

**П Л А Н**  
**мероприятий («дорожная карта»)**  
**«Технет» (передовые производственные технологии)**  
**Национальной технологической инициативы**

## Оглавление

I. Паспорт плана мероприятий («дорожной карты»).....	3
II. Целевые ориентиры и показатели плана мероприятий («дорожной карты») .....	22
2.1. Краткое описание сферы реализации плана мероприятий.....	22
2.1.1. Цели и задачи плана мероприятий.....	22
2.1.2. Характеристика сферы реализации «дорожной карты». ....	26
2.1.3. Оценка ожидаемой социально-экономической эффективности реализации «дорожной карты».....	47
2.2. Сведения о документах стратегического планирования, относящихся 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») .....	48
2.3. Перечень целевых показателей «дорожной карты» и их значений.....	51
2.4. Сведения о сформированном в Российской Федерации научно-техническом задании для реализации плана мероприятий («дорожной карты») .....	52
2.5. Оценка рисков реализации плана мероприятий («дорожной карты») и сведения об инструментах их минимизации.....	78
III. План реализации плана мероприятий («дорожной карты») .....	83
IV. Финансовый план реализации плана мероприятий («дорожной карты») на 2017-2019 годы .....	111

## I. Паспорт плана мероприятий («дорожной карты»)

<p>Наименование рабочей группы (руководитель и (или) соруководители рабочей группы)</p>	<p>Рабочая группа по разработке и реализации дорожной карты «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы.</p> <p>Соруководители:  <b>Боровков А.И.</b>, проректор по перспективным проектам, научный руководитель Института передовых производственных технологий (ИППТ), руководитель Инжинирингового центра СПбПУ Петра Великого.  <b>Осьмаков В.С.</b>, заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации.</p>
<p>Ответственный федеральный орган исполнительной власти</p>	<p>Министерство промышленности и торговли Российской Федерации</p>
<p>Заинтересованные федеральные органы исполнительной власти</p>	<p>Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство научных организаций, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), Федеральная служба государственной статистики (Росстат)</p>
<p>Цели плана мероприятий («дорожной карты»)</p>	<p>Цели дорожной карты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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;</li> <li>• Создание глобально конкурентоспособной кастомизированной/персонализированной продукции нового поколения для рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности</li> </ul>
<p>Перечень целевых показателей плана мероприятий («дорожной карты»)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Доля России на рынках услуг «Фабрик Будущего»;</li> <li>• Количество компаний поставщиков услуг по созданию «Фабрик Будущего» в рейтинге топ-50 технологических газелей РФ;</li> <li>• Позиция России в Global Manufacturing Competitiveness Index (или сопоставимых);</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Объем экспорта продукции, полученной с использованием ППТ;</li> <li>• Число созданных «Фабрик Будущего»;</li> <li>• Число созданных испытательных полигонов (TestBeds) «Фабрик Будущего» (определения терминов приведены в обосновывающих материалах);</li> <li>• Количество экспериментально-цифровых центров (органов или лабораторий) сертификации продукции, созданной с использованием передовых производственных технологий, в Российской Федерации;</li> <li>• Число специалистов, прошедших программы подготовки и переподготовки по передовым производственным технологиям.</li> </ul>
<p>Этапы и сроки реализации</p>	<p><b>Этап 1 (2017-2019 гг.):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Создание первичной инфраструктуры и запуск первых испытательных полигонов (TestBeds), реализация пилотных проектов, имеющих высокую степень готовности и перспективы по внедрению отестированных решений в промышленность<sup>1</sup> (определения терминов приведены в обосновывающих материалах);</li> <li>• Создание «Фабрик Будущего» первого поколения;</li> <li>• Выявление новых направлений НИОКР для обеспечения создания компетенций следующего поколения;</li> <li>• Совершенствование институциональных условий в области стандартизации и сертификации;</li> <li>• Формирование проектных консорциумов, состоящих из малых, средних и крупных компаний различных отраслей высокотехнологичной промышленности:</li> </ul>

<sup>1</sup> В высокой степени готовности находятся перспективные долгосрочные проекты по направлениям Национальной технологической инициативы для реализации проекта «Фабрики Будущего» Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» СПбПУ и ГК ComrMechLab в рамках проектных консорциумов с ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», ООО «УАЗ», ПАО «КАМАЗ», ООО «Бакулин Моторс Групп», ООО «Волгабас Волжский», с предприятиями АО «Вертолеты России», предприятиями АО «Объединенная судостроительная корпорация», предприятиями АО «Объединенная двигателестроительная корпорация», предприятиями ОАО «Объединенная ракетно-космическая корпорация» / ГК «Роскомос», предприятиями госкорпорации «Ростех», предприятиями госкорпорации «Росатом» и с участием компаний малого и среднего бизнеса.

	<p>автомобилестроение, двигателестроение, авиастроение, вертолетостроение, судостроение и кораблестроение, энергетическое, транспортное и сельскохозяйственное машиностроения и т.д.);</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Подготовка изменений в существующие программы подготовки кадров;</li><li>• Внесение изменений в госпрограммы в части планов НИОКР.</li></ul> <p><b>Этап 2 (2020-2025 гг.):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Разработка, тестирование и комплексирование новых технологических решений для обеспечения глобальной конкурентоспособности отечественных компаний в высокотехнологичных отраслях промышленности и на рынках будущего (рынках НТИ);</li><li>• 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;</li><li>• Создание инфраструктуры метрологического обеспечения ППТ;</li><li>• Выход на глобальные рынки продукции;</li><li>• Создание «Фабрик Будущего» второго поколения;</li><li>• Внедрение новых подходов сертификации и стандартизации<sup>2</sup>.</li></ul> <p><b>Этап 3 (2026-2035 гг.):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Тиражирование и кастомизация технологических решений для высокотехнологичных отраслей и рынков будущего;</li><li>• Создание «Фабрик Будущего» третьего поколения;</li><li>• Создание глобальной распределенной сети «Фабрик Будущего» (цифровых, «умных», виртуальных);</li></ul>
--	--

<sup>2</sup> С учетом положений договора о Евразийском экономическом союзе от 29.05.2014 г., ФЗ от 27.12.2009 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании» и ФЗ от 29.06.2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Масштабирование присутствия на глобальных рынках высокотехнологичной продукции</li> </ul>
<p>Направления реализации плана мероприятий («дорожной карты»)</p>	<p>1. Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках (2017-2019 гг.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Формирование требований и запуск пилотных проектов испытательных полигонов (TestBeds) различных типов;</li> <li>• Создание партнерств – совместных центров компетенций (государственных научных центров, инжиниринговых центров, созданных на базе ведущих вузов, отдельных компаний и др.) по приоритетным направлениям НИОКР в областях: цифровое проектирование и моделирование, новые материалы, аддитивные технологии, промышленная сенсорика, робототехника, Big Data и индустриальный Интернет;</li> <li>• Разворачивание инфраструктуры испытаний технологий «Фабрик Будущего» (в т.ч. испытательных полигонов университетского и производственного типа);</li> <li>• Организация системы пилотных акселерационных программ в области «Фабрик Будущего»;</li> <li>• Привлечение государственных и частных компаний к работе на формирующихся рынках «Фабрик Будущего».</li> </ul> <p>2. Совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения (2017-2019 гг.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Редакция государственных программ по механизмам поддержки формирования рынка «Фабрик Будущего». Организация разработки стандартов Фабрик Будущего и внедрение современных подходов в сертификации, включая создание пилотных центров (объектов или лабораторий) сертификации. Список государственных</li> </ul>

программ, которые необходимо скорректировать:

- «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», «Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 годы», «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013-2030 годы», Федеральная космическая программа России на 2016 - 2025 годы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013-2025 годы» - внести в список мероприятий государственных программ мероприятия по внедрению передовых производственных технологий «Фабрик Будущего» в существующие и вновь создаваемые производственные цепочки;
- «Развитие науки и технологий» - запуск процессов НИОКР по технологическим направлениям «Фабрик Будущего» в рамках основных мероприятий государственной программы;
- «Развитие образования на 2013-2020 годы», «Развитие науки и технологий» - запустить программы подготовки кадров в области передовых производственных технологий по направлениям «Технет» в рамках основных мероприятий государственной программы;
- Участие в разработке и реализации новой Подпрограммы государственной программы «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» по разработке отечественного инженерного программного обеспечения в особенности в части создания Национального Центра тестирования, верификации и валидации отечественного и зарубежного

программного обеспечения в области компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга;

– Отраслевые планы по импортозамещению, разработанные Минпромторгом России (Приказы Минпромторга России) - участие в реализации планов, путем формирования проектных консорциумов и создания Национального сетевого Центра реверсивного инжиниринга и прототипирования.

3. Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков (2017-2019 гг.):

- Внедрение новых моделей подготовки специалистов для рынка «Фабрик Будущего», включая цифровые, «умные», виртуальные и learning factories;
- Формирование системы прогнозирования потребности в специалистах и компетенций, востребованных на рынках «Фабрики Будущего»;
- Подготовка кадров по приоритетным технологическим направлениям, сотрудничество с высокотехнологичными промышленными компаниями при подготовке специалистов для рынка «Фабрик Будущего».

4. Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы (2017-2019 гг.):

- Популяризация передовых производственных технологий для внутреннего и внешнего рынка;
- Организация системы кооперации по взаимодействию с академическими и отраслевыми научными центрами, научно-исследовательскими институтами и институтами развития;



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разворачивание региональной технологической инфраструктуры;</li> <li>• Популяризация рынков «Фабрик Будущего» и передовых производственных технологий;</li> <li>• Системная поддержка профессиональных сообществ в передовых производственных технологиях для высокотехнологичных отраслей промышленности и рынков Будущего.</li> </ul> <p>5. Организационно-техническая и экспертно-аналитическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы (2017-2035 гг.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Формирование организационных структур по координации участников рынков «Фабрик Будущего» на начальных стадиях развития «Технет»;</li> <li>• Организация экспертно-аналитической работы по поддержке проектов передовых производственных технологий на рынках «Фабрик Будущего»</li> </ul>
<p>Значимые контрольные результаты реализации</p>	<p><b>1. Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• I квартал 2017 года – запущен виртуальный испытательный полигон для автомобилестроения;</li> <li>• 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);</li> <li>• II квартал 2017 года – запущена система акселерации с участием НПО «Сатурн», СПбПУ, Сколтех-МГУ, РВК, Фонда Сколково, Фонда содействия инновациям, других институтов развития и университетов для создания и продвижения компаний, бизнес которых основан на ППТ или компаний, создающих новые</li> </ul>

технологические решения или компетенции в сфере ППТ;

- II квартал 2017 года – сформированы требования, подготовлены для утверждения Минпромторга России стандарты финансирования, аудита и отчетности испытательных полигонов (TestBeds);
- 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;
- II квартал 2017 года (далее, как правило, ежегодно) – проведение конкурсного отбора TestBeds для отработки и пилотирования компонентов Фабрики Будущего по технологическим направлениям: промышленная сенсорика, технологии робототехники, аддитивные технологии, индустриальный Интернет и др.;
- II квартал 2017 года – разработаны административные регламенты Виртуального полигона систем искусственного интеллекта;
- III квартал 2017 года – запуск работы по созданию TestBed «умная» фабрика (разработка проектной документации) в области двигателестроения;
- III квартал 2017 года – проведен первый конкурсный отбор для поддержки перспективных исследований и разработок в сфере передовых производственных технологий, не менее 1 в год (далее – ежегодно);
- IV квартал 2017 года – запущены 3 универсальных полигона первой очереди (университетского типа);
- IV квартал 2017 года – разработан и согласован с Минпромторгом России

регламент проведения тестирования, верификации и валидации инженерного программного обеспечения;

- IV квартал 2017 года – начата работа по созданию инфраструктуры виртуального полигона систем искусственного интеллекта на базе НИТУ МИСиС;
- IV квартал 2017 года – запущены 2 акселератора по развитию и продвижению глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ППТ;
- I квартал 2018 года – создан Национальный Центр тестирования, верификации и валидации (TVV<sup>3</sup>) отечественного и зарубежного программного обеспечения в области компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга;
- I квартал 2018 года – разработаны форматы, требования к протоколам взаимодействия узлов производственной сети Фабрик Будущего;
- I квартал 2018 года – итоги акселерационных программ участия МИП и МСП в реализации задач и участия в работе по проектам ДК;
- II квартал 2018 года – запущена цифровая фабрика для автомобилестроения (ЦФ-Авто-1);
- II квартал 2018 года – проведение конкурсного отбора TestBeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям: промышленная робототехника (advanced robotics), новые материалы, Big Data;
- II квартал 2018 года – запуск Центра трансфера передовых производственных технологий, исследований, обучения и поддержки экспорта «Технет» НТИ (в Китае);
- II квартал 2018 года – проведена технологическая подготовка гибкой производственной ячейки («умная» фабрика) в области двигателестроения;

<sup>3</sup> TVV - Testing, Verification, and Validation (тестирование, верификация и валидация).

- II квартал 2018 года – начало проведения международных конкурсов в рамках виртуального полигона систем искусственного интеллекта на базе НИТУ МИСиС;
- III квартал 2018 года – представлены рекомендации и предложения в инвестиционные программы компаний с государственным участием;
- III квартал 2018 года – запущена «виртуальная» фабрика с использованием технологий индустриального Интернета;
- II квартал 2018 года – создан Национальный сетевой Центр реверсивного инжиниринга и прототипирования;
- III квартал 2018 года – выявлены новые направления НИОКР для обеспечения создания компетенций следующего поколения;
- III квартал 2018 года – получение виртуальным полигоном Института ИИ МИСиС статуса международного дата-сета, совместные программы с The Rawseeds Project, Oxford New College Dataset, MIT Grand Challenge Dataset;
- IV квартал 2018 года – запущен 1 акселератор по развитию и продвижению глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ППТ;
- 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;
- IV квартал 2018 года – запущена цифровая фабрика для автомобилестроения (ЦФ-Авто-2);
- I квартал 2019 года – запущен виртуальный испытательный полигон для судостроения, кораблестроения и судового машиностроения;

- I квартал 2019 года – первые коммерческие образцы продуктов и услуг, созданных на базе Виртуального полигона систем искусственного интеллекта;
- II квартал 2019 года – запуск полигона «умной» фабрики первой очереди (производственного типа);
- II квартал 2019 года – запущена цифровая фабрика для автомобилестроения (ЦФ-Авто-3);
  - 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;
  - IV квартал 2019 года – проведение конкурсного отбора TestBeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям (третья очередь);
- IV квартал 2019 года – запущена цифровая фабрика для автомобилестроения (ЦФ-Авто-4);
- IV квартал 2019 года – запуск Центра трансфера передовых производственных технологий, исследований, обучения и поддержки экспорта «Технет» НТИ (в Европе);
  - IV квартал 2019 года – запущен 1 акселератор по развитию и продвижению глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ППТ;
  - II квартал 2020 года – проведение конкурсного отбора TestBeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям;
  - III квартал 2020 года – разработаны технологии проектирования и производства оптимизированных конструкций для высокотехнологичных отраслей и рынков НТИ;
  - IV квартал 2020 года – проведение

конкурсного отбора на софинансирование создания испытательных полигонов (четвертая очередь);

- II квартал 2021 года – проведение конкурсного отбора TestBeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» для рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности РФ;

- III квартал 2021 года – уточнены и выявлены новые направления НИОКР для обеспечения создания компетенций следующего поколения;

- IV квартал 2021 года – подведены итоги деятельности испытательных полигонов (TestBeds), созданных для испытания и масштабирования элементов и компонентов «Фабрики Будущего Технет», с учетом востребованности пакетов технологий и лицензий со стороны промышленности.

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

- II квартал 2017 года – запущено формирование международного консорциума в области сертификации;

- 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;

- II квартал 2017 года – разработана архитектура банка натуральных и виртуальных моделей, нормативно-методическая документация в обеспечение обращения с моделями;

- II квартал 2017 года (далее – ежегодно) – подготовлен перечень рекомендаций по уточнению мероприятий государственных программ, влияющих на развитие рынка

ППТ;

- 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 Министерством промышленности и торговли Российской Федерации));
- IV квартал 2017 года – подготовлен перечень рекомендаций и изменений нормативно-технической документации, стандартов российских и международных НПА, регламентирующих разработку, реализацию и внедрение ППТ в России; IV квартал 2017 года - разработан модуль базы данных материалов для автомобилестроения;
- I квартал 2018 года – принят план по поддержке проектов нормативно-технической документации и стандартизации российских разработок за рубежом на период до 2020 года;
- II квартал 2018 года – разработан модуль базы данных материалов для авиастроения;
- IV квартал 2018 года – разработана программа подготовки научно-технических обоснований для обеспечения создания законодательной и нормативно-регуляторной базы внедрения материалов и конструкций нового качества;
- IV квартал 2018 года – принято не менее 20 стандартов в сфере сертификации ППТ;
- IV квартал 2018 года – сформирован пакет нормативно-технических документов, обосновывающих внедрение «цифровых» методов для обоснования «зрелости» новых технологических процессов;
- IV квартал 2018 года – создан объединенный экспериментально-цифровой центр сертификации (TestBed) и сетевой промышленный экспериментально-цифровой центр сертификации (TestBed);
- 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;

- IV квартал 2018 года – разработаны сертификационные правила и требования к высокоответственным композитным конструкциям;

- IV квартал 2018 года – создан пилотный банк данных натуральных и виртуальных стандартов качества для сертификации продукции, получаемой с помощью различных технологий;

- I квартал 2019 года – сформированы уточненные описания передовых производственных технологий (ППТ) и методик расчета их использования в России, а также объема производства, отгрузки и экспорта продукции, полученной с использованием ППТ – для внесения изменений в формы федерального статистического наблюдения и указания по их заполнению;

- III квартал 2019 года – сформирована «комфортная» юрисдикция для российских компаний в партнерских странах (таможенное и лицензионное сопровождение и поддержка, субсидирование работ технологического аудита и подготовки планов НИОКР по перспективным направлениям ППТ, система мер поддержки МИП/МСП, работы с государственным заказом, а также заказом инновационных программ крупных компаний, др.);

- IV квартал 2019 года – принято не менее 50 стандартов в сфере сертификации ППТ;

- IV квартал 2020 года – создана электронная система интерактивного справочника-поля характеристик материалов, элементов конструкций и конструкций, а также технологических процессов их получения;

- IV квартал 2020 года – создана сеть



региональных пилотных центров (органов или лабораторий) сертификации продукции, полученной с использованием ППТ (в составе сети не менее 3-х центров);

- IV квартал 2020 года – внесены изменения и дополнения в основные документы международного регулирования использования новых материалов (при ООН, ЮНИДО, др.), в правила международных регистров в части нормативно-методических указаний по проектированию, изготовлению, эксплуатации изделий из новых материалов и др.;

- IV квартал 2020 года – сертифицирована продукция, полученная с использованием ППТ, в рамках реализации пилотных проектов-демонстраторов современных подходов в проведении сертификации;

- IV квартал 2025 года – сеть экспериментально-цифровых центров (органов или лабораторий) сертификации интегрирована в международную систему сертификации продукции, полученной с использованием ППТ;

- IV квартал 2025 года – интегрированная система математического моделирования и проектирования материалов, конструкций и технологических процессов их производства;

- IV квартал 2025 года – создан банк данных натуральных и виртуальных стандартов качества, охватывающий широкий спектр материалов, процессов, изделий, парка изделий, получаемых с помощью передовых производственных технологий;

- IV квартал 2025 года – разработаны модули базы данных материалов для высокотехнологичных отраслей промышленности.

