспертов); в рамках анкетирования проведена оценка конкурентной среды, оценка российских рынков по профильным субтехнологиям, а также спрос отраслей экономики на профильные субтехнологии.

3. Результаты экспертных сессий:

– I-я Экспертная сессия (17.04.2019, 109 экспертов); в качестве вводных материалов для сессии использовались данные, полученные по итогам анкетирования экспертов в области «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» и составляющих ее субтехнологий.

– II-я Экспертная сессия (22.04.2019, 52 эксперта); сессия прошла в формате вебинара для обсуждения проекта Дорожной карты по развитию СЦТ «Новые производственные технологии».

– III-я Экспертная сессия (26.04.2019, 62 эксперта); обсуждение итогов подготовки и уточнение перечня мероприятий дорожной карты по направлению развития СЦТ «Новые производственные технологии»; высказано более 50 предложений по организации конкретных мероприятий, рекомендованных экспертами для внесения в ДК СЦТ «Новые производственные технологии».

На основании проведенного анализа и в соответствии с рекомендациями Наблюдательного совета АНО «Цифровая экономика», сформированными на заседании 24.05.2019, ДК СЦТ НПТ включает следующий перечень субтехнологий:

- 1. Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design);**
- 2. Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing);**
- 3. Манипуляторы и технологии манипулирования.**

Укажем качественные критерии, позволяющие выделить субтехнологии из большого количества современных технологических решений:

1. **Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design):** включает технологии, обеспечивающие реализацию концепции передового цифрового «умного» проектирования; драйвером этого процесса выступает технология разработки цифрового двойника (Digital Twin) на основе создания и применения многоуровневой матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений, на основе математических моделей разных классов, уровней сложности и адекватности (в самых общих случаях описываемых нестационарными

нелинейными уравнениями в частных производных), на основе проведения виртуальных испытаний, применения виртуальных стендов и виртуальных полигонов. Особое внимание уделяется разработке и внедрению:

- цифровой платформы создания цифровых двойников, способной учитывать до 150 000 целевых показателей и ресурсных ограничений, использующей смежные «сквозные» цифровые технологии искусственного интеллекта, больших данных, распределенных реестров, обеспечивающей управление интеллектуальной собственностью, экспертное сопровождение и прохождение с первого раза физических и натуральных испытаний;

- конкурентоспособной отечественной PLM-системы «тяжелого класса» – системы управления жизненным циклом продукции / изделия, включающей конкурентоспособные CAD-CAM-CAE- подсистемы проектирования, технологической подготовки производства и компьютерного / суперкомпьютерного инжиниринга на основе математического и имитационного моделирования.

2. Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing) включают технологии, обеспечивающие реализацию концепции «умного» производства: технологическая подготовка и реализация производственного процесса с минимальным участием человека на основе данных PLM-системы, операционное управление технологическими процессами, производством, предприятием; технологическая подготовка и реализация производственного процесса для кастомизированной продукции широкой номенклатуры на основе гибких, реконфигурируемых и модульных машин, оборудования и робототехники. Особое внимание уделяется разработке, развитию, внедрению и сопровождению отечественных защищенных:

- MES-системы, обеспечивающей децентрализованное планирование, автоматизированную оптимизацию производственных расписаний на уровне холдингов в том числе на основе данных платформенных решений для производства и промышленного интернета;

- ERP-системы, использующей «сквозные» цифровые технологии искусственного интеллекта, больших данных и распределенных реестров.

3. Манипуляторы и технологии манипулирования: включает методы математического моделирования робототехнических систем как пространственных механических систем с голономными и неголономными связями, методы прямого динамического моделирования нелинейных пространственных механических систем с контактными взаимодействиями; разработку программного обеспечения для управления роботами-манипуляторами; программно-аппаратные средства взаимодействия с окружающей средой и объектами.

Краткая характеристика субтехнологий

1. Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design); средний уровень готовности технологии (далее – УГТ)⁵ в России оценивается как УГТ 6-9, в мире – УГТ 7-9. Элементы технологической карты субтехнологии / востребованные решения:

- технологии разработки и сопровождения цифровых двойников (Digital Twin, DT);
- компьютерное проектирование (Computer-Aided Design, CAD);
- математическое моделирование, компьютерный и суперкомпьютерный инжиниринг (Computer-Aided Engineering, CAE и High Performance Technical Computing, HPTC) / имитационное моделирование;
- сервис, обеспечивающий доступ к облачным вычислительным мощностям, функционирующий по модели «on demand»;
- сервис, предоставляющий доступ к цифровому профилю изделия, обеспечивающий прослеживаемость изделий как на этапе производства, так и на этапе его эксплуатации;
- технологии оптимизации (Computer-Aided Optimization, CAO);
- платформенные технологии управления процессами проектирования, моделирования и данными (Simulation Process & Data Management, SPDM), а также вычислительными ресурсами (Simulation Process, Data and Resources Management, SPDRM);
- цифровые платформы для проектирования и инжиниринга, разработки и сопровождения цифровых двойников и платформы «цифровой сертификации», использующие смежные «сквозные» цифровые технологии искусственного интеллекта, больших данных, распределенных реестров, обеспечивающие управление интеллектуальной собственностью, экспертное сопровождение и прохождение с первого раза физических и натурных испытаний;
- планирование производственных технологических процессов (Computer-Aided Process Planning, CAPP);
- технологическая подготовка производства (Computer-Aided Manufacturing, CAM);
- технологии управления данными о продукте (Product Data Management, PDM);

⁵ Здесь и далее в соответствии с ГОСТ Р 58048-2017

- технологии управления жизненным циклом (Product Lifecycle Management, PLM);
- интегрированная логистическая поддержка (Integrated Logistics Support, ILS);
- платформенные решения для правовой охраны и управления правами на цифровые модели и объекты;
- платформенные решения для эксплуатационного мониторинга, послепродажного / технического обслуживания продукции, предиктивной аналитики и ремонтов;
- платформенное решение, реализующее сервисный подход «база доступных технологий»;
- платформенное решение, реализующее сервисный подход «база типовых изделий».

2. Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing); средний УГТ для решений реализации концепции «безлюдного» производства⁶ в России оценивается как УГТ 4-5, в мире – УГТ 6-7. Средний УГТ для решений операционное управление технологическими процессами, производством, предприятием в России оценивается как УГТ 9, в мире – УГТ 9. Средний УГТ для решений, обеспечивающих высокую гибкость производства, быструю переналадку и масштабирование в России оценивается как УГТ 6, в мире – УГТ 8-9. В части платформенных решений для производства, промышленного интернета и логистики средний УГТ в России оценивается как УГТ 7, в мире – УГТ 8-9. Элементы технологической карты субтехнологии / востребованные решения:

- «умные» производственные линии (Smart Manufacturing);
- системы числового программного управления (ЧПУ) оборудованием;
- программное обеспечение для обучения и управления промышленными роботами;
- мобильные цифровые устройства, оснащенные модулями беспроводной связи для получения и передачи данных;
- программное обеспечение для получения, обработки и передачи информации, получаемой как от датчиков, встроенных в устройство, так и от сторонних источников, компоненты системы эксплуатируются в доверенной среде, устойчивы к отказам и попыткам несанкционированного доступа;
- автоматизированные системы управления предприятием (Enterprise Resource Planning, ERP-системы планирования и управления);

⁶ Под «безлюдным» понимается производство со сбалансированным соотношением персонала и технологий, обеспечивающих автоматизацию критической массы процессов.

- планирование материалов;
- планирование производства;
- управление производственными активами;
- автоматизированные системы управления производством (Manufacturing Execution System, MES-системы управления производственными процессами);
 - системы управления технологическим процессом (АСУ ТП): человеко-машинный интерфейс (Human-Machine Interface, HMI), SCADA-системы (Supervisory Control And Data Acquisition), датчики, исполнительные устройства, приводные системы и роботизированные механизмы, системы идентификации (Radio Frequency IDentification, RFID, штрих-коды);
 - платформенные решения для промышленного интернета;
 - платформенные решения для производства;
 - системы управления непрерывным производством;
 - системы управления кооперационным производством, позволяющие в режиме реального времени вести планирование и учет по всей цепи кооперации;
 - системы управления производственно-техническим потенциалом на уровне холдингов и государственных корпораций;
 - платформенные решения для логистики;
 - платформенные решения, использующие технологии машинного обучения в привязке к планированию и учету производственных процессов и управлению производственными активами предприятий;
- управление нормативно-справочной информацией (Master Data Management, MDM), системы бизнес-анализа (Business Intelligence, BI, Corporate Performance Management, CPM);
 - системы управления лабораторной информацией (Laboratory Information Management System, LIMS);
 - системы управления бизнес-процессами (Business Process Management, BPM);
- гибкие, реконфигурируемые и модульные машины, оборудование и робототехнические комплексы;
 - неконвенциональные производственные технологии;
 - прецизионные технологии, датчики измерения точности;
 - вычислительные процессоры с высоким быстродействием и решающие многие задачи с заданной точностью;
- узлы и агрегаты станка, влияющие на исполнительную точность.

3. Манипуляторы и технологии манипулирования; средний УГТ в России – 6, УГТ в мире – 9. Элементы технологической карты субтехнологии / востребованные решения:

- методы математического моделирования робототехнических систем как пространственных механических систем с голономными и неголономными связями и, как более передовое решение – методы прямого динамического моделирования нелинейных пространственных механических систем с контактными взаимодействиями;
- программное обеспечение для управления роботами-манипуляторами;
- программно-аппаратные средства взаимодействия с окружающей средой и объектами.

Оценка УГТ в России на основе конкретных единичных примеров позволяет сделать выводы о наличии решений с уровнем готовности от 6 до 9. Оценка среднего УГТ в России на основе результатов экспертного опроса свидетельствует о недостаточном (низком) количестве российских решений на высоких (6-9) уровнях готовности. Экспертное сообщество определяет отставание в развитии большинства субтехнологий СЦТ НПТ, в том числе в части технических характеристик, в России на 5-10 лет в сравнении с мировым уровнем.

Приоритетные отрасли для внедрения субтехнологий СЦТ НПТ:

1. автомобилестроение (ОКВЭД: производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов, включая производство двигателей для автотранспортных средств);
2. авиастроение и ракетно-космическая техника (ОКВЭД: производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования);
3. двигателестроение (ОКВЭД: производство силовых установок и двигателей для летательных аппаратов, включая космические);
4. машиностроение, включая атомное, нефтегазовое, тяжелое, специальное машиностроение, железнодорожный транспорт (ОКВЭД: производство машин и оборудования общего назначения);
5. судостроение и кораблестроение (ОКВЭД: строительство кораблей, судов и лодок);
6. непрерывное / процессное производство (ОКВЭД: добыча полезных ископаемых; обрабатывающие производства: производство металлургическое, производство кокса и нефтепродуктов; производство химических веществ и химических продуктов).

Эффекты от развития СЦТ (технологическое лидерство, экономическое развитие, социальный прогресс). Цели реализации мероприятий ДК СЦТ НПТ:

1. Разработка и развитие прорывных технологий СЦТ НПП как основы для технологического лидерства.
2. Разработка и развитие отечественных технологий мирового уровня, реализация их полного потенциала.
3. Внедрение и апробация производственных технологий, стимулирование спроса на СЦТ НПП для достижения промышленного лидерства в будущем, в первую очередь, в высокотехнологичных отраслях промышленности.
4. Устранение барьеров (нормативно-технических, научных, технологических, кадровых, финансовых и др.).

Реализация целей соответствует следующим приоритетным направлениям развития:

1. Повышение глобальной конкурентоспособности России на мировых высокотехнологичных рынках.
2. Создание высокопроизводительного экспортно-ориентированного сектора обрабатывающих производств, развивающегося на основе новых производственных технологий.
3. Создание экосистемы цифровой экономики Российской Федерации, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности.
4. Подготовка специалистов высококвалифицированных кадров, обладающих компетенциями мирового уровня в сфере исследований и разработок; для разработки, развития и применения передовых технологий, как правило, наукоемких и мультидисциплинарных, нужны специалисты нового типа.
5. Переход к новым бизнес-моделям на базе Цифровых платформ⁷ / Цифровых двойников и к Фабрикам будущего⁸ («цифровым» / «умным» / «виртуальным»)⁹ как основе современной экономики.

Наиболее эффективно развитие по указанным приоритетным направлениям реализуется при выполнении комплексных проектов по созданию высокотехнологичных продуктов с принципиально новыми потребительскими свойствами, что отразится в достижении следующих эффектов (в порядке приоритетности):

⁷ Межотраслевая цифровая платформа для проектирования и производства глобально конкурентоспособных продуктов нового поколения, проведения виртуальных испытаний, создания виртуальных полигонов и стендов, «цифровых двойников» (Digital Twin) изделий (DT1) и процессов их производства (DT2) с применением передовых производственных технологий.

⁸ Фабрики Будущего – это определенный тип системы бизнес-процессов, способ комбинирования бизнес-процессов, который имеет следующие характеристики: создание цифровых платформ, своеобразных экосистем передовых цифровых технологий; разработка системы цифровых моделей как новых проектируемых изделий, так и производственных процессов; цифровизация всего жизненного цикла изделий (от концепт-идеи, проектирования, производства, эксплуатации, сервисного обслуживания и до утилизации).

⁹ Подробнее см.: <https://technet-nti.ru/article/fabriki-buducshego>

1. Сокращение времени на разработку / производство продукции.
2. Сокращение затрат на разработку / производство продукции.
3. Достижение принципиально новых потребительских свойств.
4. Улучшение качества продукции.
5. Гибкость производства: возможность быстрой переналадки производства.
6. Возможность внедрения новых бизнес-моделей.
7. Увеличение ресурса / срока эксплуатации оборудования и инфраструктуры.
8. Увеличение ресурса / срока эксплуатации изделия.

Ключевые рыночные тенденции развития ЦЦТ

1. Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design):

– С географической точки зрения крупнейшими рынками традиционного PLM в 2017 году стали США (7,7 млрд долл., CAGR в период с 2018 по 2022 год составит 6,3%), Япония (3,82 млрд долл., CAGR в период с 2018 по 2022 год составит 6%) и Германия (3,75 млрд долл., CAGR в период с 2018 по 2022 год составит 5,7%)¹⁰.

– Прогнозируется, что Азиатско-Тихоокеанский регион станет самым быстрорастущим рынком со среднегодовым темпом роста 8,6% в течение периода анализа.

– Только 16% организаций в мире в наиболее полной мере внедряют технологии «цифровых двойников»¹¹.

– Рынок интеллектуальных фабрик для решения MES, вероятно, будет расти самыми быстрыми темпами с 2019 по 2024 год¹².

– Аэрокосмическая и оборонная промышленность с долей 24% доминировали на мировом рынке управления жизненным циклом продукции (PLM) в 2015 году¹³.

2. Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing):

– Согласно исследованию, проведенному Capgemini, по состоянию на март 2017 года 62% аэрокосмических и оборонных предприятий приняли инициативу «умного производства» – в настоящее время Северная Америка лидирует на мировом рынке интеллектуальных производств.

¹⁰ CIMdata Releases Series of Country-Specific PLM Market Analysis Reports. Источник: <https://www.cimdata.com/en/news/item/10771-cimdata-releases-series-of-country-specific-plm-market-analysis-reports> (дата обращения: 16.01.2019).

¹¹ Digital Engineering. The new growth engine for discrete manufacturers. Источник: https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2018/06/DI_Digital-Engineering201806125_V08.pdf (дата обращения: 16.01.2019).

¹² \$244 Billion Smart Factory (DCS, PLC, MES, ERP, SCAADA, PAM, HMI, PLM) Market - Global Forecast to 2024 - ResearchAndMarkets.com. Источник: <https://www.businesswire.com/news/home/20190404005418/en/244-Billion-Smart-Factory-DCS-PLC-MES> (дата обращения: 23.05.2019).

¹³ Global Product Lifecycle Management (PLM) Market Analysis & Opportunity Outlook 2022. Источник: <https://www.researchnester.com/reports/global-product-lifecycle-management-plm-market-analysis-opportunity-outlook-2022/98> (дата обращения: 23.05.2019).

– Высокий спрос в основном существует в сфере автомобильной сборки, телекоммуникационных сетей, самолетов, котлов и печей для термообработки, машин для химической промышленности, рулевого управления и стабилизации судов и других систем машин¹⁴.

– Согласно прогнозам компании MarketWatch, мировой рынок автоматизации и процессов управления (Automation & Process Control Market) достигнет объема в 320 млрд долл. к 2024 году¹⁵. Компания BusinessWire оценивает объем мирового рынка в 158,8 млрд долл. в 2017 году с прогнозом роста до 324,6 млрд долл. к 2027 году (CAGR составит 8%)¹⁶.

Платформенные решения для производства, промышленного интернета и логистики:

– Прогнозируется, что рынок IoT в Азиатско-Тихоокеанском регионе значительно возрастет в течение 2016–2024 гг. Это связано с формирующимся производственным сектором в таких странах, как Индия, Тайвань, Китай и Южная Корея. Индийская автомобильная промышленность обеспечивает более 7% ВВП страны. Улучшение инфраструктуры и инициатива “Make in India” привлекают потенциальные инвестиции

в автомобильный сектор. Кроме того, растущая тенденция к открытию интеллектуальных фабрик в Азиатско-Тихоокеанском регионе обеспечивает потенциал для роста отрасли¹⁷.

– Учитывая преимущества IoT, многие крупные промышленные производители сотрудничают с интернет-компаниями. Например, National Instruments Alliance partner Aveva объявило о сотрудничестве с PTC, с целью расширения сферы охвата от тестирования до производства с помощью IoT¹⁸.

– В Азиатско-Тихоокеанском регионе около трети всех расходов на IoT будут приходиться на обрабатывающую промышленность в 2020 году. В других регионах производственный сектор также занимает первое место, но с более низкой долей расходов. Например, в США расходы на IoT в обрабатывающей промышленности будут составлять примерно 15% от общего объема закупок IoT¹⁹.

¹⁴ Increasing Need for Rapid Production of Machinery to Make Industrial Automation Market Grow at 6.6% CAGR. Источник: <https://www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/industrial-automation-market.htm> (дата обращения: 23.05.2019).

¹⁵ Automation & Process Control Market is Determined to Exceed US\$ 320 Billion by 2024. Источник: <https://www.marketwatch.com/press-release/automation-process-control-market-is-determined-to-exceed-us-320-billion-by-2024-2019-03-20> (дата обращения 20.06.2019)

¹⁶ Opportunity Outlook on the Industrial Automation Control Market 2019-2027 - The Market is Expected to Grow from \$158.5Bn in 2018 to \$324.6Bn by 2027. Источник: <https://www.businesswire.com/news/home/20190401005410/en/Opportunity-Outlook-Industrial-Automation-Control-Market-2019-2027> (дата обращения 20.06.2019)

¹⁷ IoT in Manufacturing Market set to boom till 2024, Growing industrial sector in Asia Pacific provides growth impetus to the industry. Источник: <http://technologymagazine.org/iot-manufacturing-market-set-boom-till-2024-growing-industrial-sector-asia-pacific-provides-growth-impetus-industry/> (дата обращения: 23.05.2019).

¹⁸ IoT in Manufacturing Market set to boom till 2024, Growing industrial sector in Asia Pacific provides growth impetus to the industry. Источник: <http://technologymagazine.org/iot-manufacturing-market-set-boom-till-2024-growing-industrial-sector-asia-pacific-provides-growth-impetus-industry/> (дата обращения: 23.05.2019).

¹⁹ IOT in Manufacturing. Источник: <https://www.industrialiotseries.com/2018/07/02/the-internet-of-things-in-manufacturing-benefits-use-cases-and-trends/> (дата обращения: 23.05.2019).

– Согласно исследованию IDC, в 2016 году на производственные операции с поддержкой IoT было потрачено 102,5 млрд долл. США, что является самой большой областью применения во всех отраслях. По оценкам исследователей, к 2025 году экономический эффект внедрения IoT решений может составлять более 470 млрд долл. в год²⁰.

– Использование технологий: управление транспортировкой, бортовые устройства на транспортных средствах, интеллектуальная автоматизация складского хозяйства, методы для расчета чистых таблиц (восходящий расчет «истинных» затрат на обслуживание, использование подходов динамической маршрутизации) позволит получить следующие эффекты: снижение эксплуатационных расходов на 30%; сокращение потерь на 75% при одновременном ожидаемом снижении запасов до 75%; увеличение гибкости цепочек поставок.

– Использование платформ операторов сетей связи общего пользования. Обеспечивается совместимость разнообразных существующих решений по передаче информации у предприятий и организаций промышленного интернета с сетью и платформами операторов сетей связи общего пользования. Насчитывается порядка 8-9 тысяч платформ с учетом вероятного появления цифровых агломераций²¹.

– Использование проприетарных решений, которые являются частной собственностью авторов или правообладателей и не удовлетворяющее критериям свободного программного обеспечения (источник: там же).

– Создание большого числа платформ промышленного интернета; при этом масштабировать и монетизировать эффекты от их использования удастся только единицам. В соответствии с вероятным появлением цифровых агломераций в каждой из них необходимо будет установить, по крайней мере, одну платформу промышленного интернета (источник: там же).

– Крупнейшие держатели архитектур: ПОТ ИС (консорциум промышленного Интернета) и Platform Industrie 4.0, сотрудничающие в анализе эталонных архитектур, идвигающиеся к общим стандартам.

3. Манипуляторы и технологии манипулирования.

– В 2017 году основными индустриями роста применения промышленных роботов стали металлургия (+55%) и электроника (+33%), самый крупный потребитель

²⁰ IoT in Manufacturing: The Ultimate Guide. Источник: <https://www.scnsoft.com/blog/iot-in-manufacturing> (дата обращения: 23.05.2019).

²¹ Отчет о выполнении работ по разработке дорожной карты по направлению развития «сквозной» цифровой технологии «Промышленный интернет», ООО «Национальный центр информатизации»; Блануца В.И. Территориальная структура цифровой экономики России: предварительная делимитация «умных» городских агломераций и регионов. Пространственная экономика, №2, 2018, стр.17-35

роботов – автомобилестроение (+22%), до 33% всех промышленных роботов в 2017 году были востребованы в этой отрасли.

– С 2010 года спрос на промышленные роботы растет за счет роста автоматизации и технологического совершенствования промышленных роботов, так между 2012 и 2017 гг. продажи роботов росли со средним CAGR – 19% в год²².

Ключевые драйверы развития СЦТ

1. Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design):

– Эффекты разработки и внедрения технологий “цифровых двойников” – компании, инвестирующие в развитие технологий “цифровых двойников” могут сократить временные издержки производственного цикла на 30%²³.

– Системы PLM пользуются высоким спросом со стороны аэрокосмической, оборонной промышленности, сферы банковских услуг. Спрос со стороны сектора оборонной промышленности стимулирует распространение PLM-технологий и стимулирует рост рынка²⁴.

– Производители применяют технологию MES, чтобы снизить затраты и предоставить возможности для эксплуатации и доставки высокопроизводительных производственных активов по всей цепочке поставок. Это приводит к высоким темпам роста для сегмента MES. Существует растущая потребность в централизации бизнес-данных на предприятиях и отслеживании операций на нескольких предприятиях с помощью анализа данных в режиме реального времени²⁵.

– Факторы, способствующие росту на рынке, включают спрос на замкнутые PLM-системы (Closed-loop PLM), а также повышенное внимание к нормативным требованиям, необходимость снижения риска для продукта, растущую потребность в сотрудничестве по всему жизненному циклу производства²⁶.

2. Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing):

²²Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots. Источник: https://ifr.org/downloads/press2018/Executive_Summary_WR_2018_Industrial_Robots.pdf, (дата обращения 20.06.2019)

²³ How the ‘Digital twin’ will transform the Manufacturing sector. Источник: <https://www.redlinegroup.com/insights/how-the-digital-twin-will-transform-the-manufacturing-sector-71701914407> (дата обращения: 16.01.2019).

²⁴ Global Product Lifecycle Management (PLM) Market to Expand with a CAGR of 8.1% due to Extensive Demand from Aerospace and Defense sector. Источник: <https://www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/product-lifecycle-management-market.htm> (дата обращения: 23.05.2019).

²⁵ \$244 Billion Smart Factory (DCS, PLC, MES, ERP, SCADA, PAM, HMI, PLM) Market - Global Forecast to 2024 - ResearchAndMarkets.com. Источник: <https://www.businesswire.com/news/home/20190404005418/en/244-Billion-Smart-Factory-DCS-PLC-MES> (дата обращения: 23.05.2019).

²⁶ Product Lifecycle Management Market Trends, Market Analysis, and Forecasts by Global Industry Analysts Inc. Источник: <https://www.strategyr.com/MarketResearch/ViewInfoGraphNew.asp?code=MCP-6516> (дата обращения: 23.05.2019).

- Активное развитие рынка связано с потребностями предприятий, реализующих программы промышленной трансформации (например, Индустрия 4.0) в автоматизации.
- Наибольшая выручка на рынке умного производства обеспечивается странами АТР (62 млрд долл. на 2015 г.)²⁷.
- Рост рынка интеллектуального производства, вероятно, будет продиктован высоким спросом со стороны химической промышленности и материалов, пищевой промышленности и АПК, здравоохранения, а также оборонной и аэрокосмической промышленности²⁸.

Платформенные решения для производства, промышленного интернета и логистики:

- Рынок формируется под влиянием тренда «платформизации». Представленные в этом сегменте решения стали массово появляться на рынке в 2016-2017 годах. Их долю на рынке можно оценить в 5% рынка (\$2 млрд), при этом для платформенных решений прогнозируют рост (CAGR) в 35% в год²⁹.
- Продвижению IoT в производственном секторе способствуют возрастающие требования к повышению операционной эффективности и оптимизации затрат, связанных с различными производственными процессами. Технология IoT способна значительно повысить операционный контроль на производстве за счет сбора информации в режиме реального времени о каждом этапе цепочки поставок и функционировании производственных линий.
- Повышение осведомленности потребителей о преимуществах аналитических решений для цепочек поставок. Растущая потребность в управлении большим количеством бизнес-данных.

3. Манипуляторы и технологии манипулирования. Драйверами развития использования промышленных роботов являются:

- Увеличение объема производств в отдельных отраслях промышленности (автопром, производство электроники), где есть высокая конкуренция и массовость производства.
- Государственная политика может быть стимулом для модернизации производств с использованием передовых средств автоматизации, а также преодоления барьера «первого робота».

²⁷ Evolution of Industry 4.0 Trend to Accelerate Smart Manufacturing Market. Источник: <https://www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/smart-manufacturing-market.htm> (дата обращения: 23.05.2019).

²⁸ Global Smart Manufacturing Market (2018 - 2023) Источник: <https://www.kdmarketresearch.com/report/global-smart-manufacturing-market-2019-2023> (дата обращения: 20.05.2019)

²⁹ IoT platform market to grow to \$1.6 billion by 2020: Verizon report. // 12.09.2017. [электронный ресурс] URL: <https://economictimes.indiatimes.com/tech/ites/iot-platform-market-to-grow-to-1-6-billion-by-2020-verizon-report/articleshow/60475930.cms> (Дата обращения: 19.04.2019)

- Общие просветительские меры, направленные на разъяснение возможностей и пользы от использования робототехники в производстве.
- Наличие стратегий, программ и национальных приоритетов по развитию промышленной роботизации (Япония, Южная Корея, Тайвань).
- Культурный фактор: например, низкий уровень опасений общества по поводу замещения роботами существующих рабочих мест.
- Проактивная налоговая политика, включая льготы, а также поддержку внедрения передовых технологий (Сингапур).
- КНР реализует собственную стратегию внедрения роботов: выделяются крупные субсидии, реализуется План развития индустрии робототехники КНР (2016-2020). Например, только провинция Гуандун выделила примерно \$ 135 млрд для содействия компаниям в «замещении машин». Однако в этой статистике возможны преувеличения: компания VCG отмечает, что объем всех субсидий КНР на роботизацию составил \$ 6 млрд³⁰.

Таблица 1 — Перечень рисков и возможных ограничений развития заделов по СЦТ, создания перспективных российских решений на их базе

Направление	Риски	Ограничения
Законодательные и административные	Принятие нормативных правовых документов, увеличивающих налоговую и иную административную нагрузку	Административные барьеры / дефицит мер поддержки для внедрения субтехнологий СЦТ НПП
	Увеличение срока принятия новых стандартов и регламентов	Отсутствие стандартов и регламентов, что затрудняет внедрение и масштабирование технологий СЦТ НПП
	Сохранение зарегулированности (в части стандартов и требований к новым поставщикам) некоторых отраслей – потенциальных потребителей новых производственных технологий	Низкий спрос на технологии решения СЦТ НПП со стороны потенциальных потребителей технологий
	Риски патентного давления при создании и использовании субтехнологий ³¹	Наличие патентов, ограничивающих развитие решений и функциональных элементов решений в рамках субтехнологий
Технологические и инфраструктурные	Недостаточная защищенность чувствительных данных предприятий	Отсутствие нормативно-правовой базы в сфере информационной безопасности для субтехнологий СЦТ НПП
	Санкционные риски, связанные с возможным запретом использования иностранного ПО и оборудования	Введены санкционные ограничения против ряда ключевых российских организаций
	Снижение доступности инфраструктуры больших данных, высокопроизводительных вычислений, систем передачи данных и прочее	Недостаток инфраструктуры больших данных, высокопроизводительных вычислений, систем сбора, передачи, хранения передачи данных в промышленности
Экономические	Риски нехватки оборотных средств необходимых компании на	Длительный срок и высокие издержки внедрения новых производственных

³⁰ Robert D. Atkinson. Which Nations Really Lead in Industrial Robot Adoption? Источник: http://www2.itif.org/2018-industrial-robot-adoption.pdf?_ga=2.33485438.111287278.1544264515-2000188760.1544264515 (дата обращения: 27.12.2018)

³¹ Консолидированное мнение экспертов ГК «Цифра» на основании решений заседания рабочей группы «Цифровые технологии» АНО «Цифровая экономика» 18.06.2019

Направление	Риски	Ограничения
	исследования и разработки и пилотные внедрения	технологий, а также их окупаемости
	Снижение потенциала и потеря времени на разработку конкурентоспособных решений в условиях динамичной международной конкуренции	Наличие конкурентоспособных продуктов на мировом рынке: сложности вывода новых решений на мировой рынок, а также длительные сроки разработки новых продуктов
	Риски снижения спроса на новые производственные технологии	Недостаток испытательных полигонов и пилотных площадок внедрения новых производственных технологий, дефицит фактической информации об экономических эффектах от внедрения, небольшое количество успешных практик внедрений, отсутствие мер поддержки, косвенно стимулирующих спрос на новые производственные технологии путем снижения стоимости их внедрения
Социальные	Риски снижения квалификации кадров	Дефицит высококвалифицированных кадров, потребность в подготовке и переподготовке специалистов
	Усиление конкуренции за квалифицированные кадры с иностранными исследовательскими центрами и высокотехнологичными компаниями	Конкуренция за квалифицированные кадры с иностранными исследовательскими центрами и высокотехнологичными компаниями
	Снижение количества поступающих на профильные и востребованные специальности в рамках СЦТ	Высокая потребность рынка в кадрах, при относительно небольшом количестве выпускаемых ежегодно инженеров / дефицит кадров со средней квалификацией и рабочих
	Рост различий в «онтологии» / понимания сути новых производственных технологий	Недостаток информации о технологиях СЦТ НПТ, различное понимание ключевыми стейкхолдерами сути технологий СЦТ НПТ, что затрудняет формирование общего видения развития профильных технологий
Научные и кадровые	Разрывы инновационного цикла (фундаментальные и прикладные исследования – опытно-конструкторские разработки – испытание и внедрение комплексных технических решений)	Длительность инновационного цикла, ограничения, связанные с коммерциализацией и трансфером технологий

2. Текущее состояние и целевые показатели развития до 2021 и 2024 года (технологические и отдельные экономические)

Таблица 2 – Целевые показатели развития СЦТ НПТ

№ п/п	Субтехнология	Целевое состояние субтехнологии/техническая характеристика	2019	2021	2024
1.	Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design)	<p>Переход от традиционной парадигмы проектирования (доводка продуктов / изделий до требуемых характеристик на основе натурных испытаний, 5 итераций в среднем) к новой парадигме цифрового проектирования и моделирования – технологии разработки и применения цифровых двойников (Digital Twin), обеспечивающей при экспертном сопровождении, как правило, прохождение с первого раза физических и натурных испытаний (1 итерация), определение критических зон и критических характеристик для мониторинга на всех этапах жизненного цикла продукта / изделия</p> <p>Экономические характеристики (Э):</p> <p>Э-1 – количество высокотехнологичных предприятий из приоритетных отраслей промышленности, применяющих технологию разработки цифровых двойников продуктов / изделий и обеспеченных экспертным сопровождением;</p> <p>Э-2 – количество реализованных проектов на высокотехнологичных предприятиях из приоритетных отраслей промышленности, для которых была применена технология разработки цифровых двойников;</p> <p>Технические характеристики (Т):</p> <p>Т-1 – сокращение времени разработки высокотехнологичных продуктов;</p> <p>Т-2, % показателей матрицы целевых показателей и ограничений, обеспечивающих достижение целевых характеристик разрабатываемого изделия или продукции, определяемых и обосновываемых результатами виртуальных испытаний (по отраслям):</p> <ol style="list-style-type: none"> автомобилестроение (ОКВЭД: производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов, включая производство двигателей для автотранспортных средств); авиастроение (ОКВЭД: производство летательных аппаратов и соответствующего оборудования); судостроение и кораблестроение (ОКВЭД: строительство кораблей, судов и лодок); двигателестроение (ОКВЭД: производство силовых установок и двигателей для летательных аппаратов, включая космические); машиностроение, включая атомное, нефтегазовое, тяжелое, специальное машиностроение, железнодорожный транспорт (ОКВЭД: производство машин и оборудования общего назначения); непрерывное / процессное производство (ОКВЭД: добыча полезных ископаемых; обрабатывающие производства: производство металлургическое, производство кокса и нефтепродуктов; производство химических веществ и химических продуктов). <p>Т-3 – разработанные и внедренные технологии создания цифровых двойников продуктов / изделий на основе десятков тысяч целевых показателей обеспечивают при экспертном сопровождении прохождение с первого раза физических и натурных испытаний (1 итерация), определение критических зон и характеристик для мониторинга на всем жизненном цикле, количество итераций</p>	Э-1 = 3	Э-1 = 15	Э-1 = 100
			Э-2 = 3	Э-2 = 30	Э-2 = 250
			Т-1 = 10%	Т-1 = 15%	Т-1 = 25%
			Т-2 = 0%-15%	Т-2 = 25%-50%	Т-2 = 50%-100%
			Т-3 = 5	Т-3 = 3	Т-3 = 1

№ п/п	Субтехнология	Целевое состояние субтехнологии/техническая характеристика	2019	2021	2024
		в приоритетных отраслях промышленности			
		Разработана отечественная PLM-система «тяжелого» класса (включая CAD / CAM / CAE – подсистемы), поддерживающая все стадии разработки изделий: от создания концепта и проектирования до изготовления, на базе отечественной платформы полного жизненного цикла изделий. PLM система обеспечивает автоматическую оценку технологической реализуемости производства на ранних этапах проектирования изделия или продукции (для УГТ 4-5 изделия). Разработана платформа управления цифровым профилем изделий, обеспечивающая полную прослеживаемость на всем жизненном цикле изделия: начиная от момента проектирования отдельных деталей и узлов, включая контроль на стадии производства, заканчивая эксплуатацией готового изделия. Э-1 – количество высокотехнологичных предприятий из приоритетных отраслей промышленности, использующих разработанную PLM-систему; Э-2 – количество реализованных проектов на высокотехнологичных предприятиях из приоритетных отраслей промышленности, в которых была применена PLM-система; Э-3 – количество активных / сертифицированных пользователей PLM-системы; Э-4 – количество типовых изделий в 5 приоритетных отраслях промышленности, подключенных к системе цифрового профиля изделия; Т-1 – этап разработки изделия или продукции (УГТ), на котором доступна автоматизированная оценка технологичности производства разрабатываемого изделия или продукции; Т-2 – сокращение времени разработки высокотехнологичных продуктов	–	«средне-тяжелый» класс, защищенное исполнение	«тяжелый» класс, защищенное исполнение
			Т-1: Автоматизированная оценка технологичности для поздних этапов (УГТ 9 изделия)	–	Т-1: Автоматизированная оценка технологичности для ранних этапов (УГТ 4-5 изделия)
			–	Т-2 = 10%	Т-2 = 15%
			Э-1 = 0 Э-2 = 0 Э-3 = 0 Э-4=0	Э-1 = 5 Э-2 = 10 Э-3 = 500 Э-4=20	Э-1 = 25 Э-2 = 50 Э-3 = 10 000 Э-4=100
		Разработана для 5 приоритетных отраслей Национальная база математических моделей высокого уровня адекватности Digital Brainware (отличие между результатами моделирования и натурных испытаний в пределах ± 5%) на основе архивов физических и натурных экспериментов, обеспечена преемственность с накопленным научно-технологическим опытом, основанном на дорогостоящих и зачастую уникальных экспериментах. Разработанная Национальная база пополняется математическими моделями высокого уровня адекватности на основе новых серий физических и натурных экспериментов, в том числе направленных на применение новых материалов. Т-1 – % испытательных стендов (по отраслям), входящих в состав Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности, от общего числа испытательных стендов: 1. Автомобилестроение (ОКВЭД: производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов, включая производство двигателей для автотранспортных средств); 2. Авиастроение и ракетно-космическая техника (ОКВЭД: производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования); 3. Судостроение и кораблестроение (ОКВЭД: строительство кораблей, судов и лодок); 4. Двигателестроение (ОКВЭД: производство силовых установок и двигателей для летательных аппаратов, включая космические); 5. Машиностроение, включая тяжелое, специальное и атомное машиностроение, железнодорожный транспорт (ОКВЭД: производство машин и оборудования общего назначения); 6. Непрерывное / процессное производство (ОКВЭД: добыча полезных ископаемых;	Т-1 = 0%	Т-1 = 10%	Т-1 = 25%

№ п/п	Субтехнология	Целевое состояние субтехнологии/техническая характеристика	2019	2021	2024
		обрабатывающие производства: производство металлургическое, производство кокса и нефтепродуктов; производство химических веществ и химических продуктов)			
		Цифровая платформа разработки цифровых двойников, способная учитывать 150 000 целевых показателей и ресурсных ограничений, использующая смежные «сквозные» цифровые технологии искусственного интеллекта, больших данных, распределенных реестров, обеспечивающая управление интеллектуальной собственностью, экспертное сопровождение и прохождение с первого раза физических и натурных испытаний. Цифровая платформа внедрена в 5 приоритетных отраслях, в 50 высокотехнологичных компаниях, сформирована национальная сетевая экосистема из 25 «зеркальных» инжиниринговых центров, объединяющая 2 500 экспертов – сертифицированных пользователей. Т-1 – целевые показатели и ресурсные ограничения, учитываемые матрицей целевых показателей и ограничений Цифровой платформы разработки цифровых двойников; Э-1 – количество пользователей Цифровой платформы разработки цифровых двойников	Т-1 = 40 000	Т-1 = 70 000	Т-1 = 150 000
		Платформа цифровой сертификации обеспечивает экспертное сопровождение разработки и применения цифровых моделей и виртуальных испытательных стендов для ускоренной сертификации материалов и изделий: Э-1 – количество материалов и изделий, прошедших ускоренную сертификацию на основании виртуальных испытаний, не менее; Э-2 – количество компаний, использующие платформу для вывода материалов и изделий на рынок, не менее	–	Э-1 = 10	Э-1 = 50
		Платформенные решения для правовой охраны и управления правами на цифровые модели и объекты обеспечивают охрану в режиме авторского / патентного права (как промышленный образец) / лицензирование: Э-1 – % от общего числа элементов, созданных «цифровых двойников», охрана которых обеспечена в режимах авторского / патентного права (как промышленный образец) / лицензирование;	–	Э-2 = 2	Э-2 = 10
		Платформенные решения для правовой охраны и управления правами на цифровые модели и объекты обеспечивают охрану в режиме авторского / патентного права (как промышленный образец) / лицензирование: Э-1 – % от общего числа элементов, созданных «цифровых двойников», охрана которых обеспечена в режимах авторского / патентного права (как промышленный образец) / лицензирование;	Э-1 = 15 / 1 / 0 %	Э-1 = 50 / 5 / 10 %	Э-1 = 100 / 25 / 30 %
		Разработана платформа полного жизненного цикла, обеспечивающая сервисы для разработки специализированного прикладного инженерного ПО на базе отечественной платформы и геометрического ядра: Э-1 – количество прикладных решений, разработанных на платформе полного жизненного цикла; Э-2 – количество сертифицированных специалистов, подготовленных для проектирования инженерного ПО на базе платформы жизненного цикла	–	Э-1 = 10	Э-1 = 25
		Сервис, обеспечивающий доступ к облачным вычислительным мощностям, функционирующий по модели «on demand» Э-1 – количество активных / сертифицированных пользователей сервиса;	–	Э-2 = 50	Э-2 = 100
		Платформенные решения, реализующие сервисный подход «База доступных технологий» и «База доступных мощностей» Э-1 – количество компаний, использующих базы, не менее;	Э-1 = 250	Э-1 = 1 000	Э-1 = 2 500
		Платформенные решения, реализующие сервисный подход «База доступных технологий» и «База доступных мощностей» Э-1 – количество компаний, использующих базы, не менее;	–	Э-1 = 2	Э-1 = 10
		Разработаны платформенные решения для эксплуатационного мониторинга: постпродажное обслуживание изделий и предиктивная аналитика	Э-1 = 0	Э-1 = 20	Э-1 = 100

№ п/п	Субтехнология	Целевое состояние субтехнологии/техническая характеристика	2019	2021	2024
		Э-1 – количество типовых изделий в 5 приоритетных отраслях промышленности, процесс послепродажного обслуживания которых автоматизирован			
2.	Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing)	Разрабатываемые решения обеспечивают подготовку и наладку производства на основе интеграции данных из PLM-системы с минимальным участием человека (сокращение участия человека до 65%); Т-1 – участие человека в подготовке и наладке производства, % от выполняемых операций	T-1 = 100%	T-1 = 85%	T-1 = 65%
			–	–	Э-1 = 1000
			–	–	Э-2 = 10 000
		Развитие функциональных элементов на базе отечественных MES-систем, комплементарных с технологиями искусственного интеллекта, больших данных, интернета вещей и оптимизирующих процесс планирования производства с учетом «быстрых» переналадок и партий запуска; Э-1 – MES-система внедрена на высокотехнологичных предприятиях, не менее; Э-2 – количество сертифицированных пользователей MES-системы	–	Модуль оптимизации производственных расписаний на уровне холдингов на основе алгоритмов искусственного интеллекта и данных интернета вещей	Модуль децентрализованного планирования. Интеграция с системами межзаводской кооперации и управления производственно-технологическим потенциалом крупных холдингов и государственных корпораций
		Развитие функциональных элементов, комплементарных с технологиями искусственного интеллекта, больших данных и распределенных реестров, на базе отечественных платформ; разработка решений и функциональных элементов:	–	–	Э-1 = 500
		– системы управления производством, в том числе системы управления непрерывным производством;	–	–	Э-2 = 10 000
		– система управления кооперационным производством, позволяющая в режиме реального времени вести планирование и учет по всей цели кооперации;	–	–	Э-3 = 10 000
		– система управления производственно-техническим потенциалом на уровне холдингов и государственных корпораций;	–	Модуль автоматизации процессов предприятия высокой степени стандартизации (ввод первичных данных, кадровое дело-	Модуль доверенных поставок и транзакций среди участников кооперации
		– ERP-система;			
		– универсальная интеграционная шина данных.			
		Э-1 – решения внедрены на высокотехнологичных предприятиях, не менее ³² ;			

³² Для каждого решения/системы в рамках пп.

