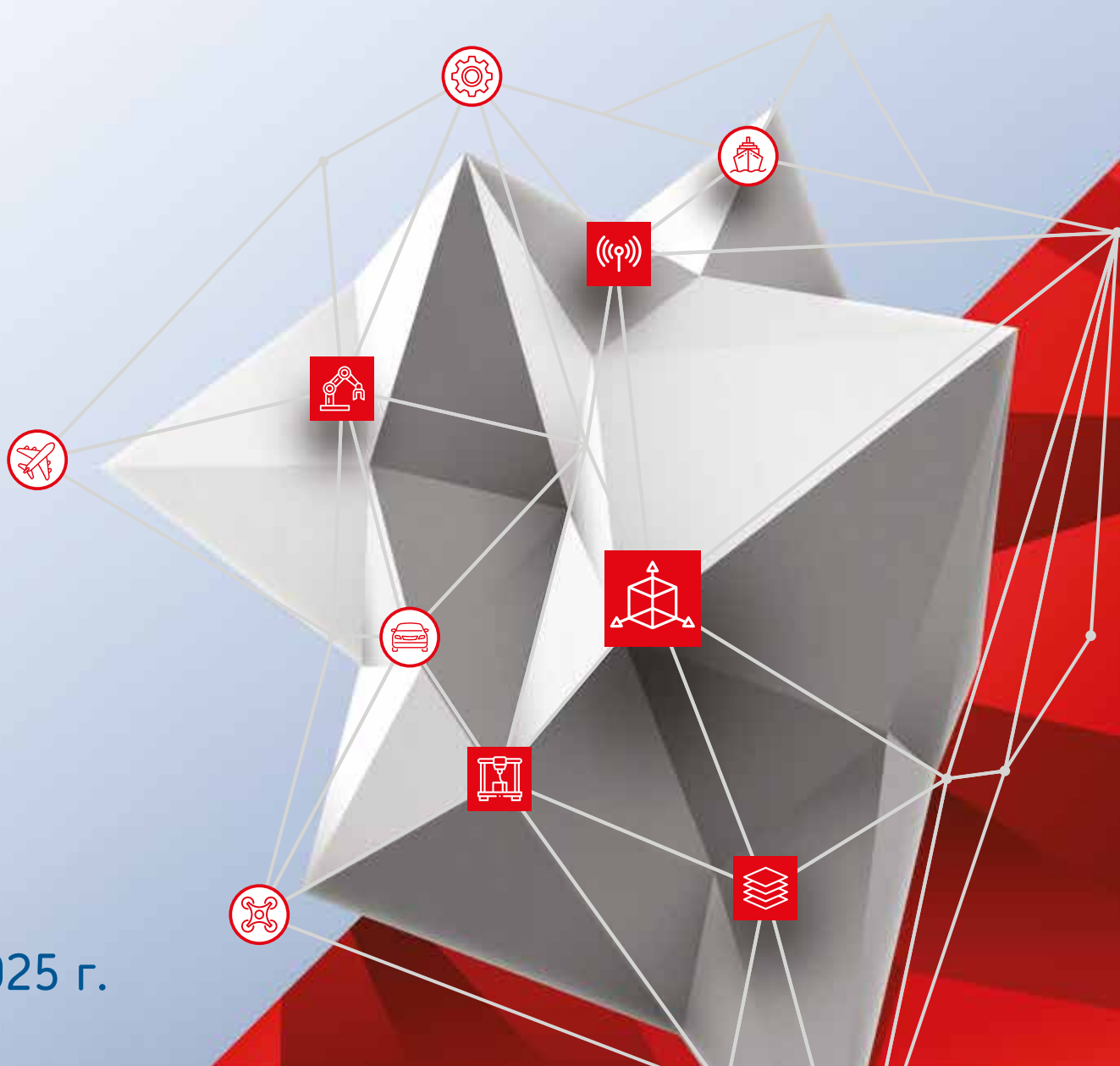
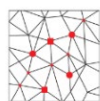


Нормативно-правовое и нормативно-техническое регулирование кросс-рыночного, кросс-отраслевого направления «Технет» НТИ



2025 г.