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

- I квартал 2017 года – выбраны пилотные регионы для внедрения модели learning factories, проведен конкурсный отбор, выбраны площадки;
- II квартал 2017 года – апробированы модели learning factories на площадке создаваемого испытательного полигона;
- IV квартал 2017 года - проведено обучение по приоритетным программам, разработаны рекомендации по их улучшению;
- I квартал 2018 года - начало подготовки кадров по приоритетным технологическим направлениям, первая волна тиражирования программ в вузы;
- IV квартал 2018 года – разработаны образовательные модули под целевые требования и типовые траектории, собирающие образовательные модули в программы;
- IV квартал 2018 года – проведено обучение по программам, разработаны рекомендации по их улучшению;
- 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;
- IV квартал 2018 года – создана сеть learning factories в федеральных округах Российской Федерации;
- I квартал 2019 года – подготовлена и пилотирована методика прогноза и оценки трудовых ресурсов для обеспечения потребностей партнеров и заказчиков рынков применений «Технет»;
- I квартал 2019 года – образовательные программы масштабированы в вузы России;
- IV квартал 2020 года - разработана образовательная программа по сертификации продукции, полученной с использованием ППТ для инженерных специальностей вузов;
- III квартал 2023 года – внедрены образовательные программы подготовки

специалистов в области сертификации продукции, полученной с использованием ППТ;

- IV квартал 2030 года – разработаны и внедрены в образовательный процесс специализированные по уровню подготовки курсы, в том числе программ повышения квалификации специалистов производственных предприятий.

#### **4. Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация НТИ:**

- IV квартал 2016 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);
- I 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);
- II квартал 2017 года – разработана стратегия популяризации передовых производственных технологий для внутреннего и внешнего рынка;
- II квартал 2017 года – запущен интернет-портал с информацией о «Технет»;
- 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;
- III квартал 2018 года – разработаны метрики для оценки региональной технологической инфраструктуры, поиска и формирования реестра технологических проблем для мейкерских сообществ;

- IV квартал 2018 года – разработаны и запущены программы по развитию отраслевой журналистики и коммуникаций с участием не менее 50 журналистов из разных регионов России;
- IV квартал 2020 года – разработана программа формирования научно-технических основ и законодательно-регуляторной базы для мотивации ученых и инженеров в создании предприятий малого и среднего бизнеса в области передовых производственных технологий и выпуска конструкций нового качества;
- IV квартал 2020 года – создана публичная электронная площадка участников работ по формированию и внедрению современных подходов в проведении сертификации и система управления доступом к документации и публикациям на страницах ресурса;
- IV квартал 2020 года – проведены мероприятия по поиску проектов и команд, обладающих потенциалом для развития рынка (стартапы, бизнес-ассоциации, профессиональные ассоциации) для участия в развитии инженерно-технического творчества для целей реализации ДК «Технет».

#### **5. Организационно-техническая и экспертно-аналитическая поддержка, информационное обеспечение НТИ:**

- I квартал 2017 года – утверждена организация, на которую возложены обязанности по сопровождению дорожной карты «Технет»<sup>4</sup>;
- II квартал 2017 года – создана Ассоциация «Технет»;
- II квартал 2017 года – утверждена модельная архитектура Фабрики Будущего (при необходимости, обновление каждые полгода), подготовлен доклад и план

<sup>4</sup> В соответствии с совместным решением руководителей Рабочей группы по разработке и реализации дорожной карты «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы

	<p>действий «Цифровая повестка 2025»;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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);</li> <li>• I квартал 2018 года – подготовлен доклад и согласован план действий «Проектирование, моделирование, инжиниринг – 2030»;</li> <li>• III квартал 2018 года – подготовлен доклад и план действий «Гибкие, сетевые, умные производства России 2035»;</li> <li>• IV квартал 2019 года – создано не менее 15 консорциумов для реализации проектов ДК «Технет», тестирования и пилотирования технологических решений, запуска «Фабрик Будущего»;</li> <li>• IV квартал 2020 года – создан международный консорциум по сертификации и экспертизе в области безопасности и качества продукции, полученной с использованием ППТ</li> </ul>
<p>Общий объем финансового обеспечения по основным этапам, включая оценку объемов государственной поддержки реализации мероприятий</p>	<p>Всего <b>15 640,48</b> млн рублей, включая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2017 – 6 405,66 млн рублей (из них 3 468,58 млн рублей средства федерального бюджета в различных формах);</li> <li>• 2018 – 5 316,66 млн рублей (из них 3 043,58 млн рублей средства федерального бюджета в различных формах);</li> <li>• 2019 – 3 918,16 млн рублей (из них 2 131,58 млн рублей средства федерального бюджета в различных формах)</li> </ul>

## **II. Целевые ориентиры и показатели плана мероприятий («дорожной карты»)**

### **2.1. Краткое описание сферы реализации плана мероприятий**

#### **2.1.1. Цели и задачи плана мероприятий**

План мероприятий («дорожная карта») «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы (далее – ДК «Технет», НТИ)<sup>5</sup> разработан 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).

Цели ДК «Технет»:

- 1) Формирование комплекса ключевых компетенций в Российской Федерации, обеспечивающих интеграцию передовых производственных технологий (ППТ) и бизнес-моделей для их распространения в качестве «Фабрик Будущего»;
- 2) Создание глобально конкурентоспособной кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения для рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности.

Фабрики Будущего (Factories of the Future) – системы комплексных технологических решений (интегрированные технологические цепочки), обеспечивающие в кратчайшие сроки проектирование и производство глобально конкурентоспособной продукции нового поколения, которые, как правило, генерируются на основе испытательных полигонов (TestBeds).

ДК «Технет» 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.

---

<sup>5</sup> Дорожная карта является документом целеполагания, выступающим основой для разработки проектов Национальной технологической инициативы. Реализация дорожной карты осуществляется в форме таких проектов, прошедших отбор в установленном порядке. Содержащиеся в дорожной карте сведения (сроки, значимые контрольные результаты, оценки рынка и др. параметры) носят индикативный характер, не могут рассматриваться как описание непосредственно выполняемых мероприятий, не являются основанием для направления средств государственной поддержки в любой форме и будут пересматриваться в ходе реализации дорожной карты.

В рамках данной деятельности и для реализации поставленных целей ДК «Технет» в качестве основных задач ДК «Технет» зафиксированы следующие:

- 1) Создание инфраструктуры для развития комплекса ключевых компетенций для Фабрик Будущего;
- 2) Реализация комплекса ключевых компетенций путем создания глобально конкурентоспособных компаний на рынках НТИ и в высокотехнологичных отраслях промышленности;
- 3) Долгосрочное планирование развития передовых производственных технологий и связанных с ними бизнес-моделей;
- 4) Формирование экосистемы создания, привлечения, развития и передачи лучших в своем классе технологий;
- 5) Создание законодательных и институциональных условий для развития передовых производственных технологий.

Задачи были учтены при определении ключевых направлений реализации плана мероприятий ДК «Технет», который представлен ниже в таблице.

<b>Основные направления плана мероприятий ДК «Технет»</b>	<b>Ключевые пункты направлений плана мероприятий ДК «Технет»</b>	<b>Период реализации</b>
Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках	Разворачивание и работа сети испытательных полигонов (TestBeds)	I квартал 2017 – IV квартал 2021 года
	Развитие экосистемы формирования, привлечения развития и передачи компетенций и лучших в своем классе технологий	II квартал 2017 – IV квартал 2019 года
	Создание глобальной сети российских Фабрик Будущего	II квартал 2017 – IV квартал 2021 года
Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения	Проекты развития сертификации новых материалов, аддитивных технологий и конструкций нового поколения (Университетско-промышленные сертификационные TestBeds)	II квартал 2017 – IV квартал 2025 года
	Нормативно-правовая поддержка законодательных инициатив в области передовых производственных технологий	I квартал 2017 – IV квартал 2025 года
	ИТ- обеспечение деятельности по развитию сертификации продукции, полученной с использованием ППТ	II квартал 2017 – IV квартал 2025 года



<b>Основные направления плана мероприятий ДК «Технет»</b>	<b>Ключевые пункты направлений плана мероприятий ДК «Технет»</b>	<b>Период реализации</b>
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 2017 – IV квартал 2030 года
	Совершенствование инфраструктуры (создание сети образовательных площадок - learning factories)	II квартал 2017 – IV квартал 2018 года
	Демонстрация передовых российских технологий, популяризация инженерной деятельности в России и за рубежом	II квартал 2017 – IV квартал 2020 года
Организационно-техническая и экспертно-аналитическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы	Координация и управление реализацией ДК «Технет»	I квартал 2017 – IV квартал 2035 года
	Экспертно-аналитическая поддержка тематических и предметных направлений реализации ДК «Технет»	II квартал 2017 – III квартал 2035 года

### 2.1.2. Характеристика сферы реализации «дорожной карты»

Российская Федерация входит в группу 20 стран-лидеров по количеству технологических заделов в области передовых производственных технологий (далее – ППТ), по количеству первых патентных заявок по ряду технологических направлений, среди которых: 3D-печать, нанотехнологии и робототехника<sup>6</sup>.

К 2020-2030 годам глобальная индустрия перейдет к масштабированию использования передовых производственных технологий, которые сегодня ещё относятся к неконвенциональным. К 2035 году цифровое и интеллектуальное производство станет массовым, произойдет изменение архитектуры рынков, цепочек поставок и переход к «виртуальным» распределённым производствам.

При условии реализации дорожной карты к 2035 году Российская Федерация будет входить в топ-10 стран мира в рейтингах, учитывающих внедрение ППТ в производстве в качестве фактора роста промышленного потенциала страны (например, Global Manufacturing Competitiveness Index<sup>7</sup>). В указанный период ряд российских компаний (с капитализацией более \$10 млн) – будущих национальных чемпионов – станут поставщиками ППТ и комплексных технологических решений для производств нового поколения на глобальном рынке. Доля России на целевом рынке услуг конструирования и инжиниринга «Фабрик Будущего» к 2035 году может достигнуть 1,5% (> \$10 млрд). Это будет обеспечено в том числе за счет формирования технологических цепочек, отработки пилотов на базе лучших технологий мирового уровня из различных секторов.

Основные тенденции, определяющие возникновение и развитие Фабрик Будущего в мире, которые окажут существенное влияние на развитие российской промышленности:

– Технологические тренды:

- комплексирование мультидисциплинарных и кросс-отраслевых передовых технологий. Рост числа, количественной и качественной сложности технологических цепочек, развитие кросс-отраслевых бизнес-моделей и моделей организации исследований, разработок, передового производства;
- распространение универсальных межотраслевых платформенных решений, повсеместное проникновение модульного принципа. Это касается как процесса производства (внедрение общих платформ, стандартов и требований к проектированию), так и подготовки кадров для новой промышленности;
- широкое распространение передовых производственных технологий и формирование нового

<sup>6</sup> За 1995-2001 гг. и 2005-2011 гг. по статистике WIPO на базе PATSTAT.

<sup>7</sup> <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Manufacturing/gx-global-mfg-competitiveness-index-2016.pdf>

неконвенционального пакета в развитых странах мира, дающего уникальные конкурентные преимущества их обладателям;

- радикальное удешевление и ускорение циклов разработки и производства, повышение гибкости и всего процесса создания продукта за счет повышения наукоемкости изделия, повсеместного внедрения систем управления производственными объектами, интернета вещей, самоуправляемых сред;

- развитие систем распределенного производства, рост участия малого бизнеса в глобальных технологических цепочках.

– Рыночные тренды:

- ужесточение глобальной конкуренции между развитыми и развивающимися странами в рамках глобальных цепочек добавленной стоимости (Global Value Chains, GVC);

- реиндустриализация США и повышение роли производственного сектора в развитых странах;

- локализация производств, дальнейшее углубление разделения труда и рост количества узкоспециализированных на отдельных элементах технологического процесса компаний, размещенных в непосредственной близости от потребителей, увеличивается разделение производственных и конструкторско-дизайнерских мощностей;

- усиление поддержки развития передовых производственных технологий со стороны государств и их объединений, а также промышленных компаний – мировых лидеров: а) инициатива Advanced Manufacturing Partnership в США с 2011 года и создание в ее рамках институтов производственных инноваций в области аддитивных технологий (America Makes, 2012 г.), цифрового производства и проектирования (DMDII, 2014 г.), передовым композитам (IACMI, 2015 г.), легким материалам (LM3I, 2014 г.); б) государственно-частное партнерство (Public-Private Partnership, PPP) для создания Фабрик Будущего в Европейском союзе (2008 г., перезапущено в рамках программы «Horizon 2020» в 2014 г.) и стратегия по развитию ключевых перспективных технологий (2009 г.); в) проект Industrie 4.0 в рамках немецкой стратегии «High-Tech Strategy 2020 Action Plan» (2012 г.); г) план Made in China 2025 в Китае (2015 г.); д) модели Digital Enterprise и Digital Factory компании Siemens, Brilliant Factory компании General Electric и др.

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<sup>8</sup>. 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.

### **Описание существующих ограничений в области реализации ДК «Технет».**

**Законодательные ограничения** обусловлены особенностями законодательных систем различных стран, которые являются первопроходцами в области разработки и интеграций технологических решений в сфере передовых производственных технологий. Опыт таких стран, как: США, Германия, Великобритания, Нидерланды, Япония, Южная Корея, КНР и других должен быть учтен при построении эффективной нормативно-правовой основы для развития ППТ в России. К основным ограничениям в области законодательства, с которыми сталкиваются ведущие страны в области ППТ, можно отнести:

- законы и стандарты, регулирующие процесс взаимоотношения человека и киберфизических систем нового поколения (включая человеко-машинные интерфейсы взаимодействия);

- регулирование деятельности ключевых субъектов отрасли в лице компаний-агрегаторов, которые выступают на рынке от лица множества мелких субъектов, представляя их как единое целое; их

<sup>8</sup> См. обосновывающие материалы

деятельность на данный момент во многих аспектах остается за пределами нормативного поля;

– нормативно-правовое поле в сфере разработки, прототипирования и интеграции пакетных решений, включающих в себя технологии, стандарты, программы и системы между поставщиком пакета решений и потребителем.

**Финансовые ограничения** обусловлены следующими факторами:

– сложная экономическая обстановка в стране, влияющая на инвестиционные возможности как частного сектора, так и государственного;

– в условиях экономической неопределённости субъекты финансовой деятельности не склонны обеспечивать финансирование высокорискованных активов, к которым зачастую относятся инновационные проекты;

– недостаточное количество успешных проектов в области пилотного внедрения новых или комплексных технологических решений на базе существующих производств обуславливает общую консервативную точку зрения со стороны бизнеса и государства в части финансирования новых проектов в данной сфере.

**Инфраструктурные ограничения** в стране связаны с имеющимися разрывами инновационного цикла (фундаментальные и прикладные исследования - опытно-конструкторские разработки - испытание и внедрение комплексных технических решений), а также с отсутствием или дефицитом ряда компетенций мирового уровня для реализации технологического пакета, необходимого для осуществления мероприятий ДК «Технет». Несмотря на наличие многих элементов инновационной инфраструктуры, необходимо создать механизмы их координации для обеспечения перехода инноваций с этапа на этап, тематической фокусировки и сопряжения результатов, обеспечения практического применения разработанных решений на российских и зарубежных рынках.

Реализацию ДК «Технет» планируется осуществить в 3 этапа, каждый из которых будет характеризоваться набором конкретных задач, решение которых будет означать переход на новый уровень развития ППТ в стране.

Стадия реализации ДК «Технет»	Этапы и сроки реализации ДК «Технет»	Задачи этапа реализации ДК «Технет»
Зарождение необходимых для развития ППТ в стране компетенций	Этап 1: 2017-2019 гг.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Создание первичной инфраструктуры и запуск первых испытательных полигонов (TestBeds), реализация пилотных проектов, имеющих высокую степень готовности и перспективы по внедрению оттестированных решений в промышленность; определения терминов приведены в обосновывающих материалах;</li> <li>• Выявление новых направлений НИОКР для обеспечения создания компетенций следующего поколения;</li> <li>• Совершенствование институциональных условий в области стандартизации и сертификации;</li> <li>• Формирование проектных консорциумов;</li> <li>• Подготовка изменений в существующие программы подготовки кадров;</li> <li>• Внесение изменений в госпрограммы в части планов НИОКР</li> </ul>
Развитие компетенций	Этап 2: 2020-2025 гг.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разработка, тестирование и комплексирование новых технологических решений для обеспечения глобальной конкурентоспособности отечественных компаний в высокотехнологичных отраслях промышленности и на рынках Будущего;</li> <li>• 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;</li> <li>• Создание инфраструктуры метрологического обеспечения передовых производственных технологий;</li> <li>• Выход на глобальные рынки продукции, начало предоставления услуг по созданию «Фабрик Будущего» с применением</li> </ul>

Стадия реализации ДК «Технет»	Этапы и сроки реализации ДК «Технет»	Задачи этапа реализации ДК «Технет»
		<p>высокотехнологичных решений в области передовых производственных технологий;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Внедрение современных подходов сертификации и стандартизации</li> </ul>
Масштабирование «лучших практик»	Этап 3: 2026-2035 гг.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тиражирование и кастомизация технологических решений для высокотехнологичных отраслей и рынков Будущего;</li> <li>• Создание глобальной сети Фабрик Будущего (цифровых, «умных», виртуальных);</li> <li>• Масштабирование присутствия на глобальных рынках высокотехнологичной продукции</li> </ul>

## Конкурентный анализ

В части рынка предоставления услуг конструирования и инжиниринга среди рыночных игроков уже наблюдается четкое разделение на технологических лидеров (компании из США, Европы, в основном Германии, Японии и Кореи) и лидеров рынков производителей оборудования – главным образом, компании азиатского региона: КНР и Индии за счет быстрорастущих темпов наращивания производственных мощностей. Перспективы области «Технет» до 2035 года, которая складывается не только из предоставления услуг конструирования и инжиниринга, но и образовательных услуг, услуг сертификации, определены стремлением ведущих промышленных держав мира в повышении конкурентоспособности своего индустриального сектора, выделяя следующие приоритетные направления развития в данной области<sup>9</sup>:

- Обеспечение промышленных секторов высококвалифицированными трудовыми кадрами;
- Разработку и внедрение ППТ в качестве основного драйвера роста конкурентоспособности промышленности;
- Развитие международного сотрудничества, делая ориентир на локальных и региональных рынках сбыта;
- Оптимизацию и сбалансирование основных принципов организации и управления производственными процессами на предприятиях;
- Формирование и продвижения государственно-частных партнерств в качестве основных площадок роста эффективности взаимодействия государства, бизнеса и институтов науки и технологий.