№ п/п	Субтехнология	Целевое состояние субтехнологии/техническая характеристика	2019	2021	2024
		Э-2 – количество сертифицированных пользователей внедренных решений, не менее; Э-3 – функциональные элементы ERP-системы внедрены на высокотехнологичных предприятиях, не менее 1000		производство и т. д.)	
		Платформенные решения для промышленного интернета функционируют со скоростью более 10 млрд сигналов/с на локальных серверах; применяются технологии искусственного интеллекта; Э-1 – платформенные решения для промышленного интернета внедрены на высокотехнологичных предприятиях, не менее; Э-2 – оснащение системами класса MDC, обеспечивающих получение данных с оборудования в режиме реального времени, в 5 приоритетных отраслях промышленности, % ³³ ; Т-1 – скорость функционирования платформ для промышленного интернета, млрд сигналов/с	–	Э-1 = 5	Э-1 = 15
			–	Э-2 = 50%	Э-2 = 70%
			Т-1 = 5 млрд сигналов/с с использованием ЦОДов	Т-1 = 7 млрд сигналов/с	Т-1 = 10 млрд сигналов/с на локальных серверах
		Разработана и внедрена платформа для сбора и анализа данных производственного оборудования и технологических процессов для целей оптимизации с использованием алгоритмов и методов машинного обучения, Э-1 – количество внедрений на предприятиях, не менее	–	Э-1 = 2	Э-1 = 5
		Технологии гибридных и гибких производственных линий функционируют на основе отечественных систем управления и обеспечивают стабильность повторяемости позиционирования не менее ±0,1 мм (ISO 9283), количество управляемых осей не менее 7; Т-1 – стабильность повторяемости позиционирования гибридных и гибких производственных линий на основе отечественных систем управления, мм	–	–	Т-1 = ±0,1 мм
		Автоматизация процессов производства на предприятиях: Э-1 – количество средних и крупных предприятий обрабатывающих отраслей промышленности, прошедших оценку уровня цифровой трансформации (получивших «цифровые паспорта») и подключенных к сервисам ГИСП, тыс. предприятий	–	Э-1 = 5,8	Э-1 = 14,4
		Разработано комплексное платформенное решение для обработки, хранения и анализа данных геологоразведки с целью создания Цифрового месторождения; Э1 – платформенное решение внедрено и используется лидерами отрасли, не менее	–	Э-1 = 20	Э-1 = 60
		Разработаны программные решения, автоматизирующие процессы технического обслуживания и ремонта. Э-1– количество высокотехнологичных компаний в 5 приоритетных отраслях промышленности, внедривших программные решения, автоматизирующие процессы технического обслуживания и ремонта, позволяющие в режиме реального времени контролировать и производить ремонт по техническому состоянию	Э-1 = 0	Э-1 = 20	Э-1 = 100
3.	Манипуляторы и технологии	Разработаны технологии, обеспечивающие высокую точность обработки материалов роботами-манипуляторами;	Т-1 = 100 мкм;		Т-1 = 10 мкм;

³³ Консолидированное мнение экспертов ГК «Цифра» на основании решений заседания рабочей группы «Цифровые технологии» АНО «Цифровая экономика» 18.06.2019

№ п/п	Субтехнология	Целевое состояние субтехнологии/техническая характеристика	2019	2021	2024
	манипулирование	T-1 – точность обработки материалов роботами-манипуляторами, мкм			
		Разработаны технологии, обеспечивающие деликатное манипулирование с точностью 0,1 мм усилием 1 Н и скоростью 0,1 м/с; T-1 – скорость деликатного манипулирования, м/с;	T-1 = 0,1 м/с		T-1 = 1 м/с
		Э-1 – увеличение численности сотрудников робототехнических компаний – интеграторов, количество сотрудников	Э-1 = 200	Э-1 = 400	Э-1 = 1 000
		Э-1 – рынок промышленных робототехнических систем (млрд руб.)	Э-1 = 8	Э-1 = 25	Э-1 = 30
		Э-1 – доля отечественных разработчиков промышленной робототехники (%)	Э-1 = 5%	Э-1 = 15%	Э-1 = 30%
		Э-1 – количество роботов, задействованных в производстве, на 10 000 работников	Э-1 = 4	Э-1 = 20	Э-1 = 40
		Э-1 – соотношение выпускаемых в стране промышленных роботов к потребляемым российским рынком, %	Э-1 = 1%	Э-1 = 20%	Э-1 = 40%
		Выпуск отечественных манипуляторов для реального сектора экономики Э-1 – соотношение выпускаемых в стране промышленных роботов к потребляемым российским рынком, %	единичные образцы	Э-1 = 15%	Э-1 = 30%
	Э-2 – годовой объем поставок промышленных роботов в России, шт	Э-2 < 1 000	Э-2 = 1 700	Э-2 = 4 600	
4.	Показатели и индикаторы федерального проекта «Цифровые технологии»	Достигнуты показатели и индикаторы федерального проекта «Цифровые технологии»:	Э-1 = 100%	Э-1 = 140%	Э-1 = 300%
		Э-1 – увеличение затрат на развитие «сквозных» цифровых технологий;	Э-2 = 100%	Э-2 = 150%	Э-2 = 250%
		Э-2 – увеличение объема выручки проектов (разработка наукоемких решений, по продвижению продуктов и услуг по заказу бизнеса) на основе внедрения технологий СЦТ «Новые производственные технологии» компаниями, получившими поддержку в рамках федерального проекта «Цифровые технологии»;	Э-3 = 100%	Э-3 = 140%	Э-3 = 300%
	Э-3 – количество РСТ-заявок по СЦТ «Новые производственные технологии», организациями, получившими поддержку в рамках национального проекта «Цифровая экономика»				

Цели и показатели ведомственного проекта «Цифровая промышленность» в рамках ДК СЦТ НПТ

- создание к 2024 году условий для цифровой трансформации промышленности, включая получение цифровых паспортов не менее чем 78 процентами (оценочно 14,4 тыс. предприятий) средних и крупных предприятий промышленности;
- создание в обрабатывающей промышленности высокопроизводительного экспортно-ориентированного сектора, развивающегося на основе современных технологий и обеспеченного высококвалифицированными кадрами (подпункт «и» пункта 1 Указа Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»);
- преобразование отраслей посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений (абзац 7 подпункта «б» пункта 11 Указа Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»);
- создание цифровой экосистемы для обеспечения взаимодействия хозяйствующих субъектов, в том числе вовлечение малых и средних предприятий в производственные цепочки крупных производителей;
- оптимизация и повышение эффективности производственных процессов с использованием преимущественно отечественных технологий и эффективная загрузка производственных мощностей;
- продвижение продукции отечественных субъектов промышленности с использованием цифровых платформ на рынках государств-членов ЕАЭС и третьих стран

№ п/п	Наименование показателя	Тип показателя	Базовое значение		Период, год						
			Значение	Дата	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Количество сервисов, предоставляемых с использованием ГИСП, шт	Основной показатель	268	31.12.2018	268	348	433	449	465	481	497
2	Объем промышленной, торговой кооперации и субконтрактных заказов, осуществляемых с использованием сервисов ГИСП, трлн рублей	Основной показатель	1,2	31.12.2018	1,2	1,5	1,9	2,1	2,3	2,4	2,7
2	Количество средних и крупных предприятий обрабатывающих отраслей промышленности, прошедших оценку уровня цифровой трансформации (получивших «цифровые паспорта») и подключенных к сервисам ГИСП, тыс. предприятий	Основной показатель	0,5	31.12.2019	–	0,5	3,7	5,8	8,0	11,2	14,4
3	Увеличение объема выручки проектов на основе внедрения «сквозных» цифровых технологий, %	Основной показатель	0	31.12.2019	–	0	100	120	150	190	220

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

Таблица 3 – 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: Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design).				
1.1.	Технологическая задача: переход от традиционной парадигмы проектирования (доводка продуктов / изделий до требуемых характеристик на основе натуральных испытаний, 5 итераций в среднем) к новой парадигме цифрового проектирования и моделирования – технологии разработки и применения цифровых двойников, обеспечивающей, как правило, прохождение с первого раза физических и натуральных испытаний (1 итерация) и определяющей критические зоны и характеристики на всех этапах жизненного цикла продукта / изделия				
1.1.1	Создание Лидирующего исследовательского центра (ЛИЦ) по направлению «Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design)», программа деятельности Лидирующего исследовательского центра направлена на достижение соответствующих целевых показателей	Разработаны и внедрены технологии создания цифровых двойников продуктов / изделий. Т-1 – сокращение времени разработки высокотехнологичных продуктов: на 25 %; Т-2, % показателей матрицы целевых показателей и ограничений, обеспечивающих достижение целевых характеристик разрабатываемого изделия или продукции, определяемых и обосновываемых результатами виртуальных испытаний (по отраслям): 50-100 %; Т-3 – разработанные и внедренные технологии создания цифровых двойников продуктов / изделий на основе	2019—2024	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
		десятков тысяч целевых показателей обеспечивают при экспертном сопровождении прохождение с первого раза физических и натурных испытаний (1 итерация), определение критических зон и характеристик для мониторинга на всем жизненном цикле, количество итераций в приоритетных отраслях промышленности			
1.1.2	Запуск проектов по разработке и сопровождению цифровых двойников в области автомобилестроения в рамках проектного консорциума / в формате «зеркального» инжинирингового центра	Э-1 – количество высокотехнологичных предприятий из приоритетных отраслей промышленности, применяющих технологию разработки цифровых двойников: 20; Э-2 – количество проектов на высокотехнологичных предприятиях из приоритетных отраслей промышленности, для реализации которых была применена технология разработки цифровых двойников: 50	2019—2024	Поддержка отраслевых решений, поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Минпромторг России, Российский фонд развития информацион-ных технологий
1.1.3	Запуск проектов по разработке и сопровождению цифровых двойников в области авиастроения в рамках проектного консорциума / в формате «зеркального» инжинирингового центра	Э-1 – количество высокотехнологичных предприятий из приоритетных отраслей промышленности, применяющих технологию разработки цифровых двойников: 20; Э-2 – количество проектов на высокотехнологичных предприятиях из приоритетных отраслей промышленности, для реализации которых была применена технология разработки цифровых двойников: 50	2019—2024	Поддержка отраслевых решений, поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Минпромторг России, Российский фонд развития информацион-ных технологий
1.1.4	Запуск проектов по разработке и сопровождению цифровых двойников в области судостроения в рамках проектного консорциума / в формате «зеркального» инжинирингового центра	Э-1 – количество высокотехнологичных предприятий из приоритетных отраслей промышленности, применяющих технологию разработки цифровых двойников: 20; Э-2 – количество проектов на высокотехнологичных предприятиях из приоритетных отраслей промышленности, для реализации которых была применена технология разработки цифровых двойников: 50	2019—2024	Поддержка отраслевых решений, поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Минпромторг России, Российский фонд развития информацион-ных технологий
1.1.5	Запуск проектов по разработке и сопровождению цифровых двойников в области двигателестроения в рамках проектного консорциума / в формате «зеркального» инжинирингового центра	Э-1 – количество высокотехнологичных предприятий из приоритетных отраслей промышленности, применяющих технологию разработки цифровых двойников: 20; Э-2 – количество проектов на высокотехнологичных предприятиях из приоритетных отраслей	2019—2024	Поддержка отраслевых решений, поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка	Фонд «Сколково», Минпромторг России, Российский фонд развития информацион-ных технологий

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		промышленности, для реализации которых была применена технология разработки цифровых двойников: 50		региональных проектов	технологий
1.1.6	Запуск проектов по разработке и сопровождению цифровых двойников в области машиностроения в рамках проектного консорциума / в формате «зеркального» инжинирингового центра	Э-1 – количество высокотехнологичных предприятий из приоритетных отраслей промышленности, применяющих технологию разработки цифровых двойников: 20; Э-2 – количество проектов на высокотехнологичных предприятиях из приоритетных отраслей промышленности, для реализации которых была применена технология разработки цифровых двойников: 50	2019—2024	Поддержка отраслевых решений, поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Минпромторг России, Российский фонд развития информацион-ных технологий
1.2.	Технологическая задача: разработка отечественной PLM-системы «тяжелого» класса (включая CAD / CAM / CAE- подсистемы), поддерживающей все стадии разработки изделий: от создания концепта и проектирования до изготовления на базе отечественной платформы полного жизненного цикла изделий. Разработка функциональных элементов, обеспечивающих автоматическую оценку технологической реализуемости производства на ранних этапах проектирования изделия или продукции. Разработка системы управления цифровым профилем изделий				
1.2.1	Разработка отечественной PLM-системы «средне-тяжелого» класса, в том числе в защищенном исполнении	Разработана отечественная PLM-система «средне-тяжелого» класса, в том числе в защищенном исполнении	2019—2021	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.2.2	Разработка отечественной PLM-системы «тяжелого» класса, в том числе в защищенном исполнении	Разработана отечественная PLM-система «тяжелого» класса (включая CAD / CAM / CAE- подсистемы), в том числе в защищенном исполнении	2019—2024	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.2.3	Разработка функциональных элементов PLM-системы, обеспечивающих автоматическую оценку технологической реализуемости производства на ранних этапах проектирования изделия или продукции (УГТ 4-5 изделия). Разработка платформы управления цифровым профилем изделий	Разработаны функциональные элементы PLM-системы. Т-1 – этап разработки изделия или продукции (УГТ), на котором доступна автоматическая оценка технологичности производства разрабатываемого изделия или продукции: автоматическая оценка технологичности для ранних этапов (УГТ 4-5 изделия). Разработана платформа управления цифровым профилем изделий, обеспечивающая полную прослеживаемость на всем жизненном цикле изделия: начиная от момента проектирования отдельных деталей и узлов, включая контроль на стадии производства, заканчивая – эксплуатацией готового изделия. Э-1 – количество типовых изделий в 5 приоритетных отраслях промышленности, подключенных к системе цифрового профиля изделия: 100	2019—2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минпромторг России
1.2.4	Пилотное внедрение разработанной отечественной PLM-системы «тяжелого» класса	Т-1 – сокращение времени разработки высокотехнологичных продуктов: 15 %	2019—2024	Поддержка разработки и	Минпромторг России

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	на предприятиях	Э-1 – количество высокотехнологичных предприятий из приоритетных отраслей промышленности, использующих разработанную PLM-систему: 25; Э-2 – количество проектов на высокотехнологичных предприятиях из приоритетных отраслей промышленности, для реализации которых была применена PLM-система «тяжелого» класса: 50; Э-3 – количество пользователей PLM-системы: 10 000		внедрения промышленных решений	
1.3.	Технологическая задача: формирование национального Digital Brainware. Разработка для 5 приоритетных отраслей Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности (отличие между результатами моделирования и натурных испытаний в пределах $\pm 5\%$) на основе архивов физических и натурных экспериментов, обеспечивающей преемственность с накопленным научно-технологическим опытом, основанном на дорогостоящих и зачастую уникальных экспериментах; обеспечение обновления Национальной базы математическими моделями высокого уровня адекватности в части новых серий экспериментов, в том числе направленных на применение новых материалов				
1.3.1	Разработка концепции создания Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности, включая механизмы управления правами на результаты интеллектуальной деятельности, финансовую модель функционирования, условия доступа, технические требования	Разработана концепция создания Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности, включая механизмы управления правами на результаты интеллектуальной деятельности, финансовую модель функционирования, условия доступа, технические требования	2019—2020	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
1.3.2	Разработка виртуальных испытательных стендов как элементов Национальной базы и разработка математических моделей высокого уровня адекватности на основе архивов физических и натурных экспериментов в области автомобилестроения (Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов (включая производство двигателей для автотранспортных средств))	Т-1 – % испытательных стендов (по отраслям), входящих в состав Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности, от общего числа испытательных стендов: 25 %	2019—2024	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
1.3.3	Разработка виртуальных испытательных стендов как элементов Национальной базы и разработка математических моделей высокого уровня адекватности на основе архивов физических и натурных экспериментов в области авиастроения (производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования)	Т-1 – % испытательных стендов (по отраслям), входящих в состав Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности, от общего числа испытательных стендов: 25 %.	2019—2024	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
1.3.4	Разработка виртуальных испытательных стендов как элементов Национальной базы и разработка математических моделей высокого уровня	Т-1 – % испытательных стендов (по отраслям), входящих в состав Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности, от общего	2019—2024	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
	адекватности на основе архивов физических и натуральных экспериментов в области судостроения и кораблестроения (строительство кораблей, судов и лодок)	числа испытательных стендов: 15%			
1.3.5	Разработка виртуальных испытательных стендов как элементов Национальной базы и разработка математических моделей высокого уровня адекватности на основе архивов физических и натуральных экспериментов в области двигателестроения (производство силовых установок и двигателей для летательных аппаратов, включая космические)	T-1 – % испытательных стендов (по отраслям), входящих в состав Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности, от общего числа испытательных стендов: 25 %	2019—2024	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
1.3.6	Разработка виртуальных испытательных стендов как элементов Национальной базы и разработка математических моделей высокого уровня адекватности на основе архивов физических и натуральных экспериментов в области машиностроения, включая атомное, нефтегазовое, тяжелое, специальное машиностроение, железнодорожный транспорт (производство машин и оборудования общего назначения)	T-1 – % испытательных стендов (по отраслям), входящих в состав Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности, от общего числа испытательных стендов: 25 %	2019—2024	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
1.4.	Технологическая задача: цифровая платформа разработки цифровых двойников, способная учитывать 150 000 целевых показателей и ресурсных ограничений, использующая смежные «сквозные» цифровые технологии искусственного интеллекта, больших данных, распределенных реестров, экспертное сопровождение и прохождение с первого раза физических и натуральных испытаний, адаптирована для 5-ти приоритетных отраслей				
1.4.1	Разработка функциональных элементов Цифровой платформы разработки цифровых двойников, обеспечивающих реализацию проектов распределенными группами инженеров в области автомобилестроения (производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов, включая производство двигателей для автотранспортных средств)	Цифровая платформа внедрена в 10 высокотехнологичных компаниях, сформирована национальная сетевая экосистема из 5 «зеркальных» инжиниринговых центров, объединяющая 500 экспертов – пользователей. T-1 – целевые показатели и ресурсные ограничения, учитываемые матрицей целевых показателей и ограничений Цифровой платформы разработки цифровых двойников: 150000; Э-1 – количество пользователей Цифровой платформы разработки цифровых двойников: 500	2019—2024	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
1.4.2	Разработка функциональных элементов Цифровой платформы разработки цифровых двойников, обеспечивающих реализацию проектов распределенными группами инженеров в области	Цифровая платформа внедрена в 10 высокотехнологичных компаниях, сформирована национальная сетевая экосистема из 5 «зеркальных» инжиниринговых центров, объединяющая	2019—2024	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
	авиастроения и ракетно-космической техники (производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования)	500 экспертов – пользователей. Т-1 – целевые показатели и ресурсные ограничения, учитываемые матрицей целевых показателей и ограничений Цифровой платформы разработки цифровых двойников: 150000; Э-1 – количество пользователей Цифровой платформы разработки цифровых двойников: 500			
1.4.3	Разработка функциональных элементов Цифровой платформы разработки цифровых двойников, обеспечивающих реализацию проектов распределенными группами инженеров в области судостроения и кораблестроения (строительство кораблей, судов и лодок)	Цифровая платформа внедрена в 10 высокотехнологичных компаниях, сформирована национальная сетевая экосистема из 5 «зеркальных» инжиниринговых центров, объединяющая 500 экспертов – пользователей. Т-1 – целевые показатели и ресурсные ограничения, учитываемые матрицей целевых показателей и ограничений Цифровой платформы разработки цифровых двойников: 150000; Э-1 – количество пользователей Цифровой платформы разработки цифровых двойников: 500	2019—2024	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
1.4.4	Разработка функциональных элементов Цифровой платформы разработки цифровых двойников, обеспечивающих реализацию проектов распределенными группами инженеров в области двигателестроения (производство силовых установок и двигателей для летательных аппаратов, включая космические)	Цифровая платформа внедрена в 10 высокотехнологичных компаниях, сформирована национальная сетевая экосистема из 5 «зеркальных» инжиниринговых центров, объединяющая 500 экспертов – пользователей. Т-1 – целевые показатели и ресурсные ограничения, учитываемые матрицей целевых показателей и ограничений Цифровой платформы разработки цифровых двойников: 150000; Э-1 – количество пользователей Цифровой платформы разработки цифровых двойников: 500	2019—2024	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
1.4.5	Разработка функциональных элементов Цифровой платформы разработки цифровых двойников, обеспечивающих реализацию проектов распределенными группами инженеров в области машиностроения, включая атомное, нефтегазовое, тяжелое, специальное машиностроение, железнодорожный транспорт (производство машин и оборудования общего назначения)	Цифровая платформа внедрена в 10 высокотехнологичных компаниях, сформирована национальная сетевая экосистема из 5 «зеркальных» инжиниринговых центров, объединяющая 500 экспертов – пользователей. Т-1 – целевые показатели и ресурсные ограничения, учитываемые матрицей целевых показателей и ограничений Цифровой платформы разработки цифровых двойников: 150000; Э-1 – количество пользователей Цифровой платформы	2019—2024	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
		разработки цифровых двойников: 500			
1.5.	Технологическая задача: платформа цифровой сертификации обеспечивает экспертное сопровождение разработки и применения цифровых моделей и виртуальных испытательных стендов для ускоренной сертификации материалов и изделий				
1.5.1	Разработка функциональных элементов платформы цифровой сертификации, обеспечивающих экспертное сопровождение разработки и применения цифровых моделей и виртуальных испытательных стендов для ускоренной сертификации материалов и изделий, предполагающих применение новых производственных технологий: новых материалов, технологий аддитивного производства	Разработаны функциональные элементы платформы цифровой сертификации материалов и изделий, предполагающих применение новых производственных технологий: новых материалов, технологий аддитивного производства	2019—2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минпромторг России
1.5.2	Пилотное внедрение платформы цифровой сертификации на предприятиях	Платформа цифровой сертификации обеспечивает экспертное сопровождение разработки и применения цифровых моделей и виртуальных испытательных стендов для ускоренной сертификации материалов и изделий: Э-1 – количество материалов и изделий, прошедших ускоренную сертификацию на основании виртуальных испытаний, не менее 50; Э-2 – количество компаний, использующих платформу для вывода материалов и изделий на рынок, не менее 10	2019—2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минпромторг России
1.6.	Технологическая задача: платформенные решения для правовой охраны и управления правами на цифровые модели и объекты обеспечивают охрану в режиме авторского/патентного права (как промышленный образец) / лицензирование				
1.6.1	Разработка платформы правовой охраны и управления правами на цифровые модели и объекты. Разработка функциональных элементов платформы правовой охраны и управления правами на цифровые модели и объекты в режиме авторского, патентного права, лицензирования	Платформенные решения для правовой охраны и управления правами на цифровые модели и объекты обеспечивают охрану в режиме авторского/патентного права (как промышленный образец) / лицензирование: Э-1 – % от общего числа элементов, созданных «цифровых двойников», охрана которых обеспечена в режимах авторского/патентного права (как промышленный образец) / лицензирование: 100 / 25 / 30	2019—2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минпромторг России
1.6.2	Разработка технологий хранения (депонирования) цифровых объектов и технологии сопоставления 3D-объектов с референсными базами охраняемых цифровых объектов и изображениями промышленных образцов для обнаружения сходства до степени смешения	Разработаны технологии хранения (депонирования) цифровых объектов и технологии сопоставления 3D-объектов с референсными базами охраняемых цифровых объектов и изображениями промышленных образцов для обнаружения сходства до степени смешения	2019—2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минпромторг России

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1.6.3	Разработка технологии фиксации возникающих прав на цифровой объект как произведение, базу данных, промышленный образец и перехода таких прав на основе смарт-контрактов с помощью сети транзакций прав и объектов интеллектуальной собственности	Разработаны технологии фиксации возникающих прав на цифровой объект как произведение, базу данных, промышленный образец и перехода таких прав на основе смарт-контрактов с помощью сети транзакций прав и объектов интеллектуальной собственности	2019—2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минпромторг России
1.7.	Технологическая задача: платформа полного жизненного цикла обеспечивает сервисы для разработки специализированного прикладного инженерного ПО на базе отечественной платформы и геометрического ядра				
1.7.1	Разработка отечественной платформы полного жизненного цикла для разработки специализированного прикладного инженерного ПО на базе отечественной платформы и геометрического ядра	Разработана платформа полного жизненного цикла, обеспечивающая сервисы для разработки специализированного прикладного инженерного ПО на базе отечественной платформы и геометрического ядра	2019—2021	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязи России
1.7.2	Пилотное внедрение отечественной платформы полного жизненного цикла для разработки специализированного прикладного инженерного ПО	Э-1– количество прикладных решений, разработанных на платформе полного жизненного цикла: 25; Э-2– количество сертифицированных специалистов, подготовленных для проектирования инженерного ПО на базе платформы жизненного цикла: 100	2019—2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязи России
1.8.	Технологическая задача: разработка решений, отдельных функциональных элементов решений, соответствующих элементам технологической карты субтехнологии / перечню востребованных решений				
1.8.1	Разработка решений, отдельных функциональных элементов решений: – технологии разработки и сопровождения цифровых двойников (Digital Twin, DT); – технологии оптимизации (Computer-Aided Optimization, CAO); – технологии управления процессами проектирования, моделирования и данными (Simulation Process & Data Management, SPDМ); – технологии управления данными о продукте (Product Data Management, PDM)	Разработаны решения, соответствующие элементам технологической карты субтехнологии / перечню востребованных решений: – технологии разработки и сопровождения цифровых двойников (Digital Twin, DT); – технологии оптимизации (Computer-Aided Optimization, CAO); – технологии управления процессами проектирования, моделирования и данными (Simulation Process & Data Management, SPDМ); – технологии управления данными о продукте (Product Data Management, PDM)	2019—2024	Грантовая поддержка малых предприятий, поддержка региональных проектов, поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд содействия инновациям, Российский фонд развития информационных технологий, Минпромторг России.
1.8.2	Разработка решений, отдельных функциональных элементов решений: – планирование производственных технологических процессов (Computer-Aided Process Planning, CAPP); – технологическая подготовка производства (Computer-Aided Manufacturing, CAM);	Разработаны решения, соответствующие элементам технологической карты субтехнологии / перечню востребованных решений: – планирование производственных технологических процессов (Computer-Aided Process Planning, CAPP); – технологическая подготовка производства (Computer-Aided Manufacturing, CAM);	2019—2024	Грантовая поддержка малых предприятий, поддержка региональных проектов, поддержка разработки и внедрения	Фонд содействия инновациям, Российский фонд развития информационных технологий, Минпромторг

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	– интегрированная логистическая поддержка (Integrated Logistics Support, ILS)	– интегрированная логистическая поддержка (Integrated Logistics Support, ILS)		промышленных решений	России.
1.8.3	Разработка решений, отдельных функциональных элементов решений: – платформенные решения для эксплуатационного мониторинга: постпродажное обслуживание изделий и предиктивная аналитика	Разработаны решения, соответствующие элементам технологической карты субтехнологии / перечню востребованных решений: – платформенные решения для эксплуатационного мониторинга: постпродажное обслуживание изделий и предиктивная аналитика. Э-1 – количество типовых изделий в 5 приоритетных отраслях промышленности, процесс послепродажного обслуживания которых автоматизирован – 100	2019—2024	Грантовая поддержка малых предприятий, поддержка региональных проектов, поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд содействия инновациям, Российский фонд развития информационных технологий, Минпромторг России.
1.9.	Технологическая задача: создание цифровых двойников исследовательских установок и цифровой среды, обеспечивающей реализацию дистанционного доступа к цифровым двойникам исследовательских установок				
1.9.1	Отбор и поддержка проектных инициатив, направленных на достижение соответствующих целевых показателей	Созданы цифровые двойники исследовательских установок и цифровая среда, обеспечивающая реализацию дистанционного доступа к цифровым двойникам исследовательских установок. Создана инфраструктура и обеспечены возможности проведения удаленных on-line исследований в режиме реального времени с возможностью дистанционной постановки задач и контроля, обработки и анализа данных с использованием средств обработки и анализа «больших» данных, реализация международных проектов по созданию облачных средств AI для проведения перспективных научных исследований.	2019—2024	Грантовая поддержка малых предприятий, поддержка региональных проектов, поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд содействия инновациям, Российский фонд развития информационных технологий, Минпромторг России
1.10.	Технологическая задача: создан сервис, обеспечивающий доступ к облачным вычислительным мощностям, функционирующий по модели «on demand»				
1.10.1	Отбор и поддержка проектных инициатив, направленных на достижение соответствующих целевых показателей	Сервис, обеспечивающий доступ к облачным вычислительным мощностям, функционирующий по модели «on demand». Э-1 – количество пользователей сервиса: 2 500	2019—2024	Грантовая поддержка малых предприятий, поддержка региональных проектов, поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд содействия инновациям, Российский фонд развития информационных технологий, Минпромторг России
1.11.	Технологическая задача: разработаны платформенные решения, реализующее сервисный подход «База доступных технологий» и «База доступных мощностей»				
1.11.1	Отбор и поддержка проектных инициатив,	Платформенные решения, реализующее сервисный	2019—2024	Грантовая поддержка	Фонд содействия

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	направленных на достижение соответствующих целевых показателей	подход «База доступных технологий» и «база доступных мощностей» Э-1 – количество компаний, использующих базы, не менее 10		малых предприятий, поддержка региональных проектов, поддержка разработки и внедрения промышленных решений	инновациям, Российский фонд развития информационных технологий, Минпромторг России.
2.	Субтехнология: Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing)				
2.1.	Технологическая задача: разрабатываемые решения обеспечивают подготовку и наладку производства на основе интеграции данных из PLM-системы с минимальным участием человека, в том числе обеспечивающей применение аннотированных электронных моделей в конструкторско-технологической подготовке производства (сокращение участия человека до 65%)				
2.1.1	Отбор и поддержка проектных инициатив, направленных на достижение соответствующих целевых показателей	Разрабатываемые решения обеспечивают подготовку и наладку производства на основе интеграции данных из PLM-системы с минимальным участием человека, в том числе обеспечивающей применение аннотированных электронных моделей в конструкторско-технологической подготовке производства Т-1– участие человека в подготовке и наладке производства, % от выполняемых операций: 65%	2019—2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минпромторг России
2.2.	Технологическая задача: развитие функциональных элементов на базе отечественных MES-систем, в том числе обеспечивающих использование технологий искусственного интеллекта, больших данных, интернета вещей и оптимизирующая процесс планирования производства с учетом «быстрых» переналадок и партий запуска				
2.2.1	Разработка функциональных элементов на базе отечественных MES-систем, комплементарных с технологиями искусственного интеллекта, больших данных, интернета вещей и оптимизирующих процесс планирования производства с учетом «быстрых» переналадок и партий запуска	Разработаны функциональные элементы на базе отечественных MES-систем, комплементарных с технологиями искусственного интеллекта, больших данных, интернета вещей и оптимизирующих процесс планирования производства с учетом «быстрых» переналадок и партий запуска	2019—2024	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
2.2.2	Разработка функциональных элементов MES-системы, обеспечивающих оптимизацию производственных расписаний на уровне холдингов на основе данных платформенных решений для производства, промышленного интернета	Модуль оптимизации производственных расписаний на уровне холдингов на основе данных платформенных решений для производства, промышленного интернета	2019—2021	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
2.2.3	Разработка функциональных элементов MES-системы, обеспечивающих децентрализованное планирование	Модуль децентрализованного планирования	2019—2024	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
2.2.4	Разработка функциональных элементов на основе отечественной MES-системы, обеспечивающих интеграцию с системами межзаводской кооперации и управления производственно-технологическим потенциалом крупных холдингов и государственных корпораций	Разработаны функциональные элементы, обеспечивающие интеграцию с системами межзаводской кооперации и управления производственно-технологическим потенциалом крупных холдингов и государственных корпораций	2019—2024	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
2.2.5	Пилотное внедрение функциональных элементов на основе отечественной MES-системы на предприятиях	Э-1 – MES-система внедрена на высокотехнологичных предприятиях, не менее 1000; Э-2 – количество пользователей MES-системы, не менее 10 000	2019—2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минпромторг России
2.3.	Технологическая задача: развитие функциональных элементов на базе отечественных ERP-систем; разработка решений и функциональных элементов: система управления непрерывным производством, система управления кооперационным производством, позволяющая в режиме реального времени вести планирование и учет по всей цели кооперации, система управления производственно-техническим потенциалом на уровне холдингов и государственных корпораций				
2.3.1	Разработка функциональных элементов ERP-системы, обеспечивающих высокую степень автоматизации стандартизированных процессов управления предприятием (ввод первичных данных, кадровое делопроизводство и т. д.)	Модуль автоматизации процессов предприятия высокой степени стандартизации (ввод первичных данных, кадровое делопроизводство и так далее)	2019—2024	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
2.3.2	Разработка функциональных элементов ERP-системы, обеспечивающих реализацию доверенных поставок и транзакций среди участников кооперации	Модуль доверенных поставок и транзакций среди участников кооперации	2019—2024	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
2.3.3	Развитие функциональных элементов, комплементарных с технологиями искусственного интеллекта, больших данных и распределенных реестров, на базе отечественных платформ; разработка решений и функциональных элементов: – системы управления производством, в том числе системы управления непрерывным производством; – система управления кооперационным производством, позволяющая в режиме реального времени вести планирование и учет по всей цели кооперации;	Развиты функциональные элементы, комплементарные с технологиями искусственного интеллекта, больших данных и распределенных реестров, на базе отечественных платформ; разработаны решения и функциональные элементы: – системы управления производством, в том числе системы управления непрерывным производством; – система управления кооперационным производством, позволяющая в режиме реального времени вести планирование и учет по всей цели кооперации; – система управления производственно-	2019—2024	Поддержка компаний-лидеров, поддержка разработки и внедрения промышленных решений	АО «РВК», Минпромторг России

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	<ul style="list-style-type: none"> – система управления производственно-техническим потенциалом на уровне холдингов и государственных корпораций; – универсальная интеграционная шина данных 	<p>техническим потенциалом на уровне холдингов и государственных корпораций;</p> <ul style="list-style-type: none"> – ERP-система; – универсальная интеграционная шина данных. <p>Э-1 – решения внедрены на высокотехнологичных предприятиях, не менее 500 (для каждого решения в рамках пп.);</p> <p>Э-2 – количество сертифицированных пользователей внедренных решений, не менее 10 000</p>			
2.3.4	Внедрение функциональных элементов ERP-системы на предприятиях	<p>Э-1 – решения внедрены на высокотехнологичных предприятиях, не менее 1000;</p> <p>Э-2 – количество сертифицированных пользователей внедренных решений, не менее 10 000</p>	2019—2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минпромторг России
2.4.	Технологическая задача: разработка платформенных решений для промышленного интернета				
2.4.1	Проведение детального анализа рынка платформенных решений для промышленного интернета и их компонентов (СУБД, ИИ, Поддержка принятия решений и аналитика, СХД) по отраслям в России и за рубежом (технико-экономические характеристики, объем рынка)	Детальный перечень важнейших и перспективных платформенных решений для промышленного интернета и их компонентов по отраслям в России и за рубежом (технико-экономические характеристики, объем рынка в денежном и натуральном выражении)	2019—2020	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
2.4.2	Формирование плана и бюджета исследований и разработок по отобранному перечню платформенных решений для промышленного интернета и их компонентов	Сформированный план и бюджет исследований и разработок по отобранному перечню платформенных решений для промышленного интернета и их компонентов	2019—2020	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
2.4.3	Отбор организаций для реализации исследований и разработок по отобранному перечню в рамках субтехнологии «Платформы для промышленного интернета»	Отобраны организации для реализации исследований и разработок по отобранному перечню в рамках субтехнологии «Платформы для промышленного интернета»	2019—2020	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
2.4.4	Выполнение работ по созданию компонентов платформенных решений для промышленного интернета в соответствии с перечнем с учетом совместимости с имеющимися платформенными решениями	Созданы компоненты платформенных решений для промышленного интернета в соответствии с перечнем, пригодные для массового (промышленного) использования, отвечающие требованиям совместимости (не менее 1 по каждому компоненту). Платформенные решения для промышленного интернета функционируют со скоростью более 10 млрд сигналов/с на локальных серверах; применяются технологии искусственного интеллекта и бизнес-аналитики; СУБД и алгоритмы оптимизированы для	2019—2020	Грантовая поддержка малых предприятий, поддержка отраслевых решений, поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка региональных	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково», Минпромторг России, Российский фонд развития информацион-ных технологий, Минкомсвязи