Технет
Национальная
технологическая
инициатива

Передовые
производственные
технологии



НЦМУ
ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ



**ЦИФРОВОЙ
ИНЖИНИРИНГ**
ПИШ СПбПУ



ПОЛИТЕХ
Центр Национальной
технологической инициативы
Новые производственные технологии



CML
ЦЕНТР
КОМПЬЮТЕРНОГО
ИНЖИНИРИНГА СПбПУ

CompMechLab

НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ И НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КРОСС-РЫНОЧНОГО, КРОСС-ОТРАСЛЕВОГО НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД

Санкт-Петербург

2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК РИСУНКОВ	4
СПИСОК ТАБЛИЦ	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ДОСТИЖЕНИЯ ОЖИДАЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПУНКТОВ ПЛАНА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ	8
ГЛАВА 2. ОПИСАНИЕ КАТЕГОРИЙ УЧАСТНИКОВ ПРАВООТНОШЕНИЙ	16
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ПРАКТИКИ ПРАВОПРИМЕНЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ И НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ	18
3.1. Анализ актуальности нормативных ссылок в нормативно-правовой и нормативно- технической документации направления «Технет» НТИ.....	18
3.2. Анализ применения нормативно-правовой и нормативно-технической документации направления «Технет» НТИ в практике закупок и технического регулирования.....	22
3.3. Исследование применения нормативно-правовой и нормативно-технической документации направления «Технет» НТИ методом экспертного интервью.....	23
ГЛАВА 4. МОТИВИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ИТОГОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПУНКТОВ ПЛАНА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ	30
4.1. Исследование в целях выявления существующих потребностей в совершенствовании законодательства в сфере передовых производственных технологий.....	30
4.2. Методология исследования в целях выявления существующих потребностей в совершенствовании законодательства в сфере передовых производственных технологий.....	32
4.3. Анализ результатов экспертного опроса.....	32
ГЛАВА 5. АНАЛИЗ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА В ОБЛАСТИ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ	44
5.1. Анализ кадрового потенциала по количеству выпускников в области передовых производственных технологий.....	44
5.2. Анализ программ государственной поддержки в рамках направления «Технет» НТИ.....	46
5.3. Анализ образовательных программ по подготовке кадров.....	49
ГЛАВА 6. АНАЛИЗ ПАТЕНТОВ В ОБЛАСТИ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ.....	57

6.1. Патентная активность как фактор инновационного развития в условиях четвертой промышленной революции.....	57
6.2. Методология патентного анализа в области передовых производственных технологий по направлению «Технет» НТИ.....	59
6.3. Глобальный ландшафт патентной активности в области передовых производственных технологий.....	61
6.4. Анализ глобальной патентной активности в области передовых производственных технологий.....	62
6.5. Анализ патентной активности Российской Федерации в области передовых производственных технологий.....	65
ГЛАВА 7. АНАЛИЗ НАЦИОНАЛЬНОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЛАНДШАФТА В ОБЛАСТИ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	68
ГЛАВА 8. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ СИСТЕМЫ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. АНКЕТА ИНТЕРВЬЮ В ЦЕЛЯХ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТОВ В СФЕРЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	80
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. РАСШИФРОВАННЫЕ ТЕКСТЫ ИНТЕРВЬЮ С ЭКСПЕРТАМИ ПО ТЕМАТИКЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТОВ В СФЕРЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	82
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. АНКЕТА ОПРОСА ЭКСПЕРТОВ НТИ В ЦЕЛЯХ ВЫЯВЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В СФЕРЕ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	97
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. НАПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ, В РАМКАХ КОТОРЫХ ФОРМИРУЮТ КОМПЕТЕНЦИИ В ОБЛАСТИ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	102
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	105

СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 1.	Распределение респондентов по типам организаций.....	33
Рисунок 2.	Уровни должностей респондентов	33
Рисунок 3.	Барьеры в области законодательства, с которыми столкнулись респонденты или их организации, при создании, развитии, применении, продвижении передовых производственных технологий	34
Рисунок 4.	Мероприятия, которые по мнению респондентов позволили бы преодолеть барьеры в области законодательства при создании, развитии, применении, продвижении передовых производственных технологий	36
Рисунок 5.	Оценка респондентами текущих результатов реализации пунктов плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ	38
Рисунок 6.	Наиболее успешные, по мнению респондентов, реализованные меры плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ	39
Рисунок 7.	Ключевые проблемы, возникшие у респондентов или их организаций при реализации плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ	40
Рисунок 8.	Линейки стандартов, которые, по мнению респондентов, будут наиболее способствовать созданию базы нормативно-технического регулирования в области разработки и применения передовых производственных технологий	42
Рисунок 9.	Количество выпускников программ бакалавриата, 2022–2024 гг., чел.....	45
Рисунок 10.	Количество выпускников программ магистратуры, 2022–2024 гг., чел.....	45
Рисунок 11.	Количество выпускников программ специалитета, 2022–2024 гг., чел.....	46
Рисунок 12.	Глобальный ландшафт патентной активности в области передовых производственных технологий, ед., 2015–2024 гг.....	62
Рисунок 13.	Динамика количества патентных документов в мире по технологическим сегментам передовых производственных технологий, ед., 2015–2024 гг.....	63
Рисунок 14.	Динамика количества действующих патентов в мире по технологическим сегментам передовых производственных технологий, ед., 2015–2024 гг.....	64
Рисунок 15.	Динамика количества патентных заявок в мире по технологическим сегментам передовых производственных технологий, ед., 2015–2024 гг.....	65
Рисунок 16.	Динамика количества действующих патентов в России по технологическим сегментам передовых производственных технологий, ед., 2015–2022 гг.....	66