Положения ДК «Технет» охватывают данные направления деятельности, обеспечивая актуальность мер поддержки развития ППТ в России в рамках реализации НТИ.

Стоит отметить, что приоритетные рынки «Фабрик Будущего» (услуги конструирования и инжиниринга) прежде всего опираются на рынки технологий и приложений, на основе которых предполагается организовать деятельность по их внедрению в промышленные сектора экономики. Анализ рынков технологий показал, что перспективы в данных областях сохраняются на высоком уровне на долгосрочную перспективу вплоть до 2035 года. С точки зрения накопленных компетенций в данных технологических областях, следует отметить национальные конкурентные преимущества сконцентрированы прежде всего в сфере ИТ (цифровое моделирование и проектирование, технологии организации и управления предприятиями, программные приложения, сервисы и услуги для оборудования в сфере ЧПУ, аддитивного производства), где на российском

<sup>9</sup> По данным отчета Deloitte – 2016 Global Manufacturing Competitiveness Index.



рынке существуют компании и исследовательские институты, занимающиеся разработками в данных областях, а также оперируют компании-интеграторы решений как национальных, так и зарубежных, которые умеют внедрять данные разработки в реальные сектора экономики. По направлениям робототехники, CNC оборудования, новых материалов в России существуют исследовательские институты и организации, занимающиеся исследованиями в данных областях, интегрированием, в основном зарубежных решений<sup>10</sup>.

В целом определение национальных конкурентных преимуществ в области ППТ лежит в следующих областях: трудовые ресурсы, инновационная политика государства и исследовательская инфраструктура, уровень затрат, законодательная политика.

В рамках отчета Deloitte «Global Competitiveness Index 2016» была произведена оценка лидеров в области внедрения ППТ в мире на основе опросов ведущих экспертов. Данные по России взяты из отчета World Economic Forum «Global Competitiveness Report 2016» по схожим показателям с Deloitte «Global Competitiveness Index 2016». В общем виде это можно представить в виде следующей таблицы индексов:

Показатель	США	Германия	Япония	Корея	Китай	Россия
Трудовые ресурсы	89,5	97,4	88,7	64,9	55,5	75,4
Инновационная политика и инфраструктура	98,7	93,9	87,8	65,4	47,1	34,8
Уровень затрат	39,3	37,2	38,1	59,5	96,3	84,1
Политика в сфере энергетических ресурсов	68,9	66	62,3	50,1	40,3	30,6
Физическая инфраструктура	90,8	100	89,9	69,2	55,7	15,3
Законодательная политика	88,3	89,3	78,9	57,2	24,7	23,4

Таким образом, по оценке ведущих мировых организаций у России сильные позиции складываются в основном в трудовых ресурсах и затратах на производстве, которые отразились в следующих областях:

- Затратах на трудовые ресурсы;
- Затратах, связанных с покупкой и арендой земли;
- Сравнительно дешевой стоимости энергоресурсов.

Такое положение дел прежде всего связано с произошедшей в 2014-2015 гг. девальвацией рубля по отношению к иностранным валютам, а также с сохраняющимся ресурсоориентированным укладом российской экономики.

<sup>10</sup> Подробнее в разделе 2.4. ДК «Технет» и обосновывающих материалах (раздел 8).

Данные национальные преимущества будут способствовать повышению конкурентоспособности наукоемких продуктов в мире, созданных отечественными производителями с помощью внедрения технологических решений «Фабрик Будущего».

Стоит отметить и усилия государства в области поддержки инновационной политики, которая была выделена в качестве ключевого приоритета государственной политики наравне с социальной сферой и госбезопасностью. В последние годы активно разрабатываются документа стратегического планирования в сфере науки, технологий и инноваций, а также реализуются инициативы, направленные на повышения конкурентоспособности российской экономики на мировой арене за счет развития образовательного и исследовательского секторов, такие как: Национальная технологическая инициатива, Программа повышения конкурентоспособности ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров (Программа «5-100») и другие.

Другим способом оценки конкурентных преимуществ, который учитывает специфичные факторы, не вошедшие в отчет Deloitte «Global Competitiveness Index 2016», может быть оценка по модели Michael E. Porter «The Four Elements of Competitive Context», которая выделяет 4 фактора в качестве основы для развития рынков в стране: институциональные условия и конкурентное поле, условия развития факторов производств, характеристику спроса, наличие компетентных организаций по направлению. Данные общие условия являются ключевыми для развития рынков в любой стране, отдаленно напоминающие условия кластерного развития по Michael E. Porter. В контексте реализации мероприятий ДК «Технет» можно провести анализ конкурентных преимуществ развития рынка ППТ в стране на основе данной модели:

Элемент	Конкурентные преимущества страны
Институциональные условия и конкурентное поле	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Наличие современных стратегических документов государственного планирования научно-исследовательской деятельности, а также инициатив развития сферы науки, технологий и инноваций;</li> <li>• Наличие системы поддержки инноваций в форме институтов развития и других государственных и частных фондов поддержки исследований и разработок;</li> <li>• Слабая конкуренция на рынке ППТ в стране, которая снижает барьеры для выхода на рынок новых участников</li> </ul>
Условия развития	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Низкий уровень затрат на трудовые ресурсы,</li> </ul>

Элемент	Конкурентные преимущества страны
факторов производств	<p>землю и природные ресурсы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Развитая система национальных и частных исследовательских институтов, вузов, обладающих компетенциями в сферах ППТ<sup>11</sup>;</li> <li>• Быстроразвивающийся сектор ИТ-технологий, концентрирующийся в сфере разработки программного обеспечения, сервисов и услуг, востребованных в сфере ППТ</li> </ul>
Характеристика спроса	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокий спрос на ППТ со стороны высокотехнологичных промышленных отраслей и рынков Будущего НТИ, основанный на потребностях в повышении конкурентоспособности и кастомизации продукции, эффективности производства, производительности труда, а также в рамках национальной программы импортозамещения<sup>12</sup></li> </ul>
Наличие компетентных организаций	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Наличие научно-исследовательских и инжиниринговых центров по направлениям: цифровое проектирование и моделирование, аддитивные технологии, новые материалы, робототехника, которые могут выступать в качестве поставщиков технологий для внедрения в промышленность;</li> <li>• Наличие коммерческих организаций и частных R&amp;D центров в секторах: цифровое проектирование и моделирование, новые материалы (нанотехнологии), технологии организации и управления предприятием, аддитивные технологии, Big Data, которые могут выступать в качестве поставщиков технологий, продуктов и услуг на рынке ППТ в стране</li> </ul>

Таким образом, Россия обладает достаточным уровнем конкурентных преимуществ для развития рынка ППТ в стране, в основном сконцентрированных в условиях развития факторов производств и характеристики спроса на решения в сфере ППТ. Данные преимущества позволяют определить условия для реализации положений ДК «Технет» в стране как благоприятными с точки зрения развития рынков предоставления услуг конструирования и инжиниринга, образовательных услуг в сфере ППТ, а также услуг сертификации, о которых подробнее будет изложено в следующем разделе.

<sup>11</sup> Подробнее в разделе 2.4. ДК

<sup>12</sup> Подробнее в разделе 3 обосновывающих материалах

## Описание «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 натуральных 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 => дистрибуция 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» были названы следующие технологические направления, составляющие компоненты «Фабрики Будущего», которые включают:

- **цифровое проектирование и моделирование**, как совокупность технологий компьютерного проектирования (Computer-Aided Design, CAD); математического моделирования, компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга (Computer-Aided Engineering, CAE, и High Performance Computing, HPC) и оптимизации (Computer-Aided Optimization, CAO) – многопараметрической, многокритериальной, междисциплинарной, топологической, топографической, оптимизации размеров и формы и т.д.; технологической подготовки производства (Computer-Aided Manufacturing, CAM), в т. ч. нового поколения, ориентированной на аддитивное производство (Computer-Aided Additive Manufacturing, CAAM); технологий управления данными о продукте (Product Data Management, PDM) и технологий управления жизненным циклом изделий (Product Lifecycle Management, PLM);

- **новые материалы**, в том числе передовые сплавы (суперсплавы), передовые полимеры, передовые композиционные материалы, передовые керамические материалы, металлопорошки и металлопорошковые композиции, метаматериалы;

- **аддитивные технологии**, включая 3D-принтеры, технологии, подходы и способы работ с исходными материалами, разработка и эксплуатация расходных материалов и набор услуг по 3D-печати;

- **CNC-технологии и гибридные технологии** – включая станки и технологии оборудования с числовым программным управлением, приводную технику, гибридные многофункциональные технологии обработки;

- **промышленная сенсорика** – внедрение «умных» сенсоров и инструментов управления (контроллеров) в производственное оборудование, в помещение на уровне цеха или фабрики в целом (включает 1. Соединение: проводные и беспроводные сети, глобальные сети (WAN), локальные сети (LAN), сети «машины-машины»; 2. Сбор: сенсоры, цифровые измерительные приборы, автоиндефикационное оборудование; 3. Анализ: базы данных, доклады (отчеты), комплексные событийные процессы, предсказательные алгоритмы; 4. Контроль: силовые приводы, программируемые алгоритмические контроллеры, «умная» робототехника, аддитивное производственное оборудование, SCADA, DCS, MES, HMI);

- **технологии робототехники** – прежде всего промышленные роботы (по процессам, по механообработке, сборке и

монтажу, транспортировке деталей в зону работы технологического оборудования, складским операциям; и др.);

- **информационные системы управления предприятием** (Industrial Control System – ICS, Manufacturing Execution System – MES, Enterprise Resource Planning – ERP, Enterprise Application Software – EAS);

- **Big Data** – генерация, сбор, хранение, управление, обработка и передача больших данных;

- значимым интегральным технологическим направлением является **индустриальный Интернет**, позволяющий связать в единую цепочку различные ИТ-системы, оборудование, датчики на предприятии.

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).

Таким образом, рынок «Фабрик Будущего» представляет собой совокупность услуг по отбору, тестированию, комплексированию и использованию передовых производственных технологий как систем комплексных технологических решений для обновления или создания новых производственных мощностей в различных секторах и отраслях промышленности. На основе указанных технологических решений и с учетом отмеченных эффектов организации-участники «Технет» будут предоставлять сервисы и услуги клиентам по блокам:

- услуг конструирования и инжиниринга;
- услуг ускоренной сертификации и стандартизации;
- образовательных и консультационных услуг.

Данный спектр предоставляемых услуг, основывается на процессе внедрения комплекса ППТ. Для участников РГ «Технет» спектр предоставляемых услуг задан, но не ограничен сферами применения технологий, он может быть расширен на новые области применения за счет процесса кастомизации технологических решений под отдельные задачи производства клиента. В таблице ниже представлен совокупный рынок Фабрик Будущего в мире, а также оценка рынков технологий, на которых будут базироваться сервисы и услуги компаний-участников «Технет». Приоритетным рынком в данном контексте выделяется рынок услуг конструирования и инжиниринга.

Таблица. Характеристика рынков Фабрик Будущего

<b>Рынки Фабрик Будущего</b> <i>(тыс. долл. США)</i>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2035</b>
<b>Рынок услуг конструирования и инжиниринга</b>	Мир – 773 000 000 <sup>13</sup> РФ – 2 200 000 <sup>14</sup> <i>Доля РФ - 0,28%</i>	Мир – 896 118 859 РФ – 2 509 133 <i>Доля РФ – 0,3%</i>	Мир – 1 396 000 000 <sup>15</sup> РФ – 10 900 000 - 21 200 000 <i>Доля РФ - 0,8-1,5%</i>
<b>Рынок системы и услуг ускоренной сертификации</b>	Мир - 0 РФ - 0	Мир – 5 000 000	Мир – 33 600 000

<sup>13</sup> Согласно отчету «Global Engineering Services Market Research» (IBISWorld, 2016) выручка по направлению «Global Engineering Services» составила в 2015 году 773 млрд долл. США

<sup>14</sup> Расчет значений выполнен на основе средних данных по расходам на конструирование и инжиниринг в обрабатывающей промышленности (7% от общего объема инвестиций в основной капитал – по оценкам участников РГ). Объем вложений расчетно равен 134,5 млрд руб. (2,2 млрд долл. США по курсу 60,96 руб. за долл. США – средневзвешенный курс по МСФО за 2015 год). Общий объем инвестиций в основной капитал по всем секторам экономики России по итогам 2015 года составил 14,6 трлн руб. (Росстат).

<sup>15</sup> При сохранении среднегодового темпа роста глобального рынка до 2035 года в размере 3%



<b>Рынки Фабрик Будущего</b> (тыс. долл. США)	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2035</b>
		РФ – 25 000 (0,5%)	РФ – 160 000 (0,5%)
<b>Рынок образовательных услуг</b>	РФ – 8 000	РФ – 13 861	РФ – 50 000- 94 000
<b>Глобальные рынки технологий для компонентов ФБ</b>	368 300 000	478 400 000	1 757 600 000
в т.ч. Цифровое моделирование и проектирование (CAx, PLM, PDM, др.)	23 900 000	31 500 000	74 800 000
в т.ч. Станки с ЧПУ	54 500 000	94 200 000	281 400 000
в т.ч. Аддитивные технологии	5 200 000	18 100 000	216 400 000
в т.ч. Аппаратное обеспечение (включая HPC)	4 800 000	7 200 000	24 300 000
в т.ч. Новые материалы <sup>16</sup>	63 700 000	88 800 000	145 400 000
в т.ч. Промышленные роботы	22 000 000	48 900 000	241 600 000
в т.ч. MES и ICS-системы управления производством	127 000 000	180 300 000	366 100 000
в т.ч. Информационные системы управления предприятием	25 600 000	39 300 000	92 600 000
в т.ч. Big Data	29 200 000	38 700 000	90 000 000
в т.ч. Industrial Internet	12 400 000	25 600 000	225 000 000

### **Оценка потенциального спроса по секторам**

Спрос на комплексные технологические решения «Технет» будет складываться прежде всего на перспективных рынках в растущих секторах экономики за счет формирования дополнительных ресурсов для их внедрения, а также необходимости в сохранении темпов наращивания производственных мощностей, в том числе и создании новых. По оценке Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования, (ЦМАКП) ряд секторов экономики будет демонстрировать существенный рост темпов выпуска продукции до 2035 года<sup>17</sup>.

Следует считать, что основные затраты в объеме фондов амортизации производственных фондов в части закупки технологий и модернизации оборудования начнутся в России в периоде 2018-2023 гг., включая пилотные

<sup>16</sup> Включая метаматериалы, порошковые материалы, передовые керамические материалы, передовые композиты, передовые полимеры, передовые сплавы (суперсплавы)), волоконные материалы, жидкие фотополимеры

<sup>17</sup> См. обосновывающие материалы

проекты модернизации производств по направлениям транспортного машиностроения, нефтегазового оборудования, приборо- и станкостроения, химической и др. видов перерабатывающей промышленности. По итогам отработки и тестирования пакетов технологий на испытательных полигонах создание первых Фабрик Будущего в России начнется в 2018 году.

К секторам наибольшей благоприятности с точки зрения условий внедрения ППТ, которые будут определять спрос на технологии «Фабрики Будущего», относятся: производство машин и оборудования (226%), производство электрооборудования (233% роста к 2035 г. согласно данным ЦМАКП), химическое производство (230%) и т.д. В этих секторах будут в первую очередь востребованы технологические решения «Технет». Например, объем российского рынка радиоэлектроники составляет 2,9 трлн рублей, из них 31% — бытовая электроника. Все сегменты радиоэлектроники за прошедший год показали рост от 2% до 15%. Размеры вложений превышают четверть триллиона рублей. Так, объем развития целевой федеральной программы «Развитие КБ и радиоэлектроники» на 2008 — 2015 годы составлял 172 млрд рублей, а в рамках госпрограммы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности» в следующие пять лет планируется инвестировать почти 125 млрд рублей. Указанные объемы финансирования в той или иной степени смогут стать источником финансирования проектов «Фабрик Будущего».

Другим методом оценки перспективности внедрения ППТ в секторах экономики может служить динамика производительности труда, которая является одним из наиболее существенных факторов результативности от использования ППТ на предприятии. Потребность отдельных секторов в повышении производительности труда в целях усиления собственной конкурентоспособности может обусловить спрос на технологические решения РГ «Технет». По оценке ЦМАКП, на 18.01.2016 ряд секторов отечественной промышленности показывает положительную самостоятельную динамику роста производительности труда за счет внедрения отдельных технологических элементов современного производственного процесса, несмотря на снижения объемов выпуска, однако ряд отраслей демонстрируют существенную потребность в разворачивании отрицательного тренда производительности труда. Определенная потребность во внедрении ППТ есть в секторах производства транспортных средств и оборудования (-20%), строительства (-2,8%), легкой промышленности. Внедрение ППТ существенно повысит конкурентоспособность данных отраслей за счет разворачивания эффективных систем производства на базе решений «Технет».

Спрос на компетенции участников «Технет» прежде всего будет формироваться в секторах ускоренного импортозамещения, где потребность в создании новых производственных мощностей позволит в краткосрочной и среднесрочной перспективе реализовывать пилотные проекты ДК «Технет», а в долгосрочной — масштабировать накопленные знания и приложения в части создания современных производственных цепочек. Объем рынка

импортозамещения, выраженного в объемах потенциально замещаемого импорта, в перспективе составит около \$80 млрд<sup>18</sup>, 68,9% которого будет находиться в целом ряде отраслей.