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		локальных вычислительных систем; (промышленных компьютеров) СУБД и алгоритмы используют кластерные решения для функционирования		проектов, поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	России
2.4.5	Создание пилотных зон, мер стимулирования и пилотирования (испытания) на совместимость с приоритетными иностранными решениями	Создано не менее 3х отраслевых пилотных зон, разработаны меры стимулирования и выполняется пилотирование (испытания) создаваемых решений	2019 г. – 2022 г.	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязи России
2.4.6	Внедрение (замещение) платформенных решений для промышленного интернета и их компонентов в случае соответствия российским и мировым требованиям (функционал и стоимость) обеспечение совместимости с Сенсорными системами и Сетями связи	Э-1 – платформенные решения для промышленного интернета внедрены на высокотехнологичных предприятиях, не менее 15;	2019—2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязи России
2.4.7	Проведение мероприятий по экспорту созданных решений для промышленного интернета, (продвижение, СП с иностранными компаниями, финансирование, логистика и поддержка, создание сервисов на базе компонентов)	100% решений представлены 10 крупнейшим мировым компаниям (Cisco, IBM, GE, Huawei). Торговые представительства РФ продвигают российские решения, в том числе на профильных мировых выставках	2019—2024	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязи России
2.4.8	Защита интеллектуальной собственности (патентование в требуемых объемах) в части решений для промышленного интернета	100% критичных решений защищены патентами	2019 г. – 2023 г.	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
2.4.9	Обеспечение мер по защите от промышленного шпионажа в части промышленного интернета	Приняты меры нормативного и мотивационного характера для предотвращения утечек информации о ключевых разработках (ИИ промышленного назначения в частности)	2019—2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
2.5.	Технологическая задача: технологии гибридных и гибких производственных линий функционируют на основе отечественных систем управления и обеспечивают стабильность повторяемости позиционирования не менее $\pm 0,1$ мм (ISO 9283), количество управляемых осей не менее 7				
2.5.1	Отбор и поддержка проектных инициатив, направленных на достижение соответствующих целевых показателей	T-1 – стабильность повторяемости позиционирования гибридных и гибких производственных линий на основе отечественных систем управления, $\pm 0,1$ мм	2019–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка региональных проектов, поддержка отраслевых решений	Минпромторг России, Российский фонд развития информационных технологий, 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
2.6.	Технологическая задача: достигнут общий уровень автоматизации процессов производства 70% на предприятиях в 5 приоритетных отраслях; средние и крупные предприятия обрабатывающих отраслей промышленности прошли оценку уровня цифровой трансформации (получили «цифровые паспорта») и подключены к сервисам ГИСП				
2.6.1	Отбор и поддержка проектных инициатив, направленных на достижение соответствующих целевых показателей: получение промышленными предприятиями «цифровых паспортов», способствующих оперативному контролю за общим уровнем цифровизации, определению наиболее сложных этапов цифровой трансформации и индивидуальному определению наиболее эффективных мер государственной поддержки в отношении каждого предприятия	Э-1 – Количество средних и крупных предприятий обрабатывающих отраслей промышленности, прошедших оценку уровня цифровой трансформации (получивших «цифровые паспорта») и подключенных к сервисам ГИСП, 14,4 тыс. предприятий	2019–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка региональных проектов, поддержка отраслевых решений	Минпромторг России, Российский фонд развития информационных технологий, Фонд «Сколково»
2.7.	Технологическая задача: разработана и внедрена платформа для сбора и анализа данных производственного оборудования и технологических процессов для целей оптимизации с использованием алгоритмов и методов машинного обучения.				
2.7.1	Отбор и поддержка проектных инициатив, направленных на достижение соответствующих целевых показателей	Разработана и внедрена платформа для сбора и анализа данных производственного оборудования и технологических процессов для целей оптимизации с использованием алгоритмов и методов машинного обучения, Э-1 – количество внедрений на предприятиях: не менее 5	2019—2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка региональных проектов, поддержка отраслевых решений	Минпромторг России, Российский фонд развития информационных технологий, Фонд «Сколково»
2.8.	Технологическая задача: разработка решений, отдельных функциональных элементов решений, соответствующих элементам технологической карты субтехнологии / перечню востребованных решений.				
2.8.1	Разработка решений, отдельных функциональных элементов решений: – программное обеспечение для получения, обработки и передачи информации, получаемой как от датчиков, встроенных в устройство, так и от сторонних источников; – мобильные цифровые устройства, оснащенные модулями беспроводной связи для получения и передачи данных; – системы управления технологическим процессом (АСУ ТП): человеко-машинный интерфейс (Human-Machine Interface, HMI),	Разработаны и внедрены решения, отдельные функциональные элементы решений: – программное обеспечение для получения, обработки и передачи информации, получаемой как от датчиков, встроенных в устройство, так и от сторонних источников; – мобильные цифровые устройства, оснащенные модулями беспроводной связи для получения и передачи данных; – системы управления технологическим процессом (АСУ ТП): человеко-машинный интерфейс (Human-Machine Interface, HMI), SCADA-системы (Supervisory	2019—2024	Грантовая поддержка малых предприятий, поддержка региональных проектов, поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд содействия инновациям, Российский фонд развития информационных технологий, Минпромторг России

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	SCADA-системы (Supervisory Control And Data Acquisition), датчики, исполнительные устройства, приводные системы и роботизированные механизмы, системы идентификации (Radio Frequency Identification, RFID, штрих-коды)	Control And Data Acquisition), датчики, исполнительные устройства, приводные системы и роботизированные механизмы, системы идентификации (Radio Frequency Identification, RFID, штрих-коды)			
2.8.2	Разработка решений, отдельных функциональных элементов решений: – системы управления бизнес-процессами (Business Process Management, BPM); – управление нормативно-справочной информацией (Master Data Management, MDM), системы бизнес-анализа (Business Intelligence, BI); – системы управления лабораторной информацией (Laboratory Information Management System, LIMS)	Разработаны и внедрены решения, отдельные функциональные элементы решений: – системы управления бизнес-процессами (Business Process Management, BPM); – управление нормативно-справочной информацией (Master Data Management, MDM), системы бизнес-анализа (Business Intelligence, BI); – системы управления лабораторной информацией (Laboratory Information Management System, LIMS)	2019—2024	Грантовая поддержка малых предприятий, поддержка региональных проектов, поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд содействия инновациям, Российский фонд развития информационных технологий, Минпромторг России
2.8.3	Разработка решений, отдельных функциональных элементов решений: – встраиваемый в IoT-устройство криптографический модуль; – комплекс встроенных в IoT-устройство механизмов / средств защиты информации (комплекс ВСЗИ)	Разработаны и внедрены решения, отдельные функциональные элементы решений: – встраиваемый в IoT-устройство криптографический модуль; – комплекс встроенных в IoT-устройство механизмов / средств защиты информации (комплекс ВСЗИ)	2019—2024	Грантовая поддержка малых предприятий, поддержка региональных проектов, поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд содействия инновациям, Российский фонд развития информационных технологий, Минпромторг России
2.8.4	Разработка решений, отдельных функциональных элементов решений: – планирование материалов; – управление производственными активами; – информационная система мониторинга состояния производственного оборудования (системы класса MDC); – программный модуль для осуществления автоматического анализа и логической обработки массива данных системы с выдачей результата в виде рекомендаций организационных действий и управленческих решений, направленных на повышение эффективности использования промышленного оборудования;	Разработаны и внедрены решения, отдельные функциональные элементы решений: – планирование материалов; – управление производственными активами; – информационная система мониторинга состояния производственного оборудования (системы класса MDC): Э-1 – оснащение системами класса MDC, обеспечивающих получение данных с оборудования в режиме реального времени, в 5 приоритетных отраслях промышленности, 70%; – программный модуль для осуществления автоматического анализа и логической обработки массива данных системы с выдачей результата в виде рекомендаций организационных действий и	2019—2024	Грантовая поддержка малых предприятий, поддержка региональных проектов, поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд содействия инновациям, Российский фонд развития информационных технологий, Минпромторг России

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	<ul style="list-style-type: none"> – платформенные решения для мониторинга и управления энергоэффективностью; – планирование производства, в том числе автоматизированной системы управления материально-техническим обеспечением производства; – программные решения, автоматизирующие процессы технического обслуживания и ремонта: Э-1– количество высокотехнологичных компаний в 5 приоритетных отраслях промышленности, внедривших программные решения, автоматизирующие процессы технического обслуживания и ремонта, позволяющие в режиме реального времени контролировать и производить ремонт по техническому состоянию; – платформенные решения для производства, обеспечивающие единую интеграционную среду CAD-PLM-CAPP-CAM систем и ведение технологических составов изделий, управление межцеховыми маршрутами изготовления, электронные технологические процессы с 3D-эскизами и интерактивными руководствами, автоматизацию расчета трудовых норм, норм основных и вспомогательных материалов. – системы числового программного управления (ЧПУ) оборудованием 	<p>управленческих решений, направленных на повышение эффективности использования промышленного оборудования;</p> <ul style="list-style-type: none"> – платформенные решения для мониторинга и управления энергоэффективностью; – планирование производства, в том числе автоматизированной системы управления материально-техническим обеспечением производства; – программные решения, автоматизирующие процессы технического обслуживания и ремонта: Э-1– количество высокотехнологичных компаний в 5 приоритетных отраслях промышленности, внедривших программные решения, автоматизирующие процессы технического обслуживания и ремонта, позволяющие в режиме реального времени контролировать и производить ремонт по техническому состоянию: 100; – платформенные решения для производства, обеспечивающие единую интеграционную среду CAD-PLM-CAPP-CAM систем и ведение технологических составов изделий, управление межцеховыми маршрутами изготовления, электронные технологические процессы с 3D-эскизами и интерактивными руководствами, автоматизацию расчета трудовых норм, норм основных и вспомогательных материалов. – системы числового программного управления (ЧПУ) оборудованием 			
2.8.5	<p>Разработка решений, отдельных функциональных элементов решений:</p> <ul style="list-style-type: none"> – платформенные решения в области обработки и анализа данных геологоразведки с целью создания Цифрового месторождения 	<p>Разработаны и внедрены решения, отдельные функциональные элементы решений:</p> <ul style="list-style-type: none"> – платформенные решения в области обработки и анализа данных геологоразведки с целью создания Цифрового месторождения; Э1 – платформенное решение внедрено и используется лидерами отрасли, не менее 60 	2019—2024	Поддержка региональных проектов, поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Российский фонд развития информационных технологий, Минпромторг России
3.	Субтехнология: Манипуляторы и технологии манипулирования.				
3.1.	Технологическая задача: разработка и внедрение манипуляторов и технологий манипулирования для повышения общего уровня автоматизации процессов производства в соответствии с методическими рекомендациями Минпромторга России не менее 70%				
3.1.1	Создание высокотехнологичного промышленного манипулятора на базе отечественных	Разработан высокотехнологичный промышленный манипулятор на базе отечественных компонентов.	2019—2024	Грантовая поддержка малых предприятий,	Фонд содействия инновациям,

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	компонентов	T-1 – точность обработки материалов роботами-манипуляторами: 10 мкм; T-2 – скорость деликатного манипулирования, 1 м/с		поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минпромторг России
3.1.2	Создание отечественной компонентной базы для выпуска манипуляторов	Создана отечественная компонентная база для выпуска манипуляторов	2019 г. – 2022 г.	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений, предоставление субсидий кредитным организациям	Минпромторг России, Минкомсвязи России
3.1.3	Разработка отечественного контроллера для промышленных манипуляторов	Разработан отечественный контроллер для промышленных манипуляторов	2019—2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений, грантовая поддержка малых предприятий.	Минпромторг России, Фонд содействия инновациям.
3.1.4	Создание конкурентоспособных решений на базе промышленных роботов для общих и узкоспециализированных операций	Созданы конкурентоспособные решения на базе промышленных роботов для общих и узкоспециализированных операций	2019—2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка отраслевых решений	Минпромторг России, Фонд «Сколково»
3.1.5	Выпуск отечественных манипуляторов для реального сектора экономики	Выпуск отечественных манипуляторов для реального сектора экономики Э-1 – соотношение выпускаемых в стране промышленных роботов к потребляемым российским рынком, 40 %; Э-2 – годовой объем поставок промышленных роботов в России, 4600 шт.; Э-3 – рынок промышленных робототехнических систем (млрд руб.): 30; Э-4 – доля отечественных разработчиков промышленной робототехники (%): 30 %; Э-5 – увеличение численности сотрудников робототехнических компаний – интеграторов (человек): 1000;	2019—2024	Предоставление субсидий кредитным организациям, поддержка региональных проектов, поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Минкомсвязи России, Российский фонд развития информацион-ных технологий, Минпромторг России.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		Э-6 – количество роботов, задействованных в производстве, на 10 000 работников, 40			
3.2.	Технологическая задача: разработка технологий прецизионной обработки больших деталей и обслуживание технологических объектов на основе манипуляторов				
3.2.1	Разработка технологий прецизионной обработки больших деталей и обслуживания технологических объектов на основе манипуляторов	Разработаны технологии, обеспечивающие высокую точность обработки материалов роботами-манипуляторами; Т-1 – точность обработки материалов роботами-манипуляторами: 10 мкм; Т-2 – скорость деликатного манипулирования, 1 м/с	2019—2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений, грантовая поддержка малых предприятий	Минпромторг России, Фонд содействия инновациям
3.3.	Технологическая задача: разработка платформы и ее компонентов для реализации и быстрой переналадки матричного производства				
3.3.1	Разработка технологической платформы для реализации матричного производства с использованием отечественных компонентов	Создана платформа для реализации и быстрой переналадки матричного производства с использованием отечественных компонентов	2019—2024	Поддержка компаний лидеров, грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
3.3.2	Разработка компонентной базы для реализации матричного производства	Созданы компоненты для реализации матричного производства	2019—2024	Поддержка компаний лидеров, грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
3.4.	Технологическая задача: отечественная разработка, производство или локализация выпуска актуаторов, исполнительных элементов и сенсорного оборудования				
3.4.1	Отечественная разработка, производство или локализация выпуска актуаторов, исполнительных элементов и сенсорного оборудования	Отечественная разработка, производство или локализация выпуска актуаторов, исполнительных элементов и сенсорного оборудования; Э-1 – соотношение стоимости компонентов робототехники и сенсорики, выпускаемых в России, к потребляемым на территории страны – 30 %	2019—2024	Предоставление субсидий кредитным организациям, грантовая поддержка малых предприятий, поддержка региональных проектов, поддержка программ деятельности ЛИЦ	Минкомсвязи России, Фонд содействия инновациям, Российский фонд развития информационных технологий, АО «РВК»

К технологическим задачам и мероприятиям с наивысшим приоритетом относятся пп. 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1-1.2.3, 1.3.1, 1.3.3, 1.3.5, 1.4.2, 1.4.4, 1.5.1, 1.6.1-1.6.3, 1.7.1, 1.9.1, 2.1.1, 2.2.1, 2.4.1-2.4.4, 2.5.1, 3.1.1-3.1.5, 3.2.1.

с высоким приоритетом 1.1.5, 1.2.4, 1.3.2, 1.3.6, 1.4.1, 1.4.5, 1.5.2, 1.7.2, 1.8.1-1.8.3, 2.2.2-2.2.4, 2.3.1-2.3.4, 2.4.5, 2.6.1, 2.7.1, 2.8.1-2.8.5, 3.3.1-3.3.2.

с средним приоритетом 1.1.4, 1.3.4, 1.4.3, 1.10.1, 1.11.1, 2.2.5, 2.4.6-2.4.9, 3.4.1.

Таблица 4 — Отраслевые проекты и иные мероприятия/проекты в рамках реализации ДК СЦТ НПП

№	Направление развития	Состояние на 2019 год	Целевой результат на 2024 год	Потенциальные участники реализации
1.	Отраслевые проекты и иные проекты / мероприятия	Фрагментарное использование новых производственных технологий в создании конкурентоспособной продукции; Отсутствует полноценная инфраструктура для испытания и внедрения новых производственных технологий; Отсутствие методик подготовки ТЭО проектов внедрения СЦТ НПП, отраслевых стандартов в области СЦТ НПП Отсутствие стратегического видения в части цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием, создающих спрос на СЦТ	Создано 20 испытательных полигонов, внедрено 150 решений в области СЦТ НПП предприятиями в отраслях: автомобилестроение, авиастроение, вертолетостроение, судостроение и кораблестроение, двигателестроение, тяжелое и специальное машиностроение, приборостроение, нефтегазовое машиностроение, энергомашиностроение, ракетно-космическая техника и др.; Разработано 15 технологических стандартов в области СЦТ НПП (по 3 субтехнологиям, в 5 отраслях), учитывающих в том числе требования к обеспечению совместимости отечественных разработок с действующими зарубежными, требования к интероперабельности ³⁴ Разработаны и внедрены методические рекомендации подготовки ТЭО проектов внедрения СЦТ НПП (по 3 субтехнологиям, в 5 отраслях); Разработано и применено 10 стратегий цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием, создающих спрос на СЦТ	Проектные консорциумы: заказчики из приоритетных отраслей ДК и разработчики, органы стандартизации, МКС, МПТ и др.

На основании рекомендаций членов рабочей группы АНО «Цифровая экономика» по направлению «Цифровые технологии», а также экспертов и представителей федеральных органов исполнительной власти ДК СЦТ НПП предполагает функциональную интеграцию целей и задач ведомственного проекта «Цифровая промышленность», реализуемого Минпромторгом России, с целью обеспечения синергетических эффектов в достижении целевого состояния развития и внедрения цифровых технологий в приоритетных отраслях промышленности.

Таблица 5 — Задачи и результаты ведомственного проекта Цифровая промышленность в рамках ДК СЦТ НПП

№ п/п	Наименование задачи, результата	Характеристика результата
1	2	3
1.	Обеспечение преобразования промышленности посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений.	
2.	Создание комплексной системы финансирования проектов по разработке и (или) внедрению цифровых технологий и платформенных решений, включающей в себя венчурное	

³⁴ Консолидированное мнение экспертов ГК «Цифра» на основании решений заседания рабочей группы «Цифровые технологии» АНО «Цифровая экономика» 18.06.2019

№ п/п	Наименование задачи, результата	Характеристика результата
1	2	3
3.	финансирование и иные институты развития.	
	Обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике.	
	Создание в обрабатывающей промышленности высокопроизводительного экспортно-ориентированного сектора, развивающегося на основе современных технологий и обеспеченного высококвалифицированными кадрами.	
1. Создание, интеграция и развитие платформ Государственной информационной системы промышленности (ГИСП)		
1.1	Разработка специализированного модуля ГИСП для отражения «цифровых паспортов» (на основании экспертно-аналитического анализа уровня готовности цифровой трансформации промышленности и определения индекса цифровой трансформации промышленных предприятий) на 30.10.2019 – 1 УСЛ ЕД	Получение промышленными предприятиями «цифровых паспортов», способствующих оперативному контролю за общим уровнем цифровизации, определению наиболее сложных этапов цифровой трансформации и индивидуальному определению наиболее эффективных мер государственной поддержки в отношении каждого предприятия
1.2	Разработана на базе ГИСП биржа технологий и мощностей предприятий обрабатывающих отраслей промышленности на 31.12.2022 – 1 УСЛ ЕД	1. Созданы инструменты оценки состояния производственных фондов предприятий промышленности и выявления недозагруженных производственных мощностей. 2. Расширение рынка сбыта технологий предприятиями всех форм собственности
1.3	Создание и интеграция в ГИСП единого реестра российской радиоэлектронной продукции на 31.12.2019 – 1 УСЛ ЕД	Создан и интегрирован в ГИСП единый реестр российской радиоэлектронной продукции
1.4	Создание и интеграция в ГИСП единого реестра типовых решений и наилучших практик в области цифровой трансформации промышленных предприятий на 31.12.2019 – 1 УСЛ ЕД	Создана библиотека типовых решений и наилучших практик в области цифровой трансформации промышленных предприятий
1.5	Создание модулей, обеспечивающих бесшовное взаимодействие ГИСП с различными транснациональными платформами на 31.12.2019 – 1 УСЛ ЕД	Созданы, интегрированы и функционируют не менее 3 модулей, обеспечивающих бесшовное взаимодействие ГИСП с различными платформами
1.6	Разработка платформы обеспечения производства и продвижения промышленной продукции на внутреннем рынке на 31.12.2022 – 1 УСЛ ЕД	Созданы взаимосвязанные, интегрированные между собой сервисы организации производства и обеспечения сбыта продукции на внутреннем рынке, от размещения сведений о производимой или закупаемой по кооперации продукции до получения платежей по поставкам и работе по арбитражным спорам в рамках рекламационной компании. Предприятия получают доступ к работе с сервисами сети кооперации, субконтракта и трансфера технологий, а также торгово-логистической платформы
1.7	Разработка платформы эффективного инвестирования в промышленность на 31.12.2022 – 1 УСЛ ЕД	Созданы взаимосвязанные, интегрированные между собой сервисы поддержки всех этапов инвестирования в создание или развитие промышленного предприятия, от анализа инвестиционных возможностей до вывода продукта на рынок. Сервисы обеспечивают взаимодействие инвестора с участниками на следующих этапах: изучение процесса инвестирования, анализ рынка инвестиций, выбор объекта инвестирования и производственной площадки, контроль расходования средств инвестора в ходе строительства. Предприятия получают возможность автоматического формирования бизнес-плана на создание нового производства, выбора инвестора, проведения переговоров и заключения инвестиционных договоров на платформе, дальнейшего взаимодействия с инвестором по реализации инвестиционного договора

№ п/п	Наименование задачи, результата	Характеристика результата
1	2	3
1.8	Разработка платформы по созданию и развитию производства промышленных предприятий на 31.12.2022 – 1 УСЛ ЕД	Созданы взаимосвязанные, интегрированные между собой сервисы поддержки всех этапов создания нового или развития существующего производства, от бизнес-идеи до сдачи производственного объекта в эксплуатацию. Предприятия получают возможность на основе подготовленного бизнес-плана осуществить его реализацию за счет электронного взаимодействия с органами государственной власти и контроля, ресурсоснабжающими организациями, строительными организациями, проектными бюро, органами сертификации и испытательными лабораториями, сервисами подбора и аттестации персонала
1.9	Разработка платформы подбора комплекса мер господдержки, их получение и контроля достижения показателей эффективности проекта на 31.12.2022 – 1 УСЛ ЕД	Созданы взаимосвязанные, интегрированные между собой сервисы подбора, оказания и контроля эффективности комплекса мер государственной поддержки для создания или развития промышленного предприятия. Предприятия получают возможность подбора мер поддержки на всех этапах создания и развития предприятия, подавать заявки и заключать договоры на оказание мер поддержки, сдавать отчетность о достижении показателей эффективности оказания мер поддержки
1.10	Разработка платформы продвижения продукции на внешнем рынке, увеличения объемов экспорта на 31.12.2022 – 1 УСЛ ЕД	Созданы взаимосвязанные, интегрированные между собой сервисы поддержки сквозного процесса сбыта промышленной продукции на внешнем рынке, от анализа международного рынка до послепродажного обслуживания. Предприятия получают возможность заключения сделок с иностранными партнерами по поставкам готовой продукции или организации контрактного производства, а также полный спектр сервисов по сопровождению сделки: логистика, сертификация, таможенные процедуры, страхование, арбитражные споры, меры государственной поддержки и так далее
1.11	Разработка платформы анализа и прогноза развития производства на базе объективных статистических данных на 31.12.2023 – 1 УСЛ ЕД	Созданы взаимосвязанные, интегрированные между собой сервисы сбора и анализа статистической информации о производстве и потреблении промышленной продукции на внутреннем и внешних рынках, построения прогнозного баланса и стратегий размещения производственных сил на территории РФ. Предприятия получают доступ к актуальной, объективной статистике производства и сбыта промышленной продукции. Кроме этого на основании этих данных предприятия получают доступ к сервисам прогноза спроса на промышленную продукцию и построения межотраслевых и межрегиональных балансов
2. Цифровая трансформация обрабатывающих отраслей промышленности.		
2.1	Обеспечение оценки уровня цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности. Выявление системных проблем цифровой трансформации промышленности на 31.12.2019 – 0 тыс. предприятий на 31.12.2020 – 3,7 тыс. предприятий на 31.12.2021 – 5,8 тыс. предприятий на 31.12.2022 – 8,0 тыс. предприятий на 31.12.2023 – 11,2 тыс. предприятий на 31.12.2024 – 14,4 тыс. предприятий	Обеспечено получение промышленными предприятиями «цифровых паспортов», способствующих оперативному контролю за общим уровнем цифровизации, определению наиболее сложных этапов цифровой трансформации и индивидуальному определению наиболее эффективных мер государственной поддержки в отношении каждого предприятия
2.2	Реализация мер государственной финансовой поддержки, направленные на стимулирование разработки цифровых платформ, программных продуктов, а также	В 2019—2024 годах Фондом развития промышленности в рамках программы «Цифровизация промышленности» выданы займы в целях цифровой трансформации бизнес-процессов промышленных предприятий. В 2019—2024 годах Минпромторгом России реализован механизм государственной поддержки, по разработке

№ п/п	Наименование задачи, результата	Характеристика результата
1	2	3
	<p>масштабирования внедрения существующих на рынке решений в целях цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности</p> <p>на 31.12.2019 – 3 УСЛ ЕД на 31.12.2020 – 3 УСЛ ЕД на 31.12.2021 – 3 УСЛ ЕД на 31.12.2022 – 3 УСЛ ЕД на 31.12.2023 – 3 УСЛ ЕД на 31.12.2024 – 3 УСЛ ЕД</p>	<p>цифровых платформ и (или) программных продуктов, увязанных с субтехнологиями сквозных цифровых технологий, определяемых дорожными картами по направлениям развития сквозных цифровых технологий, предусмотренных федеральным проектом «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»</p>

4. Оценка требуемых ресурсов в привязке к инструментам поддержки

Таблица 6 — требуемые ресурсы в привязке к инструментам поддержки (млн руб., до 2024 г.).

	Грантовая поддержка малых предприятий	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Поддержка отраслевых решений	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Поддержка региональных проектов	Поддержка компаний-лидеров	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Итого по субСЦТ в рамках инструментов поддержки	Иные источники	Итого ДК СЦТ НИТ
1. Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design)	1 080,00	600,00	8 133,33	9 583,33	4 533,33	12 000,00	3 300,00	39 230,00	0,00	39 230,00
- в рамках бюджетных средств	800,00	300,00	4 066,67	4 276,67	2 266,67	6 000,00	300,00	18 010,00	0,00	18 010,00
- в рамках внебюджетного финансирования	280,00	300,00	4 066,67	5 306,67	2 266,67	6 000,00	3 000,00	21 220,00	0,00	21 220,00
2. Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing)	1 940,00	200,00	220,00	4 520,00	2 720,00	4 800,00	4 510,00	18 910,00	0,00	18 910,00
- в рамках бюджетных средств	1 360,00	100,00	110,00	1 910,00	1 310,00	2 400,00	410,00	7 600,00	0,00	7 600,00
- в рамках внебюджетного финансирования	580,00	100,00	110,00	2 610,00	1 410,00	2 400,00	4 100,00	11 310,00	0,00	11 310,00
3. Манипуляторы и технологии манипулирования	540,00	400,00	2 000,00	7 000,00	1 563,00	2 000,00	8 250,00	21 753,00	0,00	21 753,00
- в рамках бюджетных средств	400,00	200,00	1 000,00	3 500,00	625,00	1 000,00	750,00	7 475,00	0,00	7 475,00
- в рамках внебюджетного финансирования	140,00	200,00	1 000,00	3 500,00	938,00	1 000,00	7 500,00	14 278,00	0,00	14 278,00
Итого бюджетных средств	2 560,00	600,00	5 176,67	9 686,67	4 201,67	9 400,00	1 460,00	33 085,00	0,00	33 085,00
Итого внебюджетных средств	1 000,00	600,00	5 176,67	11 416,67	4 614,67	9 400,00	14 600,00	46 808,00	0,00	46 808,00

	Грантовая поддержка малых предприятий	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Поддержка отраслевых решений	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Поддержка региональных проектов	Поддержка компаний-лидеров	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Итого по субСЦТ в рамках инструментов поддержки	Иные источники	Итого ДК СЦТ НПТ
Итого по субтехнологиям ДК СЦТ НПТ (Цифровые технологии)	3 560,00	1 200,00	10 353,33	21 103,33	8 816,33	18 800,00	16 060,00	79 893,00	0,00	79 893,00
Отраслевые проекты и иные мероприятия	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51 200,00	51 200,00
- в рамках бюджетных средств	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28 500,00	28 500,00
- в рамках внебюджетного финансирования	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22 700,00	22 700,00
В рамках ведомственного проекта Цифровая промышленность	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14 250,00	14 250,00
- в рамках бюджетных средств	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7 350,00	7 350,00
- в рамках внебюджетного финансирования	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6 900,00	6 900,00
Итого бюджетных средств	2 560,00	600,00	5 176,67	9 686,67	4 201,67	9 400,00	1 460,00	33 085,00	35 850,00	68 935,00
Итого внебюджетных средств	1 000,00	600,00	5 176,67	11 416,67	4 614,67	9 400,00	14 600,00	46 808,00	29 600,00	76 408,00
Итого ДК СЦТ НПТ	3 560,00	1 200,00	10 353,33	21 103,33	8 816,33	18 800,00	16 060,00	79 893,00	65 450,00	145 343,00

ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ
«СКВОЗНОЙ» ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ
«КОМПОНЕНТЫ РОБОТОТЕХНИКИ И СЕНСОРИКА»

Москва
2019

1. Преамбула, введение, общее описание направления развития СЦТ

Дорожная карта (ДК) «сквозной» цифровой технологии (СЦТ) «Компоненты робототехники и сенсорики» является одним из основополагающих документов в реализации Федерального проекта «Цифровые технологии» Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Документ включает в себя цели и ожидаемые результаты внедрения и распространения технологии, оценку влияния на социальный прогресс, экономическое развитие и технологическое лидерство страны к 2024 году, перечень барьеров развития и мероприятия по их устранению, ключевые проекты и стимулирующие мероприятия к реализации и другие комплексные мероприятия развития СЦТ.

При подготовке Дорожной карты проведен анализ перспективных технологий в области робототехники и сенсорики, изучены потребности ведущих отечественных компаний, сформирован приоритетный перечень субтехнологий, для которых определены начальное состояние и целевые показатели до 2024 г. Достижение целевых показателей развития субтехнологий обеспечивается комплексом мероприятий и инструментов финансовой поддержки компаний, участвующих в их реализации. Инструменты поддержки предоставляются через финансовые программы Институтов развития с учетом утвержденных бюджетов паспорта Федерального проекта «Цифровые технологии» на период с 2019–2021 гг. Дорожная карта предусматривает также дальнейшую актуализацию плана мероприятий ввиду возможных рыночных изменений и регулярный мониторинг достижения КПЭ.

Описание «сквозной» цифровой технологии

СЦТ «Компоненты робототехники и сенсорики» охватывает направления разработки автоматизированных технических систем и методов управления ими, разработки сенсорных систем и методов обработки сенсорной информации, взаимодействия технических систем между собой и с человеком. Робототехника и сенсорики основываются на методах механики, электроники, мехатроники и других науках. Роботы предназначены для замены человека при выполнении рутинных, грязных, опасных работ, а также там, где требуется высокая точность и повторяемость. Область применения и перспективы современной робототехники исключительно широки: роботы уже применяются в быту, в сфере обслуживания людей, в медицине, в сельском хозяйстве и многих других видах работ. Основой взаимодействия с людьми являются человеко-машинные интерфейсы, современные виды которых включают не только традиционное представление визуальной информации и привычные органы управления, но и перспективные интерфейсы на основе анализа электрической активности мозга и мышц, с обратными силомоментными связями. Современная сенсорики, в свою

очередь, является комплексной цифровой технологией, включающей в себя не только методы измерения физических величин, но и методы обработки сенсорной информации.

ДК СЦТ «Компоненты робототехники и сенсорика» по программе «Цифровая экономика» включает в себя только часть технологий в области робототехники и сенсорики, с одной стороны попадающих под определение цифровых технологий, а с другой стороны не отнесенных к смежным областям, таким как «Новые производственные технологии» или «Искусственный интеллект». Реализация ДК будет способствовать формированию отечественного рынка робототехники и сенсорики, решению проблемы дефицита кадров для цифровой экономики, преодолению технологических, социальных и регуляторных барьеров.

Перечень субтехнологий

СЦТ «Компоненты робототехники и сенсорика» отличается большим разнообразием направлений, каждое из которых включает в себя многочисленные методы, аппаратные средства и программное обеспечение (ПО). Среди других возможных способов классификации, в ходе проведенных обсуждений с экспертным сообществом, было принято решение сгруппировать направления по их функциональным задачам и близости используемых методов. Таким образом, по результатам исследования экспертного мнения, анализа публикационной активности и патентного анализа в рамках СЦТ были выделены три субтехнологии, для которых определены технологические компоненты.

Таблица 1 — Перечень субтехнологий

Субтехнология	Технологические компоненты
1. Сенсоры и цифровые компоненты РТК для человеко-машинного взаимодействия	1.1 Технологии и интерфейсы ассистивной робототехники
	1.2 Технологии сервисной и социальной робототехники для взаимодействия с людьми
	1.3 Технологии безопасного взаимодействия человека с робототехническими системами
	1.4 Технологии дистанционного взаимодействия человек-робот, включая средства визуальной и силовой обратной связи
2. Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования	2.1 Алгоритмы и технологии управления приводами с сенсорами обратной связи
	2.2 Алгоритмы и технологии сенсорно-моторной координации и планирования движений для захвата и перемещения физических объектов и контактного взаимодействия
	2.3 Расчет и определение положений и траекторий робототехнических компонентов и объектов физического мира
	2.4 Симуляторы и эмуляторы робототехнических и сенсорных средств на базе физических и теоремеханических моделей для разработки и верификации систем управления

Субтехнология	Технологические компоненты
	2.5 Технологии разработки низкоуровневого программного обеспечения систем управления реального времени, в том числе систем диагностики и отказоустойчивых систем
3. Сенсоры и обработка сенсорной информации	3.1 Алгоритмы и технологии комплексирования и синхронизации разнородных сенсорных данных
	3.2 Цифровые контактные и бесконтактные сенсоры и алгоритмы извлечения и обработки информации, включая возможность автономного принятия решений
	3.3 Специализированные облачные платформы сенсоров и робототехнических средств, включая промышленный интернет и средства работы с телеметрией и телеуправлением

Качественные критерии субтехнологий

Таблица 2 — Качественные критерии субтехнологий

Субтехнология	Качественные критерии субтехнологии
1. Сенсоры и цифровые компоненты РТК для человеко-машинного взаимодействия	К субтехнологии относятся технологические решения, лежащие в области разработки методов взаимодействия роботов с человеком. Сюда входят разработки человеко-машинных интерфейсов различных типов, компоненты и средства дистанционного взаимодействия робототехнических систем с человеком, методы взаимодействия с людьми в рамках сервисной и социальной робототехники, вопросы безопасности при непосредственном взаимодействии робота и человека
2. Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования	К субтехнологии относятся технологические решения, обеспечивающие координацию, планирование и управление движением робототехнических систем. Сюда входят технологии взаимодействия роботов с объектами окружающей среды, их захват и перемещение. В основе субтехнологии лежат классические методы моделирования и управления на основе физических и теоремеханических моделей. В область субтехнологии входят также разработки низкоуровневого программного обеспечения систем управления реального времени, в том числе систем диагностики и отказоустойчивых систем
3. Сенсоры и обработка сенсорной информации	К субтехнологии относятся технологические решения по созданию новых сенсоров, сенсорных систем и методов обработки сенсорной информации на базе детерминированных подходов. Сюда входят технологии комплексирования и синхронизации разнородных сенсорных данных, облачные платформы сенсоров и робототехнических средств, средства работы с телеметрией и телеуправлением

Характеристика субтехнологий

Субтехнология 1 «Сенсоры и цифровые компоненты РТК для человеко-машинного взаимодействия» включает в себя весь спектр технологий, связанных со взаимодействием человека и робототехнической системы, за исключением методов и средств интеллектуального управления. В состав субтехнологии входят алгоритмы, цифровые компоненты и сенсорные системы для задач управления средствами ассистивной,

коллаборативной, сервисной, когнитивной и социальной робототехники, включая задачи обеспечения безопасности при взаимодействии робота и человека, и человеко-машинные интерфейсы.

Субтехнология 2 «Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования» включает в себя методы управления робототехническими системами для обеспечения эффективного взаимодействия их с объектами окружающего мира. В рамках субтехнологии рассматриваются задачи разработки новых приводов различных типов, задачи динамического перемещения объектов, методы тактильного очувствления, методы динамического управления движением робототехнических систем, методы расчета и моделирования робототехнических систем на базе физических и теормеханических моделей, методы синтеза систем диагностирования и отказоустойчивого управления.

Субтехнология 3 «Сенсоры и обработка сенсорной информации» включает в себя технологии создания электронной компонентной базы сенсоров, сенсорных систем различного назначения, обеспечивающих получение информации об объектах, среди которых находится робот, для задач локализации, планирования движения и управления, а также методы обработки, включая методы восприятия и интерпретации сенсорной информации, методы обработки и комплексирования сенсорных данных, методы проектирования систем обработки сенсорной информации.

При формировании целевых показателей развития СЦТ была проведена оценка уровня готовности отечественных субтехнологий и сравнение ее мировыми показателями согласно ГОСТ Р 57194.1-2016.

Таблица 3 — Уровень готовности субтехнологий

Субтехнология	УГТ	Сопоставление с мировым уровнем
1.Сенсоры и цифровые компоненты РТК для человеко-машинного взаимодействия	7	УГТ по ряду технологических решений в России достигает 7, что формально соответствует мировому уровню. Однако следует отметить, что общемировой уровень 7 достигается по широкому спектру направлений субтехнологии большим количеством компаний, в то время как в России этот уровень демонстрируют лишь отдельные компании. Тем не менее близкий к общемировому уровень развития технологии определяет перспективы развития субтехнологии в стране и является важным критерием приоритизации
2. Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования	6	УГТ в России оценивается на 6, что значительно уступает общемировому уровню 9. Тем не менее в стране имеется сильная научно-техническая база, на основе которой можно рассчитывать на получение прорывных решений в области субтехнологии
3.Сенсоры и обработка сенсорной	6	УГТ в России оценивается на 6, что значительно уступает

информации		общемировому уровню 9. Однако развитие отечественной компонентной базы сенсоров и систем обработки информации является важной «сквозной» стратегической задачей, затрагивающей не только робототехнику, но и другие отрасли. А за счет имеющегося научно-технического задела можно рассчитывать на получение результатов мирового уровня
------------	--	--

При определении перспективных областей развития субтехнологий в рамках СЦТ «Компоненты робототехники и сенсорики» следует руководствоваться перечнем областей, сформированным в Таблице 4, но не ограничиваясь им.

