

ПЛАН МЕРОПРИЯТИЙ
(«дорожная карта»)
«ТЕХНЕТ»
(передовые производственные технологии)
Национальной технологической инициативы

Рабочая группа «Технет»

2020 г.

I.	ПАСПОРТ ПЛАНА МЕРОПРИЯТИЙ ("ДОРОЖНОЙ КАРТЫ") «ТЕХНЕТ»	4
II.	ОПИСАНИЕ СФЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПЛАНА МЕРОПРИЯТИЙ («ДОРОЖНОЙ КАРТЫ»)	20
1.	Краткое описание возникающего рынка	20
1.1.	Фабрики будущего	20
1.2.	Цели и задачи дорожной карты «Технет 4.0»	24
1.3.	Обоснование необходимости обновления ДК «Технет 4.0» (передовые производственные технологии) НТИ	29
1.4.	Позиционирование документа ДК «Технет 4.0» НТИ	34
2.	Описание основных участников возникающего рынка	38
2.1.	Ключевые международные участники возникающего рынка	38
2.2.	Ключевые российские участники возникающего рынка	42
3.	Сведения о глобальном контексте возникновения рынка	49
3.1.	Общие технологические тренды развития рынка	49
3.2.	Глобальные технологические тренды и трансформационные изменения в традиционных отраслях, вызванные внедрением сквозных технологий, находящиеся в сфере реализации плана мероприятий («дорожной карты»)	53
3.3.	Глобальные политические, экономические, социальные, экологические и регуляторные тренды	67
4.	Сегментация возникающего рынка, оценка конкурентности и темпов роста сегментов в их текущем виде	73
5.	Сформированный в Российской Федерации научно-технический задел для реализации плана мероприятий («дорожной карты»)	78
6.	Основные направления реализации плана мероприятий («дорожной карты»)	87
7.	Оценка рисков, а также технологических, рыночных и общественных барьеров, препятствующих реализации плана мероприятий ("дорожной карты") и сведения об инструментах их минимизации и преодоления, соответственно	94
III.	ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ («ДОРОЖНОЙ КАРТЫ»)	106
1.	Перечень целевых показателей плана мероприятий ("дорожной карты"), их значений и методика их расчета	106
2.	Плановый график реализации плана мероприятий ("дорожной карты")	110
2.1.	Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках	110
2.2.	Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения	121
2.3.	Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков	125
2.4.	Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы	126

2.5.	Организационно–техническая и экспертно–аналитическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы	127
2.6.	Создание механизмов акселерации компаний Национальной технологической инициативы и механизмов экспортного продвижения создаваемых продуктов	128
3.	Ожидаемые социально–экономические эффекты от реализации плана мероприятий ("дорожной карты") в среднесрочном и долгосрочном периодах и о мерах по совершенствованию правового и технического регулирования в целях обеспечения реализации плана мероприятий ("дорожной карты")	130
4.	Документы стратегического планирования, относящиеся к категории разрабатываемых на федеральном уровне, по отраслевому и территориальному принципу, а также в рамках прогнозирования, положения которых учтены при разработке плана мероприятий ("дорожной карты")	133
IV.	ФИНАНСОВЫЙ ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ НА 2021–2023 ГОДЫ	137
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ДОСТИЖЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РЕАЛИЗАЦИИ ДК «ТЕХНЕТ»	140
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПЛАН–ФАКТНЫЙ АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОРОЖНОЙ КАРТЫ «ТЕХНЕТ» ЗА ПЕРИОД 2017–2019 ГГ.	159
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТОК ПО НЕКОТОРЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ СУБТЕХНОЛОГИЙ ДК «ТЕХНЕТ 4.0» (ПЕРЕДОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ) НТИ	179
	ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ГЛОССАРИЙ	188
	ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Объем и источники финансового обеспечения ДК «Технет 4.0»	191

**I. ПАСПОРТ ПЛАНА МЕРОПРИЯТИЙ ("ДОРОЖНОЙ КАРТЫ")
«ТЕХНЕТ»**

Наименование рабочей группы	Рабочая группа по разработке и реализации дорожной карты «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы.
Руководитель и (или) соруководители рабочей группы	<p>Соруководители:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Боровков А.И., проректор по перспективным проектам, руководитель Центра компетенций НТИ «Новые производственные технологии» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (СПбПУ). • Осьмаков В.С., заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации.
Ответственный федеральный орган исполнительной власти	<ul style="list-style-type: none"> • Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России)
Заинтересованные федеральные органы исполнительной власти	<ul style="list-style-type: none"> • Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), • Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минцифры России), • Министерство экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России), • Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), • Федеральная служба государственной статистики (Росстат)
Цели плана мероприятий ("дорожной карты")	<p>Цели дорожной карты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Формирование комплекса ключевых компетенций в Российской Федерации, обеспечивающих интеграцию передовых производственных технологий (ППТ) и бизнес-моделей для их распространения в качестве «Фабрик Будущего» первого и последующего поколений; • Создание глобально конкурентоспособной кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения для рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности.
Перечень целевых показателей плана	Перечень целевых показателей плана мероприятий («дорожной карты»):

<p>мероприятий ("дорожной карты")</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Доля России на мировых рынках «Фабрик Будущего» в сегменте инжиниринга и конструирования • Количество компаний-поставщиков услуг по созданию Фабрик Будущего в рейтинге топ-50 технологических «газелей» РФ • Объем экспорта продукции, полученной с использованием ППТ • Число созданных Фабрик Будущего «Технет» • Число созданных испытательных полигонов (TestBeds) «Фабрик Будущего» • Количество экспериментально-цифровых центров (лабораторий) сертификации в Российской Федерации • Число специалистов, прошедших программы подготовки и переподготовки по передовым производственным технологиям
<p>Этапы и сроки реализации</p>	<p>Этап 2 (2020 – 2025 гг.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разработка, тестирование и комплексирование новых технологических решений для обеспечения глобальной конкурентоспособности отечественных компаний в высокотехнологичных отраслях промышленности и на рынках будущего (рынках НТИ); • Развитие инфраструктуры испытательных полигонов (TestBeds), центров (органов или лабораторий) сертификации и образовательных центров (learning factories) по развитию компетенций мирового уровня, базовых для цифровых, «умных» и виртуальных фабрик; • Создание инфраструктуры метрологического обеспечения ППТ; • Выход на глобальные рынки продукции; • Создание и развитие «Фабрик Будущего»; • Внедрение новых подходов сертификации и стандартизации. <p>Этап 3 (2026 – 2036 гг.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Тиражирование и кастомизация технологических решений для высокотехнологичных отраслей и рынков будущего; • Создание и развитие «Фабрик Будущего»; • Создание глобальной распределенной сети «Фабрик Будущего» (цифровых, «умных», виртуальных); • Масштабирование присутствия на глобальных рынках высокотехнологичной продукции.
<p>Направления реализации плана мероприятий ("дорожной карты")</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках. • Разворачивание инфраструктуры обеспечения технологического и производственного лидерства России в технологических цепочках по ряду секторов

	<p>(проектирование, производство, сервисы – на базе испытательных полигонов и консорциумов).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Формирование пакетов технологических решений и услуг для компаний высокотехнологичных отраслей промышленности и рынков НТИ. Распространение на высокотехнологичные компании парадигмы проектирования на основе компьютерного инжиниринга и оптимизации изделий – (Simulation & Optimization)– Driven Design, позволяющей выпустить конкурентоспособную продукцию на рынок в кратчайшие сроки. Достижение конкурентных операционных показателей результативности и эффективности разработок и пакетов технологий в ряде производственных задач по итогам тестирования на испытательных полигонах (TestBeds). • Формирование заказа на НИОКР, индустриального заказа российских исследовательских и производственных организаций с точки зрения учета вызовов цифровизации и интеллектуализации всех экономических процессов. • Формирование полномасштабного обеспечения технологического и производственного лидерства России по направлению передовых производственных технологий на глобальном рынке, определение условий для создания глобально конкурентоспособной и кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения в России, сокращение время вывода на рынок технологических решений , в том числе за счет сокращения сроков разработки и проектирования продукции. • Фокусировка на развитие субтехнологий для развития направления «Технет» НТИ, как ключевых компонентов Фабрик будущего. • Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения. • Поэтапное выполнение мероприятий законодательной дорожной карты («Технет 2.0» НТИ), предусмотренных распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2018 года № 482–р «Об утверждении плана мероприятий ("дорожной карты") по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению "Технет" (передовые производственные технологии)» (с изменениями, вносимыми распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 мая 2020 года № 1420–р).
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Выявление новых потребностей инновационных компаний, в первую очередь – малых и средних, в снятии барьеров распространения ППТ. • Создание нормативно–правовой базы, обеспечивающей сокращение материальных и временных затрат на внедрение новых технологий и материалов, скорейший выход продукции ППТ на рынки. • Постоянное внесение предложений по внедрению подходов по сертификации в области ППТ. • Реализация проектов – демонстраторов эффективности новых подходов сертификации продукции, создание экспериментальных цифровых центров сертификации. • Формирование пилотного банка данных натуральных и виртуальных стандартов качеств, а также разработка архитектуры банка натуральных и виртуальных данных, нормативно–методической документации обращения с моделями. • Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков. • Подготовка квалифицированных инженерных кадров для рынка «Технет». • Формирование сети образовательных площадок (learning factories), направленных на формирование перспективных компетенций путем реализации и масштабирования смешанных (blended) и сетевых программ. • Формирование сети «зеркальных» инжиниринговых центров, создание команды у партнеров, реализующих проекты создания зеркальных инжиниринговых центров (ЗИЦ) на базе университетов и предприятий. • Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы. • Рост привлекательности инженерных профессий среди молодого поколения, привлечение талантливых кадров в профессии по специализациям предприятий, реализующих комплекс Фабрики будущего. • Создание платформы для проведения на регулярной основе мероприятий по популяризации результатов работ в области передовых производственных технологий. • Развитие региональных сообществ по направлению «Технет» НТИ с целью формирования новых проектов. • Организационно–техническая и экспертно–аналитическая поддержка, информационное
--	---

	<p>обеспечение Национальной технологической инициативы.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Создание не менее 15 консорциумов для реализации проектов «Технет», тестирования и пилотирования технологических решений, запуска Фабрик Будущего «Технет». • Формирование ключевых институциональных принципов и подходов организации и развития Фабрик Будущего в России, проведение ежегодной экспертно – аналитической поддержки организаций, организаций / компаний – участников направления «Технет». • Создание механизмов акселерации компаний Национальной технологической инициативы и механизмов экспортного продвижения создаваемых продуктов. • Формирование экосистемы, обеспечивающей инициативное участие любых организаций, компаний (в т.ч. малых и средних) и экспертов в развитии рынка «Технет».
<p>Значимые контрольные результаты реализации</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках <p><i>1.1 Разворачивание и работа сети испытательных полигонов (TestBeds)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • II квартал 2022 года – запущены 2 универсальных полигона второй очереди (университетского типа); • IV квартал 2025 года – сформирован пакет перспективных технологий доверенной сенсорики в области материаловедения, микроэлектроники, мехатроники и других направлений развития сенсорики; • IV квартал 2025 года – сформированы TestBeds для отработки и пилотирования и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям: сенсорики, аддитивные технологии, промышленный Интернет; • II квартал 2025 года – сформирован пилотный TestBed первой очереди для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям производственная робототехника (advanced robotics), новые материалы, Big Data; • II квартал 2027 года – открыты испытательные полигоны второй очереди, подготовлены рекомендации по модели и показателям результативности их работы.

	<ul style="list-style-type: none"> • IV квартал 2030 года – проведение конкурсного отбора Testbeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям (третья очередь); <p>1.2. Создание глобальной сети российских Фабрик Будущего</p> <ul style="list-style-type: none"> • I квартал 2025 года – разработаны форматы, требования к протоколам взаимодействия узлов производственной сети «Фабрик Будущего»; • II квартал 2025 года – запуск полигона «умной» фабрики первой очереди (производственного типа); • III квартал 2030 года – запущена «виртуальная фабрика» с использованием технологий индустриального Интернета. <p>1.3 Мероприятия в рамках развития субтехнологий направления «Технет» НТИ¹</p> <p>1.3.1. Цифровое проектирование и моделирование (Smart Design)</p> <p style="text-align: center;">Внедрение новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования</p> <ul style="list-style-type: none"> • IV квартал 2021 года – 15 предприятий, применяющих технологию разработки цифровых двойников продуктов / изделий и обеспеченных экспертным сопровождением; • IV квартал 2024 года – не менее 100 предприятий, применяющих технологию разработки цифровых двойников продуктов / изделий и обеспеченных экспертным сопровождением; • IV квартал 2024 года – не менее 250 проектов, реализованных проектов на высокотехнологичных предприятиях из приоритетных отраслей промышленности, для которых была применена технология разработки цифровых двойников; <p style="text-align: center;">Создание цифровой платформы разработки цифровых двойников</p> <ul style="list-style-type: none"> • IV квартал 2021 года – создана цифровая платформа разработки цифровых двойников, объединяющая 1000 экспертов – сертифицированных пользователей; • IV квартал 2024 года – создана цифровая платформа разработки цифровых двойников внедрена в 5 приоритетных отраслях, в 50 высокотехнологичных компаниях, сформирована национальная
--	--

¹ В рамках ДК «Технет 4.0» предполагается участие в реализации мероприятий других дорожных карт национального уровня, в том числе дорожных карт по «сквозным» цифровым технологиям, программ центров компетенций Национальной технологической инициативы, дорожной карты развития высокотехнологичной области "Технологии новых материалов и веществ" на период до 2024 года в части продуктового направления "Аддитивные технологии" и др.

сетевая экосистема из 25 «зеркальных» инжиниринговых центров, объединяющая 2 500 экспертов – сертифицированных пользователей.

Создание отечественной PLM–системы «тяжелого» класса (включая CAD / CAM / CAE – подсистемы)

- IV квартал 2021 года – создана PLM–система среднетяжелого класса в защищенном исполнении. Система внедрена на 5 предприятиях, реализовано 10 проектов, к системе подключено 500 пользователей, 20 изделий в 5 приоритетных отраслях промышленности подключены к цифровому профилю изделия;
- IV квартал 2024 года – создана PLM–система тяжелого класса в защищенном исполнении. Система внедрена на 25 предприятиях, реализовано 50 проектов, к системе подключено 10000 пользователей, 100 изделий в 5 приоритетных отраслях промышленности подключены к цифровому профилю изделия.

Создание для 5 приоритетных отраслей (автомобилестроение; авиастроение и ракетно–космическая техника; судостроение и кораблестроение; двигателестроение; машиностроение, включая тяжелое, специальное и атомное машиностроение, железнодорожный транспорт; непрерывное / процессное производство) Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности Digital Brainware

- IV квартал 2021 года – 10% – доля испытательных стендов (по отраслям), входящих в состав Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности, от общего числа испытательных стендов;
- IV квартал 2024 года – 15% – доля испытательных стендов (по отраслям), входящих в состав Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности, от общего числа испытательных стендов.

Создание платформенных решений для промышленности.

- IV квартал 2024 года – создана платформа цифровой сертификации. 50 ед. материалов и изделий, прошли ускоренную сертификацию на основании виртуальных испытаний, 10 компаний используют платформу для вывода материалов и изделий на рынок;
- IV квартал 2024 года – созданы платформенные решения для правовой охраны управления правами на цифровые модели и объекты. 100/25/30% % от общего числа элементов, созданных «цифровых двойников», охрана которых обеспечена в режимах авторского / патентного права (как промышленный образец) / лицензирование;
- IV квартал 2024 года – создана платформа полного

жизненного цикла, обеспечивающая сервисы для разработки специализированного прикладного инженерного ПО на базе отечественной платформы и геометрического ядра. С использованием платформы полного жизненного цикла разработано 25 решений, подготовлено 100 специалистов для проектирования инженерного ПО с использованием платформы;

- IV квартал 2024 года – создан сервис, обеспечивающий доступ к облачным вычислительным мощностям, функционирующий по модели «on demand». Достигнут показатель в 2500 пользователей сервиса;
- IV квартал 2024 года – созданы платформенные решения, реализующие сервисный подход «База доступных технологий» и «База доступных мощностей». 10 компаний используют базы данных;
- IV квартал 2024 года – сформированы платформенные решения для эксплуатационного мониторинга: постпродажное обслуживание изделий и предиктивная аналитика. 100 типовых изделий в 5 приоритетных отраслях промышленности, процесс послепродажного обслуживания которых автоматизирован.

1.3.2. Технологии умного производства (Smart Manufacturing)

Создание функциональных элементов на базе отечественных MES–систем, комплементарных с технологиями искусственного интеллекта, больших данных, интернета вещей и оптимизирующих процесс планирования производства с учётом «быстрых» переналадок и партий запуска

- IV квартал 2021 – создан модуль оптимизации производственных расписаний на уровне холдингов на основе алгоритмов искусственного интеллекта и данных интернета вещей;
- IV квартал 2024 – создан модуль децентрализованного планирования. Интеграция с системами межзаводской кооперации и управления производственно-технологическим потенциалом крупных холдингов и государственных корпораций. MES – система внедрена на 1000 предприятиях, количество пользователей составляет 10000 человек.

Создание функциональных элементов, комплементарных с технологиями искусственного интеллекта, больших данных и распределённых реестров, на базе отечественных платформ

- IV квартал 2021 – создан модуль автоматизации процессов предприятия высокой степени стандартизации (ввод первичных данных, кадровое делопроизводство и т. д.);

- IV квартал 2024 – создан модуль доверенных поставок и транзакций среди участников кооперации. Решение внедрено на 500 предприятиях, 10000 сертифицированных пользователей, 10000 функциональных элементов ERP систем внедрено на высокотехнологичных предприятиях.

1.3.3. Новые материалы (технологии их создания, обработки, контроля качества, инжиниринга материал – конструкция, включая аддитивные технологии)

Обеспечение научно-технологического развития сферы новых материалов

- IV квартал 2024 года – сертифицировано 25 ед. наилучших доступных технологий в сфере новых материалов;
- IV квартал 2024 года – 85 единиц результатов интеллектуальной деятельности, зарегистрированных по процедуре РСТ;
- IV квартал 2024 года – разработано 20 базовых и 45 специализированных стандартов.

Инфраструктурное развитие сферы новых материалов

- IV квартал 2024 года – создано 26 центров в сфере аддитивных технологий, формирование системы сертификации аддитивных технологий на базе 5 сертификационных центров;
- IV квартал 2024 года – запущены программы подготовки в 34 вузах по направлению новых материалов и аддитивных технологий;
- IV квартал 2024 года – внедрено 7 ключевых типов технологий/оборудования (SLM, EBM, DMD, SLA, FDM, FDA, Ink-jet).

1.3.4. Формирование экосистемы технологий по направлению «Технет» НТИ

Развитие передовых производственных технологий

- IV квартал 2024 года – реализована программа Центра национальной технологической инициативы на базе Института передовых производственных технологий ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (СПбПУ) в части исследований, реализованных НИОКТР, подготовленных кадров

Развитие технологий робототехники

- IV квартал 2024 года – реализована программа Центра технологий компонентов робототехники и мехатроники

на базе Университета Иннополис в части исследований, реализованных НИОКТР, подготовленных кадров

Развитие технологий сенсорики

- IV квартал 2024 года – реализована программа Центра компетенций НТИ по направлению «Технологии сенсорики» на базе ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (МИЭТ) в части исследований, реализованных НИОКТР, подготовленных кадров

Развитие технологий промышленного интернета вещей и беспроводной связи

- IV квартал 2024 года – реализована программа Центра компетенций НТИ по направлению «Технологии беспроводной связи и интернета вещей» на базе АНОО ВО «Сколковский институт науки и технологий» (Сколтех) в части исследований, реализованных НИОКТР, подготовленных кадров

- **Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения.**

Реализация плана мероприятий по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в сфере передовых производственных технологий

- IV квартал 2025 – поэтапное выполнение мероприятий законодательной дорожной карты (далее – «Технет 2.0» НТИ), предусмотренных распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2018 года № 482-р «Об утверждении плана мероприятий ("дорожной карты") по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению "Технет" (передовые производственные технологии)» (с изменениями, вносимыми распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 мая 2020 года № 1420-р), в том числе:
 - осуществление мониторинга реализации мероприятий дорожной карты и подготовки предложений по актуализации «Технет 2.0» НТИ;
 - актуализация «Технет 2.0» НТИ (приняты распоряжения Правительства Российской Федерации о внесении изменений в план мероприятий);
 - разработано и принято не менее 50 документов по

стандартизации в области передовых производственных технологий;

Организационно–методическая поддержка разработки проектов нормативных правовых, нормативных технических и иных актов для стимулирования распространения передовых производственных технологий

- IV квартал 2025 – Проведение периодических опросов организаций сферы передовых производственных технологий в целях выявления существующих потребностей в совершенствовании законодательства и устранении административных барьеров;
 - по результатам проведенных опросов формирование перечня документов кандидатов для включения в «Технет 2.0» НТИ;
 - разработка проектов документов по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров, не вошедших в «Технет 2.0» НТИ, но представляющих интерес для стейкхолдеров и акторов;
 - проведено не менее 5 опросов и разработано не менее 10 проектов НПА и документов по стандартизации.

Нормативно–правовое обеспечение инициатив в области оценки соответствия передовых производственных технологий

- II квартал 2021 года – проведены консультации с министерствами, ведомствами и заинтересованными подведомственными организациями, посвященные изучению международного опыта сертификации продукции ППТ, а также выработке предложений по внедрению методов оценки соответствия, направленных на обеспечение ускоренного выпуска в обращение продукции ППТ;
- IV квартал 2021 года – сформирован Международный консорциум для научно–технической поддержки создания нормативной базы разработки и применения методов оценки соответствия продукции ППТ;
- IV квартал 2021 года (далее – ежегодно) – подготовлен перечень рекомендаций по уточнению мероприятий государственных программ, влияющих на развитие рынка ППТ;
- IV квартал 2021 года – разработан комплект нормативно–методической документации, регулирующей деятельность центров сертификации (TestBeds – в виде органа или лаборатории сертификации. Формат будет определен в процессе реализации при координации с Министерством промышленности и торговли Российской Федерации);
- IV квартал 2021 – подготовлен перечень рекомендаций и

	<p>изменений нормативно–технической документации, стандартов российских и международных НПА, регламентирующих разработку, реализацию и внедрение ППТ в России;</p> <ul style="list-style-type: none"> • IV квартал 2022 года – разработаны комплекты требований к методам оценки соответствия высокоответственных изделий из полимерных композиционных материалов общетехнического назначения и объектов транспортной инфраструктуры; • IV квартал 2022 года – разработаны и внесены предложения по дополнениям и изменениям международных нормативных документов (UN, IMO, ISO и др.), регулирующих проектирование, изготовление и эксплуатацию высокоответственных изделий из полимерных композиционных материалов; • IV квартал 2022 года – принято не менее 10 новых стандартов в области оценки соответствия продукции ППТ; • IV квартал 2025 года – принято не менее 30 новых стандартов в области оценки соответствия продукции ППТ. <p><i>Проекты развития сертификации продуктов и сервисов, основанных на использовании новых материалов, аддитивных технологий и конструкций нового поколения (Университетско–промышленные сертификационные TestBeds)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 2020 (далее ежегодно) – проведены консультации с министерствами, ведомствами и заинтересованными подведомственными организациями, посвященные изучению международного опыта современной сертификации, а также выработке предложений по внедрению подходов сертификации, основанных на оценке риска и направленных на внедрение ускоренного выпуска в обращение производственной продукции, созданной с использованием передовых производственных технологий; • IV квартал 2022 года – выполнен комплекс НИОКР в обеспечение реализации пилотных проектов–демонстраторов эффективности и результативности внедрения современных подходов в проведении сертификации продукции, полученной с использованием ППТ; • IV квартал 2022 года – создан объединенный экспериментально–цифровой центр сертификации (TestBed) и сетевой промышленный экспериментально–цифровой центр сертификации (TestBed); • IV квартал 2022 года – разработаны сертификационные правила и требования к высокоответственным композитным конструкциям;
--	--

ИТ– обеспечение деятельности по развитию сертификации продукции, полученной с использованием ППТ

- IV квартал 2020 – создан пилотный банк данных натуральных и виртуальных стандартов качества для сертификации продукции, получаемой с помощью различных технологий;
- IV квартал 2025 – разработана архитектура банка натуральных и виртуальных моделей, нормативно–методическая документация в обеспечение обращения с моделями;
- IV квартал 2025 – разработан модуль базы данных материалов для автомобилестроения;
- IV квартал 2025 – разработан модуль базы данных материалов для авиастроения.

- **Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков.**

Совершенствование системы профессионального образования для подготовки кадров рынка «Технет»

- IV квартал 2022 года (далее – на регулярной основе) – проведение корпоративных программ повышения квалификации и переподготовки в области ППТ;
- I квартал 2023 года – образовательные программы масштабированы в 30 вузах России (накопленным итогом).

Совершенствование инфраструктуры (создание сети образовательных площадок –learning factories)

- IV квартал 2021 года – сформирована сеть не менее чем из 5 университетских зеркальных инжиниринговых центров
- IV квартал 2023 – запущено не менее 2 программ сетевых магистратур по направлению «Технет» НТИ
- IV квартал 2025 года – создана сеть Learning factories в федеральных округах Российской Федерации

Развитие инженерно–технического образования и трансфера компетенций путем развития сети «зеркальных инжиниринговых центров» (ЗИЦ), в том числе университетских (УЗИЦ).

- IV квартал 2021 года – созданы 5 ЗИЦ в федеральных округах Российской Федерации;
- IV квартал 2021 года – создана 1 команда у партнеров, реализующих проекты создания зеркальных

	<p>инжиниринговых центров (ЗИЦ) на базе университетов и предприятий;</p> <ul style="list-style-type: none"> • IV квартал 2024 года – созданы 3 команда у партнеров, реализующих проекты создания зеркальных инженеринговых центров (ЗИЦ) на базе университетов и предприятий; • IV квартал 2024 года – созданы 10 ЗИЦ в федеральных округах Российской Федерации. <p>• Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы.</p> <p><i>Развитие инженерно–технического творчества</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • II квартал 2021 года (ежегодно) – проведение соревнования по перспективным профессиям Future Skills в рамках World Skills Hi–Tech; • III квартал 2021 года – разработаны метрики для оценки региональной технологической инфраструктуры, поиска и формирования реестра технологических проблем для мейкерских сообществ; • II квартал 2022 года – выстроена система кооперации по взаимодействию с институтами развития, учреждениями дополнительного образования, представителями дорожной карты «Кружковое движение» для реализации проектов по вовлечению молодого поколения в инженерную сферу, популяризации инженерных профессий <p><i>Развитие региональных партнерств по направлению «Технет» НТИ</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • I квартал 2021 – подписание 3 соглашений о сотрудничестве АО «РВК» (РВК), Ассоциации «Технет», научно–образовательных центров мирового уровня; • IV квартал 2022 – сформированы устойчивые партнерства с 5–6 регионами России. <p>• Организационно–техническая и экспертно–аналитическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы.</p> <p><i>Координация и управление реализацией ДК «Технет»</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • IV квартал 2025 года – создано не менее 15 консорциумов для реализации проектов «Технет», тестирования и пилотирования технологический решений, запуска Фабрик Будущего «Технет». <p><i>Экспертно–аналитическая поддержка тематических и предметных направлений реализации ДК «Технет»</i></p>
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • IV квартал 2020 года (далее ежегодно) – проведены экспертно–аналитические исследования для формирования проектов (актуализация перечня «best-in-class» продуктов, разработка технических заданий) в рамках реализации ДК «Технет»; • IV квартал 2020 года – подготовлен доклад «Передовые производственные технологии: возможности для России»; • III квартал 2026 года – подготовлен доклад и план действий «Гибкие, сетевые, умные производства России 2035». <p>Создание механизмов акселерации компаний Национальной технологической инициативы и механизмов экспортного продвижения создаваемых продуктов.</p> <p><i>Развитие экосистемы формирования, привлечения развития и передачи компетенций и лучших в своем классе технологий</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • IV квартал 2021 года – представлены рекомендации и предложения в инвестиционные программы компаний с государственным участием; • IV квартал 2021 года (ежегодно) – запущен 1 преакселератор развития глобально конкурентно-способных бизнесов на базе ППТ; • IV квартал 2021 года (ежегодно) – запущен 1 акселератор развития глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ППТ. • IV квартал 2025 года – создание корпоративной системы управления проектами, обеспечивающей внедрение решений по направлению «Технет» НТИ в реальное производство (не менее 5 решений в год) • IV квартал 2021 год (ежегодно) – не менее 5 заявок по всем конкурсам Фонда содействия инновациям по тематике направления «Технет» НТИ и сквозной цифровой технологии «Новые производственные технологии»
<p>Общий объем финансового обеспечения по основным этапам, включая оценку объемов государственной поддержки</p>	<p>Всего 11 193 млн рублей, включая:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2021 – 3 943 млн рублей (из них 2130,5 млн рублей средства федерального бюджета в различных формах); • 2022 – 4018 млн рублей (из них 2425,5 млн рублей средства федерального бюджета в различных формах); • 2023 – 3232 млн рублей (из них 2 095,5 млн рублей средства федерального бюджета в различных формах)

реализации мероприятий	
---------------------------	--

II. ОПИСАНИЕ СФЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПЛАНА МЕРОПРИЯТИЙ («ДОРОЖНОЙ КАРТЫ»)

1. Краткое описание возникающего рынка

1.1. Фабрики будущего

«Фабрики Будущего» понимаются как системы комплексных технологических решений (интегрированные технологические цепочки), обеспечивающие в кратчайшие сроки проектирование и производство глобально конкурентоспособной продукции нового поколения. «Фабрики Будущего», как правило, генерируются на испытательных полигонах (TestBeds).

Сейчас перед промышленностью России стоит новый вызов – Time to Market – минимальное время вывода конкурентоспособной продукции нового поколения на рынок (конкурентное преимущество – преимущество продукта над конкурентами, обеспечиваемое за счёт предоставления потребителю более высокой ценности). Ответом на этот вызов должны стать «Фабрики Будущего» – Цифровые – «Умные» – Виртуальные, которые за счет:

- принципиально новых подходов к цифровому проектированию на основе полного математического моделирования и технологий оптимизации;
- виртуальных испытаний, которые, к тому же, значительно снижают объемы дорогостоящих натурных испытаний;
- передовых производственных технологий и цифрового умного производства обеспечат выпуск высокотехнологичной продукции лучше и быстрее, чем в настоящий момент существует в экономике России.

Цифровая Фабрика ориентирована на проектирование и производство продукции нового поколения, как правило, от стадии исследования и планирования, когда закладываются базовые принципы изделия, до стадии создания цифрового макета продукта (Digital Mock-Up, DMU), «цифрового двойника» (Digital Twin) и опытного образца или мелкой серии. Оценка общих эффектов от внедрения «Цифровой» Фабрики в сравнении с традиционными моделями производства и проектирования: снижение затрат – 10–50%; сокращение времени производства – 20–70%; рост прибыли – 10–50% (установлено эмпирическим способом при реализации сопоставимого передового проекта – GE Brilliant Factory).

В результате внедрения технологий Цифровой Фабрики заказчик получит современную высокотехнологичную производственную цепочку, объединяющую передовые программные системы в единую систему с цифровизацией производственных процессов на уровне до 95%.

«Умная» Фабрика – ориентирована на производство продукции нового поколения от заготовки до готового изделия по цене серийного производства текущего индустриального уклада. В качестве входного продукта «Умной» Фабрики используется результат работы Цифровой Фабрики. Отсутствие зависимости цены от признака серийности обеспечивается за счет увязанных общей системой управления и логистической системой отдельных модулей, обеспечивающих реализацию всех технологических переделов без участия человека (24 часа в сутки, 7 дней в неделю, 365 дней в году). Оценка общих эффектов от внедрения «Умной» Фабрики в сравнении с традиционными моделями производства и проектирования: 2–4-кратное сокращение времени производства; рост вводов 50–70%; рост прибыли до 2 раз (установлено эмпирическим способом при реализации сопоставимого передового проекта – GE Brilliant Factory).

В результате внедрения технологий «Умной» Фабрики заказчик получит автоматизированный «Умный» завод с безлюдным интеллектуальным производством не менее 100% основных технологических операций.

Виртуальная Фабрика – объединение Цифровых и (или) «Умных» Фабрик в единую сеть либо как части глобальных цепочек поставок (поставки => производство => дистрибьюция и логистика => сбыт и сервисное обслуживание), либо как распределенных производственных активов. Продукт Виртуальной фабрики – это виртуальная модель всех организационных, технологических, логистических процессов территориально распределённых «цифровых» и «умных» производств, представленных для пользователя как единый объект. Оценка общих эффектов от внедрения Виртуальной Фабрики в сравнении с традиционными моделями производства и проектирования: 2–4-кратный рост предсказуемости; 40% снижение затрат; сокращение числа единиц оборудования – 7–15% (установлено эмпирическим способом при реализации сопоставимого передового проекта – GE Brilliant Factory).

В результате внедрения технологий Виртуальной Фабрики заказчик получит пакет решений для виртуального управления цепочками поставок на предприятии.

Цифровые и Виртуальные Фабрики покрывают все уровни готовности технологий и производства (TRL–1 – TRL–9, MRL–1 – MRL–10), «Умные» Фабрики покрывают уровни готовности технологий и производства с TRL–4–TRL–9, MRL–4 – MRL–10.

Результаты внедрения систем комплексных технологических решений могут существенно повысить производительность и ресурсоэффективность производственного процесса. Соединение всех трех типов «Фабрики Будущего» позволит произвести процесс трансформации из традиционного производства в передовое, трансформируя все элементы цепочки добавленной стоимости.

Все названные передовые производственные технологии имеют быстрорастущие рынки, но различную структуру, стадию развития и уровень зрелости, количество и мощность игроков, страны–лидеров и т. д. Средние прогнозируемые темпы роста по направлениям составляют от 4–5% до 25–30% в год. Объем рынка «Фабрик Будущего» (передовых производственных технологий, систем комплексных технологических решений на их основе, а также продукции, выпускаемой предприятиями, внедрившими технологии «Фабрик Будущего») к 2035 году составит более \$3 трлн.

В ДК «Технет 4.0» включены следующие технологические направления, составляющие компоненты «Фабрики Будущего», которые включают:

цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design) как совокупность технологий, обеспечивающих реализацию концепции передового цифрового «умного» проектирования, драйвером которых выступает технология разработки цифрового двойника (Digital Twin); технологий компьютерного проектирования (CAD), математического моделирования, компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга (CAE и HPTC) / имитационного моделирования, технологий оптимизации (CAO), технологий управления процессами проектирования, моделирования и данными (SPDM), планирования технологических процессов (CAPP), технологической подготовка производства (CAM), CAM и CAE для аддитивного производства, планирование производственных процессов (CAPP), технологии управления данными о продукте (PDM), технологии управления жизненным циклом (PLM), интегрированная логистическая поддержка (ILS);

новые материалы (технологии их создания, обработки, контроля качества, инжиниринга материал – конструкция, включая аддитивные технологии): совокупность технологий, обеспечивающих реализацию концепции инжиниринга -

материал - конструкция (М-К), включая, но не ограничиваясь, разработку, моделирование, создание, контроль качества и использование новых материалов. Создание систем с заданными/управляемыми свойствами. Технологии формирования систем М-К, включая технологии производства композиционных и керамических материалов и технологии аддитивного производства (на всех этапах жизненного цикла от создания базовых компонентов, до эксплуатации систем М-К);

технологии «умного» производства (Smart Manufacturing), включая технологии подготовки и реализации производственного процесса с минимальным участием человека на основе данных PLM-системы и цифрового двойника, технологии управления технологическими процессами, производством, предприятием; технологическую подготовку и реализацию производственного процесса для кастомизированной продукции широкой номенклатуры на основе гибких, реконфигурируемых и модульных машин, оборудования и робототехники, CNC-технологии и гибридные технологии, информационные системы управления предприятием (Industrial Control System – ICS, Manufacturing Execution System – MES, Enterprise Resource Planning – ERP, Enterprise Application Software – EAS);

технологии робототехники и сенсорики:

сегмент **“Робототехника”** включает технологии применения роботов и робототехнических систем для производства промышленных товаров. В настоящее время промышленные роботы-манипуляторы являются наиболее развитой областью робототехники и широко применяются в мировой практике. Опережающее развитие возможно только благодаря разработке новых технологических решений. Ключевыми являются технологии захвата и манипулирования объектами; технологии высокоточного контактного взаимодействия; технологии коллаборативной робототехники; технологии человеко-машинных интерфейсов на базе виртуальной и дополненной реальности, нейроинтерфейсов; технологии и алгоритмы дистанционного управления робототехническими системами; технологии мультиагентных робототехнических систем в производстве и складском хозяйстве; технологии матричного производства; технологии мехатроники, в частности технологии электроприводов, обеспечивающих высокую точность и жёсткость или высокую податливость и демпфирующие свойства, интеллектуальное управление и другое; технологии сенсоров и обработки сенсорной информации; технологии моделирования и симулирования робототехнических устройств;

сегмент **«Сенсорика»** включает сенсорные системы и методы обработки сенсорной информации, взаимодействия технических систем между собой и с человеком. Сенсорика

основываются на методах материаловедения, микроэлектроники, мехатроники и других науках. Сенсорика направлена на замену человека при выполнении мониторинга окружающей среды, в труднодоступных, опасных местах, а также там, где требуется постоянный сбор информации с множества точек контроля окружающей среды. Современная сенсорика, в свою очередь, является комплексной цифровой технологией, включающей в себя не только методы измерения физических величин, но и методы обработки сенсорной информации;

технологии беспроводной связи и индустриального интернета – набор технологий для организации сетевого взаимодействия подключенных промышленных / производственных объектов («вещей» – изделий, зданий, машин, оборудования, робототехники, инструментов, устройств идентификации) к различным приложениям, платформам, информационным и управленческим системам разных уровней (приводы и сенсоры, контроль, управление разработкой, производством, реализацией и планированием) для осуществления преимущественно автоматического сбора, обработки, и передачи информации (о состоянии вещей, систем, окружающей среды, условиях их эксплуатации и операционных показателей), с возможностью удаленного контроля и управления без участия человека, на основе научного анализа получаемых данных (с инструментами Data Science, Big Data, Искусственного интеллекта, машинного / самообучения) в режиме, близком к реальному времени.

1.2. Цели и задачи дорожной карты «Технет 4.0»

В основе цифровой трансформации в промышленности лежит использование передовых производственных технологий, разработке и внедрению которых посвящены масштабные программы в целом ряде ведущих стран – Advanced Manufacturing Partnership в США, Industrie 4.0 в Германии, Factories of the Future в Европейском союзе, Made in China 2025 в Китае и др.

В настоящий момент в России реализуются следующие крупные инициативы национального уровня по поддержке развития передовых производственных технологий.

- Национальная технологическая инициатива (далее – НТИ), о начале реализации которой было объявлено в декабре 2014 года;
- Стратегия научно–технологического развития (далее – СНТР), утвержденная в декабре 2016 года;
- национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», паспорт которой был утвержден в декабре 2018 года.

План мероприятий («дорожная карта») «Технет» (Передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы (Далее – ДК «Технет 4.0» НТИ) является стратегическим документом планирования и целеполагания технологического развития Российской Федерации и национальной экономики. ДК «Технет 4.0» НТИ является актуализированной версией дорожной карты «Технет» НТИ (Передовые производственные технологии), одобренной 14 февраля 2017 года на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России, которое провел Председатель Правительства Российской Федерации Д.А. Медведев.

При разработке ДК «Технет» в основу был положен ряд тезисов, которые определили позиционирование и дифференциацию рынков / сегментов, которые ее образуют.