Наиболее перспективным рынком внедрения ППТ в части наращивания производственных мощностей является сектор производства автомобилей, прицепов и полуприцепов с объемом потенциального для замещения импорта в среднесрочной перспективе равным \$13,8 млрд<sup>19</sup>. Анализ отраслей промышленности с большим потенциалом замещения импортной продукции показывает потенциал роста востребованности внедрения ППТ в целом ряде секторов производства в среднесрочной перспективе.

Отдельно стоит отметить важность конкретных технологических решений «Технет» для ряда областей авиастроения и машиностроения, отдельных направлений оборонно-промышленного комплекса за счет внедрения современных композитных материалов. Современные системы проектирования и моделирования должны учитывать характеристики новых материалов, конструктивно-силовых схем конструкции, способы укладки и реализации требований к адаптивным конструкциям, технологическим процессам и др. Однако внедрение таких систем зачастую может привести к существенным результатам, например, уменьшению расхода топлива до 55%, которое в свою очередь окажет положительное влияние на ряд других важных показателей, таких как себестоимость перевозок, уровень вредных выбросов в атмосферу и др.

Таким образом, заказ на технологические решения «Технет» будет формироваться:

- в отраслях, требующих комплексные решения в процессах проектирования и моделирования производственных цепочек для создания сложных элементов конструкции (авиастроение и ракетно-космический сектор, автомобилестроение, судостроение и др.);
- в отраслях с большим потенциалом роста производственных мощностей (производство машин и оборудования, производство электрооборудования, химическое производство, производство резиновых и пластмассовых изделий и т.д.);
- в отраслях с потребностью в повышении эффективности производственных процессов, производительности труда (производство транспортных средств и оборудования, легкая промышленность, строительство и т.д.);
- в отраслях, обладающих большим потенциалом для импортозамещения (производство автомобилей, прицепов и полуприцепов, производство машин и оборудования для добычи п/и и строительства, производства прочего оборудования общего назначения и т.д.).

---

<sup>18</sup> Рассчитано как совокупный объем импорта по видам деятельности (ЦМАКП)

<sup>19</sup> Масштабы снижения импорта по видам деятельности (млрд. \$), оценка ЦМАКП

Спрос на технологические решения «Технет» будет формироваться и на рынках НТИ. В рамках встреч представителей «Технет» и других рынков НТИ были обозначены области и предмет взаимодействия (таблица ниже).

Рынок НТИ	Состояние кооперации	Предмет взаимодействия
Аэронет	Проработка возможных направлений сотрудничества	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проектирование, моделирование и оптимизация конструкции корпуса БПЛА, в том числе с использованием принципов бионического дизайна;</li> <li>• Аддитивные и субтрактивные технологии формообразования элементов конструкции из традиционных и нетрадиционных материалов.;</li> <li>• Технологическая подготовка и изготовление деталей из композитов;</li> <li>• Создание сертификационного базиса и центров (органов или лабораторий) сертификации</li> </ul>
Маринет	Предв. переговоры	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проектирование, моделирование и оптимизация конструкции, конструкционных материалов, а также процессов производства и эксплуатации судов (в том числе беспилотных) по направлению инновационное судостроение;</li> <li>• Создание сертификационного базиса и центров (органов или лабораторий) сертификации</li> </ul>
Автонет	Проработка возможных направлений сотрудничества	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Виртуальные испытательные полигоны для БПТС/БЭС и иных транспортных средств, с учетом требований и стандартов по совместимости промышленных интерфейсов, обеспечения безопасности транспортных средств и человека, экологичности;</li> <li>• Создание сертификационного базиса и центров (органов или лабораторий) сертификации</li> </ul>
Энерджинет	Проработка возможных направлений сотрудничества	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Системы информационной безопасности промышленного Интернета;</li> <li>• Универсальный язык взаимного опознавания. «Умные» магнитные материалы с изменяемыми свойствами. Пенометаллы и получение высокопористых металлических материалов;</li> <li>• 3D-материалы с высокой удельной поверхностью и регулярной микропористой структурой;</li> <li>• Аддитивное производство сердечников твердотельных трансформаторов</li> </ul>

Рынок НТИ	Состояние кооперации	Предмет взаимодействия
		<p>из «умных» магнитных материалов с изменяемыми свойствами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Создание сертификационного базиса и центров (органов или лабораторий) сертификации</li> </ul>
Хелснет	Предв. переговоры	<ul style="list-style-type: none"> <li>Медицинская робототехника, симуляторы, прототипирование и конструкции экзоскелетов</li> </ul>
Сейфнет	Предв. переговоры	<ul style="list-style-type: none"> <li>Участие в разработке модульной платформы безопасности (включая кибербезопасность) по направлению промышленных стандартов и интерфейсов, методов криптографии, а также работы по сопровождению эффективной работы Фабрик будущего</li> </ul>
Медианет	Предв. переговоры	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интернет вещей, интерфейсы, предиктивная аналитика, автоматизация и ИИ</li> </ul>
Фуднет	Предв. переговоры	<ul style="list-style-type: none"> <li>Создание сертификационного базиса и центров (органов или лабораторий) сертификации</li> </ul>

### **2.1.3. Оценка ожидаемой социально-экономической эффективности реализации «дорожной карты»**

Реализация ДК «Технет» обеспечит получение ряда эффектов в среднесрочном и долгосрочном периодах. В том числе за счет разворачивания комплекса передовых производственных технологий и современных производств Фабрик Будущего, повышения объемов экспорта продукции, произведенных Фабриками Будущего, создания новых рабочих мест.

#### **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 области 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:**

- Значительный рост экспорта российской высокотехнологической продукции, произведёной на основе разработок по направлениям ППТ (0,3-1,0 трлн руб. в 2035 г. в ценах 2014 г.).
- 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 высокотехнологичной 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 автомобильном, авиационном, судостроительном, станкостроительном и других секторах промышленности. Рост доли

российского оборудования + 10% в общем парке предприятий, использующих ППТ.

- Обновление основных фондов ряда высокотехнологичных секторов с учетом ведущих требований по цифровизации и интеллектуализации производств.

- Рост экологичности (зеленые производства) и ресурсоэффективности производств.

- Вовлечение широкого круга малых и средних предприятий в область новых производственных технологий и создание продукции нового качества, стимулирование рыночных механизмов развития экономики.

#### **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) - повышение актуальности исследовательской повестки научных организаций.

- Освоение новых компетенций, рост уровня готовности к участию на рынках новых передовых производственных технологий в России в период 2025-2035 гг.

- Рост патентной активности, работ и прибыльности лицензируемых технологий и решений.

#### **2.2. Сведения о документах стратегического планирования, относящихся 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:

- Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.11.2008 № 1662-р);

- Указа Президента Российской Федерации от 07.05.2012 № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике»;

- Федеральной целевой программы «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);



- Прогноза научно-технологического развития на долгосрочную перспективу до 2030 года (утверждён Президентом Российской Федерации В.В. Путиным 1 сентября 2013 года);
- Постановления Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года № 328 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности».
- Федерального закона 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)
- Основных направлений деятельности правительства РФ (например, Основных направлений деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2018 года (утверждены Правительством Российской Федерации 14.02.2015);
- Отраслевых планов мероприятий по импортозамещению (приказы Минпромторга России от 31.03.2015 приказ № 645-663);
- Стратегии национальной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 года N 683).
- Протокола 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.;
- Постановления Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2016 года № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы»;
- Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года (проект);
- Программ инновационного развития государственных корпораций и акционерных обществ с государственным участием (ОДК, ОАК, ОСК, КАМАЗ, РКК Энергия, АВТОВАЗ, Вертолеты России и др.), программ НИОКР институтов РАН/ФАНО;
- Отраслевых стратегий и программ: Стратегии развития автомобильной промышленности на период до 2020 года; Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2020 года и на дальнейшую перспективу; Стратегии развития металлургической

промышленности на период до 2020 года; Стратегии развития энергомашиностроения на 2010–2020 годы и на перспективу до 2030 года; Стратегии развития химической и нефтехимической промышленности на период до 2015 года; Стратегии развития электронной промышленности на период до 2025 года, Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2030 года, Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года», Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года (проект) и др.

### 2.3. Перечень целевых показателей «дорожной карты» и их значений

	Наименование целевых показателей	Единица измерения	Текущее значение	2017	2018	2019	2025	2035
1	Доля России на мировых рынках «Фабрик Будущего» в сегменте инжиниринга и конструирования	%	0,28%	0,3%	0,4%	0,5%	0,9%	1,5%
2	Количество компаний- поставщиков услуг по созданию Фабрик Будущего в рейтинге топ-50 технологических газелей РФ	Ед. (накоп.)	0	0	1	3	10	20
3	Позиция России в Global Manufacturing Competitiveness Index (или сопоставимый)	Место	32	33	30	28	20	10
4	Объем экспорта продукции, полученной с использованием ППТ <sup>20</sup>	Тыс. руб. <sup>21</sup>	-	-	-	1 500 000	80 000 000	800 000 000
5	Число созданных Фабрик Будущего «Технет»	Ед. (накоп.)	0	0	3	5	17	40
6	Число созданных испытательных полигонов (TestBeds) «Фабрик Будущего»	Ед. (накоп.)	0	2	3	4	10	25
7	Количество экспериментально-цифровых центров (лабораторий) сертификации в Российской Федерации	Ед. (накоп.)	0	0	1	3	10	15
8	Число специалистов, прошедших программы подготовки и переподготовки по передовым производственным технологиям	Чел. (накоп.)	не менее 30	>200	1 000	2 000	20 000	50 000

<sup>20</sup> Отгружено компаниями, заключившими партнерские и/или лицензионные соглашения с «Технет» (с тестбедами и организациями-участниками «Технет», реализующими мероприятия, входящие в ДК «Технет»). В колонках «Текущее значение», «2017» и «2018» поставлены прочерки. Предполагается, что в течение ближайших 2 лет достичь значимых объемов экспорта не удастся. Необходимо запустить в этот период проекты, которые только к 2019 году принесут ощутимый результат.

<sup>21</sup> В ценах 2016г.

## **2.4. Сведения о сформированном в Российской Федерации научно-техническом заделе для реализации плана мероприятий («дорожной карты»)**

Компании и организации Российской Федерации имеют значимый научно-технический задел для реализации плана мероприятий ДК «Технет», который для ряда направлений может быть описан в рамках технологических направлений. При этом стоит отметить, что прежде всего представленные ниже компетенции организаций анализировались с точки зрения приоритетного рынка «Фабрик Будущего» - услуги конструирования и инжиниринга.

### **Цифровое проектирование и моделирование**

Российские предприятия и организации имеют задел по всему спектру технологий и технологических решений в цифровом моделировании и проектировании:

- Применение передовых цифровых технологий проектирования жизненного цикла продукта и приведение его в соответствие с многоуровневой матрицей целевых показателей и ограничений (требования / ограничения: технологические, технические, экономические и т. д.) на его разработку;
- Проектирование best-in-class оптимизированных конструкций на основе современной концепции (Simulation & Optimization) - Driven Advanced Design & Advanced Manufacturing;
- Конструкторские работы (CAD); компьютерный / суперкомпьютерный инжиниринг (CAE, HPC), все виды оптимизаций (CAO; многокритериальная, многопараметрическая, междисциплинарная, топологическая, топографическая, оптимизация размеров и формы, робастная);
- Цифровой макет (Digital Mock-Up, DMU), цифровой двойник (Digital Twin) – полномасштабная цифровая 3D-модель изделия и всех его компонентов, позволяющая исключить из процесса разработки создание дорогостоящих натуральных прототипов, позволяющая «измерять» и моделировать любые характеристики объекта в любых условиях эксплуатации;
- Выбор технологии производства и подготовка к изготовлению опытного образца / мелкой серии (Computer-Aided Manufacturing, CAM; Computer-Aided Additive Manufacturing, CAAM).

Высокотехнологичными компаниями, оказывающими услуги в области цифрового проектирования и моделирования, являются Инжиниринговый центр «Центр компьютерного инжиниринга» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого и ООО Лаборатория

«Вычислительная механика» (CompMechLab<sup>®</sup>), ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», ООО «Саровский инженерный центр», ООО «Прогрестех», инжиниринговые компании «Фидесис» и «Тесис», Научно-технический центр «АПМ», компании Datadvance и др.

Примером успешных практик в данном направлении является проект по разработке Единой модульной платформы (ЕМП-проект, широкоизвестный как проект «Кортеж», головной исполнитель – ФГУП НАМИ) и на её основе всей линейки автомобилей (лимузин, седан, внедорожники и микроавтобус), выполняемый при участии Инжинирингового центра СПбПУ и ГК CompMechLab. В 2014 году сотрудники Центра компьютерного инжиниринга отвечали за разработку отдельных элементов кузова. С 2015 года Центру передан полный комплекс работ по разработке элементов и сборок каркаса кузовов с учетом модульной структуры автомобилей, объединённых единой модульной платформой с базисом унифицированных деталей и виртуальные испытания. В июне 2016 года прототипы автомобилей, разработанные в рамках ЕМП-проекта, успешно прошли натурные испытания на безопасность по программе Euro NCAP и с первой попытки получили максимальные 5 звезд рейтинга (краш-тесты проводились на независимом полигоне в Германии).

В настоящее время разработка систем САД/САЕ сконцентрирована в небольшом количестве крупных высокотехнологичных компаний, которые за последние 10-15 лет постепенно образовались путем поглощения конкурентов.

Российские компании обладают высоким уровнем компетенции благодаря долгому опыту работы, в том числе в качестве поставщиков программных компонентов для мировых лидеров. Россия – одна из немногих стран с конкурентоспособными производителями САД/САЕ. К наиболее успешным российским компаниям сектора можно отнести:

Организация	Описание деятельности
Аскон	Крупнейший российский разработчик инженерного программного обеспечения и интегратор в сфере автоматизации проектной и производственной деятельности. В продуктах компании воплощены достижения отечественной математической школы, 26-летний опыт создания САПР и глубокая экспертиза в области проектирования и управления инженерными данными в машиностроении и строительстве. Программное обеспечение АСКОН используют свыше 9000 промышленных предприятий и проектных организаций в России и за рубежом
ЗАО «Топ-системы»	Один из ведущих российских разработчиков систем автоматизации проектирования. На рынке САПР компания работает с 1992 года. Основная разработка

Организация	Описание деятельности
	«Топ Систем» - программный комплекс T-FLEX PLM, предназначенный для решения всего спектра задач, связанных с информационной поддержкой и сопровождением всего жизненного цикла изделия (PLM)* - от заказа на разработку до испытаний и передачи в эксплуатацию
ЗАО «Нанософт»	Компания ЗАО «Нанософт», созданная в 2008 году, ориентируется на инновационные методы разработки и распространения программного обеспечения. Нанософт создает условия для массового перехода от использования нелицензионного программного обеспечения САПР к цивилизованной работе с легальными продуктами. Мы делаем все от нас зависящее, чтобы затраты пользователей на этот переход были минимальными. Именно поэтому значительное место среди наших разработок занимают бесплатные продукты.
Научно-технический центр «АПМ»	Научно-технический центр «АПМ» с 1992 года специализируется на создании программных продуктов для проектно-конструкторской и технологической подготовки производства в различных отраслях промышленности
ООО «Фидесис»	Инжиниринговая компания «Фидесис» основана в 2009 году специалистами и выпускниками кафедры вычислительной механики МГУ им. М.В. Ломоносова. Компания имеет статус резидента Инновационного центра «Сколково». Занимается: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Разработкой специализированных решений, учитывающих специфические задачи отрасли заказчика;</li> <li>• Разработкой и поддержкой полноценных расчетных пакетов с частично открытым кодом;</li> <li>• Технической поддержкой и доработкой русскоязычными специалистами;</li> <li>• Решением частных задач проектирования с привлечением экспертизы лидеров из научных кругов;</li> <li>• Работой на всех этапах жизненного цикла, вплоть до постановки задачи;</li> <li>• Решением задачи «под ключ» с подтверждением точности расчетов</li> </ul>
ИК «Тесис»	Инжиниринговая компания ТЕСИС создана в 1994 году, сейчас является одним из ведущих российских

Организация	Описание деятельности
	разработчиков и поставщиков инженерных решений (инженерного программного обеспечения в области CAD/CAM/CAE) для промышленных предприятий, исследовательских организаций, вузов
<p>Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ)</p>	<p>РФЯЦ ВНИИЭФ - федеральное государственное унитарное предприятие Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом». Основной сферой деятельности центра на данный момент является разработка и производство ядерных боеприпасов. Также центр участвует в разработке неядерных видов оружия, и, кроме того, осуществляет фундаментальные и прикладные исследования в различных областях.</p> <p>РФЯЦ-ВНИИЭФ разрабатывает собственное программное обеспечение, в число которого входят:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- программная система ЛОГОС для моделирования процессов аэро-, гидро- и газодинамики, турбулентного перемешивания, распространения тепла в твердом теле, тепловой конвекции, переноса излучения, течения в пористой среде;</li> <li>- программная система ЛЭГАК-ДК для решения двумерных и трехмерных статических и динамических задач прочности с учетом различных физических процессов;</li> <li>- программная система ДАНКО+ГЕПАРД для 3D расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций;</li> <li>- программная система НИМФА для численного моделирования течения жидкостей и переноса примесей в пористых и трещиновато-пористых средах (для решения задач геоэкологии, гидрогеологии, нефтедобычи, фильтрации в технологических процессах)</li> </ul>
<p>Фонд перспективных исследований РФ (ФПИ)</p>	<p>Фонд перспективных исследований создан в 2012 г. с целью содействия осуществлению научных исследований и разработок в интересах обороны страны и безопасности государства, связанных с высокой степенью риска достижения качественно новых результатов в военно-технической, технологической и социально-экономической сферах. По заказу Фонда осуществляется реализация проекта «Гербарий», в рамках которого разрабатывается</p>

Организация	Описание деятельности
	<p>Интегрированная инженерная программная платформа (ИИПП – набор программных компонентов (модулей), предназначенных для разработки конечных приложений в области инженерного ПО (CAD/CAM/CAE). За основу при разработке ИИПП взято геометрическое 3D ядро RGK, которое является современным и мощным инструментом геометрического моделирования.</p> <p>Головной исполнитель проекта: АО «Системы управления»; соисполнители: ЗАО «Топ Системы», ООО «Рексофт»</p>

Конкурентоспособны российские компании для предприятий-заказчиков оборонно-промышленного и ядерного комплекса, строительного комплекса, для выполнения заказов высокотехнологичных компаний российских госкорпораций (по направлению конструирования и инжиниринга), для предприятий среднего и малого бизнеса. Большое число российских компаний производит специализированные программные продукты для проектирования и расчета в узких областях, например, трубопроводов и т.п. Частично эти компетенции могут быть использованы в реализации проектов для формирования рынков «Фабрик Будущего».