Таблица 4 — Приоритетные отрасли применения СЦТ

Отрасль по ОКВЭД	Код ОКВЭД	Область применения СЦТ
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	ОКВЭД 01-03	Уход за растениями Уборка урожая Уход за животными Мониторинг сельскохозяйственных полей Мониторинг состояния лесного покрова
Добыча полезных ископаемых	ОКВЭД 05-09	Разведка и диагностика полезных ископаемых Наземная разведка и картографирование Подземная разведка и диагностика месторождения Ассистирование во время добычи полезных ископаемых
Обрабатывающие производства	ОКВЭД 10-33	Сборка Погрузка/разгрузка Нанесение клея и распыление Упаковка, укладка и паллетирование Маркировка
Строительство	ОКВЭД 41-43	Мониторинг и контроль строительной площадки Демонтаж и разрушение строений и конструкций, уборка стройплощадок Земляные работы Перемещение и установка плоских материалов (сэндвич-панели, остекление) Внутренняя и внешняя отделка/ Штукатурные работы/ Малярные работы
Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов	ОКВЭД 45-46	Консультирование покупателей Инвентаризация полок Выкладка товара Упаковка Сборка заказа Перемещение грузов
Транспортировка и хранение	ОКВЭД 49-53	Сортировка Упаковка и паллетирование Погрузка Отслеживание посылок и грузов
Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	ОКВЭД 55-56	Консультирование клиентов Приготовление пищи Выкладка продуктов
Образование	ОКВЭД 85	Образовательные программы Обучение на физических симуляторах/конструкторах
Деятельность в области здравоохранения и социальных	ОКВЭД 86-88	Обслуживание пациентов (регистрация, медицинские карты, справочная информация)

Отрасль по ОКВЭД	Код ОКВЭД	Область применения СЦТ
услуг		Сопровождение пациентов Ассистирование на операции Реабилитация пациентов Обследования пациентов Протезирование

Ключевые технические характеристики субтехнологий, приведенные в таблице 5, представляют собой технологические барьеры, преодоление которых значительно повлияет на уровень развития технологии. Ключевые характеристики предназначены для мониторинга развития технологии. Преодоление указанных барьеров позволит использовать разработанные технологии в большом количестве конечных продуктов. Даже частичное достижение обозначенных показателей позволит создавать конкурентоспособные решения, соответствующие или превосходящие мировой уровень.

Таблица 5 — Ключевые технические характеристики субтехнологий

Описание характеристики
Субтехнология 1. «Сенсоры и цифровые компоненты РТК для человеко-машинного взаимодействия»
Человеко-машинные интерфейсы, обеспечивающие восстановление и передачу сил взаимодействия с точностью не ниже 95% и временным откликом не более 2 мс
Экзоскелеты и экзопротезы, обеспечивающие 80% двигательных функций и сценариев реабилитации верхних и нижних конечностей, мелкой моторики и позвоночника
Интерактивные интуитивные человеко-машинные интерфейсы управления робототехническими системами, обеспечивающие классификацию команд в не менее 80% сценариев управления с точностью не ниже 95% и суммарной задержкой на обработку не более 20 мс
Технические решения для ассистивных роботов и робототехнических систем в здравоохранении и образовании, обеспечивающих на аппаратном уровне максимальное усилие при незапланированном контакте робота с человеком не более 10% от грузоподъемности робота с временем срабатывания не более 0,01 с
Экзоскелеты и ассистивные роботы, обеспечивающие увеличение на 100% силы мышц спины и брюшного пресса, на 75% силовой выносливости рук человека
Субтехнология 2. «Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования»
Цифровые системы управления приводами с регулировкой по положению, усилию, жесткости, коэффициенту демпфирования, с частотой регулирования до 1 кГц и диапазоном изменения параметров в 1 млн раз
Сокращение затрат энергии на перемещение роботов на 50% по сравнению с классическими решениями за счет технологий рекуперации и оптимизации работы энергетических подсистем роботов
Технические решения, обеспечивающие захват, перемещение и контактное взаимодействие с ускорениями до 10 м/с ² со скоростями до 5 м/с для 95% сценариев, характерных для розничной торговли, здравоохранения, строительства и добычи, а также других приложений сервисной робототехники, включая жесткие, деформируемые, хрупкие, плоские протяженные, сыпучие и меняющие форму объекты

<p>Технические решения для робототехнических систем в области сельского и лесного хозяйства, систем мониторинга, строительства и добычи полезных ископаемых, в том числе в части динамического управления неполноприводными системами, системами с избыточным числом приводов и роботами с эластичными элементами, обеспечивающие определение положения и следования по спланированным траекториям с погрешностью не хуже 1%, и при перемещении в сложной динамической среде (доступно не более 10% рабочего пространства робота или с запасом свободного пространства не более 10% от габаритов эффектора робота)</p>
<p>Средства математического моделирования на базе физических принципов для систем с 500 и более подвижными деформируемыми, упругими и разрушаемыми деталями с физически точными моделями, с точностью моделирования динамики положения механизмов до 99% относительно натурального эксперимента за промежуток времени, соответствующий десятикратному периоду работы механизма (при периодической работе робота), или 600 секунд при недетерминированном времени работы механизма; а также систем, позволяющих моделировать сенсоры с погрешностью не более 0,05% по показаниям реального и эмулированного сенсора, позволяющими моделировать информационную систему робота, включая задержки, дискретизацию и квантование сигналов, с ошибками по времени не более 1 шага интегрирования для среды моделирования и не более 0,05% от среднего значения моделируемого процесса в информационной системе, с физически точными моделями твердых тел, параллельно моделируя быстрые процессы в электрических контурах и медленные процессы в механических системах</p>
<p>Адаптация сервисных роботов к работе в антропогенной среде для выполнения 80% локомоций, включая задачи открывания дверей, перемещения по лестницам и другие</p>
<p>Обеспечение управления совместной работой от 2 до 10 и более роботов, при выполнении общего задания, например, при переносе единого груза, включая жесткие, деформируемые, хрупкие, плоские протяженные и меняющие форму объекты, с пропорциональным числу роботов увеличением грузоподъемности системы</p>
<p>Субтехнология 3. «Сенсоры и обработка сенсорной информации»</p>
<p>Сетевая система реального времени для сбора, анализа интерпретации сенсорной информации, поддерживающая технологию Plug&Play для 100+ одновременных подключений сенсоров и робототехнических комплексов с временем интеграции в систему менее 1 мин</p>
<p>Технология устройств доверенной электроники преобразователей информации с чувствительных элементов в цифровой код, обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 99% и временным откликом не более 10 мс</p>
<p>Технологические решения в области чувствительных элементов, обеспечивающие точность определения параметров окружающей среды не ниже 99% и временным откликом не более 10 мс</p>
<p>Технологические решения в области компонентной базы и алгоритмов средств обработки информации от сенсоров, обеспечивающие точность определения параметров окружающей среды не ниже 99% и временным откликом не более 10 мс</p>

Приоритизация субтехнологий

Каждая из выделенных субтехнологий включает в себя несколько самостоятельных направлений исследований, объединенных по схожести решаемых задач, хотя способы решения этих задач могут быть и различны. Субтехнологии сравнимы между собой по научной и технологической сложности и имеют близкие приоритеты. Для ранжирования субтехнологий между собой по приоритетам использовались следующие критерии:

- Имеющийся в стране научно-технический задел для развития субтехнологии;
- Оценка перспективы получения результатов, превосходящих мировой уровень.

Выделен следующий список приоритетных субтехнологий:

- Субтехнология «Сенсоры и цифровые компоненты РТК для человеко-машинного взаимодействия»;
- Субтехнология «Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования»;
- Субтехнология «Сенсоры и обработка сенсорной информации».

Эффекты от развития «сквозной» цифровой технологии

Последовательное развитие, внедрение и распространение СЦТ позволит вывести страну на качественно новый уровень и оказать заметное влияние на технологическое лидерство, экономическое развитие и социальный прогресс.

При достижении целевых показателей ожидаются следующие эффекты:

Таблица 6 — Эффекты от развития СЦТ

Экономическое развитие	Дополнительные денежные потоки в ВВП
	Снижение уровня импортозависимости
	Сокращение издержек за счет внедрения новых технологий
	Прирост инвестиций
	Повышение эффективности производства в стране
	Повышение качества выпускаемой продукции
Социальный прогресс	Рост благосостояния и социальной защищенности людей
	Создание рабочих мест для обеспечения инновационной инфраструктуры
	Уменьшение количества рабочих мест, сопряженными с опасными и вредными условиями труда
	Развитие научного и кадрового потенциала страны
Технологическое лидерство	Высокий уровень производственной базы
	Высокий потенциал в области НИОКР благодаря уникальным научно-техническим решениям
	Скорость внедрения технологий
	Повышение уровня безопасности производственных процессов
	Масштабируемость технологий для различных объемов решаемых задач

Основными рыночными драйверами развития СЦТ можно считать:

- постепенное снижение стоимости производства и комплектующих, что ведет к снижению порога входа в отрасль;

- снижение времени окупаемости роботов за счет оптимизации процессов проектирования робототехнических систем от компонентной базы (включая электронную компонентную базу) до систем в целом;

- увеличение роста рынка сервисной робототехники, с наибольшим распространением в потребительском сегменте, индустрии развлечений, медицине;

- стремительная роботизация азиатской экономики (по итогам 2018 года Китай и Япония лидируют по объемам поставки промышленных роботов);

- увеличение конкурентности на рынке робототехники;

- повсеместное распространение интернета, облегчающее сбор, распространение и анализ информации, поступающей в облачные сервисы для роботов.

Основные рыночные тенденции развития СЦТ:

- расширение перечня областей применения роботов и сенсорных средств;

- увеличение числа стартап-компаний в сфере робототехники и сенсорики;

- естественная убыль населения в развитых странах, что приводит к повышенному спросу на робототехнические решения;

- увеличение количества проектов, публикующих свой программный код в свободном доступе;

- снижение себестоимости сенсорных средств и систем обработки информации;

- повышение распространения экзоскелетов, активных средств для индивидуальной механотерапии и реабилитации, и восстановления утраченных локомоций.

Барьеры и риски развития СЦТ:

Стратегия развития СЦТ и создание перспективных российских решений на их базе сопровождается определенными барьерами и рисками, которые можно классифицировать по пяти категориям:

1) законодательные и административные барьеры:

отсутствие единой стратегии развития отрасли;

отсутствие законодательства, устанавливающего основы регулирования и государственной политики в сфере робототехники;

отсутствие административно-правового механизма координации полномочий органов государственной власти в связи с внедрением роботов в различные секторы экономики и др.;

2) технологические и инфраструктурные

а) барьеры:

низкая скорость разработки и внедрения готовых решений по сравнению с зарубежными аналогами;

излишняя фокусировка на производстве робототехники в области ВПК;

небольшой размер внутреннего рынка робототехники;

б) риски:

высокая технологическая конкуренция с западными производителями;

применение технологий для целей нарушения общественного порядка и безопасности;

3) экономические барьеры:

небольшой размер рынка робототехники в России;

нерентабельность промышленных роботов в России;

труднодоступны финансовые ресурсы (дорогие кредиты, сложность получения займов и налоговых льгот);

4) социальные

а) барьеры:

инертное мышление менеджеров;

боязнь высококвалифицированных специалистов участвовать в предпринимательской деятельности;

б) риски:

технологическое замещение профессий;

5) научные и кадровые барьеры и риски:

а) барьеры:

устаревшие программы вузов;

нехватка квалифицированных специалистов;

б) риски:

отток высококвалифицированных специалистов из страны.

Синергетические эффекты

Развитие направления робототехники и сенсорики в России тесно связано с развитием СЦТ «Новые производственные технологии» и СЦТ «Искусственный интеллект». В некоторых задачах робототехники применяются методы компьютерного зрения и интеллектуального принятия решений, развитие которых запланировано в дорожной карте СЦТ «Искусственный интеллект». Промышленное применение роботов и, в частности, вопросы взаимодействия промышленных роботов с технологическим процессом включены

в дорожную карту СЦТ «Новые производственные технологии». В свою очередь, СЦТ «Новые производственные технологии» является потребителем методов и средств сенсорно-моторной координации и сенсорных систем, разрабатываемых в рамках СЦТ «Компоненты робототехники и сенсорики». Области применения технологий виртуальной и дополненной реальности расширяются за счет применения средств СЦТ «Виртуальная и дополненная реальность» для управления различными робототехническими системами, в то же время развитие технологий сенсорики имеет синергетические эффекты в части удовлетворения потребностей СЦТ «Виртуальная и дополненная реальность». Взаимосвязи между «сквозными» цифровыми технологиями дают синергетические эффекты в части экономии бюджетных средств, преодоления технологических, нормативно-правовых, социальных барьеров и ограничений. В то же время субтехнологии различных СТЦ строго разграничены, не допускают пересечений или двойного финансирования.

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

Целью развития технологии является получение новых, конкурентоспособных на мировом рынке, научных результатов и технологических решений. Показателем эффективности технологического решения является получение на его основе конкурентоспособного продукта, продающегося на отечественном или мировом рынке. На основе анализа перспективных отечественных разработок по областям применения было сформировано текущее состояние и запланированы целевые показатели на 2021 и 2024 годы по количеству робототехнических или сенсорных систем российского происхождения, внедренных на глобальном рынке. Технологическая ценность определяется также патентоспособностью разработанных решений. Поэтому среди целевых показателей предложены показатели количества российских и зарубежных патентов. Конкурентоспособность и ценность научных результатов характеризуется количеством публикаций в высокорейтинговых журналах и докладов на престижных научных конференциях. Запланирован соответствующий показатель публикационной активности.

Таблица 7 — Целевые показатели развития

Целевые показатели развития	2019	2021	2024
Число внедрений на глобальном рынке новых уникальных робототехнических и сенсорных систем российского происхождения с УГТ не ниже 7 ¹ по областям, шт. нарастающим итогом:			

¹ В соответствии с методикой определения уровней готовности технологий согласно ГОСТ Р 58048-2017 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий»

Целевые показатели развития	2019	2021	2024
1. Сельское и лесное хозяйство, в том числе в системах точного земледелия, животноводстве, картировании и мониторинге состояния угодий	4	10	20
2. Здравоохранение, в том числе экзоскелеты и реабилитационные системы, ассистивные робототехнические системы для ранней диагностики и ВМП, системы мониторинга состояния оператора	4	9	18
3. Мониторинг и обслуживание распределенной инфраструктуры, в том числе ЛЭП, трубопроводы и системы хранения нефтепродуктов и химикатов	3	6	9
4. Сервисная робототехника в системах массового обслуживания, в том числе социальной сфере, ритейле, оффлайн маркетинге	2	7	15
5. Строительство, в том числе супервизирующие системы, автоматизация рутинных строительных операций	-	3	8
6. Добыча полезных ископаемых, в том числе подводная добыча и работа на удаленных месторождениях и в критических условиях	3	5	10
7. Уникальные сенсоры и сенсорные системы, включая:			
7.1 Разработка уникальных чувствительных элементов сенсоров физических величин	-	2	5
7.2 Разработка цифровых сенсоров и мультисенсорных систем	-	4	10
7.3. Датчики производственного оборудования и процессов, в том числе датчики безопасности процессов	-	5	25
7.4. Бионические датчики	-	1	5
7.5. Датчики мониторинга готовой продукции	-	4	20
Число зарегистрированных российских патентов на изобретения и полезные модели по направлениям субтехнологий, шт. ежегодно	110 ²	200	500
Число зарегистрированных международных патентов, включая PCT, по направлениям субтехнологий, шт. ежегодно	7 ²	20	50
Число научных публикаций в изданиях 1 квартиля WoS и топ-20 GoogleScholar ³ по направлениям субтехнологий, шт. ежегодно	20 ²	50	100

В результате реализации задач и мероприятий Дорожной карты планируется поэтапное увеличение числа внедрений на глобальном рынке робототехнических и сенсорных систем российского происхождения в пять раз с 16 в 2019 году до 80 или более в 2024 году. Планируется почти пятикратное увеличение ежегодного выпуска

² Текущий показатель указан по предыдущему 2018 году.

³ В субкатегориях Robotics, Automation and Control Theory, Mechanical Engineering, Human Computer Interaction, Signal Processing

патентоспособных технических решений со 110 в 2018 году до 500 и более в 2024 году. При этом предполагается значительное увеличение качества получаемых решений, что скажется на их конкурентоспособности на мировом рынке. Так, в 2018 году только 6% технических решений (7 из 110) в области робототехники и сенсорики были доведены до получения международных патентов. В 2024 году этот показатель планируется увеличить до 10%. Планируется также пятикратное увеличение количества высокорейтинговых научных публикаций, в том числе за счет финансирования вне инструментов поддержки Федерального проекта «Цифровые технологии», таких как научные фонды РФФИ, РНФ и другие.

Реализация Дорожной карты в том числе будет способствовать достижению целевых показателей Федерального проекта «Цифровые технологии»:

- увеличение затрат на развитие «сквозных» цифровых технологий;
- увеличение объема выручки проектов (по разработке наукоемких решений, по продвижению продуктов и услуг по заказу бизнеса) на основе внедрения «сквозных» цифровых технологий компаниями, получившими поддержку в рамках федерального проекта «Цифровые технологии».

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

Для достижения сформулированных целевых показателей развития разработан список технологических задач и мероприятий. Предлагаемые инициативы направлены на реализацию комплексных проектов, предполагающих получение качественно новых технологических результатов и реализацию потенциала технологических решений в виде продуктов для конечного потребителя, конкурентоспособных на глобальном рынке. Технологические задачи представлены в порядке их приоритетности на основе оценки критериев имеющегося в стране научно-технического задела для реализации технологической задачи и оценки перспектив получения результатов, превосходящих мировой уровень.

Таблица 8 — Направления, этапы и мероприятия по решению технологических задач для субтехнологий

№ 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 «Сенсоры и цифровые компоненты РТК для человеко-машинного взаимодействия»				
1.1.	Технологическая задача: Разработка и внедрение алгоритмов и технологий дистанционного устойчивого управления с силомоментной обратной связью для высокочувствительных хапстикс-устройств *				
1.1.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку алгоритмического и программного обеспечения для дистанционного управления роботами и создание опытных образцов хапстикс-устройств	Прототипы 2-х уникальных решений в области ассистивной и сервисной робототехники, систем дистанционного управления (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих восстановление и передачу сил взаимодействия с точностью не ниже 90% и временным откликом не более 5 мс, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Фонд содействия инновациям; 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
1.1.2.	Внедрение технологических решений для дистанционного управления роботами и создание опытных образцов хапстикс-устройств	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений в области ассистивной и сервисной робототехники, систем дистанционного управления (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих восстановление и передачу сил взаимодействия с точностью не ниже 90% и временным откликом не более 5 мс	2020–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка региональных проектов	Минпромторг России; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)
1.1.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку алгоритмического и программного обеспечения для дистанционного управления роботами и создание опытных образцов хапстикс-устройств	Прототипы 3-х уникальных решений в области ассистивной и сервисной робототехники, систем дистанционного управления (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих восстановление и передачу сил взаимодействия с точностью не ниже 95% и временным откликом не более 2 мс, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
1.1.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений для дистанционного управления роботами и создание опытных образцов хапстикс-устройств	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 3-х уникальных решений в области ассистивной и сервисной робототехники, систем дистанционного управления (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих восстановление и передачу сил взаимодействия с точностью не ниже 95% и временным откликом не более 2 мс	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка региональных проектов	Минпромторг России; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)
1.2.	Технологическая задача: Разработка и внедрение систем мультимодального человеко-машинного взаимодействия для экзоскелетов и протезов для людей с проблемами опорно-двигательного аппарата*				

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1.2.1.	Разработка сенсорных систем человеко-машинных интерфейсов, экзоскелетов и протезов	Прототипы 2-х уникальных систем в области здравоохранения, охватывающих 60% двигательных функций и сценариев реабилитации верхних и нижних конечностей, мелкой моторики и позвоночника, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
1.2.2.	Внедрение сенсорных систем человеко-машинных интерфейсов, экзоскелетов и протезов	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных систем в области здравоохранения, охватывающих 60% двигательных функций и сценариев реабилитации верхних и нижних конечностей, мелкой моторики и позвоночника	2020–2021	Поддержка отраслевых решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Фонд «Сколково»; Минкомсвязь России
1.2.3.	Совершенствование сенсорных систем человеко-машинных интерфейсов, экзоскелетов и протезов	Прототипы 3-х уникальных систем в области здравоохранения, охватывающих 80% двигательных функций и сценариев реабилитации верхних и нижних конечностей, мелкой моторики и позвоночника, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.2.4.	Внедрение усовершенствованных сенсорных систем человеко-машинных интерфейсов, экзоскелетов и протезов	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 3-х уникальных систем в области здравоохранения, охватывающих 80% двигательных функций и сценариев реабилитации верхних и нижних конечностей, мелкой моторики и позвоночника	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минпромторг России; Минкомсвязь России
1.3.	Технологическая задача: Разработка и внедрение алгоритмов оценивания внешних сил, моментов и геометрии контакта ускоренной и монотонной сходимости для безопасного физического человеко-машинного взаимодействия**				

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1.3.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку алгоритмического и программного обеспечения для оценивания внешних сил и моментов, и восстановления геометрии физического контакта	Прототип одного уникального решения для ассистивной, сервисной и строительной робототехники, снижающего риск получения травм при физическом взаимодействии с роботами в 5 раз по сравнению со статистикой использования существующих систем, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
1.3.2.	Внедрение технологических решений алгоритмического и программного обеспечения для оценивания внешних сил и моментов, и восстановления геометрии физического контакта, интеграция решений по обеспечению безопасного физического взаимодействия человек-робот с управляющим ПО робототехнических систем	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипа одного уникального решения для ассистивной, сервисной и строительной робототехники, снижающего риск получения травм при физическом взаимодействии с роботами в 5 раз по сравнению со статистикой использования существующих систем	2020–2021	Поддержка региональных проектов	Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)
1.3.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку алгоритмического и программного обеспечения для оценивания внешних сил и моментов, и восстановления геометрии физического контакта, интеграцию решений по обеспечению безопасного физического взаимодействия человек-робот с управляющим ПО робототехнических систем	Прототипы 2-х уникальных решений для ассистивной, сервисной и строительной робототехники, снижающих риск получения травм при физическом взаимодействии с роботами в 10 раз по сравнению со статистикой использования существующих систем, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
1.3.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений алгоритмического и программного обеспечения для оценивания внешних сил и моментов, и восстановления геометрии физического контакта,	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений для ассистивной, сервисной и строительной робототехники, снижающих риск получения травм при физическом взаимодействии с роботами в 10 раз по	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	интеграция решений по обеспечению безопасного физического взаимодействия человек-робот с управляющим ПО робототехнических систем	сравнению со статистикой использования существующих систем			
1.4.	Технологическая задача: Разработка и внедрение цифровых компонентов интерактивных интуитивных человеко-машинных интерфейсов**				
1.4.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку алгоритмического и программного обеспечения интерактивных интуитивных интерфейсов для управления роботами с фиксированной и подвижной базой, разработку прототипов цифровых устройств интерактивных интуитивных человеко-машинных интерфейсов, превосходящих международные аналоги	Прототипы 2-х уникальных решений для управления робототехническими системами с фиксированной базой (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями, в том числе для сферы обслуживания, гостиниц, общественного питания), обеспечивающих классификацию команд в не менее 80% сценариев управления с точностью не ниже 90% и суммарной задержкой на обработку не более 50 мс, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.4.2.	Внедрение технологических решений алгоритмического и программного обеспечения интерактивных интуитивных интерфейсов для управления роботами с фиксированной и подвижной базой, интеграция прототипов с управляющим ПО робототехнических систем	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений для управления робототехническими системами с фиксированной базой (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями, в том числе для сферы обслуживания, гостиниц, общественного питания), обеспечивающих классификацию команд в не менее 80% сценариев управления с точностью не ниже 90% и суммарной задержкой на обработку не более 50 мс	2020–2021	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российский фонд развития информационных технологи (РФРИТ)

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1.4.3.	Совершенствование технологических решений алгоритмического и программного обеспечения интерактивных интуитивных интерфейсов для управления роботами с фиксированной и подвижной базой, разработку прототипов цифровых устройств интерактивных интуитивных человеко-машинных интерфейсов, превосходящих международные аналоги	Прототипы 2-х уникальных решений для управления робототехническими системами с подвижной базой (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями, в том числе для сферы обслуживания, гостиниц, общественного питания), обеспечивающих классификацию команд в не менее 80% сценариев управления с точностью не ниже 95% и суммарной задержкой на обработку не более 20 мс, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.4.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений алгоритмического и программного обеспечения интерактивных интуитивных интерфейсов для управления роботами с фиксированной и подвижной базой, интеграция прототипов с управляющим ПО робототехнических систем	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений для управления робототехническими системами с подвижной базой (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями, в том числе для сферы обслуживания, гостиниц, общественного питания), обеспечивающих классификацию команд в не менее 80% сценариев управления с точностью не ниже 95% и суммарной задержкой на обработку не более 20 мс	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российский фонд развития информационных технологи (РФРИТ)
1.5.	Технологическая задача: Разработка и верификация алгоритмов структурно-параметрического синтеза и оптимизации конструкции коллаборативных и ассистивных роботов***				
1.5.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку цифровых технологий для структурного синтеза и параметрической оптимизации конструкций безопасных коллаборативных и ассистивных роботов, анализ и верификация разработанных систем на базе компьютерных моделей робототехнических систем, прототипов ассистивных и коллаборативных	Прототип одного уникального решения для коллаборативных и ассистивных роботов и робототехнических систем в здравоохранении и образовании, обеспечивающих на аппаратном уровне максимальное усилие при незапланированном контакте робота с человеком не более 15% от грузоподъемности робота с временем срабатывания не более 0,05 с, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; 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
	роботов				
1.5.2.	Внедрение технологических решений цифровых технологий для структурного синтеза и параметрической оптимизации конструкций безопасных коллаборативных и ассистивных роботов	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов одного уникального решения для коллаборативных и ассистивных роботов и робототехнических систем в здравоохранении и образовании, обеспечивающих на аппаратном уровне максимальное усилие при незапланированном контакте робота с человеком не более 15% от грузоподъемности робота с временем срабатывания не более 0,05 с	2020–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минпромторг России; Минкомсвязь России
1.5.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку цифровых технологий для структурного синтеза и параметрической оптимизации конструкций безопасных коллаборативных и ассистивных роботов, анализ и верификация разработанных систем на базе компьютерных моделей робототехнических систем, прототипов ассистивных и коллаборативных роботов	Прототипы 2-х уникальных решений для коллаборативных и ассистивных роботов и робототехнических систем в здравоохранении и образовании, обеспечивающих на аппаратном уровне максимальное усилие при незапланированном контакте робота с человеком не более 10% от грузоподъемности робота с временем срабатывания не более 0,01 с, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
1.5.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений цифровых технологий для структурного синтеза и параметрической оптимизации конструкций безопасных коллаборативных и ассистивных роботов	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений для коллаборативных и ассистивных роботов и робототехнических систем в здравоохранении и образовании, обеспечивающих на аппаратном уровне максимальное усилие при незапланированном контакте робота с человеком не более 10% от грузоподъемности робота с временем срабатывания не более 0,01 с	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минпромторг России; Минкомсвязь России
1.6.	Технологическая задача: Разработка технологий ассистивной робототехники, обеспечивающих реализацию физических усилий совместно с человеком***				

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1.6.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку программно-алгоритмического обеспечения для реализации совместной работы роботов различных типов с человеком, создание опытных образцов экзоскелетов, обеспечивающих силовую поддержку верхней части тела и рук человека	Прототипы 2-х уникальных решений для ассистивных роботов или экзоскелетов, обеспечивающих увеличение на 40% силы мышц спины и брюшного пресса на 40% силовой выносливости рук человека; публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
1.6.2.	Внедрение технологических решений программно-алгоритмического обеспечения для реализации совместной работы роботов различных типов с человеком, создание опытных образцов экзоскелетов, обеспечивающих силовую поддержку верхней части тела и рук человека	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений для ассистивных роботов или экзоскелетов, обеспечивающих увеличение на 40% силы мышц спины и брюшного пресса на 40% силовой выносливости рук человека	2020–2021	Поддержка отраслевых решений; Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд «Сколково»; Минпромторг России
1.6.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку программно-алгоритмического обеспечения для реализации совместной работы роботов различных типов с человеком, создание опытных образцов экзоскелетов, обеспечивающих силовую поддержку верхней части тела и рук человека	Прототипы 2-х уникальных решений для ассистивных роботов или экзоскелетов, обеспечивающих увеличение на 100% силы мышц спины и брюшного пресса на 75% силовой выносливости рук человека; публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
1.6.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений программно-алгоритмического обеспечения для реализации совместной работы роботов различных типов с человеком, создание опытных образцов экзоскелетов, обеспечивающих силовую поддержку верхней части тела и рук человека	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений для ассистивных роботов или экзоскелетов, обеспечивающих увеличение на 100% силы мышц спины и брюшного пресса на 75% силовой выносливости рук человека	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд «Сколково»; Минпромторг России
2.	Субтехнология «Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования»				

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
2.1.	Технологическая задача: Разработка и внедрение алгоритмов и технологий моделирования, проектирования и управления на базе физических принципов для приводов с адаптивно настраиваемой жесткостью для задач soft robotics *				
2.1.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку алгоритмов и технологий моделирования, проектирования и управления приводов с адаптивно настраиваемой жесткостью, анализ и верификацию разработанных систем на базе компьютерных моделей робототехнических систем и разработанных прототипов soft robotics систем	Прототипы 2-х уникальных решений в области алгоритмов и технологий моделирования, проектирования и управления на базе физических принципов для приводов, допускающих регулировку по положению, усилию, жесткости, коэффициенту демпфирования, с частотой регулирования до 1 кГц и диапазоном изменения параметров в 10^6 раз; публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
2.1.2.	Внедрение технологических решений алгоритмов и технологий моделирования, проектирования и управления приводов с адаптивно настраиваемой жесткостью	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений в области алгоритмов и технологий моделирования, проектирования и управления на базе физических принципов для приводов, допускающих регулировку по положению, усилию, жесткости, коэффициенту демпфирования, с частотой регулирования до 1 кГц и диапазоном изменения параметров в 10^6 раз	2020–2021	Поддержка отраслевых решений; Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд «Сколково»; Минпромторг России
2.1.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку алгоритмов и технологий моделирования, проектирования и управления приводов с адаптивно настраиваемой жесткостью, анализ и верификацию разработанных систем на базе компьютерных моделей робототехнических систем и разработанных прототипов soft robotics систем	Прототипы 2-х уникальных решений в области алгоритмов и технологий моделирования, проектирования и управления на базе физических принципов для приводов, с точностью генерации усилия до 0.05% от рабочего диапазона привода; позволяющие адаптивно настраивать эффективную жесткость позиционирования выходного вала с шагом до 0,1% от диапазона значений эффективной жесткости привода; публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; 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
2.1.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений алгоритмов и технологий моделирования, проектирования и управления приводов с адаптивно настраиваемой жесткостью	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений в области алгоритмов и технологий моделирования, проектирования и управления на базе физических принципов для приводов, с точностью генерации усилия до 0.05% от рабочего диапазона привода; позволяющие адаптивно настраивать эффективную жесткость позиционирования выходного вала с шагом до 0,1% от диапазона значений эффективной жесткости привода	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка региональных проектов	Минпромторг России; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)
2.2.	Технологическая задача: Разработка и внедрение алгоритмов и технологий моделирования, проектирования и управления на базе физических принципов для энергоэффективных робототехнических систем*				
2.2.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку алгоритмов и технологий моделирования и проектирования на базе физических принципов робототехнических компонентов для улучшения рекуперации энергии, разработку алгоритмов и технологий управления робототехническими системами для сокращения затрат энергии на перемещение, разработку алгоритмов и технологий оптимизации работы энергетических подсистем роботов, анализ и верификацию разработанных систем на базе компьютерных моделей и разработанных прототипов робототехнических систем	Прототипы 2-х уникальных решений в области робототехники, обеспечивающих сокращение затрат энергии на перемещение роботов на 30% по сравнению с существующими мировыми аналогами за счет рекуперации и оптимизации работы энергетических подсистем роботов (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями). Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
2.2.2.	Внедрение технологических решений алгоритмов, моделирования и проектирования на базе физических принципов робототехнических компонентов для улучшения рекуперации энергии, сокращения	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений в области робототехники, обеспечивающих сокращение затрат энергии на перемещение роботов на 30% по сравнению с существующими мировыми аналогами за счет	2020–2021	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	затрат энергии на перемещение, оптимизации работы энергетических подсистем роботов	рекуперации и оптимизации работы энергетических подсистем роботов (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями)			
2.2.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку алгоритмов и технологий моделирования и проектирования на базе физических принципов робототехнических компонентов для улучшения рекуперации энергии, разработку алгоритмов и технологий управления робототехническими системами для сокращения затрат энергии на перемещение, разработку алгоритмов и технологий оптимизации работы энергетических подсистем роботов, анализ и верификацию разработанных систем на базе компьютерных моделей и разработанных прототипов робототехнических систем	Прототипы 2-х уникальных решений в области робототехники, обеспечивающих сокращение затрат энергии на перемещение роботов на 50% по сравнению с существующими мировыми аналогами за счет рекуперации и оптимизации работы энергетических подсистем роботов (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями). Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
2.2.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений алгоритмов, моделирования и проектирования на базе физических принципов робототехнических компонентов для улучшения рекуперации энергии, сокращения затрат энергии на перемещение, оптимизации работы энергетических подсистем роботов	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений в области робототехники, обеспечивающих сокращение затрат энергии на перемещение роботов на 50% по сравнению с существующими мировыми аналогами за счет рекуперации и оптимизации работы энергетических подсистем роботов (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями)	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)
2.3.	Технологическая задача: Разработка и внедрение алгоритмов и технологий сенсорно-моторной координации и планирования движений для захвата и перемещения физических объектов и контактного взаимодействия**				
2.3.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку алгоритмов и технологий сенсорно-	Прототипы 3-х уникальных решений в области технологий построения плана захвата произвольного объекта при неполной	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка программ	Фонд содействия инновациям; 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
	моторной координации и планирования движений для захвата объектов произвольной формы при неполной информации (неизмеримости) о его геометрии, хрупких и деформируемых объектов различных весовых категорий, податливых объектов различных весовых категорий, микрообъектов весом менее 1 г с характерным размером до 1 мм, для задач контактного взаимодействия с податливыми объектами, анализ и верификация полученных решений на базе разработанных прототипов робототехнических систем	информации о его геометрии и частичном недостатке наблюдаемости объекта в режиме on-line, с затратами на процедуру построения плана захвата не более 50% от полного времени, затрачиваемого на захват объекта; а также захвата и переноса хрупких (с допустимой деформацией менее 0,1%), деформируемых (с допустимой деформацией менее 2%) и податливых объектов различных весовых категорий: весом до 50 г, от 50 до 500 г, более 500 г.; публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок		деятельности ЛИЦ	
2.3.2.	Внедрение технологических решений для захвата и переноса хрупких, деформируемых и податливых объектов различных весовых категорий	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 3-х уникальных решений в области технологий построения плана захвата произвольного объекта при неполной информации о его геометрии и частичном недостатке наблюдаемости объекта в режиме on-line, с затратами на процедуру построения плана захвата не более 50% от полного времени, затрачиваемого на захват объекта; а также захвата и переноса хрупких (с допустимой деформацией менее 0,1%), деформируемых (с допустимой деформацией менее 2%) и податливых объектов различных весовых категорий: весом до 50 г, от 50 до 500 г, более 500 г	2020–2021	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)
2.3.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку алгоритмов и технологий сенсорно-моторной координации и планирования движений для захвата объектов произвольной формы при неполной информации (неизмеримости) о его	Прототипы 3-х уникальных решений, обеспечивающих захват, перемещение и контактное взаимодействие с ускорениями до 10 м/с ² со скоростями до 5 м/с для 95% сценариев, характерных для розничной торговли, здравоохранения, строительства и добычи, а также других приложений сервисной	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Фонд содействия инновациям; 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
	геометрии, хрупких и деформируемых объектов различных весовых категорий, податливых объектов различных весовых категорий, микрообъектов весом менее 1 г с характерным размером до 1 мм, для задач контактного взаимодействия с податливыми объектами, анализ и верификация полученных решений на базе разработанных прототипов робототехнических систем	робототехники (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), включая жесткие, деформируемые, хрупкие, плоские протяженные, сыпучие и меняющие форму объекты; публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок			
2.3.4.	Внедрение технологических решений для захвата и переноса хрупких, деформируемых, плоских протяженных, сыпучих и меняющих форму объектов различных весовых категорий	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 3-х уникальных решений, обеспечивающих захват, перемещение и контактное взаимодействие с ускорениями до 10 м/с ² со скоростями до 5 м/с для 95% сценариев, характерных для розничной торговли, здравоохранения, строительства и добычи, а также других приложений сервисной робототехники (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), включая жесткие, деформируемые, хрупкие, плоские протяженные, сыпучие и меняющие форму объекты	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка региональных проектов	Минпромторг России; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)
2.4.	Технологическая задача: Разработка и внедрение алгоритмов и технологий расчета и определения положений и траекторий робототехнических компонентов, и объектов физического мира**				
2.4.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку алгоритмов расчета и определения положений и траекторий робототехнических систем с избыточным числом приводов, неполноприводных робототехнических систем, робототехнических систем с эластичными элементами, робототехнических систем в сложной	Прототипы 2-х уникальных решений для робототехнических систем в области сельского и лесного хозяйства, систем мониторинга, строительства и добычи полезных ископаемых, в том числе в части динамического управления неполноприводными системами, системами с избыточным числом приводов и роботами с эластичными элементами, обеспечивающие определение положения и следования по спланированным траекториям с погрешностью	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; 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
	динамической среде, верификацию полученных решений на базе компьютерного моделирования на основе физических принципов и на базе разработанных прототипов робототехнических систем	не хуже 5%, и при перемещении в сложной динамической среде (доступно не более 20% рабочего пространства робота или с запасом свободного пространства не более 20% от габаритов эффектора робота); публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок			
2.4.2.	Внедрение технологических решений алгоритмов расчета и определения положений и траекторий робототехнических систем с избыточным числом приводов, неполноприводных робототехнических систем, робототехнических систем с эластичными элементами, робототехнических систем в сложной динамической среде	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений для робототехнических систем в области сельского и лесного хозяйства, систем мониторинга, строительства и добычи полезных ископаемых, в том числе в части динамического управления неполноприводными системами, системами с избыточным числом приводов и роботами с эластичными элементами, обеспечивающие определение положения и следования по спланированным траекториям с погрешностью не хуже 5%, и при перемещении в сложной динамической среде (доступно не более 20% рабочего пространства робота или с запасом свободного пространства не более 20% от габаритов эффектора робота)	2020–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка региональных проектов	Минпромторг России; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)
2.4.3	Совершенствование технологических решений, включающих разработку алгоритмов расчета и определения положений и траекторий робототехнических систем с избыточным числом приводов, неполноприводных робототехнических систем, робототехнических систем с эластичными элементами, робототехнических систем в сложной динамической среде, верификацию полученных решений на базе компьютерного моделирования на	Прототипы 3-х уникальных решений для робототехнических систем в области сельского и лесного хозяйства, систем мониторинга, строительства и добычи полезных ископаемых, в том числе в части динамического управления неполноприводными системами, системами с избыточным числом приводов и роботами с эластичными элементами, обеспечивающие определение положения и следования по спланированным траекториям с погрешностью не хуже 1%, и при перемещении в сложной динамической среде (доступно не более 10% рабочего пространства робота или с запасом	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; 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
	основе физических принципов и на базе разработанных прототипов робототехнических систем	свободного пространства не более 10% от габаритов эффектора робота); публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок			
2.4.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений алгоритмов расчета и определения положений и траекторий робототехнических систем с избыточным числом приводов, неполноприводных робототехнических систем, робототехнических систем с эластичными элементами, робототехнических систем в сложной динамической среде	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 3-х уникальных решений для робототехнических систем в области сельского и лесного хозяйства, систем мониторинга, строительства и добычи полезных ископаемых, в том числе в части динамического управления неполноприводными системами, системами с избыточным числом приводов и роботами с эластичными элементами, обеспечивающие определение положения и следования по спланированным траекториям с погрешностью не хуже 1%, и при перемещении в сложной динамической среде (доступно не более 10% рабочего пространства робота или с запасом свободного пространства не более 10% от габаритов эффектора робота)	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка региональных проектов	Минпромторг России; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)
2.5.	Технологическая задача: Разработка и внедрение симуляторов и эмуляторов робототехнических и сенсорных средств на базе физических и теоремеханических моделей для разработки и верификации систем управления**				
2.5.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку средств моделирования систем с подвижными деформируемыми и недеформируемыми элементами, средств моделирования систем с учетом динамики различных типов приводов и энергетических подсистем, средств эмуляции сенсоров робототехнических систем, верификацию полученных решений на базе прототипов робототехнических систем	Прототипы 2-х уникальных решений систем математического моделирования на базе физических принципов для механизмов с 500 и более подвижными не деформируемыми деталями с физически точными моделями вязкого и сухого трения, удара и механическими связями, с точностью моделирования динамики положения механизмов до 99,9% относительно натурального эксперимента за промежуток времени соответствующий десятикратному периоду работы механизма (при периодической работе робота) или 600 секунд при не детерминированном времени работы механизма,	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка региональных проектов	Фонд содействия инновациям; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		а также позволяющими моделировать приводы, включая особенности их физической реализации и их нелинейные электромеханические свойства и наличие сухого и вязкого трения, муфт, систем защиты, нагрева и систем охлаждения, с точностью моделирования динамики положения механизмов до 99% относительно натурального эксперимента; публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок			
2.5.2.	Внедрение технологических решений средств моделирования систем с подвижными деформируемыми и недеформируемыми элементами, средств моделирования систем с учетом динамики различных типов приводов и энергетических подсистем	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений систем математического моделирования на базе физических принципов для механизмов с 500 и более подвижными не деформируемыми деталями с физически точными моделями вязкого и сухого трения, удара и механическими связями, с точностью моделирования динамики положения механизмов до 99,9% относительно натурального эксперимента за промежуток времени соответствующий десятикратному периоду работы механизма (при периодической работе робота) или 600 секунд при не детерминированном времени работы механизма, а также позволяющими моделировать приводы, включая особенности их физической реализации и их нелинейные электромеханические свойства и наличие сухого и вязкого трения, муфт, систем защиты, нагрева и систем охлаждения, с точностью моделирования динамики положения механизмов до 99% относительно натурального эксперимента	2020–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту Поддержка региональных проектов	Минпромторг России; Минкомсвязь России Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
2.5.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку средств моделирования систем с подвижными деформируемыми и недеформируемыми элементами, средств моделирования систем с учетом динамики различных типов приводов и энергетических подсистем, средств эмулирования сенсоров робототехнических систем, верификацию полученных решений на базе прототипов робототехнических систем	Прототипы 4-х уникальных решений систем математического моделирования на базе физических принципов для систем 500 и более подвижными деформируемыми, упругими и разрушаемыми деталями с физически точными моделями, с точностью моделирования динамики положения механизмов до 99% относительно натурального эксперимента за промежуток времени, соответствующий десятикратному периоду работы механизма (при периодической работе робота), или 600 секунд при не детерминированном времени работы механизма; а также систем, позволяющих моделировать сенсоры с погрешностью не более 0,05% по показаниям реального и эмулированного сенсора, позволяющими моделировать информационную систему робота, включая задержки, дискретизацию и квантование сигналов, с ошибками по времени не более 1 шага интегрирования для среды моделирования и не более 0,05% от среднего значения моделируемого процесса в информационной системе, с физически точными моделями твердых тел, параллельно моделируя быстрые процессы в электрических контурах и медленные процессы в механических системах; публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
2.5.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений средств моделирования систем с подвижными деформируемыми и недеформируемыми элементами, средств моделирования систем с учетом динамики различных типов приводов и	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 4-х уникальных решений систем математического моделирования на базе физических принципов для систем 500 и более подвижными деформируемыми, упругими и разрушаемыми деталями с физически точными моделями, с	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования	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
	энергетических подсистем, средств эмулирования сенсоров робототехнических систем	точностью моделирования динамики положения механизмов до 99% относительно натурального эксперимента за промежуток времени, соответствующий десятикратному периоду работы механизма (при периодической работе робота), или 600 секунд при не детерминированном времени работы механизма; а также систем, позволяющих моделировать сенсоры с погрешностью не более 0,05% по показаниям реального и эмулированного сенсора, позволяющими моделировать информационную систему робота, включая задержки, дискретизацию и квантование сигналов, с ошибками по времени не более 1 шага интегрирования для среды моделирования и не более 0,05% от среднего значения моделируемого процесса в информационной системе, с физически точными моделями твердых тел, параллельно моделируя быстрые процессы в электрических контурах и медленные процессы в механических системах		процентной ставки по кредиту	
2.6.	Технологическая задача: Разработка технологий низкоуровневого программного обеспечения систем управления реальным временем, в том числе систем диагностики и отказоустойчивых систем ***				
2.6.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку программно-алгоритмического обеспечения систем управления реальным временем	Прототипы 2-х уникальных решений систем управления реальным временем, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
2.6.2.	Внедрение технологических решений программно-алгоритмического обеспечения систем управления реальным временем, экспериментальная проверка полученных решений в реальных и критических условиях	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений систем управления реальным временем	2020–2021	Поддержка отраслевых решений; Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд «Сколково»; Минпромторг России