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1.	Анализ достижения результатов пунктов плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ	8
Таблица 2.	Актуальность нормативных ссылок в текстах анализируемых стандартов по состоянию на конец 2025 года.....	19
Таблица 3.	Упоминания анализируемых стандартов в документации Единой информационной системы в сфере закупок, в реестре технических условий, в реестре продукции, в реестре добровольной регистрации стандартов организации	22
Таблица 4.	Цели создания стандартов в сфере аддитивных технологий по мнению экспертов	25
Таблица 5.	Мотивация участия организаций в разработке стандартов.....	26
Таблица 6.	Специфические нормативно-правовые и организационные барьеры, обозначенные респондентами	34
Таблица 7.	Программы государственной поддержки образовательных организаций для подготовки кадров в рамках направления «Технет» НТИ (передовые производственные технологии)	47
Таблица 8.	Университеты – участники программы «Приоритет-2030» и федерального проекта «Передовые инженерные школы», осуществляющие подготовку кадров в рамках направления «Технет» НТИ.....	50
Таблица 9.	Типовые стратегии недобросовестного использования патентного права в межотраслевых технологических сферах	58
Таблица 10.	Поисковые запросы для патентного анализа по технологическим областям в рамках направления «Технет» НТИ.....	59
Таблица 11.	Ключевые организации по стандартизации и технические комитеты, соответствующие приоритетным направлениям ИЦ «Технет» СПбПУ	69

ВВЕДЕНИЕ

Направление «Технет» НТИ (передовые производственные технологии) является первым кросс-рыночным, кросс-отраслевым направлением, обеспечивающим технологическую поддержку развития рынков НТИ за счет комплексирования различных технологий мирового уровня. Направление «Технет» НТИ нацелено на развитие и применение одного из самых важных классов сквозных технологий – передовых производственных технологий (Advanced Manufacturing Technologies). Деятельность, разворачивающаяся в рамках направления «Технет» НТИ, в полной мере соответствует национальным приоритетам, а также направлена на достижение технологического суверенитета и лидерства.

Деятельность экспертов «Технет» НТИ оказывает влияние на формирование государственной политики в области развития передовых производственных технологий. В 2018 году эксперты СПбПУ участвовали в разработке, а затем в реализации плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет», который был утвержден 23 марта 2018 года (Распоряжения Правительства РФ от 23.03.2018 г. № 482-р и от 28.05.2020 г. № 1420-р).

В 2023 году эксперты Инфраструктурного центра по направлению «Технет» НТИ (ИЦ «Технет» СПбПУ) приняли участие в формировании перечня мероприятий III этапа плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации плана мероприятий («дорожной карты») Национальной технологической инициативы по направлению «Технет». Актуализированная «дорожная карта» по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 1 июня 2024 г. №1370-р [1]. Деятельность Инфраструктурного центра «Технет» на базе СПбПУ в 2024–2026 гг. в области нормативно-правового обеспечения направления «Технет» НТИ ориентирована на реализацию III этапа плана мероприятий («дорожной карты»).

Среди задач реализации Программы Инфраструктурного центра «Технет» СПбПУ на 2024–2026 годы заявлены следующие ключевые задачи в области совершенствования законодательства:

1. Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения.
2. Поэтапное выполнение мероприятий плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (передовые производственные технологии) (Распоряжение Правительства РФ № 1370-р от 01.06.2024 г.) в части следующих задач:
 - создание необходимого нормативно-правового регулирования, обеспечивающего упорядочение терминологического аппарата в области передовых производственных технологий;
 - создание возможностей выхода на рынок объектов передовых

- производственных технологий, легитимизации объектов передовых производственных технологий;
- формирование упорядоченной иерархической системы стандартизации в области передовых производственных технологий, а также в области технологий цифровых двойников;
- формирование серии стандартов по применению передовых производственных технологий в отрасли беспилотных авиационных систем;
- создание базы нормативно-технического регулирования технологий, лежащих в основе создания и применения передовых производственных технологий;
- совершенствование системы подтверждения соответствия продукции в области передовых производственных технологий.