1) Технологии создают и развивают рынки, а не наоборот, а развитие цифровой экономики связано, в первую очередь, с мультидисциплинарными, кросс- и надотраслевыми технологиями, которые, зачастую будучи созданными для решения узкоотраслевых задач, затем становятся востребованными во многих отраслях промышленности, то есть в высокотехнологичном мире происходит постоянный кросс-отраслевой трансфер технологий. Этот тезис в полной мере распространяется на передовые производственные технологии, в первую очередь цифровое проектирование и моделирование, новые материалы и аддитивные технологии, которые носят кросс-рыночный характер, то есть не имеют привязки к конкретным рынкам НТИ и в той или иной степени будут применяться в рамках всех будущих рынков, в каждом случае получая определенную фокусировку и рыночную проблематику.

2) Важно отметить, что среди множества передовых производственных технологий, технология «цифровой двойник» (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».

Цифровой двойник – это комплексная технология, процесс проектирования, в основе которого лежит разработка и применение семейства сложных мультидисциплинарных математических моделей, описываемых 3D нестационарными нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных, с высоким уровнем адекватности

- поведению в различных условиях эксплуатации реальных материалов, объектов / систем / машин / конструкций / ...
- и
- разнообразным технологическим процессам, с помощью которых создаются реальные материалы и реальные объекты / изделия / продукты / ..., и, конечно, цифровой двойник – это технология (процесс) создания глобально конкурентоспособной продукции, интегрирующая следующие необходимые ключевые компоненты:

Best-in-class («лучшие в классе») технологии мирового уровня, из которых путем комплексирования формируется цепочка создания глобально конкурентоспособной продукции,

Модельно-ориентированный системный инжиниринг (Model Based System Engineering, MBSE) – междисциплинарный, межотраслевой подход, используемый для разработки и применения сложных инновационных изделий и систем,

Многоуровневая гиперматрица M_{DT} требований / целевых показателей и ресурсных (временных, финансовых, технологических, производственных, экологических и т. д.) ограничений – ключевой элемент технологии разработки цифрового двойника.

Эта матрица целевых показателей **M_{DT}** предназначена для обеспечения рациональной «балансировки» большого количества (несколько тысяч или десятков

тысяч) целевых характеристик как объекта в целом, так и его компонентов в отдельности, которые, как правило, «конфликтуют» между собой

- как на одном уровне, так и на разных уровнях описания системы,
- как на одном этапе, так и на разных этапах жизненного цикла,

более того, нужно не только достичь целевых характеристик, но и удовлетворить множеству ресурсных ограничений.

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». В процессе разработки полномасштабного цифрового двойника сложных объектов / систем / машин / конструкций / ..., необходимо выполнить, как правило, десятки тысяч виртуальных испытаний (фактически «вычислительных экспериментов») материалов, узлов, компонентов, подсистем и систем, причём, как показывает опыт, количество виртуальных испытаний примерно соответствует количеству требований / целевых показателей и ограничений, представленных в матрице.

2) Рабочая группа «Технет» фокусируется на создании в кратчайшие сроки глобально конкурентоспособной и кастомизированной продукции нового поколения за счет отбора и комплексирования технологий мирового уровня в технологические цепочки, называемые Цифровыми, «Умными», Виртуальными Фабриками Будущего (Digital, Smart, Virtual Factories of the Future).

При этом Цифровая фабрика (Digital Factory) характеризуется использованием технологий цифрового проектирования и моделирования как самих продуктов или изделий, так и производственных процессов на всем протяжении жизненного цикла, что позволяет радикально сократить сроки вывода на рынок и повысить интеллектуалоемкость новых продуктов или изделий (машин, конструкций, агрегатов, приборов, установок и т.д.).

«Умная» фабрика (Smart Factory) формируется, как правило, на основе Цифровой фабрики. «Умная» фабрика подразумевает, прежде всего, наличие высокотехнологичного оборудования – 3D-принтеров, станков с числовым программным управлением, робототехнических комплексов и др. Применение датчиков, сенсоров, а также автоматизированных систем управления технологическими процессами и систем оперативного управления производственными процессами на уровне цеха, предоставляет возможность осуществлять быструю и гибкую («автоматизированную») переналадку оборудования. Такой подход позволяет радикально повысить производительность, экологичность и энергоэффективность производства как массовой, так и кастомизированной продукции, удовлетворяющей требованиям рынка и потребителей.

Виртуальная фабрика (Virtual Factory) формируется как распределенная сеть Цифровых и «Умных» фабрик, а также поставщиков услуг / компонентов. Виртуальная фабрика призвана радикально повысить добавленную стоимость продуктов и изделий и расширить конкурентные предложения на рынке за счет использования технологий управления глобальными цепочками поставок и распределенными производственными активами.

- 3) Для формирования Фабрики Будущего, при отборе и комплексировании различных лучших в мире технологий с добавлением собственных кросс-отраслевых интеллектуальных ноу-хау, необходимо иметь место, где эти технологии можно было бы опробовать на практике, в среде, отвечающей реальным условиям, – испытательный полигон (TestBed).
- 4) Дуальность направления «Технет», заключающаяся в ориентированности на работу не только со средними и малыми технологическими компаниями, которые в соответствии с идеологией НТИ в наибольшей степени участвуют в создании и развитии новых рынков, но и с крупными компаниями – лидерами существующих

отраслей высокотехнологичной промышленности (кросс–отраслевой характер направления «Технет»).

5) Направление «Технет» отвечает на следующие вызовы экономического развития России:

- исчерпание традиционных источников роста (добыча углеводородных ресурсов, дешевая стоимость энергоресурсов и рабочей силы и т.д.);
- импортозависимость и необходимость опережающего развития высокотехнологичных отраслей промышленности России.

6) Направление «Технет» сфокусировано на разработке, развитии и применении передовых производственных технологий для решения задач экспорто–ориентированного импортоопережения.

1.3. Обоснование необходимости обновления ДК «Технет 4.0» (передовые производственные технологии) НТИ

Дорожная карта ДК «Технет 1.0» НТИ построена как документ, развивающий базовую идеологию передовых производственных технологий. Концепция основана на создании «Фабрик будущего» (Smart Factory, Virtual Factory, Digital Factory), а также виртуальных и реальных испытательных полигонов. Особенностью плана мероприятий является высокая ресурсоемкость при реализации целей и задач дорожной карты.

- Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента России от 1 декабря 2016 года № 642).
- ДК «Технет 2.0» НТИ (2018 г., 2020 г.). ДК по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров, в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (передовые производственные технологии) (Распоряжение Правительства Российской Федерации № 482–р от 23.03.2018 г. и Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1420–р от 28.05.2020 г.).
- ДК «Технет 3.0» НТИ (2019 г.). дорожная карта по развитию «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» Федерального проекта «Цифровые технологии» Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». дорожная карта утверждена 14 октября 2019 года на заседании Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условия ведения предпринимательской деятельности.

- Дорожные карты крупнейших организаций с государственным участием с целью развития отдельных высокотехнологичных направлений (с 2019 г.).
- Национальный проект «Наука» (с 2018 г.).

Базовая идеология ДК «Технет 1.0» НТИ, таким образом, в части испытательных полигонов и Фабрик будущего была фрагментирована по другим документам и концепциям.

При этом непосредственно ДК «Технет» НТИ реализуется за счет следующих ключевых направлений.

1) Инициативное развитие Фабрик будущего.

а. Цифровые фабрики:

- 1) Цифровая платформа разработки цифровых двойников CML-Bench (ГК CompMechLab/ ИЦ «ИЦКИ» / Центр НТИ СПбПУ / НЦМУ «Передовые цифровые технологии»);
- 2) Цифровая фабрика по созданию семейства высокооборотных дизельных двигателей (ООО «Уральский дизель-моторный завод» («УДМЗ») / АО «Синара–Транспортные машины» («СТМ») / АО «Группа Синара»);
- 3) «Цифровая верфь» (АО «СНСЗ» / АО «ОСК»).

б. Умные фабрики:

- 1) «Умная» Фабрика «Сатурн» (ПАО «ОДК-Сатурн» / АО «ОДК» / ГК «Ростех»);
- 2) Высокотехнологичное производство робототехнических комплексов, (АО «Диаконт»).

2) Развитие Центров компетенций Национальной технологической инициативы.

- а. Центр НТИ «Новые производственные технологии» (СПбПУ) (с 2017 г.) / НЦМУ «Передовые цифровые технологии» (с 2020 г.).
- б. Центр НТИ «Сенсорика» (МИЭТ) (с 2018 г.).
- в. Центр НТИ в области робототехники и мехатроники (Университет Иннополис) (с 2018 г.).
- д. Центр НТИ по беспроводной связи и интернету вещей (Сколтех) (с 2018 г.).

- 3) Поддержка, выделяемая в рамках конкурсов, проводимых Фондом содействия инновациям. Так в период с 2017 по 2019 гг. реализованы следующие технологические конкурсы по направлению «Технет» НТИ:
- a. Умник: 760 заявок / 109 победителей,
 - b. СТАРТ–НТИ: 47 заявок / 9 победителей,
 - c. Развитие НТИ: 410 заявок / 64 победителей,
 - d. Развитие–Цифровые технологии: 112 заявок / 32 победителя).
- 4) Деятельность рабочей группы «Технет» и законодательной рабочей группы «Технет» по преодолению нормативных правовых барьеров. РГ «Технет» осуществляет отбор и поддержку проектов. С 2017 года рабочая группа рассмотрела 93 проекта, 47 поддержано, 25 рассмотрены проектным комитетом, 3 рекомендованы к реализации МРГ (ИК «Тесис», ООО «С-Инновации», ООО «ИЦ ИАС» [OperKit Platform]).
- 5) В рамках деятельности по направлению «Технет» НТИ реализуются акселерационные программы, в том числе Акселерационные программы по проектам «Технет» (GenerationS, ПАО «ОДК–Сатурн» (2016, 2017 гг.), TechNet Project (2018–2020 гг.)).
- 6) Деятельность Инфраструктурного центра «Технет» (Ассоциации «Технет) по популяризации, аналитике, преодолению нормативных правовых барьеров, развитию сообщества «Технет» НТИ.
- 7) Региональная повестка НТИ. В 2018 году Центр НТИ СПбПУ по заказу АО «РВК» (РВК) разработал «Региональный стандарт НТИ» – комплекс методических рекомендаций по участию в НТИ для региональных органов власти, быстрорастущих технологических компаний и ведущих отечественных университетов. Помимо этого, развивается сеть зеркальных инжиниринговых центров. В эту деятельность вовлечены почти 50 университетов в Российской Федерации. Также развивается сотрудничество с научно-образовательными центрами мирового уровня (НОЦ), в том числе заключены соглашения о сотрудничестве с Самарским НОЦ, Нижегородским НОЦ, Южным НОЦ (2020 год).

Таким образом, необходимо осуществить пересборку ДК «Технет 1.0» НТИ, которая обеспечит «сборку» полигонов на основе использования платформ.

Помимо этого, важно развивать появившиеся в рамках реализации ДК «Технет 1.0» НТИ направления.

- 1) Формирование дорожной карты по принципу «матрешки», интегрирующей другие инициативы и документы.
- 2) Анализ опыта и внедрение лучших практик по развитию инициативных проектов по «Фабрикам будущего».
- 3) Учет целей, задач и приоритетов развития профильных Центров компетенций НТИ в материалах дорожной карты.
- 4) Актуализация барьеров, анализ результатов, корректировка целей и задач в рамках отборов и конкурсов, проводимых Фондом содействия инновациям.
- 5) Расширение профиля и перечня барьеров по рассматриваемым рабочей группой «Технет» проектам.
- 6) Актуализация плана мероприятий в рамках реализации законодательной ДК «Технет 2.0» НТИ.
- 7) Расширение образовательной функции, доупаковка и продвижение проектов в рамках реализации акселерационных программ.
- 8) Масштабирование деятельности Инфраструктурного центра «Технет».
- 9) Развитие региональной повестки, развитие сотрудничества с НОЦ и университетских зеркальных инжиниринговых центров.

Принципы формирования новой редакции ДК «Технет 4.0» (передовые производственные технологии) НТИ

- Опора на долгосрочные цели, задачи и результаты реализации ДК «Технет» НТИ.
- В основе ДК «Технет 4.0» НТИ – вызовы IV промышленной революции и принципы программы Advanced Manufacturing Partnership (2012 год).
- Преемственность, принцип «матрешки»:
 - ДК «Технет 1.0» НТИ.
 - ДК «Технет 2.0» НТИ.
 - ДК «Технет 3.0» НТИ.
- Включение в ДК блоков по Smart Design (Цифровые двойники), Smart Manufacturing.
- Согласование позиций участников направления «Технет» НТИ / координация государственных мер поддержки, направленных на развитие передовых производственных технологий с целью достижения синергетических эффектов.

Поэтапное, скоординированное, системное развитие передовых производственных технологий и рынков от фундаментальных и прикладных исследований – до реализации

новых продуктов и услуг, и решения проблем–вызовов, стоящих перед высокотехнологичной промышленностью (направление «Технет» НТИ).

1.4. Позиционирование документа ДК «Технет 4.0» НТИ

Название ДК «Технет 4.0» НТИ указывает на преемственность документа, актуализированная версия которого опираются на следующие значимые инициативы национального уровня:

- ДК «Технет 1.0» НТИ – разработка дорожной карты «Технет» НТИ от 14.02.2017 г., а также её реализация в период 2017–2020 гг. Одобрена 14 февраля 2017 года на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России, которое провел Председатель Правительства Российской Федерации Д.А. Медведев.
- ДК «Технет 2.0» НТИ – дорожная карта по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров, в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (передовые производственные технологии) (Распоряжение Правительства Российской Федерации №482–р от 23.03.2018 г. и Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1420–р от 28.05.2020 г.)
- ДК «Технет 3.0» НТИ – дорожная карта по развитию «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» Федерального проекта «Цифровые технологии» Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». дорожная карта была утверждена 14 октября 2019 года на заседании Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условия ведения предпринимательской деятельности.

С точки зрения экспертной группы – разработчиков актуализированной версии ДК «Технет 4.0» целесообразно интегрировать в актуальной версии плана мероприятий базовые и содержательные направления других документов с целью достижения следующих эффектов:

- 1) Интеграция субтехнологий и проектов в сфере поддержки новых производственных технологий / передовых производственных технологий / рынков «Технет» НТИ.
- 2) Координация государственных мер поддержки, направленных на развитие производственных технологий с целью достижения синергетических эффектов.
- 3) Поэтапное, скоординированное, системное развитие новых технологий производства и рынков по всей цепочке готовности технологий от

фундаментальных и прикладных исследований – до реализации за счет технологий новых продуктов и услуг и решения проблем–вызовов, стоящих перед промышленностью (рынки «Технет» НТИ).

Для достижения этой цели в актуализированной версии дорожной карты ДК «Технет 4.0» НТИ были учтены положения дорожной карты по развитию «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» Федерального проекта «Цифровые технологии» Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

Предметная область «Технет» – комплекс ключевых компетенций, обеспечивающих интеграцию ППТ и связанных бизнес–моделей для создания «Фабрик Будущего» в Российской Федерации. Реализация ДК «Технет» исходит из работы с целыми компонентами («цифровая», «умная» и «виртуальная» фабрики) и соответствующими технологическими направлениями в рамках модельной архитектуры «Фабрики Будущего».

ДК «Технет» следует считать одним из инструментов целеполагания социально–экономического развития РФ в глобальной повестке, план мероприятий опирается на опыт внедрения передовых производственных технологий государствами в рамках соответствующих инициатив «Industry 4.0» в Германии, «Advanced Manufacturing Initiative» в США, «Factories of the Future» в ЕС, «Made in China 2025» в КНР, национальных программ цифровизации, международных программ развития Интернета вещей (IoT) и индустриального Интернета (IIoT), и др.

Ключевым принципом реализации ДК «Технет» является преодоление разрыва между имеющимся заделом по производству целого ряда «best–in–class» продукции по ряду технологических комплексов ППТ и требованием к масштабируемости и серийности изготовления кастомизированных продуктов, изделий и решений. Реализация мероприятий ДК «Технет» обеспечит устранение дефицита мер поддержки с TRL–4 по TRL–7. Для реализации данного принципа в плане мероприятий ДК «Технет» были включены мероприятия, направленные на преодоление технологических барьеров, которые существуют на данный момент в промышленных секторах российской экономики, прежде всего связанные с устаревшими форматами организации технологических и производственных цепочек, которые в свою очередь не позволяют производить конкурентные на мировом рынке наукоемкие продукты в областях машиностроения, электроники и электронного оборудования и др.

ДК «Технет 4.0» разработана для координации действий органов исполнительной власти, государственных и частных компаний, общественных организаций по реализации инициатив, направленных на обеспечение глобальной конкурентоспособности отечественных компаний–лидеров на рынках НТИ и в высокотехнологичных отраслях промышленности в долгосрочной перспективе (горизонт планирования дорожных карт НТИ – 2035 год).

Приоритеты развития

1. Повышение глобальной конкурентоспособности России на мировых высокотехнологичных рынках;
2. Создание высокопроизводительного экспортоориентированного сектора обрабатывающих производств, развивающегося на основе передовых 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 инженеров и других специалистов, обладающих компетенциями мирового уровня, высококвалифицированных кадров;
5. Переход к новым бизнес–моделям на базе Цифровых платформ / Цифровых двойников и к Фабрикам будущего («цифровым» / «умным» / «виртуальным») как основе современного производства.

Цели ДК «Технет 4.0» НТИ:

Цель 1:

Формирование комплекса ключевых компетенций в Российской Федерации, обеспечивающих интеграцию передовых производственных технологий (передовые производственные технологии – ППТ) и бизнес–моделей для их распространения в качестве «Фабрик Будущего»

Задачи для достижения цели:

- i. Создание инфраструктуры для развития комплекса ключевых компетенций для Фабрик Будущего.
- ii. Прогнозирование развития передовых производственных технологий и связанных с ними бизнес–моделей.

- iii. Внедрение и апробация производственных технологий, стимулирование спроса для достижения промышленного лидерства в будущем, в первую очередь в высокотехнологичных отраслях промышленности.
- iv. Создание законодательных и институциональных условий для развития передовых производственных технологий: устранение барьеров (нормативно–технических, научных, технологических, кадровых, финансовых и др.).

Цель 2:

Создание глобально конкурентоспособной кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения для рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности.

Задачи для достижения цели:

- i. Разработка, применение и сопровождение цифровых двойников как основы для технологического лидерства.
- ii. Разработка и развитие отечественных производственных технологий до мирового уровня, реализация их полного потенциала.
- iii. Реализация комплекса ключевых компетенций путем создания глобально конкурентоспособных компаний на рынках НТИ и в высокотехнологичных отраслях промышленности.
- iv. Формирование экосистемы создания, привлечения, развития и передачи лучших в своем классе технологий.

ДК «Технет 4.0» обеспечивает удовлетворение спроса технологических потребностей рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности на передовые производственные технологии и модели их внедрения. Спрос на ППТ и на продукцию, производимую с помощью ППТ, обусловлен, главным образом, жесткой конкурентной средой, конъюнктурой рынка и в случае машиностроения во многом геополитической и экономической обстановкой.

2. Описание основных участников возникающего рынка

2.1. Ключевые международные участники возникающего рынка

Всемирный экономический форум и McKinsey & Company в докладе о Четвертой промышленной революции проанализировали опыт передовых компаний. В частности, в рамках исследования были выделены предприятия – лидеры или, в терминологии ВЭФ, «маяки», чей опыт был проанализирован. Компании – «маяки» в интерпретации ДК «Технет 4.0» могут считаться Фабриками будущего.

В настоящий момент в организованную сеть входят 44 предприятия по всему миру. Компании – «маяки» характеризуются тем, что наиболее быстро адаптируют технологии Четвертой промышленной революции, включая передовые производственные технологии, автоматизацию предиктивную аналитику, технологии виртуальной и дополненной реальности и промышленный Интернет вещей. Предприятия – «маяки» являются эталонами того, как можно адаптировать и масштабировать технологии Четвертой промышленной революции.

Среди предприятий – «маяков» компании Zymergen, Phoenix Contact, Saudi Aramco, Weichai, Fast Radius with UPS, AGCO, Unilever, SAIC Maxus, Johnson & Johnson Vision Care, Rold, Tata Steel, Haier, Groupe Renault, Bayer, Siemens, Johnson & Johnson DePuy Synthes, MODEC, BMW Group, Infineon, Bosch, Procter & Gamble, Schneider Electric, GSK, Sandvik Coromant, Micron, Baoshan Iron & Steel, Nokia, Petrosea, Arçelik A.S., Foxconn Industrial Internet, POSCO, Petkim, Foton Cummins, GE Healthcare, Henkel, Ford Otosan, Danfoss, Hitachi.

Таблица 1. Примеры внедрения технологий «фабрик будущего» компаниями – «маяками»

Компания	История успеха	Ключевые технологии	Эффект
AGCO (Марктобердорф, Германия)	Совмещение цифровых решений и умного проектирования производственной линии позволяет производить 9 типов тракторов от 72 до 500 л.с. на одной сборочной линии.	Виртуальное проектирование производственной линии и расчеты нагрузки. Интеллектуальная система управления транспортом Передовая аналитика для мониторинга качества	Рост производительности линии на 24%, сокращение времени производства на 60%.

		Цифровая оценка эффективности работы с поставщиками.	
MODEC (Рио-де Жанейро, Бразилия)	Использование технологий передовой аналитики для профилактического обслуживания. Разработка цифрового двойника промышленного производства и платформы данных для ускорения развития и экспоненциального роста новых алгоритмов.	Цифровой двойник Машинное обучение и предиктивная аналитика Искусственный интеллект для ускорения масштабирования цифровых приложений в офшорном флоте Цифровая оценка эффективности труда Передовая аналитическая система мониторинга процессов.	Сокращение простоя буровой платформы на 65%.
Haier (Шеньян, КНР)	Использование модели массовой кастомизации. Развитие масштабируемой цифровой платформы для взаимодействия с поставщиками и пользователями.	3D цифровой двойник для развития продукта и проведения испытаний Цифровая платформа взаимодействия с поставщиками Автоматизация цеха Цифровая оценка качества.	Рост производительности труда на 28%.
SAIC Maxus (Нанкин, КНР)	Внедрение инструментов массовой кастомизации, Цифровизация цепочки добавленной стоимости от поставщиков до клиентов за счет использования интегрированной цифровой нити (digital thread).	Цифровые продажи: массовая кастомизация онлайн Цифровое управления качеством Цифровой двойник производства Цифровая цепочка поставок Умное проектирование.	Рост производительности труда на 20%.
Petrosea (Табанг, Индонезия)	Внедрение на удаленном предприятии (шахте) передовых инструментов мониторинга погрузочных работ, мониторинга в реальном времени, мониторинга с дронов	Управление сотрудником с использованием приложения в реальном времени Цифровая система обслуживания с использованием предиктивной аналитики	Сокращение численности грузовиков на 10%. Рост отгруженной продукции на 32%.

	привело к тому, что убыточная шахта за полгода стала доходной.	Цифровое операционное планирование.	
Nokia (Оулу, Финляндия)	Фабрика Nokia прошла полную цифровизацию (5G). Ряд решений, в том числе использование собственной беспроводной сети.	Цифровизация разработки новых продуктов Гибкие роботизированные линии Собственная беспроводная сеть Облачная система контроля данных и управления процессами в реальном времени Внутренняя автоматизированная логистика за счет использования мобильных роботов.	Рост производительности труда на 30%, ускорение времени вывода продуктов на рынок на 50%.
Micron (Сингапур)	Фабрика по производству полупроводников работает на основе инфраструктуры больших данных и промышленного интернета вещей для внедрения решений на основе искусственного интеллекта и решений на основе анализа данных.	Автоматизация производственного процесса и обслуживания Умное производство с использованием промышленного интернета Передовая аналитика для оптимизации процессов Система обнаружения дефектов на основе глубокого обучения Интегрированная платформа управления отклонениями.	50% сокращение времени вывода продуктов на рынок. 50% сокращение времени на решение проблемы качества.

Ключевые направления технологической трансформации для компаний–маяков:

- 1) Цифровая сборка и оборудование: система локализации ключевых компонентов производства (RTLS), оптимизация цикла за счет аналитики больших данных производственной линии, использование технологий виртуальной и дополненной реальности для конфигурации производственных линий (Light Guide), технологии смешанной реальности для проведения тренингов / обучения, передовой промышленный интернет вещей для оптимизации процессов, контроль процессов за счет использования искусственного интеллекта, гибкие цифровые методы, оптимизация производительности оборудования за счет использования технологий искусственного интеллекта, цифровой инструмент

изменения тактов работы производственной линии, цифровой инструмент для модульной производственной архитектуры.

- 2) Цифровое обслуживание: оптимизация затрат производственных операций за счет использования сенсоров, система оповещения о работе оборудования, основанная на аналитике, предиктивное обслуживание на основе анализа данных, собранных с датчиков, оптимизация стоимости в реальном времени за счет использования датчиков, удаленная поддержка за счет использования инструментов дополненной реальности, аналитическая платформа для мониторинга отклонений в процессе производства.
- 3) Цифровое управление производительностью: аналитическая платформа для удаленной оптимизации производства, цифровые дэшборды для мониторинга производительности, цифровой двойник для удаленной оптимизации производства, умная система для совершенствования операционного управления производством, цифровой двойник для обеспечения устойчивого развития.
- 4) Цифровое управление качеством: цифровой аудит качества, улучшение качества за счет инструментов предиктивной аналитики, автоматизированный оптический мониторинг дефектов, управление качеством производства на основе инструментов промышленного Интернета вещей.
- 5) Цифровые инструменты управления устойчивостью: оптимизация энергозатрат за счет предиктивной аналитики, платформа интернета вещей по сбору данных и выведению отчетов о потреблении энергии, сбор данных об энергозатратах, основанный на данных датчиков.
- 6) Связность цепочки поставок: полная видимость цепочки поставок, управление производительностью поставщиков, трекинг поставщиков, закупки, основанные на аналитике данных, отслеживание компонентов по тегам, агрегация спросам по всей цепочке поставок.
- 7) Сквозное (E2E) развитие продукта: 3D – печать для прототипирования, цифровое проектирование и моделирование продукта, автоматизированное тестирование, краудсорсинг и соревнования для развития цифровых решений, внедрение цифровой нити в жизненные циклы продукта, прототипирование с поддержкой виртуальной реальности.
- 8) Сквозное (E2E) планирование: цифровое прогнозирование спроса, планирование объемов производства на основе передовой аналитики, управление складами в реальном времени, управление продажами в реальном времени, динамичное

расписание производства с использованием цифрового двойника, аналитика и планирование ресурсов.

9) Сквозные (E2E) поставки: цифровой трекинг, «уберизация» транспорт, предиктивная аналитика обслуживания транспорта, роботизированная логистика.

10) Связность клиентов: массовая кастомизация, 3D-печать, цифровой двойник системы клиентов, умная упаковка, новые решения по поставкам.

2.2. Ключевые российские участники возникающего рынка

Дорожная карта «Технет» разработана для координации действий органов исполнительной власти, государственных и частных компаний, научных, образовательных и общественных организаций по реализации инициатив, направленных на обеспечение глобальной конкурентоспособности и лидерства отечественных компаний на рынках НТИ и в высокотехнологичных отраслях промышленности в долгосрочной перспективе (горизонт планирования дорожных карт НТИ – 2035 год).

Для реализации поставленных в дорожной карте целей исключительно важным является синергетический эффект взаимодействия всех участников процесса, а именно

- федеральных и региональных органов власти, в первую очередь, исполнительной – Минпромторг России, Минобрнауки России, Минцифры России и др., а также подведомственных им агентств и организаций;
- высокотехнологичной промышленности, представленной как государственными корпорациями (ГК «Ростех», ГК «Росатом», ГК «Роскосмос», АО «ОСК» и др.) и входящими в них структурами и предприятиями, так и частными высокотехнологичными корпорациями, холдингами, объединениями, предприятиями;
- образовательных и научных организаций: вузов, НИИ, ГНЦ, РАН;
- технологического быстроразвивающегося малого и среднего бизнеса (т.н. «Национальных чемпионов» и «Газелей бизнеса»);
- институтов развития (в первую очередь Фонд «Сколково», АО «РВК», АО «Роснано», ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (Фонд содействия инновациям), Российский фонд развития информационных технологий (РФРИТ) и др.);
- общественных организаций и объединений, включая отраслевые объединения и союзы, а также венчурные и иные фонды.

Технологический сегмент	Тип стейкхолдера	Стейкхолдеры в РФ
Цифровое проектирование и моделирование (Smart Design)	Технологические компании	АРМ, Fydesis, Аскон, Топ–системы, ГК CompMechLab, Фирма «1С», ГК «Цифра», АО «РАСУ», ИК «Тесис», ООО «Датадванс», АО «РПК»
	Научные центры	ФГПУ «РФЯЦ-ВНИИЭФ», Сколтех, ФИЦ ИУ РАН
	Вузы	СПбПУ, МГТУ, Университет ИТМО, МГУ
	ФОИВ	Минпромторг России, Минэкономразвития России, Минцифры России
	Корпорации	ГК «Росатом», ГК «Ростех», АО ИК «АСЭ», АО «ОДК», ПАО «КАМАЗ», ПАО «ОДК – Сатурн», АО «ОСК», ПАО «ОАК», АО «СНЗ», ГК «Роскосмос»
	Институты развития	Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково», Фонд содействия инновациям, РФРИТ
	Некоммерческие организации	АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация «Технет»,
Новые материалы (технологии их создания, обработки, контроля качества, инжиниринга материал –	Технологические компании	ГК «Унихимтек», АО «ИНУМиТ», ООО «ИТЕКМА», ГК «Росатом» и входящие в группу компании (АО «НПК ХимпромИнжиниринг» (Umatex Group), АО «Наука и Инновации» ООО «РусАТ», АО «НПО «ЦНИИТМАШ», АО «НИИГрафит» и др.), ГК «Роскосмос»,

Технологический сегмент	Тип стейкхолдера	Стейкхолдеры в РФ
конструкция, включая аддитивные технологии)		АО «СНСЗ», ПАО «ОДК – Сатурн», НПО «ЛУЧ», Группа компаний «Лазеры и аппаратура», ГК «Ростех» (и входящие в корпорацию компании: ПАО «ОАК», ПАО «ОДК», ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина и др.), ИЛиСТ (СПбГПУ), ООО «Аддитивные технологии», ГК «Суперокс», Компании резиденты «Сколково» (ООО «Анизопринт», ООО «Ф2 Инновации», ООО «Стереотек», ООО «НДМ», ООО «Харц Лабс» и др.)
	Научные центры	Сколтех, ФГУП «ВИАМ», АО «Композит», ОАО «ВИЛС», ФГУП «ГНЦ РФ - ФЭИ», ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина, АО «ИНУМиТ», ФГУП ЭЗАН, Институты РАН (ФИАН, ИОФАН, ИФПМ и др.), ЦИАМ, НИЦ «Курчатовский институт», НИФТИ ННГУ, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ», УрФУ, СПбПУ, НИТУ «МИСиС», КНИТУ–КАИ, ПНИПУ
	Вузы (развитие кадров)	МГУ, УрФУ, СПбПУ, Сколтех, НИТУ «МИСиС», КНИТУ–КАИ, ПНИПУ, НИФТИ ННГУ, ГК «Росатом», ГК «Ростех»
	ФОИВ	Минпромторг России, Минобрнауки России, Минпросвещения России
	Корпорации	ГК «Роскосмос», АО «ОСК», ПАО «ОАК», ГК «Ростех», ГК «Росатом»

Технологический сегмент	Тип стейкхолдера	Стейкхолдеры в РФ
	Институты развития	Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково»
	Некоммерческие организации	АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация «Технет»
Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing)	Технологические компании	SOLVER, БФГ Групп, F.O.R.T., СТАН, MIXAR, Фирма «1С», Галактика, «ЦИФРА», АО «РАСУ», ООО «СИГНУМ», ООО «Объединение Агрегейт»
	Научные центры	Сколтех, ФГУП ЭЗАН
	Вузы	СПбПУ, МГТУ, МГТУ «Станкин»
	ФОИВ	Минпромторг России
	Корпорации	АО «ОДК», DMG Mori, ПАО «МТС», ПАО «Мегафон», ПАО «ВымпелКом», ПАО «ОДК–Сатурн», АО «СНСЗ», ГК «Роскосмос», АО «ОСК», ПАО «ОАК»
	Институты развития	Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково», Фонд содействия инновациям, РФРИТ
	Некоммерческие организации	АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация «Технет»
Технологии робототехники и сенсорики	Технологические компании	Производители роботов: БИТ Роботикс, Эйдос–Робототехника, ARKODIM, Hamster Robotics и другие.

Технологический сегмент	Тип стейкхолдера	Стейкхолдеры в РФ
		<p>Интеграторы робототехнических комплексов: KravtRobotics, DI Robotics, Robotikum, Рекорд–Инжиниринг и другие.</p> <p>Производители компонентов: Промэнерго Автоматика, Гиrolаб, АВИ Солюшнс и другие.</p> <p>Производители программного обеспечения: Robodem, RCML, AVAGY Robotic systems и другие.</p>
	Научные центры	Университет Иннополис, ЦНИИ РТК, МГТУ «Станкин», ИТМО, СПбГТУ, МГТУ и другие.
	Вузы	КБГУ, МГТУ, МГТУ «Станкин», НГТУ им. Р.Е. Алексеева, ПНИПУ, НГУ, НИЯУ МИФИ, МИЭТ
	ФОИВ	Минпромторг России, Минцифры России, Минобрнауки России, Минтруд России
	Корпорации	АО «ОСК», ПАО «ОАК», ГК «Ростех», ГК «Росатом», ОАО «АвтоВАЗ», ПАО «Газпром», ОАО «УК ЕПК», ПАО «КАМАЗ», ПАО «ОАК», ПАО «НПК “Объединенная Вагонная компания”», ОАО «Ростсельмаш», ОАО «Силовые машины» и другие.
	Институты развития	Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково»

Технологический сегмент	Тип стейкхолдера	Стейкхолдеры в РФ
	Некоммерческие организации	АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация «Технет», Национальная Ассоциация Участников Рынка Робототехники (НАУРР)
Индустриальный интернет и беспроводная связь	Научные центры	СПИИРАН, Центр НТИ, Сколтех
	Вузы	МИЭТ, СПбПУ, ИТМО, ЮУрГУ, МТУСИ, ТПУ, ГУАП, МГУ
	ФОИВ	Минпромторг России, Минцифры России
	Корпорации	2test, АBB, Mikron, M2M Cyber, Omnicomm, StarLine, T–One Group, Wellink, Ангстрем, АвтоГРАФ, Аура360, Вавиот, ГалилеоСкай, Гранит Навигатор, Инкотекс, Межотраслевой Центр Мониторинга, Навиа, НИС ГЛОНАСС, Совзонд, Смартико, Скаут, Т8, T–Платформы, Телематика, ТранспортТВ, Пауер Синтез, Позитрон, Форт Naviset, Штрих–ТахоRUS, Яндекс, DOK, Evika, Network Systems Group, TP–Link, Билайн, ПАО «МТС», ПАО «Мегафон», Теле2, Лартех, МТТ, ПАО «Ростелеком», ТТК, Центр 2М, ЭР–Телеком, ЭРА–ГЛОНАСС
Институты развития	Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково», Фонд содействия инновациям, РФРИТ	

Технологический сегмент	Тип стейкхолдера	Стейкхолдеры в РФ
	Некоммерческие организации	АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация «Технет», Российская Ассоциация Интернета Вещей (АИВ), АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов» (АСИ), АО «РВК», Фонд «Сколково», ФРИИ, ФСИ
	Международные компании	ABB, Alcatel, AT&T, Atos, Bosch, Broadcom, Infosys Cisco, Citrix, Ericsson, GE, Gemalto, Google, Hitachi, Honeywell, Huawei, IBM, Intel, LoRa, Microsoft, Mitsubishi Electric, MobileIron, Nokia, Oracle, PTC, Qualcomm, RedHat, SAP, SAS, Siemens, TeraData, VMware, ZTE

3. Сведения о глобальном контексте возникновения рынка

3.1. Общие технологические тренды развития рынка

Всемирный экономический форум и McKinsey & Company в докладе о Четвертой промышленной революции проанализировали опыт передовых компаний. В частности, в рамках исследования были выделены предприятия-лидеры или, в терминологии ВЭФ, «маяки», чей опыт был проанализирован. Компании-«маяки» в интерпретации ДК «Технет 4.0» могут считаться Фабриками будущего.

Рисунок 1. Промышленные революции и модернизация оборудования



Источник: Федеральное статистическое ведомство Германии; Немецкий федеральный банк; Prognos; Томас Ниппердей; McKinsey & Company

Источник: ВЭФ, McKinsey & Company

Если третья промышленная революция была связана преимущественно с автоматизацией, объем которой затронул 80–90% технической базы, то Четвертая промышленная революция «киберфизических систем» характеризуется частичной модернизацией – 40–50% технической базы.

Помимо этого, ВЭФ выделяет еще несколько важных характеристик, которые характеризуют предприятия «Маяки» (Фабрики будущего):

– **Развитие человеческого капитала.** По оценке McKinsey & Company, автоматизации подлежит менее 5% профессий, при этом 62% содержат 30% автоматизируемых задач.

– **Компании-«маяки» формируют стандарты / придерживаются принципов открытых инноваций и открытого сотрудничества.** Исследуемые компании осуществляют активное внедрение инноваций и аккумулируют сценарии использования технологий, которые находятся на поздних стадиях внедрения. Помимо этого, успех «маяков» базируется на активном сотрудничестве в рамках инновационной экосистемы – в том числе взаимодействие с высшими учебными заведениями, стартапами и вендорами.

– **Усиление конкурентных преимуществ за счет внедрения инноваций в производственную систему,** в том числе оптимизации издержек на операционную деятельность.

– **Распространение инноваций по всей цепочке добавленной стоимости** – поэтапное преобразование и цифровизация производственных цепочек компании, их оптимизация, сокращение производственных циклов.

Собственную классификацию стадий развития промышленных предприятий на пути цифровой трансформации выработали аналитики ЮНИДО.

С позиции ЮНИДО технологии ADP (Advanced Digital Production – Передовое цифровое производство) являются ключевыми для процессов Четвертой промышленной революции. Технологии ADP основаны на постепенной интеграции различных областей технологий – нано– и биотехнологий, разработке новых материалов, технологий цифрового производства. Использование этих технологий приводит к созданию «умных» производственных систем, «умных» заводов и формированию Промышленности 4.0. Большинство из этих технологий возникли скорее в ходе эволюции, чем в ходе революционных прорывов.

К Четвертой промышленной революции ЮНИДО относит следующие блоки технологий:

- Выработка энергии и электрической энергии из возобновляемых источников.
- Использование программных платформ.
- Развитие промышленного интернета вещей.
- Аналитика больших данных.
- Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения.
- Развитие датчиков.
- Распространение промышленных, а также коллаборативных роботов.
- Аддитивное производство.
- Умное производство.

Согласно предложенной классификации ADP, технологии можно группировать в три блока, первых из которых характерен и для третьей промышленной революции:

Оборудование – инструменты, средства, вспомогательные системы, включающие умные производственные системы, промышленных роботов и оборудование для аддитивного производства.

Средства связи – ключевое отличие технологий Четвертой промышленной революции от предыдущего этапа технологического развития. Связь компонентов обеспечивается за счет установки исполнительных устройств и датчиков, а также за счет сбора, передачи и хранения данных через платформы промышленного интернета вещей.

Программные средства – умные «сетевые» системы, основанные на системах автоматизированного проектирования (CAD), моделирования (CAE), производства (CAM) и др. Эти программные средства формируют возможности развития киберфизических систем.

Согласно оценке экспертов ЮНИДО, *которые в этой оценке солидарны с аналитиками ВЭФ*, в абсолютном большинстве стран сосуществуют разные «поколения» технологий цифрового производства. Это связано с тем, что Четвертая промышленная революция затрагивает лишь небольшую часть экономик стран мира, помимо этого, зачастую развивающиеся страны комбинируют технологии Четвертой промышленной революции и неполных систем, относящихся к предыдущим технологическим укладам. В том числе продолжают масштабировать технологии третьей промышленной революции, например, автоматизировать отдельные производственные процессы и линии.