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
2.6.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку программно-алгоритмического обеспечения систем управления реального времени	Прототипы 4-х уникальных решений систем управления реального времени, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
2.6.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений программно-алгоритмического обеспечения систем управления реального времени, экспериментальная проверка полученных решений в реальных и критических условиях	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 4-х уникальных решений систем управления реального времени	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд «Сколково»; Минпромторг России
2.7.	Технологическая задача: Адаптация сервисных роботов к работе в антропогенной среде***				
2.7.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку программно-алгоритмического обеспечения систем управления и систем моделирования движения роботов в антропогенной среде	Прототип одного уникального решения сервисных роботов, обеспечивающих выполнение 50% локомоций, характерных для движения в антропогенной среде, включая задачи открывания дверей, перемещения по лестницам и другие, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
2.7.2.	Внедрение технологических решений программно-алгоритмического обеспечения систем управления и систем моделирования движения роботов в антропогенной среде, экспериментальная проверка полученных решений в реальных и критических условиях	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипа одного уникального решения сервисных роботов, обеспечивающих выполнение 50% локомоций, характерных для движения в антропогенной среде, включая задачи открывания дверей, перемещения по лестницам и другие	2020–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минпромторг России; Минкомсвязь России
2.7.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку программно-алгоритмического обеспечения систем управления и систем моделирования движения	Прототипы 2-х уникальных решений сервисных роботов, обеспечивающих выполнение 80% локомоций, характерных для движения в антропогенной среде, включая задачи открывания дверей, перемещения по лестницам	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров;	Фонд содействия инновациям; 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
	роботов в антропогенной среде	и другие, публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок			
2.7.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений программно-алгоритмического обеспечения систем управления и систем моделирования движения роботов в антропогенной среде, экспериментальная проверка полученных решений в реальных и критических условиях	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений сервисных роботов, обеспечивающих выполнение 80% локомоций, характерных для движения в антропогенной среде, включая задачи открывания дверей, перемещения по лестницам и другие	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минпромторг России; Минкомсвязь России
2.8.	Технологическая задача: Обеспечение управления совместной работой от 2 до 10 и более роботов, при выполнении общего задания***				
2.8.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку программно-алгоритмического обеспечения систем управления и систем моделирования движения при совместной работе роботов при выполнении общего задания	Прототип технологии управления совместной работой 2-4 роботов в лабораторных условиях при выполнении общего задания, например, при переносе единого груза, включая жесткие, деформируемые, хрупкие, плоские протяженные и меняющие форму объекты, с пропорциональным числу роботов увеличением грузоподъемности системы. Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка программ деятельности ЛИЦ;	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
2.8.2	Внедрение технологических решений программно-алгоритмического обеспечения систем управления и систем моделирования движения при совместной работе роботов при выполнении общего задания, экспериментальная проверка полученных решений в лабораторных условиях	Демонстрация в лабораторных условиях эксплуатации технологии управления совместной работой 2-4 роботов в лабораторных условиях при выполнении общего задания, например, при переносе единого груза, включая жесткие, деформируемые, хрупкие, плоские протяженные и меняющие форму объекты, с пропорциональным числу роботов увеличением грузоподъемности систем	2020–2021	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
2.8.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку программно-алгоритмического обеспечения систем управления и систем моделирования движения при совместной работе роботов при выполнении общего задания	Прототип технологии управления совместной работой системы до 10 роботов в условиях близких к реальным при выполнении общего задания, например, при переносе единого груза, включая жесткие, деформируемые, хрупкие, плоские протяженные и меняющие форму объекты, с пропорциональным числу роботов увеличением грузоподъемности системы. Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
2.8.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений программно-алгоритмического обеспечения систем управления и систем моделирования движения при совместной работе роботов при выполнении общего задания, экспериментальная проверка полученных решений в реальных условиях	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации технологии управления совместной работой до 10 роботов при переносе единого груза, включая жесткие, деформируемые, хрупкие, плоские протяженные и меняющие форму объекты, с пропорциональным числу роботов увеличением грузоподъемности системы	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд «Сколково»; Минпромторг России
3.	Субтехнология «Сенсоры и обработка сенсорной информации»				
3.1.	Технологическая задача: Разработка сетевой системы сбора, анализа интерпретации сенсорной информации с поддержкой технологии Plug&Play для сенсоров и робототехнических комплексов*				
3.1.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку протоколов взаимодействия подключаемых сенсоров и робототехнических комплексов, разработку программного обеспечения сетевой платформы	Прототип сетевой системы реального времени для сбора, анализа интерпретации сенсорной информации, поддерживающей технологию Plug&Play для сенсоров и робототехнических комплексов Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
3.1.2.	Внедрение технологических решений протоколов взаимодействия подключаемых сенсоров и робототехнических комплексов	Демонстрация в условиях близких к реальным прототипам сетевой системы реального времени для сбора, анализа интерпретации сенсорной информации, поддерживающей технологию Plug&Play для сенсоров и робототехнических	2020–2021	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		комплексов			
3.1.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку протоколов взаимодействия подключаемых сенсоров и робототехнических комплексов, разработку программного обеспечения сетевой платформы	Сетевая система реального времени для сбора, анализа интерпретации сенсорной информации, поддерживающая технологию Plug&Play для 100+ одновременных подключений сенсоров и робототехнических комплексов с временем интеграции в систему менее 1 мин. Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ; Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
3.1.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений протоколов взаимодействия подключаемых сенсоров и робототехнических комплексов	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации сетевой системы реального времени для сбора, анализа интерпретации сенсорной информации, поддерживающая технологию Plug&Play для 100+ одновременных подключений сенсоров и робототехнических комплексов с временем интеграции в систему менее 1 мин	2023–2024	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)
3.2.	Технологическая задача: Разработка мультисенсорных цифровых устройств в том числе с использованием методов двухмерной и трехмерной интеграции компонентов, а также алгоритмов обработки разнородной информации*				
3.2.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку мультисенсорных устройств и алгоритмов обработки разнородной информации, создание опытных образцов мультисенсорных цифровых устройств	Прототипы 2-х уникальных решений в области сенсорных устройств (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 90% и временным откликом не более 20 мс. Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
3.2.2.	Внедрение технологических решений мультисенсорных устройств и алгоритмов обработки разнородной информации	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений в области сенсорных устройств (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 90% и временным откликом не	2020–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка региональных	Минпромторг России; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		более 20 мс		проектов	
3.2.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку мультисенсорных устройств и алгоритмов обработки разнородной информации, создание опытных образцов мультисенсорных цифровых устройств	Прототипы 3-х уникальных решений в области сенсорных устройств доверенной электроники преобразователей информации с чувствительных элементов в цифровой код (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 99% и временным откликом не более 10 мс. Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
3.2.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений мультисенсорных устройств и алгоритмов обработки разнородной информации	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 3-х уникальных решений в области сенсорных устройств доверенной электроники преобразователей информации с чувствительных элементов в цифровой код (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 99% и временным откликом не более 10 мс	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минпромторг России; Минкомсвязь России
3.3.	Технологическая задача: Разработка чувствительных элементов сенсоров физических величин различных типов (акустических, оптических, радиолокационных, температурных и других) для мониторинга и моделирования окружающей среды, химических сенсоров для мониторинга состояния живых организмов**				
3.3.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку чувствительных элементов на различных физических принципах, создание опытных образцов чувствительных элементов с характеристиками на уровне, или превосходящими международные аналоги	Прототипы 2-х уникальных решений в области чувствительных элементов (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 90% и временным откликом не более 20 мс. Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; 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
3.3.2.	Внедрение технологических решений чувствительных элементов сенсоров физических величин различных типов	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решения в области чувствительных элементов (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 90% и временным откликом не более 20 мс	2020–2021	Поддержка отраслевых решений; Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Фонд «Сколково»; Минпромторг России
3.3.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку чувствительных элементов на различных физических принципах, создание опытных образцов чувствительных элементов с характеристиками на уровне, или превосходящими международные аналоги	Прототипы 3-х уникальных решений в области чувствительных элементов (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 99% и временным откликом не более 10 мс Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
3.3.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений чувствительных элементов сенсоров физических величин различных типов	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 3-х уникальных решения в области чувствительных элементов (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 99% и временным откликом не более 10 мс	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минпромторг России; Минкомсвязь России
3.4.	Технологическая задача: Разработка компонентной базы цифровых сенсоров и алгоритмов средств обработки информации от сенсоров**				
3.4.1.	Формирование технологических решений, включающих разработку компонентной базы и алгоритмов средств обработки информации от сенсоров, создание опытных образцов компонентной базы и апробация	Прототипы 2-х уникальных решений в области компонентной базы и алгоритмов средств обработки информации от сенсоров, обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 90% и временным откликом не более 20 мс.	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Фонд содействия инновациям; 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
	алгоритмов средств обработки информации от сенсоров с характеристиками на уровне, или превосходящими международные аналоги	Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок			
3.4.2.	Внедрение разработанных технологических решений компонентной базы и алгоритмов средств обработки информации от сенсоров	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 2-х уникальных решений в области компонентной базы и алгоритмов средств обработки информации от сенсоров (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 90% и временным откликом не более 20 мс	2020–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка региональных проектов	Минпромторг России; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)
3.4.3.	Совершенствование технологических решений, включающих разработку компонентной базы и алгоритмов средств обработки информации от сенсоров, создание опытных образцов компонентной базы и апробация алгоритмов средств обработки информации от сенсоров с характеристиками на уровне, или превосходящими международные аналоги	Прототипы 3-х уникальных решений в области компонентной базы и алгоритмов средств обработки информации от сенсоров (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 99% и временным откликом не более 10 мс Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
3.4.4.	Внедрение усовершенствованных технологических решений, включающих разработку компонентной базы и алгоритмов средств обработки информации от сенсоров, создание опытных образцов компонентной базы и апробация алгоритмов средств обработки информации от сенсоров с характеристиками на уровне, или превосходящими международные аналоги	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов 3-х уникальных решения в области компонентной базы и алгоритмов средств обработки информации от сенсоров (по областям внедрения в соответствии с целевыми показателями), обеспечивающих точность определения параметров окружающей среды не ниже 99% и временным откликом не более 10 мс	2022–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка региональных проектов	Минпромторг России; Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
3.5.	Технологическая задача: Разработка 50 отечественных датчиков на уникальных чувствительных элементах или принципах работы**				
3.5.1	Проведение детального анализа рынка датчиков производственного оборудования и процессов (вкл. безопасности процессов), бионических датчиков и датчиков мониторинга готовой продукции по отраслям в России и за рубежом (техно-экономические характеристики, объем рынка)	Программа разработки перспективных датчиков на уникальных чувствительных элементах или принципах работы	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
3.5.2	Создание первой очереди датчиков производственного оборудования и процессов (вкл. безопасности процессов), бионических датчиков и датчиков мониторинга готовой продукции, включая защиту интеллектуальной собственности и обеспечение мер по защите от промышленного шпионажа	Созданы не менее 10 отечественных датчиков, в том числе 5 датчиков производственного оборудования и процессов (вкл. безопасности процессов), один бионический датчик, 4 датчика мониторинга готовой продукции на уникальных чувствительных элементах или принципах работы. Характеристики созданных датчиков обеспечивают их конкурентоспособность на мировом рынке. Технологии изготовления датчиков пригодны для массового (промышленного) производства в требуемых объемах. Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
3.5.3	Внедрение первой очереди датчиков производственного оборудования и процессов (вкл. безопасности процессов), бионических датчиков и датчиков мониторинга готовой продукции создание пилотных зон, мер стимулирования и пилотирование (испытания) создаваемых датчиков	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов не менее 10 отечественных датчиков, в том числе: 5 датчиков производственного оборудования и процессов (вкл. безопасности процессов), 1 бионического датчика, 4 датчиков мониторинга готовой продукции на уникальных чувствительных элементах или принципах работы. Создано не менее 3-х отраслевых пилотных зон, разработаны меры стимулирования и выполнено пилотирование	2020–2021	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту Поддержка региональных	Минпромторг России; Минкомсвязь России Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		(испытания) созданных датчиков		проектов	
3.5.4	Создание второй очереди датчиков производственного оборудования и процессов (вкл. безопасности процессов), бионических датчиков и датчиков мониторинга готовой продукции, включая защиту интеллектуальной собственности и обеспечение мер по защите от промышленного шпионажа	Созданы не менее 40 отечественных датчиков, в том числе: 20 датчиков производственного оборудования и процессов (вкл. безопасности процессов), 4 бионических датчиков, 16 датчиков мониторинга готовой продукции на уникальных чувствительных элементах или принципах работы. Характеристики созданных датчиков обеспечивают их конкурентоспособность на мировом рынке. Технологии изготовления датчиков пригодны для массового (промышленного) производства в требуемых объемах. Публикации в высокорейтинговых изданиях, российские и международные патенты по результатам исследований и разработок	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка компаний-лидеров	Фонд содействия инновациям; АО «РВК»
3.5.5	Внедрение второй очереди датчиков производственного оборудования и процессов (вкл. безопасности процессов), бионических датчиков и датчиков мониторинга готовой продукции создание пилотных зон, мер стимулирования и пилотирование (испытания) создаваемых датчиков производственного оборудования и процессов (вкл. безопасности процессов)	Демонстрация в реальных условиях эксплуатации прототипов не менее 40 отечественных датчиков, в том числе 20 датчиков производственного оборудования и процессов (вкл. безопасности процессов), 4 бионического датчика, 16 датчиков мониторинга готовой продукции на уникальных чувствительных элементах или принципах работы. Выполнено пилотирование (испытания) созданных датчиков	2023–2024	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений; Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту Поддержка региональных проектов	Минкомсвязь России; Минпромторг России Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ)

*Наивысший приоритет мер поддержки; **Высокий приоритет мер поддержки; ***Средний приоритет мер поддержки

4. Оценка требуемых ресурсов в привязке к инструментам поддержки (до 2024 г.)

Таблица 9 — Оценка требуемых ресурсов в привязке к инструментам поддержки (до 2024 г.), млрд руб.

	Грантовая поддержка малых предприятий*	Поддержка программ деятельности ЛИЦ*	Поддержка отраслевых решений**	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений***	Поддержка региональных проектов**	Поддержка компаний-лидеров*	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту***	Итого по субСЦТ (бюджет)	Итого по субСЦТ (внебюджет)	Вне инструментов поддержки
1.Сенсоры и цифровые компоненты РТК для человеко-машинного взаимодействия	0,9	0,4	7,6	4	2,8	3	22	11,35	29,35	10
- в рамках бюджетных средств	0,45	0,2	3,8	2	1,4	1,5	2	11,35	-	10
- в рамках внебюджетного финансирования	0,45	0,2	3,8	2	1,4	1,5	20	-	29,35	-
2.Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования	1	0,4	6,9	3,5	2,25	1,5	11	8,775	17,775	10
- в рамках бюджетных средств	0,5	0,2	3,45	1,75	1,125	0,75	1	8,775	-	10
- в рамках внебюджетного финансирования	0,5	0,2	3,45	1,75	1,125	0,75	10	-	17,775	-
3.Сенсоры и обработка сенсорной информации	0,4	0,4	4,9	3,5	1,2	3	22	8,7	26,7	10
- в рамках бюджетных средств	0,2	0,2	2,45	1,75	0,6	1,5	2	8,7	-	10
- в рамках внебюджетного финансирования	0,2	0,2	2,45	1,75	0,6	1,5	20	-	26,7	-

	Грантовая поддержка малых предприятий*	Поддержка программ деятельности ЛИЦ*	Поддержка отраслевых решений**	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений***	Поддержка региональных проектов**	Поддержка компаний-лидеров*	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту***	Итого по субСЦТ (бюджет)	Итого по субСЦТ (внебюджет)	Вне инструментов поддержки
Итого бюджетных средств	1,15	0,6	9,7	5,5	3,125	3,75	5	28,825	-	30
Итого внебюджетных средств	1,15	0,6	9,7	5,5	3,125	3,75	50	-	73,825	-
Всего	2,3	1,2	19,4	11	6,25	7,5	55	28,825	73,825	30

*Наивысший приоритет мер поддержки; **Высокий приоритет мер поддержки; ***Средний приоритет мер поддержки

При оценке ресурсов по бюджетному и внебюджетному финансированию учитывались бюджет паспорта Федерального проекта «Цифровые технологии» на период с 2019–2021 гг., программы постановлений Правительства Российской Федерации от 03.05.2019 № 554 «Об утверждении правил предоставления субсидии из Федерального бюджета», № 551 «О государственной поддержке ЛИЦ», № 550 «Субсидии на поддержку проектов по преобразованию отраслей экономики и социальной сферы на основе внедрения отечественных продуктов, сервисов и платформенных решений созданных на базе СЦТ», № 549 «О поддержке компаний-лидеров по разработке продуктов, сервисов и платформенных решений на базе СЦТ», № 555 «Субсидии в рамках поддержки проектов по преобразованию приоритетных отраслей экономики и социальной сферы на основе внедрения отечественных продуктов, сервисов и платформенных решений, созданных на базе СЦТ», от 30.04.2019 № 529 «Субсидии на поддержку проектов по преобразованию отраслей экономики и социальной сферы на основе внедрения отечественных продуктов, сервисов и платформенных решений созданных на базе СЦТ».

Возможный сценарий поддержки для малых предприятий включает в себя получения финансирования по линии грантовой поддержки проектов малых предприятий на этапе НИР, НИОКР и внедрения с последующим финансированием на этапе роста по линии получения кредитов или по линии поддержки региональных проектов.

Возможный сценарий поддержки для компаний-лидеров включает в себя получение финансирования по линии поддержки российских компаний-лидеров на всех этапах с возможностью получения дополнительного финансирования по линии поддержки проектов по масштабированию технологических решений высокой степени готовности в приоритетных отраслях экономики и социальной сферы начиная с этапа ОКР, по линии предоставления кредитов начиная с этапа внедрения, по линии поддержки региональных проектов – на этапе роста.

Возможный сценарий поддержки для ЛИЦ предполагает финансирование по линии поддержки программ деятельности ЛИЦ с этапа НИР до этапа внедрения включительно с последующей поддержкой на этапе роста по линии предоставления кредитов или по линии поддержки региональных проектов.

Сценарии поддержки могут отличаться для разных субтехнологий. Так, в субтехнологиях «Сенсоры и цифровые компоненты РТК для человеко-машинного взаимодействия» или «Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования» могут успешно развиваться относительно небольшие проекты,

реализуемые малыми предприятиями с соответствующими инструментами поддержки. В то время, как для реализации субтехнологии «Сенсоры и обработка сенсорной информации» приоритет должны иметь крупные проекты, поддержка которых осуществляется в большей степени за счет финансирования компаний-лидеров и других инструментов поддержки крупных предприятий.

В соответствии с обозначенными приоритетами развития технологий наибольшую поддержку в размере 11,35 млрд руб. бюджетных средств при общем объеме финансирования 50,7 млрд руб. предполагается выделить для развития субтехнологии «Сенсоры и цифровые компоненты РТК для человеко-машинного взаимодействия». Для субтехнологии «Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования» предполагается поддержка в размере 8,775 млрд руб. бюджетных средств при общем объеме финансирования 36,55 млрд руб. Поддержка субтехнологии «Сенсоры и обработка сенсорной информации» предполагается в размере 8,7 млрд руб. бюджетных средств при общем объеме финансирования 45,4 млрд руб.

Приоритетность выделения денежных средств по инструментам поддержки для различных субтехнологий определяется следующим образом.

Грантовая поддержка малых предприятий: финансирование распределяется в соответствии с перспективами реализации небольших проектов в рамках субтехнологии. Относительно небольшие проекты, реализуемые малыми предприятиями, более востребованы при разработке конечных решений для задач человеко-машинного взаимодействия или сенсорно-моторной координации и менее актуальны для более крупных задач разработки сенсоров.

Поддержка программ деятельности ЛИЦ: финансирование распределяется равномерно. Равномерная поддержка ЛИЦ оправдана необходимостью гармоничного развития всех исследовательских направлений.

Поддержка отраслевых решений: финансирование распределяется в соответствии с перспективами внедрения отечественных продуктов по отраслям. Субтехнологии с более высоким уровнем готовности или наличием конкурентоспособных продуктов будут давать большее количество перспективных решений по отраслям.

Поддержка разработки и внедрения промышленных решений: финансирование распределяется в соответствии с перспективами внедрения отечественных продуктов при развитии субтехнологии. Большее количество перспективных решений по отраслям потребует большей поддержки при их масштабировании.

Поддержка региональных проектов: финансирование распределяется в соответствии с перспективами внедрения отечественных продуктов. Большое количество перспективных решений по отраслям потребует большей поддержки при их внедрении на уровне регионов.

Поддержка компаний-лидеров: финансирование распределяется в соответствии с потребностями вывода на рынок новых продуктов. Компании-лидерам будет предоставлена большая гибкость при реализации наиболее востребованных решений, ориентированных на более массовые рынки, связанные с человеко-машинным взаимодействием и сенсорикой.

Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту: финансирование распределяется в соответствии с потребностями вывода на рынок новых продуктов. При получении кредитной поддержки компании будут ориентироваться на более массовые рынки, связанные с человеко-машинным взаимодействием и сенсорикой.

ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ
«СКВОЗНОЙ» ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ
«СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО РЕЕСТРА»

Москва
2019

1. Преамбула, введение, общее описание направления развития СЦТ

Дорожная карта по развитию «сквозной» цифровой технологии «Системы распределенного реестра» является стратегическим инструментом, обозначающим приоритеты и перспективы развития технологии в России. Документ включает в себя цели и ожидаемые результаты внедрения и распространения технологии, оценку ее влияния на социальный прогресс, экономическое развитие и технологическое лидерство страны к 2024 году, ключевые проекты и стимулирующие мероприятия к реализации, потенциальные зоны международной кооперации и другие комплексные инициативы развития технологии распределенного реестра.

Финансирование проектов, предусмотренных в Дорожной карте, предлагается осуществлять как в рамках существующих механизмов поддержки, так и за счет внебюджетных средств. Помимо финансовой поддержки не менее важным является устранение существующих барьеров развития технологии, ввиду чего предлагается скорректировать существующие законопроекты и внести соответствующие изменения в законодательство с целью создания благоприятной нормативно-правовой среды.

Разработанный в рамках Дорожной карты план мероприятий формирует долгосрочное видение развития технологии до 2024 года, определяет приоритеты для распределения поддержки институтов развития, а также предлагает критерии отбора потенциальных проектов. Достижению целевых показателей, предусмотренных в рамках Дорожной карты, способствует первичный фокус предлагаемого плана мероприятия на технологическое развитие основополагающих компонентов технологии в соответствии с потребностями отечественного рынка и лучшими мировыми практиками, а также посредством создания благоприятных условий и ресурсной базы для совершенствования технологии и создания конкурентоспособных решений. Документ также предусматривает дальнейшую актуализацию плана мероприятий ввиду возможных рыночных изменений и регулярный мониторинг достижения КПЭ.

Технология систем распределенного реестра представляет собой новый подход к созданию баз данных, ключевой особенностью которого является отсутствие единого центра управления. Каждый узел составляет и записывает обновления реестра независимо от других узлов.

В отличие от распределенных баз данных каждый участник системы распределенного реестра хранит всю историю изменений и валидирует добавление любых изменений в систему с помощью алгоритма консенсуса, который математически гарантирует невозможность подделки данных при определенной доле достоверных нод. Однако ни один участник не может изменить данные в системе таким образом, что другие участники не

узнают об этом. Благодаря этому данные, которые находятся внутри системы распределенного реестра, становятся доверенными, а все изменения – прозрачными.

Процесс определения субтехнологий состоял из нескольких этапов, включающих в себя анализ и интерпретацию открытых источников, анализ ландшафта технологии, семантический анализ, процессы обсуждения и согласования перечня с экспертами рынка и ведущими исследователями технологии. В результате была разработана методология, в рамках которой были определены следующие критерии:

«субтехнология» является компонентой «сквозной» цифровой технологии, благодаря которому возможно выделение продуктов и решений и их отнесение к данной «сквозной» цифровой технологии;

каждая субтехнология является уникальной компонентой для технологии распределенного реестра;

субтехнологии не пересекаются и не включают в себя составляющие друг друга;

субтехнологии не являются отдельными формами применения «сквозной» цифровой технологии.

В результате были выявлены следующие субтехнологии систем распределенного реестра:

1) Технологии организации и синхронизации данных – совокупность методов и инструментов, направленных на определение, организацию и усовершенствование взаимосвязей между частями и элементами распределенных баз данных, а также на обеспечение их согласованности и приведение к соответствию;

2) Технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус) – совокупность методов и инструментов, направленных на приведение в соответствие имеющихся данных в децентрализованной сети к единой внутренней логике и структуре по заранее определенным правилам, а также обеспечение синхронизации и согласования данных между узлами децентрализованной сети;

3) Технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов – совокупность методов и инструментов, направленных на создание приложений, обеспечивающих взаимодействие неограниченного количества участников распределенной системы, и на разработку, поддержание и выполнение компьютерных алгоритмов, предназначенных для автоматизации процессов исполнения контрактов. Децентрализованные приложения обладают прозрачной и открытой логикой, обеспечивающей гарантированное исполнение заданных функций в рамках систем распределенного реестра.

Качественные критерии, позволяющие определить субтехнологии из выборки большого количества технологических решений:

признаком технологий организации и синхронизации данных является то, что с ее помощью создается инфраструктура систем распределенного реестра и определяются правила взаимодействия нод и проведения обмена данными;

технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус) характеризуются содержанием алгоритмов, которые обеспечивают в созданной инфраструктуре неизменность и идентичность данных у участников сети в установленный момент времени;

технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов обеспечивают возможность использования систем распределенного реестра и включают в своей структуре средства и интерфейсы создания и исполнения смарт-контрактов, обеспечения функциональности децентрализованных приложения и механизмов исполнения алгоритмов и сценариев.

Уровень готовности технологий организации и синхронизации данных оценивается в соответствии с ГОСТ¹ – прототипы системы отражают планируемую штатную систему или близки к ней (УГТ 7).

Технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных проверены на работоспособность и могут быть использованы в ожидаемых условиях эксплуатации при незначительных доработках (УГТ 8).

Что касается технологий создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов, доказана их реализуемость и эффективность в реальных или близких к реальным условиям, а также возможность интеграции в административные и бизнес-процессы (УГТ 6). Однако, переход технологии на следующий уровень требует реализации большего количества пилотов, тестирования как в лабораторных, так и в реальных условиях.

Приоритезация субтехнологий произведена исходя из ключевых запросов потребителей, на которые отвечает та или иная субтехнология, а также текущего УГТ - чем ниже текущий УГТ, тем приоритетнее субтехнология с точки зрения ее дальнейшего развития.

Для приоритезации субтехнологий по ключевым запросам потребителей, был произведен анализ потребностей в рамках различных областей применения в разрезе отраслей экономики, которые решает каждая из субтехнологий. Результаты исследования показали, что технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-

¹ В соответствии с ГОСТ Р 57194.1-2016

контрактов являются приоритетными для 48% из рассмотренных областей применения, технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус) - для 44%, в то время как технологии организации и синхронизации данных - для 8%.

В результате приоритетность субтехнологий была определена следующим образом – в убывающем порядке:

1. Технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус):

отвечает за пропускную способность систем распределенного реестра, обеспечение неизменности данных, возможность обеспечения полной конфиденциальности транзакций, поддержку криптографии по ГОСТ, защищенность от киберугроз и захвата вычислительных мощностей сети.

2. Технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов:

отвечает за цифровизацию процессов, а также определяет возможности гибкой настройки прав и ролей различных пользователей.

3. Технологии организации и синхронизации данных:

отвечает за время синхронизации и развертывание полных нод, требования к вычислительным мощностям для развертывания полных нод, а также количество полных нод, которые могут функционировать в рамках сети на базе технологии.

Для каждой из субтехнологий были выявлены ключевые технические характеристики, определяющие техническую эффективность решений на базе технологии и применимость данных решений в отдельных бизнес-процессах.

Технологии организации и синхронизации данных:

- размер блока, МБ;
- среднее время, необходимое для подтверждения блоков, минут;
- возможность использования криптографии по ГОСТ и УКЭП.

Технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус):

- пропускная способность, количество транзакций в секунду;
- безопасность, доля вычислительных мощностей сети или нод, которые необходимо скомпрометировать, чтобы захватить сеть;
- децентрализация / количество нод, участвующих в консенсус алгоритме.

Технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов:

- средний срок интеграции систем в бизнес-процессы;
- средний срок аудита смарт-контрактов.

В соответствии с выявленными техническими характеристиками был произведен сравнительный анализ отечественных и зарубежных решений, который показал, что отечественные решения незначительно уступают зарубежным аналогам. В этой связи Российская Федерация может стать мировым лидером в части технологии распределенного реестра при условии реализации плана мероприятий и достижения целей Дорожной карты.

На основе произведенной оценки эффективности применения технологии и потенциальной максимизации экономической ценности (сумма дополнительной экономии и выручки) были определены следующие приоритетные отрасли Российской Федерации для внедрения технологии: деятельность финансовая и страховая, транспортировка и логистика, государственное управление, деятельность в области здравоохранения, обрабатывающие производства.

Целевой уровень эффектов от развития технологии представлен через описание влияния на релевантный перечень показателей технологического лидерства, экономического развития и социального прогресса, на достижение которых влияет технология распределенного реестра.

В части технологического лидерства развитие технологии позволит:

- Обеспечить независимость финансовой инфраструктуры Российской Федерации от зарубежных решений, повысить надежность и кибербезопасность финансовой инфраструктуры. Прогнозируемое сокращение количества сбоев финансовой инфраструктуры – 50% к 2024 году;
- Обеспечить рост безопасности процессов хранения и обмена персональными медицинскими данными. Прогнозируемое сокращение количества случаев утечки персональных медицинских данных - 50% к 2024 году;
- Повысить доступность и надежность государственных информационных систем (ГИС), увеличить их защищенность от кибератак. Прогнозируемое сокращение времени технического обслуживания в год - 30% к 2024 году.

В части экономического развития внедрение технологии позволит:

- Достичь прямого экономического эффекта, выраженного как сумму дополнительной выручки и сокращению издержек за счет цифровизации процессов, минимизации количества посредников. Прогнозируемый совокупный объем – 782 млрд руб. к 2024 году;
- Достичь косвенного экономического эффекта, выраженного в форме сокращения объема теневой экономики и оборота контрафактной продукции за счет обеспечения прозрачности, неизменности и автоматизированной актуализации данных на уровне. Прогнозируемый совокупный объем – 853 млрд руб. к 2024 году;

Таким образом, суммарный экономический эффект достигнет 1635 млрд руб. к 2024 году.

В части социального прогресса развитие технологии распределенного реестра позволит:

- Повысить доступность финансовых услуг для наименее обеспеченных слоев населения и сократить комиссии на электронные банковские операции для конечных пользователей. Прогнозируемый эффект – 100% населения используют банковские услуги к 2024 году;
- Получать государственные услуги в реальном времени и обеспечить неизменность и прозрачность данных при предоставлении различных государственных услуг. Прогнозируемый рост доверия населения к государственным услугам – 30% к 2024 году;
- Сократить оборот контрафактных лекарств и улучшить здоровье населения за счет сокращения незаконного оборота рецептурных лекарств и рецептов. Прогнозируемое сокращение случаев заболеваний в результате приема контрафактных лекарств – 30% к 2024 году.

Выделенные субтехнологии являются самостоятельными технологическими элементами, которые обладают синергетическими эффектами с субтехнологиями других «сквозных» цифровых технологий. Более того, технология распределенного реестра является инфраструктурной, так как обеспечивает функционирование базисного слоя хранения и обмена данными, что применимо в операционных процессах любой другой «сквозной» цифровой технологии.

Наибольший синергетический эффект достигается с технологией «Нейротехнологии и искусственный интеллект»», где системы распределенного реестра могут использоваться с целью хранения и обмена данными для субтехнологий «Обработка и утилизация данных» и «Обогащение данных». Также системы распределенного реестра могут использоваться совместно с субтехнологиями «Обработка естественного языка», «Распознавание и синтез речи» и «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений» в качестве среды обмена обезличенными данными для обучения алгоритмов данных субтехнологий и безопасного обмена самими алгоритмами. Дополнительно высоким синергетическим потенциалом обладает «сквозная» цифровая технология «Компоненты робототехники и сенсорики», где платформенные решения на базе систем распределенного реестра могут выступать инфраструктурой обмена данными между устройствами субтехнологии «Сенсорное оборудование». Также системы распределенного реестра могут использоваться в части «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» для

управления транзакциями и обработки данных субтехнологии «Платформ промышленного интернета».

Ключевые технологические, инвестиционные и законодательные тенденции поддерживают развитие технологии распределенного реестра в Российской Федерации и в мире.

В части технологических трендов за последний год существенно изменился фокус разработчиков, потребителей и инвесторов с публичных платформ распределенного реестра на приватные, которые способны генерировать бизнес-ценность и использоваться в промышленном масштабе уже сейчас. Также отраслевым стандартом становится публикация кода платформы в свободном доступе, что необходимо для обеспечения возможности аудирования программного кода любым стейкхолдером и гарантирования отсутствия незадекларированных возможностей в программном коде платформы распределенного реестра.