В частности, предполагается деятельность в рамках реализации пунктов № 3, № 4 и № 8 плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров по направлению «Технет» НТИ (далее – план мероприятий по совершенствованию законодательства «Технет» НТИ), которые предусматривают актуализацию и реализацию Перспективного плана стандартизации в области передовых производственных технологий на 2025–2030 гг. (с изменением № 1, 2, 3) [2], а также разработку системы добровольной сертификации в области передовых производственных технологий. Данный перспективный план стандартизации (далее – ППС) является ключевым документом, регулирующим разработку ГОСТ Р и ПНСТ в области передовых производственных технологий. Актуализация и реализация ППС предусмотрена 3-м и 4-м пунктами III этапа плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (Распоряжение Правительства РФ № 1370-р от 01.06.2024 г.).

В частности, пункт № 4 плана мероприятий по совершенствованию законодательства «Технет» НТИ предусматривает формирование базы нормативно-технических документов, устанавливающих положения по созданию и применению передовых производственных технологий, в том числе по направлениям «Интернет вещей», «Промышленный интернет», «Большие данные», «Киберфизические системы», «Компьютерные модели и моделирование», «Цифровые двойники изделий», «Цифровые двойники промышленных объектов», «Аддитивные технологии», «Дополненная и виртуальная реальность», «Технологии робототехники» и др.

Деятельность Инфраструктурного центра «Технет» на базе СПбПУ в 2024–2026 гг. сфокусирована на нескольких ключевых направлениях из указанного пункта № 4: «Цифровые двойники промышленных объектов», «Интернет вещей», «Виртуальная и дополненная реальность». В результате будут разработаны и утверждены 10 ПНСТ и ГОСТ.

В ходе работ также планируются разработки первых редакций ПНСТ и ГОСТ в области киберфизических систем, включая цифровые двойники, «умное» производство, технологии виртуальной и дополненной реальности, интернета вещей и промышленного интернета вещей. По результатам данной деятельности будет разработано 30 проектов нормативных правовых актов.

Таким образом, направление «Технет» НТИ выступает драйвером формирования государственной повестки в области передовых цифровых и производственных технологий и обеспечивает развитие нормативно-технического ландшафта в данной области.

ГЛАВА 1.АНАЛИЗ ДОСТИЖЕНИЯ ОЖИДАЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПУНКТОВ ПЛАНА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

План мероприятий («дорожная карта») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации плана мероприятий («дорожной карты») Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» актуализирован в 2024 году (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 1 июня 2024 г. № 1370-р [1]). В актуализированный план мероприятий включено 10 новых мероприятий по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в рамках III этапа плана мероприятий.

Правовые ограничения для реализации плана мероприятий по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров «Технет» представляют собой несовершенства в части правового и технического регулирования в области использования передовых технологических решений и создания стимулов для их внедрения [3]. Предметом плана мероприятий «Технет» является разработка нормативных правовых актов, обеспечивающих развитие методологического обеспечения направления «Технет», развитие стандартизации отдельных направлений, анализ и совершенствование системы подтверждения соответствия продукции, изготовленной с применением передовых производственных технологий.

В таблице приведены основные результаты анализа достижения ожидаемых результатов пунктов плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ.

Таблица 1. Анализ достижения результатов пунктов плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)	Статус	Комментарий
Направление «Технет» распоряжение Правительства Российской Федерации от 23.03.2018 № 482-р (в ред. распоряжений Правительства Российской Федерации от 20.10.2018 № 2267-р, от 08.06.2019 № 1243-р, от 26.06.2019 № 1373-р, от 28.05.2020 № 1420-р, от 01.06.2024 № 1370-р)							
1	Утверждение актуализированной формы федерального статистического наблюдения № 1 – технология «Сведения о разработке и (или) использовании передовых производственных технологий»	приказ Росстата	обеспечение организации федерального статистического наблюдения и формирования официальной статистической информации по актуализированному перечню групп передовых	октябрь 2024 г. (при условии представления исполнителями (соисполнителями) в Росстат не позднее июля 2024 г. предложений по актуализации перечня	Росстат, Минпромторг России, Росстандарт, Минэкономразвития России, Минцифры России с участием автономной некоммерческой организации «Платформа Национальной технологической инициативы», рабочей группы «Технет»,	Исполнено	Издан приказ Росстата от 21.10.2024 № 483 «Об утверждении формы федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за разработкой и (или) использованием передовых производственных технологий».