В рамках типологии выделено 5 уровней:

- Аналоговое производство – цифровые технологии не используются;
- Негибкое производство – разрывы в использовании цифровых технологий, их использование для конкретных задач;
- Бережливое производство – частичная интеграция различных сфер деятельности за счет использования цифровых технологий, полугибкая автоматизация производства.
- Интегрированное производство – использование цифровых технологий во всех процессах предприятия.
- «Умное» производство – полномасштабное использование цифровых технологий с возможностью получать обратную связь для поддержки при принятии решений.

До 70% компаний находятся на уровне аналогового производства, что характерно для стран с низким уровнем дохода. Поколения «Негибкое» и «Бережливое» существуют со времен внедрения систем с числовым программным управлением (конец 1950х гг.). Следует учитывать, что важно различать CAD и CAM процессы, используемые в рамках этих уровней производств и на уровнях «умное» производство и «интегрированное» производство, что связано с их активным развитием благодаря технологиям параметрического моделирования.

При трансфере от «негибкого» производства к «бережливому» есть значительный рост эффективности и качества при отсутствии необходимости в значимых организационных изменениях. При этом переход от «бережливому» производства к «интегрированному» уже требует полной интеграции организационных функций предприятия, комплексной стандартизации процессов и информационных систем. Финальный этап – «Умное» производство предполагает использование решений на основе технологий цифрового производства: программное обеспечение, устройства связи, большие данные, промышленный интернет вещей, роботизация, машинное обучение и др.

В докладе ЮНИДО выделяются несколько важных аспектов цифровой трансформации производств:

- 1) Неравномерная трансформация производств и отраслей, в том числе, связанная со скоростью внедрения инноваций. Неравномерность связана как с наукоемкостью новых отраслей, так и с негибкостью и более высокой стоимостью технологической трансформации развитых отраслей промышленного производства.
- 2) Высокая готовность к инновациям крупных предприятий, например, в некоторых развивающихся странах уровень внедрения новых производственных технологий на крупных предприятиях почти на 20% выше среднего.
- 3) Выделено несколько типов проблем развития передовых производственных технологий в развитых странах:
 - a. Наличие базового потенциала производства – развитые или активно развивающиеся производственные отрасли, что формирует конкурентное поле и спрос на новые технологии.
 - b. Модернизация существующих производств – технологическое развитие существующих производств обычно является результатом предыдущих волн инвестиций в развитие, необходима интеграция новых технологий и уже использующихся.

- с. Цифровая инфраструктура – внедрение передовых производственных технологий требует наличия развитой информационной инфраструктуры на производстве, в том числе базовой, такой как электроэнергия, связь и др.
- d. Разорванность цифровых потенциалов в рамках цепочек поставок в различных отраслях. Так, наличие у поставщиков технологий предыдущего этапа технологической революции зачастую приводит к тому, что более совершенное с точки зрения технологической эволюции предприятие также вынуждено использовать технологии предыдущих технологических укладов.
- e. Ограниченность доступа к технологиям: для развитых стран характерна зависимость от импорта технологий, рынок новых производственных технологий контролируется ограниченным числом стран и компаний. Также высока зависимость от поставщиков программного обеспечения и оборудования.

3.2. Глобальные технологические тренды и трансформационные изменения в традиционных отраслях, вызванные внедрением сквозных технологий, находящиеся в сфере реализации плана мероприятий («дорожной карты»)

Ключевые технологические тренды, которые будут формировать вектор развития направления в мире и Российской Федерации в 2020–2025 гг.:

Технологический сегмент	Тренды
Цифровое проектирование и моделирование (Smart Design)	<p>Переход от перевода процессов в цифровую форму для их оптимизации («оцифровки») к изменению продуктов, бизнес-моделей и производственных архитектур («цифровизации» или цифровой трансформации в современном понимании).</p> <p>Трансформация включает цифровые платформы, цифровые двойники, промышленный интернет вещей, как инструмент сбора данных и автоматизации управления, цифровые сервисы на базе больших данных и предиктивной аналитики, новые бизнес-модели.</p>

Технологический сегмент	Тренды
	<p>Масштабный переход к платформенной организации отраслей и рынков и соответствующие изменения требований к организации всех производственных процессов, начиная с инжиниринга и заканчивая постпродажным обслуживанием высокотехнологичной продукции.</p>
	<p>Тематики компьютерного инжиниринга и промышленного дизайна трансформировались в обсуждение «клиенто–ориентированного подхода в проектировании». При сохранении всех предыдущих инструментов и подходов (CAD / CAE, проектирование, драйвером которого выступает математическое моделирование и технологии оптимизации, и пр.), произошло организационное изменение процесса разработки и тестирования продукта: внедрение подхода «минимально жизнеспособный продукт», проектирование в интегрированных клиентско–разработческих группах с использованием подходов «дизайн–мышления», изменение соотношения между конструкторами и инженерами–расчетчиками в пользу вторых внутри команд, выполняющих проекты, и т.д.</p>
	<p>Фокус внимания сместился с управления качеством и управления жизненным циклом на глубокую кастомизацию (серия начинается от единицы продукции) и, соответственно, на управление жизненным циклом кастомизированного продукта на базе индивидуального цифрового двойника промышленного изделия.</p>
	<p>Глубокая кастомизация как подход привела к смене «инструментальной» производственной повестки на бизнес–повестку. В данном контексте модульная сборка, новые материалы и «умные фабрики» (понимаемые как автоматизированные и роботизированные с быстрой</p>

Технологический сегмент	Тренды
	<p>переналадкой) обсуждаются не в технологическом контексте, а в контексте оптимизации производственного процесса и/или модернизации его для производства глубоко кастомизированного продукта. Речь идет не о точечной оптимизации производственных мощностей, а о перестройке производственных систем в соответствии с требованиями клиента и продукта (глубокая кастомизация, гибкость и пр.).</p>
<p>Новые материалы (технологии их создания, обработки, контроля качества, инжиниринга материал – конструкция, включая аддитивные технологии)</p>	<p>Изменилась исследовательская повестка, связанная с передовыми производственными технологиями. Ключевой составляющей производственных систем становится управление производством на основе данных на базе цифровых двойников оборудования и производственных процессов.</p> <p>Для создания новых материалов необходимы «гибридные навыки», так как формирование следующего поколения материалов будет основано на компьютерном моделированию и вычисления, междисциплинарных исследованиях, включающих быстрое прототипирование, автоматический сбор и анализ данных, самооптимизация. В будущем возможно создание новых материалов на основе системного подхода, в том числе за счет сотрудничества программистов, разработчиков алгоритмов, специалистов в науке данных, специалистов по материалам.</p> <p>Развитие цифровых технологий моделирования, машинного обучения делают процессы разработки новых материалов все более точными и эффективными. В первую очередь это технологии, позволяющие создавать материалы с заданными свойствами и моделировать поведение конструкций из новых материалов на протяжении всего жизненного цикла.</p>

Технологический сегмент	Тренды
	<p>Развитие рынка аддитивных технологий будет оставаться одним из значимых факторов развития рынка новых материалов</p>
	<p>Внедрение подходов, основанных на данных и предполагающих применение статистики, машинного обучения и искусственного интеллекта (Artificial intelligence, AI) для моделирования и оценки поведения материалов. Результатом является сокращение сроков, затрачиваемых на разработку материалов и описание их свойств. Ранее срок вывода на рынок (time-to-market) для новых материалов мог составлять до 15 лет, цифровые технологии помогают сокращать данный срок до 5 лет</p>
	<p>Отмечается увеличение доли конечных деталей, изготавливаемых с использованием аддитивных технологий (direct manufacturing).</p>
	<p>Смещается фокус с разработки новых аддитивных технологий на определение и расширение перечня сфер применения 3D-печати отдельных функциональных элементов конечной продукции в самых разных отраслях. Сдвиг в сторону производства изделий/продуктов является ключевым фактором совершенствования технологий/оборудования. Разработчики технологий участвуют в создании практических решений в рамках совместных проектов с промышленными компаниями</p>
	<p>Разработка и распространение автоматизированных решений для сокращения времени, которое необходимо для выполнения ключевых задач.</p>

Технологический сегмент	Тренды
	<p>Создание коммерческих образцов «умных» материалов, которые способны контролируемо изменять свои свойства под внешним воздействием. К «умным» материалам относят полимеры, обладающие эффектом самозалечивания, полимеры с эффектом памяти формы, а также электроактивные полимеры (ЭАП).</p> <p>Для обеспечения комплексного развития направления «Аддитивные технологии» выделены следующие области для развития компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Материалы и технологии; • Оборудование; • Программное обеспечение; • Центры аддитивных технологий; • Стандартизация.
Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing)	<p>Рост рынка интеллектуального производства, вероятно, будет продиктован высоким спросом со стороны сегмента оборонной и аэрокосмической промышленности</p> <p>Активное развитие рынка связано с потребностями предприятий, реализующих программы промышленной трансформации (например, Индустрия 4.0) в автоматизации.</p> <p>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: 1. снижение эксплуатационных расходов на 30%; 2. сокращение потерь на 75% при</p>

Технологический сегмент	Тренды
	<p>одновременном ожидаемом снижении запасов до 75%; увеличение гибкости цепочек поставок.</p> <p>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 агломераций</p>
Технологии робототехники и сенсорики	<p>Увеличенные темпы роботизации в целом положительно влияют на экономику стран. Капитал стимулирует рост производительности за счет инвестиций в машины, компьютеры, робототехнику и другие высокотехнологичные системы.</p> <p>Повышение уровня роботизации производств приводит к росту производительности и конкурентоспособности, сокращению издержек и цен на готовую продукцию.</p> <p>Основными трендами в области роботизации являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> • удешевление технологий роботизации; • упрощение интерфейсов взаимодействия робота и человека; • создание программного обеспечения для автоматического программирования роботов; • повышение гибкости производственных процессов (возможность производства разной продукции на одном производственном участке, снижение стоимости переналадки роботизированного технологического комплекса);

Технологический сегмент	Тренды
	<ul style="list-style-type: none"> • расширение сфер применения робототехники, в частности для мелкосерийного производства; • использование бизнес-модели «Робототехника как услуга»; • использование автономных мобильных роботов в логистической сфере; • использование технологии виртуальной и дополненной реальности для моделирования/программирования робототехнических процессов. <p>Снижение стоимости как самих сенсоров, так и связанных с ними технологий, в первую очередь, IoT-платформ, на фоне расширения области применения сенсоров и значительных инвестиций в научно-исследовательские работы в данной области.</p> <p>Переориентация на предиктивное обслуживание и удаленный мониторинг оборудования в различных отраслях промышленности по всему миру.</p> <p>Переход все большего числа предприятий в интеллектуальные среды с цифровым управлением и преобразованием существующего частично автоматизированного оборудования в полностью автоматизированное и интегрированное с целью повышения качества, скорости и производительности процессов.</p> <p>Развитие бесконтактных пользовательских интерфейсов и их внедрение в автомобильные приложения.</p> <p>Более широкое внедрение промышленных роботов, использующихся в различных отраслях.</p> <p>Развитие адаптируемых и перенастраиваемых производств на основе матричной структуры. Отличительной</p>

Технологический сегмент	Тренды
	<p>особенностью таких производств является вовлечение большого количества промышленных и мобильных роботов и разработка универсальных производственных ячеек с 1–4 роботами, способными выполнять широкий спектр задач.</p> <p>Развитие коллаборативных роботов. К этим устройствам можно отнести как специализированные манипуляторы, предназначенные для совместной работы с человеком, так и устройства носимой и ассистирующей робототехники (экзоскелеты).</p> <p>Тренд повсеместной автоматизации и роботизации складских операций.</p>
<p>Индустриальный интернет и беспроводная связь</p>	<ul style="list-style-type: none"> • предиктивное обслуживание оборудования – устройства, способные обнаруживать аномалии в работе промышленного оборудования и компонентах инфраструктуры и строить вероятностные прогнозы аварий и поломок; • сервисы по созданию полноценных цифровых двойников в производстве на базе искусственного интеллекта; • продукты и инфраструктура для «туманных вычислений» (Fog computing) и «пограничные вычисления (Edge computing), которые могут быть востребованы для интероперабельности и межмашинной коммуникации цехового оборудования или транспортных средств; • продукты и решения по обеспечению кибербезопасности. <p>5G (от англ. fifth generation – пятое поколение) – поколение сотовой связи, действующее на основе стандартов телекоммуникаций, следующих за существующей технологией четвертого поколения 4G–LTE.</p>

Технологический сегмент	Тренды
	<p>Развитие сетей пятого поколения в мире диктуется множеством факторов, как напрямую относящихся к телекоммуникациям, например, предоставление сверхвысокоскоростной мобильной связи на плотно населенных территориях, так и косвенных, – таких как увеличение времени работы абонентских терминалов от батареи, среди прочих.</p> <p>Появляются новые требования, из которых вырастает потребность в создании и использовании сетей 5 поколения, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Растущие требования к усовершенствованной мобильной широкополосной связи (eMBB); • Требования к сверхнадежной связи с минимально возможными задержками (URLLC); • Требования к возможности подключения большого числа устройств (MMTC); • Требования к пропускной способности и постоянно растущим объемам трафика. <p>LPWAN (англ. Low Power Wide Area Network – энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия).</p> <p>Сети LPWAN разрабатываются специально для целей межмашинной коммуникации и использования в сетях промышленного интернета.</p> <p>Ключевыми особенностями узкополосных беспроводных сетей связи LPWAN являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> • низкая стоимость услуг на одно устройство; • низкие потребности в пропускной способности на одно устройство; • низкое энергопотребление устройств;

Технологический сегмент	Тренды
	<ul style="list-style-type: none"> • требования обеспечения высокой надежности и достоверности доставки сообщений управления процессами и устройствами; • требования к безопасности связи, сохранению персональных данных и пр. <p>Сети LPWAN имеют следующую специфику применения, которая позволяет задействовать их в сценариях промышленного интернета, когда использование сетей сотовой связи, по различным причинам (техническим, финансовым и др.) невозможно или нецелесообразно:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие или невозможность подключения к электросети; • Требования к автономности – сложность или нежелательность обслуживания; • Сложные для распространения радиосигнала места размещения (подвалы, подземные сооружения, железобетонные здания и т.д.); • Требования к минимальной стоимости датчика; • Отсутствие покрытия операторами сотовой связи. <p>Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) – это модификация версии стандарта технологии беспроводной передачи данных 802.11ac (Wi-Fi 5), работающая в общепринятых для Wi-Fi диапазонах частот от 2,4 ГГц до 5 ГГц.</p> <p>Ключевыми особенностями Wi-Fi 6 поколения являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использование нескольких антенн для приема и передачи сигнала (технологий MIMO и MU-MIMO); • Режим ортогонального частотного мультиплексирования (OFDMA) для улучшения спектральной эффективности;

Технологический сегмент	Тренды
	<ul style="list-style-type: none"> • Модуляция 1024-QAM для увеличения пропускной способности; <p>Wi-Fi 6 основывается на тех же подходах к развитию беспроводной связи, что и сети 5G, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Увеличение пропускной способности; • Уменьшение времени задержки; • Увеличение ёмкости сети (количества подключаемых устройств). <p>Данные подходы позволяют обеспечить поддержку новейших приложений и сценариев использования (например, получить иммерсивный опыт в виртуальной или дополненной реальности), а также поддерживают масштабные сети промышленного интернета, которые характеризуются взрывным ростом объемов передаваемого трафика и количества подключенных устройств.</p> <hr/> <p>Беспилотные летательные аппараты</p> <p>По мере развития технологий в области БПЛА, в них будет интегрироваться все большее количество элементов, обеспечивающих функционирование в системах промышленного интернета, с перемещением части вычислительных мощностей, использующих технологии обработки данных на базе искусственного интеллекта и методов машинного обучения, на борт БПЛА. Непрерывный поток данных с БПЛА, в системах промышленного интернета, позволит в реальном времени выявлять отклонения, осуществлять своевременное реагирование и оперативно принимать релевантные решения.</p> <hr/> <p>Граничные (периферийные) вычисления (англ. edge computing) – принцип построения иерархической ИТ–</p>

Технологический сегмент	Тренды
	<p>инфраструктуры, при котором вычислительные ресурсы частично перемещаются из ядра – центрального дата-центра на периферию и располагаются в непосредственной близости от места создания первичных «сырых» данных для их первичной обработки перед передачей вышестоящему вычислительному узлу. Таким образом сбор и анализ данных проводится не в централизованной вычислительной среде (ЦОД), а там, где происходит генерация потоков данных.</p> <p>Тенденция внедрения дополненной и виртуальной реальности в системы индустриального интернета стремительно набирает популярность в промышленности, поскольку позволяет ускорить выполнение различных технологических операций, улучшить качество продукции, увеличить количество и скорость ее выпуска, вывести на новый уровень мониторинг и выявление отклонений в работе оборудования, ремонт и техническое обслуживание, а также проектирование, обучение, планирование, сборочные операции, безопасность, тестирование, прототипирование и др.</p> <p>Интероперабельность – способность продукта или системы, интерфейсы которых полностью открыты, взаимодействовать и функционировать с другими продуктами или системами без каких-либо ограничений доступа и реализации.</p> <p>Согласно оценкам компании McKinsey & Company, для получения 40% (а в некоторых сценариях до 60%) потенциального экономического эффекта от внедрения концепции интернета вещей, решения должны поддерживать интероперабельность.</p> <p>Выработка международных и региональных стандартов (в т.ч. отраслевых), активное взаимодействие участников рынка и регуляторов, создание мер поддержки и мотивации развития</p>

Технологический сегмент	Тренды
	<p data-bbox="603 304 1461 495">функциональной совместимости решений позволят индустриальному интернету развиваться большими темпами и наиболее эффективным образом, с максимальным эффектом от подобной синергии.</p> <p data-bbox="603 555 1461 1368">Искусственный интеллект и анализ индустриальных данных Возросшее проникновение решений индустриального интернета привело к увеличению объемов множества собираемых и передаваемых данных. Управление и анализ больших потоков данных с различных устройств, с использованием технологий искусственного интеллекта и методов машинного обучения, предоставляет дополнительную ценность при внедрении систем индустриального интернета, и позволяет увеличивать эффективность и оптимизировать затраты на производство, улучшать качество и контроль за качеством продукции, создавать инструменты для предиктивной и прескриптивной (предписывающей) аналитики, автоматизировать часть задач и процессов, а также ускорять и улучшать качество принимаемых решений на предприятии.</p> <p data-bbox="603 1429 1461 1935">Кибербезопасность и защита персональных данных Кибербезопасность и защита персональных данных остаются одними из самых острых проблем, как для разработчиков, так и для пользователей оборудования и систем индустриального интернета. Важным элементом новых поколений систем кибербезопасности для промышленного интернета является использование блокчейн – формы технологии распределенного реестра, как блокчейн. Данная технология</p>

Технологический сегмент	Тренды
	<p>будет играть важную роль в том, каким образом устройства индустриального интернета взаимодействуют между собой.</p> <p>Следует отметить, что с развитием индустриального интернета и ростом числа подключенных устройств, будет неуклонно расти количество исследований и объемы инвестиций в указанных направлениях, как критически важных для начала массового применения систем индустриального интернета.</p> <p>Технология компьютерного зрения является одной из центральных в концепции «фабрик будущего», поскольку системы компьютерного зрения могут получать, собирать и передавать изображения и видеопотоки в экосистеме индустриального интернета, позволяя анализировать, обрабатывать и своевременно реагировать/принимать решения на основании полученных данных (в т.ч. в реальном времени).</p> <p>Основными направлениями для использования технологии компьютерного зрения являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Задачи калибровки камер и оптических систем; • Задачи определения движения по изображениям; • Задачи определения препятствий по ходу движения; • Задачи распознавания объектов на сцене; • Задачи пространственной реконструкции сцены; • Задачи локализации изображения в заранее известной сцене; • Задачи анализа отличия в наборе изображений. <p>Рост значимости предиктивного обслуживания, основанного на диагностике и контроле его состояния при помощи анализа поступающих с него данных, с целью своевременного</p>

Технологический сегмент	Тренды
	<p data-bbox="596 304 1342 389">обнаружения отклонений в работе и предупреждения непредвиденных технологических простоев.</p> <p data-bbox="596 445 1123 479">Программное обеспечение как услуга</p> <p data-bbox="596 517 1461 987">Использование программного обеспечения как услуги (англ. SaaS – Software-as-a-Service) постепенно трансформируется в привычный инструмент «новой реальности» индустриального интернета. SaaS – это модель использования различных бизнес-приложений в формате интернет-сервисов. Данная модель подразумевает, что провайдер SaaS услуг владеет серверами, занимается их настройкой и обслуживанием, а клиент оплачивает подписку и пользуется сервисами.</p> <p data-bbox="596 1025 1453 1391">Примером решения в индустриальном интернете может служить SaaS LoRaWAN сервер, доступный по подписке, облегчающий и ускоряющий запуск решения на своей основе для клиента. В будущем, подобные решения будут использоваться повсеместно, поскольку несут в себе значительные выгоды как для потребителя, так и для провайдеров SaaS услуг.</p>

3.3. Глобальные политические, экономические, социальные, экологические и регуляторные тренды

3.3.1. Общие тренды

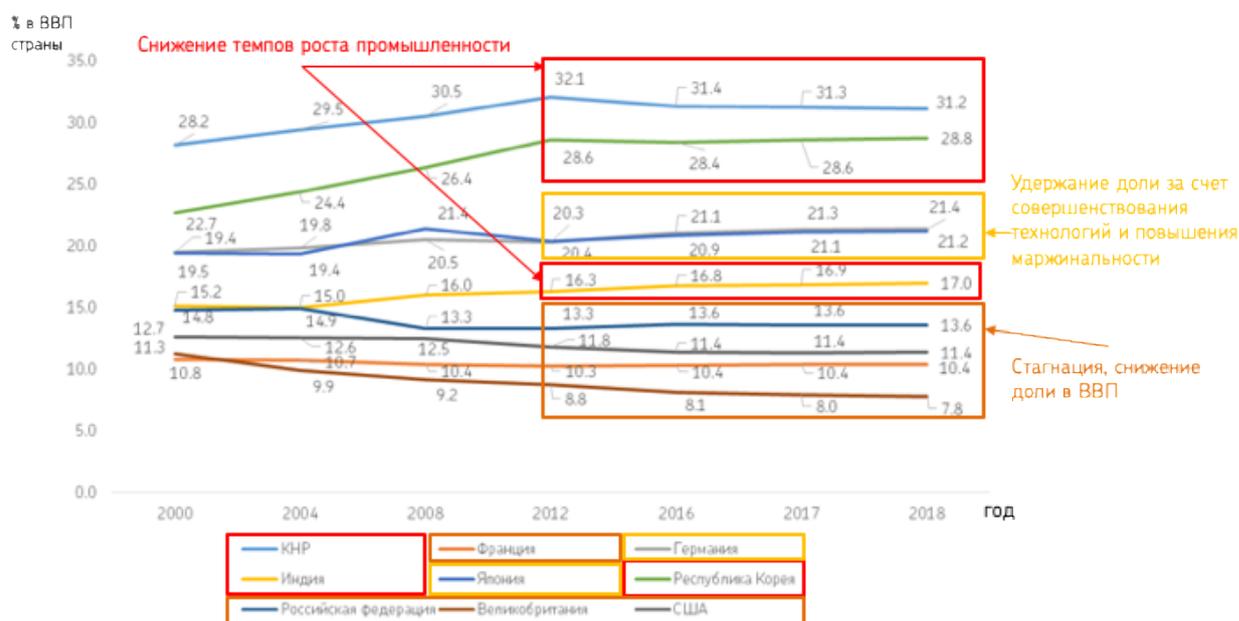
В мире активно развивается цифровая экономика (Digital Economy), в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, а использование результатов их анализа позволяет существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг. Центральное место в экономике занимает сфера материального производства – высокотехнологичная промышленность, которая должна отвечать требованиям глобальной конкурентоспособности, эффективности и высокой производительности труда.

Помимо этого, для промышленности цифровая трансформация характеризуется переходом к киберфизическим системам благодаря использованию цифровых двойников, промышленного интернета, больших данных, искусственного интеллекта, машинного обучения, развития робототехники и сенсорики, новых материалов и аддитивных технологий. Эти изменения сопровождаются развитием принципиально новых бизнес-процессов на всех уровнях.

В рамках трансформации активно развиваются новые рынки технологий. Так, согласно оценке Ассоциации «Технет», объем мировых рынков по направлениям «Технет» НТИ превысил \$ 400 млрд, в России – \$ 5 млрд в 2018 году.

Важной объективной характеристикой роста спроса на передовые производственные технологии является снижение доли промышленных производств в ВВП стран «развитого» мира и рост аутсорсинга, а затем – локализации промышленных производств в странах развивающегося мира.

Рисунок 2. Динамика изменения доли промышленных производств в ВВП некоторых стран мира (% , 2000–2018 гг.)



Источник: Всемирный банк (World Bank)

На графике условно можно выделить четыре группы стран по трендам изменения доли промышленных производств в ВВП.

- Первая группа – замедление темпов прироста / снижение доли промышленных производств в ВВП. Такая ситуация характерна для КНР и Республики Кореи. Перелом произошел в 2012–2013 гг. Процесс может быть

связан с постепенным завершением этапа промышленной модернизации для этих стран, ростом заработной платы в промышленной сфере.

- Вторая группа – удержание доли промышленности в ВВП за счет совершенствования технологий и повышения маржинальности выпускаемой продукции. В такой ситуации оказались такие «постиндустриальные» страны как Германия и Япония. Удержание доли осуществляется за счет высокой специализации предприятий и производства высокотехнологичной дорогостоящей продукции.
- Третья группа – рост доли промышленности в структуре ВВП. Промышленная модернизация характерна, например, для Индии.
- Четвертая группа – снижение доли промышленности в структуре ВВП вследствие аутсорсинга производства, перехода к экономике услуг, трансформации цепочек добавленной стоимости: США, Франция, Россия, Великобритания.

Все представленные группы демонстрируют повышенный спрос на передовые производственные технологии и решения, некоторые страны – для остановки рецессии промышленного производства (США, Великобритания, Россия), некоторые – для поддержания роста, стабилизации роста (КНР, Республика Корея, Япония, Германия), некоторые – для ускорения роста модернизации на основе индустриализации (Индия).

Технологические рынки оказывают прямой эффект как на развитие промышленного производства в целом, так и на развитие ключевых отраслей, таких как автомобилестроение, двигателестроение, авиастроение, судостроение, машиностроение, непрерывное производство и др.

3.3.2. Другие тренды

1. Для оценки макроэкономического развития стран мира могут использоваться различные инструменты. Одним из наиболее актуальных подходов является визуализация «потоков» глобальной торговли (экспорта и импорта). Такой анализ позволяет анализировать «сложность» экономики, прогнозировать потенциал для роста и новые возможности для стран мира.

Инструмент для анализа международной торговли «Атлас экономической сложности» был создан Гарвардской лабораторией роста (Harvard Growth Lab, Гарвардский университет, США) позволяет прогнозировать потенциал для роста и новые возможности для стран мира.

По оценке создателей Атласа для России целесообразно формировать политику на основе подхода «легких» касаний – наличие возможностей для роста в уже развитых секторах экономики, в том числе за счет существующих ноу–хау. Достаточный потенциал для диверсификации экономики, использование которого позволит повысить сложность экономики. Наличие в России экономических заделов, включая ноу–хау, формирует умеренные возможности для диверсификации в смежные продуктовые направления.

Согласно методологии Harvard Growth Lab, при реализации этого подхода могут быть рассмотрены стратегии «усложнения» экономики России, в том числе развития новых направлений продуктов. Согласно анализу, наиболее перспективными отраслями для России являются **промышленное машиностроение и производство автомобилей**.

2. Рост мировых расходов на исследования и разработки, а также инжиниринг. Наиболее наукоемкими отраслями по общим расходам на исследования и разработки в 2018 году стали вычислительная техника и электроника – 22,5%, здравоохранение – 21,7% и автомобилестроение – 16%.

Доля отраслей промышленного производства на исследования и разработки суммарно составляет до 29,4% от общих мировых расходов. Наукоемкость обрабатывающих производств основана преимущественно на расходах предприятий на инжиниринг и проектирование.

Согласно данным «Zinnov Zones ER&D Services 2019», мировые корпоративные расходы на технологии инжиниринга, а также научные исследования и разработки в 2019 году составили \$ 1,36 трлн. Ожидается, что к 2025 году при среднегодовом темпе роста 7% (CAGR) объемы рынка достигнут отметки \$ 2,2 трлн.

Расходы на ER&D подразделяют на два сектора: в 2019 году на долю традиционного инжиниринга (Legacy ER&D) пришлось около \$ 404 млрд, в то время как расходы на цифровой инжиниринг (Digital Engineering) составили \$ 954 млрд. В исследуемом периоде рост был зафиксирован в обоих сегментах. Согласно прогнозу Zinnov, к 2025 году сектор цифрового инжиниринга вырастет в 2,8 раза и составит 53% общего объема глобальных затрат на ER&D (по сравнению с 30% в 2019 году).

В 2019 году глобальные расходы на инжиниринг, исследования и разработки в автомобильной промышленности достигли \$ 158 млрд, рост расходов составил 5% по сравнению с предыдущим годом.

На долю автомобильных компаний, входящих в рейтинг Z1000 (рейтинг, формируемый компанией Zinnov, где компании ранжируются в соответствии с объемом расходов на инжиниринг), пришлось 88% всех расходов (\$ 139 млрд). При этом затраты 10 ведущих компаний Z1000: Volkswagen Group, Toyota Motor, Daimler AG, Robert Bosch GmbH, General Motors, Ford Motor Company, Honda Motor, Nissan Motor, BMW, Continental AG, – составили около 60% от общего объема расходов на инжиниринг, исследования и разработки в автомобильной отрасли.

3. В настоящий момент в России более 260 акселерационных программ, направленных на развитие стартапов. Из имеющихся акселераторов региональные бизнес-инкубаторы составляют 58% (151 инкубатор), инкубаторы, созданные по программе поддержки малого и среднего предпринимательства Минэкономразвития России, инкубаторы, открытие которых профинансировал сам регион); инкубаторы на базе вуза – 35% (91 инкубатор); инкубаторы, созданные и функционирующие в высших учебных заведениях, финансирование за счет средств вуза; инфраструктурные бизнес-инкубаторы – 6% (13 бизнес-инкубатор) – инкубаторы в кластерах, технопарках. Важно отметить, что средний возраст университетских акселерационных программ составляет всего 4–5 лет, тогда как аналогичный показатель не связанных с университетами российских программ, составляет 8 лет. Как следствие, сравнивая показатели работы «молодых» программ с данными более «взрослых» программ из других выборок, крайне важно учитывать контекст. Например, средний срок работы программ из европейских и глобальных выборок составляет 9 и 10 лет соответственно.

В мировой практике все большее развитие получают корпоративные акселераторы. Под корпоративным акселератором понимается институт, функционирующий только для одного предприятия, либо на базе самого предприятия, либо на основе бизнес акселератора. Несмотря на относительно небольшой возраст рынка, российские компании уже успели проработать собственные подходы к корпоративной акселерации.

Но спрос на акселераторы не удовлетворен: конкурс на акселерационную программу составляет в среднем 20 компаний на место, при этом конкурс в корпоративные акселераторы более чем в 2 раза выше, чем в остальные (25 против 10,5 компаний на место). Таким образом, для успешного развития

направления «Технет» НТИ, необходимо повышать количество профильных акселерационных программ, включая запуск корпоративных акселераторов.

4. Сегментация возникающего рынка, оценка конкурентности и темпов роста сегментов в их текущем виде

Цифровое проектирование и моделирование (Smart Design)

Мировой рынок так называемого полного PLM (comprehensive PLM), по оценкам CIMdata, в 2018 году вырос до \$ 47,8 млрд (рост 9,4% по сравнению с 2017 годом), что выше прогноза компании (7% рост), а к 2023 году достигнет \$ 72,1 млрд (CAGR в зависимости от региона мира составит от 8,3 до 8,6%).

Крупнейшим рынком PLM в 2018 году остался регион Северной и Южной Америки (37,8%). Ожидается, что американский рынок будет расти темпами 8,3% в год и достигнет \$ 26,7 млрд в 2023 году, регион Европы, Африки и Ближнего Востока занимает второе место по объему – 33,4%, рост этого рынка составит 8,3% в год, а к 2023 году объем рынка составит \$ 24,1 млрд. Объем рынка PLM Азиатско–Тихоокеанского региона составил 28,8%, ожидается, что объем рынка вырастет до \$ 21,3 млрд, а темпы роста составят 8,6%.

Согласно прогнозу аналитиков CIMdata, основными потребителями PLM–систем в прогнозе до 2023 года останутся автомобилестроение (более \$ 11 млрд к 2023 году), промышленное производство (более \$ 10 млрд к 2023 году) и аэрокосмическая отрасль (более \$ 7 млрд к 2023 году).

Ключевыми трендами развития PLM, по мнению аналитиков CIMdata, станет переход к облачным технологиям, что будет влиять на снижение стоимости продукции для бизнеса, вторым трендом станет переход к платформенным корпоративным решениям. Отмечается тренд по внедрению в PLM–решения технологий интернета вещей и индустрии 4.0. Лидеры рынка PLM, такие как компания Accenture, наращивают конкурентный потенциал за счет поглощения небольших компаний: в 2018 году зафиксировано 124 приобретения.

По данным компании CIMdata, рынок цифрового проектирования и моделирования в России (традиционный PLM) в 2018 году составил \$ 257,9 млн (0,54% от мирового рынка). По сравнению с 2017 годом в 2018 году объем рынка вырос на 7%.

Новые материалы (технологии их создания, обработки, контроля качества, инжиниринга материал – конструкция, включая аддитивные технологии)

Для оценки рынка новых материалов приводятся данные по передовым (advanced) материалам: к 2024 г. объем этого рынка увеличится до \$ 95 – 102,5 млрд, текущий объем рынка – \$ 42,8 млрд. Согласно оценке Research Nester, объем мирового рынка передовых материалов составил \$ 1370 млрд в 2016 году, уже к 2024 году объем рынка вырастет до \$ 1978–2040 млрд, среднегодовые темпы роста составят 5,1%.

Согласно данным Expresswire, объем мирового рынка передовых материалов (advanced materials) в 2019 году составил \$ 57 млрд. Ожидается, что объем рынка вырастет до 122,6 млрд в 2025 году, а среднегодовые темпы роста составят 10% [43]. По экспертной оценке, объем российского рынка передовых материалов составил около \$ 0,2 млрд в 2018 году, эксперты ожидают, что к 2024 году объем рынка достигнет \$ 0,7 млрд.

Лидерами по тематике новых материалов в России являются: АО «Роснано», ГК «Роскосмос», ПАО «ОДК–Сатурн», ГК «Росатом», Сколтех, ФГУП «ВИАМ» и др.

Глобальный рынок аддитивного производства к 2026 г. может достигнуть \$23,3 млрд, увеличившись почти втрое по сравнению с 2018 г. (CAGR = 14,4%). При этом развивающийся сегмент 3D–печати металлом (титан, никель, сталь, алюминий) будет расти высокими темпами (CAGR = 28,8%) и с \$590 млн в 2018 г. увеличится до \$2 млрд к 2023 г.

Согласно данным отчета Wohlers Report 2019 объем мирового рынка аддитивного производства (продукты и услуги) вырос до \$ 9,975 млрд в 2018 году, увеличившись почти на 62% за последние два года (на 33,6% с 2017 года). Эксперты компании прогнозируют, что к 2020 году мировой рынок достигнет \$ 15,8 млрд, к 2022 году – \$ 23,9 млрд и \$ 35,6 млрд к 2024 году.

Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing)

Рынок технологий «умного» производства и гибридных и гибких производственных линий также увеличится к 2023 г. до 479 млрд долл., текущий объем составляет 152,3 млрд долл. Среднегодовые темпы роста рынка составят 11,9 % с 2018 по 2023 гг.

По оценке Alliedmarketresearch, объем этого рынка составил 117,73 млрд долл. в 2018 году, ожидается рост до 173,96 млрд долл. к 2025 году. Среднегодовые темпы роста составят 5,3%.

Объем рынка платформ промышленного интернета вещей: 1,7 млрд долл. в 2018 году, среднегодовые темпы роста 40 %, ожидаемый объем рынка в 2024 году – 12,4 млрд долл.

Объем рынка платформ для управления цепочками поставок составил 10,85 млрд долл. в 2016 год, в 2025 году объем рынка составит 24,53 млрд долл., а среднегодовые темпы роста составят 9,7%.

По примерным оценкам, объем рынка умного производства в России составил около \$ 2,5 млрд в 2017 году.

Технологии робототехники и сенсорики

Глобальный рынок промышленной робототехники (в разрезе отгруженных единиц без учета сервисов) к 2026 году ожидает трехкратный рост с 2018 г. до \$59,9 млрд со среднегодовым темпом прироста в 15,7%. Крупнейшие сегменты рынка представлены роботами–манипуляторами (около 22% поставок в 2018 г.) и сборочными роботами (21,1% поставок). Количество отгруженных единиц к 2021 году может составить 630 тыс. шт., увеличившись вдвое по сравнению с 2017 г.

По оценке НАУРР и Международной федерации робототехники (International Federation of Robotics, IFR) количество промышленных роботов, установленных в 2019 году, составило 373 тыс. ед.

В Российской Федерации в 2018 году было установлено 1007 промышленных роботов, по данным Национальной ассоциации участников рынка робототехники (НАУРР): поставки увеличились на 43% по сравнению с 2017 годом. При этом показатель – 5 роботов на 10 тыс. сотрудников предприятий в России в 20 раз меньше среднего показателя в мире. При этом только 5% установленных роботов произведено в России.

По утверждению Globe Newswire, глобальный рынок промышленной сенсорики по итогам 2018 года составил \$ 16 млрд. В соответствии с оценкой Zion Market Research, ожидаемые темпы роста рынка (CAGR) в период с 2019 по 2025 год составят 6,16%, таким образом, на конец прогнозируемого периода объем доходов может вырасти до отметки \$ 24,3 млрд. TechNavio прогнозирует среднегодовой темп роста рынка на уровне около 8% в период 2018–2022 годов.

По данным Research and Markets, показатель CAGR рынка промышленной сенсорики может составить порядка 7%, а ожидаемый объем выручки достигнет \$ 29,9 млрд к 2025

году. Такие же среднегодовые темпы роста ожидаются согласно прогнозу Mordor Intelligence.

Прогнозируемый среднегодовой прирост продаж промышленных роботов на период 2020–2022 года составляет 13%, а количество установленных систем к 2023 должно достичь 4 миллиона единиц.

Общий объем рынка программного обеспечения (middleware) для роботов, согласно оценкам агентства “Research and Markets”, в 2018 году составил 27,9 млрд долларов США, а к 2025 году прогнозируется его рост до 127 млрд долларов.

Согласно последним данным за 2019 год, основными игроками на рынке промышленных роботов являлись:

- Fanuc (17.5%)
- Kuka (13.5%)
- ABB (13.5%)
- Yaskawa (12%)

Согласно финансовым отчетам компаний, выручка главных игроков на рынке промышленной робототехники за 2019 г. составила (в млрд долларов США):

- Fanuc: 5,720
- Kuka: 3,50
- ABB: 3,314
- Yaskawa: 4,05

Российский рынок промышленной робототехники и сенсорики по оценке Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации за 2018 году достиг объема примерно в 10 млрд рублей. Прогнозируется, что в период до 2024 года среднегодовые темпы роста рынка составят 10% процентов, в результате чего совокупный объем рынка достигнет 17,4 млрд рублей к концу периода.