В части законодательных трендов регулирующие органы активно изучают возможность и тестируют в контролируемой среде процедуры признания смарт-контрактов в качестве юридически значимых. Также наиболее передовые страны в части развития технологии распределенного реестра, например, Швейцария и Южная Корея, создают специальные зоны развития и налоговые льготы, которые позволяют как поддерживать ускоренное развитие продуктовой линейки на базе технологии, так и тестировать различные подходы к законодательному регулированию продуктовых решений на базе технологии. Помимо этого, лидирующие страны создают специализированные подразделения в рамках существующих надзорных органов, которые специализируются на разработке единого законодательства в части технологии распределенного реестра, а также его гармонизации с действующими нормативно-правовыми актами.

Инвестиционные тренды демонстрируют рост доли венчурных инвестиций в компании, развивающие продукты на базе технологии распределенного реестра. В связи с развитием технологии и переходом продуктов на ее базе на более поздние стадии развития, венчурные инвесторы увеличивают объем инвестиций, а крупнейшие международные акселераторы выделяют отдельные треки для таргетированного развития компаний – разработчиков решений на базе технологии распределенного реестра. В связи с этим также активно развиваются инструменты привлечения финансирования через продажу инвестиционных токенов², которые более понятны венчурным инвесторам, чем

² Данный вид токенов является аналогом традиционных акций, выпущенных на базе системы распределенного реестра

неинвестиционные токены³. Также лидирующие государства активно инвестируют во внедрение решений на базе технологии в процессы государственного управления и формируют стратегии развития технологии с предусмотренным финансированием проектов (например, в Южной Корее и ОАЭ).

Существующие риски и ограничения дальнейшего развития технологии подразделяются на законодательные и административные, технологические и инфраструктурные, экономические, социальные, научные и кадровые.

С точки зрения технологических и инфраструктурных ограничений наиболее существенным для публичных систем распределенного реестра является недостаточная пропускная способность для промышленного внедрения решений на базе технологии в B2C- и B2B-сегменты. В связи с высокими требованиями к вычислительным мощностям и экспоненциальному росту объема накапливаемых данных внедрение решений на базе технологии требует обновления ИТ-архитектуры. Также наиболее безопасные алгоритмы консенсуса требуют высоких энергозатрат. Ключевыми рисками являются несанкционированные изменения смарт-контракта из-за возможных технических неисправностей и ошибок, сокращение безопасности сети в результате разделения (хардфорк), различные виды кибератак на блокчейн и невозможность восстановления доступа к приватному ключу в случае утери пароля.

В части экономических ограничений необходимо отметить недостаток готовых отраслевых решений, что приводит к необходимости доработки универсальных платформ, приводя к увеличению сроков и стоимости внедрения решений. Высокие комиссии и непрогнозируемость времени подтверждения транзакции ограничивает использование публичных сетей. Достижение желаемого эффекта от использования технологии возможно лишь при условии вовлечения широкого числа и категорий стейкхолдеров. Ключевым экономическим риском является возможная потеря средств в случае технической неисправности смарт-контракта.

Основными социальными ограничениями являются недоверие пользователей в части защиты конфиденциальности данных и к математическим алгоритмам, используемым для установления доверительных отношений в цифровой среде вместо доверенных централизованных посредников. Ассоциирование технологии исключительно со спекулятивной составляющей также является социальным ограничением для развития

³ Данный вид токенов используется для оплаты внутренних сервисов системы распределенного реестра и не дает право голоса и получения дивидендов

технологии. Ключевой риск – невозможность удаления нежелательной или запрещенной информации, так как изменение истории транзакций запрещено.

Немаловажным фактором для развития технологии является кадровая и научная база страны. Недостаток высококвалифицированных специалистов существенно ограничивает скорость создания конкурентоспособных отечественных решений, а также применимость и практичность научных разработок и исследований. Более того, проблема остается неразрешенной ввиду дефицита специализирующихся образовательных программ и отсутствия налаженного обмена опытом с зарубежными лидерами технологии. Также присутствует проблема со стороны потребителей, чья осведомленность о возможных сценариях применения технологии и эффектов ее внедрения остается ограниченной.

В части законодательных ограничений и рисков наиболее существенными является отсутствие единого нормативно-правового акта, регулирующего все понятия и процессы технологии, а также исключение публичных систем распределенного реестра из текущих редакций законопроектов. В этой связи риск запрета данных решений на территории РФ и неопределенность в части легальности использования ограничивают спрос со стороны физических и юридических лиц.

2. Текущее состояние и целевые показатели развития до 2021 и 2024 года (технологические и отдельные экономические)

Целевые ориентиры развития технологии в разрезе субтехнологий:

- 1) технологии организации и синхронизации данных:
 - обеспечить лидерство Российской Федерации в части развития инновационных методов организации и синхронизации данных;
 - разработать отечественные проприетарные и свободные методы организации и синхронизации данных (таких, как HashGraph – разработка Swirlds Corporation, Tempo – разработка Radix);
- 2) технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных:
 - усовершенствовать отечественную криптографическую базу, используемую в системах распределенного реестра;
 - создать математические алгоритмы, обеспечивающие целостность и непротиворечивость данных, а также максимальную защиту и надежность систем распределенного реестра;
- 3) технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов:

- сформировать полноценную базу децентрализованных приложений и отраслевых решений, готовых для внедрения в комплексные бизнес-процессы;
- максимизировать количество бизнес-процессов, автоматизированных за счет использования смарт-контрактов, отраслевых решений на базе систем распределенного реестра и децентрализованных приложений.

Предлагаемые технологические и рыночные показатели в рамках исполнения задач развития технологий организации и синхронизации данных:

Таблица 1 – Целевые технологические показатели в рамках исполнения задач развития технологий организации и синхронизации данных

Показатель	2019	2021	2024
Среднее время, необходимое для подтверждения блока, минут	8.2	<1	<0.02
Средний срок развертывания полной ноды, часов	96	30	1
Доля полностью интероперабельных платформ, соответствующих ГОСТ в части криптографии	5%	25%	80%

Таблица 2 – Целевые рыночные показатели в рамках исполнения задач развития технологий организации и синхронизации данных

Показатель	2019	2021	2024
Количество запатентованных технологий организации и синхронизации данных	0	15	50
Доля компаний, обладающих полными нодами в системах распределенного реестра	<1%	10%	55%
Количество системных архитекторов с опытом в области построения распределенных систем	100	500	3 000

Предлагаемые технологические и рыночные показатели в рамках исполнения задач развития технологий обеспечения консенсуса:

Таблица 3 – Целевые технологические показатели в рамках исполнения задачи развития технологии обеспечения консенсуса

Показатель	2019	2021	2024
Количество транзакций в секунду	1 000	5 000	100 000
Защита от захвата вычислительных мощностей, ресурсов, % захваченных мощностей от общего числа	51%	51%	76%
Количество полных нод	500	2 500	10 000

Таблица 4 – Предлагаемые рыночные показатели в рамках исполнения задач развития технологии обеспечения консенсуса

Показатель	2019	2021	2024
Количество запатентованных консенсус алгоритмов	0	15	50
Доля платформ распределенного реестра, сертифицированных по ГОСТ	0%	10%	55%
Количество выпускаемых специалистов в области криптографических алгоритмов, используемых в системах распределенного реестра, в год	250	750	2 000

Предлагаемые технологические и рыночные показатели в рамках исполнения задач развития технологий создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов:

Таблица 5 – Целевые технологические показатели в рамках исполнения задач развития технологий создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов

Показатель	2019	2021	2024
Средний срок интеграции системы в бизнес-процессы, часов	120	50	<10
Средний срок аудита смарт-контрактов на предмет отсутствия критических уязвимостей, минут	120	5	<1
Количество разработанных децентрализованных приложений и отраслевых решений на базе платформ распределенного реестра	15	100	500

Таблица 6 – Целевые рыночные показатели в рамках исполнения задач развития технологий создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов

Показатель	2019	2021	2024
Количество разработчиков смарт-контрактов и децентрализованных приложений	100	500	3 000
Количество коммитов в открытых репозиториях исходных кодов систем распределенного реестра	18 900	50 000	100 000
Доля цифровизированных бизнес-процессов за счет внедрения смарт-контрактов	5%	30%	75%
Количество сервис-провайдеров систем распределенного реестра в приоритетных отраслях	15	150	500

Решения, использующие технологию систем распределенного реестра, должны соответствовать ожиданиям рынка в части уровня пропускной способности, безопасности и децентрализации участников сети, а также в части наличия инструментов создания и аудита смарт-контрактов. В связи с этим также выделяется набор показателей эффективности для всей «сквозной» цифровой технологии «Системы распределенного реестра».

Таблица 7 – Целевые показатели в рамках исполнения задачи развития технологии до целевого состояния

Показатель	2019	2021	2024
Количество инструментов создания смарт-контрактов на естественном языке	3	15	50
Количество стандартизированных ораклов ⁴ для обращения к любым типам внешних данных с целью инициации условий смарт-контрактов	0	100	1 000
Количество универсальных инструментов создания децентрализованных приложений и смарт-контрактов	5	15	75
Количество технологических стандартов в части алгоритмизации процессов, защищенности систем и обращения к внешним данным	10	100	250
Количество зарегистрированных патентов	2	80	450

⁴ Программное обеспечение, позволяющее системам распределенного реестра обращаться ко внешним источникам данных для исполнения условий

Для достижения целевых показателей эффективности были сформулированы ключевые задачи развития технологии, которые разделены на несколько основных направлений: разработка инструментов, расширяющих функционал систем распределенного реестра, развитие технологий организации и синхронизации данных, развитие технологий обеспечения консенсуса, развитие технологий создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов, а также внедрение технологии в отрасли экономики. В рамках данных направлений определены следующие задачи:

1. Развитие технологий организации и синхронизации данных.

Определяет уровень организации взаимосвязей между частями и элементами распределенных баз данных, а также обеспечивает их согласованность и позволяет:

- сократить среднее время, необходимое для подтверждения блоков;
- снизить требования вычислительным мощностям полных нод;
- уменьшить время развертывания полной ноды;
- увеличить количество стандартизированных протоколов для обращения к внешним данным и интероперабельности.

2. Развитие технологий обеспечения консенсуса.

Определяет целостность и непротиворечивость данных, а также устойчивость к атакам и надежность систем распределенного реестра и позволяет:

- снизить уровень чувствительности пропускной способности систем распределенного реестра к количеству и географической распределенности полных нод;
- повысить уровень децентрализации распределения вычислительных мощностей и ресурсов систем распределенного реестра;
- увеличить пропускную способность;
- повысить кибербезопасность систем в части обеспечения защиты от захвата ресурсов/вычислительных мощностей сети.

3. Развитие создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов.

Определяет возможности подключения неограниченного количества участников распределенной сети, а также цифровизации процессов исполнения контрактов и позволяет:

- сократить сроки интеграции систем в бизнес-процессы;
- сократить средний срок аудита смарт-контрактов;

- увеличить количество поддерживаемых системами распределенного реестра языков программирования.

4. Разработка инструментов, расширяющих функционал систем распределенного реестра.

Определяет возможности применения технологии в бизнес-процессах, отсутствие данных инструментов существенно сужает потенциал использования технологии:

- создать инструменты для разработки смарт-контрактов на естественном языке;
- создать и стандартизировать ораклы (инструменты обращения систем распределенного реестра к внешним данным для исполнения условий смарт-контрактов);
- создать инструменты автоматизированного аудита смарт-контрактов;
- создать инструменты разработки смарт-контрактов и децентрализованных приложений;
- создать инструменты интероперабельности;
- создать инструменты развертывания нод на маломощных системах, например, смартфонах и IoT-устройствах.

5. Внедрение решений в отрасли.

Определяет уровень развития и потенциал масштабирования отечественных отраслевых платформ распределенного реестра в приоритетных отраслях:

- деятельность финансовая и страховая;
- транспортировка и хранение;
- государственное управление;
- деятельность в области здравоохранения;
- обрабатывающие производства.

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

В соответствии с установленными ключевыми показателями эффективности и задачами развития технологии распределенного реестра был разработан комплекс мероприятий, направленный на их достижение. Предлагаемые инициативы направлены на улучшение технических характеристик субтехнологий, поддержку разработки инструментов, расширяющих функционал систем распределенного реестра, а также стимулирование внедрения технологии в отрасли экономики РФ.

1) развитие технологий обеспечения консенсуса.

Технологии обеспечения консенсуса позволяют решать такие критические задачи, как построение устойчивых к атакам масштабируемых систем, увеличение пропускной способности (в том числе за счет оффчейн-протоколов и других инструментов масштабирования сети), обеспечение кибербезопасности систем распределенного реестра. Обозначенные задачи обеспечивают приоритетность развития данной субтехнологии;

2) развитие создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов.

Технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов являются приоритетными с точки зрения субтехнологий, так как смарт-контракты и децентрализованные приложения формируют практическую область применения технологии. Субтехнология имеет самый низкий уровень готовности (УГТ 6), следовательно, ее развитие является важным с точки зрения развития технологии распределенного реестра;

3) разработка инструментов, расширяющих функционал систем распределенного реестра.

Решение задачи увеличит потенциал для развития всей технологии, так как функционал систем распределенного реестра важен с точки зрения применимости технологии в бизнес-процессах, данные инструменты рассматриваются в рамках отдельных субтехнологий, для которых разрабатываются;

4) развитие технологий организации и синхронизации данных.

Субтехнология имеет достаточно высокий уровень готовности (УГТ 7) и определяет требования к вычислительным мощностям нод и скорости развертывания полной ноды. Задача является важной, но не критичной среди выделенных задач, так как может считаться достаточно локальным аспектом в общем направлении развития технологии;

5) внедрение решений в отрасли.

Недостаток успешных примеров внедрения решений на основе технологии и низкий уровень подтверждения экономической эффективности при промышленной эксплуатации в сравнении с централизованными решениями ограничивает спрос на системы распределенного реестра. Задача представляется важной, но в то же время необходимо первично решить задачи, связанные с развитием самой технологии.

В таблице 8 представлены необходимые мероприятия для достижения технологических задач в приоритизированном порядке.

Таблица 8 – План действий по развитию «сквозной» цифровой технологии «Системы распределенного реестра»

№ 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: Технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус)				
1.1	Технологическая задача: Снизить уровень чувствительности пропускной способности систем распределенного реестра к количеству и географической распределенности полных нод				
1.1.1	Поддержка разработки масштабируемых протоколов консенсуса, а также обобщенных протоколов с расширенным классом криптографических задач	Разработка алгоритмов консенсуса, обеспечивающих пропускную способность систем распределенного реестра на уровне не менее, чем 5 000 транзакций при защите от захвата 51% вычислительных мощностей/ресурсов сети и не менее, чем 2 500 полных нод (выполнение целевых значений на 2021 год следующих КПЭ: «Количество транзакций в секунду», «Защита от захвата вычислительных мощностей, ресурсов, % захваченных мощностей от общего числа», «Количество полных нод»)	2019–2021	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
1.1.2	Софинансирование полного цикла разработки отечественных платформ	Разработка систем распределенного реестра с пропускной способностью не менее, чем 5 000 транзакций в секунду при защите от захвата 51% вычислительных мощностей/ресурсов сети и не менее, чем 2 500 полных нод (выполнение целевых значений на 2021 год следующих КПЭ: «Количество транзакций в секунду», «Защита от захвата вычислительных мощностей, ресурсов, % захваченных мощностей от общего числа», «Количество полных нод»)	2020–2022	Поддержка разработки и внедрения пром. решений	Минпромторг России
1.2	Технологическая задача: Повысить уровень децентрализации распределения вычислительных мощностей и ресурсов систем распределенного реестра				
1.2.1	Поддержка разработки механизмов обеспечения децентрализации в системах распределенного реестра	Разработка неделигируемых алгоритмов консенсуса, обеспечивающих среднее количество полных нод в системах распределенного на уровне не менее, чем 2 500 (выполнение КПЭ «Количество полных нод», целевое значение на 2021 год – 2 500)	2019–2021	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
1.3	Технологическая задача: Увеличить пропускную способность				
1.3.1	Софинансирование разработки оффчейн протоколов и других механизмов увеличения пропускной способности систем распределенного реестра (шардинг, увеличение пропускной способности)	Разработка механизмов, обеспечивающих возможность масштабирования существующих систем распределенного реестра до не менее, чем 5 000 транзакций в секунду (выполнение КПЭ «Количество транзакций в секунду», целевое значение на 2021 год – 5 000)	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
	основной сети)				
1.4	Технологическая задача: Повысить кибербезопасность систем в части обеспечения защиты от захвата ресурсов/вычислительных мощностей сети				
1.4.1	Стимулирование исследований в отношении систем распределенного реестра, устойчивых к атакам с использованием квантового компьютера	Создание криптографических алгоритмов, устойчивых к квантовым вычислениям, обеспечивающих защиту от атак с использованием квантового компьютера (выполнение ожидаемого результата мероприятия «Создан устойчивый квантовый компьютер»)	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
1.4.2	Софинансирование создания систем холодного хранения частных ключей	Сокращение количества случаев кражи и/или взлома частных ключей не менее, чем на 75% (выполнение КПЭ для мониторинга мероприятия «Софинансирование создания систем холодного хранения частных ключей»)	2019–2021	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
2	Субтехнология: Технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов				
2.1	Технологическая задача: Сократить сроки интеграции систем в бизнес-процессы				
2.1.1	Создание национальной экосистемы распределенного реестра с поддержкой подключения множества отраслевых сетей	Время для интеграции отраслевых систем распределенного реестра в бизнес-процессы сокращено до не более, чем 10 часов (выполнение КПЭ «Средний срок интеграции системы в бизнес-процессы», целевое значение на 2021 г. – не более 50 часов)	2019–2021	Поддержка разработки и внедрения пром. решений	Минпромторг России
2.1.2	Софинансирование разработки ораклов и смарт-контрактов	Разработано не менее 100 ораклов для обращения ко внешним данным к 2021 г. (выполнение целевых значений КПЭ «Количество стандартизированных ораклов для обращения к любым типам внешних данных с целью инициации условий смарт-контрактов»)	2020–2022	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
2.1.3	Предоставление грантов на разработку потенциального ландшафта применения технологии	Разработаны комплексные концепции, включающие технические, экономические и юридические аспекты внедрения технологии распределенного реестра, что позволит сократить средний срок внедрения технологии не менее, чем на 25% (выполнение КПЭ «Средний срок интеграции системы в бизнес-процессы», целевое значение на 2021 г. – не более 50 часов)	2020–2022	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
2.1.4	Софинансирование интеграции технологии в процессы	Не менее 55% юридических и физических лиц обладают цифровыми профилями, обмен и хранение которых осуществляется на базе	2022-2024	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
	хранения и обмена данными цифрового профиля ФЛ и ЮЛ	технологии распределенного реестра (выполнение КПЭ для мониторинга мероприятия «Использование технологии распределенного реестра для хранения и обмена данными цифрового профиля физических и юридических лиц»)		лидеров	
2.2	Технологическая задача: Сократить средний срок аудита смарт-контрактов				
2.2.1	Софинансирование разработки инструментов создания смарт-контрактов на естественном языке и автоматизированного аудита смарт-контрактов на наличие критических уязвимостей	Средний срок аудита смарт-контрактов на предмет отсутствия критических уязвимостей сокращен до не более, чем 5 минут (выполнение КПЭ «Средний срок аудита смарт-контрактов на предмет отсутствия критических уязвимостей», целевое значение на 2021 год - <5 минут) Для разработки смарт-контрактов не требуется обладать техническими компетенциями и знаниями в области программирования (выполнение КПЭ для мониторинга мероприятия «Инструменты создания смарт-контрактов на естественном языке»)	2019–2021	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
2.3	Технологическая задача: Увеличить количество поддерживаемых системами распределенного реестра языков программирования				
2.3.1	Предоставить гранты на разработку потенциального ландшафта применения технологии (в части расширения количества поддерживаемых системами распределенного реестра языков программирования)	Разработаны концепции систем распределенного реестра, поддерживающих не менее 10 языков программирования (выполнение задачи «Увеличить количество поддерживаемых системами распределенного реестра языков программирования»)	2020–2022	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
3	Субтехнология: Технологии организации и синхронизации данных				
3.1	Технологическая задача: Сократить среднее время, необходимое для подтверждения блоков				
3.1.1	Выделение грантов на разработку перспективных технологий и методов реализации систем распределенного реестра	Разработаны прорывные технологии и методы реализации систем распределенного реестра, сокращающие время на подтверждение блоков до не более, чем 1 минуты (выполнение КПЭ «Среднее время, необходимое для подтверждения блока», целевое значение на 2021 г. – 1 минута)	2020–2022	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям

№ 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: Снизить требования вычислительным мощностям полных нод				
3.2.1	Выделение грантов на разработку перспективных технологий и методов реализации систем распределенного реестра (в части сокращения требований к вычислительным мощностям полных нод)	Разработаны прорывные технологии и методы реализации систем распределенного реестра, позволяющие разворачивать полные ноды на смартфонах (выполнение КПЭ «Тип систем, на которых возможно развертывание полных нод», целевое значение на 2021 г. – смартфон)	2020-2021	Грантовая поддержка малых предприятий	Фонд содействия инновациям
3.3.	Технологическая задача: Увеличить количество стандартизированных протоколов для обращения к внешним данным и интероперабельности				
3.3.1	Софинансирование разработки инструментов интероперабельности	Для 80% систем распределенного реестра, сертифицированных в соответствии с Системой сертификации средств криптографической защиты информации (РОСС RU.0001.030001), разработаны инструменты, обеспечивающие их полную интероперабельность (выполнение КПЭ «Доля полностью интероперабельных платформ, соответствующих ГОСТ (РОСС RU.0001.030001) в части криптографии», целевое значение на 2021 год – 25%)	2019-2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	АО «РВК»
3.3.2	Софинансирование разработки инструментов обеспечения конфиденциальности данных и безопасности обращения к внешним данным	Разработано не менее 100 стандартизированных ораклов (выполнение КПЭ «Количество стандартизированных ораклов для обращения к любым типам внешних данных с целью инициации условий смарт-контрактов», целевое значение на 2021 год – 100)	2019-2021	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
3.3.3	Поддержка доработки лидирующих систем распределенного реестра с открытым исходным кодом в соответствии с Системой сертификации средств криптографической защиты информации (РОСС RU.0001.030001)	Не менее 10% всех систем распределенного реестра сертифицированы в соответствии с Системой сертификации средств криптографической защиты информации (РОСС RU.0001.030001) (выполнение КПЭ «Доля платформ распределенного реестра, сертифицированных по ГОСТ», целевое значение на 2021 год – 10%)	2019-2021	Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»
4	Внедрение технологии распределенного реестра в приоритетные отрасли экономики РФ				
4.1	Внедрить решения на базе технологии в деятельность финансовую и страховую				

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
4.1.1	Разработка платформ с использованием технологии распределенного реестра на основе открытых, закрытых и гибридных сетей для реализации финансовых сервисов и продуктов, в том числе для сделок торгового финансирования и процессов внебиржевой торговли	Скорость проведения финансовых операций увеличена не менее, чем на 40% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»)	2021–2024	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
4.1.2	Развитие платежных сервисов с использованием технологии распределенного реестра для национальной платежной системы	Скорость проведения транзакций увеличена не менее, чем на 40% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»)	2022–2024	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
4.1.3	Разработка решений на основе технологии распределенного реестра для совершения платежей	Скорость проведения транзакций увеличена не менее, чем на 40% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»)	2022–2023	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково»
4.2	Внедрить решения на базе технологии в транспортировку и хранение				
4.2.1	Интеграция в процесс отслеживания происхождения запасных частей и отдельных элементов транспортных средств	<p>Издержки на заключение и оформление договоров на поставку запасных частей сведены к минимуму (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»);</p> <p>Количество поступающих конечному потребителю бракованных частей сведено к минимуму (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»);</p> <p>Расходы, связанные с экстренным обслуживанием транспортных средств, сведены к минимуму за счет автоматизации процессов заказа и отслеживания процессов регулярного обслуживания транспортных средств (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые</p>	2020–2022	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	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
		мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»)			
4.2.2	Интеграция в процессы управления складскими запасами	Процессы заказов и обеспечения складских запасов автоматизированы; Издержки на обеспечение складских запасов сведены к минимуму	2020–2022	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
4.2.3	Перевод сопроводительного документооборота и отслеживания грузов на технологию распределенного реестра	Сокращены административные расходы на перемещение грузов на не менее, чем 50% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения)	2020–2021	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
4.2.4	Создание и интеграция решений на базе систем распределенного реестра в процессы бронирования билетов перевозчиков	Транзакционные издержки поставщиков транспортных услуг сведены к минимуму (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»); Доля издержек в стоимости билетов сведена к минимуму, что способствует снижению стоимости для конечного потребителя (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»); К системе подключены как отечественные, так и иностранные поставщики транспортных услуг (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»); Издержки на организацию маршрутов, состоящих из предоставления услуг по перевозке различными компаниями, сведены к минимуму (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»)	2020–2022	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
4.3	Внедрить решения на базе технологии в государственное управление				

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
4.3.1	Интегрирование технологии в ЕИС в сфере закупок	<p>Создана доверительная среда для участников государственных торгов (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»);</p> <p>Обеспечена прозрачность и достоверность информации (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»);</p> <p>Информация защищена от фальсификации (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»);</p> <p>Операционные расходы минимизированы (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»);</p> <p>Процессы проверки и выбора заявки-победителя автоматизированы (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»);</p> <p>Обеспечена прозрачность процессов выполнения условий тендера (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»);</p> <p>Автоматизирован процесс заключения договоров (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»)</p>	2020-2022	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
4.3.2	Интегрирование технологии в ГИС ЕГРН	<p>Сокращены административные расходы на предоставление государственных услуг до 75% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»);</p> <p>Время на техническое обслуживание ГИС сокращено на 30% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»)</p>	2020–2022	Поддержка региональных проектов	Российский фонд развития информационных технологий

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
4.3.3	Интегрирование технологии в ГИС ЖКХ	<p>Сокращены административные расходы на предоставление государственных услуг до 75% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»);</p> <p>Время на техническое обслуживание ГИС сокращено на 30% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»)</p>	2020–2022	Поддержка региональных проектов	Российский фонд развития информационных технологий
4.3.4	Внедрение технологии в системы местного голосования	Уровень доверия населения к процессам голосования увеличен на не менее, чем 30% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»)	2020–2021	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
4.3.5	Интегрирование технологии в системы маркировки товаров	<p>Отслеживание товаров с помощью маркировки доступно для не менее, чем 10 продуктовых категорий (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»);</p> <p>Исключена возможность подделки маркировки товаров (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»)</p>	2021–2023	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
4.3.6	Создание системы контроля за расходованием бюджета на основе системы распределенного реестра	<p>Обеспечена прозрачность движения бюджетных средств (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»);</p> <p>Обеспечена неизменность истории расходования бюджетных средств (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»);</p> <p>Аудит процедур, связанных с использованием бюджетных средств автоматизирован (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного</p>	2020–2022	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		<p>реестра»);</p> <p>Уровень потерь бюджетных средств в результате нецелевого расходования минимизирован (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»);</p> <p>Целевое расходование бюджетных средств может быть отслежено и проконтролировано широкой общественностью (показатель, установленный в рамках п. 3.12.10 «Отраслевые мероприятия по развитию технологии распределенного реестра»)</p>			
4.4.	Внедрить решения на базе технологии в здравоохранение				
4.4.1	Интеграция технологии в системы обмена персональными медицинскими данными	<p>Расходы на хранение и обработку персональных медицинских данных сокращены до 50% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»);</p> <p>Количество случаев утечки персональных медицинских данных сокращено на 50 (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»)</p>	2020-2022	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
4.4.2	Создание системы отслеживания контрафактной продукции и потребления медицинских препаратов	<p>Оборот контрафактных медицинских препаратов сокращен до 50% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»);</p> <p>Количество случаев заболевания в результате приема контрафактных лекарств сокращено на 30% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»)</p>	2020-2022	Поддержка отраслевых решений	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
4.5.	Внедрить решения на базе технологии в обрабатывающее производство				
4.5.1	Интеграция в процессы отслеживания поставок и	Затраты на контроль качества сырья снижены до 50% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты	2020-2022	Поддержка путем	Минкомсвязь

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	качества поставляемого сырья	от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»)		субсидирования процентной ставки по кредиту	России, Российский фонд развития информационных технологий
4.5.2	Интеграция в процессы документооборота	Затраты на документооборот снижены до 40% (показатель, установленный в рамках п. 3.3.4 «Ожидаемые эффекты и результаты от внедрения технологии распределенного реестра в разрезе приоритетных рынков и областей применения»)	2020-2021	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России

4. Оценка требуемых ресурсов в привязке к инструментам поддержки (бюджетная и внебюджетная)

В рамках представленных семи инструментов поддержки проектов по развитию «сквозных» цифровых технологий предложены мероприятия по развитию технологии распределенного реестра.

Общие инвестиции, предусмотренные существующими инструментами поддержки, составят 23.1 млрд руб. 36% бюджетных средств аллоцированы на развитие субтехнологий «Технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус)», так как в рамках данной субтехнологии возможно появление прорывных инноваций до 2024 года, а также развитие данной субтехнологии позволит разрешить ключевые проблемы, которые ограничивают масштабирование систем распределенного реестра, что делает данную субтехнологию наиболее приоритетной. 43% бюджетных средства аллоцированы на субтехнологии «Технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов» в связи с самым низким показателем уровня готовности технологии (УГТ 6) относительно остальных выделенных субтехнологий, в то время как данная субтехнология определяет возможности цифровизации процессов с помощью решений на базе технологии распределенного реестра. Несмотря на более низкую приоритетность «Технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов» требуют больших расходов в части пилотирования их использования реальном секторе, в этой связи расходы на данную субтехнологии выше, чем на субтехнологии «Технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус)».

В то же время, в связи с высокой степенью готовности частных систем распределенного реестра к внедрению, наибольшие инвестиции, 50% от всех бюджетных средств, предлагается осуществить для стимулирования внедрения решений на базе технологии в приоритетные отрасли.

Ввиду необходимости формирования конкурентной среды, а также спроса на технологию со стороны частных инвесторов предполагается привлечение внебюджетных средств финансирования в размере 50,17 млрд руб., что составляет 68% от общих инвестиций на реализацию мероприятий Дорожной карты.

Таблица 9 – Распределение требуемых ресурсов в разрезе инструментов поддержки

	Грантовая поддержка малых предприятий	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Поддержка отраслевых решений	Поддержка разработки и внедрения промышленных решений	Поддержка региональных проектов	Поддержка компаний-лидеров	Предоставление субсидий кредитным организациям	Итого по субСЦТ (бюджет)	Итого по субСЦТ (внебюджет)	Вне инструментов поддержки
Технологии организации и синхронизации данных	1.4	1.7	—	—	5.14	2.7	—	4.62	6.32	1.0
- в рамках бюджетных средств	1.0	0.45	—	—	2.47	0.7	—	4.62	0	0
- в рамках внебюджетного финансирования	0.4	1.25	—	—	2.67	2.0	—	0	6.32	1.0
Технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус)	3.1	—	7.73	6.5	—	6.9	1.19	8.42	17.0	2.0
- в рамках бюджетных средств	2.2	—	1.73	1.5	—	2.9	0.09	8.42	0	0
- в рамках внебюджетного финансирования	0.9	—	6.0	5.0	—	4.0	1.1	0	17.0	2.0
Технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов	1.3	—	7.7	16.03	—	5.85	6.02	10.05	26.85	5.8
- в рамках бюджетных средств	0.9	—	3.85	3.43	—	1.4	0.47	10.05	0	0
- в рамках внебюджетного финансирования	0.4	—	3.85	12.6	—	4.45	5.55	0	26.85	5.8
Итого бюджетных средств	4.1	0.45	5.58	4.93	2.47	5.0	0.56	23.1	0	0
Итого внебюджетных средств	1.7	1.25	9.85	17.6	2.67	10.45	6.65	0	50.17	8.8
ИТОГО по инструментам поддержки	5.8	1.7	15.43	22.53	5.14	15.45	7.21	23.1	50.17	8.8

(«-» - финансирование не предусмотрено ввиду несоответствия критериям отбора существующих инструментов поддержки)

Для развития технологий организации и синхронизации данных наибольшим приоритетом обладают инструменты поддержки, направленные на внедрение технологии. Это связано с тем, что субтехнология находится на высоком уровне готовности (УГТ 7) и готова к внедрению в бизнес-процессы. Данная субтехнология также обладает высоким потенциалом появления прорывных решений на ее базе, что делает приоритетным проведение фундаментальных исследований. В соответствии с этим приоритетность инструментов поддержки для данной субтехнологии определена следующим образом – в убывающем порядке:

1. Поддержка региональных проектов;
2. Предоставление субсидий кредитным организациям;
3. Грантовая поддержка малых предприятий;
4. Поддержка программ деятельности ЛИЦ;
5. Поддержка компаний-лидеров.

Наибольшим приоритетом для развития субтехнологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус) обладают инструменты поддержки, направленные на разработку новых прорывных решений на базе субтехнологии, а также пилотирования внедрения в приоритетные отрасли. Такой приоритет обусловлен, тем, что на данный момент субтехнология ограничивает масштабируемость систем распределенного реестра, что ограничивает потенциал ее использования, в то же время в отдельных областях применения технология может быть использована уже сегодня, помимо этого Российская Федерация обладает широкой базой специалистов и компетенций в части данной субтехнологии, что позволяет рассчитывать на лидирующие позиции в мире при обеспечении необходимой поддержки ее развития. Приоритетность инструментов поддержки для данной субтехнологии определена следующим образом – в убывающем порядке:

1. Поддержка компаний-лидеров;
2. Грантовая поддержка малых предприятий.
3. Поддержка разработки и внедрения промышленных решений;
4. Предоставление субсидий кредитным организациям;
5. Поддержка отраслевых решений.

Уровень готовности субтехнологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов ниже уровня остальных субтехнологий (УГТ 6). Для стимулирования дальнейшего развития субтехнологии требуется приоритезация поддержки создания инструментов, расширяющих функциональность данной субтехнологии, а также пилотирования в областях применения приоритетных отраслей, где

данная субтехнология может быть внедрена уже в ближайшее время. Приоритетность инструментов поддержки для данной субтехнологии определена следующим образом – в убывающем порядке:

1. Поддержка компаний-лидеров;
2. Поддержка разработки и внедрения промышленных решений;
3. Поддержка отраслевых решений;
4. Предоставление субсидий кредитным организациям;
5. Грантовая поддержка малых предприятий.

Глоссарий

Термин	Определение
Блок (block)	Перманентно записываемые файлы, содержащие информацию о произошедших транзакциях и формирующие звенья цепи блокчейна
Блок транзакций	Данные, содержащие набор из одной или нескольких снабженных отметками времени транзакций и, возможно, дополнительную информацию
Блокчейн	Реестр, данные в который записываются блоками таким образом, что каждый новый блок включает информацию о предыдущем блоке
Децентрализованная сеть (Decentralized network)	Сеть, участники которой взаимодействуют друг с другом без централизованного посредника
Децентрализованное приложение (Dapp)	Приложения, исполняемые в одноранговой сети, состоящей из множества серверов
Идентификатор пользователя	Строка символов, используемая для однозначной идентификации каждого пользователя ИС
Интерфейс программирования приложений/ API (Application Programming Interface)	Набор определений, протоколов и инструментов, который может быть использован для разработки ПО и приложений путем предоставления доступа к функциональности программного компонента (программы, модули, библиотеки)
Консенсус (consensus)	Решение о включении определенного блока в блокчейн, достижение которого возможно лишь после проверки
Направленный ациклический граф (DAG; Directed acyclic graph)	Орграф, в котором отсутствуют направленные циклы, но могут быть «параллельные» пути, выходящие из одного узла и разными путями приходящие в конечный узел
Нода (node)	Участники распределенного реестра, сгруппированные по функционалу и ролям
Ораклы	Инфраструктурные алгоритмы, переводящие внешнюю информацию в формат блокчейна
Оффчейн-транзакция	Вид транзакций, которые перемещают значения вне блокчейна и не фиксируются в распределенной сети
Открытое программное обеспечение (Open source)	Программное обеспечение с открытым исходным кодом
Подтверждение транзакций	Процесс, препятствующий повторный расход одних и тех же денежных средств
Приватная система распределенного реестра	Закрытые сети, в которых устанавливаются критерии членства, в соответствии с которыми участники допускаются к управлению узлами и получают доступ к сервисам сети
Проприетарные технологии	Программное обеспечение, являющееся частной собственностью авторов или правообладателей и не удовлетворяющее критериям свободного ПО
Пропускная способность	Метрическая характеристика, показывающая соотношение предельного количества проходящих единиц (информации, предметов, объема) в единицу времени через канал, систему, узел
Публичная система распределенного реестра	Открытые сети, допуск к участию в которых не ограничен для широкого круга пользователей, статус оператора не закреплен за определенными участниками, а также отсутствуют централизованные инстанции, управляющие правилами сети, ее конфигурацией и выпуском криптографических ключей
Распределенная база данных (DL)	Вид баз данных, в которых информация повторена, тиражирована и распределена между узлами, принадлежащими участникам сети
Распределенная вычислительная сеть (Distributed network)	Сеть, вычислительная мощность и данные которой распределены между множеством нод (узлов)
Распределенный реестр цифровых транзакций	Систематизированная база цифровых транзакций, которые хранятся, одновременно создаются и обновляются на всех носителях у всех участников реестра на основе заданных алгоритмов, обеспечивающих ее тождественность у всех пользователей реестра
Реестр (ledger)	Совокупность данных, в том числе в электронном виде, структурированных и хранимых в целях их учета, поиска, обработки и контроля

Термин	Определение
Реестр реплицированный	Реестр, который физически дублируется на двух или более аппаратных средствах ИС
Самоисполняемый/Смарт-контракт (smart contract)	Самоисполняемый в доверительной среде (созданной с использованием технологии блокчейн) контракт, заключенный напрямую между покупателем и продавцом и записанный в качестве программного кода
Системный интегратор (system integrator)	Компания-подрядчик, которая разрабатывает комплексные IT-решения по автоматизации технологических и бизнес-процессов на предприятии
Софтфорк (Soft fork)	Ответвление, которое не требует от майнеров и валидаторов обновления ПО
Социальный прогресс	Динамическое состояние, обусловленное интенсивным ростом качества жизни за счет обеспечения условий достижения максимального человеческого потенциала отдельных представителей общества
Субтехнология (subtechnology)	Компонент СЦТ, благодаря которому возможно выделение продуктов и решений и их отнесение к данной СЦТ
Технологическое лидерство	Динамическое состояние социально-экономической системы, обусловленное стимулированием инновационного и научно-технологического развития
Технология	Совокупность методов и инструментов для достижения желаемого результата; в широком смысле — применение научного знания для решения практических задач
Технология распределенных баз данных (DLT)	Группа методов направленных на создание распределенных баз данных и обеспечение непротиворечивости, синхронизации, неизменности и прозрачности хранящейся в них информации
Токен	Единица учета, предназначенная для представления цифрового баланса в некотором активе
Токенизация	Совокупность инструментов выпуска цифрового актива
Транзакция (transaction)	Наименьший элемент взаимодействия, который представляет собой обмен информацией между двумя или более пользователями и/или ИС
Форк (Fork)	Ветвление основного блокчейна
Хардфорк (Hard fork)	Тип форка, при котором изменяются правила работы блокчейна таким образом, что транзакции прежнего образца в нем далее недействительны. Требуется обновления ПО всеми участниками цепи
Хэш (Hash)	Функция, конвертирующая строку символов большой длины в значение (или ключ) стандартизированной длины, сохраняющее содержание исходных данных
Шардинг	Метод масштабирования баз данных, позволяющий распределять данные между разными физическими серверами. В рамках шардинга информация из общей базы данных делится на блоки и распределяется по разным серверам, которые и называются шардами
Экономическое развитие	Динамическое состояние экономической системы, обусловленное экстенсивным и интенсивным ростом показателей экономической деятельности
Экосистема	Экономическое сообщество, которое состоит из совокупности взаимосвязанных организаций и физических лиц. Экономическое сообщество производит товары и услуги, ценные для потребителя, которые также являются частью экосистемы.
Blockchain as a service (BaaS)	Тип программного обеспечения как услуга (SaaS), размещенный в облаке, который позволяет компаниям использовать облачные решения для создания, размещения и использования собственных приложений блокчейна, смарт-контрактов и функций в блокчейне, а поставщик облачных услуг управляет всеми необходимыми задачами и операциями, чтобы обеспечить гибкость и работоспособность инфраструктуры

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 ТОПП	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 ТОПП	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 оконечного оборудования доступа, сбора параметров с датчиков/управления исполнительными механизмами для работы в сетях связи стандартов NB-IoT/LTE-MTC;
 - Разработка оконечного 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 СТС:

- 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	<p>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>	<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	<p>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>	<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
	НИОКР 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)	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 Выполнение КПЭ «Выполнение минимальных требований к сетевому оборудованию в объеме требований спецификаций», целевой показатель к 2024 г. - Соответствие актуальной версии IEEE 802.11bb	2020–2023	Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям; Фонд «Сколково»
3.2.2	Разработка и пилотирование комплексных решений с использованием отечественного ПО и оборудования (с учетом п. 3.2.4)	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 Выполнение КПЭ «Выполнение минимальных требований к сетевому оборудованию в объеме требований спецификаций», целевой показатель к 2024 г. - Соответствие актуальной версии IEEE 802.11bb	2020–2023	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российской фонд развития информационных технологий
3.2.3	Разработка модели нарушителя для технологии Li-Fi	Определены основные угрозы информационной безопасности в сетях связи Li-Fi	2020–2023	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российской фонд развития информационных технологий
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	Поддержка отраслевых решений; Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково»; Российской фонд развития информационных технологий

№ 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 (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	Потверждение 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.)