### **Аддитивные технологии**

Рынок аддитивных технологий активно развивается в мире, однако темп роста в последние годы сократился, но, несмотря на это, рынок производителей промышленных систем и рынок предоставления сервисов и услуг на базе аддитивных технологий остается одним из наиболее перспективных инновационных рынков современности, который начинает достигать высокой степени зрелости.

Барьеры для входа на рынок с каждым годом растут за счет укрепившегося тренда экспансий больших корпораций на данном рынке, например, такие компании, как: Hewlett Packard и Carbon3D уже в следующем году готовы представить свои решения в области аддитивных технологий. На данный момент существует два больших сегмента рынка аддитивных технологий:

- Поставщики промышленных систем (оборудования). По данным на 2015 год основными игроками в мире в данном сегменте являются: Stratasys (41,1%), 3D Systems (15,3%), Envisiontec (10%), Mcor (5,6%), EOS (2,9%);

- Провайдеры услуг и сервисов на базе промышленных систем. Данный сегмент наполнен мелкими предпринимателями, которые выступают в основном в качестве сервисных бюро, кадровых холдингов по подбору персонала, подрядчиков по установке



отдельных промышленных систем. Явных лидеров в данном сегменте нет.

В России использованием и внедрением технологий аддитивного производства занимается ограниченное количество промышленных компаний, в основном представителей МСП, и исследовательских центров. При этом значительная доля российских компаний на этом рынке представляет посредников, продающих оборудование и/или занимающихся быстрым прототипированием. Малое количество компаний располагает мощностями для производства функциональных комплектующих из материалов с хорошими эксплуатационными характеристиками, ещё меньшее количество компаний способно производить эти детали в промышленных количествах.

Наиболее успешными в области аддитивного производства в России являются следующие компании и исследовательские центры<sup>22</sup>:

<b>Компания/ исследовательский центр</b>	<b>Основные темы и сферы деятельности</b>
«ВНИИ авиационных материалов» (ВИАМ)	Разработка и производство металлопорошковых композиций, аддитивное производство прототипов, деталей, элементов конструкций
НПО «Сатурн»	Аддитивное производство деталей и элементов конструкций методом селективного сплавления из кобальтового, титанового сплавов и нержавеющей стали
Центр быстрого прототипирования и изготовления малых серий при институте НАМИ (г. Москва)	Быстрое прототипирование с использованием процессов SLS и SLA и различных полимеров; не работает с металлами и керамикой
ООО «Инженерная фирма АБ Универсал» (г. Москва)	Демонстрация и продажа оборудования для аддитивного производства; аддитивное производство прототипов, деталей, элементов конструкций
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	Быстрое прототипирование, разработка 3D-принтеров, аддитивное производство прототипов, деталей, элементов конструкций; подготовка и переподготовка специалистов в области бионического дизайна, технологий компьютерного инжиниринга и оптимизации, аддитивного производства
Уральский Федеральный	Разработка 3D-принтеров, аддитивное

<sup>22</sup> Данные взяты на основе анализа публичного аналитического доклада по развитию новых производственных технологий Сколковского Института Науки и Технологий, 2014.

<b>Компания/ исследовательский центр</b>	<b>Основные темы и сферы деятельности</b>
университет им. Первого президента России Б.Н. Ельцина	производство прототипов, деталей, элементов конструкций; подготовка и переподготовка специалистов в аддитивных технологий и аддитивного производства
Центр прототипирования и дизайна МГТУ МАМИ (г. Москва)	Обучение специалистов в области аддитивного производства, изготовление образцов деталей для целей обучения
Компания Cybercom, Ltd. (г. Москва)	Демонстрация и продажа оборудования ограничивается использованием полимеров, не работает с металлами и керамикой
ООО «Три Д Формат» (г. Москва)	Демонстрация и продажа оборудования.
Компания «Солвер» (Проектный центр) (г. Воронеж)	Демонстрация и продажа оборудования; обучение специалистов по аддитивному производству
Центр прототипирования ООО «Завод по переработке пластмасс имени Комсомольской правды» (г. Санкт-Петербург)	Обучение студентов и инженеров, НИОКР, изготовление образцов деталей для целей обучения
ООО Научно-технический центр «Cybercard» (г. Ставрополь)	Демонстрация оборудования; производство функциональных комплектующих и изготовление прототипов
ФГБУН Институт проблем лазерных и информационных технологий Российской академии наук (ИПЛИТ РАН)	Разработка технологий аддитивного производства для биомедицины, промышленных лазерных аддитивных установок
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (г. Москва)	Метрологическое обеспечение аддитивных технологий

Отметим успешный опыт по развитию аддитивных технологий Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. На базе Инжинирингового центра в 2015 году в Институте передовых производственных технологий открыта магистерская программа

«Компьютерный инжиниринг и цифровое производство», в рамках которого студенты проектируют и разрабатывают двухэкструзионные 3D-принтеры, изготавливают опытные образцы / прототипы спроектированных и оптимизированных «best-in-class» изделий / элементов конструкций с применением принципов бионического дизайна. В рамках направления ведется разработка нескольких видов 3D-принтеров для производства изделий из пластмассы, полиамида, композитов, выплавляемых фотополимеров и других материалов с возможностью использования результатов аддитивного производства как в виде конечного продукта, так и в качестве мастер-моделей для последующего изготовления изделий из металла («гибридные» технологии).

Исследовательская деятельность в области аддитивных технологий развита слабо по сравнению с мировыми лидерами в данной области. За последние 15 лет в России был выдан 131 патент по различным аспектам аддитивного производства (0,14% от мирового количества), причем 14 из них получены российскими заявителями, а 117 — иностранными. Для сравнения Южная Корея, США, Япония и Китай совместно владеют 90% патентов в этой сфере.

На российском рынке существуют организации, обладающие компетенциями для решения данных проблем, которые уже ведут свою деятельность по данным направлениям (см. таблицу выше). Активное их вовлечение в рамках реализации мероприятий ДК «Технет» позволит вести развитие аддитивных технологий в России опережающими темпами.

Региональный инжиниринговый центр Уральского федерального университета им. первого президента России Б.Н. Ельцина выполняет работы по изготовлению изделий с применением аддитивных технологий, а также совместно с «Росатом» (НПО «ЦНИИТМАШ») разработал 3D-принтер «MeltMaster-550», позволяющий изготавливать изделия из меди, алюминия, железа и титана с областью печати 550\*450\*450мм.

НПО Сатурн (г. Рыбинск) и Всероссийский институт авиационных материалов (ВИАМ, г. Москва) используют аддитивные технологии для опытного производства изделий в двигателестроении.

Научно-технологический комплекс «Лазерные и сварочные технологии» СПбПУ ведет разработку роботизированного комплекса прямого лазерного выращивания по технологии гетерофазной лазерной порошковой металлургии. Производительность процесса в 10 раз выше производительности технологий послойного синтеза. Механические свойства получаемых изделий на уровне горячего проката, отсутствуют поры, трещины и несплавления. С помощью данной технологии возможно выращивание крупногабаритных изделий диаметром до 2 метров. В качестве наплавленных материалов можно использовать различные порошки: сплавы на основе железа, никеля, кобальта, титана, в том числе жаропрочные и коррозионостойкие, интерметаллидные сплавы, композитные металло-керамические материалы.

Московская компания «Коллаборация 3D» разработала и коммерциализировала 3D-принтер «Зверь», обладающий расширенной областью печати с размерами – 450\*530\*750мм. Это значительно упрощает печать больших объектов. Данный принтер работает по технологии FDM-печати и может использовать ABS, PLA, PVA и NIPS материалы. «Зверь» является аналогом зарубежных 3D-принтеров, ничем не отличаясь по качеству печати от зарубежных аналогов, но его цена на порядок меньше.

Ростовская компания «Спецавиа» коммерциализировала первый в России строительный 3D-принтер. На данный момент компания способна производить 6 видов строительных 3D-принтеров, например, модель S-1160 может печатать детали со строительной поверхностью в 10\*11\*2,7мм, используя цемент серии 500, т.е. тем, что есть в свободной продаже на любом строительном рынке.

Примером лучшей практики следует назвать Центр быстрого прототипирования и изготовления малых серий при институте НАМИ, который занимается быстрым прототипированием с использованием процессов SLS и SLA.

В настоящее время в России используется около 40 металлических систем 3D-принтинга в основном с оборудованием компаний EOS (Германия), SLM Solutions (Германия), Arcam (Германия), Concept Laser (Германия)<sup>23</sup>.

Перспективными направлениями использования процессов аддитивного производства в мире выделяют:

- Медицину (биомоделирование, проектирование и изготовление персонализированных имплантатов, производство имплантатов с пористой структурой, тканевая инженерия, изготовление специализированных хирургических инструментов и приспособлений, доставка лекарственных средств и изготовление микронных медицинских устройств);
  - Авиационно-космическую промышленность (мелкосерийное производство высококачественных деталей и другие применения);
  - Автомобилестроение (изготовление прототипов и инструментальной оснастки и другие);
  - Производство товаров потребления.
- По ряду данных направлений в стране существуют конкурентоспособные производственные цепочки, которые будут формировать спрос на решения в области аддитивного производства.

## **Новые материалы**

Рынок новых материалов представляет собой достаточно зрелый рынок поставщиков жидких фотополимеров, порошковых материалов, волоконных

<sup>23</sup> По данным Wohlers Report 2016. 3D printing and Additive Manufacturing State of Industry. Annual Worldwide Progress Report

материалов, гранул, листовых материалов, композитных материалов, наноматериалов и т.д., которые используются в том числе рынком аддитивных технологий, с общим объемом на 2015 год в 63,7 млрд долларов США. Наиболее востребованными материалами на данный момент являются фотополимеры (45,5%), порошковые материалы (24,9%), волоконные материалы (15,1%), металлические сплавы (11,5%) и другие (3,1%). Задел в области новых материалов для рынка «Фабрик Будущего» определяется перечнем центров, занимающихся исследованиями в областях порошковых материалов, нанотехнологий, синтеза композиционных материалов. Среди них:

<b>Материаловедческие центры</b>	<b>Направления деятельности</b>
«ВНИИ авиационных материалов» (ВИАМ)	Композитные материалы, порошковые материалы
«ВНИИ неорганических материалов им. А. А. Бочвара» (ВНИИМ)	Функциональные наноматериалы для энергетики
Исследовательский центр им. М. В. Келдыша	Функциональные наноматериалы для космической техники
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»	Функциональные наноматериалы для энергетики
Московский государственный институт электронной техники	Наноинженерия
Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»	Междисциплинарные исследования в материаловедческих областях
НИИФП «НИИ физических проблем имени Ф. В. Лукина»	Наноэлектроника
Прометей «ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей»	Конструкционные наноматериалы
«Тех. институт сверхтвердых и новых углеродных материалов»	Конструкционные наноматериалы
«ЦНИИ химии и механики»	Нанотехнологии для систем безопасности
Институт новых углеродных материалов и технологий (ЗАО), Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова	Полимерные композиционные материалы
Сколковский институт науки и технологий	Композиционные материалы
«НТИЦ АпАТЭК-Дубна»	Создание и внедрение инновационных продуктов из композиционных материалов
ФГУП «Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (г. Екатеринбург)	Нанотехнологий (оценка соответствия)

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (г. Москва)	Обеспечения единства измерений в Российской Федерации в областях материаловедения
---	---

В России осуществляют свою деятельность по поддержке МСП в областях материаловедения различные институты развития, включая Фонд «Сколково» и Фонд инфраструктурных и образовательных программ, ОАО «Роснано» и УК «Роснано». Данные организации обладают компетенциями в развитии высокотехнологичных рынков будущего. Пул компаний, получивших материальную и нематериальную поддержку группы компаний «Роснано» для своего развития, насчитывает более 80 единиц, из которых более 50 обладают либо действующим заводом по производству материалов, либо R&D центрами по разработке новых материалов<sup>24</sup>. К наиболее успешным из них можно отнести следующие компании:

Компания	Объекты инфраструктуры	Направление деятельности
OCSiAl («Оксиал»)	Действующий завод	Основной продукт компании — одностенные углеродные нанотрубки (торговая марка TUBALL): универсальный наномодификатор, улучшающий механические свойства, электро- и теплопроводность различных материалов
Soft Machines, Inc.	Действующий R&D центр	Разработка новой архитектуры процессорного ядра — VISC. Предполагается, что процессоры, созданные с использованием архитектуры VISC, будут обладать высокой энергоэффективностью и производительностью по сравнению с процессорами, ядра которых созданы на базе других существующих архитектур. Также в данном проекте разрабатывается система на кристалле (SoC) с микропроцессорными ядрами

<sup>24</sup> Данные с сайта <http://www.rusnano.com/projects/portfolio>

		архитектуры VISC
Aquantia Corporation	Действующий R&D центр	Разработка и производство сетевых трансиверов следующего поколения
Selecta Biosciences, Inc. и ООО «Селекта (РУС)»	Действующий R&D центр	Разработка и вывод на мировой рынок серии профилактических и терапевтических вакцин на основе платформы tSVP™ Selecta Biosciences
Группа компаний «Плакарт»	4 действующих завода	Крупнейшая российская компания в области разработки и предоставления услуг по нанесению функциональных покрытий для различных отраслей промышленности. Обладает разветвлённой сетью центров нанесения покрытий по всей стране

Существует ряд экспертных оценок, который указывает на то, что при имеющемся уровне научно-технологических заделов в России возможно развивать следующие направления рынка новых материалов<sup>25</sup>:

- Разработку методов и эффективных технологических процессов органического синтеза новых высокоэнергетических материалов;
- Разработку новых высокоэнергетических систем для нового поколения ракетно-космической техники;
- Разработку экологических («зеленых») высокоэнергетических материалов;
- Нанотехнологии для высокоэнергетических материалов (например, применение и технологии введения нанометаллов);
- Суперкомпьютерные технологии моделирования процессов в высокоэнергетических системах для снижения количества чрезвычайно дорогостоящих огневых испытаний;
- Использование высокоэнергетических материалов в технологиях производства металлов и сплавов со специальными свойствами, используемых при производстве вооружения и военной техники;
- Технологии использования высокоэнергетических материалов для превращения химической энергии в электромагнитную;

<sup>25</sup> На основе данных Сколковского Института Науки и Технологий.

- Технологии утилизации высокоэнергетических материалов;
- Технологии образования для подготовки специалистов в области высокоэнергетических материалов.

Стоит отметить, что в России существуют научно-технические заделы в цифровом проектировании новых материалов с заданными свойствами, когда параллельно с процессом проектирования конструкции закладываются свойства, эксплуатационные характеристики и другие требования к материалу, из которого будет изготовлено изделие. Компьютерное проектирование материалов («цифровизация материалов») осуществляется на нано-, микро- и макроуровне, то есть на масштабах, превышающих атомы и кристаллы.

### **Big Data и индустриальный Интернет**

В мировой практике участников рынка Big Data принято делить на следующие категории:

- Поставщики инфраструктуры, которые решают задачи хранения и предобработки данных;
- Датамайнеры — разработчики алгоритмов, которые помогают клиентам извлекать ценность из больших данных;
- Системные интеграторы, которые разворачивают системы анализа больших данных на стороне клиента;
- Разработчики готовых сервисов на базе больших данных (в основном цифровой маркетинг), которые открывают возможности Big Data для широкого круга пользователей, в том числе для малого и среднего бизнеса.

Ключевыми игроками на рынке поставщиков инфраструктуры по сгенерированной выручке на 2015 год в мире являются такие компании, как: IBM (\$2 104 млрд), SAP (\$ 890 млн), Oracle (\$745 млн), HPE (\$680 млн), Palantir (\$672), Splunk (\$644 млн), Accenture (\$507 млн), Dell (\$489 млн), Teradata (\$432 млн), Microsoft (\$396).

В России также имеется ряд компаний и институтов, способных сделать существенный вклад в развитие технологий Big Data для рынков «Фабрик Будущего». Среди них: МИФИ (реализуемые проекты создания единой гетерогенной среды для больших расчетов в экспериментах ЦЕРНа), ИТМО (реализуемые проекты в области кибер-физических систем и одноименный факультет), ФизТех, НГУ, ННГУ, НИУ ВШЭ.