Индустриальный интернет и беспроводная связь

Прогнозируемый объем глобального рынка промышленного интернета вещей к 2021 году составит \$ 200 млрд и будет одним из крупнейших сегментов глобального рынка IoT.

Markets and Markets прогнозирует, что в период с 2019 по 2024 год рынок ПоТ вырастет с \$ 68,8 млрд до \$ 98,2 млрд при совокупном годовом темпе роста в 7,4%.

По версии Market Research Engine, при темпах роста более 8% в год объемы рынка уже в 2022 году достигнут \$ 176 млрд. По версии российского интернет-портала TAdviser, мировой рынок ПоТ к 2022 году будет составлять \$ 561 млрд.

По состоянию на 2018 год IDC Russia оценивало объем российского рынка ПоТ в \$ 3,67 млрд. Согласно прогнозу на период с 2018 по 2022 год, совокупные темпы роста составят 18%, таким образом к 2022 году расходы конечных потребителей на ПоТ достигнут \$ 7,61 млрд руб. в год.

Аналитическая компания ГидМаркет составила два варианта прогноза развития рынка ПоТ в России в 2018–2022 годах. В оптимистичном прогнозе темпы роста составят 40% и во многом будут связаны с активной поддержкой IoT на государственном уровне. В пессимистичном прогнозе темпы развития будут варьироваться по годам от 12 до 21%. К 2022 году объемы рынка, по прогнозам, составят 592,2 и 220,2 млрд руб. соответственно.

Оценка глобального рынка интернета вещей на базе исследования компании McKinsey (прямой экономический эффект). Согласно прогнозам компании, суммарный потенциальный эффект для мировой экономики от внедрения интернета вещей может достигнуть размера от 4 (консервативный прогноз) до 11 (оптимистичный прогноз) трлн. долларов США к 2025 году.

5. Сформированный в Российской Федерации научно-технический задел для реализации плана мероприятий («дорожной карты»)

За прошедшие с момента принятия ДК «Технет» 3 года реализовано значительное количество инициатив и достигнуты результаты по разделам и направлениям плана мероприятий в части формирования научно–технологического задела.

В рамках направления «Технет» за собственные средства участников активно развиваются системы комплексных технологических решений / компоненты для формирования Фабрик будущего.

1. Цифровая платформа разработки цифровых двойников CML–Bench, ГК CompMechLab/ Центр НТИ СПбПУ (Цифровая фабрика).
2. Цифровая фабрика по созданию семейства высокооборотных дизельных двигателей, ООО «Уральский дизель-моторный завод» («УДМЗ») / АО «Синара–Транспортные машины» («СТМ») / АО «Группа Синара».
3. «Цифровая верфь», АО «СНСЗ» (Умная фабрика).
4. «Умная» Фабрика «Сатурн», ПАО «ОДК–Сатурн» (Умная фабрика).
5. Высокотехнологичное производства робототехнических комплексов, АО «Диаконт» (Умная фабрика).

Значимой вехой для развития направления «Технет» стал конкурс на создание центров компетенций НТИ (далее – ЦНТИ), проведенный в ноябре – декабре 2017 года в рамках Постановления Правительства РФ от 16 октября 2017 года № 1251 «Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета на оказание государственной поддержки центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций и Положения о проведении конкурсного отбора на предоставление грантов на государственную поддержку центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций».

ЦНТИ представляют собой инженерно–образовательные консорциумы, которые реализуют программы по преодолению технологических барьеров для обеспечения лидерства российских компаний на глобальных рынках. Центры компетенций НТИ формируются в партнерстве с университетами, научными и коммерческими организациями. Задачами ЦНТИ являются трансляция результатов фундаментальных исследований в инженерные приложения, технологический трансфер через кооперацию с

индустриальными партнерами, а также подготовка лидеров разработки новых технологий посредством реализации образовательных программ.

Благодаря серьезному научно–технологическому заделу, сформированному, в том числе в рамках реализации ДК «Технет», на базе Института передовых производственных технологий СПбПУ в январе 2018 года был создан Центр компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» (далее – Центр НТИ СПбПУ). Для реализации программы развития Центра НТИ СПбПУ был сформирован консорциум (74 организации на февраль 2020 года) с участием ведущих университетов, корпораций и крупных промышленных высокотехнологических предприятий – лидеров отраслей, научных организаций, высокотехнологичных компаний–лидеров («национальных чемпионов»), институтов развития и др.

В рамках утвержденной программы развития Центра НТИ СПбПУ ведется активная работа по достижению ряда значимых контрольных результатов ДК «Технет». В частности, запланирован к открытию центр тестирования, верификации и валидации инженерного программного обеспечения (Центр TVV), в пилотном режиме началось сотрудничество в области трансфера технологий с Китаем (на базе представительства СПбПУ в Шанхае), разрабатывается кросс–отраслевая мультидисциплинарная платформа виртуальной разработки и испытаний глобально конкурентоспособных продуктов нового поколения, готов к запуску полигон–демонстратор передовых производственных технологий и т.д.

Деятельность еще 4 центров компетенций НТИ, созданных по приоритетным для направления «Технет» сквозным технологиям, также направлена на преодоление технологических барьеров ДК «Технет». Это:

- Центр по направлению «Сенсорика» на базе ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (МИЭТ);
- Центр технологий компонентов робототехники и мехатроники на базе Университета Иннополис;
- Центр по направлению «Большие данные» на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»;
- Центр по направлению «Технологии беспроводной связи и интернета вещей» на базе АНОО ВО «Сколковский институт науки и технологий» (Сколтех).

Основной площадкой для обсуждения текущего статуса, технологических трендов и перспектив, а также подходов к реализации мероприятий ДК «Технет» является Международный технологический форум «Инновации. Технологии. Производство», который ежегодно проводит в Рыбинске ПАО «ОДК–Сатурн». Начиная с 2016 года РГ «Технет», а с 2018 года – Ассоциация «Технет», совместно с Центром НТИ СПбПУ и ГК CompMechLab® выступает соорганизатором форума. Модельная архитектура Фабрик Будущего лежит в основе тематической структуры и архитектуры деловой программы форума, а передовые производственные технологии, механизмы и кейсы их развития и внедрения являются главными темами обсуждения. Ежегодно в форуме принимают участие свыше 1000 человек из России, стран Европы и ближнего зарубежья, в основном – представители ведущих мировых и российских компаний – поставщиков технологических решений, научно–исследовательских институтов, вузов, институтов развития и др.

В рамках комплекса мероприятий ДК «Технет» по организационно–технической и экспертно–аналитической поддержке, информационному обеспечению Национальной технологической инициативы в мае 2018 года была создана Ассоциация разработчиков и эксплуатантов передовых производственных технологий – Ассоциация «Технет».

Ассоциация «Технет» является объединением научных, образовательных и промышленных организаций и их представителей, осуществляющих исследования, разработку, производство и эксплуатацию технологических решений в сфере передовых производственных технологий, с целью обеспечения конкурентоспособности отечественных компаний–лидеров на глобальных рынках и в высокотехнологичных отраслях промышленности (в первую очередь технологий цифрового проектирования и моделирования, аддитивных технологий, новых материалов, сенсорики, передовой робототехники, индустриального интернета, Big Data, CNC–технологий). Учредителями Ассоциации выступили участники РГ «Технет».

В октябре 2018 года состоялся конкурсный отбор для финансового обеспечения реализации некоммерческими организациями, осуществляющими функции инфраструктурных центров, программ по развитию отдельных направлений Национальной технологической инициативы. Государственная поддержка Инфраструктурных центров НТИ реализуется в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2018 г. № 402 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета на финансовое обеспечение реализации некоммерческими организациями, осуществляющими функции инфраструктурных центров, программ по развитию отдельных направлений Национальной технологической инициативы и

Положения о проведении конкурсного отбора для финансового обеспечения реализации некоммерческими организациями, осуществляющими функции инфраструктурных центров, программ по развитию отдельных направлений Национальной технологической инициативы». По направлению НТИ, обеспечивающему реализацию ДК «Технет», победителем конкурсного отбора была признана Ассоциация «Технет» (наделена функциями Инфраструктурного центра).

Основные задачи инфраструктурного центра «Технет»:

- подготовка изменений в существующую «дорожную карту» «Технет», включая прогнозирование развития рынка в перспективе до 2035 года, а также формирование перечня технологических и нормативных барьеров;
- разработка предложений по правовому или техническому регулированию, включающих проекты законодательных и нормативных правовых актов, технических стандартов и регламентов;
- организация проведения экспертно-аналитических мероприятий в интересах реализации «дорожной карты» по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы;
- развитие сообществ НТИ, включая проведение тематических мероприятий;
- осуществление мониторинга проектов нормативных правовых актов в целях обеспечения полноты и комплексности реализации «дорожной карты» НТИ.

Важным шагом на пути достижения цели ДК «Технет» по созданию глобально конкурентоспособной кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения для высокотехнологичных отраслей промышленности, в данном случае для двигателестроения, стало подписание в декабре 2018 года между Центром НТИ СПбПУ и Объединенной двигателестроительной корпорацией дорожной карты «Технет НТИ – ОДК» – плана мероприятий по внедрению передовых производственных технологий в производственные процессы Корпорации, а также в дочерние и зависимые общества АО «ОДК».

В соответствии с дорожной картой, стороны договорились осуществлять взаимодействие по созданию «умных» цифровых двойников нескольких моделей двигателей и внедрению инновационных технологий по всему жизненному циклу продуктовых программ. Также в рамках сотрудничества предполагается поэтапное формирование компетенций по разработке цифровых двойников путем создания

зеркальных инжиниринговых центров на дочерних предприятиях АО «ОДК». Сроки завершения отдельных мероприятий дорожной карты запланированы на 2025 год.

За время работы РГ «Технет» в системе РЕИД было подано 353 идей проектов по направлению «Технет», 232 из которых соответствовали критериям отбора, 129 идей перешли в стадию проектов НТИ. РГ «Технет» оценила 93 проекта, из которых поддержала 47 проектов, 23 проекта были рассмотрены Проектным комитетом НТИ, 3 проекта рекомендованы к реализации МРГ (по состоянию на 26 августа 2020 года): ИК «Тесис», ООО «С-Инновации», ООО «ИЦ ИАС» (OperKit Platform).

Один из ключевых проектов «Технет», который получил финансирование в рамках Постановления Правительства РФ от 18 апреля 2016 года № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы», – «Экспериментально–цифровая платформа сертификации». Проект реализуется технологической компанией «Тесис» совместно с консорциумом участников, включающим, в том числе, АНОО ВО «Сколковский институт науки и технологий» (Сколтех), и направлен на обеспечение разработки и применения методик ускоренной оценки соответствия на основании виртуальных испытаний с применением цифровых моделей изделий из полимерных композиционных материалов, что должно сократить временные и материальные затраты на сертификацию продукции и, как результат, – обеспечить скорейший выход на рынки.

Проект осуществляется в рамках реализации направления ДК «Технет» по разворачиванию и работе сети испытательных полигонов (TestBeds), в частности, в целях достижения значимого контрольного результата дорожной карты – запуска испытательного полигона для экспериментально–цифрового центра сертификации.

Проект «Интегрированная технологическая цепочка производства кастомизированной сверхпроводниковой продукции нового поколения для рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности» (ЗАО «СуперОкс», г. Москва) получил поддержку МРГ в декабре 2019 года.

Проект на рынке Технет реализуется компанией «С-Инновации» (дочерняя компания ЗАО «СуперОкс») с целью разработки комплексного цифрового решения для сопровождения высокотехнологичного производства. Созданные в проекте IT–решения будут опробованы в производстве провода на основе высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП). Разрабатываемая система включает в себя сбор и обработку больших данных, цифровые модели техпроцессов, модуль проектирования новых продуктов и элементы промышленного интернета вещей. ВТСП–провод сегодня является

основой для прорывных решений сразу в нескольких отраслях: электроэнергетика, новые виды выработки энергии, авиастроение, космические и информационные технологии.

Результат проекта позволит сократить время вывода на рынок новых кастомизированных продуктов с 25 до двух недель, а также снизить уровень брака в 2,5 раза.

В ноябре 2019 года проект «Предприятие–агрегатор сетевых распределенных производственных мощностей», разработанный компанией ООО «Виртуальные производственные системы» поддержан Проектным комитетом Национальной технологической инициативы. Ранее, в апреле 2019 года, этот проект был также представлен и поддержан на заседании рабочей группы рынка «Технет» НТИ. По состоянию на 2020 год проект реализуется за счет исполнителя.

Проект направлен на создание инфраструктуры ЕРСМ–агрегатора (виртуального заводууправления и оператора полного цикла) производственной сети парка ЧПУ–станков, с использованием технологий Big Data и Machine Learning. При этом сеть обеспечивает выполнение следующих задач: получение, оформление заказа из любой точки мира, планирование бизнес–процессов, распределение заданий, производство, логистику и выдачу комплектующих деталей на дальнейшую сборку в заданной заказчиком географической точке не более чем за 72 часа.

Проект реализуется в логике рынка Технет НТИ и решает технологические барьеры, связанные с направлением «Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках».

Научно–технологических задел формируются в нескольких направлениях. Одной из стратегических задач Ассоциации «Технет» является поиск относительно небольших и малоизвестных предприятий, активно внедряющих инновации и устойчивых к экономическим кризисам за счет диверсифицированной клиентской базы («скрытые чемпионы»). «Скрытые чемпионы» играют значимую роль в развитии технологических бизнесов. Однако лишь малой части амбициозных технологических идей в области передовых производственных технологий удастся преодолеть так называемую долину смерти (TRL 4 – TRL 7).

Для реализации задачи по поиску «скрытых чемпионов» с 2018 года Инфраструктурным центром «Технет» совместно с ПАО «ОДК–Сатурн» (в программе

принимают участие также и другие индустриальные партнеры) запущена акселерационная программа TechNet Project.

В 2018 году на конкурс TechNet Project пришло более 40 заявок из различных городов и регионов страны: Перми, Самары, Тюмени, Москвы, Санкт–Петербурга. В числе заявителей – и студенческие команды, и уже сложившиеся профессиональные коллективы профильных кафедр и лабораторий вузов. Из всех заявок экспертами TechNet Project были отобраны 23 претендента, представивших свои проекты экспертному жюри.

Из числа представленных на сессии проектов экспертами жюри были отобраны 15 для акселерации по программе TechNet Project. По результатам программы 4 проекта попал в корпоративные акселераторы, 1 проект получил грант Siemens, 4 проекта победили в конкурсах Фонда содействия инновациям, 1 проект продан инвестору, 1 проект ведет переговоры о продаже, 2 проекта стали резидентами Сколково, 3 проекта приступили к активным продажам.

Также, в ходе программы, ряд участников акселератора приняли участие в международной выставке Lanzhou Science and HighTech Achievement Expo (г. Ланьчжоу, Провинция Ганьсу, КНР), где заявили о разработанных ими решениях.

В 2019 году акселерационная программа TechNet Project 2019 привлекла 15 проектов длилась 3 месяца и состояла из 5 модулей: команды формировали и тестировали бизнес–модель проекта, разрабатывали план развития продукта или технологии, готовили подробный финансовый план и презентации для инвесторов, составляли заявку в Фонд содействия инновациям (ФСИ), а также представляли проекты инвесторам и индустриальным партнерам Ассоциации «Технет» на финальном мероприятии – DemoDay.

Почти 80% участников успешно прошли программу, 10 проектов либо подали заявки на конкурсы ФСИ, либо уже получили гранты, 3 проектами заинтересовались венчурные инвесторы, несколько компаний попали в корпоративные акселераторы, несколько проектов пригласили участвовать в крупных выставочных мероприятиях как в России, так и за рубежом. Одна из команд после прохождения акселерационной программы увеличила продажи на 150 %.

Наибольшая активность, связанная с реализацией проектов в рамках направления «Технет» НТИ, развернулась в рамках деятельности Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно–технической сфере (далее – Фонд содействия инновациям, ФСИ). В 2017–2019 годах ФСИ провел следующие конкурсы, направленные на поддержку реализации дорожных карт НТИ, в том числе ДК «Технет»:

По итогам 2017–2019 годов в рамках конкурса «Развитие–НТИ» (II–V очереди) по лоту «Технет» было профинансировано 64 проекта из 410 заявок на общую сумму 1,13 млрд рублей.

В 2018 году на конкурс «Старт–Технет» было подано 47 заявок, из которых 9 были поддержаны Фондом, а на конкурс «Умник–Технет» в 2017 и 2018 годах было подано 527 заявок, из которых 224 были допущены до финала, а 91 поддержана Фондом и рекомендована к финансированию (43 проекта в 2017 году и 48 – в 2018–м). В 2019 году на конкурс было подано 233 заявки из 38 регионов.

Значительная работа ведется в рамках нормативного правового обеспечения ДК «Технет», за счет совершенствования законодательной карты «Технет 2.0». В ходе этой деятельности, разворачивающейся на базе АНОО ВО «Сколковский институт науки и технологий» (Сколтех), ведется работа по внедрению новых подходов сертификации и стандартизации, а также формирование предложений по совершенствованию нормативной правовой сферы области ППТ.

В 2019 году успешно завершился первый этап реализации ДК «Технет 2.0» НТИ, включивший 19 мероприятий, в том числе 17 мероприятий по разработке нормативных правовых актов и 2 – по мониторингу и актуализации нормативной дорожной карты. Кроме того, в начале 2019 года Минпромторг России и Росстандарт утвердили Перспективный план стандартизации НТИ в области передовых производственных технологий на 2018–2025 годы. Кроме того, в начале 2019 года Минпромторг России и Росстандарт утвердили Перспективный план стандартизации НТИ в области передовых производственных технологий на 2018–2025 годы.

3 октября 2019 года в рамках Первого Всероссийского форума «Новые производственные технологии» состоялся круглый стол «Нормативно–правовое регулирование и актуальные вопросы стандартизации на рынке новых производственных технологий» (круглый стол был организован Ассоциацией «Технет» и рабочей группой по разработке и реализации ДК «Технет 2.0» НТИ), в ходе которого были обсуждены результаты первого этапа реализации ДК «Технет 2.0» НТИ, а также задачи регулирования и нормотворчества для второго этапа реализации нормативной дорожной карты.

В мае 2020 года были внесены изменения в План мероприятий («дорожную карту») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (передовые производственные технологии), утвержденную

распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2018 г. N 482-р (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 мая 2020 г. № 1420-р).

Существующий научно–технический задел формирует основания для актуализации дорожной карты «Технет» НТИ и дальнейшей реализации дорожной карты «Технет 4.0» НТИ.

6. Основные направления реализации плана мероприятий («дорожной карты»)

6.1. Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках

Название направления плана мероприятий («дорожной карты»)	Краткое описание направления плана мероприятий («дорожной карты»)
1) Разворачивание и работа сети испытательных полигонов (TestBeds)	<p>Разворачивание инфраструктуры обеспечения технологического и производственного лидерства России в технологических цепочках по ряду секторов (проектирование, производство, сервисы – на базе испытательных полигонов и консорциумов).</p> <p>Формирование пакетов технологических решений и услуг для компаний высокотехнологичных отраслей промышленности и рынков НТИ. Распространение на высокотехнологичные компании парадигмы проектирования на основе компьютерного инжиниринга и оптимизации изделий – (Simulation & Optimization)–Driven Design, позволяющей выпустить конкурентоспособную продукцию на рынок в кратчайшие сроки. Достижение конкурентных операционных показателей результативности и эффективности разработок и пакетов технологий в ряде производственных задач по итогам тестирования на испытательных полигонах (TestBeds).</p> <p>Формирование заказа на НИОКР, индустриального заказа российских исследовательских и производственных организаций с точки зрения учета вызовов цифровизации и интеллектуализации всех экономических процессов.</p>

2) Создание глобальной сети российских Фабрик Будущего	Формирование полномасштабного обеспечения технологического и производственного лидерства России по направлению передовых производственных технологий на глобальном рынке, определение условий для создания глобально конкурентоспособной и кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения в России, сокращение время вывода на рынок технологических решений , в том числе за счет сокращения сроков разработки и проектирования продукции.
3) Мероприятия в рамках развития субтехнологий направления Технет «НТИ»	Фокусировка на развитие субтехнологий для развития направления «Технет» НТИ, как ключевых компонентов Фабрик будущего.

6.2. Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения

Название направления плана мероприятий ("дорожной карты")	Краткое описание направления плана мероприятий ("дорожной карты")
1) Реализация плана мероприятий по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в	Поэтапное выполнение мероприятий законодательной дорожной карты (далее – «Технет 2.0» НТИ), предусмотренных распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2018 года № 482–р «Об утверждении плана мероприятий ("дорожной карты") по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению "Технет" (передовые

<p>сфере передовых производственных технологий.</p>	<p>производственные технологии)» (с изменениями, вносимыми распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 мая 2020 года № 1420–р).</p>
<p>2) Организационно–методическая поддержка разработки проектов нормативных правовых, нормативных технических и иных актов для стимулирования распространения передовых производственных технологий.</p>	<p>Выявление новых потребностей инновационных компаний, в первую очередь – малых и средних, в снятии барьеров распространения ППТ.</p>
<p>3) Нормативно–правовое обеспечение инициатив в области оценки соответствия передовых производственных технологий.</p>	<p>Создание нормативно–правовой базы, обеспечивающей сокращение материальных и временных затрат на внедрение новых технологий и материалов, скорейший выход продукции ППТ на рынки.</p>
<p>4) Проекты развития сертификации продуктов и сервисов, основанных на использовании новых материалов, аддитивных</p>	<p>Постоянное внесение предложений по внедрению подходов по сертификации в области ППТ Реализация проектов – демонстраторов эффективности новых подходов сертификации продукции, создание экспериментальных цифровых центров сертификации.</p>

технологий и конструкций нового поколения (Университетско– промышленные сертификационные TestBeds)	
5) ИТ–обеспечение деятельности по развитию сертификации продукции, полученной с использованием ППТ.	Формирование пилотного банка данных натуральных и виртуальных стандартов качеств, а также разработка архитектуры банка натуральных и виртуальных данных, нормативно–методической документации обращения с моделями.

6.3. Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков

Название направления плана мероприятий ("дорожной карты")	Краткое описание направления плана мероприятий ("дорожной карты")
1) Совершенствование системы профессионального образования для подготовки кадров рынка «Технет».	Подготовка квалифицированных инженерных кадров для рынка «Технет».

<p>2) Совершенствование инфраструктуры (создание сети образовательных площадок – learning factories).</p>	<p>Формирование сети образовательных площадок (learning factories), направленных на формирование перспективных компетенций путем реализации и масштабирования смешанных (blended) и сетевых программ.</p>
<p>3) Развитие инженерно–технического образования и трансфера компетенций посредством развития сети «зеркальных инжиниринговых центров» (ЗИЦ), в том числе университетских (УЗИЦ).</p>	<p>Формирование сети «зеркальных» инжиниринговых центров, создание команды у партнеров, реализующих проекты создания зеркальных инжиниринговых центров (ЗИЦ) на базе университетов и предприятий.</p>

6.4. Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы

<p>Название направления плана мероприятий ("дорожной карты")</p>	<p>Краткое описание направления плана мероприятий ("дорожной карты")</p>
<p>1) Развитие инженерно–технического творчества.</p>	<p>Рост привлекательности инженерных профессий среди молодого поколения, привлечение талантливых кадров в профессии по специализациям предприятий, реализующих комплекс Фабрики будущего.</p>

2) Развитие региональных партнерств по направлению «Технет» НТИ.	Развитие региональных сообществ по направлению «Технет» НТИ с целью формирования новых проектов.
--	--

6.5. Организационно–техническая и экспертно–аналитическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы

Название направления плана мероприятий ("дорожной карты")	Краткое описание направления плана мероприятий ("дорожной карты")
1) Координация и управление реализацией ДК «Технет».	Создание не менее 15 консорциумов для реализации проектов «Технет», тестирования и пилотирования технологических решений, запуска Фабрик Будущего «Технет».
2) Экспертно–аналитическая поддержка тематических и предметных направлений реализации ДК «Технет».	Формирование ключевых институциональных принципов и подходов организации и развития Фабрик Будущего в России, проведение ежегодной экспертно – аналитической поддержки организаций, организаций – компаний– участников направления «Технет».

6.6. Создание механизмов акселерации компаний Национальной технологической инициативы и механизмов экспортного продвижения создаваемых продуктов

Название направления плана мероприятий ("дорожной карты")	Краткое описание направления плана мероприятий ("дорожной карты")

<p>1) Развитие экосистемы формирования, привлечения развития и передачи компетенций и лучших в своем классе технологий.</p>	<p>Формирование экосистемы, обеспечивающей инициативное участие любых организаций, компаний (в т. ч. малых и средних) и экспертов в развитии рынка «Технет».</p>
---	--

7. Оценка рисков, а также технологических, рыночных и общественных барьеров, препятствующих реализации плана мероприятий ("дорожной карты") и сведения об инструментах их минимизации и преодоления, соответственно

В сравнении с традиционными производственными цепочками, современные объекты промышленной инфраструктуры, использующие решения «Фабрик Будущего», будут обладать следующими преимуществами, снимающими основные ограничения и барьеры развития производств в России:

- сокращение затрат (до 50%) на производство за счет внедрения передовых технологий цифрового проектирования и моделирования, а также систем организации и управления предприятием в совокупности с промышленной сенсорикой и робототехникой;
- сокращение времени производства за счет цифровизации, автоматизации, интеллектуализации и виртуализации промышленных цепочек (в среднем в 2–3 раза, в зависимости от типа, специализации производства);
- цифровизация производственных процессов на уровне ~ 95%;
- возможность прототипирования, проектирования новых процессов производства, существенно снижающая T2M (time to market) готовой продукции;
- повышенная предсказуемость производственных процессов, позволяющая легче прогнозировать и управлять деятельностью предприятия;
- безлюдное интеллектуальное производство не менее 50% технологических операций;
- переход к виртуальному управлению цепочками поставок (использование Big Data и предикативной аналитики);
- соединение больших программных пакетов в единую систему, обеспечивающую управление производством (CAD, CAE, CAO, CAM, ERP, MES, PLM, PDM, HPC);
- снижение количества дефектной продукции на производстве;
- повышенная кастомизация производственного процесса, использование новых типов материалов, которое приведет к облегчению конструкций (до 50% и более).

Таблица 2. Другие барьеры, препятствующие развитию «Фабрик будущего»

Описание определенных барьеров, предлагаемые механизмы устранения и митигации		
Наименование блока барьеров	Барьер	Способ снижения
Законодательные и административные	Снижение динамики изменения законодательства	<ul style="list-style-type: none"> ● Повышение качества разработки нормативных правовых актов, с целью снижения необходимости в последующей доработке и внесения изменений.
	Потребность в унификации и актуализации законодательства	<ul style="list-style-type: none"> ● Ревизия существующего законодательства; ● Актуализация нормативных правовых актов и стандартов в соответствии с современными требованиями.
	Необходимость создания регулятивной песочницы (испытательный полигон)	<ul style="list-style-type: none"> ● Создание технологических полигонов, в рамках которых возможны испытания решений вне ограничений существующих нормативов.
	Необходимость координации всех мероприятий по поддержке	<ul style="list-style-type: none"> ● Ревизия существующих мер поддержки; ● Устранение дублирования мер поддержки; ● Создание условий для получения поддержки в рамках системы «одного окна».
Управленческие	Срыв плановых дат достижения контрольных результатов реализации ДК «Технет» по ключевым направлениям деятельности, связанный с отсутствием понимания или опыта в управлении сложными технологическими процессами среди управленческого персонала	<ul style="list-style-type: none"> ● Проведение курсов подготовки и обучения управленческих кадров для целей более качественной интеграции нового персонала в системы управления процессами; реализаций положений ДК «Технет» ● Проведение совещаний между стейкхолдерами и представителями управленческого персонала для

Описание определенных барьеров, предлагаемые механизмы устранения и митигации		
Наименование блока барьеров	Барьер	Способ снижения
	Возникновение «Агентской проблемы» несовпадения взглядов стейкхолдеров и управленческого персонала на решение проблем, связанных с реализацией направлений ДК «Технет»	<p>обеспечения координации в процессе принятия ключевых решений по вопросам реализации положений ДК «Технет»;</p> <ul style="list-style-type: none"> Установление мер персональной ответственности за нарушение обязательств перед нанимателем в рамках трудового договора для представителей руководящего персонала.
	Нехватка квалифицированных специалистов в технологических областях управления процессами реализации мероприятий ДК «Технет»	
	Недобросовестность в исполнении обязанностей по управлению процессами реализации ДК «Технет» со стороны представителей управленческого персонала	
Технологические и инфраструктурные	Потребность в унификации стандартов и регламентов	<ul style="list-style-type: none"> Создание отраслевых центров компетенций; Координация работы технических комитетов.
	Формирование рынка технологий	<ul style="list-style-type: none"> Поддержка создание маркетплейсов технологических решений; Урегулирование отношений, связанных с лицензиями / собственностью на технологические решения;
	Создание технологических площадок (полигонов) для апробации новых технологий	<ul style="list-style-type: none"> Создание испытательных полигонов и регламентов (отраслевых).
	Создание инфраструктуры цифровой промышленности	<ul style="list-style-type: none"> Разработка отраслевых стандартов;

Описание определенных барьеров, предлагаемые механизмы устранения и митигации		
Наименование блока барьеров	Барьер	Способ снижения
		<ul style="list-style-type: none"> ● Разработка единых/унифицированных протоколов связи; ● Создание инфраструктуры для ЦОД.
	Неподготовленность российских компаний к применению цифровых технологий, отсутствие соответствующих технологических и управленческих компетенций.	<ul style="list-style-type: none"> ● Осуществление технологического аудита в организациях-участниках реализации плана мероприятий «Технет», перспективных партнерах для определения технологических проблем и наладки механизма создания испытательных полигонов для их решения; ● Согласование «дорожной карты» со стратегиями и планами развития инфраструктурных объектов, том числе с государственными и ведомственными целевыми программами, программами развития госкорпораций и компаний с госучастием, университетов, исследовательских институтов и других значимых компаний по приоритетным технологическим направлениям «Технет»; ● Создание экспериментальных стендов для исследования технологических процессов обработки материалов и определения специальных параметров виртуальных моделей материалов, полуфабрикатов и изделий; ● Формирование внедренческой среды для координации и взаимодействия представителей бизнеса и науки на постоянной основе с целью
	Неисполнение в срок обязательств по освоению технологических норм и процессов по договорам и партнерским проектам российских производителей, а также предприятий, участвующих в международных технологических цепочках, моральное устаревание производственного оборудования и продукции.	
	Отставание технологической базы и неготовность нормативно-правовой базы (сертификация, ГОСТы) для быстрого разворачивания испытательных полигонов по тестированию перспективных пакетов технологий на совместимость и масштабируемость.	
	Недостаточное качество математических моделей для предсказания характеристик материала и изделия с заданной точностью.	

Описание определенных барьеров, предлагаемые механизмы устранения и митигации		
Наименование блока барьеров	Барьер	Способ снижения
	Недостаточность вычислительных ресурсов для создания, хранения и обработки массивов данных	преодоления технологических барьеров; <ul style="list-style-type: none"> Расширение объема хранилищ данных за счет сбора средств от клиентов за доступ к данным, в том числе заинтересованных зарубежных участников, кооперации с организациями, имеющими доступ к свободным ресурсам для хранения и обработки данных
	Конкуренция стандартов, необходимость опережающей гармонизации новых стандартов в ЕС и США по всему спектру применения передовых производственных технологий.	<ul style="list-style-type: none"> Реализация опережающей стратегии внедрения стандартов по всему спектру ППТ в России, участие в международных комитетах и консорциумах по разработке и апробации мер по стандартизации и сертификации;
	2) Неразвитый рынок труда специалистов, обладающих компетенциями для рынка «Фабрик будущего».	<ul style="list-style-type: none"> Определение перспективных ниш в РФ для внедрения пакетов технологий по итогам тестирования их на испытательных полигонах;
	3) Реорганизация глобальных цепочек создания стоимости, сопровождающаяся реиндустриализацией развитых стран и возвратом производства из развивающихся стран	<ul style="list-style-type: none"> Продвижение образовательных программ (в части курсов повышения квалификации), работа с промышленными предприятиями на целевую подготовку специалистов в области ППТ.
	4) Низкое качество деловой среды и риски снижения уровня предпринимательской активности	
	5) Усиление структурных диспропорций в экономике в пользу сырьевых секторов и сопутствующее снижение	

Описание определенных барьеров, предлагаемые механизмы устранения и митигации		
Наименование блока барьеров	Барьер	Способ снижения
	<p>инвестиционной привлекательности обрабатывающей промышленности.</p> <p>б) Неразвитая корпоративная среда: отсутствие компаний интеграторов, управляющих глобальными технологическими цепочками или создающими глобальные технологические платформы; отсутствие института корпоративной медиации; отсутствие развитого сектора малого высокотехнологического бизнеса и др</p>	
Макроэкономические и геополитические риски	<p>Нарастающие негативные последствия санкций и иных административных препятствий к международной кооперации.</p> <p>Ухудшение внутренней и внешней конъюнктуры, снижение темпов роста экономики и уровня инвестиционной активности, кризис банковской системы, спад в промышленности и т.д.</p> <p>Введение законодательных ограничений в режиме санкций в отношении экспорта или импорта программного обеспечения.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Переориентации кооперации на рынки стран, лежащих в зоне геополитической устойчивости интересов по отношению к РФ; • Ориентация кооперации на малоподверженные влиянию геополитических факторов отрасли: космическая, атомная; • Расширение международного сотрудничества и увеличение базы зарубежных заказчиков, наращивание компетенций по применению всей линейки передового программного обеспечения.
Экономические и финансовые	Рост рентабельности внедрения новых технологий	<ul style="list-style-type: none"> • Создание передовых производств «с нуля»

Описание определенных барьеров, предлагаемые механизмы устранения и митигации		
Наименование блока барьеров	Барьер	Способ снижения
	Повышение доли предприятий, работающих на мировых рынках, формирующих запрос на новые производственные технологии	<ul style="list-style-type: none"> • Меры по продвижению на зарубежных рынках
	Поиск рынков сбыта	<ul style="list-style-type: none"> • Меры по поддержке спроса
	Потребность в значительном объеме средств, при лицензировании, тестировании и подготовке стандартизированных пакетов технологических решений (с использованием импортируемого оборудования, ПО и ноу-хау) к внедрению на реальные производственные площадки	<ul style="list-style-type: none"> • Ориентация компаний на работу и создание партнерств в рамках проектных консорциумов, для разделения рисков и расходов, использование специального кредитного финансирования и инвестиций (ВЭБ, АО «Роснано», РВК, др.); • Заключение соглашений с иностранными поставщиками и партнерами о хеджировании валютных рисков;
	Волатильность курса рубля по отношению к ряду ведущих мировых валют, сокращение участия финансовых средств федерального бюджета, предусмотренных на реализацию государственных программ и др. целевых мероприятий, которые могут быть использованы в части государственного финансирования проектов «дорожной карты».	<ul style="list-style-type: none"> • Привлечение ресурсного потенциала РАН и государственных корпораций.
Социальные	Формирование общей понятийной онтологии	<ul style="list-style-type: none"> • Разработка нового цифрового ГОСТа (новых стандартов); • Участие в соответствующих международных консорциумах.
	Улучшение межведомственной координации	<ul style="list-style-type: none"> • Создание межведомственных комиссий и комитетов;

Описание определенных барьеров, предлагаемые механизмы устранения и митигации		
Наименование блока барьеров	Барьер	Способ снижения
		<ul style="list-style-type: none"> ● Формирование дорожных карт и других координирующих документов.
Научные и кадровые	Высокая потребность в квалифицированных кадрах	<ul style="list-style-type: none"> ● Стратегические сессии по цифровой трансформации; ● Введение специализированных дисциплин по цифровой культуре (инноватики) со школы; ● Стартап как диплом (ВКР); ● Предиктивная аналитика компетенций; ● Обучение инженеров за счет включения в реализацию реальных проектов для промышленности.
	Совершенствование связей (коммуникации) между промышленностью и фундаментальной наукой	<ul style="list-style-type: none"> ● Формирование проектных инициатив на основании запросов рынка; ● Поддержка развития проектов, реализуемых в рамках консорциумов.
	Разрывы инновационного цикла (фундаментальные и прикладные исследования – опытно-конструкторские разработки – испытание и внедрение комплексных технических решений)	<ul style="list-style-type: none"> ● Длительность инновационного цикла, ограничения, связанные с коммерциализацией и трансфером технологий.
<ul style="list-style-type: none"> ● Прочие риски 	<ul style="list-style-type: none"> ● Установление монопольного сговора между представителями крупных компаний-участников «Технет» на предоставлении услуг и использование ППТ, а также утаивание результатов разработок и апробации критических важных 	<ul style="list-style-type: none"> ● Осуществление процесса мониторинга в части создания и использования интеллектуальных прав в рамках реализации мероприятий ДК «Технет» ● Обеспечение схоластического подхода реализации положений ДК «Технет», предусматривающий увязывание

Описание определенных барьеров, предлагаемые механизмы устранения и митигации		
Наименование блока барьеров	Барьер	Способ снижения
	технологий от других участников группы	процессов внедрения технологий на рынок и обеспечение нормативно-правовой поддержки данных процессов во избежание возникновения институциональных и административных барьеров в данной области.
	<ul style="list-style-type: none"> Отсутствие работ с нормативно-правовыми актами в части, касающейся реализации продуктов и услуг, создаваемых в сегментах рынка «Технет», которые могут повлечь к созданию административных и институциональных проблем для процесса развития ППТ в стране 	

Риски и механизмы их митигации

- Временные и стоимостные затраты внедрения новых технологий/ трансфера технологий.

По результатам проведения экспертных мероприятий, экспертами отмечаются высокие временные и стоимостные затраты при внедрении новых технологий на предприятиях. Например, при принятии решения о внедрении технологий возникает необходимость проведения технологического аудита, а также совершенствования не только целевого блока технологий, но и других модулей производственной и технологической цепочки. Помимо этого, возникает потребность в апробации нескольких типов технологических решений с целью выбора наиболее перспективного варианта для конкретного производства. Также есть риски простоя производства при отладке новых технологий, а также увеличение времени производственного цикла.

Снижение рисков может быть достигнуто за счет создания цифровых технологических полигонов, в рамках которых может быть проведена апробация и отбор технологий.

- Риски длительного возвращения / невозвращения инвестиций от внедрения технологий.

Внедрение новых производственных технологий – длительный процесс, требующих значительных высокорискованных инвестиций, при этом срок окупаемости этих инвестиций также длительный, что создает препятствия для внедрения, а также создает риски для предприятия, внедряющего новые производственные технологии.

Снижение рисков обеспечивается за счет поддержки на государственном уровне, среди ключевых мероприятий – субсидирование наиболее успешных проектов, софинансирование модернизации предприятий, субсидирование кредитов, налоговые льготы для организаций, внедряющих новые производственные технологии.

- Риски потери конкурентоспособности технологий, учитывая длительный этап фундаментальных исследований.

Традиционный (прямой) алгоритм исследований, трансфера технологий и реализации проектов предполагает следующую последовательность:

Получение новых фундаментальных знаний (1) => практическое использование фундаментальных знаний (2) => создание технологий (3) => создание продуктов и услуг (4) => выход на рынок продуктов и услуг (5).

При использовании этого алгоритма существует значительный риск того, что в итоге не состоится создания высокотехнологичных конкурентоспособных продуктов и услуг и их своевременного вывода на рынок (тем более, глобальный рынок).

Ключевые причины:

- 1) Долговременный горизонт фундаментальных исследований (5–7 и более лет).
- 2) Сокращение инновационного цикла выпуска новой продукции: для сохранения конкурентоспособности необходим динамичный вывод продукции на рынок: например, для сектора автомобилестроения – 2–3 года.
- 3) Высокая себестоимость полного инновационного цикла с непредсказуемым результатом вывода продукта / услуги на рынок.
- 4) Рынок использует для формирования новых продуктов и услуг преимущественно технологии и результаты прикладных исследований, которые находятся в высокой степени готовности.