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)	Статус	Комментарий
			производственных технологий	групп передовых производственных технологий (с методологическим описанием), далее – по мере необходимости	инфраструктурного центра «Технет»		Дополнительный пакет изменений сформирован инфраструктурным центром «Технет» (СПбПУ) и направлен в рабочую группу «Технет» письмом от 28.12.2024 г. № АБ-12/70. ¹
2	Анализ фонда документов по стандартизации в области передовых производственных технологий и формирование предложений в программу национальной стандартизации в целях дальнейшего совершенствования нормативной базы в области передовых производственных технологий	доклад в Правительство Российской Федерации	предложения в программу национальной стандартизации	сентябрь 2024 г.	Минпромторг России, Росстандарт с участием автономной некоммерческой организации «Платформа Национальной технологической инициативы», рабочей группы «Технет», инфраструктурного центра «Технет», профильных технических комитетов по стандартизации	Исполнено	Проект доклада в Правительство разработан и направлен в рабочую группу по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях реализации плана мероприятий («дорожной карты») Национальной технологической инициативы «Технет». Письмом АНО «Платформа НТИ» от 29.09.2024 г. № П-240923-1 направлена информация в Минпромторг России о предложениях в программу национальной стандартизации. Проект доклада направлен руководителю рабочей группы по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях реализации плана мероприятий («дорожной карты») Национальной технологической

¹ В 2025 году утвержден приказ Росстата от 28.07.2025 г. № 364 «Об утверждении форм федерального статистического наблюдения и указаний по их заполнению для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью в сфере образования, науки и инноваций», в соответствии с которым скорректирована годовая форма федерального статистического наблюдения «N 1-технология «Сведения о разработке и (или) использовании передовых производственных технологий».

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)	Статус	Комментарий
							инициативы «Технет» письмом от 28.12.2024 г. № АБ-12/70.
3	Актуализация перспективного плана стандартизации в области передовых производственных технологий	приказ Росстандарта	формирование базы нормативных технических документов, устанавливающих положения по созданию и применению передовых производственных технологий, в том числе по направлениям «Интернет вещей», «Промышленный интернет», «Большие данные», «Киберфизические системы», «Компьютерные модели и моделирование», «Цифровые двойники изделий», «Цифровые двойники промышленных объектов», «Аддитивные технологии», «Дополненная и виртуальная реальность», «Технологии робототехники» и другим	январь 2025 г. (далее – по мере необходимости)	Росстандарт, Минпромторг России с участием автономной некоммерческой организации «Платформа Национальной технологической инициативы», рабочей группы «Технет», инфраструктурного центра «Технет», профильных технических комитетов по стандартизации	Исполнено	В январе 2025 года утвержден Перспективный план стандартизации в области передовых производственных технологий на 2025–2030 гг. (с изменением № 1, 2, 3) [2]. Перспективный план стандартизации на 2025–2030 гг. содержит перечень из 81 стандарта, планируемого к разработке в указанный период.
4	Разработка и актуализация документов по стандартизации в целях реализации перспективного плана стандартизации в области передовых производственных технологий	приказы Росстандарта	формирование базы нормативных технических документов, устанавливающих положения по созданию и применению передовых производственных технологий, в том числе по направлениям «Интернет вещей»,	январь 2025 г. (далее – ежегодно до 2030 года)	Росстандарт, Минпромторг России с участием автономной некоммерческой организации «Платформа Национальной технологической инициативы», рабочей группы «Технет», инфраструктурного центра «Технет», профильных технических	Исполнено частично в соответствии с указанными сроками	По состоянию на ноябрь 2025 года мероприятие исполнено частично. В частности, приняты национальные стандарты и предварительные национальные стандарты по тематике промышленного интернета вещей, «умного» производства, киберфизических систем в соответствии с

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)	Статус	Комментарий
			«Промышленный интернет», «Большие данные», «Киберфизические системы», «Компьютерные модели и моделирование», «Цифровые двойники изделий», «Цифровые двойники промышленных объектов», «Аддитивные технологии», «Дополненная и виртуальная реальность», «Технологии робототехники» и другим		комитетов по стандартизации		перспективным планом стандартизации в области передовых производственных технологий на 2025–2030 годы: ГОСТ Р 71777–2024, ГОСТ Р 71839–2024, ПНСТ 993–2024, ПНСТ 994–2024, ПНСТ 982–2024, ПНСТ 983–2024, ПНСТ 984–2024.
5	Разработка и актуализация документов по стандартизации в области передовых производственных технологий, а также в области технологий цифровых двойников, в том числе разработка проектов национальных стандартов Российской Федерации, устанавливающих классификацию в областях «Умное производство. Классификация передовых производственных технологий», «Умное производство. Двойники цифровые. Классификация»	приказы Росстандарта	установление положений в области передовых производственных технологий, а также в области технологии цифровых двойников	сентябрь 2025 г.	Росстандарт, Минпромторг России с участием автономной некоммерческой организации «Платформа Национальной технологической инициативы», рабочей группы «Технет», инфраструктурного центра «Технет», профильных технических комитетов по стандартизации	Исполнено частично	Мероприятие исполнено частично, разработаны и утверждены стандарты в области передовых производственных технологий, в том числе в области умного производства, интернета вещей, киберфизических систем, цифровых двойников, в частности: ПНСТ 992–2024, ПНСТ 993–2024, ГОСТ Р 71840–2024, ГОСТ Р 71777–2024, ГОСТ Р 71778.1–2024, ГОСТ Р 71778.2–2024, ГОСТ Р 71778.3–2024, ГОСТ Р 71839–2024, ПНСТ 980–2024, ПНСТ 996–2024, ПНСТ 984–2024, ПНСТ 983–2024, ПНСТ 982–2024, ПНСТ 928–2024. Проекты национальных стандартов «Умное