Наиболее успешными российскими компаниями на данном рынке являются:

<b>Компания</b>	<b>Описание</b>
<b>Yandex Data Factory</b>	На анализе больших массивов данных построено большинство продуктов «Яндекса» — поиск, машинный перевод, фильтрация спама, рекламный таргетинг,



Компания	Описание
	<p>рекомендации, распознавание образов и речи, предсказание пробок. Использовать свои технологии для внешних заказчиков IT-компания начала с 2012 года. С тех пор отечественный IT-гигант делал проекты для нефтяных компаний («Роснефти» и норвежской Statoil), прогнозировал отток абонентов для неназванного телеком-оператора, просчитывал экономичные маршруты для самолетов, снижал процент отказов европейских банкоматов</p>
«Алгомост»	<p>Алгоритмы датамайнинга для решения бизнес-задач компания разрабатывает с 2012 года. Ее аналитические решения адресованы ритейлу, банкам, транспорту, телекому, здравоохранению, страхованию и государству. «Алгомост» консультирует, создает алгоритмы и поддерживает их дальнейшее развитие</p>
IBS	<p>Большими данными отечественный IT-холдинг занялся в 2004 году, когда начал разрабатывать аналитическую платформу для сервиса мониторинга медиаполя «Медиалогия». Клиентам из финансового сектора IBS делала алгоритмы для расширенного скоринга, обогащения клиентского профиля, противодействия мошенничеству, а также анализировала транзакции</p>
«Прогноз»	<p>Разработчик BI-систем из Перми лидирует на российском рынке заказного ПО и продает свои продукты более чем в 70 странах. Флагманская разработка компании Prognoz Platform содержит спектр инструментов от классического BI до продвинутой аналитики и возможностей data discovery</p>
1С	<p>Разработка первой российской MES-платформы для различных применений</p>

На рынке системных интеграторов, которые разворачивают систему анализа больших данных на стороне клиента и выступают посредниками между технологиями и бизнесом, можно выделить следующие отечественные компании:

Компания	Описание
----------	----------

<b>«Форс»</b>	Направлением Big Data компания занялась в 2013 году. Они разрабатывают и развертывают аналитические системы для телекома, ритейла, банковского сектора, здравоохранения, госорганов и муниципальных служб. Кроме того, «Форс» предлагает готовый софт для анализа аудитории с помощью данных из соцсетей (ForSMedia) и формирования досье контрагента.
<b>«Крок»</b>	Интегратор плотно сотрудничает с EMC, HP, Oracle и Microsoft, Intel — с их решениями работает центр компетенций «Крок». Проекты в сфере больших данных компания начала реализовывать с 2013 года. Специалисты «Крок» строили модель по уменьшению оттока абонентов для крупного телеком-оператора, прогнозировали пассажиропотоки для «Центральной пригородной пассажирской компании» и реализовали многие другие проекты для отечественных компаний

На технологиях анализа больших данных построены привычные нам антиспам, антифрод, programmatic-реклама и товарные рекомендации. Для использования готовых сервисов не нужны ни дополнительные серверы, ни консультанты, ни data scientists. Данные эти системы берут из открытых источников — соцсетей, сайтов, форумов и СМИ. Это открывает клиентам широкие возможности для цифрового маркетинга без затрат на инфраструктуру. На рынке готовых сервисов на основе Big Data можно выделить следующие российские компании:

<b>Компания</b>	<b>Описание</b>
<b>Mail.Ru Group</b>	Задолго до появления термина «Big Data» холдинг всю использовал технологии обработки больших данных. Первым таким проектом была система веб-аналитики «Рейтинг Mail.Ru». Сейчас анализ больших данных задействован практически во всех продуктах компании — «Таргет.Mail.Ru», «Почта Mail.Ru», «Одноклассники», «Мой Мир», «Поиск Mail.Ru» и других. С помощью обработки Big Data Mail.Ru фильтрует спам, таргетирует рекламу, оптимизирует поиск, ускоряет работу техподдержки, анализирует поведение пользователей, предлагает им контакты и подписки. Для офлайн-обработки данных компания использует платформу Hadoop, для онлайн — собственную разработку NoSQL СУБД Tarantool

Компания	Описание
<b>«Рамблер»</b>	Изначально медиахолдинг работал с большими данными в части поиска. В последние пару лет компания активизировала направление датамайнинга. Технологии Big Data «Рамблер» применяет для таргетинга рекламы, персонализации контента, блокировки спама и ботов, обработки естественного языка. Технологическая сторона этой работы — платформы для обработки больших данных Hadoop/Spark/Mahout и Python Scipy/Scikit-learn. В дальнейшем компания собирается оттачивать рекламные технологии и персонализацию контента

Примерами лучших практик внедрения технологий обработки данных можно выделить следующие кейсы компаний:

Компания	Описание кейсов
<b>«Мегафон»</b>	В 2013 году «Мегафон» занялся геоаналитикой — изначально для прогнозирования нагрузок на собственную сеть. Сегодня это направление выросло в отдельный сервис анализа пассажироперевозок для транспортных компаний. Приложение показывает объем пассажиропотока, популярные маршруты и раскладку по видам транспорта. В июле оператор начал переговоры с РЖД, предложив ей свое решение для прогнозирования популярных маршрутов
<b>«Билайн»</b>	В конце мая 2015 года оператор запустил пилотный проект, по оценке кредитоспособности своих абонентов. К эксперименту подключились около 20 банков. Они получают от «Вымпелкома» обезличенные скоринговые баллы, рассчитанные по платежам за мобильную связь, оплате услуг со счета мобильного оператора и даже данным геолокации
<b>МТС</b>	Решения для анализа больших данных корпорация внедряет с 2011 года. Информация о профиле потребления интернет-трафика, типах используемых устройств, круге общения и покупках абонента позволяет МТС делать абонентам персональные предложения. Статистику передвижений абонентов

Компания	Описание кейсов
	компания давно использует для прогнозирования нагрузки на сети. Эти же данные сотовый оператор предоставляет правительству Москвы в рамках совместного проекта по развитию городской инфраструктуры. Как ожидается, мобильная геоаналитика поможет властям определиться с размещением новых магистралей и станций метро. С банками МТС провела пилотный проект по скорингу абонентов. Продукт будет готов до конца года, после завершения технического решения, по оценке рисков заемщика
«Сбербанк»	Сейчас банк использует Big Data для управления рисками, борьбы с мошенничеством, сегментации и оценки кредитоспособности клиентов, управления персоналом, прогнозирования очередей в отделениях, расчета бонусов для сотрудников и других задач. По данным CNews, Сбербанк применяет Teradata, Cloudera Hadoop, Impala, Zettaset, стек продуктов Apache (Hadoop, HBase, Hive, Mahout, Oozie, Zookeeper, Flume, Solr, Spark и пр.), специализированные базы данных (Neo4j, MongoDB и т.д.) и собственные решения в области data mining, predictive/prescriptive-аналитики, обработки естественного языка

Суть индустриального Интернета вещей – бесшовная интегрированная автоматизация всей цепочки взаимодействующих между собой производственных предприятий, исключение человека и связанных с человеческим фактором рисков из процесса промышленного производства.

Совокупный объем рынка индустриального Интернета вещей на 2015 год составляет 12,4 млрд долларов США. Данный рынок является перспективным с точки зрения выхода новых игроков за счет слабой концентрации крупных корпорации и доминирования малых игроков. Барьеры для входа новых игроков на рынок на данном этапе развития сектора ниже за счет большого интереса к сфере со стороны инвесторов, готовых вложить деньги в небольшие компании, способные достаточно быстро разработать приложения или железо для последующего внедрения на предприятиях. Ключевыми игроками на рынке индустриального Интернета в мире являются: General Electric (США), Cisco Inc. (США), IBM (США) Intel Corporation (США), Rockwell Automation (США), ARM Holdings plc. (Великобритания), ABB Ltd. (Швейцария), Siemens AG (Германия), Honeywell International Inc. (США), Dassault Systèmes SA (Франция), Huawei

Technology Co., Ltd. (Китай), Zebra Technologies (США), и Robert Bosch GmbH (Германия).

Потенциально перспективные рынки развития Интернета в России можно разбить на две группы:

- Интернет вещей в промышленности;
- Интернет вещей в городах.

Некоторое количество проектов, связанных с разработкой программных решений в нашей стране уже существуют. В частности, компания PTS разрабатывает ПО, позволяющее промышленным предприятиям удаленно следить за работой своей продукции. К примеру, корпорация «Иркут» заказала у них решение, дающее возможность после каждого полета МС 21 удаленно получать с него информацию обо всех системах, работавших во время полета не так, как надо. Этот шаг делает сейчас General Electric.

### **CNC технологии, гибридные технологии**

По данным Ассоциации «Станкоинструмент», в России парк механообрабатывающего оборудования, состоящий преимущественно из отечественных станков, за последние 15 лет практически не обновлялся, сократился на 1 миллион единиц и составляет сегодня около полутора миллиона единиц. Более 70% станочного парка эксплуатируется свыше 15-20 лет и находится на грани полного физического износа. Отрасль производства станков с ЧПУ развита слабо.

Несмотря на это, в ряде компаний страны были сформированы компетенции в области производства оборудования, оперативных систем управления, автоматизированного проектирования. Это позволяет рассчитывать на то, что при должной поддержке данные компетенции и заделы могут быть использованы для перелома падающего тренда в области производства станков с ЧПУ. Наилучшие кейсы в области разработки и производства станков с ЧПУ представлены ниже.

Станкостроительные заводы внедряют прогрессивные инновационные разработки, используют модульный принцип, автоматизированное проектирование, обновляют свои продуктовые линейки, пользующиеся повышенным спросом у потребителей.

Холдинг «Станкопром» был создан в 2013 году под эгидой Госкорпорации Ростех в качестве системного интегратора российских станкостроительных предприятий. Он контролирует импорт оборудования, комбинирует зарубежные разработки с российской сборкой, развивает российские НИОКР и внедряет их.

Холдинг был создан на базе ОАО «РТ-Станкоинструмент» и ОАО «РТ-Машиностроение» и является их правопреемником. «Станкопром» имеет статус головной организации Госкорпорации Ростех в области станкостроения и инструментального производства. На 2014 консолидированные активы холдинга оценивались в 15 млрд руб.

Планируемые инвестиции — около 30 млрд руб., из которых собственные финансовые ресурсы 5,5 млрд руб., а 11 млрд руб. — частные инвестиции и банковские кредиты в соотношении 50 на 50. Стратегической задачей холдинга «Станкопром» является долгосрочное обеспечение технологической независимости и конкурентоспособности российского машиностроения за счет создания конкурентоспособных отечественных средств машиностроительного производства. Холдингом ставится цель достичь к 2020 году доли отечественных металлорежущих станков с ЧПУ в 70 % (при пессимистичном сценарии их доля составит 13 %), при этом холдинг может стать единственным поставщиком станков для оборонных предприятий.

Существенные заделы для производства сложных видов станкостроительной продукции имеются на ряде отечественных заводов. К примеру, многооперационные обрабатывающие центры и гибкие производственные модули создаются и осваиваются на уже указанном «Стерлитамакском станкозаводе» и «Савеловском машзаводе», заводах «Красный пролетарий», «Саста», «РСЗ», МАО «Седин», «ИЗТС». Современные внутришлифовальные автоматы и круглошлифовальные прецизионные станки производятся на Владимирском станкозаводе «Техника», зубообрабатывающие станки с ЧПУ — на Саратовском и Рязанском станкозаводах.

За 2014 г. в Центре перспективных технологий разработана серия фрезерно-гравировальных станков с числовым программным управлением: АТС 1200, АТС 3000, АТС 8000 и было продано более 30 станков новых модификаций. Используя имеющуюся программно-аппаратную платформу обрабатывающего центра, проведена разработка систем перемещения и управления для ряда других высокотехнологичных приложений. Два их них — биодозатор для 2D и 3D- печати, а также станок с ЧПУ для обработки корундовой керамики.

Ряд исследовательских институтов ведет НИОКР в области внедрения новых видов инструментов. Одним из характерных примеров может выступать «ВНИИИНСТРУМЕНТ», которые ведет активную работу в области разработки и изготовления опытных образцов инструмента, оказывает помощь в освоении выпуска дереворежущего инструмента на инструментальных заводах (Томском, Белгородском, Свердловском, Серпуховском, на малых предприятиях России в городах Пермь, Волгоград, Санкт-Петербург, Йошкар-Ола и др.), выполняет сертификационные испытания на безопасность. В последние годы разрабатываются и изготавливаются новые флюсы, созданы малогабаритные установки для электроконтактной пайки инструмента и других изделий, разрабатываются технологические процессы получения паяного инструмента для применения в различных отраслях промышленности.

Анализ результатов технологического аудита отрасли, который произвел МГТУ им. Н. Э. Баумана в партнерстве с АО «Станкопром», позволил определить перспективные системы ЧПУ Flex NC (разработчик —

ООО «Станкоцентр», г. Москва). ЧПУ Flex NC – это сложный программно-аппаратный комплекс, работающий в жестком реальном времени, включая обработку больших объемов информации. Это позволяет эффективно использовать данную систему для повышения точности станка на 1-3 класса и увеличения скорости рабочих подач в несколько раз относительно паспортных.

Система ЧПУ прошла испытания в самых тяжелых условиях, в том числе в непрерывном режиме работы станков в производственных условиях: три смены более месяца без выключений станков. Система ЧПУ Flex NC успешно эксплуатируется на таких предприятиях, как Роствертол, РСК МИГ, Гидропресс, ТАНТК им. Г.М. Бериева (г. Таганрог), ГПЗ-1 (ЕПК) и др., а также на модификациях станков, которые выпускал Савеловский машиностроительный завод (СМЗ, г. Кимры) с системой ЧПУ Flex NC (более 30 моделей станков). На 55-ом Всемирном салоне инноваций, научных исследований и новых технологий «Эврика-2006», проходившем в Брюсселе (Бельгия), система ЧПУ Flex NC под маркой Integral/Интеграл получила золотую медаль.

### **Робототехника (промышленные роботы)**

С 2010 года спрос на промышленные роботы увеличился из-за продолжающейся тенденции к автоматизации и инновационно-технических усовершенствований промышленных роботов. В период с 2010 по 2014 год, средний рост продаж был на уровне 17% в год. Основным регионом-драйвером роста является Азия, где в 2014 году было продано более 139 тыс. промышленных роботов. Спрос на промышленную робототехнику в основном складывается в следующих секторах промышленности: машиностроение, электроника, металлообработка, химическая промышленность. Основными факторами роста сектора выделяются:

- Государственная поддержка таких инициатив;
- Глобальная конкуренция требует постоянной модернизации производственных мощностей;
- Рост потребительских рынков мира формирует потребность в росте производственных мощностей;
- Роботы улучшают условия труда рабочих на производстве, беря на себя наиболее опасные участки технологических и производственных цепочек.

Рынок делится на производителей промышленных роботов и на поставщиков сервисов и услуг, разработчиков программного обеспечения. Мировыми лидерами на рынке производителей промышленных роботов являются: Yaskawa (~23%), Fanuc (~22%), KUKA (~15%), Kawasaki (~8%), Fujikoshi (~8%). Лидера на рынке сервисов, услуг и разработки программного обеспечения являются: Siemens (~20%), Mitsubishi Electric (~18%), General Electric (~14%).

По данным International Federation of Robotics общее число инсталлированных промышленных роботов в Российской Федерации к 2015 году – около 2 740 шт. С 2010 по 2013 год наблюдался стабильный рост продаж промышленных роботов – в среднем около 20% в год. В 2013 году продажи достигли своего максимума – 615 роботов (увеличение на 34% по сравнению с 2012 г.), но в 2014 году произошло резкое падение продаж на 56 % – до около 340 роботов. Причиной этого является сильное изменение валютного курса.

В 2013 г. плотность роботизации промышленности в РФ составила 2 РТК на 10 000 занятых в сфере работников, когда средняя плотность роботизации промышленности во всем мире в 2013 г. составила 62 РТК, а в 2014 г. – 66. Мировыми лидерами в плотности роботизации являются Республика Корея (478 РТК), Япония (314 РТК), Германия (292 РТК), США (164 РТК). Плотность роботизации Китая ниже среднего уровня – 36 РТК, что указывает на высокий потенциал роботизации производства Китая.

В настоящий момент в России промышленных роботов производит ООО «Волжский машиностроительный завод» (ООО «ВМЗ») и ОАО «Башкирская машиноиспытательная станция». В 2016 году планируется строительство в Башкирии нового предприятия для производства роботов и их комплектующих. В декабре 2015 года в новостях появилась информация об угрозе ликвидации ООО «ВМЗ». Также существует достаточно много малых и средних компаний, проводящих исследования и разработки в области робототехники, всего по данным Сколковского Института Науки и Техники около 127.

Также на рынке России работают отечественные компании-интеграторы. Интеграторы – инженерные фирмы, которые проектируют, строят и устанавливают робототехнические системы, но не осуществляют перепродажу или дистрибуцию для других компаний. Некоторые из этих компаний выступают партнерами для производителей промышленных роботов и выступают как дистрибьюторы, другие компании консультируют и предлагают робототехнические решения, после сравнения различных роботов от разных производителей и выбора наиболее подходящего для требуемого решения. Ниже приведен список российских компаний-интеграторов, занимающихся внедрением робототехнических комплексов в российское производство. Список отечественных компаний-интеграторов, осуществляющих проектирование и изготовление устройств, машин, механизмов на основе собственных разработок, представлен ниже:

Компания	Описание деятельности
ОАО «ОМЗ»	Объединенные машиностроительные заводы (Группа Уралмаш-Ижора) – интегрированный и высоко диверсифицированный инжиниринговый и научно-производственный холдинг в области тяжелого машиностроения с прочными рыночными позициями



	<p>в следующих бизнес-направлениях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Оборудование для атомной энергетики;</li> <li>• Оборудование для нефтегазохимического комплекса;</li> <li>• Нефтегазовое буровое оборудование;</li> <li>• Продукция из специальных и обычных сталей;</li> <li>• Metallургическое оборудование;</li> <li>• Горное оборудование;</li> <li>• Криогенная техника;</li> <li>• Трубопроводная арматура;</li> <li>• Инжиниринг, комплексные решения и сервис</li> </ul>
<p><b>ООО «РОБОПРОМ»</b></p>	<p>Область деятельности компании – проектирование и изготовление устройств, машин, механизмов (в том числе автоматизированных), спец. техники, металлоконструкций в различных областях промышленности, строительства и др. Компания работает на постоянной основе с такими заказчиками, как ОАО «Завод «Красное Сормово», АО «Транснефть-Верхняя Волга», ООО «ЛУКОЙЛ-Волганефтепродукт», ОАО «Выксунский металлургический завод», ООО «РусВинил», ООО Фольксваген Груп Рус</p>

В 2015 было аккредитовано рекордное количество ресурсных центров, на базе которых проходит обучение и тренировки юных робототехников. Общее количество центров по итогам 2015 года достигло 66. Данные центры в основном открывались на базе вузов страны.