Снижение рисков обеспечивается за счет альтернативного алгоритма реализации: выход на глобальный высокотехнологичный рынок продуктов и услуг (мировой

технологический фронт, 5) => создание глобально конкурентоспособных продуктов и услуг (4) => создание и комплексирование передовых наукоёмких мультидисциплинарных технологий (3) => на основе практическое использование применения фундаментальных знаний (2) => получение новых проблемно-ориентированных фундаментальных знаний (1).

- Риски оттока за рубеж успешных проектов.

Наиболее успешные компании, вышедшие на глобальный рынок, могут переместиться в страны, которые обеспечивают более оптимальные условия для ведения бизнеса / имеют инфраструктуру для более эффективного ведения исследований и разработок, а также страны близкие к рынкам потребления.

Снижение рисков обеспечивается постепенной трансформацией инновационной экосистемы: созданием гибкой инфраструктуры исследований и разработки, развитием инструментов венчурного финансирования для поддержки проектов, гармонизацией мероприятий государственной поддержки, формированием благоприятного бизнес-климата и условий для локализации зарубежных проектов.

- Внедрение новых технологий при сохранении безопасности (кибербезопасности).

Экспертные мероприятия выявили проблематику цифровизации промышленных производств, связанную с сохранением безопасности при генерации, хранении и передаче данных. Риски сохранения коммерческой тайны, промышленной безопасности, а, в случае с предприятиями ОПК, графа секретности, сопутствуют внедрению технологий, их наличие может оказать влияние на эффективность цифровой трансформации.

Снижение рисков может быть достигнуто за счет создания на режимных предприятиях производственных площадок, свободных от ограничений для производства рыночной продукции, внедрение новых решений, гарантирующих безопасность передачи данных, снижения входных барьеров (упрощенное лицензирование) предприятий для формирования гибких производственных цепочек режимных предприятий

- Риски, связанные с устаревшими бизнес-моделями.

Внедрение новых производственных технологий может быть затруднено использованием устаревших бизнес-моделей. Вектор лидерства смещается от крупнейших международных корпораций в сторону высокотехнологичных

компаний, выпускающих небольшие объемы продукции (микрофабрики) и функционирующих в рамках новых бизнес-моделей (SaaS — Software as a Service, PaaS — Platform as a Service и др.). Следствием этого тренда являются риски снижения конкурентоспособности крупных компаний, внедряющих цифровые решения, по сравнению с небольшими высокотехнологичными конкурентами.

Снижение рисков может быть обеспечено формированием специального “пакета” мер поддержки малых и средних высокотехнологичных предприятий, за счет которых и может обеспечен технологический прорыв. Помимо этого, могут быть сформированы консорциумы крупных, а также высокотехнологичных средних и малых организаций, которые могут совместно работать над решениями актуальных задач, создавать самостоятельные совместные предприятия, которые также будут обеспечивать цифровой прорыв.

III. ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ («ДОРОЖНОЙ КАРТЫ»)

1. Перечень целевых показателей плана мероприятий ("дорожной карты"), их значений и методика их расчета

Наименование показателя	Единица измерения	Текущий показатель	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Доля России на мировых рынках «Фабрик Будущего» в сегменте инжиниринга и конструирования	%	0,31%	0,31%	0,35%	0,37%	0,4%	0,42%	1,5%
Количество компаний-поставщиков услуг по созданию Фабрик Будущего в рейтинге топ-50 технологических «газелей» РФ	Ед. (накоп.)	7	9	9	10	10	10	20
Объем экспорта продукции,	Тыс. руб.	–	–	–	–	1 500 000	2 500 000	40 000 000

Наименование показателя	Единица измерения	Текущий показатель	2020	2021	2022	2023	2024	2035
полученной с использованием ППТ								
Число созданных Фабрик Будущего «Технет»	Ед. (накоп.)	5	5	6	6	7	7	30
Число созданных испытательных полигонов (TestBeds) «Фабрик Будущего»	Ед. (накоп.)	5	5	6	6	7	7	25
Количество экспериментально-цифровых центров (лабораторий) сертификации в Российской Федерации	Ед. (накоп.)	1	1	1	2	2	2	15
Число специалистов, прошедших	Чел. (накоп.)	8259	10 000	15 000	22 000	28 000	34 000	50 000

Наименование показателя	Единица измерения	Текущий показатель	2020	2021	2022	2023	2024	2035
программы подготовки и переподготовки по передовым производственным технологиям								

- 1) Текущий показатель доли России на рынках «Фабрик Будущего» в сегменте инжиниринга и конструирования рассчитывается как доля от объема мирового рынка Global Engineering Services по оценке IBISWorld на основе средних данных Федеральной службы государственной статистики (Росстата) по расходам на конструирование и инжиниринг в сферах: добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, транспортировка и хранение (7% от общего объема инвестиций в основной капитал – по оценкам участников РГ «Технет»).
- 2) В число 7 компаний-поставщиков услуг по созданию Фабрик Будущего рейтинга топ-50 технологических «газелей» Российской Федерации входят победители рейтинга «Техуспех»: ГК «Унихимтек», АО «Диаконт» ООО «ЛВМ» (победители 2017 года); ГК «Унихимтек», ЗАО «Суперокс» (2018 год); АО «Диаконт», ГК «Унихимтек» (2019 год).
- 3) Текущий показатель «Объем экспорта продукции», полученной с использованием ППТ, перенесен на 2023 год, так как для его учета требуется изменение системы сбора статистических данных по передовым производственным технологиям.
- 4) В число созданных Фабрик Будущего «Технет» входят:
 - Цифровые фабрики: (1) Цифровая платформа разработки цифровых двойников CML-Bench. (ГК CompMechLab / ИЦ «ИЦКИ» / Центр НТИ СПбПУ / НЦМУ «Передовые цифровые технологии»); (2) Цифровая фабрика по созданию семейства высокооборотных

дизельных двигателей (ООО «Уральский дизель-моторный завод» («УДМЗ»)/ АО «Синара-Транспортные машины» / АО «Группа Синара»); (3) «Цифровая верфь» (АО «СНСЗ» / АО «ОСК»).

- Умные фабрики: (1) «Умная» Фабрика «Сатурн» (ПАО «ОДК-Сатурн» / АО «ОДК» / ГК «Ростех»); (2) Высокотехнологичное производство робототехнических комплексов (АО «Диаконт»).
- 5) На базе испытательного полигона (TestBed) для генерации цифровых, «умных», виртуальных «Фабрик Будущего» (ИППТ СПбПУ, 2017 год) создано 5 виртуальных испытательных полигонов: Automotive-1 (с ФГУП «ГНЦ РФ - ФЭИ», ФГУП «НАМИ»), Automotive-2 (с ПАО «Соллерс») и Automotive-3 (с ПАО «КАМАЗ»). Созданы испытательные полигоны на базе АО «ОДК-Климов» (двигатель ТВ7-117СТ-01 для нового пассажирского самолета Ил-114-300) и ООО «УДМЗ» (создание семейства высокооборотных дизельных двигателей).
 - 6) Создан 1 Центр тестирования, верификации и валидации инжинирингового программного обеспечения на базе Центра НТИ СПбПУ, формируется 1 Экспериментально-цифровая платформа сертификации на базе Сколтеха (срок развертывания: 2022 год).
 - 7) Только рамках реализации программы Центра компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» по программам ДПО (дополнительное профессиональное образование) и ООП (основные образовательные программы) в 2018 году было подготовлено 2049 человек, в 2019 году – 6210 человек. Итого: 8259 человек.
 - 8) Из числа показателей исключена «Позиция России в Global Manufacturing Competitiveness Index (или сопоставимый)», так как с 2016 года рейтинг не обновляется.

2. Плановый график реализации плана мероприятий ("дорожной карты")

2.1. Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках

Основные направления плана мероприятий ("дорожной карты")	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий ("дорожной карты")	Ожидаемый результат	Исполнители
1. Разворачивание и работа сети испытательных полигонов (TestBeds)	2020	II квартал 2030	<p>II квартал 2022 года – запущены 2 универсальных полигона второй очереди (университетского типа);</p> <p>IV квартал 2025 года – сформирован пакет перспективных технологий доверенной сенсорики в области материаловедения, микроэлектроники, мехатроники и других направлений развития сенсорики;</p> <p>II квартал 2025 года – сформированы пилотные испытательные полигоны (Testbeds) первой очереди для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям производственная робототехника (advanced robotics), новые материалы, Big Data;</p> <p>IV квартал 2025 года – сформированы TestBeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям: сенсорики, аддитивные технологии, индустриальный Интернет;</p> <p>II квартал 2027 года – открыты испытательные полигоны второй очереди, подготовлены рекомендации по модели и</p>	<p>Развернута инфраструктура обеспечения технологического и производственного лидерства России в технологических цепочках по ряду секторов (проектирование, производство, сервисы – на базе испытательных полигонов и консорциумов). Развернут полигон по направлению «Сенсорика» и полностью оснащен ключевым оборудованием, программным обеспечением, ключевыми сотрудниками. Сформированы пакеты технологических решений и услуг для компаний высокотехнологичных отраслей промышленности и рынков НТИ. Распространение на высокотехнологичные компании парадигмы проектирования на основе компьютерного инжиниринга и оптимизации изделий – (Simulation & Optimization)–</p>	<p>СПбПУ, (РГАТУ им. П.А. Соловьева, КБГУ, АГУ и др.), Минпромторг России, ФБУ «Российское технологическое агентство», Сколтех, Внешэкономбанк, АО «ИНУМиТ», АО «ОДК» (ПАО «ОДК–Сатурн» и др.), компании– участники направления «Технет», МИЭТ, Центр компетенций НТИ по направлению «Фотоника» ПГНИУ, ПАО «ПНППК», Кластер волоконно-оптических технологий «Фотоника», ООО «Инверсия-Сенсор»</p>

			<p>показателям результативности их работы;</p> <p>IV квартал 2030 года – проведение конкурсного отбора Testbeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям (третья очередь).</p>	<p>Driven Design, позволяющей выпустить конкурентоспособную продукцию на рынок в кратчайшие сроки. Достижение конкурентных операционных показателей результативности и эффективности разработок и пакетов технологий в ряде производственных задач по итогам тестирования на испытательных полигонах (TestBeds). Формирование заказа на НИОКР, индустриального заказа российских исследовательских и производственных организаций с точки зрения учета вызовов цифровизации и интеллектуализации всех экономических процессов.</p>	
2. Создание глобальной сети российских Фабрик Будущего	2020	III квартал 2030	<p>II квартал 2028 года – интеграция компонентов полигонов «умной» фабрики первой очереди (производственного типа);</p> <p>I квартал 2029 года – разработаны форматы, требования к протоколам взаимодействия узлов производственной сети «Фабрик Будущего»;</p> <p>III квартал 2030 года – запущена «виртуальная фабрика» с использованием технологий индустриального Интернета.</p>	<p>Сформировано полномасштабное обеспечение технологического и производственного лидерства России по направлению передовых производственных технологий на глобальном рынке. Сформированы условия для создания глобально конкурентоспособной и кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения в России. Сокращено время вывода на</p>	<p>Минпромторг России, АО «РЭЦ», ПАО «ОДК–Сатурн», Компании – участники направления «Технет»</p>

				рынок технологических решений, в том числе за счет сокращения сроков разработки и проектирования продукции.	
3. Мероприятия в рамках развития субтехнологий направления Технет «НТИ»²					
3.1. Цифровое проектирование и моделирование (Smart Design)³					
3.1.1. Внедрение новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования	2020	IV квартал 2024	IV квартал 2021 года – 15 предприятий, применяющих технологию разработки цифровых двойников продуктов / изделий и обеспеченных экспертным сопровождением; IV квартал 2024 года – не менее 100 предприятий, применяющих технологию разработки цифровых двойников продуктов / изделий и обеспеченных экспертным сопровождением; IV квартал 2024 года – не менее 250 проектов, реализованных проектов на высокотехнологичных предприятиях из приоритетных отраслей промышленности, для которых была применена технология разработки цифровых двойников.	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.	Минпромторг России, Минэкономразвития России, ФБУ «Российское технологическое агентство» (ЦУПП), Аскон, Топ-системы, РФЯЦ ВНИИЭФ, Фирма «1С», СПбПУ & ГК CompMechLab, МГТУ, ИК «Тесис», АРМ, Fydesis, ООО «Датадванс», АО «РПК», ФИЦ ИУ РАН, Сколтех, Университет ИТМО, ГК «Росатом», ГК «Ростех», АО ИК «АСЭ», АО «ОДК», ПАО «КАМАЗ», ПАО «ОДК – Сатурн», АО «ОСК», ПАО «ОАК», АО «СНСЗ», ГК «Роскосмос», Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково»,

² В рамках ДК «Технет 4.0» предполагается участие в реализации мероприятий других дорожных карт национального уровня, в том числе дорожных карт по «сквозным» цифровым технологиям, программ центров компетенций Национальной технологической инициативы, дорожной карты развития высокотехнологичной области "Технологии новых материалов и веществ" на период до 2024 года в части продуктового направления "Аддитивные технологии" и др. В рамках ДК «Технет 4.0» (передовые производственные технологии) НТИ осуществляется интеграция других направлений по развитию передовых производственных технологий

³ Финансирование мероприятий осуществляется в рамках Дорожной карта по развитию «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» Федерального проекта «Цифровые технологии» Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Дорожная карта утверждена 14 октября 2019 года на заседании Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условия ведения предпринимательской деятельности.

					АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация «Технет»
3.1.2. Создание цифровой платформы разработки цифровых двойников	2020	IV квартал 2024	IV квартал 2021 года – создана цифровая платформа разработки цифровых двойников, объединяющая 1000 экспертов – сертифицированных пользователей; IV квартал 2024 года – создана цифровая платформа разработки цифровых двойников внедрена в 5 приоритетных отраслях, в 50 высокотехнологичных компаниях, сформирована национальная сетевая экосистема из 25 «зеркальных» инжиниринговых центров, объединяющая 2 500 экспертов – сертифицированных пользователей.	Создана цифровая платформа разработки цифровых двойников, способная учитывать 150 000 целевых показателей и ресурсных ограничений, использующая смежные «сквозные» цифровые технологии искусственного интеллекта, больших данных, распределённых реестров, обеспечивающая управление интеллектуальной собственностью, экспертное сопровождение и проведение с первого раза физических и натуральных испытаний.	Минпромторг России, Минэкономразвития России, ФБУ «Российское технологическое агентство» (ЦУПП), Аскон, Топ–системы, РФЯЦ ВНИИЭФ, Фирма «1С», СПбПУ & ГК CompMechLab, МГТУ, ИК «Тесис», АРМ, Fydesis, ООО «Дагадванс», АО «РПК», ФИЦ ИУ РАН, Сколтех, Университет ИТМО, ГК «Росатом», ГК «Ростех», АО ИК «АСЭ», АО «ОДК», ПАО «КАМАЗ», ПАО «ОДК – Сатурн», АО «ОСК», ПАО «ОАК», АО «СНСЗ», ГК «Роскосмос», Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково», АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация «Технет»
3.1.3. Создание отечественной PLM-системы «тяжелого» класса (включая CAD / CAM / CAE – подсистемы) ⁴	2020	IV квартал 2024 года	IV квартал 2021 года – создана PLM–система среднетяжелого класса в защищенном исполнении. Система внедрена на 5 предприятиях, реализовано 10 проектов, к системе подключено 500 пользователей, 20 изделий в 5 приоритетных отраслях промышленности подключены к цифровому	Разработана отечественная PLM–система «тяжёлого» класса (включая CAD / CAM / CAE – подсистемы), поддерживающая все стадии разработки изделий: от создания концепта и	ГК «Росатом», ГК «Ростех», ГК «Роскосмос», Минпромторг России, Минэкономразвития России, ФБУ «Российское технологическое агентство»

⁴ Реализация осуществляется в рамках соглашения Правительства Российской Федерации, ГК «Ростех», ГК «Росатом» о намерениях по развитию сквозной цифровой технологии «Новые производственные технологии» (НПТ) в целях реализации федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика», 27 августа 2020 года

			<p>профилю изделия;</p> <p>IV квартал 2024 года – создана PLM–система тяжелого класса в защищенном исполнении. Система внедрена на 25 предприятиях, реализовано 50 проектов, к системе подключено 10000 пользователей, 100 изделий в 5 приоритетных отраслях промышленности подключены к цифровому профилю изделия;</p>	<p>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.</p>	<p>(ЦУПП), Аскон, Топ–системы, РФЯЦ ВНИИЭФ, Фирма «1С», СПбПУ & ГК CompMechLab, МГТУ, ИК «Тесис», АРМ, Fydesis, ООО «Датадванс», АО «РПК», ФИЦ ИУ РАН, Сколтех, Университет ИТМО, ГК «Росатом», ГК «Ростех», АО ИК «АСЭ», АО «ОДК», ПАО «КАМАЗ», ПАО «ОДК – Сатурн», АО «ОСК», ПАО «ОАК», АО «СНЗ», ГК «Роскосмос», Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково», АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация «Технет»</p>
<p>3.1.4. Создание для 5 приоритетных отраслей (автомобилестроение; авиастроение и ракетно–космическая техника; судостроение и кораблестроение; двигателестроение; машиностроение, включая тяжелое, специальное и атомное машиностроение, железнодорожный транспорт; непрерывное / процессное производство и др.) Национальной базы</p>	2020	IV квартал 2024 года	<p>IV квартал 2021 года – 10% – доля испытательных стендов (по отраслям), входящих в состав Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности, от общего числа испытательных стендов;</p> <p>IV квартал 2024 года – 15% – доля испытательных стендов (по отраслям), входящих в состав Национальной базы математических моделей высокого уровня адекватности, от общего числа испытательных стендов.</p>	<p>Разработана для 5 приоритетных отраслей Национальная база математических моделей высокого уровня адекватности Digital Brainware (отличие между результатами моделирования и натурных испытаний в пределах $\pm 5\%$) на основе архивов физических и натурных экспериментов, обеспечена преемственность с накопленным научно–технологическим опытом,</p>	<p>ГК «Росатом», ГК «Ростех», Минпромторг России, Минэкономразвития России, ФБУ «Российское технологическое агентство» (ЦУПП), Аскон, Топ–системы, РФЯЦ ВНИИЭФ, Фирма «1С», СПбПУ & ГК CompMechLab, МГТУ, ИК «Тесис», АРМ, Fydesis, ООО «Датадванс», АО «РПК», ФИЦ ИУ РАН, Сколтех, Университет ИТМО, АО ИК «АСЭ», АО «ОДК», ПАО «КАМАЗ»,</p>

<p>математических моделей высокого уровня адекватности Digital Brainware</p>				<p>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. (отличие между результатами моделирования и натуральных испытаний в пределах $\pm 5\%$)</p>	<p>ПАО «ОДК – Сатурн», АО «ОСК», ПАО «ОАК», АО «СНЧЗ», ГК «Роскосмос», Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково», АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация «Технет»</p>
<p>3.1.5. Создание платформенных решений для промышленности.</p>	<p>2020</p>	<p>IV квартал 2024 года</p>	<p>IV квартал 2024 года – созданы платформенные решения для правовой охраны управления правами на цифровые модели и объекты. 100/25/30% % от общего числа элементов, созданных «цифровых двойников», охрана которых обеспечена в режимах авторского / патентного права (как промышленный образец) / лицензирование;</p> <p>IV квартал 2024 года – создана платформа полного жизненного цикла, обеспечивающая сервисы для разработки специализированного прикладного инженерного ПО на базе отечественной платформы и геометрического ядра. С использованием платформы полного жизненного цикла разработано 25 решений, подготовлено 100 специалистов для проектирования инженерного ПО с использованием платформы;</p> <p>IV квартал 2024 года. – создан сервис, обеспечивающий доступ к облачным вычислительным мощностям, функционирующий по модели «on demand».</p>	<p>Платформа цифровой сертификации обеспечивает экспертное сопровождение разработки и применения цифровых моделей и виртуальных испытательных стендов для ускоренной сертификации материалов и изделий</p> <p>Платформенные решения для правовой охраны и управления правами на цифровые модели и объекты обеспечивают охрану в режиме авторского / патентного права (как промышленный образец) / лицензирование</p> <p>Разработана платформа полного жизненного цикла, обеспечивающая сервисы для</p>	<p>ГК «Росатом», ГК «Ростех», Минпромторг России, SOLVER, БФГ Групп, F.O.R.T., СТАН, MIXAR, Фирма «1С», Галактика, «ЦИФРА», АО «РАСУ», ООО «СИГНУМ», ООО «Объединение Агрегейт», Сколтех, ФГУП ЭЗАН, СПбПУ, МГТУ, АО «ОДК», DMG Mori, ПАО «МТС», ПАО «Мегафон», ПАО «ВымпелКом», ПАО «ОДК – Сатурн», АО «СНЧЗ», ГК «Роскосмос», АО «ОСК», ПАО «ОАК», Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково», АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация «Технет»</p>

			<p>Достигнут показатель в 2500 пользователей сервиса;</p> <p>IV квартал 2024 года – созданы платформенные решения, реализующие сервисный подход «База доступных технологий» и «База доступных мощностей». 10 компаний используют базы данных;</p> <p>IV квартал 2024 года – сформированы платформенные решения для эксплуатационного мониторинга: постпродажное обслуживание изделий и предиктивная аналитика. 100 типовых изделий в 5 приоритетных отраслях промышленности, процесс послепродажного обслуживания которых автоматизирован.</p>	<p>разработки специализированного прикладного инженерного ПО на базе отечественной платформы и геометрического ядра</p> <p>Создан сервис, обеспечивающий доступ к облачным вычислительным мощностям, функционирующий по модели «on demand»</p> <p>Созданы платформенные решения, реализующие сервисный подход «База доступных технологий» и «База доступных мощностей».</p> <p>Разработаны платформенные решения для эксплуатационного мониторинга: постпродажное обслуживание изделий и предиктивная аналитика.</p>	
--	--	--	--	--	--

3.2. Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing)⁵

3.2.1. Создание функциональных элементов на базе отечественных MES–систем, комплементарных с технологиями искусственного интеллекта, больших данных, интернета вещей и оптимизирующих процесс планирования производства с	2020	IV квартал 2024 года	<p>IV квартал 2021 – создан модуль оптимизации производственных расписаний на уровне холдингов на основе алгоритмов искусственного интеллекта и данных интернета вещей;</p> <p>IV квартал 2024 – создан модуль децентрализованного планирования. Интеграция с системами межзаводской кооперации и</p>	Сформированы функциональные элементы на базе отечественных MES–систем, комплементарные с технологиями искусственного интеллекта, больших данных, интернета вещей и оптимизирующие	ГК «Росатом», ГК «Ростех», Минпромторг России, SOLVER, БФГ Групп, F.O.R.T., СТАН, MIXAR, Фирма «1С», Галактика, «ЦИФРА», АО «РАСУ», ООО «СИГНУМ», ООО «Объединение Агрегейт», Сколтех, ФГУП ЭЗАН,
---	------	----------------------	---	---	---

⁵ Финансирование мероприятий осуществляется в рамках дорожной карта по развитию «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» Федерального проекта «Цифровые технологии» Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Дорожная карта утверждена 14 октября 2019 года на заседании Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условия ведения предпринимательской деятельности.

учётом «быстрых» переналадок и партий запуска			управления производственно – технологическим потенциалом крупных холдингов и государственных корпораций. MES – система внедрена на 1000 предприятиях, количество пользователей составляет 10000 человек ⁶ .	процесс планирования производства с учётом «быстрых» переналадок и партий запуска.	СПбПУ, МГТУ, АО «ОДК», DMG Mori, ПАО «МТС», ПАО «Мегафон», ПАО «ВымпелКом», ПАО «ОДК – Сатурн», АО «СНЗ», ГК «Роскосмос», АО «ОСК», ПАО «ОАК», Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково», АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация «Технет»
3.2.2. Создание функциональных элементов, комплиментарных с технологиями искусственного интеллекта, больших данных и распределённых реестров, на базе отечественных платформ	2020	IV квартал 2024 года	IV квартал 2021 – создание модулей автоматизации технологических и бизнес-процессов предприятия. IV квартал 2024 – создан модуль доверенных поставок и транзакций (смайт-договоры) среди участников кооперации. Решение внедрено на 500 предприятиях, 10000 сертифицированных пользователей, 10000 функциональных элементов ERP систем внедрено на высокотехнологичных предприятиях ⁷ .	Созданы системы управления производством, в том числе системы управления непрерывным производством; система управления кооперационным производством, позволяющая в режиме реального времени вести планирование и учёт по всей цели кооперации; система управления производственно–техническим потенциалом на уровне холдингов и государственных корпораций; ERP–система; универсальная интеграционная шина данных.	ГК «Росатом», ГК «Ростех», Минпромторг России, SOLVER, БФГ Групп, F.O.R.T., СТАН, MIXAR, Фирма «1С», Галактика, «ЦИФРА», АО «РАСУ», ООО «СИГНУМ», ООО «Объединение Агрегейт», Сколтех, ФГУП ЭЗАН, СПбПУ, МГТУ, АО «ОДК», DMG Mori, ПАО «МТС», ПАО «Мегафон», ПАО «ВымпелКом», ПАО «ОДК – Сатурн», АО «СНЗ», ГК «Роскосмос», АО «ОСК», ПАО «ОАК», Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково», АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация

⁶ Реализация осуществляется в рамках соглашения Правительства Российской Федерации, ГК «Ростех», ГК «Росатом» о намерениях по развитию сквозной цифровой технологии «Новые производственные технологии» (НПТ) в целях реализации федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика», 27 августа 2020 года

⁷ Функциональные элементы внедрены в части межмашинного взаимодействия

					«Технет»
3.3. Новые материалы (технологии их создания, обработки, контроля качества, инжиниринга материал – конструкция, включая аддитивные технологии)⁸					
3.3.1. Обеспечение научно–технологического развития сферы новых материалов	2020	IV квартал 2024	IV квартал 2024 года – сертифицировано 25 ед. наилучших доступных технологий; IV квартал 2024 года – 85 единиц результатов интеллектуальной деятельности, зарегистрированных по процедуре РСТ; IV квартал 2024 года – разработано 20 базовых и 45 специализированных стандартов.	В результате обеспечения научно–технологического развития сферы создан базис для мирового лидерства России в данной сфере.	ГК «Росатом», ГК «Ростех», ГК «Роскосмос», Минпромторг России, Минобрнауки России, ФГУП «ВИАМ», СПбПУ, НИТУ «МИСиС», ИЦ «Сколково», ИЛИСТ (СПбПУ), ООО «Аддитивные технологии» ГК «Унихимтек», АО «ИНУМиТ», ООО «ИТЕКМА», ПАО «ОАК», ПАО «ОДК», ЦИАМ, АО «НИИГрафит», АО «Наука и Инновации», ООО «РусАТ», АО «НПО «ЦНИИТМАШ», ФГУП «РФЯЦ–ВНИИТФ», НПО «ЛУЧ», Группа компаний «Лазеры и аппаратура», Сколтех, ФГУП «ГНЦ РФ - ФЭИ», ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина, ФГУП ЭЗАН, Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково», АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо–Запад”», Ассоциация «Технет»
3.3.2. Инфраструктурное	2020	IV квартал 2024	IV квартал 2024 года – создано 26 центра в	В результате	ГК «Росатом», ГК

⁸ Финансирование осуществляется в рамках дорожной карты развития высокотехнологичной области "Технологии новых материалов и веществ" на период до 2024 года в части продуктового направления "Аддитивные технологии" и др.

развитие сферы новых материалов			<p>сфере аддитивных технологий, в том числе формирование системы сертификации аддитивных технологий на базе 5 сертификационных центров к 2024 году;</p> <p>IV квартал 2024 года – запущены программы подготовки в 34 вузах по направлению новых материалов и аддитивных технологий;</p> <p>IV квартал 2024 года. Внедрено 7 ключевых типов технологий/оборудования (SLM, EBM, DMD, SLA, FDM, FDA, Ink-jet).</p>	<p>инфраструктурного развития: Изделия, выполненные с использованием аддитивных технологий (далее – АТ) в общем объеме промышленной продукции партнеров ДК, ~1% себестоимости.</p> <p>Доля АТ-изделий в новой продукции партнеров ДК, до 10% массы готового изделия; Применение АТ при разработке и серийном производстве продукции партнеров ДК.</p>	<p>«Ростех», ГК «Роскосмос», Минпромторг России, Минобрнауки России, ФГУП «ВИАМ», СПБПУ, НИТУ «МИСиС», ИЛИСТ (СПБПУ), ООО «Аддитивные технологии», ГК «Унихимтек», АО «ИНУМиТ», ООО «ИТЕКМА», ПАО «ОАК», ПАО «ОДК», ЦИАМ, АО «НИИГрафит», АО «Наука и Инновации», ООО «РусАТ», АО «НПО «ЦНИИТМАШ», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ», НПО «ЛУЧ», Группа компаний «Лазеры и аппаратура», Сколтех, ФГУП «ГНЦ РФ - ФЭИ», ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина, ФГУП ЭЗАН, Фонд перспективных исследований РФ, АО «РВК», Фонд «Сколково», АНО «Платформа НТИ», Фонд «ЦСР “Северо-Запад”», Ассоциация «Технет»</p>
3.4. Формирование экосистемы технологий по направлению «Технет» НТИ⁹					
3.4.1 Развитие передовых производственных технологий	2020	IV квартал 2024	IV квартал 2024 года – реализована программа Центра национальной технологической инициативы на базе Института передовых производственных технологий ФГАОУ ВО «Санкт-	В результате развития деятельности центра компетенций активно расширяется партнерская сеть, растет количество	Центр НТИ СПБПУ, консорциум Центра НТИ СПБПУ, промышленные партнеры, компании по направлению «Технет»

⁹ Финансирование мероприятий осуществляется в рамках Государственная поддержка ЦК НТИ реализуется в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 16 октября 2017 г. №1251 «Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета на оказание государственной поддержки центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций и Положения о проведении конкурсного отбора на предоставление грантов на государственную поддержку центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций».

			Петербургский политехнический университет Петра Великого» (СПбПУ) в части исследований, реализованных НИОКТР, подготовленных кадров	участников программ общего и дополнительного образования, растет количество компаний, использующих передовые производственные технологии	
3.4.2 Развитие технологий робототехники	2020	IV квартал 2024	IV квартал 2024 года – реализована программа Центра технологий компонентов робототехники и мехатроники на базе Университета Иннополис в части исследований, реализованных НИОКТР, подготовленных кадров	В результате развития деятельности центра компетенций активно расширяется партнерская сеть, растет количество участников программ общего и дополнительного образования, растет количество компаний, использующих передовые технологии робототехники	ГК «Ростех», ГК «Росатом», Университет Иннополис, Университет ИТМО, Альфа-Интех, Prof-IT, СТАРКИН, ИМАШ РАН, СПбПУ, НПО «Андроида техника», ПАО «КАМАЗ», МГТУ «Станкин», АО «ОДК Авиадвигатель», ПАО «ОДК-Сатурн», ИПМТ Благоднарова, СПбПУ, компании по направлению «Технет»
3.4.3 Развитие технологий сенсорики	2020	IV квартал 2024	IV квартал 2024 года – реализована программа Центра компетенций НТИ по направлению «Технологии сенсорики» на базе ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (МИЭТ) в части исследований, реализованных НИОКТР, подготовленных кадров	В результате развития деятельности центра компетенций активно расширяется партнерская сеть, растет количество участников программ общего и дополнительного образования, растет количество компаний, использующих передовые технологии сенсорики	МИЭТ, Консорциум Центра национальной технологической инициативы «Сенсорика», компании по направлению «Технет»
3.4.4 Развитие технологий промышленного интернета вещей и беспроводной связи	2020	IV квартал 2024	IV квартал 2024 года – реализована программа Центра компетенций НТИ по направлению «Технологии беспроводной связи и интернета вещей» на базе АНОО ВО «Сколковский институт науки и технологий» в части исследований, реализованных НИОКТР, подготовленных кадров	В результате развития деятельности центра компетенций активно расширяется партнерская сеть, растет количество участников программ общего и дополнительного образования, растет количество компаний,	Центр компетенций НТИ по направлению «Технологии беспроводной связи и интернета вещей» на базе Сколтех, ПАО «МТС», ПАО «Мегафон», ПАО «ВымпелКом», ООО «СИГНУМ», ООО «Объединение Агрегейт»,

				использующих передовые технологии беспроводной связи и промышленного интернета вещей	ГК «Цифра», МИЭТ, компании по направлению «Технет» и др.
--	--	--	--	--	--

2.2. Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения

Основные направления плана мероприятий ("дорожной карты")	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий ("дорожной карты")	Ожидаемый результат	Исполнители
1.1. Реализация плана мероприятий по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в сфере передовых производственных технологий	III квартал 2020	IV квартал 2025 2035	Поэтапное выполнение мероприятий законодательной дорожной карты (далее – «Технет 2.0» НТИ), предусмотренных распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2018 года № 482–р «Об утверждении плана мероприятий ("дорожной карты") по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению "Технет" (передовые производственные технологии)» (с изменениями, вносимыми распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 мая 2020 года № 1420–р), в том числе: – осуществление мониторинга реализации мероприятий дорожной карты и подготовки предложений по актуализации «Технет 2.0» НТИ; – актуализация «Технет 2.0» НТИ (приняты распоряжения Правительства Российской Федерации о внесении изменений в план мероприятий); – разработано и принято не менее 50	Сняты выявленные барьеры в сфере применения передовых производственных технологий, разработан и реализован перспективный план стандартизации передовых производственных технологий, инновационные компании получили доступ на новые сегменты национального рынка применения передовых производственных технологий	Минпромторг России, Инфраструктурный центр «Технет», Сколтех, Российская венчурная компания, компании участники направления «Технет»

			документов по стандартизации в области передовых производственных технологий;		
1.2. Организационно–методическая поддержка разработки проектов нормативных правовых, нормативных технических и иных актов для стимулирования распространения передовых производственных технологий	III квартал 2020	IV квартал 2025	Проведение периодических опросов организаций сферы передовых производственных технологий в целях выявления существующих потребностей в совершенствовании законодательства и устранении административных барьеров; – по результатам проведенных опросов формирование перечня документов кандидатов для включения в «Технет 2.0» НТИ; – разработка проектов документов по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров, не вошедших в «Технет 2.0» НТИ, но представляющих интерес для стейкхолдеров и акторов; – проведено не менее 5 опросов и разработано не менее 10 проектов НПА и документов по стандартизации.	Выявлены новые потребности инновационных компаний, в первую очередь – малых и средних, в снятии барьеров распространения ППТ	Инфраструктурный центр «Технет», Сколтех
1.3. Нормативно–правовое обеспечение инициатив в области оценки соответствия передовых производственных технологий	III квартал 2020	IV квартал 2025	II квартал 2021 года – проведены консультации с министерствами, ведомствами и заинтересованными подведомственными организациями, посвященные изучению международного опыта сертификации продукции ППТ, а также выработке предложений по внедрению методов оценки соответствия, направленных на обеспечение ускоренного выпуска в обращение продукции ППТ. IV квартал 2021 года – сформирован Международный консорциум для научно–технической поддержки создания нормативной базы разработки и применения методов оценки соответствия продукции ППТ; IV квартал 2021 года (далее – ежегодно) –	Создана нормативно–правовая база, обеспечивающая сокращение материальных и временных затрат на внедрение новых технологий и материалов, скорейший выход продукции ППТ на рынки	Сколтех, Минпромторг России, МГУ, компании участники направления «Технет»

			<p>подготовлен перечень рекомендаций по уточнению мероприятий государственных программ, влияющих на развитие рынка ППТ;</p> <p>IV квартал 2021 года – разработан комплект нормативно–методической документации, регулирующей деятельность центров сертификации (TestBeds – в виде органа или лаборатории сертификации. Формат будет определен в процессе реализации при координации с Минпромторгом России;</p> <p>IV квартал 2021 – подготовлен перечень рекомендаций и изменений нормативно–технической документации, стандартов российских и международных НПА, регламентирующих разработку, реализацию и внедрение ППТ в России;</p> <p>IV квартал 2022 года – разработаны комплекты требований к методам оценки соответствия высокоответственных изделий из полимерных композиционных материалов общетехнического назначения и объектов транспортной инфраструктуры;</p> <p>IV квартал 2022 года – разработаны и внесены предложения по дополнениям и изменениям международных нормативных документов (UN, IMO, ISO и др.), регулирующих проектирование, изготовление и эксплуатацию высокоответственных изделий из полимерных композиционных материалов;</p> <p>IV квартал 2022 года – принято не менее 10 новых стандартов в области оценки соответствия продукции ППТ;</p> <p>IV квартал 2025 года – принято не менее 30</p>		
--	--	--	--	--	--

			новых стандартов в области оценки соответствия продукции ППТ.		
1.4. Проекты развития сертификации продуктов и сервисов, основанных на использовании новых материалов, аддитивных технологий и конструкций нового поколения (Университетско–промышленные сертификационные TestBeds)	2020	2022	<p>2020 (далее ежегодно) – проведены консультации с министерствами, ведомствами и заинтересованными подведомственными организациями, посвященные изучению международного опыта современной сертификации, а также выработке предложений по внедрению подходов сертификации, основанных на оценке риска и направленных на внедрение ускоренного выпуска в обращение производственной продукции, созданной с использованием передовых производственных технологий;</p> <p>IV квартал 2022 года – выполнен комплекс НИОКР в обеспечение реализации пилотных проектов–демонстраторов эффективности и результативности внедрения современных подходов в проведении сертификации продукции, полученной с использованием ППТ;</p> <p>IV квартал 2022 года – создан объединенный экспериментально–цифровой центр сертификации (TestBed) и сетевой промышленный экспериментально–цифровой центр сертификации (TestBed);</p> <p>IV квартал 2022 года – разработаны сертификационные правила и требования к высокоответственным композитным конструкциям.</p>	<p>Постоянная внесение предложений по внедрению подходов по сертификации в области ППТ.</p> <p>Реализованы проекты демонстраторы эффективности новых подходов сертификации продукции.</p> <p>Разработаны сертификационные правила и требования к высокоответственным композитным конструкциям.</p> <p>Созданы экспериментально–цифровые центры сертификации.</p>	ФГУП Стандартиформ, Росстандарт, ГК Автодор, Сколтех
1.5. ИТ– обеспечение деятельности по развитию сертификации продукции, полученной с использованием ППТ	2020	2025	<p>IV квартал 2020 – создан пилотный банк данных натуральных и виртуальных стандартов качества для сертификации продукции, получаемой с помощью различных технологий;</p> <p>IV квартал 2025 – разработана архитектура</p>	Сформирован пилотный банк данных натуральных и виртуальных стандартов качества, а также разработана архитектура банка	Сколтех, Минпромторг России, МГУ, компании участники направления «Технет»

			банка натуральных и виртуальных моделей, нормативно–методическая документация в обеспечение обращения с моделями; IV квартал 2025 – разработан модуль базы данных материалов для автомобилестроения; IV квартал 2025 – разработан модуль базы данных материалов для авиастроения.	натурных и виртуальных данных, нормативно–методическая документация обращения с моделями. Сформированы модули базы данных материалов для авиастроения и автомобилестроения.	
--	--	--	---	--	--

2.3. Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков

Основные направления плана мероприятий ("дорожной карты")	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий ("дорожной карты")	Ожидаемый результат	Исполнители
1.1. Совершенствование системы профессионального образования для подготовки кадров рынка «Технет»	I квартал 2021	I квартал 2023	I квартал 2023 года – образовательные программы масштабированы в 30 вузах России (накопленным итогом); IV квартал 2022 года (далее – на регулярной основе) – проведение корпоративных программ повышения квалификации и переподготовки в области ППТ.	Подготовлены квалифицированные инженерные кадры для рынка «Технет».	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Минпромторг России, компании– участники направления «Технет»
1.2. Совершенствование инфраструктуры (создание сети образовательных площадок –learning factories)	IV квартал 2020	IV квартал 2025	IV квартал 2021 года – сформирована сеть не менее чем из 5 университетских зеркальных инжиниринговых центров IV квартал 2023 – запущено не менее 2 программ сетевых магистратур по направлению «Технет» НТИ	Сформирована сеть образовательных площадок (learning factories), направленных на формирование перспективных компетенций путем реализации и	Минобрнауки России, Минпромторг России, организации – участники направления «Технет»,