	Грантовая 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

ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ
«СКВОЗНОЙ» ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ
«ТЕХНОЛОГИИ
ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ»

Москва
2019

1. Преамбула, введение, общее описание направления развития СЦТ

Технологии виртуальной и дополненной реальности (VR/AR-технологии) – ключ к принципиально новому уровню взаимодействия человека с цифровым миром, который играет все большую роль в глобальной экономике, политике, социальных отношениях. В настоящее время VR/AR-технологии получили наиболее серьезное развитие на рынках развлечений и маркетинга, но это не предел, а только первая ступень их внедрения. Наиболее перспективными с точки зрения экономического эффекта являются продукты на основе VR/AR-технологий в сфере промышленного производства, образования, здравоохранения, потребительских сервисов. Результаты анализа, проведенного при разработке настоящей дорожной карты, показали наличие у российских компаний, научно-образовательных организаций существенных технологических заделов, позволяющих претендовать на лидерские позиции на мировом рынке в ряде сегментов.

Широкое внедрение VR/AR-технологий способствует развитию экономики страны, существенному повышению производительности и эффективности на промышленных предприятиях в рамках Индустрии 4.0, формированию новых подходов к процессу обучения и повышению уровня образования, качественному повышению уровня здравоохранения и доступности медицинской помощи за счет удаленного присутствия врача. Вместе с этим VR/AR-технологии создают новейшие способы коммуникаций и потребительских сервисов, формируют массовые медиа для современного поколения.

Поддержка российских компаний, создающих продукты с технологиями виртуальной и дополненной реальности, позволит создать отраслевые продукты мирового уровня, достичь технологических и экономических преимуществ в критически важных сегментах российского рынка, а также занять существенную долю мирового рынка.

Технология виртуальной реальности (virtual reality, VR) – это комплексная технология, позволяющая погрузить человека в иммерсивный виртуальный мир при использовании специализированных устройств (шлемов виртуальной реальности). Виртуальная реальность обеспечивает полное погружение в компьютерную среду, окружающую пользователя и реагирующую на его действия естественным образом. Виртуальная реальность конструирует новый искусственный мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, осязание и другие. Человек может взаимодействовать с трехмерной, компьютеризированной средой, а также манипулировать объектами или выполнять конкретные задачи. В своей простейшей форме виртуальная реальность включает 360-градусные изображения или видео. Достижение эффекта полного

погружения в виртуальную реальность до уровня, когда пользователь не может отличить визуализацию от реальной обстановки, является задачей развития технологии.

Технология дополненной реальности (augmented reality, AR) – технология, позволяющая интегрировать информацию с объектами реального мира в форме текста, компьютерной графики, аудио и иных представлений в режиме реального времени. Информация предоставляется пользователю с использованием heads-up display (индикатор на лобовом стекле), очков или шлемов дополненной реальности (HMD) или иной формы проецирования графики для человека (например, смартфон или проекционный видеомэппинг). Технология дополненной реальности позволяет расширить пользовательское взаимодействие с окружающей средой.

Технологии виртуальной и дополненной реальности представляют собой сложные технологические разработки, состоящие из субтехнологий. В рамках дорожной карты были выделены ключевые субтехнологии, оказывающие наибольшее влияние на развитие соответствующих СЦТ.

Таблица 1 – Определение субтехнологий и их уровень развития в мире и России

Субтехнология	Определение	Уровень готовности	
		в мире	в России
Средства разработки VR/AR-контента и технологии совершенствования пользовательского опыта (UX) со стороны разработчика	Универсальные инструменты разработчиков для комплексного создания VR/AR-решений, включая: универсальные среды разработки, библиотеки цифровых активов, цифровые двойники, аватары и форматы представления данных. Ключевые характеристики на 2019 г.: доля форматов инженерной и иной графики, поддерживаемых универсальным конвертером, – 25 %; процент сжатия графической информации – 20%, полигональный формат; отсутствие отраслевых стандартов, разработанных UX	TRL 9	TRL 8
Платформенные решения для пользователей: редакторы создания контента и его дистрибуции	Универсальные инструменты пользовательского уровня для создания, редактирования и доставки контента в VR/AR, включая библиотеки шаблонов и цифровых объектов, а также специализированные и универсальные маркетплейсы. Ключевые характеристики на 2019 г.: поддержка 30% устройств с системой доставки контента; интеграция с 1 (одним) существующим графическим движком системы доставки контента; 500 сцен (библиотека) и объектов в системе создания контента (конструктор)	TRL 7	TRL 6

Технологии захвата движений в VR/AR и фотограмметрии	Устройства отслеживания, определяющие ориентацию точки взгляда пользователя либо нахождения пользователя, направления его движения и его скорость Ключевые характеристики на 2019 г.: точность позиционирования универсальной системы трекинга в реальном времени при задержке 10 мс на автономном модуле 4 мм; отсутствие специализированных систем трекинга; начальная стадия разработки стандарта и SDK универсальной инфраструктуры позиционного трекинга	TRL 9	TRL 7
Интерфейсы обратной связи и сенсоры для VR/AR	Средства взаимодействия пользователя с виртуальным миром, передающие реакцию обратно к пользователю через устройства вывода в режиме реального времени. Ключевые характеристики на 2019 г.: принцип системы обратной связи – виброотдача без биометрических данных; 3D-степеней свободы универсальной платформы обратной связи, 3 органа чувств, симулируемых в VR/AR	TRL 7	TRL 6
Технологии графического вывода	Периферийные устройства (очки, шлемы) и низкоуровневое программное обеспечение, преобразующие результаты обработки цифровых машинных кодов в форму, удобную для восприятия человеком или пригодную для воздействия на исполнительные органы объекта управления. Ключевые характеристики на 2019 г.: разрешение VR/AR-гарнитуры 615 пикселей на дюйм, система визуализации – монофокальная, линейный уровень окружения, точность измерений окулографа при частоте 1000 гц задержки 1 мс и при энергопотреблении 50 мВ – 10 угловых минут	TRL 9	TRL 7
Технологии оптимизации передачи данных для VR/AR	Совокупность средств, методов и способов, служащих для передачи информации. Ключевые характеристики на 2019 г.: эхотест при проверке качества передачи данных при канале 50 Мбит/сек 50–100 мс	TRL 9	TRL 5

Приоритезация субтехнологий между собой и обоснование:

При приоритизации субтехнологий эксперты определили целесообразность развития технологий с уже имеющимися существенными заделами:

во-первых, базовое программное обеспечение (2 субтехнологии: «средства разработки VR/AR-контента и технологии совершенствования пользовательского опыта (UX) со стороны разработчика»; «платформенные решения для пользователей: редакторы создания контента и его дистрибуции»). Целевые результаты направления «Моделирование VR/AR специфичных объектов и процессов»: 90% любых инженерных и 3D-данных возможно использовать «налету» в VR/AR из любых форматов (в том числе динамических). В текущем состоянии имеются в наличии разрозненные форматы и интерфейсы для САПР не интегрированные между собой. При этом именно

российскими компаниями создан существенный задел для такой интеграции и сопоставления цифровой копии с реальным объектом.

во-вторых, программно-аппаратные комплексы с достижением целевого результата направления «Full Immersion» (система полного погружения в иммерсивный мир (виртуальную реальность), когда более 50% пользователей виртуальной реальности не могут отличить визуализацию от реальной обстановки (3 субтехнологии: «технологии захвата движений в VR/AR и фотограмметрии», «интерфейсы обратной связи и сенсоры для VR/AR», «технологии графического вывода»);

в-третьих, прикладные технологии передачи AR/VR специфичных данных, позволяющие обеспечить быструю передачу данных в VR/AR без задержек и потери качества (субтехнология: «технологии оптимизации передачи данных для VR/AR»).

Приоритетными отраслями применения VR/AR-технологий и субтехнологий, важными для социального развития и экономического роста, являются:

- образование и корпоративное обучение;
- промышленность и строительство;
- здравоохранение;
- массовые потребительские сервисы.

Эффекты от развития VR/AR-технологий и субтехнологий

(технологическое лидерство, экономическое развитие, социальный прогресс)

Развитие VR/AR-технологий обеспечит технологическое лидерство России, особенно в отраслевых сегментах. Создание комплексных решений для здравоохранения, образования, промышленности может обеспечить цифровую трансформацию соответствующих отраслей.

Развитие специализированных VR/AR-систем для промышленного сегмента позволит сформировать универсальные мировые стандарты для строительной и нефтегазовой отрасли, машиностроения и добывающей промышленности и др. При этом могут быть достигнуты следующие показатели: сокращение затрат на обслуживание оборудования, сокращение числа ошибок и простоев (до 30%); увеличение эффективности работы с инженерными 3D-моделями, автоматическая конвертация САПР моделей в VR/AR, сокращение срока проектирования (на 30–50%), сокращение срока согласования и строительства объектов (на 7–30%). Достижение указанных показателей подтверждено опытом внедрения VR/AR в международных компаниях, а также в ходе проведения пилотных внедрений в российских промышленных компаниях, например, Газпромнефть.

Внедрение VR/AR в образовательном сегменте позволит обеспечить доступные инструменты для пользователей и дополнить обучающие программы интерактивным визуальным VR/AR-контентом в размере до 30% всех образовательных материалов (с приоритетом на предметные области невозпроизводимые в традиционных форматах). Это может привести к следующим эффектам: повышение эффективности онлайн обучения; обеспечение непрерывного профессионального образования; обеспечение доступности качественного образования в регионах. При развитии маркетплейса образовательных проектов возможно получение российскими компаниями 15% мирового рынка VR-образования.

В корпоративной сфере применение VR/AR-технологий способно обеспечить создание эффективной системы корпоративного обучения. Например, внедрение тактических симуляторов с VR-технологиями для отработки навыков работы с оборудованием (в том числе обслуживания и управления сложными аппаратами), отработки навыков при ОТиПБ.

Имеется существенный технологический задел для внедрения VR/AR-технологий в сфере здравоохранения. Россия может войти в международную повестку с прорывными системами реабилитации пациентов с повреждениями опорно-двигательного аппарата, восстановления после инсульта, борьбы с фобиями и высокоточной диагностики глазных заболеваний. При этом возможно достигнуть снижения числа инвалидов среди работоспособного населения на 7% при реабилитации в VR. Специализированное обучение врачей, обеспечение непрерывного медицинского образования и система удаленного присутствия врача, например, хирурга на операции, позволит уменьшить число врачебных ошибок на 50–80% у прошедших обучение с применением технологий VR/AR. Таким образом, внедрение VR/AR-технологий будет способствовать повышению качества медицинского обслуживания, в том числе в отдаленных регионах страны, и обеспечению максимальной работоспособности населения.

Развитие направления пользовательского применения VR/AR позволит сформировать сервисы для социально важных сфер, например, работы с инвалидами (навигация с дополненной реальностью для слабовидящих), развитие культурной составляющей (навигации и экскурсии по городам, музеям). В итоге, это будет способствовать повышению имиджа России как туристически-привлекательной страны, увеличению посещаемости объектов культуры с привлечением молодежной аудитории.

В результате, Россия в перспективе 4–5 лет имеет потенциал стать видимым игроком на международном рынке VR/AR-решений и занять более 15% мирового рынка

VR/AR-технологий. Как минимум не менее 3 (трех) российских компании к 2024 году смогут занять более 30% одного из приоритетных рынков. Как максимум российские технологии будут задавать отраслевые стандарты в мире, особенно в направлениях промышленности, медицины и образования.

Развитие VR/AR-технологий окажет влияние на место Российской Федерации в международных рейтингах Цифровизации и на повышение итоговой позиции страны: на 56,8% позиции в Глобальном индексе инноваций рейтинга Индекса глобальной конкурентоспособности, на 8,1% позиции в Индексе человеческого капитала, на 74,3% позиции в Индексе инновационного развития Блумберг, на 1–2 ступени в Индексе цифровой конкурентоспособности.

Ключевыми рыночными тенденциями и глобальными драйверами развития VR/AR-рынка и субтехнологий являются:

растущий интерес к технологии у массовой публики за счет ярких проектов в сфере развлечения и игр;

запущенные процессы цифровой трансформации в крупных компаниях;

растущий объем венчурных инвестиций в VR/AR-проекты;

появление значительного числа стартапов и исследовательских VR/AR-проектов;

появление прослойки «ранних последователей» у VR/AR-проектов.

Развитие VR/AR-технологий и субтехнологий имеет синергетические эффекты с другими «сквозными» цифровыми технологиями в следующих направлениях:

В области взаимодействия с технологиями искусственного интеллекта и больших данных возможно создание алгоритмов воспроизведения в VR/AR голоса и манеры движения любого человека (без участия человека). Как следствие, создание реалистичных аватаров, а также достижение высокого качества погружения в виртуальную реальность. Создание функционирующих в реальном времени цифровых копий отдельных людей повлияет на развитие таких направлений, как телемедицина, технологии удаленного присутствия врача и оцифровка болезней.

Взаимодействие VR/AR-технологий с компонентами робототехники и сенсорики будет значимо для дистанционного управления роботизированными системами, проведения дистанционных операций на производстве и в медицине. Развитие технологий позиционирования в VR будет иметь большое значение для развития индустрии автономного транспорта и робототехники.

Синергетический эффект технологий VR/AR и технологий беспроводной связи позволит обеспечить бесперебойную работу носимых VR/AR-устройств, увеличить скорость загрузки контента, что расширит возможности рабочей зоны VR/AR-устройств.

Взаимодействие VR/AR-технологий с новыми производственными технологиями и промышленным интернетом позволит автоматизировать создание максимально точных цифровых копий предприятий и оборудования, а также быструю интеграцию их в VR/AR.

Области взаимодействия VR/AR-технологий с квантовыми технологиями на данном этапе сложно конкретизировать. Возможные эффекты: качественный скачок в точности и/или скорости распознавания объектов, более точная эмуляция сложных природных процессов, ускоренная в разы обработка больших объемов информации.

Перечень рисков и ограничений развития заделов по VR/AR-субтехнологиям, создания перспективных российских решений на их базе

Риски, способные сузить возможности развития VR/AR-технологии и создания перспективных решений:

затруднено привлечение финансирования на развитие технологических проектов в связи с долгим выходом на рынок. Темп роста менее 10x в год (не венчурная модель роста) удлиняет срок выхода новых технологий на рынок;

низкий уровень адаптации технологий для пользователей;

недостижение целевых показателей VR/AR-технологии;

появление принципиально новых технологических подходов в рамках решения схожих задач;

недостаточное количество специалистов в сфере VR/AR-технологии, способных квалифицированно применять технологии в рабочем процессе либо использовать в повседневной жизни.

Ограничение развития VR/AR-технологий по имеющимся заделам:

низкая цифровая грамотность трудоспособного населения. Недостаточное понимание особенностей и возможностей использования VR/AR в профессиональной среде;

недостаточное количество специалистов-разработчиков для проектов с VR/AR;

закрытость внутренних сетей связи на промышленных предприятиях по нормативам безопасности;

долгий процесс согласования пилотных проектов для внедрения в государственных корпорациях и промышленных предприятиях;

высокая стоимость создания качественного VR/AR-контента;

нехватка VR/AR-контента в потребительских и профильных сферах;

отсутствие производимых в России матриц и оптических систем (волоноводов), достаточных для создания VR/AR-устройств российского производства;

отсутствие отечественных отраслевых стандартов систем проектирования (САПР) и универсальных VR/AR-устройств.

2. Текущее состояние и целевые показатели развития до 2021 и 2024 года (технологические и отдельные экономические)

Для эффективного внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности необходимо провести ряд мероприятий для достижения целевых показателей развития.

Таблица 2 – Целевые технологические показатели развития VR/AR-технологий в разрезе субтехнологий по достижению ключевых точек развития в 2019, 2021, 2024 гг.

Субтехнология	Ключевые технологические показатели развития	Целевой показатель 2019 г.	Целевой показатель 2021 г.	Целевой результат 2024 г.
1. Средства разработки VR/AR-контента, технологии совершенствования пользовательского опыта (UX) со стороны разработчика	Доля форматов инженерной и иной графики, поддерживаемых универсальным конвертером	25 %	40 %, (в том числе digital twin, из любых форматов в том числе динамических)	90 %
	Процент сжатия графической информации	20%, полигональный формат	30%, аналитический формат	85- 98%, аналитический формат с поддержкой web-интерфейса
	Количество отраслевых стандартов, разработанных UX	1 (один)	2 (два)	4 (четыре)
2. Платформенные решения для пользователей, включая дистрибуцию и универсальные пользовательские редакторы	Процент поддерживаемых устройств с системой доставки контента	30 %	50 %	80 %
	Количество интеграций с существующими графическими движками системы доставки контента	1 (один)	3 (три)	9 (девять)
	Количество сцен (библиотека) и объектов в системе	1000 сцен и объектов	2000 сцен и объектов	20 000 сцен и объектов

Субтехнология	Ключевые технологические показатели развития	Целевой показатель 2019 г.	Целевой показатель 2021 г.	Целевой результат 2024 г.
	создания контента (конструктор)			
3. Технологии захвата движений в VR/AR и фотограмметрии	Точность позиционирования универсальной системы трекинга в реальном времени при задержке 10 мс на автономном модуле	4мм	1мм	менее 0,5 мм
	Количество специализированных систем трекинга	1 (один)	2 (два)	5 (пять)
	Разработан стандарт и SDK универсальной инфраструктуры позиционного трекинга	стадия разработки 10%	стадия разработки 50%	стадия разработки 100%
4. Интерфейсы обратной связи, сенсоры (VR/AR)	Принцип системы обратной связи	виброотдача без биометрических данных	миостимуляции без сбора биометрических данных	миостимуляции со сбором биометрических данных
	Количество степеней свободы универсальной платформы обратной связи	3D	5D	6D
	Количество органов чувств, симулируемых в VRAR	3	4	5
5. Технологии графического вывода	Разрешение VR/AR-гарнитуры	615 пикселей на дюйм	2 000 пикселей на дюйм	3 000 пикселей на дюйм
	Система визуализации	монофокальная	варифокальная (прототип)	варифокальная (рабочая версия)
	Уровень окружения	линейное	интеллектуальное графическое	интеллектуальное графическое и физическое
	Точность измерений окулографа при частоте 1000гц задержки 1 мс и при энергопотреблении 50мВ	10 угловых минут	6 угловых минут	2 угловые минуты
6. Технологии оптимизации передачи данных	Эхотест при проверке качества передачи данных при канале 50Мбит/сек	50-100мс	50мс	20мс через wi-fi и сети пятого поколения

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

Инструменты поддержки распределены, исходя из следующей логики:

поддержка программ деятельности лидирующих исследовательских центров (далее – ЛИЦ).

В рамках дорожной карты предусмотрено создание 4 ЛИЦ: разработка прорывных проектов в сферах Промышленности, Образования, Создания устройств обратной связи, Технологии оптимизации передачи данных (TRL 1-6);

грантовая поддержка малых предприятий: поддержка проектов на уровне TRL 1-5 для прототипирования, TRL 7-9 для масштабирования;

поддержка компаний-лидеров: со-финансирование компаний-лидеров для проведения пилотных внедрений в размере 50/50 (TRL 6-9);

поддержка проектов по цифровому преобразованию приоритетных отраслей экономики: гранты на прототипирование, масштабирование (TRL 6-9);

поддержка региональных проектов: гранты на масштабирование, пилотирование, внедрение и тиражирование (TRL 6-9);

предоставление субсидий кредитным организациям предоставление льготной ставки по кредиту для масштабирования, тиражирования проектов (TRL 7-9);

поддержка промышленных разработок.

Таблица 3 – Направления, этапы и мероприятия по решению технологических задач для субтехнологий

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1	Субтехнология: «Средства разработки VR/AR-контента, технологии совершенствования пользовательского опыта (UX) со стороны разработчика»				
1.1	Технологическая задача: Создание универсального средства адаптации существующего и разработки нового VR/AR-контента (конвертер). Наличие универсального интерфейса с потенциалом стать стандартом, сопоставление цифровой копии с реальным объектом в реальном времени				
1.1.1	Разработка универсального средства (конвертера) для адаптации существующего и разработки нового VR/AR-контента ² с сопоставлением данных с универсальным форматом и автономным ПО для конвертации и отображения форматов	Доля форматов инженерной и иной графики, поддерживаемых универсальным конвертером – 25%. Привлечение широкого круга разработчиков (сообщества, не менее 10 программистов) вокруг универсального формата, учитывая внутренних и внешних разработчиков программного обеспечения для государственных корпораций	2019-2020	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Промышленность), Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
1.1.2	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса, крупные промышленные предприятия	3 пилотных внедрения в реальный сектор	2019-2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка региональных проектов	АО «РВК», Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
1.1.3	Проведение комплексных акселерационных программ поддержки внедрения и выводу	1 акселерационная программа	2019-2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»

¹ Показатели указаны нарастающим итогом

1. ² Включая разработку алгоритмов конвертации и сопоставления данных с универсальным форматом, реализацию автономного программного обеспечения для конвертации и отображения форматов; проведение исследований структуры (в том числе обратный инжиниринг) форматов 90% представления данных в САПР и 3D движках, в том числе динамические.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	технологических проектов на международный рынок				
1.1.4	Разработка универсального средства (конвертера) для адаптации существующего и разработки нового VR/AR-контента ³ с сопоставлением данных с универсальным форматом и автономным ПО для конвертации и отображения форматов, соответствующего мировым аналогам и актуальным по состоянию для новых форматов	Доля форматов инженерной и иной графики, поддерживаемых универсальным конвертером – 40%, в том числе digital twin, из любых форматов в том числе динамических. Формирование сообщества разработчиков (не менее 50 программистов) вокруг универсального формата, учитывая внутренних и внешних разработчиков программного обеспечения для государственных корпораций	2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Промышленность), Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
1.1.5	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса, крупные промышленные предприятия	6 пилотных внедрений	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково», Фонд содействия инновациям
1.1.6	Внедрение в реальное промышленное производство по результатам пилотирования	1 внедрение	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
1.1.7	Масштабирование проектов по внедрению в реальный сектор бизнеса	2 внедрения	2021	Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Российский фонд развития информационных технологий, Минкомсвязь России

³ Включая разработку алгоритмов конвертации и сопоставления данных с универсальным форматом, реализацию автономного программного обеспечения для конвертации и отображения форматов; проведение исследований структуры (в том числе обратный инжиниринг) форматов 90% представления данных в САПР и 3D движках, в том числе динамические.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1.1.8	Проведение комплексных акселерационных программ поддержки внедрения и выводу технологических проектов на международный рынок	4 комплексные акселерационные программы поддержки внедрения	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
1.1.9	Разработка универсального средства (конвертера) для адаптации существующего и разработки нового VR/AR-контента ⁴ с сопоставлением данных с универсальным форматом и автономным ПО для конвертации и отображения форматов, соответствующего мировым аналогам и актуальным по состоянию для новых форматов	Доля форматов инженерной и иной графики (в САПР и 3D движках, в том числе динамические), поддерживаемых универсальным интерфейсом обмена данными (конвертер и коннекторы) – 90%. Наличие сообщества разработчиков не менее 1000 участников (инженеров, разработчиков) вокруг универсального формата, учитывая внутренних и внешних разработчиков программного обеспечения для государственных корпораций	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Промышленность), Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
1.1.10	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса, промышленные предприятия	12 пилотных внедрений	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
1.1.11	Внедрение в реальное промышленное производство по результатам пилотирования	3 внедрения в промышленное	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»

⁴ Включая разработку алгоритмов конвертации и сопоставления данных с универсальным форматом, реализацию автономного программного обеспечения для конвертации и отображения форматов; проведение исследований структуры (в том числе обратный инжиниринг) форматов 90% представления данных в САПР и 3D движках, в том числе динамические.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		производство			
1.1.12	Масштабирование внедрений в реальный сектор бизнеса	3 внедрения	2022–2024	Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Российский фонд развития информационных технологий, Минкомсвязь России
1.1.13	Проведение комплексных акселерационных программ поддержки внедрения и выводу технологических проектов на международный рынок	8 комплексных акселерационных программ	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
1.2	Технологическая задача: Создание средства представления VR/AR-контента: аналитический формат вся графическая информация передается без видимых пользователю задержек в виртуальной и дополненной реальности как в web-формате, так и на специализированных устройствах				
1.2.1	Разработка средства представления VR/AR-контента ⁵ , включающего алгоритмы аналитического представления и обработки данных, автономное программное обеспечение для создания и редактирования данных в аналитическом формате	Процент сжатия графической информации 20%, полигональный формат ⁶ . Интеграция в каналы дистрибуции: web, play market и др. Формирование сообщества разработчиков (не менее 10 разработчиков / студий), использующих формат для представления графики (инженерные задачи, образование, развлечения, медицина)	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
1.2.2	Проведение пилотирования в реальный сектор бизнеса, крупные промышленные	3 пилотных внедрения в реальный сектор	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений,	АО «РВК», Фонд «Сколково»,

⁵ Предусматривает: Реализацию модулей интеграции алгоритма в популярные каналы дистрибуции (web, play market и др.); Проведение исследований математической оптимизации аналитического представления данных и способов их сжатия; Разработку автономного программного обеспечения для создания и редактирования данных в аналитическом формате; Создание сообщества разработчиков (студий), использующих формат для представления графики (инженерные задачи, образование, развлечения, медицина).

⁶ Показатель указан относительно полигонального не сжатого формата представления.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	предприятия			Поддержка региональных проектов	Российский фонд развития информационных технологий
1.2.3	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	2 комплексные акселерационные программы поддержки внедрения	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
1.2.4	Разработка средства представления VR/AR-контента ⁷ , включающего алгоритмы аналитического представления и обработки данных, автономное программного обеспечение для создания и редактирования данных в аналитическом формате	Процент сжатия графической информации 20%, аналитический формат ⁸ . Формирование сообщества разработчиков (не менее 50 разработчиков / студий), использующих формат для представления графики (инженерные задачи, образование, развлечения, медицина)	2021	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
1.2.5	Проведение пилотирования в реальный сектор бизнеса, крупные промышленные предприятия	6 пилотных внедрения	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
1.2.6	Внедрение в реальное промышленное производство по результатам пилотирования	1 внедрение	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
1.2.7	Масштабирование внедрения разработок в	2 внедрения	2021	Поддержка региональных	Российский фонд

⁷ Предусматривает: Реализацию модулей интеграции алгоритма в популярные каналы дистрибуции (web, play market и др.); Проведение исследований математической оптимизации аналитического представления данных и способов их сжатия; Разработку автономного программного обеспечения для создания и редактирования данных в аналитическом формате; Создание сообщества разработчиков (студий), использующих формат для представления графики (инженерные задачи, образование, развлечения, медицина).

⁸ Показатель указан относительно полигонального не сжатого формата представления данных.

Аналитический формат подразумевает: Аналитический формат основан на поиске подобных и одинаковых объектов с последующим их инстанцированием. При этом оптимизирован не только формат хранения, но рендеринг на его основе.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	реальный сектор бизнеса.			проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	развития информационных технологий, Минкомсвязь России
1.2.8	Проведение акселерационных программ поддержки внедрения технологии, а также и вывода технологических проектов на международный рынок	2 комплексные акселерационные программы	2021	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
1.2.9	Разработка средства представления VR/AR-контента ⁹ , включающего алгоритмы аналитического представления и обработки данных, автономное программного обеспечение для создания и редактирования данных в аналитическом формате	Процент сжатия графической информации 85- 98%, аналитический формат ¹⁰ с поддержкой web-интерфейса. Формирование сообщества разработчиков (не менее 500 разработчиков / студий), использующих формат для представления графики (инженерные задачи, образование, развлечения, медицина)	2020–2024	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
1.2.10	Проведение пилотирования в реальный сектор бизнеса, крупные промышленные предприятия	12 пилотных внедрений в реальный сектор	2020–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
1.2.11	Внедрение в реальное промышленное производство по результатам пилотирования	3 внедрения в промышленное производство	2020–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»

⁹ Предусматривает: Реализацию модулей интеграции алгоритма в популярные каналы дистрибуции (web, play market и др.); Проведение исследований математической оптимизации аналитического представления данных и способов их сжатия; Разработку автономного программного обеспечения для создания и редактирования данных в аналитическом формате; Создание сообщества разработчиков (студий), использующих формат для представления графики (инженерные задачи, образование, развлечения, медицина).

¹⁰ Аналитический формат подразумевает: Аналитический формат основан на поиске подобных и одинаковых объектов с последующим их инстанцированием. При этом оптимизирован не только формат хранения, но рендеринг на его основе.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1.2.12	Масштабирование внедрения разработок в реальный сектор бизнеса	3 внедрения	2020–2024	Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Российский фонд развития информационных технологий, Минкомсвязь России
1.2.13	Проведение акселерационных программ поддержки внедрения технологии, а также и вывода технологических проектов на международный рынок	8 комплексных акселерационных программ	2020–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
1.3	Технологическая задача: Создание отраслевых стандартов пользовательского опыта (UX). Сформированы единые правила и механизмы для пользовательского поведения в VR/AR, которые дают наибольший эффект от применения технологии				
1.3.1	Создание отраслевых стандартов пользовательского опыта (UX) для универсального и отраслевого применения VR/AR ¹¹ (образование, промышленность /проектирование, здравоохранение, развлечения, сервисы и др.)	Количество отраслевых стандартов, разработанных UX – 1 стандарт (общий стандарт использования) с подробным описанием в формате «руководства» (guideline) для разработки UX/UI и его совершенствованию пользовательского опыта в VR/AR, и модулями промежуточного программного обеспечения (middleware) для наиболее применимых в мире и России ключевых графических движков	2019-2020	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям

¹¹ Включает: проведение исследований лучших практик и научных подходов к формированию UX/UI для универсального и отраслевого применения VR/AR; проведение научных экспериментов и тестов пользовательского опыта для разных направлений применения VR/AR (образование, промышленность /проектирование, здравоохранение, развлечения, сервисы и др.); реализацию подробного описания в формате «руководства» (guideline) для разработки UX/UI и его совершенствованию пользовательского опыта в VR/AR; разработку модулей промежуточного программного обеспечения (middleware) для наиболее применимых в мире и России ключевых графических движков.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
1.3.2	Создание отраслевых стандартов пользовательского опыта (UX) для универсального и отраслевого применения VR/AR ¹² (образование, промышленность /проектирование, здравоохранение, развлечения, сервисы и др.)	Количество отраслевых стандартов, разработанных UX – 2 стандарта (специализированных) с подробным описанием в формате «руководства» (guideline) для разработки UX/UI и его совершенствованию пользовательского опыта в VR/AR, и модулями промежуточного программного обеспечения (middleware) для наиболее применимых в мире и России ключевых графических движков	2021	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
1.3.3	Создание отраслевых стандартов пользовательского опыта (UX) для универсального и отраслевого применения VR/AR ¹³ (образование, промышленность /проектирование, здравоохранение, развлечения, сервисы и др.)	Количество отраслевых стандартов, разработанных UX – 4 стандарта (специализированных) с подробным описанием в формате «руководства» (guideline) для разработки	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям

¹² Включает: проведение исследований лучших практик и научных подходов к формированию UX/UI для универсального и отраслевого применения VR/AR; проведение научных экспериментов и тестов пользовательского опыта для разных направлений применения VR/AR (образование, промышленность /проектирование, здравоохранение, развлечения, сервисы и др.); реализацию подробного описания в формате «руководства» (guideline) для разработки UX/UI и его совершенствованию пользовательского опыта в VR/AR; разработку модулей промежуточного программного обеспечения (middleware) для наиболее применимых в мире и России ключевых графических движков.

¹³ Включает: проведение исследований лучших практик и научных подходов к формированию UX/UI для универсального и отраслевого применения VR/AR; проведение научных экспериментов и тестов пользовательского опыта для разных направлений применения VR/AR (образование, промышленность /проектирование, здравоохранение, развлечения, сервисы и др.); реализацию подробного описания в формате «руководства» (guideline) для разработки UX/UI и его совершенствованию пользовательского опыта в VR/AR; разработку модулей промежуточного программного обеспечения (middleware) для наиболее применимых в мире и России ключевых графических движков.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		UX/UI и его совершенствованию пользовательского опыта в VR/AR, и модулями промежуточного программного обеспечения (middleware) для наиболее применимых в мире и России ключевых графических движков			
2	Субтехнология: «Платформенные решения для пользователей, включая дистрибуцию и универсальные пользовательские редакторы»				
2.1	Технологическая задача: Создание платформенных решений для пользователей для доставки (дистрибуции) VR/AR-контента				
2.1.1	Разработка платформенных решений для пользователей для доставки VR/AR контента ¹⁴ с наличием универсального набора спецификаций и допущений для возможности интеграции, автономного программного обеспечения для автоматического размещения контента в каналах дистрибуции, актуальных по состоянию спецификаций в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами	Процент поддерживаемых устройств с системой доставки контента – 30%	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
2.1.2	Разработка единых стандартов и методик для образовательных курсов в школах, колледжах, ВУЗах, онлайн и корпоративного образования	1 единый стандарт и/или методика	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
2.1.3.	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса, крупные предприятия и	1 пилотное внедрение в реальный сектор	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых	АО «РВК», Фонд содействия

¹⁴ Включает: разработку существующих и планируемых технических спецификаций наиболее применимых в мире и России и набирающих популярность систем доставки контента; формирование универсального набора спецификаций и допущений для возможности интеграции; создание автономного программного обеспечения для автоматического размещения контента в каналах дистрибуции; поддержка актуального состояния спецификаций в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	образовательный сектор, в том числе онлайн образование			предприятий, Поддержка региональных проектов	инновациям, Российский фонд развития информационных технологий
2.1.4	Внедрение в реальный сектор бизнеса	1 внедрение	2019–2020	Поддержка отраслевых решений, Поддержка региональных проектов	Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
2.1.5	Разработка платформенных решений для пользователей для доставки VR/AR контента ¹⁵ с наличием универсального набора спецификаций и допущений для возможности интеграции, автономного программного обеспечения для автоматического размещения контента в каналах дистрибуции, актуальных по состоянию спецификаций в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами	Процент поддерживаемых устройств с системой доставки контента – 50%	2021	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
2.1.6	Разработка единых стандартов и методик для образовательных курсов в школах, колледжах, ВУЗах, онлайн и корпоративного образования	2 единых стандарта и/или методики	2021	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
2.1.7	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса, крупные предприятия и образовательный сектор, в том числе онлайн образование	2 пилотных внедрения в реальный сектор	2021	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям

¹⁵ Включает: разработку существующих и планируемых технических спецификаций наиболее применимых в мире и России и набирающих популярность систем доставки контента; формирование универсального набора спецификаций и допущений для возможности интеграции; создание автономного программного обеспечение для автоматического размещения контента в каналах дистрибуции; поддержка актуального состояния спецификаций в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
2.1.8	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	1 акселерационная программа	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
2.1.9	Организация проектного офиса по развитию международного маркетплейса образовательного VR/AR контента	1 проектный офис	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
2.1.10	Разработка платформенных решений для пользователей для доставки VR/AR контента ¹⁶ с наличием универсального набора спецификаций и допущений для возможности интеграции, автономного программного обеспечения для автоматического размещения контента в каналах дистрибуции, актуальных по состоянию спецификаций в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами	Процент поддерживаемых устройств с системой доставки контента – 80%	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
2.1.11	Разработка единых стандартов и методик для образовательных курсов в школах, колледжах, ВУЗах, онлайн и корпоративного образования	3 единых стандарта и/или методики	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
2.1.12	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса, крупные предприятия и образовательный сектор, в том числе онлайн образование	3 пилотных внедрения в реальный сектор	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
2.1.13	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	1 акселерационная программа	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
2.1.14	Масштабирование проектов в реальный сектор бизнеса	2 проекта	2022–2024	Поддержка региональных проектов, Поддержка путем	Российский фонд развития

¹⁶ Включает: разработку существующих и планируемых технических спецификаций наиболее применимых в мире и России и набирающих популярность систем доставки контента; формирование универсального набора спецификаций и допущений для возможности интеграции; создание автономного программного обеспечения для автоматического размещения контента в каналах дистрибуции; поддержка актуального состояния спецификаций в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
				субсидирования процентной ставки по кредиту	информационных технологий, Минкомсвязь России
2.1.15	Организация проектного офиса по развитию международного маркетплейса образовательного VR/AR контента	1 проектный офис	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка региональных проектов	АО «РВК», Российский фонд развития информационных технологий
2.2	Технологическая задача: Создание платформенных решений для пользователей, включая универсальные пользовательские редакторы				
2.2.1	Разработка платформенных решений для пользователей и универсальных пользовательских редакторов ¹⁷ , с наличием универсального набора спецификаций и допущений для возможности интеграции, автономного программного обеспечения для автоматической интеграции стороннего контента, и актуального в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами	Интеграция с 1 (одним) существующим графическим движком системы доставки контента	2019–2020	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Образование), Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
2.2.2	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса, в образовательные программы	1 пилотное внедрение в реальный сектор	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка региональных проектов	АО «РВК», Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
2.2.3	Разработка платформенных решений для пользователей и универсальных пользовательских редакторов ¹⁸ , с наличием	Интеграция с 3 (тремя) существующими графическими движками	2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Образование), Грантовая	АО «РВК», Фонд содействия инновациям

¹⁷ Включает: исследование существующих и планируемых технических спецификаций графических движков, которые занимают лидирующие позиции в мире и России; формирование универсального набора спецификаций и допущений для возможности интеграции; реализацию автономного программного обеспечения для автоматической интеграции стороннего контента; осуществление поддержки актуального состояния спецификаций в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами.