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)	Статус	Комментарий
							производство. Классификация передовых производственных технологий», «Умное производство. Двойники цифровые. Классификация» в открытом доступе не представлены.
6	Разработка и актуализация документов по стандартизации, определяющих требования к оформлению, учету, хранению и обмену в электронном виде конструкторской, технологической и эксплуатационной документацией на изделие, в том числе к цифровым моделям изделий, включая разработку проекта национального стандарта Российской Федерации «Умное производство. Двойники цифровые. Общие требования к документации»	приказы Росстандарта	создание условий применения электронной конструкторской, технологической и эксплуатационной документации на изделие в производственной деятельности	сентябрь 2025 г. (далее – ежегодно до 2030 года)	Росстандарт, Минпромторг России с участием автономной некоммерческой организации «Платформа Национальной технологической инициативы», рабочей группы «Технет», инфраструктурного центра «Технет», профильных технических комитетов по стандартизации	Исполнено частично	Мероприятие исполнено частично, разработан ПНСТ 994–2024 (ИСО 16400–3:2024) «Умное производство. Каталоги оборудования для виртуальной производственной системы. Часть 3. Руководство по созданию модели оборудования». Проект национального стандарта «Умное производство. Двойники цифровые. Общие требования к документации» в открытом доступе не представлен.
7	Разработка и актуализация документов по стандартизации для обеспечения возможности применения передовых технологий в производственной деятельности промышленных предприятий, в том числе для развития рынка производства беспилотных авиационных систем (БАС)	приказы Росстандарта	создание условий применения технологий дополненной и виртуальной реальности на промышленных предприятиях, а также применения технологий цифровых двойников в области беспилотных авиационных систем (БАС)	сентябрь 2025 г. (далее – ежегодно до 2030 года)	Росстандарт, Минпромторг России с участием автономной некоммерческой организации «Платформа Национальной технологической инициативы», рабочей группы «Технет», инфраструктурного центра «Технет», технического комитета по стандартизации «Авиационная техника» (ТК 323), профильных технических комитетов по стандартизации	Исполнено частично	В рамках развития стандартизации в области БАС принята «Перспективная программа стандартизации в области беспилотных авиационных систем (БАС) на 2024–2032 гг.» [4], в целях выполнения плана по состоянию на ноябрь 2025 года пересмотрены и приняты следующие стандарты: ГОСТ Р 71384–2024, ГОСТ Р 59406–2021, ГОСТ Р 71996–2025, ГОСТ Р 59003–

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)	Статус	Комментарий
							2025, ГОСТ Р 71756-2024 и др., однако в них отсутствует прямая привязка к применению передовых производственных технологий. Проект ГОСТ Р «Системы искусственного интеллекта беспилотных воздушных судов. Уровни автономности. Термины и определения» прошел публичное обсуждение, по состоянию на ноябрь 2025 года стандарт не утвержден [5]. Также планируется к разработке стандарт «Беспилотные авиационные системы. Интероперабельность» [6]. Стандарты на методы испытания БАС, оценку соответствия требованиям и другие потенциальные области применения передовых производственных технологий в авиастроении по состоянию на ноябрь 2025 года не разработаны. В области виртуальной и дополненной реальности разработаны, в частности, стандарты ГОСТ Р 72027.1-2025 и ГОСТ Р 72027.2-2025, которые, однако, напрямую не привязаны к применению в промышленности. При оценке выполнения данного мероприятия могут быть учтены стандарты, разработанные в рамках реализации перспективного плана