			IV квартал 2025 года – создана сеть Learning factories в федеральных округах Российской Федерации.	масштабирования смешанных(blended) и сетевых программ.	
1.3. Развитие инженерно–технического образования и трансфера компетенций посредством развития сети «зеркальных инжиниринговых центров» (ЗИЦ), в том числе университетских (УЗИЦ).	IV квартал 2020	IV квартал 2024	IV квартал 2021 года – созданы 5 ЗИЦ в федеральных округах Российской Федерации; IV квартал 2021 года – создана 1 команда у партнеров, реализующих проекты создания зеркальных инжиниринговых центров (ЗИЦ) на базе университетов и предприятий; IV квартал 2024 года – созданы 3 команды у партнеров, реализующих проекты создания зеркальных инжиниринговых центров (ЗИЦ) на базе университетов и предприятий; IV квартал 2024 года – созданы 10 ЗИЦ в федеральных округах Российской Федерации.	Сформирована сеть «зеркальных» инжиниринговых центров. Созданы команды у партнеров, реализующих проекты создания зеркальных инжиниринговых центров (ЗИЦ) на базе университетов и предприятий.	Минобрнауки России, Минпромторг России, Центр НТИ СПбПУ, вузы и организации–партнеры

2.4. Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы

Основные направления плана мероприятий ("дорожной карты")	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий ("дорожной карты")	Ожидаемый результат	Исполнители
1.1. Развитие инженерно–технического творчества	IV квартал 2020	II квартал 2022 года	II квартал 2021 года (ежегодно) – проведение соревнования по перспективным профессиям Future Skills в рамках World Skills Hi–Tech; III квартал 2021 года – разработаны метрики для оценки региональной технологической инфраструктуры, поиска и формирования реестра технологических проблем для мейкерских сообществ; II квартал 2022 года – выстроена система	Повышена привлекательность инженерных профессий среди молодого поколения. Талантливые кадры привлечены в профессии по специализациям предприятий, реализующих комплекс Фабрики будущего.	АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов» (АСИ), Минпромторг России, АО «РВК», Союз «Ворлдскиллс Россия», компании–участники направления «Технет»

			кооперации по взаимодействию с институтами развития, учреждениями дополнительного образования, представителями дорожной карты «Кружковое движение» для реализации проектов по вовлечению молодого поколения в инженерную сферу, популяризации инженерных профессий.		
1.2. Развитие региональных партнерств по направлению «Технет» НТИ	II квартал 2020	IV квартал 2022	I квартал 2021 – подписание 3 соглашений о сотрудничестве АО «РВК», Ассоциации «Технет», научно–образовательных центров мирового уровня (НОЦ); IV квартал 2022 – сформированы устойчивые партнерства с 5–6 регионами России.	Развитие региональных сообществ по направлению «Технет» НТИ с целью формирования новых проектов.	АО «РВК», Ассоциация «Технет», Точки кипения, Научно–образовательные центры мирового уровня

2.5. Организационно–техническая и экспертно–аналитическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы

Основные направления плана мероприятий ("дорожной карты")	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий ("дорожной карты")	Ожидаемый результат	Исполнители
1.1. Координация и управление реализацией ДК «Технет»	IV квартал 2020	IV квартал 2025	IV квартал 2025 года – создано не менее 15 консорциумов для реализации проектов «Технет», тестирования и пилотирования технологических решений, запуска Фабрик Будущего «Технет».	Сформирована организационная архитектура стратегического планирования, координации и мониторинга реализации ДК «Технет», обеспечено согласованное	АНО «Платформа НТИ», Федеральное бюджетное учреждение «Российское технологическое агентство», АНО «Агентство стратегических

				взаимодействие участников рынка на всем периоде реализации ДК. Обеспечена ведущая роль России на международном рынке сертификации продукции, полученной с использованием ППТ	инициатив по продвижению новых проектов» (АСИ), Минпромторг России, компании– участники направления «Технет» НТИ
1.1. Экспертно–аналитическая поддержка тематических и предметных направлений реализации ДК «Технет»	IV квартал 2020	III квартал 2026	<p>IV квартал 2020 года (далее ежегодно) – проведены экспертно–аналитические исследования для формирования проектов (актуализация перечня «best–in–class» продуктов, разработка технических заданий) в рамках реализации ДК «Технет» (ежегодно);</p> <p>IV квартал 2020 года (далее ежегодно) – проведены экспертно–аналитические исследования для формирования проектов (актуализация перечня «best–in–class» продуктов, разработка технических заданий) в рамках реализации ДК «Технет»;</p> <p>IV квартал 2020 года – подготовлен доклад "Передовые производственные технологии: возможности для России";</p> <p>III квартал 2026 года – подготовлен доклад и план действий «Гибкие, сетевые, умные производства России 2035».</p>	<p>Утверждены ключевые институциональные принципы и подходы организации и развития Фабрик Будущего в России, проведены ежегодные экспертно–аналитические мероприятия для организаций и – компаний – участников направления «Технет».</p>	<p>Инфраструктурный центр «Технет», Федеральное бюджетное учреждение «Российское технологическое агентство», экспертные организации</p>

2.6. Создание механизмов акселерации компаний Национальной технологической инициативы и механизмов экспортного продвижения создаваемых продуктов

Основные направления плана мероприятий ("дорожной карты")	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий ("дорожной карты")	Ожидаемый результат	Исполнители
1. 1. Развитие экосистемы формирования, привлечения развития и передачи компетенций и лучших в своем классе технологий	IV квартал 2021	IV квартала 2025	<p>IV квартал 2021 года – представлены рекомендации и предложения в инвестиционные программы компаний с государственным участием;</p> <p>IV квартал 2021 года (ежегодно) – запущен 1 преакселератор развития глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ППТ;</p> <p>IV квартал 2021 года (ежегодно) – запущен 1 акселератор развития глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ППТ.</p> <p>IV квартал 2025 года – создание корпоративной системы управления проектами, обеспечивающей внедрение решений по направлению «Технет» НТИ в реальное производство (не менее 5 решений в год)</p> <p>IV квартал 2021 год (ежегодно) – не менее 5 заявок по всем конкурсам Фонда содействия инновациям по тематике направления «Технет» НТИ и сквозной цифровой технологии «Новые производственные технологии»</p>	Сформирована экосистема, обеспечивающая инициативное участие любых организаций, компаний (в т.ч. малых и средних) и экспертов в развитии рынка «Технет».	Ассоциация «Технет», Федеральное бюджетное учреждение «Российское технологическое агентство», Минпромторг России, ПАО «ОДК–Сатурн», АО «РВК», Фонд «Сколково», Фонд содействия инновациям, компании– участники направления «Технет»

3. Ожидаемые социально–экономические эффекты от реализации плана мероприятий ("дорожной карты") в среднесрочном и долгосрочном периодах и о мерах по совершенствованию правового и технического регулирования в целях обеспечения реализации плана мероприятий ("дорожной карты")

Согласно оценке Всемирного экономического форума по результатам анализа компаний-маяков» Четвертой промышленной революции в 2019 году, внедрение передовых производственных технологий может обеспечить достижение следующих показателей по эффективности:

Таблица 3. Направления и достигнутая компаниями–"маяками" эффективность

Направление	Описание процесса	Диапазон достигнутой эффективности
Производительность	Рост объема отгруженной продукции	5–200%
	Рост производительности труда	5–160%
	Рост общей эффективности оборудования	2–90%
	Снижение стоимости продукта	5–40%
	Снижение операционных расходов	2–45%
	Снижение стоимости качества	5–90%
Устойчивость	Сокращение выбросов	5–45%
	Сокращение потребления воды	10–30%
	Энергоэффективность	1–50%
Гибкость	Сокращение запасов	10–90%
	Сокращение времени выполнения заказа	5–90%
	Сокращение времени переналадки	30–70%
Время выхода на рынок	Сокращение времени вывода продукта на рынок	40–90%
	Сокращение времени проектирования	15–40%
Кастомизация	Рост точности «настройки»	15–20%

	Уменьшение размера партии	55–90%
--	---------------------------	--------

В случае успеха в достижении заявленных контрольных результатов деятельности по развитию рынка «Технет» страна получит ряд существенных положительных эффектов в социально-экономической сфере, прежде всего в следующих областях:

- Рынок труда и человеческий капитал:
 - Рост производительности труда на предприятиях, внедряющих ППТ;
 - Рост притока иностранных студентов в российские вузы, реализующие программы подготовки по передовым производственным технологиям, экспорт программ подготовки специалистов в ППТ (в том числе посредством конкурсов WorldSkills и других);
 - Увеличение трудовой мобильности персонала за счет изменения методик обучения, роста междисциплинарной составляющей обучающих процессов. Это позволит работникам повысить свою востребованность в промышленных секторах, производящих модернизацию производственных процессов;
- Макроэкономические и рыночные эффекты:
 - Выход России на мировые высокотехнологичные рынки услуг, оказываемых на основе применения передовых производственных технологий, который позволит диверсифицировать денежные потоки лидирующих российских организаций в данной сфере, а также повысить конкурентоспособность производимой ими продукции;
 - Развитие несырьевого экспорта и повышение устойчивости бюджетных доходов, в том числе за счет роста отчислений от экспорта высокотехнологической продукции, платежей по НДС от занятых в секторах, внедривших ППТ;
 - Снижение структурной зависимости от технологического импорта и повышение национальной безопасности и обороноспособности Российской Федерации за счет значимого замещения импортируемых технологических решений (в доленом отношении) по основным производственным комплексам в автомобильной, авиационной, судостроительной, станкостроительной и других секторах промышленности. Рост доли российского оборудования + 10% в общем парке предприятий, использующих ППТ.
 - Обновление основных фондов ряда высокотехнологических секторов с учетом ведущих требований по цифровизации и интеллектуализации производств;

- Рост экологичности (зеленые производства) и ресурсоэффективности производств;
- Научные и технологические эффекты:
 - Снижение технологической зависимости по ключевым направлениям НИОКР в сфере ППТ (достижение паритета по 3-10 ключевым технологиям, включая ПО и средства производства);
 - Освоение новых компетенций, рост уровня готовности к участию на рынках новых передовых производственных технологий в России в период 2025-2035 гг.¹⁰;
 - Рост патентной активности, работ и прибыльности лицензируемых технологий и решений.

¹⁰ Расширение доли участия России в исследовательских коллаборациях по глобальным научным фронтам, обеспечивающие развитие глобальных компетенций (повышение доли публикаций в сфере ППТ (Scopus, web of science))

4. Документы стратегического планирования, относящиеся к категории разрабатываемых на федеральном уровне, по отраслевому и территориальному принципу, а также в рамках прогнозирования, положения которых учтены при разработке плана мероприятий ("дорожной карты")

Дорожная карта была подготовлена рабочей группой по разработке и реализации ДК «Технет» при участии ОАО «РВК», Агентства стратегических инициатив по продвижению новых проектов, Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. ДК «Технет» разработана на основании следующих документов:

- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2012 № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике»;
- Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно–технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» (утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 21.05.2013 № 426);
- Прогноз научно–технологического развития на долгосрочную перспективу до 2030 года (утверждён Президентом Российской Федерации В.В. Путиным 1 сентября 2013 года);
- План мероприятий («дорожная карта») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (передовые производственные технологии), утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 марта 2018 г. № 482–р (с изменениями, утвержденными распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 мая 2020 г. № 1420–р);
- Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года № 328 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»;
- Федеральный закон от 28 июня 2014 года № 172–ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации»;
- Решения Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России (протокол от 16 сентября 2014 года № 5);

- Принципов участия субъектов малого и среднего предпринимательства в закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц, в т.ч. закупок госкорпораций и компаний и госучастием (утв. Постановлением Правительства РФ от 11 декабря 2014 года N 1352);
- Отраслевые планы мероприятий по импортозамещению (Приказ Минпромторга России № 645 от 31 марта 2015 года «Об утверждении плана мероприятий по импортозамещению в отрасли нефтегазового машиностроения Российской Федерации», Приказ Минпромторга России № 646 от 31 марта 2015 года «Об утверждении отраслевого плана мероприятий по импортозамещению в отрасли химической промышленности Российской Федерации»);
- Приказ Минпромторга России № 647 от 31 марта 2015 года "Об утверждении плана мероприятий по импортозамещению в отрасли легкой промышленности Российской Федерации" и др.);
- Стратегия национальной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 года N 683);
- Протокол заседания Межведомственной рабочей группы по разработке и реализации Национальной технологической инициативы при президиуме Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России № 1 от 20 января 2016 г.;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2016 года № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы»;
- Стратегия научно–технологического развития Российской Федерации до 2035 года;
- Программы инновационного развития государственных корпораций и акционерных обществ с государственным участием (ОДК, ПАО «ОАК», ОСК, ПАО «КАМАЗ», РКК Энергия, АВТОВАЗ, Вертолеты России и др.), программ НИОКР институтов РАН/ФАНО;
- Отраслевые стратегии и программы: Стратегия развития автомобильной промышленности на период до 2025 года; Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2035 года; Стратегия развития энергомашиностроения на 2010–2020 годы и на перспективу до 2030 года; Стратегия развития химической и нефтехимической промышленности на период до 2030 года; Стратегия развития электронной промышленности на период до 2025 года,

Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года», Стратегия обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года (проект) и др.;

- Дорожная карта по направлению развития «сквозной» технологии «новые производственные технологии. Утверждена 14 октября 2019 года на заседании Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности;
- Стратегическая программа «Аддитивные технологии» предварительно одобрена стратегическим советом ГК «Росатом» (Протокол №1–1/58–Пр от 28.10.2019)
- Программа ЦК НТИ БСИВ и Стратегия развития ЦК НТИ БСИВ (План развития) в корреляции с профильными Программами материальной и нематериальной поддержки в отраслевых разделах Программ ФОИВов РФ, ТРГ “Цифровая экономика”.
- Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы»
- A Report by the Subcommittee on Advanced Manufacturing Committee on Technology of the National Science & Technology Council strategy for American Leadership in Advanced Manufacturing. 2018;
- Industrie 4.0 Working Group Germany Market Report and Outlook. Germany Trade and Invest. Supported by Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. 2018;
- Made in China 2025. Institute for Security & Development Policy Report. 2018;
- World Economic Forum. White Paper: Technology and Innovation for the Future of Production: Accelerating Value Creation. 2017;
- Queensland Advanced Manufacturing 10–Year Roadmap and Action Plan. 2018;
- Exponential technologies in manufacturing. Deloitte. 2018;
- Advanced Technologies Initiative Manufacturing & Innovation. Deloitte. 2015;
- Analysis on current and future capabilities requirements of Key Enabling Technologies (KETs) in Advanced manufacturing. 2014;

- Factory of the Future Issue One. McKinsey & Company. 2014;
- Roadmap for cross-cutting KETs activities in Horizon 2020. European Commission. 2014.

IV. ФИНАНСОВЫЙ ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ НА 2021–2023 ГОДЫ

Млн руб.

Раздел ¹¹	2021 год		2022 год		2023 год		Итого
	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	
1. Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках	1957	1753	2257	1533	2007	1103	10610
2. Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых	150	50	150	50	70	25	495

¹¹ Обоснование приведено в Приложении 5.

	потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков							
3.	Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы	10	3	5	3	5	2	28
4.	Организационно–техническая и экспертно–аналитическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы	10	5	10	5	10	5	45
5.	Создание механизмов акселерации компаний Национальной технологической инициативы и механизмов	3,5	1,5	3,5	1,5	3,5	1,5	15

экспортного продвижения создаваемых продуктов							
Итого по источникам	2130,5	1812,5	2425,5	1592,5	2095,5	1136,5	11193,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ДОСТИЖЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РЕАЛИЗАЦИИ ДК «ТЕХНЕТ»

Национальная технологическая инициатива – это программа мер по формированию принципиально новых рынков и созданию условий для глобального технологического лидерства страны к 2035 году, которую в Послании Федеральному Собранию 4 декабря 2014 года предложил запустить Президент РФ В.В. Путин.

В рамках НТИ были определены приоритетные рынки, которые сегодня не существуют и которые возникнут в ближайшие 20 лет. Кроме того, в рамках НТИ был разработан комплекс мер поддержки и стимулирования, включая институциональные, финансовые и исследовательские инструменты, который позволил бы вырастить национальные компании–чемпионы на новых рынках.

Наконец, были определены сквозные технологии – ключевые научно–технические направления, которые оказывают наиболее существенное влияние на развитие рынков НТИ и за счет которых создаются глобально конкурентоспособные высокотехнологичные продукты и сервисы на новых рынках.

Первым кросс–рыночным направлением, обеспечивающим технологическую поддержку развития рынков НТИ за счет комплексирования различных технологий мирового уровня, стало направление «Технет», которое нацелено на развитие и применение одного из самых важных классов сквозных технологий – передовых производственных технологий (Advanced Manufacturing Technologies).

В России внимание на передовых производственных технологиях было впервые сфокусировано на заседании президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России 16 сентября 2014 года, которое прошло под руководством Председателя Правительства РФ Д.А. Медведева.

В подготовке материалов заседания и в его работе приняли участие член президиума Совета, ректор Санкт–Петербургского политехнического университета Петра Великого (далее – СПбПУ) А.И. Рудской и проректор по перспективным проектам СПбПУ А.И. Боровков, который выступил с докладом «Компьютерный инжиниринг и аддитивное производство – основа для создания в кратчайшие сроки глобально конкурентоспособной, востребованной и импортозамещающей продукции».

В своем докладе А.И. Боровков выделил два ключевых направления развития передовых производственных технологий:

- аддитивные технологии и аддитивное производство – системы создания / выращивания оптимальных материальных объектов, в первую очередь, 3D–принтинг (селективное лазерное спекание / сплавление и т.д.), инфузионные и PIM–технологии, методы обработки поверхности, развитие бионики и применение ячеистых и / или композитных структур с оптимальной микроструктурой и т. д., а также обеспечение аддитивного производства соответствующими «расходными материалами» (например, металлопорошковыми композициями);
- математическое моделирование и суперкомпьютерный инжиниринг сложных изделий, позволяющие оптимизировать различные их характеристики (прочность, вес, долговечность и т.д., а также оптимизировать процессы аддитивного производства) – создавать многофункциональные и «умные» изделия, обеспечивать глобальную конкурентоспособность отечественной продукции.

В мае 2015 года, уже после официального запуска НТИ, состоялось ежегодное мероприятие АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов» (далее – АСИ) «Форсайт–Флот – 2015», в котором приняли участие свыше 600 человек – технологических предпринимателей, венчурных инвесторов, ученых, представителей образовательной среды и институтов развития, деловых и общественных объединений, лидеров предприятий реального сектора экономики, федеральных органов исполнительной власти. По итогам «Форсайт–Флота – 2015» были сформированы рабочие группы по созданию и развитию 9 рынков будущего:

- группа рынков интеллектуального транспорта: «Аэронет» (распределенные системы беспилотных летательных аппаратов, обеспечивающие решение логистических задач любой сложности), «Маринет» (распределенные системы морского транспорта без экипажа), «Автонет» (распределенная сеть управления автотранспорта без водителя);
- группа рынков, касающаяся вопросов обеспечения национальной безопасности и конкурентоспособности: «Энерджинет» (развитие персональных источников и накопителей энергии, подключаемых в единую энергетическую сеть с открытыми интерфейсами и распределенной системой управления), «Фуднет» (организация производства и доставки персонализированных продуктов питания, соответствующие микробиому и потребностям конкретного

потребителя), «Сейфнет» (новые персональные системы безопасности, включая охрану неприкосновенности частной жизни);

- группа рынков, содержащих ресурсы и заделы для прорывных решений, потенциально способных вывести Россию на лидирующие позиции: «Хелснет» (персональная медицина, основанная на успехах в развитии геномики, синтетической биологии и спорта высоких достижений), «Нейронет» (распределенные системы связи между людьми и компьютерами), «Финнет» (децентрализованные финансовые системы и валюты).

В рамках «Форсайт–Флота – 2015» проректор по перспективным проектам СПбПУ А.И. Боровков, директор по инновационному развитию ПАО «ОДК-Сатурн» Д.С. Иванов и директор департамента по науке и образованию Фонда «Сколково» А.Д. Фертман в инициативном порядке создали рабочую группу «Цифровое проектирование и моделирование, новые материалы, аддитивные технологии» (позже получила наименование «Технет»).

9 июня 2015 года в ходе заседания президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России в качестве основного инструмента реализации НТИ была определена система дорожных карт.

31 октября 2015 года на площадке III Национального чемпионата сквозных рабочих профессий высокотехнологичных отраслей промышленности по методике WorldSkills (WorldSkills Hi-Tech) прошла рабочая встреча А.И. Боровкова с Д.Н. Песковым и помощником Президента РФ А.Р. Белоусовым, в ходе которой им была представлена концепция дорожной карты «Технет» (передовые производственные технологии) НТИ (далее – ДК «Технет»), получившая одобрение.

5 февраля 2016 года на заседании президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России лидером (соруководителем) рабочей группы «Технет» (передовые производственные технологии) НТИ (далее – РГ «Технет») был утвержден проректор по перспективным проектам СПбПУ А.И. Боровков, а соруководителем со стороны профильного ответственного федерального органа исполнительной власти (далее – ФОИВ) – первый заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации Г.С. Никитин.

Рисунок 3 – Направление «Технет» в контексте Национальной технологической инициативы (на основе матрицы НТИ в редакции по состоянию на июль 2016 года)



Источник: Инфраструктурный центр «Технет»

Важной вехой в развитии направления «Технет» стало заседание президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России под председательством Д.А. Медведева, которое состоялось 24 июня 2016 года и было посвящено тематике использования потенциала вузов при реализации Национальной технологической инициативы. Площадкой для проведения заседания президиума Совета был выбран СПбПУ, который одним из первых вузов принял активное участие в реализации НТИ.

Перед проведением заседания президиума Совета специалистами Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ (далее – Инжиниринговый центр СПбПУ) были представлены результаты работ в рамках концепции Фабрик Будущего по заказам мировых лидеров высокотехнологичной промышленности из числа как отечественных, так и зарубежных компаний.

В первую очередь, были продемонстрированы результаты проекта государственного значения «Кортеж» по созданию единой модульной платформы и проектированию кузовов отечественных автомобилей (лимузин, седан, внедорожник и микроавтобус), предназначенных для перевозки и сопровождения первых лиц государства (головной исполнитель проекта – ФГУП «НАМИ»). В рамках проекта специалистами Инжинирингового центра СПбПУ были применены многие подходы, передовые технологии и уникальные компетенции, составляющие основу концепции Цифровых фабрик.

Именно сформированная де-факто Цифровая фабрика обеспечила в начале июня 2016 года получение с первой попытки высшего балла по пассивной безопасности во время испытаний седана проекта «Кортеж» на независимом полигоне в Берлине. Для получения такого результата практически с нуля за 1,5 года были разработаны и впервые применены принципиально новые подходы, когда в процессе проектирования одновременно учитывалось около 150 000 целевых показателей и ограничений, были выполнены тысячи виртуальных испытаний (выполнена «цифровая сертификация»).

По итогам заседания президиума Совета А.Р. Белоусов обратился к заместителю Министра образования и науки РФ А.Б. Повалко с просьбой «в месячный срок продумать механизм тиражирования подобных кейсов».

Такой механизм масштабирования и тиражирования был де-факто сформирован в рамках мегапроекта «Фабрики Будущего», который был рассмотрен и одобрен на расширенном заседании Наблюдательного совета АСИ, состоявшемся 21 июля 2016 года под председательством Президента РФ В.В. Путина в ходе Форума стратегических инициатив.

По итогам расширенного заседания Наблюдательного совета мегапроект «Фабрики Будущего» получил поддержку Агентства стратегических инициатив в части организации сетевого взаимодействия с индустриальными партнерами.

На сегодняшний день в реализации проекта по созданию Фабрик Будущего принимают участие более 30 высокотехнологичных предприятий отечественной промышленности.

В сентябре – ноябре 2016 года проект ДК «Технет» прошел согласования в Проектном офисе НТИ и более чем в 10 министерствах, ведомствах и институтах развития, необходимые для последующего направления документа на рассмотрение в Межведомственную рабочую группу по разработке и реализации Национальной технологической инициативы при президиуме Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России (далее – МРГ) в соответствии с планом-графиком работ по подготовке и реализации дорожных карт.

20 декабря 2016 года, по итогам заседания президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России, соруководителем РГ «Технет» со стороны Минпромторга России был утвержден заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации В.С. Осьмаков.

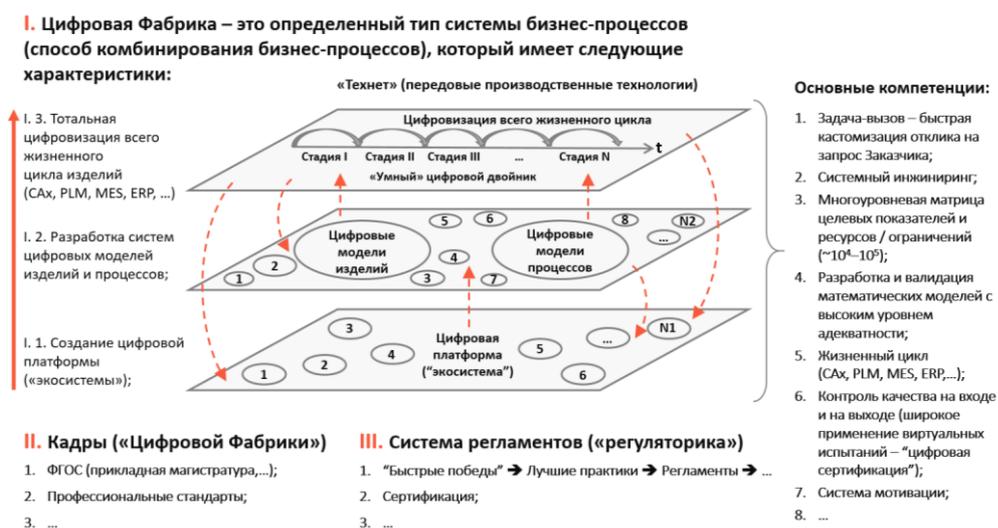
В декабре 2016 – феврале 2017 года участники РГ «Технет» подготовили и согласовали презентационные материалы для вынесения дорожной карты на заседание МРГ, а также внесли изменения в проект ДК «Технет» в связи с поправками, внесенными Постановлением Правительства РФ от 20 декабря 2016 года № 1406 в Постановление Правительства РФ от 18 апреля 2016 года № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы».

В процессе подготовки к вынесению ДК «Технет» на заседание МРГ в январе – феврале 2017 года была проведена серия рабочих совещаний помощника Президента РФ А.Р. Белоусова с руководством рабочей группы.

14 февраля 2017 года на заседании президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России под председательством Д.А. Медведева дорожная карта «Технет» (передовые производственные технологии) НТИ была одобрена.

В своем выступлении 14 февраля 2017 года А.И. Боровков подчеркнул, что ключевую роль в цифровой экономике будут играть Цифровые фабрики.

Рисунок 4 – Многоуровневая структура цифровых фабрик



Источник: Инфраструктурный центр «Технет»

Цифровые фабрики понимаются как определенный тип системы бизнес–процессов (способ комбинирования бизнес–процессов) и имеют следующие характеристики:

- создание цифровых платформ, своеобразных экосистем передовых цифровых технологий; именно платформенный подход позволяет объединить территориально распределенных участников процессов проектирования и

производства, повысить уровень гибкости и кастомизации с учетом требований потребителей на основе предсказательной аналитики и больших данных;

- разработка системы цифровых моделей как новых проектируемых изделий, так и производственных процессов; здесь важно подчеркнуть, что цифровые модели должны обладать высоким уровнем адекватности реальным объектам и реальным процессам (конвергенция материального и цифрового миров, порождающая синергетические эффекты);
- цифровизация всего жизненного цикла изделий (от концепт-идеи, проектирования, производства, эксплуатации, сервисного обслуживания и до утилизации); стоимость изменений тем больше, чем позже вносятся изменения, поэтому мировая практика показывает, что «центр тяжести» смещается в сторону процессов проектирования, в рамках которых и закладываются характеристики глобальной конкурентоспособности или высокие потребительские требования.

После одобрения ДК «Технет» в феврале 2017 года в соответствии с установленной в НТИ процедурой началась активная работа по рассмотрению рабочей группой проектов Национальной технологической инициативы, понимаемых как «система взаимосвязанных мероприятий, направленных на реализацию направлений «дорожных карт», а также на достижение целей, целевых значений показателей и значимых контрольных результатов реализации «дорожных карт».

За период с марта 2017 по май 2020 года РГ «Технет» рассмотрела более 91 проектов, 47 из них получили поддержку рабочей группы и были рекомендованы к дальнейшей реализации.

Один из ключевых проектов «Технет», который получил финансирование в рамках Постановления Правительства РФ от 18 апреля 2016 года № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы», – «Экспериментально-цифровая платформа сертификации». Проект реализуется технологической компанией «Тесис» совместно с консорциумом участников, включающим, в том числе, Сколковский институт науки и технологий, и направлен на обеспечение разработки и применения методик ускоренной оценки соответствия на основании виртуальных испытаний с применением цифровых моделей изделий из полимерных композиционных материалов, что должно сократить временные и материальные затраты на сертификацию продукции и, как результат, – обеспечить скорейший выход на рынки.

Проект осуществляется в рамках реализации направления ДК «Технет» по разворачиванию и работе сети испытательных полигонов (TestBeds), в частности, в целях достижения значимого контрольного результата дорожной карты – запуска испытательного полигона для экспериментально–цифрового центра сертификации.

Проект «Интегрированная технологическая цепочка производства кастомизированной сверхпроводниковой продукции нового поколения для рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности» (ЗАО «СуперОкс», г. Москва) получил поддержку МРГ в декабре 2019 года, проект «Предприятие–агрегатор сетевых распределенных производств» (ООО «ВПС», г. Пермь) по состоянию на 2020 год реализуется за счет исполнителя.

Кроме того, в рамках наиболее важного комплекса мероприятий ДК «Технет» – по созданию, развитию и продвижению передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках – в инициативном порядке за счет собственных средств или с привлечением иных источников финансирования реализуются проекты по созданию испытательного полигона университетского типа для генерации Цифровых, «Умных» и Виртуальных Фабрик Будущего на базе Института передовых производственных технологий СПбПУ с участием ГК CompMechLab[®] и испытательного полигона производственного типа «Умная» фабрика «Сатурн» на базе ПАО «ОДК–Сатурн».

Важность проекта «Испытательный полигон «Умная» фабрика «Сатурн» как точки входа на новые рынки «умной» гражданской продукции подтвердил 28 июня 2017 года генеральный директор ГК «Ростех» С.В. Чемезов, а 18 июля 2017 года на Международном авиационно–космическом салоне «МАКС–2017» Ярославская область, Объединенная двигателестроительная корпорация и банк ВТБ подписали соглашение о сотрудничестве в реализации проекта «Умной» фабрики на базе ПАО «ОДК–Сатурн».

Наибольшая активность, связанная с реализацией проектов, развернулась в рамках деятельности Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно–технической сфере (далее – Фонд содействия инновациям, ФСИ). В 2017–2019 годах ФСИ провел следующие конкурсы, направленные на поддержку реализации дорожных карт НТИ, в том числе ДК «Технет»:

- программа «Развитие–НТИ», направленная на поддержку компаний, уже имеющих опыт разработки и продаж собственной наукоемкой продукции и

планирующих разработку и освоение новых видов продукции. Размер гранта варьируется от 15 до 20 млн рублей;

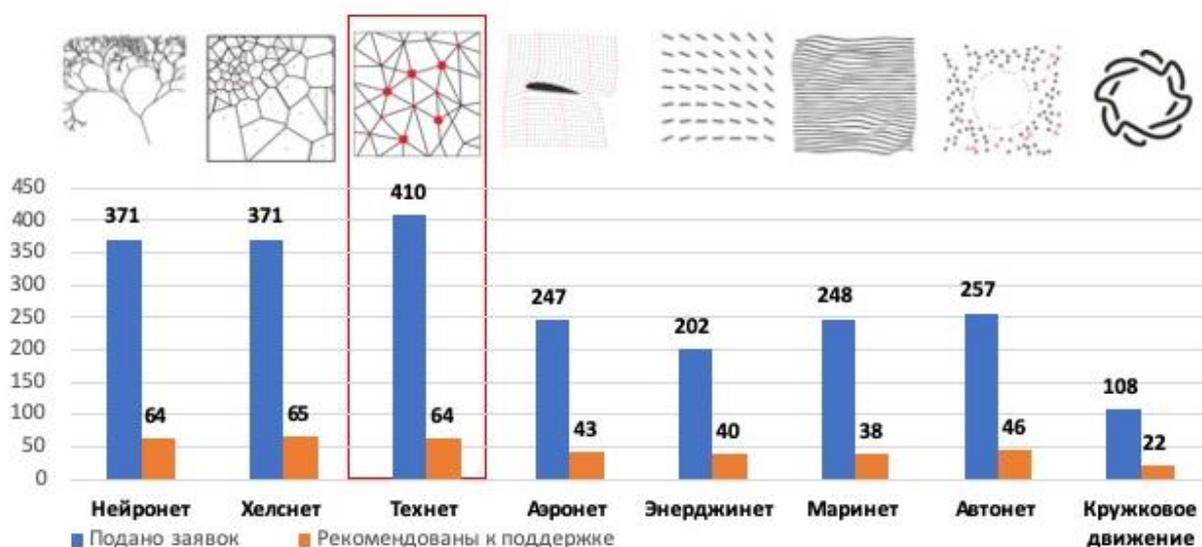
- программа «Старт–НТИ», направленная на поддержку существующих малых инновационных предприятий. Максимальный размер гранта – 10 млн рублей;
- программа «Умник», направленная на поддержку научно–технических проектов молодых исследователей в виде гранта в размере 500 тыс. рублей.

Конкурс «Развитие–НТИ» (II–V очереди) проводился на основе перечня приоритетных тематических направлений, сформулированных совместно с рабочими группами Национальной технологической инициативы по каждой дорожной карте с учетом технологических барьеров, преодоление которых необходимо для достижения целей дорожной карты.

Впервые перечень технологических барьеров ДК «Технет» был представлен 24 апреля 2017 года в ходе IV Международного технологического форума «Инновации. Технологии. Производство» в Рыбинске и обновлялся под каждую последующую очередь конкурса.

По итогам 2017–2019 годов в рамках конкурса «Развитие–НТИ» (II–V очереди) по лоту «Технет» было профинансировано 64 проекта из 410 заявок на общую сумму 1,13 млрд рублей.

Рисунок 5 – Статистика поданных и поддержанных заявок на конкурс «Развитие–НТИ» (II–V очереди) по 8 дорожным картам Национальной технологической инициативы



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» по материалам ФСИ

РГ «Технет» на регулярной основе проводит мероприятия с командами – победителями конкурса «Развитие–НТИ», в ходе которых обсуждаются текущий статус и результаты реализации проектов, дальнейшие перспективы их развития, возможность интеграции с корпорациями и крупными производственными предприятиями. В свою очередь победители конкурса узнают о принципах построения и реализации ДК «Технет», в том числе, в части создания испытательных полигонов (TestBeds) и получают обратную связь относительно целесообразных корректировок результатов проектов для их соответствия целевым показателям ДК «Технет» и конкурентным показателям мирового рынка и / или задачам индустриального партнера.

В 2018 году на конкурс «Старт–Технет» было подано 47 заявок, из которых 9 были поддержаны Фондом, а на конкурс «Умник–Технет» в 2017 и 2018 годах было подано 527 заявок, из которых 224 были допущены до финала, а 91 поддержана Фондом и рекомендована к финансированию (43 проекта в 2017 году и 48 – в 2018–м). В 2019 году на конкурс было подано 233 заявки из 38 регионов. Лидером среди учебных заведений по количеству поданных и поддержанных заявок стал Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, второе место занял СПбПУ.

Значимой вехой для развития направления «Технет» стал конкурс на создание центров компетенций НТИ (далее – ЦНТИ), проведенный в ноябре – декабре 2017 года в рамках Постановления Правительства РФ от 16 октября 2017 года № 1251 «Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета на оказание государственной поддержки центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций и Положения о проведении конкурсного отбора на предоставление грантов на государственную поддержку центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций».

ЦНТИ представляют собой инженерно–образовательные консорциумы, которые реализуют программы по преодолению технологических барьеров для обеспечения лидерства российских компаний на глобальных рынках. Центры компетенций НТИ формируются в партнерстве с университетами, научными и коммерческими организациями. Задачами ЦНТИ являются трансляция результатов фундаментальных исследований в инженерные приложения, технологический трансфер через кооперацию с индустриальными партнерами, а также подготовка лидеров разработки новых технологий посредством реализации образовательных программ.

По итогам двух конкурсных отборов, проведенных в ноябре – декабре 2017 и марте 2018 года, были созданы центры компетенций НТИ по следующим 14 сквозным технологиям:

1. Искусственный интеллект.
2. Квантовые технологии.
3. Технологии создания новых и портативных источников энергии.
4. Новые производственные технологии.
5. Управление свойствами биологических объектов.
6. Нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальности.
7. Технологии хранения и анализа больших данных.
8. Технологии компонентов робототехники и мехатроники.
9. Технологии сенсорики.
10. Технологии распределенных реестров.
11. Технологии квантовой коммуникации.
12. Технологии транспортировки электроэнергии и распределенных интеллектуальных энергосистем.
13. Технологии беспроводной связи и «интернета вещей».
14. Технологии машинного обучения и когнитивные технологии.

Благодаря серьезному научно–технологическому заделу, сформированному, в том числе в рамках реализации ДК «Технет», на базе Института передовых производственных технологий СПбПУ в январе 2018 года был создан Центр компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» (далее – Центр НТИ СПбПУ). Для реализации программы развития Центра НТИ СПбПУ был сформирован консорциум (74 организации на февраль 2020 года) с участием ведущих университетов, корпораций и крупных промышленных высокотехнологических предприятий – лидеров отраслей, научных организаций, высокотехнологичных компаний–лидеров («национальных чемпионов»), институтов развития и др.

В рамках утвержденной программы развития Центра НТИ СПбПУ ведется активная работа по достижению ряда значимых контрольных результатов ДК «Технет». В частности, запланирован к открытию центр тестирования, верификации и валидации инженерного

программного обеспечения (Центр TVV), в пилотном режиме началось сотрудничество в области трансфера технологий с Китаем (на базе представительства СПбПУ в Шанхае), разрабатывается кросс-отраслевая мультидисциплинарная платформа виртуальной разработки и испытаний глобально конкурентоспособных продуктов нового поколения, готов к запуску полигон-демонстратор передовых производственных технологий и т.д.

Деятельность еще 4 центров компетенций НТИ, созданных по приоритетным для направления «Технет» сквозным технологиям, также направлена на преодоление технологических барьеров ДК «Технет». Это:

- Центр по направлению «Сенсорика» на базе ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (МИЭТ);
- Центр технологий компонентов робототехники и мехатроники на базе Университета Иннополис;
- Центр по направлению «Большие данные» на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»;;
- Центр по направлению «Технологии беспроводной связи и интернета вещей» на базе АНОО ВО «Сколковский институт науки и технологий» (Сколтех).

