

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 НПП:
 - 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, 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).

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 НПП, различное понимание ключевыми стейкхолдерами сути технологий СЦТ НПП, 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 натуральных испытаний в пределах ± 5%) на основе архивов физических и натуральных 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 натуральных 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 | T-1 = 40 000 | T-1 = 70 000 | T-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-2 = 50% | Э-1 = 15 Э-2 = 70% |
| | | 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 ГИСЦ, 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 |
|-------|---|--|-----------------|---|---|
| | | <p>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</p> | | | |
| 1.1.2 | <p>Запуск проектов по разработке и сопровождению цифровых двойников в области автомобилестроения в рамках проектного консорциума / в формате «зеркального» инжинирингового центра</p> | <p>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</p> | 2019—2024 | <p>Поддержка отраслевых решений, поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка региональных проектов</p> | <p>Фонд «Сколково», Минпромторг России, Российский фонд развития информацион-ных технологий</p> |
| 1.1.3 | <p>Запуск проектов по разработке и сопровождению цифровых двойников в области авиастроения в рамках проектного консорциума / в формате «зеркального» инжинирингового центра</p> | <p>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</p> | 2019—2024 | <p>Поддержка отраслевых решений, поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка региональных проектов</p> | <p>Фонд «Сколково», Минпромторг России, Российский фонд развития информацион-ных технологий</p> |
| 1.1.4 | <p>Запуск проектов по разработке и сопровождению цифровых двойников в области судостроения в рамках проектного консорциума / в формате «зеркального» инжинирингового центра</p> | <p>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</p> | 2019—2024 | <p>Поддержка отраслевых решений, поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка региональных проектов</p> | <p>Фонд «Сколково», Минпромторг России, Российский фонд развития информацион-ных технологий</p> |
| 1.1.5 | <p>Запуск проектов по разработке и сопровождению цифровых двойников в области двигателестроения в рамках проектного консорциума / в формате «зеркального» инжинирингового центра</p> | <p>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</p> | 2019—2024 | <p>Поддержка отраслевых решений, поддержка разработки и внедрения промышленных решений, поддержка</p> | <p>Фонд «Сколково», Минпромторг России, Российский фонд развития информацион-ных технологий</p> |

| № п/п | Необходимые мероприятия (действия) по решению технологической задачи | Ожидаемый результат с указанием характеристики | Срок реализации | Предлагаемый инструмент поддержки | Ответственные операторы мер поддержки |
|-------------|--|---|-----------------|--|--|
| | | 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 сетецентрическая 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 сетецентрическая 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 сетецентрическая 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, SPDM); – 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, SPDM); – 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 информацион-ных 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 | <p>Фрагментарное использование новых производственных технологий в создании конкурентоспособной продукции;</p> <p>Отсутствует полноценная инфраструктура для испытания и внедрения новых производственных технологий;</p> <p>Отсутствие методик подготовки ТЭО проектов внедрения СЦТ НПП, отраслевых стандартов в области СЦТ НПП</p> <p>Отсутствие стратегического видения в части цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием, создающих спрос на СЦТ</p> | <p>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.;</p> <p>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 интероперабельности³⁴</p> <p>Разработаны и внедрены методические рекомендации подготовки ТЭО проектов внедрения СЦТ НПП (по 3 субтехнологиям, в 5 отраслях);</p> <p>Разработано и применено 10 стратегий цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием, создающих спрос на СЦТ</p> | <p>Проектные консорциумы: заказчики из приоритетных отраслей ДК и разработчики, органы стандартизации, МКС, МПГ и др.</p> |

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. | |
| | 4. Обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике. | |
| | 4. 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, субконтрактации 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 ННТ |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---|---------------------------------|----------------------------|---|---|----------------|------------------|
| Итого по субтехнологиям ДК СЦТ ННТ (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 ННТ | 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 |