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)	Статус	Комментарий
							стандартизации в области передовых производственных технологий на 2025–2030 годы, которые носят привязку ко всем отраслям промышленности, в том числе БАС (см. пункт № 4), однако отдельно разработанных стандартов для применения передовых производственных технологий в области БАС не найдено.
8	Разработка документов для регистрации системы добровольной сертификации в едином реестре зарегистрированных систем добровольной сертификации	комплект документов для регистрации системы добровольной сертификации в едином реестре зарегистрированных систем добровольной сертификации	формирование системы оценки соответствия в области передовых производственных технологий, а также определение дальнейших направлений реализации плана мероприятий («дорожной карты»)	январь 2026 г.	инфраструктурный центр «Технет» с участием автономной некоммерческой организации «Платформа Национальной технологической инициативы», рабочей группы «Технет»	Исполнено	В рамках деятельности инфраструктурного центра «Технет» разработан проект комплекта документов для регистрации системы добровольной сертификации в области передовых производственных технологий и направлен на рассмотрение в адрес рабочей группы по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях реализации плана мероприятий («дорожной карты») НТИ по направлению «Технет». Краткое обсуждение разработанного комплекта документов для регистрации системы добровольной сертификации в области передовых производственных технологий состоялось в рамках открытого заседания Рабочей группы «Технет» 17 ноября 2025 года в рамках VII Всероссийского форума «Передовые цифровые и

№ п/п	Наименование мероприятия	Вид документа	Ожидаемый результат	Срок	Исполнитель (соисполнители)	Статус	Комментарий
							производственные технологии».
9	Регистрация системы добровольной сертификации в едином реестре зарегистрированных систем добровольной сертификации	выписка из единого реестра зарегистрированных систем добровольной сертификации	формирование системы оценки соответствия в области передовых производственных технологий, а также определение дальнейших направлений реализации плана мероприятий («дорожной карты»)	январь 2026 г.	Росстандарт	–	Срок реализации мероприятия на момент подготовки отчета не наступил.
10	Мониторинг реализации мероприятий плана мероприятий («дорожной карты»)	доклад в Правительство Российской Федерации	мониторинг реализации плана мероприятий («дорожной карты»)	январь 2026 г. (далее – ежегодно до 2030 года)	Минпромторг России с участием автономной некоммерческой организации «Платформа Национальной технологической инициативы», рабочей группы «Технет», инфраструктурного центра «Технет»	–	Срок реализации мероприятия на момент подготовки отчета не наступил.

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ, 2025

Таким образом, результаты анализа достижения плановых показателей реализации мероприятий в целях совершенствования законодательства по направлению «Технет» НТИ свидетельствуют о планомерной работе в данной области в соответствии со сроками, зафиксированными в «дорожной карте», и демонстрируют развитие системы нормативно-правового и нормативно-технического регулирования в области передовых производственных технологий.

ГЛАВА 2. ОПИСАНИЕ КАТЕГОРИЙ УЧАСТНИКОВ ПРАВООТНОШЕНИЙ

Категории участников правоотношений, возникающих в связи с формированием и применением нормативно-правовых актов и документов по стандартизации, регулирующих деятельность в области направления «Технет» НТИ, укрупненно включают федеральные органы исполнительной власти, профильные технические комитеты, представителей промышленности (государственные корпорации, промышленные предприятия, малые технологические компании и другие юридические лица), образовательные и научно-исследовательские учреждения, физические лица, ведущие деятельность в части совершенствования законодательства и применяющие обозначенные документы в своей деятельности. Кроме того, к участникам правоотношений можно отнести сообщество Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» НТИ и другие заинтересованные лица.

Федеральные органы исполнительной власти (ФОИВ), участвующие в нормативно-правовой и нормативно-технической деятельности по направлению «Технет», включают: Федеральная служба по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России), Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минцифры России), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), Министерство транспорта Российской Федерации (Минтранс России), Министерство экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России), а также другие федеральные службы и министерства. ФОИВ могут осуществлять функции по разработке документов и реализации политики в области нормативно-правового и нормативно-технического регулирования применения передовых производственных технологий, устанавливать требования к участникам рынка и контролировать их соблюдение, поддерживать применение передовых производственных технологий, сопутствующую инновационную деятельность, развитие инфраструктуры и др. ФОИВ вовлечены в процессы распространения документов по стандартизации и формируют основные направления, в соответствии с которыми осуществляется разработка, изменение, дополнение и актуализация документов.

Профильные технические комитеты, в свою очередь, обеспечивают непосредственно разработку и дальнейшее внедрение нормативно-технических документов в промышленность. Ключевыми техническими комитетами по направлению «Технет» НТИ являются: ТК 700 «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии», ТК 194 «Киберфизические системы», ТК 182 «Аддитивные технологии», ТК 141 «Робототехника», ТК 164 «Искусственный интеллект», ТК 022 «Информационные технологии», ТК 482 «Поддержка жизненного цикла продукции», ТК 497 «Композиты, конструкции и изделия из них», ТК 230 «Пластмассы, полимерные материалы, методы их испытаний» и другие технические комитеты по стандартизации. Дополнительно можно выделить научно-технические, инженерные общества и другие общественные объединения, заинтересованные в формировании и применении нормативно-правовых актов и документов по стандартизации, регулирующих деятельность в области направления «Технет» НТИ.