¹⁸ Включает: исследование существующих и планируемых технических спецификаций графических движков, которые занимают лидирующие позиции в мире и России; формирование универсального набора спецификаций и допущений для возможности интеграции; реализацию автономного программного обеспечения для

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	универсального набора спецификаций и допущений для возможности интеграции, автономного программного обеспечения для автоматической интеграции стороннего контента, и актуального в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами	системы доставки контента		поддержка малых предприятий	
2.2.4	Разработка единых стандартов и методик для образовательных курсов в школах, колледжах, ВУЗах, онлайн и корпоративного образования	1 единый стандарт и/или методика	2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Образование), Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
2.2.5	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса, в образовательные программы	2 пилотных внедрения в реальный сектор	2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Образование), Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
2.2.6	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	1 акселерационная программа	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
2.2.7	Организация проектного офиса по развитию международного маркетплейса образовательного VR/AR контента	1 проектный офис	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
2.2.8	Разработка платформенных решений для пользователей и универсальных пользовательских редакторов ¹⁹ , с наличием универсального набора спецификаций и допущений для возможности интеграции,	Интеграция с 9 (девятью) существующими графическими движками системы доставки контента	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Образование), Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям

автоматической интеграции стороннего контента; осуществление поддержки актуального состояния спецификаций в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами.

¹⁹ Включает: исследование существующих и планируемых технических спецификаций графических движков, которые занимают лидирующие позиции в мире и России; формирование универсального набора спецификаций и допущений для возможности интеграции; реализацию автономного программного обеспечения для автоматической интеграции стороннего контента; осуществление поддержки актуального состояния спецификаций в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	автономного программного обеспечения для автоматической интеграции стороннего контента, и актуального в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами				
2.2.9	Разработка единых стандартов и методик для образовательных курсов в школах, колледжах, ВУЗах, онлайн и корпоративного образования	1 единый стандарт и/или методика	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Образование), Поддержка компаний-лидеров	АО «РВК»,
2.2.10	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса, в образовательные программы	3 пилотных внедрения в реальный сектор	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
2.2.11	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	1 акселерационная программа	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
2.2.12	Организация проектного офиса по развитию международного маркетплейса образовательного VR/AR контента	1 проектный офис	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Образование), Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
2.2.13	Внедрение в реальный сектор бизнеса	2 внедрения	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
2.3	Технологическая задача: Создание платформенных решений для использования пользователями без специального IT-образования, которые включают библиотеку объектов и систему создания контента (конструктор)				
2.3.1	Разработка платформенных решений для использования пользователями без специального IT-образования – конструктора ²⁰ , включающего библиотеку объектов и систему создания контента и	Количество сцен (библиотека) и объектов в единой программной среде – системе создания контента (конструктор) –	2019–2020	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»

²⁰ Включает: формирование перечня наиболее частых пользовательских сценариев по результатам исследования предметных областей и анализ возможности их создания на базе библиотеки; формирование топологии необходимых объектов и сцен для большинства пользовательских сценариев для применения в образовании, промышленности, медицине, проектировании и моделировании, развлечениях, пользовательских сервисах и др.; разработка сцен и объектов; интеграцию всей библиотеки в единой программной среде конструктора; поддержка актуального состояния спецификаций в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами; объединение пользователей, применяющих платформенное решение (в том числе российских и международных разработчиков).

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	перечень наиболее частых пользовательских сценариев предметных областей (образовании, промышленности, медицине, проектировании и моделировании, развлечениях, пользовательских сервисах и др.), актуального в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами	1 000 сцен и объектов. Объединение менее 50 пользователей. Объединение не менее 10 студий / пользователей, применяющих платформенное решение (в том числе российских и международных разработчиков)			
2.3.2	Проведение конкурсных мероприятий по созданию контента на основе платформенных решений для использования пользователями без специального ИТ-образования, которые включают библиотеку объектов и систему создания контента (конструктор) – количество проектных команд – разработчиков образовательного контента	Количество проектных команд (разработчиков образовательного контента) – 5 команд, участвующих в конкурсных мероприятиях по созданию контента	2019–2020	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
2.3.3	Разработка платформенных решений для использования пользователями без специального ИТ-образования – конструктора ²¹ , включающего библиотеку объектов и систему создания контента и перечень наиболее частых пользовательских сценариев предметных областей (образовании, промышленности, медицине, проектировании и моделировании, развлечениях, пользовательских сервисах	Количество сцен (библиотека) и объектов в системе создания контента (конструктор) – 2 000 сцен и объектов. Объединение не менее 100 студий / пользователей, применяющих платформенное решение (в том числе российских и	2021	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»

²¹ Включает: формирование перечня наиболее частых пользовательских сценариев по результатам исследования предметных областей и анализ возможности их создания на базе библиотеки; формирование топологии необходимых объектов и сцен для большинства пользовательских сценариев для применения в образовании, промышленности, медицине, проектировании и моделировании, развлечениях, пользовательских сервисах и др.; разработка сцен и объектов; интеграцию всей библиотеки в единой программной среде конструктора; поддержка актуального состояния спецификаций в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами; объединение пользователей, применяющих платформенное решение (в том числе российских и международных разработчиков).

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	и др.), актуального в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами	международных разработчиков)			
2.3.4	Проведение конкурсных мероприятий по созданию контента на основе платформенных решений для использования пользователями без специального IT-образования, которые включают библиотеку объектов и систему создания контента (конструктор). – количество проектных команд – разработчиков образовательного контента	Количество проектных команд (разработчиков образовательного контента) – 30 команд, участвующих в конкурсных мероприятиях по созданию контента	2021	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
2.3.5	Объединение пользователей, применяющих платформенное решение (в том числе российских и международных разработчиков), в рамках проектного офиса по созданию образовательного контента	Открытие 1 проектного офиса по созданию образовательного контента	2021	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
2.3.6	Разработка единых стандартов и методик для образовательных курсов в школах, колледжах, ВУЗах, онлайн и корпоративного образования	1 стандарт	2021	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
2.3.7	Разработка платформенных решений для использования пользователями без специального IT-образования – конструктора ²² , включающего библиотеку объектов и систему создания контента и перечень наиболее частых пользовательских сценариев предметных областей (образовании, промышленности, медицине,	Количество сцен (библиотека) и объектов в системе создания контента (конструктор) – 20 000 сцен и объектов. Объединение не менее 550 студий / пользователей, применяющих	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям

²² Включает: формирование перечня наиболее частых пользовательских сценариев по результатам исследования предметных областей и анализ возможности их создания на базе библиотеки; формирование топологии необходимых объектов и сцен для большинства пользовательских сценариев для применения в образовании, промышленности, медицине, проектировании и моделировании, развлечениях, пользовательских сервисах и др.; разработка сцен и объектов; интеграцию всей библиотеки в единой программной среде конструктора; поддержка актуального состояния спецификаций в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами; объединение пользователей, применяющих платформенное решение (в тч российских и международных разработчиков).

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	проектировании и моделировании, развлечениях, пользовательских сервисах и др.), актуального в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами	платформенное решение (в том числе российских и международных разработчиков)			
2.3.8	Проведение конкурсных мероприятий по созданию контента на основе платформенных решений для использования пользователями без специального IT-образования, которые включают библиотеку объектов и систему создания контента (конструктор). – количество проектных команд – разработчиков образовательного контента	Количество проектных команд (разработчиков образовательного контента) – 100 команд, участвующих в конкурсных мероприятиях по созданию контента	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка региональных проектов	Фонд содействия инновациям, Российский фонд развития информационных технологий
2.3.9	Объединение пользователей, применяющих платформенное решение (в том числе российских и международных разработчиков), в рамках проектного офиса по созданию образовательного контента	Открытие 1 проектного офиса по созданию образовательного контента.	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка региональных проектов	АО «РВК», Российский фонд развития информационных технологий
2.3.10	Разработка единых стандартов и методик для образовательных курсов в школах, колледжах, ВУЗах, онлайн и корпоративного образования	2 стандарта	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
3	Субтехнология: «Технологии захвата движений в VR/AR и фотограмметрии»				
3.1	Технологическая задача: Создание универсальной системы трекинга, объединяющей доступные системы с потенциалом стать техническим стандартом, включая специализированные системы трекинга, с распознаванием 3D-объектов в реальном времени. Сформированы технологические заделы для создания российских аппаратных комплексов				
3.1.1	Создание автономной универсальной системы трекинга, включая SDK для интеграции, а также разработка алгоритмов и модулей программного обеспечения для распознавания 3D объектов в реальном времени и высокоточным позиционированием	Точность позиционирования универсальной системы трекинга в реальном времени при задержке 10 мс на автономном модуле – 4 мм, характерная	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		площадь отслеживания от 50 до 10 000 кв метров			
3.1.2	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса, в образовательные программы	3 пилотных внедрения в реальный сектор	2019-2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка региональных проектов	АО «РВК», Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
3.1.3	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	2 комплексные акселерационные программы поддержки внедрения	2019-2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.1.4	Создание автономной универсальной системы трекинга, включая SDK для интеграции, а также разработка алгоритмов и модулей программного обеспечения для распознавания 3D объектов в реальном времени и высокоточным позиционированием	Точность позиционирования универсальной системы трекинга в реальном времени при задержке 10 мс на автономном модуле – 1 мм, характерная площадь отслеживания от 50 до 10 000 кв метров	2021	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
3.1.5	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса, в образовательные программы	6 пилотных внедрений в реальный сектор	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.1.6	Внедрение в реальный сектор бизнеса – промышленное производство	1 внедрение в промышленное производство	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.1.7	Масштабирование проектов в реальном секторе бизнеса	Не менее 1 внедрения	2021	Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Российский фонд развития информационных технологий, Минкомсвязь России
3.1.8	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	4 комплексные акселерационные программы поддержки	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		внедрения			
3.1.9	Создание автономной универсальной системы трекинга, включая SDK для интеграции, а также разработка алгоритмов и модулей программного обеспечения для распознавания 3D объектов в реальном времени и высокоточным позиционированием	Точность позиционирования универсальной системы трекинга в реальном времени при задержке 10 мс на автономном модуле - менее 0,5 мм, характерная площадь отслеживания от 50 до 10 000 кв метров	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
3.1.10	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса, в образовательные программы	12 пилотных внедрений в реальный сектор	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России
3.1.11	Внедрение в реальный сектор бизнеса – промышленное производство	3 внедрения в промышленное производство	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.1.12	Масштабирование проектов в реальном секторе бизнеса	Не менее 2 внедрений	2022–2024	Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Российский фонд развития информационных технологий, Минкомсвязь России
3.1.13	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	8 комплексных акселерационных программ поддержки внедрения;	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.2	Технологическая задача: Создание технологий захвата движений в VR/AR и фотограмметрии, специализированных для здравоохранения и промышленности. Сформированы технологические заделы для создания российских аппаратных комплексов				
3.2.1	Разработка специализированных технологий захвата движений в VR/AR и фотограмметрии для здравоохранения и	Количество специализированных систем трекинга – 1 (один)	2019–2020	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Hard-разработка), Грантовая	АО «РВК», Фонд содействия инновациям

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	промышленности, а также формирование подробной технической спецификации с требованиями для отраслевого применения систем трекинга			поддержка малых предприятий	
3.2.2	Проведение акселерационной программы и привлечение практикующих врачей для оказания консультационной поддержки по созданию специализированного медицинского VR контента на базе платформы медицинских проектов с применением AR/VR-технологий	1 комплексная акселерационная программа поддержки внедрения	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.2.3	Субсидирование российских и международных пилотных проектов и международных клинических исследований в лидирующих реабилитационных центрах/клиниках США и ЕС на базе технологий дорожной карты	2 пилотных внедрения в реальный сектор	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка региональных проектов	АО «РВК», Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий
3.2.4	Разработка специализированных технологий захвата движений в VR/AR и фотограмметрии для здравоохранения и промышленности, а также формирование подробной технической спецификации с требованиями для отраслевого применения систем трекинга	Количество специализированных систем трекинга – 2 (два)	2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Hard-разработка), Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
3.2.5	Проведение акселерационной программы и привлечение практикующих врачей для оказания консультационной поддержки по созданию специализированного медицинского VR контента на базе платформы медицинских проектов с применением AR/VR-технологий	2 комплексные акселерационные программы поддержки внедрения	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.2.6	Поддержка российских и международных пилотных проектов и международных клинических исследований в лидирующих реабилитационных центрах/клиниках США	6 пилотных внедрения в реальный сектор	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	и ЕС на базе технологий дорожной карты				
3.2.7	Внедрение в реальный сектор бизнеса (преимущественно в промышленность и медицину)	3 внедрения	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.2.8	Масштабирование в реальный сектор бизнеса	Не менее 1 внедрения	2021	Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Российский фонд развития информационных технологий, Минкомсвязь России
3.2.9	Развитие специальных программ поддержки сертификации медицинских изделий на рынках ЕС, США, Китая, Южной Кореи, Японии с субсидированием сертификационных процедур	1 специализированная программа	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.2.10	Организация проектного офиса по международным медицинским проектам с применением AR/VR технологий	1 проектный офис по международным медицинским проектам	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.2.11	Создание тестировочных лабораторий для верификации методик и технологий по медицине и в промышленности	1 тестировочная лаборатория	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.2.12	Разработка специализированных технологий захвата движений в VR/AR и фотограмметрии для здравоохранения и промышленности, а также формирование подробной технической спецификации с требованиями для отраслевого применения систем трекинга	Количество специализированных систем трекинга – 5 (пять)	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (Hard-разработка), Грантовая поддержка малых предприятий,	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
3.2.13	Проведение акселерационной программы и привлечение практикующих врачей для оказания консультационной поддержки по созданию специализированного медицинского VR контента на базе платформы медицинских проектов с применением AR/VR-технологий	4 комплексные акселерационные программы поддержки внедрения	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.2.14	Поддержка российских и международных	12 пилотных внедрения в	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров,	АО «РВК», Фонд

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	пилотных проектов и международных клинических исследований в лидирующих реабилитационных центрах/клиниках США и ЕС на базе технологий дорожной карты	реальный сектор		Поддержка отраслевых решений	«Сколково»
3.2.15	Внедрение в реальный сектор бизнеса (преимущественно в промышленность и медицину)	6 внедрений в промышленное производство и медицину	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.2.16	Масштабирование в реальный сектор бизнеса	Не менее 3 внедрений	2022–2024	Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Российский фонд развития информационных технологий, Минкомсвязь России
3.2.17	Развитие специальных программ поддержки сертификации медицинских изделий на рынках ЕС, США, Китая, Южной Кореи, Японии с субсидированием сертификационных процедур	2 специальные программы	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.2.18	Организация проектного офиса по международным медицинским проектам с применением AR/VR технологий	1 проектный офис по международным медицинским проектам	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.2.19	Создание тестировочных лабораторий для верификации методик и технологий по медицине и в промышленности	2 тестировочных лаборатории	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
3.3	Технологическая задача: Разработка стандарта универсальной инфраструктуры позиционного трекинга				
3.3.1	Разработка стандарта универсальной инфраструктуры позиционного трекинга ²³ , на основе универсальной инфраструктуры позиционирования и спецификации универсальной системы позиционного трекинга, применимой к образованию, промышленности и медицине и др. сферам	Разработан стандарт и SDK универсальной инфраструктуры позиционного трекинга на 10%, в том числе поддержка не менее 2 (двух) мировых лидеров	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям

²³ Включает: проведение исследований ключевых мировых и российских систем позиционирования (занимающих 20 и более процентов рынка) в применении к образованию, промышленности и медицине и др. сферам; формирование спецификации универсальной системы позиционного трекинга; создание универсальной инфраструктуры позиционирования.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
		в системах трекинга			
3.3.2	Разработка стандарта универсальной инфраструктуры позиционного трекинга ²⁴ , на основе универсальной инфраструктуры позиционирования и спецификации универсальной системы позиционного трекинга, применимой к образованию, промышленности и медицине и др. сферам	Разработан стандарт и SDK универсальной инфраструктуры позиционного трекинга на 50%, в том числе поддержка не менее 5 (пяти) мировых лидеров в системах трекинга	2021	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
3.3.3	Разработка стандарта универсальной инфраструктуры позиционного трекинга ²⁵ , на основе универсальной инфраструктуры позиционирования и спецификации универсальной системы позиционного трекинга, применимой к образованию, промышленности и медицине и др. сферам	Разработан стандарт и SDK универсальной инфраструктуры позиционного трекинга на 100%, в том числе поддерживающие все серийно выпускаемые в мире системы трекинга	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
4	Субтехнология: «Интерфейсы обратной связи, сенсоры (VR/AR)»				
4.1	Технологическая задача: Разработка многоканальной обратной связи²⁶ на базе миостимуляции. Сформированы технологические заделы для создания российских аппаратных комплексов				
4.1.1	Разработка системы многоканальной обратной связи, а также проведение тестирования системы, формирование оптимальных параметров конфигурации для симуляции обратной связи	Принцип системы обратной связи – виброотдача без биометрических данных	2019–2020	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
4.1.2	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса: промышленность, медицину	3 пилотных внедрения в реальный сектор	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений,	АО «РВК», Фонд «Сколково»,

²⁴ Включает: проведение исследований ключевых мировых и российских систем позиционирования (занимающих 20 и более процентов рынка) в применении к образованию, промышленности и медицине и др. сферам; формирование спецификации универсальной системы позиционного трекинга; создание универсальной инфраструктуры позиционирования.

²⁵ Включает: проведение исследований ключевых мировых и российских систем позиционирования (занимающих 20 и более процентов рынка) в применении к образованию, промышленности и медицине и др. сферам; формирование спецификации универсальной системы позиционного трекинга; создание универсальной инфраструктуры позиционирования.

²⁶ Предусмотрена разработка силомоментной и тактильной обратной связи.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	и др.			Поддержка региональных проектов	Российский фонд развития информационных технологий
4.1.3	Внедрение в реальное промышленное производство и в медицинские системы (реабилитация, диагностика)	1 внедрение	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
4.1.4	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	2 комплексные акселерационные программы	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
4.1.5	Разработка системы многоканальной обратной связи, а также проведение тестирования системы, формирование оптимальных параметров конфигурации для симуляции обратной связи, поддержка актуального состояния в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами	Принцип системы обратной связи – миостимуляции без сбора биометрических данных	2021	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
4.1.6	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса: промышленность, медицину и другие секторы	6 пилотных внедрения в реальный сектор	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
4.1.7	Внедрение в реальное промышленное производство и в медицинские системы (реабилитация, диагностика)	2 внедрения в промышленное производство и медицину	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
4.1.8	Масштабирование проектов в реальный сектор бизнеса	Не менее 2 внедрений	2021	Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
4.1.9	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	4 комплексные акселерационные программы поддержки внедрения	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
4.1.10	Разработка системы многоканальной обратной связи, а также проведение тестирования системы, формирование	Принцип системы обратной связи – миостимуляции со сбором	2022–2024	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 ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	оптимальных параметров конфигурации для симуляции обратной связи, поддержка актуального состояния в связи с нововведениями форматов и в соответствии с мировыми аналогами	биометрических данных (не менее 80 электродов, расположенных анатомически) 50% пользователей не могут отличить визуализацию от реальной обстановки			
4.1.11	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса: промышленность, медицину и другие секторы	12 пилотных внедрения в реальный сектор	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России
4.1.12	Внедрение в реальное промышленное производство и в медицинские системы (реабилитация, диагностика)	5 внедрений в промышленное производство и медицину	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России
4.1.13	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	8 комплексных акселерационных программ поддержки внедрения	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
4.2	Технологическая задача: Создание интерфейса обратной связи 6D-платформы²⁷ для осуществления полного погружения в виртуальную реальность. Сформированы технологические заделы для создания российских аппаратных комплексов. 50% пользователей не могут отличить создаваемую имитационную среду от реальной обстановки				
4.2.1	Создание интерфейса обратной связи 6D-платформы с базовыми (силовыми) элементами обратной связи, типовыми конфигурациями для различных симуляторов на базе силовых элементов	Количество степеней свободы универсальной платформы обратной связи 3D, наличие драйверов и SDK для управления системой в рамках симуляций.	2019–2020	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»

²⁷ 6D – это платформа для динамической имитации движения с 6 (шестью) степенями свободы, где «D» - это свобода перемещения в пространстве.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
4.2.2	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса: промышленность, медицину и другие секторы	3 пилотных внедрения в реальный сектор	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту, Поддержка региональных проектов	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России, Российский фонд развития информационных технологий
4.2.3	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	2 комплексные акселерационные программы поддержки внедрения	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
4.2.4	Создание интерфейса обратной связи 6D-платформы с базовыми (силовыми) элементами обратной связи, типовыми конфигурациями для различных симуляторов на базе силовых элементов	Количество степеней свободы универсальной платформы обратной связи 5D, наличие драйверов и SDK для управления системой в рамках симуляций	2021	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
4.2.5	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса: промышленность, медицину и другие секторы	6 пилотных внедрения в реальный сектор	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России
4.2.6	Внедрение в реальное промышленное производство и медицину (реабилитация, диагностика)	2 внедрения в промышленное производство и медицину	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России
4.2.7	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	4 комплексные акселерационные программы поддержки внедрения	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
4.2.8	Создание интерфейса обратной связи 6D-платформы с базовыми (силовыми) элементами обратной связи, типовыми	Количество степеней свободы универсальной платформы обратной связи	2022–2024	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 ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	конфигурациями для различных симуляторов на базе силовых элементов	6D, наличие драйверов и SDK для управления системой в рамках симуляций			
4.2.9	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса: промышленность, медицину и другие секторы	12 пилотных внедрения в реальный сектор	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России
4.2.10	Внедрение в реальное промышленное производство и медицину (реабилитация, диагностика)	5 внедрений в промышленное производство и медицину	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России
4.2.11	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	8 комплексных акселерационных программ поддержки внедрения	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
4.3	Технологическая задача: Создание модулей симулирующих устройств с воспроизведением естественных запахов, вкусов, звуков, проприоцепции с достоверным восприятием. Сформированы технологические заделы для создания российских аппаратных комплексов				
4.3.1	Разработка модулей симулирующих устройств с достоверным воспроизведением передачи органов чувств человека, а именно реализация принципиально новых способов симуляций органов чувств (например, вкус, запах, проприоцепция, вестибулярный аппарат и др.) на уровне работающих прототипов	3 (три) органа чувств, симулируемых в VR/AR	2019–2020	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
4.3.2	Разработка модулей симулирующих устройств с достоверным воспроизведением передачи органов чувств человека, а именно реализация принципиально новых способов симуляций органов чувств (например, вкус, запах, проприоцепция, вестибулярный и др.) на уровне работающих прототипов	4 (четыре) органа чувств, симулируемых в VR/AR	2021	Поддержка компаний-лидеров, Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
4.3.3	Разработка модулей симулирующих устройств с достоверным воспроизведением передачи органов чувств человека, а именно реализация принципиально новых способов симуляций органов чувств (напр., вкус, запах, проприоцепция, вестибулярный и др.) на уровне работающих прототипов	Достижение целевого показателя: 5 (пять) органов чувств, симулируемых в VR/AR. 50% пользователей не могут отличить визуализацию от реальной обстановки	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров; Грантовая поддержка малых предприятий; Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
5.	Субтехнология: «Технологии графического вывода»				
5.1	Технологическая задача: Варифокальная VR-гарнитура с биотическим разрешением 50 пикселей на 1°с трекингом глаз и интеллектуальным графическим и физическим окружением. Сформированы технологические заделы для создания российских аппаратных комплексов. 50% пользователей не могут отличить визуализацию от реальной обстановки				
5.1.1	Разработка варифокальной VR-гарнитуры ²⁸ с варифокальной оптической системой и программно-аппаратным комплексом, оптимизирующим процесс рендеринга для высокого разрешения, с адаптированной системой для работы в экосистеме Linux (Astra Linux)	Достижение показателя: разрешение VR/AR-гарнитуры 615 пикселей на дюйм	2019–2020	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
5.1.2	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса: промышленность, медицину, обучение и другие секторы	пилотные внедрения в реальный сектор с количеством гарнитур в размере – 10 штук	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту, Поддержка региональных проектов	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России, Российский фонд развития информационных технологий
5.1.3	Проведение акселерационных программ по созданию сопровождению hardware-стартапов	1 акселерационная программа	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»

²⁸ Включает: разработку оптической системы для создания гарнитуры с высоким разрешением; разработку программно-аппаратного комплекса, оптимизирующего процесс рендеринга для высокого разрешения; адаптацию системы для работы в экосистеме Linux (Astra Linux); разработку варифокальной оптической системы.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
5.1.4	Разработка варифокальной VR-гарнитуры ²⁹ с варифокальной оптической системой и программно-аппаратным комплексом, оптимизирующим процесс рендеринга для высокого разрешения, с адаптированной системой для работы в экосистеме Linux (Astra Linux)	Достижение показателя: разрешение VR/AR-гарнитуры 2000 пикселей на дюйм	2021	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
5.1.5	Создание пилотного проекта на базе гибрида варифокальной системы и системы с высоким разрешением	проведение 2 пилотов	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
5.1.6	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса: промышленность, медицину, обучение и другие секторы	пилотные внедрения в реальный сектор с количеством гарнитур в размере – 100 штук	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России
5.1.7	Проведение акселерационных программ по созданию сопровождению hardware-стартапов	2 акселерационные программы	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
5.1.8	Разработка варифокальной VR-гарнитуры ³⁰ с варифокальной оптической системой и программно-аппаратным комплексом, оптимизирующим процесс рендеринга для высокого разрешения, с адаптированной системой для работы в экосистеме Linux (Astra Linux)	Достижение показателя: разрешение VR/AR-гарнитуры 3 000 пикселей на дюйм	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
5.1.9	Создание пилотного проекта на базе гибрида варифокальной системы и системы с высоким разрешением	5 пилотных проектов	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
5.1.10	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса: промышленность, медицину,	пилотные внедрения в реальный сектор	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений,	АО «РВК», Фонд «Сколково»,

²⁹ Включает: разработку оптической системы для создания гарнитуры с высоким разрешением; разработку программно-аппаратного комплекса, оптимизирующего процесс рендеринга для высокого разрешения; адаптацию системы для работы в экосистеме Linux (Astra Linux); разработку варифокальной оптической системы.

³⁰ Включает: разработку оптической системы для создания гарнитуры с высоким разрешением; разработку программно-аппаратного комплекса, оптимизирующего процесс рендеринга для высокого разрешения; адаптацию системы для работы в экосистеме Linux (Astra Linux); разработку варифокальной оптической системы.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	обучение и другие секторы	с количеством гарнитур в размере – 1000 штук		Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России
5.1.11	Проведение акселерационных программ по созданию сопровождению hardware-стартапов	3 акселерационные программы	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
5.2	Технологическая задача: Варифокальная VR-гарнитура с биотическим разрешением 50 пикселей на 1°с трекингом глаз и интеллектуальным графическим и физическим окружением. Сформированы технологические заделы для создания российских аппаратных комплексов				
5.2.1	Разработка уровня окружения для варифокальной VR-гарнитур, в том числе разработка моделей на базе гибрида строгой логики и нейросетей при формировании графических и физических эффектов и реакций объектов, материалов, освещений	Уровень окружения – линейное ³¹	2019–2020	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
5.2.2	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса	2 пилотных внедрения в реальный сектор	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту, Поддержка региональных проектов	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России, Российский фонд развития информационных технологий
5.2.3	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок.	1 комплексная акселерационная программа	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
5.2.4	Разработка уровня окружения для варифокальной VR-гарнитур, в том числе разработка моделей на базе гибрида строгой логики и нейросетей при формировании графических и физических эффектов и реакций объектов, материалов, освещений	Уровень окружения – интеллектуальное графическое	2021	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
5.2.5	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса	4 пилотных внедрения в реальный сектор	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»,

³¹ Линейное окружение подразумевает адаптивные алгоритмы на базе статистических моделей и/или нейросетей, учитывающее поведение пользователя и иных объектов во времени.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
					Минкомсвязь России
5.2.6	Внедрение в реальный сектор, масштабирование	Не менее 2 внедрений	2021	Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Российский фонд развития информационных технологий
5.2.7.	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	2 комплексные акселерационные программы поддержки внедрения	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
5.2.8	Разработка уровня окружения для варифокальной VR-гарнитуры, в том числе разработка моделей на базе гибрида строгой логики и нейросетей при формировании графических и физических эффектов и реакций объектов, материалов, освещений	Уровень окружения – интеллектуальное графическое и физическое	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
5.2.9	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса	12 пилотных внедрения в реальный сектор	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России, Российский фонд развития информационных технологий
5.2.10	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	8 комплексных акселерационных программ поддержки внедрения	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
5.2.11	Внедрение в реальный сектор бизнеса	5 внедрений в промышленное производство и медицину	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
5.2.12	Масштабирование проектов в реальный сектор бизнеса	Не менее 5 внедрений	2022–2024	Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	Минкомсвязь России, Российский фонд развития информационных технологий

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
5.3	Технологическая задача: Внедрение трекинга глаз в VR/AR-гарнитуры. Сформированы технологические заделы для создания российских аппаратных комплексов				
5.3.1	Разработка трекинга глаз в VR/AR-гарнитуры с наличием оптимальных параметров конфигурации для трекинга взгляда	Точность измерений окулографа при частоте 1000гц задержки 1 мс и при энергопотреблении 50мВ – 10 угловых минут	2019–2020	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
5.3.2	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса	2 пилотных внедрения в реальный сектор	2019–2020	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту, Поддержка региональных проектов	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России, Российский фонд развития информационных технологий, Российский фонд развития информационных технологий
5.3.3	Разработка трекинга глаз в VR/AR-гарнитуры с наличием оптимальных параметров конфигурации для трекинга взгляда	Точность измерений окулографа при частоте 1000гц задержки 1 мс и при энергопотреблении 50мВ – 6 угловых минут	2021	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
5.3.4	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса	4 пилотных внедрения в реальный сектор	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России, Российский фонд развития информационных технологий
5.3.5	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок.	2 комплексные акселерационные программы поддержки внедрения	2021	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
5.3.6	Разработка трекинга глаз в VR/AR-гарнитуры с наличием оптимальных параметров конфигурации для трекинга взгляда	Точность измерений окулографа при частоте 1000Гц задержки 1 мс и при энергопотреблении 50мВ – 2 угловые минуты	2022–2024	Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
5.3.7	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса	12 пилотных внедрения в реальный сектор	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений, Поддержка региональных проектов, Поддержка путем субсидирования процентной ставки по кредиту	АО «РВК», Фонд «Сколково», Минкомсвязь России, Российский фонд развития информационных технологий
5.3.8	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	8 комплексных акселерационных программ поддержки внедрения	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд «Сколково»
6	Субтехнология: «Технологии оптимизации передачи данных»				
6.1	Технологическая задача: Преодоление технологического барьера носимых устройств в виде «тонкого клиента»				
6.1.1	Разработка оптимизированного протокола передачи данных и SDK для интеграция протокола в существующие системы для VR/AR специфичных задач ³²	Эхотест при проверке качества передачи данных при канале 50Мбит/сек 50-100мс	2019–2020	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (ЛИЦ по технологиям оптимизации данных), Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
6.1.2	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса	1 пилотное внедрение в реальный сектор	2019–2020	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (ЛИЦ по технологиям оптимизации данных), Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений, Поддержка региональных проектов	АО «РВК», Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково», Российский фонд развития информационных технологий

³² Включает: разработку оптимизированного протокола передачи данных, тестирование протокола на базе сетей WiFi, сетей 4-го поколения и сетей 5-го поколения, разработку программного обеспечения – SDK для интеграция протокола в существующие системы, пилотную интеграцию в AR гарнитуру и в VR гарнитуру.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
6.1.3	Разработка оптимизированного протокола передачи данных и SDK для интеграция протокола в существующие системы для VR/AR специфичных задач ³³	Эхотест при проверке качества передачи данных при канале 50Мбит/сек 50мс и менее	2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (ЛИЦ по технологиям оптимизации данных), Грантовая поддержка малых предприятий	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
6.1.4	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса	2 пилотных внедрения в реальный сектор	2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (ЛИЦ по технологиям оптимизации данных), Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
6.1.5	Проведение акселерационных программ по выводу технологических проектов на международный рынок	1 комплексная акселерационная программа поддержки внедрения	2021	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (ЛИЦ по технологиям оптимизации данных), Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
6.1.6	Разработка оптимизированного протокола передачи данных и SDK для интеграция протокола в существующие системы для VR/AR специфичных задач ³⁴	Эхотест при проверке качества передачи данных при канале 50Мбит/сек 20мс через wi-fi и сети пятого поколения	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (ЛИЦ по технологиям оптимизации данных), Грантовая поддержка малых предприятий,	АО «РВК», Фонд содействия инновациям
6.1.7	Проведение пилотных внедрений в реальный сектор бизнеса	4 пилотных внедрения в реальный сектор	2022–2024	Поддержка программ деятельности ЛИЦ (ЛИЦ по технологиям оптимизации данных), Грантовая поддержка малых предприятий, Поддержка отраслевых решений	АО «РВК», Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково»
6.1.8	Проведение акселерационных программ	2 комплексных	2022–2024	Поддержка компаний-лидеров,	АО «РВК», Фонд

³³ Включает: разработку оптимизированного протокола передачи данных, тестирование протокола на базе сетей WiFi, сетей 4-го поколения и сетей 5-го поколения, разработку программного обеспечения – SDK для интеграция протокола в существующие системы, пилотную интеграцию в AR гарнитуру и в VR гарнитуру.

³⁴ Включает: разработку оптимизированного протокола передачи данных, тестирование протокола на базе сетей WiFi, сетей 4-го поколения и сетей 5-го поколения, разработку программного обеспечения – SDK для интеграция протокола в существующие системы, пилотную интеграцию в AR гарнитуру и в VR гарнитуру.

№ п/п	Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи	Ожидаемый результат с указанием характеристики ¹	Срок реализации	Предлагаемый инструмент поддержки	Ответственные операторы мер поддержки
	по выводу технологических проектов на международный рынок	акселерационных программы поддержки внедрения		Поддержка отраслевых решений	«Сколково»

4. Оценка требуемых ресурсов в привязке к инструментам поддержки

Таблица 4 – Требуемые ресурсы для развития VR/AR-технологий по инструментам поддержки

Название субтехнологии	Поддержка малых предприятий	Поддержка программ деятельности ЛИЦ	Поддержка промышленных разработок	Поддержка проектов по цифровому преобразованию приоритетных отраслей	Поддержка региональных проектов	Поддержка компаний-лидеров	Предоставление субсидий кредитным организациям	Итого по субСЦТ (бюджет)	Итого по субСЦТ (внебюджет)
Средства разработки VR/AR-контента и технологии совершенствования пользовательского опыта (UX) со стороны разработчика	1 500	1 200	600	3 200	650	1 100	2200	4 350	6100
Платформенные решения для пользователей: редакторы создания контента и его дистрибуции	1 100	1 400	600	3 200	670	1 120	2200	4 310	5980
Технологии захвата движений в VR/AR и фотограмметрии	2 750	3 000	0	4 600	1 050	2 960	2200	7 280	9280
Интерфейсы обратной связи и сенсоры для VR/AR	970	1 000	0	1 800	280	940	825	2 565	3250
Технологии графического вывода	3 580	3 800	0	3 800	1 100	3 400	2200	7 980	9900
Технологии оптимизации передачи данных для VR/AR	720	700	0	600	200	680	2200	1 740	3560

Название субтехнологии	Поддержка малых предприятий	Поддержка программ деятельности ЛИИЦ	Поддержка промышленных разработок	Поддержка проектов по цифровому преобразованию приоритетных отраслей	Поддержка региональных проектов	Поддержка компаний-лидеров	Предоставление субсидий кредитным организациям	Итого по субСЦТ (бюджет)	Итого по субСЦТ (внебюджет)
Итого бюджетных средств	5 300	5 550	600	8 600	2 000	5 100	1075	28 225	—
Итого внебюджетных средств	5 320	5 550	600	8 600	2 150	5 100	10750	—	38070
Всего	10 620	11 100	1 200	17 200	4 150	10 200	11825	28 225	38070

При определении размера финансирования были учтены потребности в обеспечении инновационных разработок исходя из анализа уровня готовности соответствующих технологий и продуктов в России по TRL. Также учтен реальный запрос рынка на разработку перспективных решений, для которых уже есть заказчики.

Приоритетность выделения денежных средств в рамках мер поддержки в разрезе субтехнологий предусмотрена в соответствии с приоритизацией, указанной ранее. Во-первых, базовое программное обеспечение (2 субтехнологии: «средства разработки VR/AR-контента и технологии совершенствования пользовательского опыта (UX) со стороны разработчика»; «платформенные решения для пользователей: редакторы создания контента и его дистрибуции»). Во-вторых, программного-аппаратные комплексы и достижение целевого результата направления «Full Immersion» (3 субтехнологии: «технологии захвата движений в VR/AR и фотограмметрии», «интерфейсы обратной связи и сенсоры для VR/AR», «технологии графического вывода»). В-третьих, прикладные технологии передачи AR/VR специфичных данных (субтехнология: «технологии оптимизации передачи данных для VR/AR»).

Дополнительно к указанным в таблице мерам поддержки технологических разработок требуется 2,5 млрд рублей на проведение иных дополнительных мероприятий для развития технологий виртуальной и дополненной реальности.

Необходима синхронизация программы Цифровой экономики с уже действующими инструментами поддержки, включая программу инновационного развития государственных корпораций и компаний с государственным участием. Мероприятия в рамках настоящей Дорожной карты предполагают частичное вовлечение существующих инвестиционных проектов в качестве источников финансирования. Однако важным фактором участия инвестиционного сообщества будет обеспечение им гарантий и поддержки при активной инвестиционной деятельности.

Заинтересованными компаниями во внедрении инновационных разработок с технологиями виртуальной и дополненной реальности выступают крупные и средние предприятия России, медицинские учреждения, организации высшего и среднего образования. Основными заказчиками технологий виртуальной и дополненной реальности являются такие компании как Сбербанк, Газпром нефть, ФГУП «Почта России», Сибур, ПАО «ОАК», ПАО ПНППК, МТС, ГК ЦНТУ «Динамика», ООО «ТатАСУ», АО «Реселлер онлайн», Трансмашхолдинг, Фонд перспективных исследований, НИИ Глазных болезней, АО «Вертолеты России», Ростех, Камаз, Росатом, Кванториум, Сеть клиник Медси, Русские инвестиции, ОТЭК, Русатом сервис, РЖД, ЕАЭС и другие.

Ключевыми формами вовлечения бизнеса в разработку и коммерциализацию субтехнологий являются создание совместной инфраструктуры испытаний, а также центров коллективного пользования; создание профильных онлайн платформ для коммуникации по профильной тематике, включая маркетплейсы технологий; совместная реализация крупных проектов–вызовов за счет формирования мультидисциплинарных консорциумов; создание совместных предприятий по направлениям СЦТ «Технологии виртуальной и дополненной реальности», запуск образовательных программ совместно с лидерами рынка, налаживание партнерских отношений с международными организациями и ассоциациями по профилю сквозных технологий. Важным форматом коммерциализации является создание акселераторов, проектных офисов для быстрого пилотирования и тестирования технологий в условиях, наиболее близких к реальным условиям применения технологии (особенно в медицине и промышленности).

Реализация дорожной карты развития сквозных цифровых технологий виртуальной и дополненной реальности обеспечит технологическую безопасность страны в критичных сферах применения, будет способствовать достижению технологического лидерства на уровне базовых технологий, с одной стороны, меняющих привычные рыночные устои, а с другой, формирующих рынок в большом спектре новых сфер применения. Развитие технологий приведет к возможности экспорта высокотехнологичной VR/AR-продукции для крупных международных компаний и формированию отраслевых стандартов.