Научная деятельность осуществляется как в специализированных научных центрах и высших учебных заведениях, так и в различных компаниях. На данный момент Национальной Ассоциации участников рынка робототехники известно о 28 научно-исследовательских организациях, где осуществляются робототехнические разработки. Ниже представлен список из 5 наиболее крупных российских научных центров и направлений их разработок:

Научные центры	Направления разработок
----------------	------------------------

Научные центры	Направления разработок
<p>Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Мехатроника и робототехника;</li> <li>• Интеллектуальные системы управления;</li> <li>• Фотонная и оптоэлектронная техника;</li> <li>• Специальное и космическое приборостроение;</li> <li>• Лазерные технологии;</li> <li>• Космические технологии;</li> <li>• Информационно-управляющие системы;</li> <li>• Тренажеры</li> </ul>
<p>Научно-Учебный Центр «Робототехника» МГТУ им. Н.Э. Баумана</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разработка систем управления роботов и многокомпонентных робототехнических систем;</li> <li>• Создание распределенных баз данных различного назначения;</li> <li>• Разработка систем управления и учета складских модулей;</li> <li>• Поставка систем управления транспортными модулями;</li> <li>• Разработка систем логического управления робототехническими комплексами;</li> <li>• Создание программного обеспечения для систем управления и моделирования в реальном времени;</li> <li>• Поставка и монтаж под ключ систем охраны и контроля доступа;</li> <li>• Модернизация станков с ЧПУ и др.</li> </ul>
<p>Центр разработки робототехнических систем МГТУ «СТАНКИН»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Создание технологического комплекса с числовым программным управлением для прецизионной плазменной резки, упрочнения рабочих поверхностей и поверхностного плазменного напыления защитных покрытий на штампы и пресс-формы;</li> <li>• Создание базовых исполнительных систем многокоординатных металлорежущих станков на основе прецизионных комплектных линейных электроприводов;</li> <li>• Разработка роботизированного комплекса для лазерной сварки сложных пространственных конструкций из тонкого металлического листа;</li> </ul>

Научные центры	Направления разработок
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Создание электроэрозионного копировально-прошивочного станка с числовым программным управлением с 2 горизонтальными осями вращения с точностью обработки до <math>\pm 5</math> мкм;</li> <li>• Создание гаммы электроэрозионных 5-координатных проволочно-вырезных станков с точностью обработки до <math>\pm 5</math> мкм;</li> <li>• Создание гаммы мобильных роботов для финишной обработки и неразрушающего контроля крупногабаритных листовых машиностроительных металлоконструкций</li> </ul>
<p>Научно-производственное объединение «Андроидная техника»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разработка, производство и продвижение человекоподобной робототехники на российский и международный рынки;</li> <li>• Разработка и производство робототехнических систем для министерств и ведомств РФ;</li> <li>• Разработка программного обеспечения и систем управления РТС</li> </ul>
<p>ОАО «ВНИИтрансмаш»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Военные гусеничные машины;</li> <li>• Шасси планетоходов, оборудование и аппаратура для космических исследований;</li> <li>• Аварийно-спасательные комплексы, машины и роботы;</li> <li>• Железнодорожный транспорт;</li> <li>• Разработки для различных отраслей</li> </ul>

### Технологии организации и управления производством

За последние десятилетия в мировой практике организации и управления производством (ОУП) произошли существенные изменения, кардинально повысившие эффективность производства в целом и его элементов. Эти изменения позволили решить проблемы обеспечения качества конечных изделий/объектов (и комплектующих), соблюдения сроков, контроля себестоимости изделий/объектов.

Международная практика показывает, что для успешно решения этих проблем в управлении производством в последние десятилетия реализуются концепция «расширенного предприятия», применяются системно-инженерные подходы и специальные методологии (например, Defense Acquisition System, [DoD] - управление заказом и приобретением).

Осуществляется переход к «облачному производству» и «производству как сервис». Концепция «облака» предполагает, что пользователи переносят/передают в «облако» функции для последующего использования по принципу «когда необходимо, плачу-пользуюсь» (pay-to-play architecture). Первоначально эта архитектура была отработана в ИТ области, сейчас делаются попытки реализовать «облачное» производство [МС] и производство-как-сервис (MaaS) [MaaS].

Технологии ОУП являются существенно важными для промышленности в целом и для всех ее секторов индустрий без исключений, потому что именно технологии ОУП обеспечивают возможность создавать новые изделия в адекватные сроки и с гибким учетом потребностей клиентов, контролировать себестоимость, сроки и качество работ. Действительно, потребительские/функциональные свойства изделий обеспечиваются использованием новых материалов, технологий обработки и т.д., но соблюдение сроков, качества и себестоимости зависят, прежде всего, от адекватного управления.

По данным Research and Markets, рынок ОУП будет расти стремительными темпами с среднегодовым ростом в 7% до 2021 года за счет следующих видов технологических решений: Database Activity Monitoring (DAM), Data Loss Prevention (DLP), приложения в области кибербезопасности систем управления предприятием и Event Management (SIEM). Лидерами в мире в сегменте технологий ОУП являются: ABB Group, Check Point Software Technologies Ltd., Cisco Systems Inc., Honeywell International Inc., International Business Machines Corporation, Juniper Networks Inc., Lockheed Martin Corporation, Rockwell Automation Inc., Siemens AG, Tofino Security, Trend Micro.

Перспективные технологии ОУП в России находятся на самом начальном уровне, что показывает наличие резервов эффективности и создает значительные перспективы развития: эти технологии имеет смысл внедрять практически на всех промышленных предприятиях.

Несмотря на ранний уровень развития отрасли в России, ряд организаций и институтов уже демонстрируют высокий уровень развитых компетенций и наработанных заделов в ряде областей ОУП (согласно оценке Сколтех), например:

- Системно-инженерные подходы:
  - Концепции PLM, полной стоимости жизненного цикла, управления сроками эксплуатации;
  - Управление требованиями, конфигурацией, изменениями, параллельное проектирование;
- Модульность, платформы, крупноблочная сборка и монтаж;
- Управление проектными программами и проектами EVM и IPD;
- Расширенное предприятие, интеграция данных и процессов;

– Стандарты представления данных и информационного обмена OWL, STEP NC, ISO 15926;

– Безбумажный документооборот, управление «on-line».

Далее представлен список отечественных организаций, которые работают в приведенных выше областях:

Компания	Описание деятельности
ЗАО «ГСС»	Создание новых образцов авиационной техники гражданского назначения. Программа по созданию семейства российских региональных самолетов Sukhoi Superjet 100
ФГУП «ПО Уральский оптико-механический завод»	Приборостроение, точное машиностроение, оптико-механические приборы
ОАО «Автоваз»	Производство легковых автомобилей
ОАО «ВНИИАЭС»	Научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы в области эксплуатации атомных электростанций
ОАО «Вертолеты России»	Разработка, производство и сервисное обслуживание
ОАО «ОДК»	Производство двигателей для военной и гражданской авиации, космических программ, установок различной мощности для производства электрической и тепловой энергии, газоперекачивающих и корабельных газотурбинных агрегатов
ОАО «НИАЭП»	Проектирование и сооружение АЭС
ОКБ «Гидропресс»	Конструкторские, расчетно-теоретические, экспериментально-исследовательские и производственные работы по созданию реакторных установок для АЭС
ОАО «Атомэнергопроект»	Проектно-изыскательные работы по сооружению и модернизации АЭС
Проектно-конструкторский филиал	Проектно-конструкторские работы в

Компания	Описание деятельности
концерн «Росэнергоатом»	интересах обеспечения эксплуатации АЭС
ОАО «Пермская Научно-производственная Приборостроительная компания»	Приборостроение, точное машиностроение, производство датчиков, элементов, а также сложных бортовых комплексов навигационных систем различного назначения и товаров народного потребления

За последние десятилетия на подавляющем большинстве Российских предприятий внедрено большое количество различных информационных систем (например, ERP-системы в различном составе внедрены практически на всех значимых предприятиях, также практически на всех рабочих местах проектировщиков и конструкторов большинства предприятий установлены САХ-системы и т.д.). Российские предприятия широко используют те же самые программные и технические средства, что и зарубежные предприятия. Большинство сегментов информационно-технологических рынков Российской Федерации на 100% обеспечиваются поставками общемировых вендоров, например:

- CAD, CAM, CAE, PDM – платформы уровня крупного предприятия и другие;
- ERP-системы уровня средних и крупных предприятий;
- BI-системы;
- Системы управления документооборотом уровня крупного предприятия;
- Вычислительные системы уровня крупного предприятия;
- Высокопроизводительное сетевое оборудование.

## 2.5. Оценка рисков реализации плана мероприятий («дорожной карты») и сведения об инструментах их минимизации

### Технологические риски

1) Неподготовленность российских компаний к применению цифровых технологий, отсутствие соответствующих технологических и управленческих компетенций;

2) 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;

3) Отставание технологической базы и неготовность нормативно-правовой базы (сертификация, ГОСТы) для быстрого разворачивания испытательных полигонов по тестированию перспективных пакетов технологий на совместимость и масштабируемость;

4) Недостаточное качество математических моделей для предсказания характеристик материала и изделия с заданной точностью;

5) Недостаточность вычислительных ресурсов для создания, хранения и обработки массивов данных.

***Снизить негативные последствия существующих рисков можно за счет следующих мероприятий:***

– осуществление технологического аудита в организациях-участниках реализации ДК «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, в том числе с государственными и ведомственными целевыми программами, программами развития госкорпораций и компаний с государственным участием, университетов, исследовательских институтов и других значимых компаний по приоритетным технологическим направлениям ДК «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 преодоления технологических барьеров;

– 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.

### **Рыночные риски**

1) Конкуренция стандартов, необходимость опережающей гармонизации новых стандартов в ЕС и США по всему спектру применения передовых производственных технологий;

2) Неразвитый рынок труда специалистов, обладающих компетенциями для рынка «Фабрик Будущего»;

3) Реорганизация глобальных цепочек создания стоимости, сопровождающаяся реиндустриализацией развитых стран и возвратом производства из развивающихся стран;

4) Низкое качество деловой среды и риски снижения уровня предпринимательской активности;

5) Усиление структурных диспропорций в экономике в пользу сырьевых секторов и сопутствующее снижение инвестиционной привлекательности обрабатывающей промышленности;

6) Неразвитая корпоративная среда: отсутствие компаний интеграторов, управляющих глобальных технологическими цепочками или создающими глобальные технологические платформы; отсутствие института корпоративной медиации; отсутствие развитого сектора малого высокотехнологичного бизнеса и др.

***Снизить негативные последствия существующих рисков можно за счет следующих мероприятий:***

- реализации 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;

- определения перспективных ниш в РФ для внедрения пакетов технологий по итогам тестирования их на испытательных полигонах;

- продвижения образовательных программ (в части курсов повышения квалификации), работы с промышленными предприятиями на целевую подготовку специалистов в области ППТ.

### **Макроэкономические и геополитические риски**

1) Нарастающие негативные последствия санкций и иных административных препятствий к международной кооперации;

2) Ухудшение внутренней и внешней конъюнктуры, снижение темпов роста экономики и уровня инвестиционной активности, кризис банковской системы, спад в промышленности и т.д.;

3) Введение законодательных ограничений в режиме санкций в отношении экспорта и (или) импорта программного обеспечения.

***Снизить негативные последствия существующих рисков можно за счет следующих мероприятий:***

- переориентации кооперации на рынки стран, лежащих в зоне геополитической устойчивости интересов по отношению к РФ;

- ориентации кооперации на малоподверженные влиянию геополитических факторов отрасли: космическую, атомную;

- расширения международного сотрудничества и увеличения базы зарубежных заказчиков, наращивания компетенций по применению всей линейки передового программного обеспечения.

### **Финансовые риски**

1) 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;

2) 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».

***Снизить негативные последствия существующих рисков можно за счет следующих мероприятий:***

- ориентации компаний на работу и создание партнерств в рамках проектных консорциумов, для разделения рисков и расходов, использование специального кредитного финансирования и инвестиций (ВЭБ, Роснано, РВК, др.);
- заключения соглашений с иностранными поставщиками и партнерами о хеджировании валютных рисков;
- привлечения ресурсного потенциала РАН и государственных корпораций.

### **Управленческие риски**

1) 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;

2) Возникновение «Агентской проблемы» несовпадения взглядов стейкхолдеров и управленческого персонала на решение проблем, связанных с реализацией направлений ДК «Технет»;

3) Нехватка квалифицированных специалистов в технологических областях управления процессами реализации мероприятий ДК «Технет»;

4) Недобросовестность в исполнении обязанностей по управлению процессами реализации ДК «Технет» со стороны представителей управленческого персонала.

***Снизить негативные последствия существующих рисков можно за счет следующих мероприятий:***

- проведение курсов подготовки и обучения управленческих кадров для целей более качественной интеграции нового персонала в системы управления процессами реализаций положений ДК «Технет»;
- проведения совещаний между стейкхолдерами и представителями управленческого персонала для обеспечения координации в процессе принятия ключевых решений по вопросам реализации положений ДК «Технет»;
- установления мер персональной ответственности за нарушение обязательств перед нанимателем в рамках трудового договора для представителей руководящего персонала.

## **Прочие риски**

1) Установление монопольного сговора между представителями крупных компаний-участников «Технет» на предоставлении услуг и использование ППТ, а также утаивание результатов разработок и апробации критических важных технологий от других участников группы;

2.) 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;

***Снизить негативные последствия существующих рисков можно за счет следующих мероприятий:***

– осуществления процесса мониторинга в части создания и использования интеллектуальных прав в рамках реализации мероприятий ДК «Технет»;

– обеспечения комплексного подхода реализации положений ДК «Технет», предусматривающего увязывание процессов внедрения технологий на рынок и обеспечение нормативно-правовой поддержки данных процессов во избежание возникновения институциональных и административных барьеров в данной области.

### III. План реализации плана мероприятий («дорожной карты»)

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
<b>1. Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках</b>						
1.1	<b>Разворачивание и работа сети испытательных полигонов (TestBeds)</b>	I квартал 2017 года	IV квартал 2021 года	<p>I квартал 2017 года – запущен виртуальный испытательный полигон для автомобилестроения;</p> <p>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);</p> <p>II квартал 2017 года – сформированы требования, подготовлены для утверждения Минпромторга России стандарты финансирования, аудита и отчетности испытательных полигонов (TestBeds);</p> <p>II квартал 2017 года– созданы партнерства, запущена работа по формированию консорциумов по реализации</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).</p> <p>Сформированы пакеты технологических решений и услуг для компаний высокотехнологичных отраслей промышленности и рынков НТИ. Распространение на</p>	<p><b>Ответственный:</b> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Федеральное бюджетное учреждение «Российское технологическое агентство», «Сколковский институт науки и технологий», «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)», Институт новых углеродных</p>

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>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>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>II квартал 2017 года – разработаны административные регламенты Виртуального полигона систем искусственного интеллекта;</p> <p>III квартал 2017 года – запуск работы по созданию TestBed</p>	<p>высокотехнологичные компании парадигмы проектирования на основе компьютерного инжиниринга и оптимизации изделий - (Simulation &amp; Optimization)-Driven Design, позволяющей выпустить конкурентоспособную продукцию на рынок в кратчайшие сроки.</p> <p>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</p>	<p>материалов и технологий (ИНУМиТ), НТИЦ «АпАТЭК- Дубна», НПО «Сатурн», компании-участники направления «Технет»</p>

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>«умная» фабрика (разработка проектной документации) в области двигателестроения</p> <p>IV квартал 2017 года – запущены 3 универсальных полигона первой очереди (университетского типа)</p> <p>IV квартал 2017 года – разработан и согласован с Минпромторгом России регламент проведения тестирования, верификации и валидации инженерного программного обеспечения;</p> <p>IV квартал 2017 года – начата работа по созданию инфраструктуры виртуального полигона систем искусственного интеллекта на базе НИТУ МИСиС;</p> <p>I квартал 2018 года – создан Национальный Центр тестирования, верификации и валидации (TVV<sup>26</sup>) отечественного и зарубежного программного обеспечения в области компьютерного и суперкомпьютерного</p>	заказа российских исследовательских и производственных организаций с точки зрения учета вызовов цифровизации и интеллектуализации всех экономических процессов.	

<sup>26</sup> TVV - Testing, Verification, and Validation (тестирование, верификация и валидация).

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>инжиниринга;</p> <p>II квартал 2018 года – проведена технологическая подготовка гибкой производственной ячейки («умная» фабрика) в области двигателестроения;</p> <p>II квартал 2018 года – запущена цифровая фабрика для автомобилестроения (ЦФ-Авто-1);</p> <p>II квартал 2018 года – создан Национальный сетевой Центр реверсивного инжиниринга и прототипирования;</p> <p>II квартал 2018 года – запуск Центра трансфера передовых производственных технологий, исследований, обучения и поддержки экспорта «Технет» НТИ (в Китае);</p> <p>II квартал 2018 года – проведение конкурсного отбора TestBeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям производственная робототехника (advanced</p>		

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>robotics), новые материалы, Big Data;</p> <p>II квартал 2018 года – начало проведения международных конкурсов в рамках виртуального полигона систем искусственного интеллекта на базе НИТУ МИСиС;</p> <p>III квартал 2018 года – получение виртуальным полигоном Института ИИ МИСиС статуса международного дата-сета, совместные программы с The Rawseeds Project, Oxford New College Dataset, MIT Grand Challenge Dataset.</p> <p>IV квартал 2018 года – открыты испытательные полигоны второй очереди, проведен ежегодный аудит TestBeds первой очереди, подготовлены рекомендации по модели и показателям результативности их работы;</p> <p>IV квартал 2018 года – проведен второй конкурсный отбор на софинансирование создания испытательных полигонов, проведена оценка</p>		

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>промежуточных итогов работы пилотных испытательных полигонов, профинансированных в 2017 году, подготовлены рекомендации по модели и показателям результативности их работы;</p> <p>IV квартал 2018 года – запущена цифровая фабрика для автомобилестроения (ЦФ-Авто-2);</p> <p>I квартал 2019 года – запущен виртуальный испытательный полигон для судостроения, кораблестроения и судового машиностроения;</p> <p>I квартал 2019 года – первые коммерческие образцы продуктов и услуг, созданных на базе Виртуального полигона систем искусственного интеллекта;</p> <p>II квартал 2019 года – запущена цифровая фабрика для автомобилестроения (ЦФ-Авто-3);</p> <p>III квартал 2019 года – создана ИТ-платформа (по типу</p>		



№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>marketplace) размещения и конкурса заказов для подключения большого числа разнотипных игроков рынка к развитию, коммерциализации и широкому использованию ППТ;</p> <p>IV квартал 2019 года – проведение конкурсного отбора Testbeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим направлениям (третья очередь);</p> <p>IV квартал 2019 года – запущена цифровая фабрика для автомобилестроения (ЦФ-Авто-4);</p> <p>IV квартал 2019 года – запуск Центра трансфера передовых производственных технологий, исследований, обучения и поддержки экспорта «Технет» НТИ (в Европе);</p> <p>II квартал 2020 года – проведение конкурса для отбора TestBeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» по технологическим</p>		

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>направлениям;</p> <p>III квартал 2020 года – разработаны технологии проектирования и производства оптимизированных конструкций для высокотехнологичных отраслей и рынков НТИ;</p> <p>IV квартал 2020 года – проведение четвертого конкурсного отбора на софинансирование создания испытательных полигонов (четвертая очередь);</p> <p>IV квартал 2020 года – открыты испытательные полигоны четвертой очереди;</p> <p>II квартал 2021 года – проведение конкурсного отбора TestBeds для отработки и пилотирования компонентов «Фабрики Будущего» для рынков НТИ и высокотехнологичных секторов РФ;</p> <p>III квартал 2021 г. – выявлены новые направления НИОКР для обеспечения создания компетенций следующего</p>		