В рамках деятельности, направленной на преодоление технологических барьеров, и реализации комплекса мероприятий ДК «Технет» по созданию, развитию и продвижению передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках, рабочая группа дважды (с июля 2016 по апрель 2017 года и с апреля 2017 по апрель 2018 года) выступила в качестве организатора трека TechNet федерального стартап-акселератора GenerationS от АО «РВК» (РВК), а ПАО «ОДК-Сатурн» стало индустриальным партнером трека. Участниками акселерационной программы за 2 года стали 27 проектов (15 проектов в 2017 году и 12 в 2018-м), отобранные из 992 заявок. По числу поданных заявок трек TechNet занял второе место среди 8 треков GenerationS-2016, и дважды отобранные проекты (в апреле 2017 года – RCML, в апреле 2018-го – VR Concept) принимали участие в финале GenerationS и занимали третьи места среди всех треков стартап-акселератора.

С 2018 года на платформе GenerationS создаются специализированные корпоративные акселераторы, нацеленные на привлечение инноваций в крупнейшие российские и зарубежные технологические компании. Новый формат предполагает, что при экспертной поддержке GenerationS корпорации смогут сформировать индивидуальные

критерии отбора, разработать собственную программу развития проектов и подходы к их возможной интеграции в бизнес и технологические цепочки, а по итогам акселерации получить эксклюзивные возможности для сотрудничества с лучшими проектами.

В сентябре 2019 года на Международном форуме технологического развития «Технопром» была представлена концепция Корпоративного акселератора АО «ОДК» (центром компетенций по акселерации внутри корпорации было выбрано ПАО «ОДК–Сатурн»), ведется отбор перспективных технологических проектов по следующим направлениям: цифровое проектирование, новые материалы, аддитивные технологии, сенсорика, промышленный интернет и робототехника.

Значимые результаты были достигнуты в части комплекса мероприятий ДК «Технет» по совершенствованию нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 29 сентября 2017 года № 1184, 23 марта 2018 года была утверждена дорожная карта по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (далее – ДК «Технет 2.0» НТИ). Руководителем рабочей группы по ее разработке и реализации стал вице–президент по стратегии и связям с индустрией АНОО ВО «Сколковский институт науки и технологий» (Сколтех) А.К. Пономарев. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 мая 2020 года № 1420–р в План мероприятий («дорожную карту») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» были внесены изменения.

С самого момента одобрения ДК «Технет» велась активная деятельность по развитию системы профессиональных сообществ и популяризации НТИ, в частности, по популяризации Фабрик Будущего, передовых производственных технологий и продуктов, созданных с их применением. Так, с 2017 года при участии членов РГ «Технет» были проведены тематические деловые мероприятия в рамках значимых российских форумов – ИННОПРОМ, «Технопром», «Открытые инновации», NDEхро и т.д.

Лидер (соруководитель) РГ «Технет» А.И. Боровков неоднократно выступал с лекциями и докладами по тематике развития передовых производственных технологий на региональных площадках: в Новосибирске, Ульяновске, Иркутске, Красноярске,

Тобольске, Саранске, Магнитогорске, Омске (всего более 40 городов), в рамках двух образовательных интенсивов «Остров 10–21» (2018 год, Владивосток, ДВФУ) и «Остров 10–22» (2019 год, Москва, Сколтех), а также в рамках крупных федеральных форумов и конференций.

В 2016 году в рамках экспозиции форума «Открытые инновации» был организован стенд «Технет», где были представлены разработки, выполненные в парадигме Фабрик Будущего. В 2017 году на Международной промышленной выставке ИННОПРОМ (Екатеринбург) при участии АСИ и АО «РВК» был организован стенд «Технет». Отметим, что во время обхода выставки стенд посетил Президент РФ В.В. Путин. В 2019 году коллективный стенд «Технет» с демонстрацией проектов был подготовлен Ассоциацией «Технет» на форуме «Открытые инновации».

Основной площадкой для обсуждения текущего статуса, технологических трендов и перспектив, а также подходов к реализации мероприятий ДК «Технет» является Международный технологический форум «Инновации. Технологии. Производство», который ежегодно проводит в Рыбинске ПАО «ОДК–Сатурн». Начиная с 2016 года РГ «Технет», а с 2018 года – Ассоциация «Технет», совместно с Центром НТИ СПбПУ и ГК CompMechLab® выступает соорганизатором форума. Модельная архитектура Фабрик Будущего лежит в основе тематической структуры и архитектуры деловой программы форума, а передовые производственные технологии, механизмы и кейсы их развития и внедрения являются главными темами обсуждения. Ежегодно в форуме принимают участие свыше 1000 человек из России, стран Европы и ближнего зарубежья, в основном – представители ведущих мировых и российских компаний – поставщиков технологических решений, научно–исследовательских институтов, вузов, институтов развития и др.

В рамках комплекса мероприятий ДК «Технет» по организационно–технической и экспертно–аналитической поддержке, информационному обеспечению Национальной технологической инициативы в мае 2018 года была создана Ассоциация разработчиков и эксплуатантов передовых производственных технологий – Ассоциация «Технет».

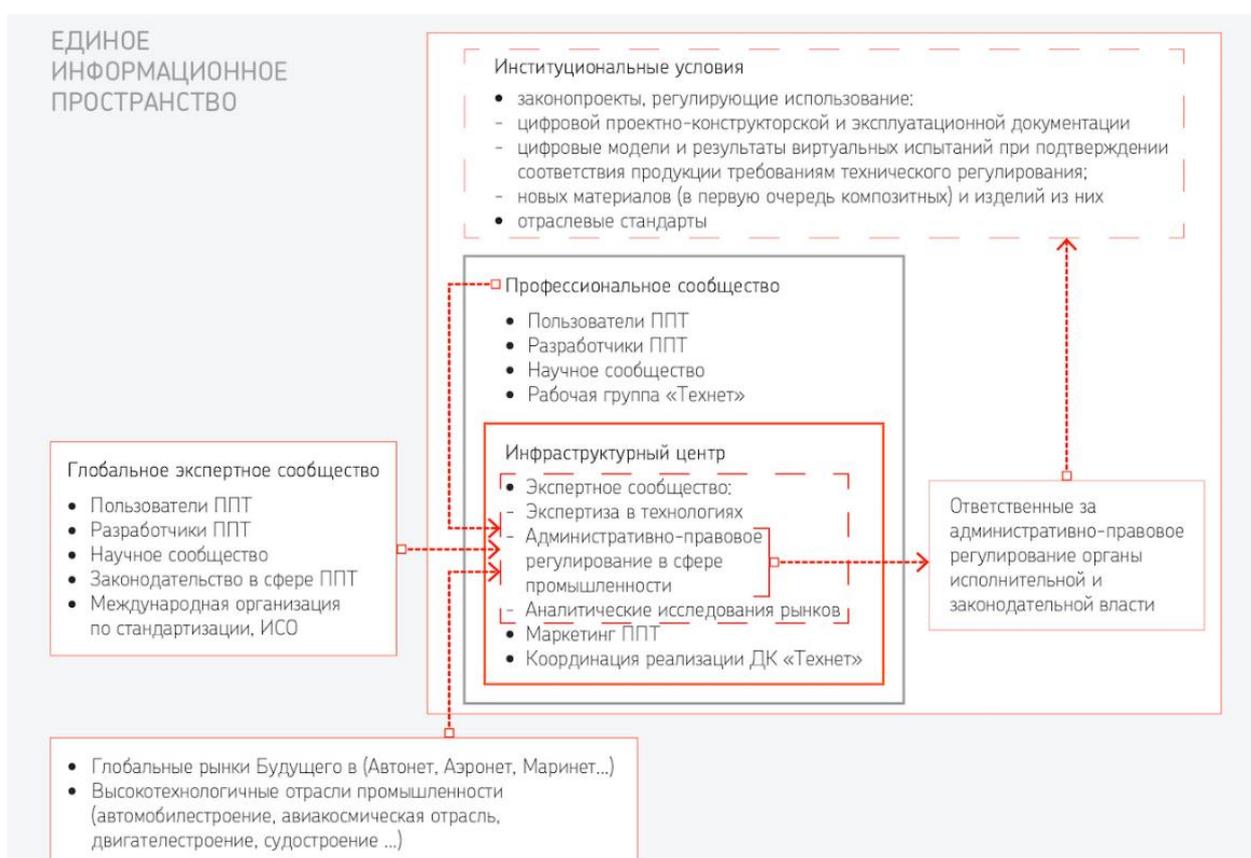
Ассоциация «Технет» является объединением научных, образовательных и промышленных организаций и их представителей, осуществляющих исследования, разработку, производство и эксплуатацию технологических решений в сфере передовых производственных технологий, с целью обеспечения конкурентоспособности отечественных компаний–лидеров на глобальных рынках и в высокотехнологичных отраслях промышленности (в первую очередь технологий цифрового проектирования и моделирования, аддитивных технологий, новых материалов, сенсорики, передовой

робототехники, промышленного интернета, Big Data, CNC–технологий). Учредителями Ассоциации выступили лидеры РГ «Технет».

В октябре 2018 года состоялся конкурсный отбор для финансового обеспечения реализации некоммерческими организациями, осуществляющими функции инфраструктурных центров, программ по развитию отдельных направлений Национальной технологической инициативы. По направлению НТИ, обеспечивающему реализацию ДК «Технет», победителем конкурсного отбора была признана Ассоциация «Технет» (наделена функциями Инфраструктурного центра).

Основные задачи инфраструктурного центра «Технет» – прогнозирование развития направления в перспективе до 2035 года, формирование перечня технологических и нормативных барьеров, разработка предложений по правовому или техническому регулированию, технических стандартов и регламентов, организация проведения экспертно–аналитических мероприятий в интересах реализации «нормативной дорожной карты» «Технет» и др.

Рисунок 6 – Инфраструктурный центр «Технет» в экосистеме развития передовых производственных технологий



Источник: Ассоциация «Технет»

В рамках реализации программы Инфраструктурного центра «Технет» Ассоциацией в 2018 году был проведен ряд мероприятий, изданы аналитические отчеты по прогнозу развития рынков передовых производственных технологий, а также разработаны три проекта нормативно–правовых актов, соответствующих пунктам «Технет 2.0» НТИ.

Одной из важнейших инициатив Ассоциации «Технет» стало активное вовлечение регионов в реализацию Национальной технологической инициативы посредством подготовки и утверждения решением IV Съезда инженеров Сибири в ноябре 2018 года программы «Технет–Сибирь».

Программа «Технет–Сибирь» является подпрограммой ДК «Технет» и направлена на повышение глобальной конкурентоспособности предприятий–лидеров, базирующихся в Сибирском федеральном округе (СФО) и работающих в высокотехнологичных отраслях, способных в долгосрочной перспективе обеспечить технологический прорыв и выйти на глобальные рынки посредством использования передовых производственных технологий и создания Фабрик Будущего. Программа направлена на стимулирование разработок ППТ в регионах Сибири, а также встраивание уже существующих в рамках «Технет» решений в производственные процессы предприятий СФО.

Важным шагом на пути достижения цели ДК «Технет» по созданию глобально конкурентоспособной кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения для высокотехнологичных отраслей промышленности, в данном случае для двигателестроения, стало подписание в декабре 2018 года между Центром НТИ СПбПУ и Объединенной двигателестроительной корпорацией дорожной карты «Технет НТИ – ОДК» – плана мероприятий по внедрению передовых производственных технологий в производственные процессы Корпорации, а также в дочерние и зависимые общества АО «ОДК».

В соответствии с дорожной картой, стороны договорились осуществлять взаимодействие по созданию «умных» цифровых двойников нескольких моделей двигателей и внедрению инновационных технологий по всему жизненному циклу продуктовых программ. Также в рамках сотрудничества предполагается поэтапное формирование компетенций по разработке цифровых двойников путем создания зеркальных инжиниринговых центров на дочерних предприятиях АО «ОДК». Сроки завершения отдельных мероприятий дорожной карты запланированы на 2025 год.

Одной из стратегических задач Ассоциации «Технет» является поиск относительно небольших и малоизвестных предприятий, активно внедряющих инновации и устойчивых к экономическим кризисам за счет диверсифицированной клиентской базы («скрытые

чемпионы»). Более подробное описание деятельности в рамках данной задачи представлено в параграфе 5 главы II.

На Международном форуме технологического развития «Технопром–2019» проректор по перспективным проектам СПбПУ, руководитель Центра НТИ СПбПУ А.И. Боровков, заместитель генерального директора – генеральный конструктор АО «ОДК» Ю.Н. Шмотин и генеральный директор Ассоциации «Технет» И.С. Метревели подписали соглашение о проведении технологического конкурса TechNet Contest.

В рамках комплекса мероприятий ДК «Технет» по развитию системы профессиональных сообществ и популяризации НТИ 3–4 октября 2019 года на площадке СПбПУ состоялся Первый Всероссийский форум «Новые производственные технологии». Соорганизаторами форума выступили СПбПУ, Центр НТИ СПбПУ, Ассоциация «Технет» и ГК CompMechLab[®]. Генеральным партнером форума стало АО «РВК», стратегическим партнером – ГК «Росатом». Форум прошел при поддержке ГК «Ростех». Мероприятие собрало более 400 участников – руководителей и специалистов госкорпораций и ведущих высокотехнологичных предприятий, лидеров отечественной науки и образования, представителей федеральных и региональных органов власти – со всей страны.

На площадке форума были представлены краткий доклад «Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности», подготовленный специалистами Центра НТИ СПбПУ и Ассоциации «Технет», а также «Руководство по цифровой трансформации производственных предприятий», разработанное компанией Autodesk совместно с Центром НТИ СПбПУ.

Кроме того, 19 октября 2019 года на площадке СПбПУ состоялось торжественное открытие университетской «Точки кипения», которая представляет собой формат пространства коллективной работы, разработанный АСИ и используемый с 2013 года. Открытие прошло в ходе «Осеннего навигатора» – мероприятия, посвященного знакомству студентов с НТИ. «Точка кипения Политех» объединит на своей площадке представителей сферы образования, науки и бизнеса, ученых, студентов, технологических предпринимателей, госслужащих, членов общественных организаций и профессиональных сообществ.

Всего в этот день по всей России университетские «Точки кипения» открылись в 41 вузе, причем 31 вуз из 27 городов, включая СПбПУ, выбрал в качестве приоритетного направления своей работы «Технет» (передовые производственные технологии).

В 2019 году успешно завершился первый этап реализации ДК «Технет 2.0» НТИ, включивший 19 мероприятий, в том числе 17 мероприятий по разработке нормативных

правовых актов и 2 – по мониторингу и актуализации нормативной дорожной карты. Кроме того, в начале 2019 года Минпромторг России и Росстандарт утвердили Перспективный план стандартизации НТИ в области передовых производственных технологий на 2018–2025 годы.

3 октября 2019 года в рамках Первого Всероссийского форума «Новые производственные технологии» состоялся круглый стол «Нормативно–правовое регулирование и актуальные вопросы стандартизации на рынке новых производственных технологий» (круглый стол был организован Ассоциацией «Технет» и рабочей группой по разработке и реализации ДК «Технет 2.0» НТИ), в ходе которого были обсуждены результаты первого этапа реализации ДК «Технет 2.0» НТИ, а также задачи регулирования и нормотворчества для второго этапа реализации нормативной дорожной карты.

Наконец, важное событие произошло 7 ноября 2019 года в ходе баркемпа «Национальная технологическая революция 20.35» – образовательного мероприятия для обсуждения стратегического развития России и Санкт–Петербурга в сфере технологий и инноваций: Ассоциация «Технет» и АНО «Платформа НТИ» подписали соглашение о совместном развитии экосистемы «Технет» и «экосистемы партнеров» (развивается на основании соглашения между АСИ, АО «РВК», АНО «Университет 2035» и АНО «Платформа НТИ»).

Одним из направлений работы является активная аналитическая деятельность в сфере новых производственных технологий, которая ведется участниками рабочей группы «Технет», а также Ассоциацией «Технет». Помимо этого, команда экспертов разрабатывает программные и стратегические документы национального уровня по развитию новых производственных технологий.

В рамках деятельности Ассоциации «Технет» ведется «...анализ отечественных и зарубежных научно–технических разработок, техническая экспертиза и прогнозы, подготовка аналитических отчетов по развитию российского и международного рынка по направлению Национальной технологической инициативы».

Для реализации этой задачи, а также в рамках деятельности ассоциации как инфраструктурного центра НТИ в 2018 и 2019 гг. выполняется работа по анализу рынков «Технет» НТИ и формируется прогноз их дальнейшего развития, производится мониторинг ключевых событий на рынках передовых производственных технологий, в том числе на рынках слияний и поглощений.

Объектом проведенных исследований является массив отчетов, научных публикаций, национальной и глобальной статистики, достоверных новостных источников,

нормативных правовых актов и прочих документов с целью поиска, отбора и последующего анализа информации по направлению «Технет» НТИ.

Предмет исследования – исследование текущего состояния и прогноза развития кросс–отраслевого и кросс–рыночного направления «Технет» (передовые производственные технологии). В рамках исследований ежегодно формируются аналитические отчеты

В 2019 году участвовали в разработке дорожной карты по направлению развития сквозной технологии «Новые производственные технологии» в рамках федерального проекта «Цифровые технологии» Национальной программы «Цифровая экономика». Дорожная карта была утверждена 14 октября 2019 года на заседании президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности, которое провёл Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации М.А. Акимов. В разработке дорожной карты приняли участие 236 экспертов в сфере новых производственных технологий из 162 организаций. Общий объем планируемых инвестиций на реализацию дорожной карты составляет более 145,3 млрд руб., из которых около 69 млрд – из бюджетных средств, более 76 млрд – из внебюджетных средств.

Также в рамках аналитической деятельности участников рабочей группы «Технет» НТИ были подготовлены тематические, дискуссионные доклады «зеленые книги» по ключевым для развития промышленности рынкам, в том числе передовым производственным технологиям. В 2017 году вышла работа, посвященная новой парадигме цифрового проектирования и моделирования глобально конкурентоспособной продукции нового поколения, и книга по современному инженерному образованию; в 2019 году был опубликован «Краткий доклад «Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности. Сентябрь 2019 года».

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПЛАН–ФАКТНЫЙ АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОРОЖНОЙ КАРТЫ «ТЕХНЕТ» ЗА ПЕРИОД 2017–2019 ГГ.

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Результат	Целесообразность переноса в обновленную ДК «Технет 4.0» НТИ
1. Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках				
1.1.	Разворачивание и работа сети испытательных полигонов (TestBeds)	I квартал 2017 года – запущен виртуальный испытательный полигон для автомобилестроения;	Для реализации был предложен и поддержан РГ "Технет" Проект (№400–249) "Кросс–отраслевая мультидисциплинарная платформа виртуальной разработки и испытаний глобально конкурентоспособных продуктов нового поколения". Инициатор – ООО Лаборатория «Вычислительная Механика» (ГК CompMechLab). Проект не был рекомендован к финансовой поддержке из средств НТИ. Проект по разработке такой цифровой платформы реализуется в рамках программы Центра компетенций НТИ «Новые производственные технологии» СПбПУ.	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
		I квартал 2017 года – запущен испытательный полигон для экспериментально–цифрового центра сертификации (в виде органа или лаборатории сертификации – формат будет определен в процессе реализации при координации с Минпромторгом России);	С 2018 года реализуется проект "Экспериментально–цифровая платформа сертификации" (№400–248), направленный на создание центра цифровой сертификации новых материалов.	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
		II квартал 2017 года – сформированы требования, подготовлены для утверждения Минпромторга России стандарты финансирования, аудита и отчетности испытательных полигонов (TestBeds);	Не выполнено по причине утраты актуальности. Действующие требования по реализуемым проектам, в том числе касающиеся испытательных полигонов (TestBeds), указываются в договоре между Фондом поддержки проектов НТИ и получателем гранта по проекту. В случае принятия решения о поддержке проекта НТИ в рамках одного из инструментов Минпромторга России, данные стандарты будут разработаны.	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий

	<p>II квартал 2017 года – созданы партнерства, запущена работа по формированию консорциумов по реализации проектов по приоритетным направлениям НИОКР (элементов «Технет»), направленных на преодоление научно–технологических барьеров: цифровое проектирование и моделирование, новые материалы, аддитивные технологии, промышленная сенсорика, робототехника, Big Data и индустриальный Интернет;</p>	<p>В 2018 году рамках реализации НТИ созданы Центры компетенций по развитию "сквозных" технологий НТИ. Так, в СПбПУ создан центр "Новые производственные технологии" (включают цифровое проектирование и моделирование, аддитивные технологии, новые материалы), в МИЭТ создан центр по направлению "Сенсорика", в Университете Иннополис – по направлению "Технологии мехатроники и робототехники", в Сколтехе – по направлению "Беспроводная связь и индустриальный интернет", в МГУ– по направлению BigData.</p>	<p>Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий</p>
	<p>II квартал 2017 года (далее, как правило, ежегодно) – проведение конкурсного отбора TestBeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям: сенсорика, аддитивные технологии, индустриальный Интернет;</p>	<p>В 2018 году рамках реализации НТИ созданы Центра компетенций по развитию "сквозных" технологий НТИ. Так, в СПбПУ создан центр "Новые производственные технологии" (включают цифровое проектирование и моделирование, аддитивные технологии, новые материалы), в МИЭТ создан центр по направлению "Сенсорика", в Университете Иннополис – по направлению "Технологии мехатроники и робототехники", в Сколтехе – по направлению "Беспроводная связь и индустриальный интернет", в МГУ– по направлению BigData. Однако испытательные полигоны существуют не во всех Центрах компетенций НТИ. Конкурсный отбор по технологическим направлениям «сенсорика», «аддитивные технологии» и «индустриальный Интернет» проводится Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно–технической сфере в рамках конкурса «Развитие НТИ» ежегодно.</p>	<p>Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий</p>
	<p>II квартал 2017 года – разработаны административные регламенты Виртуального полигона систем искусственного интеллекта;</p>	<p>Проект реализуется НИТУ МИСиС за собственные средства</p>	<p>Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий</p>
	<p>III квартал 2017 года – запуск работы по созданию TestBed «умная» фабрика (разработка проектной документации) в области двигателестроения</p>	<p>Для реализации ПАО «ОДК–Сатурн» инициирован проект (№ 400–243) "Испытательный полигон производственного типа «Умная» Фабрика «Сатурн», проект поддержан РГ "Технет". Проект не был поддержан Проектным офисом НТИ и реализуется из собственных средств инициатора.</p>	<p>Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий</p>

	IV квартал 2017 года – запущены 3 универсальных полигона первой очереди (университетского типа)	Не выполнено. Запущен один полигон университетского типа на базе Центра компетенций Центра НТИ СПбПУ "Новые производственные технологии". Ведется работа по запуску полигонов на базе ГУАП и Сколтеха	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
	IV квартал 2017 года – разработан и согласован с Минпромторгом России регламент проведения тестирования, верификации и валидации инженерного программного обеспечения;	Реализован в рамках деятельности Центра НТИ СПбПУ Реализация осуществляется в рамках соглашения Правительства Российской Федерации, ГК «Ростех», ГК «Росатом» о намерениях по развитию сквозной цифровой технологии «Новые производственные технологии» (НПТ) в целях реализации федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика», 27 августа 2020 года	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	IV квартал 2017 года – начата работа по созданию инфраструктуры виртуального полигона систем искусственного интеллекта на базе НИТУ МИСиС;	Проект реализуется НИТУ МИСиС за собственные средства	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	I квартал 2018 года – создан Национальный Центр тестирования, верификации и валидации (TVV) отечественного и зарубежного программного обеспечения в области компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга;	Проект по созданию Центра TVV реализуется в рамках программы Центра компетенций НТИ "Новые производственные технологии" СПбПУ	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	II квартал 2018 года – проведена технологическая подготовка гибкой производственной ячейки («умная» фабрика) в области двигателестроения;	Выполнено в рамках проекта (№ 400–243) "Испытательный полигон производственного типа «Умная» Фабрика «Сатурн», проект поддержан РГ "Технет", однако не поддержан Проектным офисом НТИ и реализуется из собственных средств инициатора.	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	II квартал 2018 года – запущена цифровая фабрика для автомобилестроения (ЦФ–Авто–1);	Выполнено в рамках деятельности центра компетенций Центра НТИ СПбПУ	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	II квартал 2018 года – создан Национальный сетевой Центр реверсивного инжиниринга и прототипирования;	Выполнено в рамках деятельности центра компетенций Центра НТИ СПбПУ	Рекомендуется к исключению из обновленного

				плана мероприятий
	II квартал 2018 года – запуск Центра трансфера передовых производственных технологий, исследований, обучения и поддержки экспорта «Технет» НТИ (в Китае);	Выполнено в рамках деятельности центра компетенций Центра НТИ СПбПУ		Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	II квартал 2018 года – проведение конкурсного отбора TestBeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям производственная робототехника (advanced robotics), новые материалы, Big Data;	Проведение конкурсного отбора не состоялось, но может быть проведено		Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
	II квартал 2018 года – начало проведения международных конкурсов в рамках виртуального полигона систем искусственного интеллекта на базе НИТУ МИСиС;	Проект реализуется НИТУ МИСиС за собственные средства		Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	III квартал 2018 года – получение виртуальным полигоном Института ИИ НИТУ МИСиС статуса международного дата-сета, совместные программы с The Rawseeds Project, Oxford New College Dataset, MIT Grand Challenge Dataset.	Проект реализуется НИТУ МИСиС за собственные средства		Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	IV квартал 2018 года – открыты испытательные полигоны второй очереди, проведен ежегодный аудит TestBeds первой очереди, подготовлены рекомендации по модели и показателям результативности их работы;	Полигоны второй очереди не были открыты, аудит не проведен, рекомендации не подготовлены		Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
	IV квартал 2018 года – проведен второй конкурсный отбор на софинансирование создания испытательных полигонов, проведена оценка промежуточных итогов работы пилотных испытательных полигонов, профинансированных в 2017 году, подготовлены рекомендации по модели и показателям результативности их работы;	Не выполнено. Подобные проекты в настоящий момент не поддерживаются Проектным офисом НТИ		Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий

	IV квартал 2018 года – запущена цифровая фабрика для автомобилестроения (ЦФ–Авто–2);	Выполнено в рамках деятельности центра компетенций Центра НТИ СПбПУ	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	I квартал 2019 года – запущен виртуальный испытательный полигон для судостроения, кораблестроения и судового машиностроения;	Выполнено в рамках деятельности центра компетенций Центра НТИ СПбПУ	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	I квартал 2019 года – первые коммерческие образцы продуктов и услуг, созданных на базе Виртуального полигона систем искусственного интеллекта;	Проект реализуется НИТУ МИСиС за собственные средства	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	II квартал 2019 года – запущена цифровая фабрика для автомобилестроения (ЦФ–Авто–3);	Выполнено в рамках деятельности центра компетенций Центра НТИ СПбПУ	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	III квартал 2019 года – создана ИТ–платформа (по типу marketplace) размещения и конкурса заказов для подключения большого числа разнотипных игроков рынка к развитию, коммерциализации и широкому использованию ППТ;	Реализовано в рамках системы ГИСП (Государственной информационной системы промышленности (ГИСП). (Минпромторг России)	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
	IV квартал 2019 года – проведение конкурсного отбора Testbeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям (третья очередь);	Не выполнено. Подобные проекты в настоящий момент не поддержаны Проектным офисом НТИ	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
	IV квартал 2019 года – запущена цифровая фабрика для автомобилестроения (ЦФ–Авто–4);	Выполнено в рамках деятельности центра компетенций НТИ СПбПУ	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий

		IV квартал 2019 года – запуск Центра трансфера передовых производственных технологий, исследований, обучения и поддержки экспорта «Технет» НТИ (в Европе);	Не выполнено. Целесообразно продлить	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
1.2.	Развитие экосистемы формирования, привлечения развития и передачи компетенций и лучших в своем классе технологий	II квартал 2017 года – запущена система акселерации с участием «ОДК–Сатурн», СПбПУ, Сколтех–МГУ, АО «РВК» (РВК), Фонда «Сколково», Фонда содействия инновациям для создания и продвижения компаний, бизнес которых основан на ППТ или компаний, создающих новые технологические решения или компетенции в сфере ППТ;	Программу в 2017 году в рамках акселератора GenerationS проводил ПАО «ОДК–Сатурн» совместно с Университетом ИТМО.	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
		III квартал 2017 года – проведен первый конкурсный отбор для поддержки перспективных исследований и разработок в сфере передовых производственных технологий	В 2017 году СПбПУ организовал и провел конкурс проектов для отбора в корпоративный акселератор ПАО «ОДК–Сатурн».	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		IV квартал 2017 года – запущены 2 акселератора по развитию глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ППТ;	в 2017 и 2018 годах реализованы акселерационные программы по треку TechNet в рамках Акселератора Generations S.	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		I квартал 2018 года – итоги акселерационных программ участия МИП и МСП в реализации задач и участия в работе по проектам;	Для реализации задачи по поиску «скрытых чемпионов» с 2018 года Инфраструктурным центром «Технет» совместно с ПАО «ОДК–Сатурн» (в программе принимают участие также и другие промышленные партнеры) запущена акселерационная программа TechNet Project.	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
		III квартал 2018 года – представлены рекомендации и предложения в инвестиционные программы компаний с государственным участием;	Не выполнено. Рекомендуется к продлению	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		IV квартал 2018 г. – запущен 1 акселератор по развитию глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ППТ;	В 2018 году на конкурс TechNet Project пришло более 40 заявок из различных городов и регионов страны: Перми, Самары, Тюмени, Москвы, Санкт–Петербурга. В числе заявителей – и студенческие команды, и уже сложившиеся	Рекомендуется к продлению в обновленном

			<p>профессиональные коллективы профильных кафедр и лабораторий вузов. Из всех заявок экспертами TechNet Project были отобраны 23 претендента, представивших свои проекты экспертному жюри.</p> <p>Из числа представленных на сессии проектов экспертами жюри были отобраны 15 для акселерации по программе TechNet Project. По результатам программы 4 проекта попал в корпоративные акселераторы, 1 проект получил грант Siemens, 4 проекта победили в конкурсах Фонда содействия инновациям, 1 проект продан инвестору, 1 проект ведет переговоры о продаже, 2 проекта стали резидентами Сколково, 3 проекта приступили к активным продажам. Также, в ходе программы, ряд участников акселератора приняли участие в международной выставке Lanzhou Science and HighTech Achievement Expo (г. Ланьчжоу, Провинция Ганьсу, КНР), где заявили о разработанных ими решениях.</p>	<p>плане мероприятий</p>
		<p>IV квартал 2019 г. – запущен 1 акселератор по развитию глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ПИТ</p>	<p>В 2019 году акселерационная программа TechNet Project 2019 привлекла 15 проектов длилась 3 месяца и состояла из 5 модулей: команды формировали и тестировали бизнес-модель проекта, разрабатывали план развития продукта или технологии, готовили подробный финансовый план и презентации для инвесторов, составляли заявку в Фонд содействия инновациям (ФСИ), а также представляли проекты инвесторам и промышленным партнерам Ассоциации «Технет» на финальном мероприятии – DemoDay.</p> <p>Почти 80% участников успешно прошли программу, 10 проектов либо подали заявки на конкурсы ФСИ, либо уже получили гранты, 3 проектами заинтересовались венчурные инвесторы, несколько компаний попали в корпоративные акселераторы, несколько проектов пригласили участвовать в крупных выставочных мероприятиях как в России, так и за рубежом. Одна из команд после прохождения акселерационной программы увеличила продажи на 150 %.</p>	<p>Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий</p>

1.3.	Создание глобальной сети российских Фабрик Будущего	I квартал 2018 года – разработаны форматы, требования к протоколам взаимодействия узлов производственной сети «Фабрик Будущего»;	Не выполнено. Рекомендуется к продлению.	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		III квартал 2018 года – запущена «виртуальная фабрика» с использованием технологий индустриального Интернета;	Не выполнено. Рекомендуется к продлению.	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		II квартал 2019 года – запуск полигона «умной» фабрики первой очереди (производственного типа);	Не выполнено. ПАО "ОДК–Сатурн" инициирован проект (№ 400–243) "Испытательный полигон производственного типа «Умная» Фабрика «Сатурн»», проект поддержан РГ "Технет", однако не поддержан Проектным офисом НТИ и реализуется из собственных средств инициатора. Первая очередь не запущена	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
2. Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения				
2.1.	Проекты развития сертификации продуктов и сервисов, основанных на использовании новых материалов, аддитивных технологий и конструкций нового поколения (Университетско–промышленные сертификационные TestBeds)	I квартал 2017 года – проведены консультации с министерствами, ведомствами и заинтересованными подведомственными организациями, посвященные изучению международного опыта современной сертификации, а также выработке предложений по внедрению подходов сертификации, основанных на оценке риска и направленных на внедрение ускоренного выпуска в обращение производственной продукции, созданной с использованием передовых производственных технологий.	Работа ведется на постоянной основе: с ФГУП Стандартиформ, Росстандарт, ГК Автодор по разработке проектов стандартов, также команда проекта участвует в работе Подкомитета экспертов Экономического и Социального Совета (ЭКОСОС) ООН по перевозке опасных грузов.	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		II квартал 2017 года – запущено формирование международного консорциума в области сертификации;	Международный консорциум сформирован в 2019 году.	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий

	<p>II квартал 2017 года – выполнен комплекс НИОКР в обеспечение реализации пилотных проектов–демонстраторов эффективности и результативности внедрения современных подходов в проведении сертификации продукции, полученной с использованием ППТ;</p>	<p>Работы выполняются в рамках проектов. Завершение проекта планируется в 2022 году.</p>	<p>Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий</p>
	<p>IV квартал 2017 года – разработан пакет нормативно–методической документации на обеспечение деятельности центров сертификации (TestBeds – в виде органа или лаборатории сертификации; формат будет определен в процессе реализации при координации с Минпромторгом России);</p>	<p>В рамках проекта «Экспериментально-цифровая платформа сертификации (ЭЦПС)» (ИК «Тесис») разработана документация, регламентирующая деятельность центров сертификации.</p>	<p>Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий</p>
	<p>IV квартал 2018 года – создан объединенный экспериментально–цифровой центр сертификации (TestBed) и сетевой промышленный экспериментально–цифровой центр сертификации (TestBed);</p>	<p>Работа ведется в рамках проектов. Завершение проекта планируется в 2022 году.</p>	<p>Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий</p>
	<p>IV квартал 2018 года – созданы и введены в опытную эксплуатацию на производстве композиционных материалов экспериментальные технические средства определения состояния полимерных конструкционных материалов (ПКМ) в процессе производства продукции</p>	<p>Реализовано в процессе реализации проекта: Фабрика Будущего ПКМ Создание фабрики будущего для разработки, испытаний и изготовления глобально конкурентоспособных экспортноориентированных кастомизированных прецизионных кинематических механизмов нового поколения для применения в комплексной продукции рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности</p>	<p>Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий</p>
	<p>IV квартал 2018 года – разработаны сертификационные правила и требования к высокоответственным композитным конструкциям;</p>	<p>Не выполнено. Рекомендуется к продлению.</p>	<p>Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий</p>

2.2.	<p>Нормативно–правовая поддержка законодательных инициатив в области передовых производственных технологий</p>	<p>II квартал 2021 года – проведены консультации с министерствами, ведомствами и заинтересованными подведомственными организациями, посвященные изучению международного опыта сертификации продукции ППТ, а также выработке предложений по внедрению методов оценки соответствия, направленных на обеспечение ускоренного выпуска в обращение продукции ППТ.</p> <p>IV квартал 2021 года –сформирован Международный консорциум для научно–технической поддержки создания нормативной базы разработки и применения методов оценки соответствия продукции ППТ.</p> <p>IV квартал 2021 года (далее – ежегодно) – подготовлен перечень рекомендаций по уточнению мероприятий государственных программ, влияющих на развитие рынка ППТ.</p> <p>IV квартал 2021 года – разработан комплект нормативно–методической документации, регулирующей деятельность центров сертификации (TestBeds – в виде органа или лаборатории сертификации. Формат будет определен в процессе реализации при координации с Минпромторгом России.</p> <p>IV квартал 2021 – подготовлен перечень рекомендаций и изменений нормативно–технической документации, стандартов российских и международных НПА, регламентирующих разработку, реализацию и внедрение ППТ в России.</p> <p>IV квартал 2022 года – разработаны комплекты требований к методам оценки соответствия высокоответственных изделий из полимерных композиционных материалов общетехнического назначения и объектов транспортной инфраструктуры.</p> <p>IV квартал 2022 года – разработаны и внесены</p>	<p>Мероприятия подготовлены экспертами ДК «Технет 2.0» (Законодательной дорожной карты «Технет» НТИ) на основе план–фактного анализа реализации мероприятий</p>	<p>Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий</p>
------	---	--	--	---

		<p>предложения по дополнениям и изменениям международных нормативных документов (UN, IMO, ISO и др.), регулирующих проектирование, изготовление и эксплуатацию высокоответственных изделий из полимерных композиционных материалов.</p> <p>IV квартал 2022 года – принято не менее 10 новых стандартов в области оценки соответствия продукции ППТ.</p> <p>IV квартал 2025 года – принято не менее 30 новых стандартов в области оценки соответствия продукции ППТ.</p>		
2.3.	<p>Реализация плана мероприятий по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в сфере передовых производственных технологий</p>	<p>сентябрь 2020 – декабрь 2035. Поэтапное выполнение мероприятий (далее – ДК «Технет 2.0»), предусмотренных распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2018 года № 482-р «Об утверждении плана мероприятий ("дорожной карты") по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению "Технет" (передовые производственные технологии)» (с изменениями, вносимыми распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 мая 2020 года № 1420-р), в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществление мониторинга реализации мероприятий дорожной карты и подготовки предложений по актуализации ДК «Технет 2.0»; – актуализация ДК «Технет 2.0» (приняты распоряжения Правительства Российской Федерации о внесении изменений в план мероприятий); – разработано и принято не менее 50 документов по стандартизации в области передовых производственных технологий; 	<p>Мероприятия подготовлены экспертами ДК «Технет 2.0» (Законодательной дорожной карты «Технет» НТИ) на основе план-фактного анализа реализации мероприятий</p>	<p>Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий</p>

2.4.	Организационно–методическая поддержка разработки проектов нормативных правовых, нормативных технических и иных актов для стимулирования распространения передовых производственных технологий	III квартал 2020 – декабрь 2025. проведение периодических опросов организаций сферы передовых производственных технологий в целях выявления существующих потребностей в совершенствовании законодательства и устранении административных барьеров; – по результатам проведенных опросов формирование перечня документов кандидатов для включения в ДК «Технет 2.0»; – разработка проектов документов по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров, не вошедших в ДК «Технет 2.0» НТИ по направлению «Технет» (передовые производственные технологии), но представляющих интерес для стейкхолдеров и акторов; – проведено не менее 5 опросов и разработано не менее 10 проектов НПА и документов по стандартизации для актуализации плана по п. 2.1	Мероприятия подготовлены экспертами ДК «Технет 2.0» (Законодательной дорожной карты «Технет» НТИ) на основе план–фактного анализа реализации мероприятий	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
2.5.	ИТ– обеспечение деятельности по развитию сертификации продукции, полученной с использованием ППТ	II квартал 2017 года – разработана архитектура банка натуральных и виртуальных моделей, нормативно–методическая документация в обеспечение обращения с моделями;	В рамках проекта компании «Тесис» разрабатываются и будут применяться разные БД. Сейчас разработана БД для идентификации цифровых моделей.	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		IV квартал 2017 года – разработаны модуль базы данных материалов для автомобилестроения;	В настоящий момент на базе Центра НТИ СПбПУ реализуется проект формирования базы данных по композиционным материалам	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий