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>поколения;</p> <p>IV квартал 2021 года – подведены итоги деятельности испытательных полигонов (TestBeds), созданных для испытания и масштабирования элементов и компонентов «Фабрики Будущего Технет», с учетом востребованности пакетов технологий и лицензий со стороны промышленности</p>		
1.2.	<p><b>Развитие экосистемы формирования, привлечения развития и передачи компетенций и лучших в своем классе технологий</b></p>	II квартал 2017 г.	IV квартал 2019 г.	<p>II квартал 2017 года – запущена система акселерации с участием НПО «Сатурн», СПбПУ, Сколтех-МГУ, 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;</p> <p>III квартал 2017 года – проведен первый конкурсный отбор для поддержки перспективных исследований и разработок в сфере передовых</p>	<p>Сформирована экосистема, обеспечивающая инициативное участие любых организаций, компаний (в т.ч. малых и средних) и экспертов в развитии рынка «Технет».</p>	<p><b>Ответственный:</b> Ассоциация «Технет», Федеральное бюджетное учреждение «Российское технологическое агентство», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, АО «РВК», Фонд Сколково, Фонд содействия инновациям,</p>

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>производственных технологий IV квартал 2017 года – запущены 2 акселератора по развитию глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ППТ;</p> <p>I квартал 2018 года – итоги акселерационных программ участия МИП и МСП в реализации задач и участия в работе по проектам;</p> <p>III квартал 2018 года – представлены рекомендации и предложения в инвестиционные программы компаний с государственным участием;</p> <p>IV квартал 2018 г. – запущен 1 акселератор по развитию глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ППТ;</p> <p>IV квартал 2019 г. – запущен 1 акселератор по развитию глобально конкурентоспособных бизнесов на базе ППТ</p>		компания-участники направления «Технет»
1.3	<b>Создание глобальной сети российских Фабрик</b>	I квартал 2018 г.	IV квартал 2021 г.	I квартал 2018 года – разработаны форматы, требования к протоколам	Сформировано полномасштабное обеспечение	<b>Ответственный:</b> Министерство промышленности и

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
	Будущего			<p>взаимодействия узлов производственной сети «Фабрик Будущего»;</p> <p>III квартал 2018 года – запущена «виртуальная фабрика» с использованием технологий индустриального Интернета;</p> <p>II квартал 2019 года – запуск полигона «умной» фабрики первой очереди (производственного типа);</p> <p>IV квартал 2021 года – открыта первая полноценная российская «Фабрика Будущего» (полный пакет технологических решений по классу цифровая фабрика) в одной из стран БРИКС/ШОС</p>	<p>технологического и производственного лидерства России по направлению передовых производственных технологий на глобальном рынке.</p> <p>Сформированы условия для создания глобально конкурентоспособной и кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения в России.</p> <p>Сокращено время вывода на рынок технологических решений, в т.ч. за счет сокращения сроков разработки и проектирования продукции</p>	<p>торговли Российской Федерации, Федеральное бюджетное учреждение «Российское технологическое агентство», АО «Российский экспортный центр» (РЭЦ), НПО «Сатурн», компании-участники направления «Технет»</p>
	<b>2. Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения</b>					
2.1	Проекты развития сертификации новых материалов,	II квартал 2017 г.	IV квартал 2025 г.	I квартал 2017 года – проведены консультации с министерствами, ведомствами и	Внедрена новая парадигма экспериментально-	<b>Ответственный:</b> АНО «Сколковский институт науки и

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
	<p><b>аддитивных технологий и конструкций нового поколения (Университетско-промышленные сертификационные TestBeds)</b></p>			<p>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>II квартал 2017 года – запущено формирование международного консорциума в области сертификации;</p> <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>цифровой сертификации, позволяющая сократить сроки сертификации продукции в 5-10 раз. Сформирована сеть региональных центров (органов и лабораторий) сертификации продукции, полученной с использованием ППТ.</p>	<p>технологий», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, компании-участники направления «Технет»</p>

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<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 Министерством промышленности и торговли Российской Федерации));</p> <p>IV квартал 2018 года – создан объединенный экспериментально-цифровой центр сертификации (TestBed) и сетевой промышленный экспериментально-цифровой центр сертификации (TestBed);</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>IV квартал 2018 года –</p>		

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>разработаны сертификационные правила и требования к высокоответственным композитным конструкциям;</p> <p>IV квартал 2020 года – создана сеть региональных пилотных центров (органов или лабораторий) сертификации продукции, полученной с использованием ППТ (в составе сети не менее 3 центров);</p> <p>IV квартал 2020 года – внесены изменения и дополнения в основные документы международного регулирования использования новых материалов (при ООН, ЮНИДО, др.), в правила международных регистров в части нормативно-методических указаний по проектированию, изготовлению, эксплуатации изделий из новых материалов и др.;</p> <p>IV квартал 2020 года – сертифицирована продукция, полученная с использованием ППТ, в рамках реализации</p>		



№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>пилотных проектов-демонстраторов современных подходов в проведении сертификации;</p> <p>IV квартал 2025 года – сеть экспериментально-цифровых центров (органов или лабораторий) сертификации интегрирована в международную систему сертификации продукции, полученной с использованием ППТ;</p> <p>IV квартал 2025 года – интегрированная система математического моделирования и проектирования материалов, конструкций и технологических процессов их производства внедрена на производстве продукции, полученной с использованием ППТ.</p>		
2.2.	<b>Нормативно-правовая поддержка законодательных инициатив в области передовых производственных технологий</b>	II квартал 2017 г.	IV квартал 2025 г.	II квартал 2017 года (далее – ежегодно) – подготовлен перечень рекомендаций по уточнению мероприятий государственных программ, влияющих на развитие рынка ППТ;	Обеспечена нормативно-правовая база для сокращения сроков и издержек на внедрение новых технологических процессов за счет	<b>Ответственный:</b> АНО «Сколковский институт науки и технологий», Министерство промышленности и торговли

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>II квартал 2017 года - 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 2017 года - участие в формировании основных документов международного регулирования использования автономных транспортных средств передвижения (NHTSA, NCAP, UNECE);</p> <p>I квартал 2018 года – принят план по поддержке проектов нормативно-технической документации и стандартизации российских разработок за рубежом на период до 2020 года;</p> <p>IV квартал 2018 года – разработана программа подготовки научно-технических обоснований для обеспечения создания законодательной и нормативно-регуляторной базы внедрения материалов и</p>	<p>реализации адаптивности и гибкости цифровых фабрик, (малое/крупносерийное производство). Российские предприятия эффективно конкурируют на глобальных рынках, имеют экспертную, юридическую и финансовую рычаги поддержки для масштабирования своей деятельности, защиты интересов российских разработчиков и отечественных производственно-технологических компаний</p>	<p>Российской Федерации, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), Федеральная служба государственной статистики (Росстат), Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Институт новых углеродных материалов и технологий (ИНУМиТ), НТИЦ «АпАТЭК- Дубна», АО «Российский экспортный центр» (РЭЦ), компании-участники направления «Технет»</p>

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>конструкций нового качества;</p> <p>IV квартал 2018 года – принято не менее 20 стандартов в сфере сертификации ППТ;</p> <p>IV квартал 2018 года – сформирован пакет нормативно-технических документов, обосновывающих внедрение «цифровых» методов для обоснования «зрелости» новых технологических процессов;</p> <p>I квартал 2019 года – сформированы уточненные описания передовых производственных технологий (ППТ) и методик расчета их использования в России, а также объема производства, отгрузки и экспорта продукции, полученной с использованием ППТ - для внесения изменений в формы федерального статистического наблюдения и указания по их заполнению;</p> <p>III квартал 2019 года – сформирована «комфортная» юрисдикция для российских компаний в партнерских странах (таможенное и</p>		

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>лицензионное сопровождение и поддержка, субсидирование работ технологического аудита и подготовки планов НИОКР по перспективным направлениям ППТ, система мер поддержки МИП/МСП, работы с государственным а также заказом инновационных программ крупных компаний, др.);</p> <p>IV квартал 2019 года – принято не менее 50 стандартов в сфере сертификации ППТ;</p> <p>IV квартал 2020 года – разработана программа формирования научно-технических основ и законодательно-регуляторной базы для мотивации ученых и инженеров в создании предприятий малого и среднего бизнеса в области передовых производственных технологий и выпуска конструкций нового качества;</p> <p>IV квартал 2020 года – разработаны унифицированные межотраслевые правила по обоснованию соответствия</p>		

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>требованиям безопасности (сертификации) изделий, произведенных на цифровых фабриках;</p> <p>IV квартал 2025 года - принято законодательное требование при проведении конкурсных торгов на поставку многоэлементных высокоответственных конструкций со сроком службы &gt;20 лет делать выбор на основе цифрового моделирования их жизненного цикла;</p> <p>IV квартал 2025 года – принято не менее 100 стандартов в сфере сертификации ППТ;</p> <p>IV квартал 2025 – принято не менее 125 стандартов в сфере сертификации ППТ</p>		
2.3.	<p><b>ИТ- обеспечение деятельности по развитию сертификации продукции, полученной с использованием ППТ</b></p>	II квартал 2017 г.	IV квартал 2025 г.	<p>II квартал 2017 года – разработана архитектура банка натуральных и виртуальных моделей, нормативно-методическая документация в обеспечение обращения с моделями;</p> <p>IV квартал 2017 года - разработаны модуль базы</p>	<p>Создана цифровая база данных новых материалов для создания и производства оптимизированных конструкций. Система информационной и организационно-</p>	<p><b>Ответственный:</b> АНО «Сколковский институт науки и технологий», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, компании-</p>

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>данных материалов для автомобилестроения;</p> <p>II квартал 2018 года – разработан модуль базы данных материалов для авиастроения;</p> <p>IV квартал 2018 года – создан пилотный банк данных натуральных и виртуальных стандартов качества для сертификации продукции, получаемой с помощью различных технологий;</p> <p>IV квартал 2020 года – создана электронная система интерактивного справочника-поля характеристик материалов, элементов конструкций и конструкций, а также технологических процессов их получения;</p> <p>IV квартал 2025 года – создан банк данных натуральных и виртуальных стандартов качества, охватывающий широкий спектр материалов, процессов, изделий, парка изделий, получаемых с помощью передовых производственных технологий;</p> <p>IV квартал 2025 года –</p>	<p>технической поддержки в сфере сертификации утверждена и гармонизирована с действующими системами обязательной и добровольной сертификации. Обеспечено снижение затрат на разработку и сертификацию продукции, стимулирование спроса на рынке продукции, полученной с использованием ППТ</p>	<p>участники направления «Технет»</p>

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				разработаны модули базы данных материалов для высокотехнологичных отраслей промышленности		
<b>3. Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков</b>						
3.1.	<b>Совершенствование системы профессионального образования для подготовки кадров рынка «Технет»</b>	IV квартал 2017 г.	IV квартал 2030 г.	<p>IV квартал 2017 года - проведено обучение по приоритетным программам, разработаны рекомендации по их улучшению;</p> <p>I квартал 2018 года - начало подготовки кадров по приоритетным технологическим направлениям, первая волна тиражирования программ в вузы;</p> <p>IV квартал 2018 г. - разработаны образовательные модули под целевые требования и типовые траектории, собирающие образовательные модули в программы;</p> <p>IV квартал 2018 года - проведено обучение по программам, разработаны рекомендации по их улучшению;</p>	Подготовлены квалифицированные инженерные кадры для рынка «Технет»	<b>Ответственный:</b> Министерство образования и науки Российской Федерации, Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, компании-участники направления «Технет»

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>I квартал 2019 года – образовательные программы масштабированы в вузы России;</p> <p>IV квартал 2020 года - разработана образовательная программа по сертификации продукции, полученной с использованием ППТ для инженерных специальностей вузов;</p> <p>III квартал 2023 года – внедрены образовательные программы подготовки специалистов в области сертификации продукции, полученной с использованием ППТ;</p> <p>IV квартал 2030 года – разработаны и внедрены в образовательный процесс специализированные по уровню подготовки курсы, в том числе программ повышения квалификации специалистов производственных предприятий</p>		
3.2.	<b>Совершенствование инфраструктуры (создание сети образовательных</b>	II квартал 2017 г.	IV квартал 2018 г.	II квартал 2017 года - апробированы модели learning factories на площадке создаваемого испытательного	Сформирована сеть образовательных площадок (learning factories),	<b>Ответственный:</b> Министерство образования и науки Российской



№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
	площадок -learning factories)			<p>полигона;</p> <p>I квартал 2017 года - выбраны пилотные регионы для внедрения модели learning factories, проведен конкурсный отбор, выбраны площадки;</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>IV квартал 2018 года – создана сеть learning factories в федеральных округах Российской Федерации</p>	направленных на формирование перспективных компетенций путем реализации и масштабирования смешанных(blended) и сетевых программ	Федерации, Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, компании-участники направления «Технет»
	<b>4. Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы</b>					
4.1	<b>Развитие инженерно-технического творчества</b>	I квартал 2017 г.	IV квартал 2020 г.	II квартал 2017 года – выстроена система кооперации по взаимодействию с институтами развития, учреждениями дополнительного образования, представителями дорожной карты «Кружковое движение»	Повышена привлекательность инженерных профессий среди молодого поколения.  Талантливые кадры привлечены в	<b>Ответственный:</b> АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов», Министерство промышленности и

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>для реализации проектов по вовлечению молодого поколения в инженерную сферу, популяризации инженерных профессий;</p> <p>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);</p> <p>III квартал 2018 года – разработаны метрики для оценки региональной технологической инфраструктуры, поиска и формирования реестра технологических проблем для мейкерских сообществ;</p> <p>IV квартал 2020 года – проведены мероприятия по поиску проектов и команд, обладающих потенциалом для развития рынка (стартапы, бизнес-ассоциации,</p>	<p>профессии по специализациям предприятий, реализующих комплекс ППТ Фабрики Будущего</p>	<p>торговли Российской Федерации, АО «РВК», Союз «Ворлдскиллс Россия», компании-участники направления «Технет»</p>

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				профессиональные ассоциации) для участия в развитие инженерно-технического творчества для целей реализации ДК «Технет»		
4.2	Демонстрация передовых российских технологий, популяризация инженерной деятельности в России и за рубежом	II квартал 2017 г.	IV квартал 2020 г.	<p>II квартал 2017 года – разработана стратегия популяризации передовых производственных технологий для внутреннего и внешнего рынка;</p> <p>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);</p> <p>II квартал 2017 года – запущен интернет-портал с информацией о «Технет»;</p> <p>IV квартал 2018 года – разработаны и запущены программы по развитию отраслевой журналистики и коммуникаций с участием не менее 50 журналистов из</p>	Создана платформа для проведения на регулярной основе мероприятий по популяризации результатов работ в области передовых производственных технологий.	<b>Ответственный:</b> АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, АО «РВК», компании-участники направления «Технет»

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>разных регионов России;</p> <p>IV квартал 2020 года - разработана программа формирования научно-технических основ и законодательно-регуляторной базы для мотивации ученых и инженеров в создании предприятий малого и среднего бизнеса в области передовых производственных технологий и выпуска конструкций нового качества;</p> <p>IV квартал 2020 года – создана публичная электронная площадка участников работ по формированию и внедрению современных подходов в проведении сертификации и система управления доступом к документации и публикациям на страницах ресурса</p>		
	<b>5. Организационно-техническая и экспертно-аналитическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы</b>					
5.1	<b>Координация и управление реализацией ДК</b>	I квартал 2017 г.	IV квартал 2035 г.	I квартал 2017 года – утверждена организация, на которую возложены	Сформирована организационная архитектура	<b>Ответственный:</b> Федеральное бюджетное

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
	«Технет»			<p>обязанности по сопровождению дорожной карты «Технет»<sup>27</sup>;</p> <p>II квартал 2017 года – создана Ассоциация «Технет»;</p> <p>IV квартал 2019 года – создано не менее 15 консорциумов для реализации проектов «Технет», тестирования и пилотирования технологических решений, запуска Фабрик Будущего «Технет»;</p> <p>IV квартал 2020 года – создан международный консорциум по сертификации и экспертизе в области безопасности и качества продукции, полученной с использованием ППТ</p>	<p>стратегического планирования, координации и мониторинга реализации ДК «Технет», обеспечено согласованное взаимодействие участников рынка на всем периоде реализации ДК. Обеспечена ведущая роль России на международном рынке сертификации продукции, полученной с использованием ППТ</p>	<p>учреждение «Российское технологическое агентство», АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, компании-участники направления «Технет»</p>
5.2	<p>Экспертно-аналитическая поддержка тематических и предметных направлений реализации ДК «Технет»</p>	II квартал 2017 г.	III квартал 2035 г.	<p>II квартал 2017 года – утверждена модельная архитектура Фабрики Будущего (при необходимости, обновление каждые полгода), подготовлен доклад и план действий «Цифровая повестка 2025»;</p> <p>III квартал 2017 года (далее</p>	<p>Утверждены ключевые институциональные принципы и подходы организации и развития Фабрик Будущего в России, проведены ежегодные экспертно-</p>	<p><b>Ответственный:</b> Федеральное бюджетное учреждение «Российское технологическое агентство», экспертные организации,</p>

<sup>27</sup> В соответствии с совместным решением соруководителей Рабочей группы по разработке и реализации дорожной карты «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы

№	Основные разделы и направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий	Ожидаемый результат	Исполнители
				<p>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>I квартал 2018 года – подготовлен доклад и согласован план действий «Проектирование, моделирование, инжиниринг – 2030»;</p> <p>III квартал 2018 года – подготовлен доклад и план действий «Гибкие, сетевые, умные производства России 2035»;</p> <p>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»</p>	аналитические исследования.	аналитические организации, организации – компании-участники направления «Технет»

#### IV. Финансовый план реализации плана мероприятий («дорожной карты») на 2017-2019 годы

Лимиты финансового обеспечения и структура финансирования  
по направлениям реализации плана мероприятий («дорожной карты»)

(тыс. руб.)

Раздел	2017 год		2018 год		2019 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	3 067 580	2 754 080	2 346 580	1 939 080	1 753 580	1 476 580	13 337 480
2. Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы с целью устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения	115 000	115 000	235 000	205 000	290 000	265 000	1 225 000

3. Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков	165 000	51 000	180 000	54 000	190000	67 000	707 000
4. Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы	47 000	20 000	93 000	31 000	16 000	14 000	221 000
5. Организационно-техническая и экспертно-аналитическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы	50 000	0	50 000	0	50 000	0	150 000
<b>ИТОГО</b>							15 640 480