		II квартал 2018 года – разработан модуль базы данных материалов для авиастроения;	В настоящий момент на базе Центра НТИ СПбПУ реализуется проект формирования базы данных по композиционным материалам	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		IV квартал 2018 года – создан пилотный банк данных натуральных и виртуальных стандартов качества для сертификации продукции, получаемой с помощью различных технологий;	Работа ведется в рамках проекта. Завершение проекта планируется в 2022 году.	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
3. Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков				
3.1.	Совершенствование системы профессионального образования для подготовки кадров рынка «Технет»	IV квартал 2017 года – проведено обучение по приоритетным программам, разработаны рекомендации по их улучшению;	1. Реализуются программы подготовки магистров, соответствующие кадровым потребностям динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков. Программы реализованы на базе: – Института передовых производственных технологий Санкт–Петербургского политехнического университета Петра Великого; – на базе АНОО ВО «Сколковский институт науки и технологий» (Сколтех) – на базе Санкт–Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения» (ГУАП). 2. На базе Инжинирингового центра "ЦКИ" (ГК ComMechLab) СПбПУ организовано обучение специалистов холдинга АО "Вертолёты России" по направлениям "цифровое проектирование и моделирование" и "аддитивные технологии".	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
		I квартал 2018 года – начало подготовки кадров по приоритетным технологическим направлениям, первая волна тиражирования программ в вузы;	Подготовка стартовала и реализуется в рамках реализации программ Центров компетенции национальной технологической инициативы	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий

		IV квартал 2018 г. – разработаны образовательные модули под целевые требования и типовые траектории, собирающие образовательные модули в программы;	По результатам 2018 года, сотрудниками Центра НТИ СПбПУ разработано 12 программ дополнительного профессионального образования (программ повышения квалификации) по тематике сквозной технологии «Новые производственные технологии», по направлениям «Организация и управление наукоемкими производствами», «Материаловедение», «Инноватика».	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
		IV квартал 2018 года – проведено обучение по программам, разработаны рекомендации по их улучшению;	По результатам 2018 года, сотрудниками Центра НТИ СПбПУ было обучено свыше 1900 человек. Одними из крупнейших заказчиков программ дополнительного профессионального образования (программ повышения квалификации) стали компании Северсталь, Армтел, Газпромнефть, Плаза Лотос Групп, АО «СНСЗ», НИПК Электрон, АО «Ленполиграфмаш», ООО «Ракурс–инжиниринг», АО «Центротех». По результатам пилотных запусков программ были разработаны рекомендации по улучшению процесса обучения, а именно внедрения большего количества часов на проектно–ориентированный подход.	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		I квартал 2019 года – образовательные программы масштабированы в вузы России;	СПбПУ запущен проект по развёртыванию сети "зеркальных" инжиниринговых центров на базе партнёрских вузов и предприятий. На данный момент в сеть включены более 20 вузов	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
3.2.	Совершенствование инфраструктуры (создание сети образовательных площадок – learning factories)	II квартал 2017 года – апробированы модели learning factories на площадке создаваемого испытательного полигона;	<p>Два пилотных проекта learning factory прошли все стадии концептуального оформления.</p> <p>1. НИЯУ МИФИ:</p> <p>Сформирован научно–производственный Консорциум лазерных систем и лазерных технологий в промышленности и медицине. Консорциум объединил в себе ведущие в области разработки и применения лазерных технологий организации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – НИЯУ МИФИ – Институт Лазерных и плазменных технологий; – Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова; – Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых; 	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий

			<ul style="list-style-type: none"> – Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН; – ООО НТО «ИРЭ–Полус» (дочерняя компания глобальной корпорации IPG Photonics) – ООО «Лассард» – ООО НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ» – ООО «Владимирский инжиниринговый центр использования лазерных технологий в машиностроении при ВлГУ». <p>Консорциум создан для консолидации деятельности высших учебных заведений, научно–исследовательских институтов и производителей высокотехнологичного лазерного оборудования в области создания лазерных устройств нового поколения и технологий на их основе для промышленных и медицинских применений.</p> <p>Сентябрь 2017 – запуск образовательной программы в learning factory НИЯУ МИФИ</p> <p>2. ГУАП:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Проведены переговоры с технологическими и промышленными партнерами (InfoWatch, Dell–EMC, FANUC, Холдинг Ленполиграфмаш) о предоставлении ПО и оборудования, готовится заключение соглашений. – Проведены переговоры с WorldSkills Russia о создании специализированного центра цифровых профессий и компетенций на базе Инженерной школы интернета вещей ГУАП, заключен меморандум о вхождении ГУАП в международную рабочую группу “FutureSkills”, ведется работа по выведению трех презентационных компетенций в рамках FutureSkills: (а) корпоративная защита от внутренних угроз информационной безопасности; (б) организация эффективного производства; (в) разработка микросервисных приложений под PaaS с использованием Spring – Определены направления подготовки пилотных групп магистров. 	
--	--	--	--	--

		<p>I квартал 2017 года – выбраны пилотные регионы для внедрения модели learning factories, проведен конкурсный отбор, выбраны площадки;</p>	<p>16–17 февраля 2017 г. проведена сессия «Университет» НТИ В рамках сессии определены пилотные проекты learning factory:</p> <p>1. В НИЯУ МИФИ создается пилотный проект – Learning Factory, в рамках которой будут реализованы программы опережающей подготовки специалистов в лазерных технологиях. Реализовывать данный проект предполагается на базе Института Лазерных и Плазменных технологий (Институт «ЛаПлаз»).</p> <p>2) увеличение доли обучающихся по программам магистратуры (в том числе по вновь разрабатываемым), и программам подготовки научно – педагогических кадров в аспирантуре. Запуск Learning Factory “Лазерные системы и лазерные технологии в промышленности и медицине” даст новый толчок в развитии как Института, так и Университета в целом, позволит повысить качество образования и его востребованность для различных отраслей промышленности.</p> <p>2. В СПб ГУАП на базе Инженерной школы Интернета вещей создается проект по подготовке кадров для новых профессий в формате WorldSkills. Инициатива представляет собой дидактический подход в обучении на основе индустриальных задач из реального мира, применяемый для повышения компетенций обучаемого в области создания и оптимизации продуктов и производственных процессов. Школа Интернета вещей – создана как специализированный инфраструктурный проект, на базе которого будут реализованы практико–ориентированные программы подготовки магистров по модели Learning Factory.</p>	<p>Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий</p>
		<p>IV квартал 2018 года – организовано сотрудничество с промышленными компаниями, обучены сотрудники данных компаний, внедрены в их деятельность передовые производственные технологии и созданы дополнительные рабочие места;</p>	<p>Модернизация предприятий с использованием цифровых технологий неизбежно приводит к внедрению передовых производственных технологий, развитие и применение которых на территории РФ осуществляется в рамках кросс–рыночного и кросс–отраслевого направления Технет НТИ. С целью описания модели внедрения и применения на предприятии системы комплексных технологических решений, обеспечивающей в кратчайшие сроки</p>	<p>Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий</p>

			<p>проектирование и производство глобально конкурентоспособной продукции нового поколения, в рамках кросс–отраслевого направления Технет НТИ была предложена концепция «Фабрики Будущего». В основе учебных программ и курсов Центра НТИ – концепция «Фабрики Будущего» – новая индустриальная реальность, отвечающая вызовам Четвертой промышленной революции. Системная реализация концепции позволит создать новый формат промышленности России в соответствии с принципами Цифровой экономики, позволит перейти экономике нашей страны в новый технологический уклад и обеспечить ей глобальную конкурентоспособность как в рамках высокотехнологичных отраслей промышленности, так и в рамках рынков НТИ.</p> <p>Одними из крупнейших заказчиков программ дополнительного профессионального образования (программ повышения квалификации) стали компании Северсталь, Армтел, Газпромнефть, Плаза Лотос Групп, АО «СНСЗ», НИПК Электрон, АО «Ленполиграфмаш», ООО «Ракурс–инжиниринг», АО «Центротех».</p> <p>В 2018 году Центр НТИ СПбПУ выиграл конкурс на оказание услуги по опережающему обучению работников организации, реализующей проект повышения производительности труда, по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации «Управление предприятием в условиях цифровой трансформации. Управление созданием и эксплуатацией цифровых двойников изделий в части уничтожения информации в соответствии с требованиями законодательства», работников организаций, реализующих проекты развития персонала, по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации «Управление предприятием в условиях цифровой трансформации» от СПб ГАУ ЦЗН. По данным программам 60 человек от различных предприятий Санкт–Петербурга. В рамках программы, работники предприятий представили проблематику бизнес–процессов, и разработали проекты</p>	
--	--	--	--	--

			решений данной проблематики, которые затем уже внедрили в производственный процесс.	
		IV квартал 2018 года – создана сеть learning factories в федеральных округах Российской Федерации	Не выполнено. Рекомендуется продлить.	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
4. Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы				
4.1.	Развитие инженерно–технического творчества	II квартал 2017 года – выстроена система кооперации по взаимодействию с институтами развития, учреждениями дополнительного образования, представителями дорожной карты «Кружковое движение» для реализации проектов по вовлечению молодого поколения в инженерную сферу, популяризации инженерных профессий;	2017 год – открыт новый профиль олимпиады НТИ для школьников "Передовые производственные технологии" 2017 год – WS HiTech Junior по компетенции Командная работа на производстве – компетенция входила в Future Skills	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
		II квартал 2017 года – проведены соревнования по перспективным профессиям Future Skills в рамках World Skills Hi–Tech (ежегодно: 2016 г. – соревнования по 5 компетенциям, 2017 г. – соревнования по 10 компетенциям, с 2018 г. – соревнования по 15 компетенциям);	2017 год – открыт новый профиль олимпиады НТИ для школьников "Передовые производственные технологии" 2018 год – второй год реализации профиля олимпиады НТИ для школьников "Передовые производственные технологии" 2017 год – WS HiTech Junior по компетенции Командная работа на производстве – компетенция входила в Future Skills	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		III квартал 2018 года – разработаны метрики для оценки региональной технологической инфраструктуры, поиска и формирования реестра технологических проблем для мейкерских сообществ;	В 2016 году на WS HiTech (до принятия ДК «Технет 1.0» НТИ) на базе ИППТ была презентована новая компетенция "Maker", рекомендуется продлить мероприятие в рамках обновленной дорожной карты	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
4.2.	Демонстрация передовых российских	II квартал 2017 года – разработана стратегия популяризации передовых производственных технологий для внутреннего и внешнего рынка;	Выполнено	Рекомендуется к исключению из обновленного

	технологий, популяризация инженерной деятельности в России и за рубежом			плана мероприятий
		II квартал 2017 года – сформирована общая повестка продвижения ДК «Технет» на профильных форумах и конференциях промышленного, инновационного и технологического развития в России и за рубежом (не менее 3 форумов ежегодно);	Выполнено	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
		II квартал 2017 года – запущен интернет–портал с информацией о «Технет»;	Выполнено	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
		IV квартал 2018 года – разработаны и запущены программы по развитию отраслевой журналистики и коммуникаций с участием не менее 50 журналистов из разных регионов России;	Не выполнено	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
5. Организационно–техническая и экспертно–аналитическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы				
5.1.	Координация и управление реализацией ДК «Технет»	I квартал 2017 года – утверждена организация, на которую возложены обязанности по сопровождению дорожной карты «Технет»;	Выполнено. В настоящий момент сопровождение ДК «Технет» осуществляет Минпромторг России	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
		II квартал 2017 года – создана Ассоциация «Технет»;	В мае 2018 года создана Ассоциация "Технет"	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий

		IV квартал 2019 года – создано не менее 15 консорциумов для реализации проектов «Технет», тестирования и пилотирования технологических решений, запуска Фабрик Будущего «Технет»;	Не выполнено	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
5.2.	Экспертно–аналитическая поддержка тематических и предметных направлений реализации ДК «Технет»	II квартал 2017 года – утверждена модельная архитектура Фабрики Будущего (при необходимости, обновление каждые полгода), подготовлен доклад и план действий «Цифровая повестка 2025»;	Выполнено. Модельная архитектура представлена в материалах Ассоциации "Технет"	Рекомендуется к исключению из обновленного плана мероприятий
		III квартал 2017 года (далее ежегодно) – проведены экспертно–аналитические исследования для формирования проектов (актуализация перечня «best-in-class» продуктов, разработка технических заданий) в рамках реализации ДК «Технет» (ежегодно);	Выполнено. Аналитика выполняется в рамках деятельности Инфраструктурного центра "Технет"	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		I квартал 2018 года – подготовлен доклад и согласован план действий «Проектирование, моделирование, инжиниринг – 2030»;	Не выполнено. Рекомендуется продлить	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		III квартал 2018 года – подготовлен доклад и план действий «Гибкие, сетевые, умные производства России 2035»;	Не выполнено. Рекомендуется продлить	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий
		III квартал 2017 года (далее ежегодно) – проведены экспертно–аналитических исследований для формирования проектов (актуализация перечня «best-in-class» продуктов, разработка технических заданий) в рамках реализации ДК «Технет»	Выполнено. Аналитика выполняется в рамках деятельности Инфраструктурного центра "Технет"	Рекомендуется к продлению в обновленном плане мероприятий

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТОК ПО НЕКОТОРЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ
СУБТЕХНОЛОГИЙ ДК «ТЕХНЕТ 4.0» (ПЕРЕДОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ) НТИ**

Основные направления плана мероприятий ("дорожной карты")	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий ("дорожной карты")	Ожидаемый результат	Исполнители
1. Технологии робототехники					
1.2 Развитие компонентной базы	2020	2025	<p>2022 год – произведена опытная партия высокотехнологичных захватов (не менее 10 изделий);</p> <p>2023 год – произведена опытная партия отечественных приводов (не менее 100 изделий);</p> <p>2024 год – налажен мелкосерийный выпуск высокотехнологичных захватов и начаты продажи продукции на отечественном и мировом рынке;</p> <p>2025 год – налажен серийный выпуск отечественных приводов и начаты продажи продукции на отечественном и мировом рынке;</p> <p>2025 год – произведено не менее 5 наименований уникальной высокотехнологичной оснастки для опытной партии для роботизированной обработки (не менее 5 изделий);</p> <p>2028 год – налажен мелкосерийный выпуск спецоснастки, и начаты продажи продукции на отечественном и мировом рынке.</p>	<p>Разработана линейка захватов для деликатных операций на отечественной компонентной базе.</p> <p>Разработана линейка дешевых захватов для массового применения на отечественной компонентной базе.</p> <p>Разработана линейка приводов на отечественной компонентной базе.</p> <p>Привода прямого действия Привода с регулируемой податливостью.</p> <p>Разработана оснастка для высокотехнологичного производства на отечественной компонентной базе, в том числе производства композитов, клёпки по трафарету, укладки жгутов и др.</p>	ГК «Ростех», ГК «Росатом», Университет Иннополис, Университет ИТМО, Альфа-Интех, Prof-IT, СТАРКИН, ИМАШ РАН, СПбПУ, НПО «Андрoidная техника»

				высокотехнологичных операций.	
1.3 Создание отечественных робототехнических платформ	2020	2028	<p>2022 год – произведена опытная партия отечественных мобильных платформ для внутрицеховой логистики (не менее 10 изделий);</p> <p>2023 год – программное обеспечение для проектирования робототехнического производства и разработки управляющих программ промышленных роботов зарегистрировано в реестре отечественного программного обеспечения; (откуда финансирование / результаты)</p> <p>2024 год – произведена опытная партия отечественных мобильных платформ для межцеховой логистики (не менее 10 изделий);</p> <p>2024 год – произведена опытная партия систем телеуправления для режима реального времени для решения различных технологических задач (не менее 20 изделий);</p> <p>2025 год – налажен мелкосерийный выпуск мобильных платформ, и начаты продажи продукции на отечественном и мировом рынках;</p> <p>2025 год – произведена опытная партия отечественных роботов–манипуляторов (не менее 10 изделий);</p> <p>2028 год – налажен мелкосерийный выпуск роботов–манипуляторов, и начаты продажи продукции на отечественном и мировом рынках.</p>	<p>Мобильные платформы для внутрицеховой логистики с точностью навигации выше 1 см и скоростью перемещения до 15 км/ч.</p> <p>Программное обеспечение, позволяющее проектировать производственные линии и процессы с автоматическим встраиванием в технологический процесс, серийно доступные роботы–манипуляторы.</p> <p>Мобильные платформы для межцеховой логистики с точностью навигации выше 5см и скоростью перемещения до 60 км/ч.</p> <p>Система телеуправления реального времени с задержкой менее 5мс и силомоментной обратной связью с чувствительностью 1Н/1Нм.</p> <p>Сертифицированные мобильные платформы для работы рядом с человеком.</p> <p>Разработана линейка промышленных роботов манипуляторов с точностью позиционирования 20 микрон.</p>	ГК «Ростех», ГК «Росатом», Университет Иннополис, Университет ИТМО, Альфа–Интех, Prof–IT, СТАРКИН, ИМАШ РАН, СПбПУ, НПО «Андройдная техника»

				Доработана линейка промышленных роботов манипуляторов до точности позиционирования 10 микрон, в том числе под нагрузкой.	
1.4 Создание роботизированных решений на основе матричного производства	2021	2030	<p>2025 год – создано программное обеспечение планирования и оптимизации матричного производства зарегистрировано в реестре отечественного программного обеспечения;</p> <p>2025 год – произведена опытная партия универсальных окрасочных ячеек для матричного производства (не менее 10 изделий);</p> <p>2025 год – произведена опытная партия универсальных сварочных ячеек для матричного производства (не менее 10 изделий);</p> <p>2026 год – программное обеспечение для складской системы и системы управления складом и оснасткой для матричного производства зарегистрировано в реестре отечественного программного обеспечения;</p> <p>2027 год – произведена опытная партия универсальных сборочных ячеек для матричного производства (не менее 10 изделий); (на своей компонентной базе или новое производство)</p> <p>2028 год – произведена опытная партия универсальных контрольно–измерительных ячеек для матричного производства (не менее 5 изделий); (зачем выносятся из матрицы,)</p> <p>2028 год – произведена опытная партия ячеек</p>	<p>Программное обеспечение для планирования оптимизации и управления производством по матричному принципу с поддержкой функций Plug&Play для типовых технологических решений и системы сбора, учёта и анализа сенсорной информации.</p> <p>Разработаны типовые универсальные окрасочные ячейки для различных габаритов для матричного производства.</p> <p>Разработаны типовые универсальные сварочные ячейки для различных габаритов для матричного производства.</p> <p>Программное обеспечение для планирования, оптимизации и управления складом для матричного производства.</p> <p>Разработаны типовые универсальные сборочные ячейки для различных</p>	Университет Иннополис, ПАО «КАМАЗ», МГТУ «Станкин»

			<p>для автоматического производства оснастки в парадигме матричного производства (не менее 5 изделий);</p> <p>2030 год – произведена опытная партия узкоспециализированных быстро переналаживаемых ячеек для матричного производства (не менее 10 изделий); (делать ячейки бессмысленно, нужна оснастка)</p> <p>2030 год – запущено матричное производство на 10ти производственных площадках. (что такое матричное производство)</p>	<p>габаритов для матричного производства.</p> <p>Разработаны типовые универсальные контрольно–измерительные ячейки для различных габаритов для матричного производства.</p> <p>Разработана ячейка для автоматического производства оснастки для гибкого производства.</p> <p>Разработаны узкоспециализированные ячейки для различных задач матричного производства.</p> <p>Разработано и пилотируется гибкое производство с большим ассортиментом выпускаемой продукции.</p>	
1.5 Разработка роботизированных решений для реального сектора экономики	2021	2028	<p>2022 год – произведена опытная партия образцов роботизированного решения по укладке жгутов (не менее 20 изделий);</p> <p>2024 год – произведена опытная партия образцов отечественных решений для выпуска высокотехнологичных композитных материалов (не менее 50 изделий); (нужны пояснения по терминологии и финансированию)</p> <p>2024 год – налажен мелкосерийный выпуск роботизированного решения по укладке жгутов, и начаты продажи продукции на отечественном и мировом рынке;</p>	<p>Разработан ряд типовых решений по автоматизации укладки жгутов.</p> <p>Разработаны робототехнические ячейки, вспомогательное программное обеспечение и оснастка для автоматизированного производства композитных материалов различного состава, в том числе с заданными механическими свойствами.</p> <p>Разработаны типовые</p>	АО «ОДК» Авиадвигатель, ПАО «ОДК-Сатурн», ГК «Ростех», МГТУ «Станкин», Университет Иннополис, Университет ИТМО, ИПМТ Благоднарова, СПбПУ

			<p>2025 год – произведена опытная партия образцов отечественных решений для роботизированного выпуска лопаток турбин и двигателей (не менее 20 изделий);</p> <p>2027 год – налажен мелкосерийный выпуск высокотехнологичных композитных материалов, и начаты продажи продукции на отечественном и мировом рынке;</p> <p>2028 год – налажен мелкосерийный выпуск отечественных решений для роботизированного выпуска лопаток турбин и двигателей, и начаты продажи продукции на отечественном и мировом рынке.</p>	<p>решений по автоматизации укладки жгутов в большом рабочем пространстве, в том числе несколькими роботами.</p> <p>Разработаны роботизированные ячейки для выполнения технологических операций в производстве лопаток турбин и двигателей покрывающие более 70% технологической цепочки.</p> <p>Разработаны робототехнические ячейки, вспомогательное программное обеспечение и оснастка для автоматизированного производства композитных материалов различного состава, в том числе с заданными механическими свойствами.</p> <p>Разработаны роботизированные ячейки для выполнения технологических операций в производстве лопаток турбин и двигателей покрывающие более 90% технологической цепочки.</p>	
2. Технологии сенсорики					
2.1 Разработка отечественных датчиков на уникальных	2020	IV квартал 2025	IV квартал 2025 – выпуск опытных партий ОКБ	Доверенная и надежная микроэлектроника, разработка	МИЭТ, Консорциум Центра национальной технологической

чувствительных элементах или принципах работы				административных и программно-аппаратных средств защиты для изготовления доверенной ЭКБ, как чувствительных элементов, так и необходимых компонентов, отечественного производства.	инициативы «Сенсорика», компании по направлению «Технет»
2.2 Разработка компонентной базы цифровых сенсоров и алгоритмов средств обработки информации от сенсоров	2020	IV квартал 2025	IV квартал 2025 – выпуск опытных партий чувствительных элементов	Методы и технологические процессы капсулирования чувствительных элементов с применением TSV, сращивания на уровне пластин диаметром до 150 мм для серийного производства герметизированных и/или вакуумированных малогабаритных чувствительных элементов.	МИЭТ, Консорциум Центра национальной технологической инициативы «Сенсорика», компании по направлению «Технет»
2.3 Разработка чувствительных элементов сенсоров физических величин различных типов	2020	IV квартал 2025	IV квартал 2025 – разработаны и освоенные технологии формирования многослойных структур на кремнии с использованием различных функциональных слоёв для чувствительных элементов МЭМС"	Образцы многослойных структур на кремнии с использованием различных функциональных слоёв Технологические операции по созданию многослойных структур на кремнии с использованием различных функциональных слоёв	МИЭТ, Консорциум Центра национальной технологической инициативы «Сенсорика», компании по направлению «Технет»
2.4 Разработка мультисенсорных цифровых устройств в том числе с использованием методов двухмерной и трёхмерной интеграции компонентов	2020	IV квартал 2025	IV квартал 2025 – разработаны Методы и технологические процессы производства многофункциональных 3D микросборок средней степени интеграции на основе печатных плат из стеклотекстолита, СВЧ-подложек, корпусных и бескорпусных активных, пассивных элементов с применением методов торцевой металлизации и т.п.	Методы проектирования 3D микросборок средней степени интеграции; Технологические процессы монолитизации многоуровневых микросборок.	МИЭТ, Консорциум Центра национальной технологической инициативы «Сенсорика», компании по направлению «Технет»

2.5 Разработка платформенных решений сбора, анализа интерпретации сенсорной информации	2020	IV квартал 2025	IV квартал 2025 – автоматизированная платформа по сбору, хранению и обработке данных, получаемых от автономных сенсоров. Платформа позволяет осуществлять первичное формирование информационных потоков, сохраняемых в базах данных в соответствии с современными требованиями по энергоэффективности телекоммуникационных систем, а также по интеллектуализации и уменьшению времени доставки данных мониторинга окружающей среды в пункты обработки и хранения.	Сетевая система реального времени для сбора, анализа интерпретации сенсорной информации, поддерживающая технологию Plug&Play для сенсоров и робототехнических комплексов с временем интеграции в систему менее 1 мин.	МИЭТ, Консорциум Центра национальной технологической инициативы «Сенсорика», компании по направлению «Технет»
2.6 Индустриальная универсальная платформа сбора и обработки информации	2020	IV квартал 2025	IV квартал 2025 – создана архитектура цифровой платформы рассчитана на универсализацию и структурирование сенсорной информации таким образом, чтобы с появлением новых приложений и сервисов рынка не возникало необходимости изменять систему сбора и передачи информации с сенсоров.	Универсальная цифровая платформа с единой архитектурой и стандартом сбора, хранения и обработки данных, независимая от решаемых задач.	МИЭТ, Консорциум Центра национальной технологической инициативы «Сенсорика», компании по направлению «Технет»
3. Индустриальный интернет и беспроводная связь					
3.1. Внедрение платформенных решений для промышленного интернета	2020	IV квартал 2024	IV квартал 2021 года – платформенные решения для промышленного интернета внедрены на 5 высокотехнологичных предприятиях; IV квартал 2021 года – уровень оснащённости системами класса MDC, обеспечивающих получение данных с оборудования в режиме реального времени, в 5 приоритетных отраслях промышленности, составляет 50% IV квартал 2024 года – платформенные решения для промышленного интернета внедрены на 15 высокотехнологичных	Платформенные решения для промышленного интернета функционируют со скоростью более 10 млрд сигналов/с на локальных серверах; применяются технологии искусственного интеллекта.	Сколтех, МИЭТ, 2test, АВВ, Mikron, M2M Cyber, Omnicomm, StarLine, T-One Group, Wellink, Ангстрем, АвтоГРАФ, Аура360, Вавиот, ГалилеоСкай, Гранит Навигатор, Инкотекс, Межотраслевой Центр Мониторинга, Навиа, НИС ГЛОНАСС, Совзонд, Смартико, Скаут, Т8, T–Платформы, Телематика, ТранспортТВ, Пауер Синтез, Позитрон, Форт

			<p>предприятиях;</p> <p>IV квартал 2024 года – уровень оснащенности системами класса MDC, обеспечивающих получение данных с оборудования в режиме реального времени, в 5 приоритетных отраслях промышленности составляет 70%.</p>		<p>Naviset, Штрих–TaxoRUS, Яндекс, 2test, AMT Group, Command Spot, Compulink, CTI, ITG, Mail.ru Group, NVisionGroup, Raxel Telematics, Revolta Engineering, Rightech, Sigfox Россия, Signum, Sitronics, Tibbo, T–One Group, WAVIoT, Zyfra, 1С, Ай–Теко, ИСБ, Инфосистемы Джет, Инфотех Групп, Комнэт, Коннеktivити, КРОК, Ланит, НКК, Остек–Инжиниринг, Петер Сервис, Протей, ПАО «Ростелеком», Сибинтек, Станкосервис, Стриж, Техносерв, Российская Ассоциация Интернета Вещей (АИВ), АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов» (АСИ), АО «РВК» (РВК), Фонд «Сколково», ФРИИ, ФСИ</p>
3.2. Создание платформы для сбора и анализа данных производственного оборудования и технологических процессов для целей оптимизации с использованием алгоритмов и методов машинного обучения	2020	IV квартал 2024	<p>IV квартал 2021 – платформа внедрена на 2 предприятиях;</p> <p>IV квартал 2024 - платформа внедрена на 5 предприятиях.</p>	<p>Разработана и внедрена платформа для сбора и анализа данных производственного оборудования и технологических процессов для целей оптимизации с использованием алгоритмов и методов машинного обучения.</p>	<p>ПАО «МТС», ПАО «Мегафон», ПАО «ВымпелКом», ООО «СИГНУМ», ООО «Объединение Агрегейт», ГК «Цифра», Сколтех</p>
3.3. Разработка программных решений, автоматизирующих процессы технологического	2020	IV квартал 2024	<p>IV квартал 2021 – 20 высокотехнологичных компаний в 5 приоритетных отраслях промышленности, внедривших программные</p>	<p>Разработаны программные решения, автоматизирующие процессы технического</p>	<p>ПАО «МТС», ПАО «Мегафон», ПАО «ВымпелКом», ООО</p>

обслуживания и ремонта			<p>решения, автоматизирующие процессы технического обслуживания и ремонта, позволяющие в режиме реального времени контролировать и производить ремонт по техническому состоянию;</p> <p>IV квартал 2024 – 100 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.</p>	обслуживания и ремонта.	«СИГНУМ», ООО «Объединение Агрегейт», ГК «Цифра», Сколтех
------------------------	--	--	---	-------------------------	---

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ГЛОССАРИЙ

Понятие	Определение
Testbeds	Испытательные площадки (полигоны) для разработки и тестирования совместимости технологий, стандартов и др. элементов модельной архитектуры в среде, напоминающей реальные условия, и оценки потенциала их интеграции в производство.
Виртуальная фабрика (Virtual Factory)	Распределенная сеть Цифровых и «Умных» Фабрик, а также поставщиков услуг / компонентов. Виртуальная фабрика призвана сократить издержки и расширить конкурентные предложения на рынке за счет использования технологий управления глобальными цепочками поставок и распределенными производственными активами
Гибкая производственная ячейка (ГПЯ)	Совокупность нескольких гибких производственных модулей, а также информационная система управления, обеспечивающая функционирование ГПЯ. В некоторых разновидностях ГПЯ оборудование с ЧПУ может отсутствовать, а сама ячейка в таком случае состоит только из роботов, устройств автоматической сборки и конвейерных систем. Обычно такие системы обслуживают станки с ЧПУ (загружают и разгружают их, перемещают материалы и компоненты по заданному маршруту). ГПЯ является менее гибкой системой, чем ГПМ ¹² .
Зеркальный инжиниринговый центр (ЗИЦ)	Совместный центр вуза-партнера и Центра НТИ СПбПУ. ЗИЦ обеспечивает трансфер компетенций в области создания цифровых двойников и цифрового проектирования и моделирования через проектное объединение команд Центра НТИ СПбПУ и вуза-партнера.
Компетенции	Способность применять знания, навыки и технологии, успешно действовать на основе практического опыта при решении задач широкого плана или в отдельно узко специализированной области. Реализуются на базе образовательных программ, программ подготовки и переподготовки на базе центров компетенций и др. организационных форм.
Модельная архитектура	<p>Документ, регламентирующий требования и стандарты организации и работы Фабрик будущего, согласно основным элементам и технологиям, составляющим современное производство (проектирование и моделирование, процесс изготовления, управления производством и логистикой, управление безопасностью, инфраструктурное обеспечение).</p> <p>Совокупность взаимосвязанных компонентов, характеристик, требований к ней и требований к проектам по созданию «Фабрики будущего», отражает общую точку зрения членов рабочей группы «Технет» НТИ и задает рамочные условия в ходе разработки и реализации плана мероприятий по направлению «Технет».</p> <p>Для целей поддержки развития различных типов Фабрики будущего – введено несколько классов комплексных решений Цифровая фабрика, Виртуальная фабрика, Умная фабрика – решающих различные типы задач обеспечения производственного процесса.</p>
Новые производственные технологии (НПТ)	Совокупность новых, с высоким потенциалом, но уже зарекомендовавших себя, 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

¹² Applying Component-based Petri Net to Model Workcell Workflow. Источник: http://www.researchgate.net/publication/228811833_Applying_Component-based_Petri_Net_to_Model_Workcell_Workflow (дата обращения: 21.08.2020); Bates M. PIC Microcontollers: An Introduction to Microelectronics. – 3rd edition. – London: Elsevier, 2011; Гибкая производственная ячейка. Источник: http://www.avtomaticus.ru/avtomatizaciya_proizvodstva/gibkaya_proizvodstvennaya_yachejka (дата обращения: 21.08.2020); Flexible manufacturing. URL: <http://www.referenceforbusiness.com/encyclopedia/Fa-For/Flexible-Manufacturing.html> (дата обращения: 21.08.2020); Flexible manufacturing. Источник: <http://www.referenceforbusiness.com/encyclopedia/Fa-For/Flexible-Manufacturing.html> (дата обращения: 21.08.2020).

Понятие	Определение
	конкурентоспособных и востребованных на мировом рынке продуктов или изделий (машин, конструкций, агрегатов, приборов, установок и т. д.)
Передовые производственные технологии (ППТ)	<p>Комплекс процессов проектирования и изготовления на современном технологическом уровне кастомизированных (индивидуализированных) материальных объектов (товаров) различной сложности – основанных на комплексе мультидисциплинарных знаний, наукоемких технологий и системы интеллектуальных ноу-хау – в первую очередь цифрового моделирования и проектирования, новых материалов и аддитивных технологий с последующим добавлением к этой цепочке новых технологических элементов – робототехники, сенсорики, Big Data, индустриального Интернета, прочих ППТ, обеспечивающих переход от цифрового (Digital Factory) к «умному» (Smart Factory) и/или виртуальному (Virtual Factory) уровню «фабрики будущего».</p> <p>Ключевыми технологическими направлениями, способствующими обновлению производства, являются: передовые материалы; цифровое моделирование и проектирование, включая бионический дизайн, суперкомпьютерный инжиниринг и оптимизацию; аддитивные и гибридные технологии.</p>
Университетский зеркальный инжиниринговый центр (УЗИЦ)	Совместная структура Центра НТИ СПбПУ и вуза-партнера, для решения актуальных задач индустриального партнера, обеспечивающая трансфер компетенций в области создания цифровых двойников и цифрового проектирования и моделирования через проектное объединение команд университета и их вовлечение в решение реальных задач предприятия.
Фабрика будущего	Современное производство нового поколения для изготовления глобально конкурентоспособной и кастомизированной продукции, а также для решения актуальных задач по импортозамещению и развитию высокотехнологического экспорта российской продукции на основе применения передовых производственных технологий с эффективным применением концепции открытых инноваций и трансфера передовых наукоемких технологий.
«Умная» фабрика (Smart Factory)	Производство, оснащенное высокотехнологичным оборудованием: 3D-принтерами, ЧПУ–станками, робототехническими комплексами, датчиками, сенсорами, а также автоматизированными системами управления технологическими процессами и системами оперативного управления производственными процессами на уровне цеха, которые позволяют осуществлять быструю и гибкую («автоматизированную») переналадку оборудования (в т.ч. межмашинное взаимодействие). Такой подход предоставляет возможность радикально повысить производительность, экологичность и энергоэффективность производства как массовой, так и кастомизированной продукции, удовлетворяющей требованиям рынка и потребителей. «Умная» Фабрика формируется, как правило, на основе Цифровой Фабрики
Центры компетенций, включая Learning factories	Учебный (обучающий) завод для профессиональной подготовки кадров, включающий систему мероприятий по организации центров компетенций и развитию образовательных программ, проекты по формированию профессионального сообщества и развитию кадрового потенциала в области передовых технологий
Цифровая фабрика (Digital Factory)	Производство, основанное на использовании технологий цифрового моделирования и проектирования глобально конкурентоспособной и кастомизированной продукции нового поколения и производственных процессов на всем протяжении жизненного цикла, что позволяет радикально сократить сроки вывода на рынок и повысить интеллектуалоемкость продуктов (машин, конструкций, агрегатов, приборов, установок и т.д.)
Экосистема	Система физической и сервисной инфраструктуры поддержки инноваций, финансирования инновационных технологических проектов,

Понятие	Определение
	обеспечивающая результативное взаимодействие между организациями и людьми
Экспериментально-цифровая платформа сертификации (ЭЦПС)	Проект, который реализуется консорциумом исполнителей во главе с ИК «Тесис» в партнёрстве со Сколковским институтом науки и технологий. разрабатывается экспериментально-цифровая платформа сертификации, которая обеспечит разработку и применение методик ускоренной оценки соответствия на основании виртуальных испытаний с применением цифровых моделей изделий. Применение методик ускоренной оценки соответствия на основании виртуальных испытаний призвано обеспечить сокращение временных и материальных затрат на сертификацию продукции из ПКМ и, как результат, – скорейший выход на рынки. Сокращение объемов натуральных испытаний новых композиционных материалов и изделий путем применения этих методик позволит предприятиям малого и среднего бизнеса снизить временной и стоимостный порог вывода на рынки новой продукции.
Элемент Модельной архитектуры	Компьютерные, высокоточные и информационные компоненты, интегрированные с высокопроизводительной рабочей силой, которое создает систему, сочетающую в себе преимущества массового производства и, в то же время, гибко настроенную на необходимый в данный момент объем выпуска, и обладающую высокой степенью кастомизации с целью быстрого реагирования на потребности клиентов

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Объем и источники финансового обеспечения ДК «Технет 4.0»

Согласно П.11 Правил разработки и реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 18.04.2016 № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы», реализация "дорожных карт" осуществляется в форме проектов, разработка, отбор и реализация которых осуществляются в соответствии с Положением о разработке, отборе, реализации и мониторинге проектов в целях реализации планов мероприятий ("дорожных карт") Национальной технологической инициативы, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2016 г. № 317 "О реализации Национальной технологической инициативы".

Согласно П.5 Правил разработки и реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 18.04.2016 № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы», ответственный федеральный орган исполнительной власти в срок, не превышающий 30 календарных дней со дня поступления проекта "дорожной карты", проводит процедуру согласования с другими заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, а также с Министерством науки и высшего образования Российской Федерации в части возможности финансового обеспечения проекта "дорожной карты" в пределах лимитов бюджетных обязательств, утвержденных в установленном порядке Министерству науки и высшего образования Российской Федерации на реализацию проектов в целях реализации "дорожных карт".

Млн руб.

№	Проект	Бюджетные средства				Внебюджетные средства				Всего			
		2021	2022	2023	Итого	2021	2022	2023	Итого	2021	2022	2023	Итого
1	Университетские полигоны 2ой очереди (2 полигона)	150	50	0	200	50	30	0	80	200	80	0	280

№	Проект	Бюджетные средства				Внебюджетные средства				Всего			
		2021	2022	2023	Итого	2021	2022	2023	Итого	2021	2022	2023	Итого
2	TestBeds (полигоны) для отработки и пилотирования и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям: сенсорики, аддитивные технологии, индустриальный Интернет, направлениям производственная робототехника (advanced robotics), новые материалы, Big Data (6 полигонов)	0	1000	1500	2500	0	400	600	1000	0	1400	2100	3500
3	Создание полигона «умной» фабрики первой очереди (производственного типа) (1 фабрика)	1500	900	500	2900	1500	900	500	2900	3000	1800	1000	5800
4	Разработка 30 стандартов в области оценки соответствия продукции ППТ	7	7	7	21	3	3	3	9	10	10	10	30
5	Создание объединенного экспериментально–цифрового центра сертификации (TestBed) и сетевого промышленного экспериментально–цифрового центра сертификации	300	300	0	600	200	200	0	400	500	500	0	1000
6	Масштабирование образовательных программ в 30 вузах России	100	100	50	250	30	30	15	75	130	130	65	325
7	Запуск программ сетевых магистратур (2)	50	50	20	120	20	20	10	50	70	70	30	170
8	Проведение соревнований по перспективным профессиям Future Skills в рамках World Skills Hi–Tech	10	5	5	20	3	3	2	8	13	8	7	28

№	Проект	Бюджетные средства				Внебюджетные средства				Всего			
		2021	2022	2023	Итого	2021	2022	2023	Итого	2021	2022	2023	Итого
9	Экспертно-аналитические исследования для формирования проектов (актуализация перечня «best-in-class» продуктов, разработка технических заданий) в рамках реализации ДК «Технет»	10	10	10	30	5	5	5	15	15	15	15	45
10	Преакселератор развития глобально конкурентно-способных бизнесов на базе ППТ	1,5	1,5	1,5	4,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2	2	2	6
11	Акселератор развития глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ППТ	2	2	2	6	1	1	1	3	3	3	3	9
	Итого:	2130,5	2425,5	2095,5	6651,5	1812,5	1592,5	1136,5	4541,5	3943	4018	3232	11193