Государственные корпорации, промышленные предприятия и малые технологические компании – основные субъекты нормативно-правовых и нормативно-технических документов, поскольку именно промышленность принимает участие в разработке нормативно-технических и нормативно-правовых документов и обеспечивает их последующее применение в своей деятельности.

Участие промышленности в данных процессах также направлено на сбалансированное представление интересов и направлений развития нормативно-правового и нормативно-технического ландшафта, экспертную оценку действующих норм, правил и регламентов с учетом специфики отраслей промышленности, тенденций и инноваций. Кроме того, промышленные организации в лице государственных заказчиков могут устанавливать обязательный режим применения стандартов при исполнении государственных контрактов.

Образовательные и научно-исследовательские организации также могут принимать участие в разработке нормативных документов по направлению «Технет» НТИ и внедрять документы в рабочий процесс. Важно отметить, что нормативно-правовое поле по направлению «Технет» НТИ определяет особенности реализуемой образовательной и научно-исследовательской деятельности, основные направления реализуемой политики, перспективные научно-технологические и исследовательские задачи. В данной категории субъектов правоотношений основными представителями являются технические и научно-исследовательские университеты, инновационные и инженеринговые центры, научные учреждения, входящие в структуру госкорпораций, и т.д.

Наконец, отдельные *физические лица*, а также представители сообщества НТИ и другие заинтересованные субъекты также являются значимыми участниками нормативно-правового и нормативно-технического ландшафта по направлению «Технет» НТИ, поскольку могут предоставлять экспертное мнение об актуальности и эффективности мер законодательства, вносить предложения, направленные на совершенствование законодательства и устранение административных барьеров в данной области, а также обеспечивать практику применения нормативно-правовых документов.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ПРАКТИКИ ПРАВОПРИМЕНЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ И НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

В данном разделе представлены результаты комплексного анализа практики применения и реализации нормативно-правовой и нормативно-технической документации направления «Технет» НТИ. Исследование направлено на анализ актуальности нормативных ссылок в ключевых национальных стандартах (ГОСТ Р), оценку внутренней согласованности ссылок на стандарты в тексте анализируемых национальных стандартов, анализ упоминаний и использования этих стандартов в закупочной документации, а также анализ применения стандартов при ведении профильных реестров, включая Реестр технических условий, Реестр продукции, Реестр добровольной регистрации стандартов организаций. Дополнительно проведена систематизация результатов, полученных в ходе экспертных интервью.

По результатам заочного заседания рабочей группы по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях реализации плана мероприятий («дорожной карты») Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (Протокол от 24 марта 2025 года № 1/2025) одобрено предложение о включении следующих документов в состав нормативно-правовых актов и документов, подлежащих мониторингу:

- ГОСТ Р 59569–2021 «Аддитивные технологические процессы. Нанесение связующего струйное. Сырье для изготовления песчано-полимерных деталей. Методы испытаний» (разработан ООО «ПромХимТех», внесен ТК 182 «Аддитивные технологии», утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 октября 2021 г. № 1208-ст);
- ГОСТ Р 59651–2021 «Изделия из сталей и сплавов, изготовленные методом литья под давлением полимерных материалов, высоконаполненных металлическими порошками (ММ-технология). Общие технические условия» (разработан АО «ФНПЦ «ПО «Старт» им. М.В. Проценко и ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», внесен ТК 182 «Аддитивные технологии», утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 августа 2021 г. № 831-ст);
- ГОСТ Р 59568–2021 «Аддитивные технологические процессы. Нанесение связующего струйное. Сырье для изготовления песчано-полимерных деталей. Технические требования» (разработан ООО «ПромХимТех», внесен ТК 182 «Аддитивные технологии», утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 октября 2021 г. № 1207-ст).

3.1. Анализ актуальности нормативных ссылок в нормативно-правовой и нормативно-технической документации направления «Технет» НТИ

Анализ направлен на выявление степени актуальности нормативных ссылок, содержащихся в документах, подлежащих мониторингу. Для каждого стандарта проведена оценка актуальности используемых в тексте нормативных ссылок (см. Табл. 2). Проведенный анализ показал, что подавляющее большинство ссылок в рассматриваемых документах сохраняют свою актуальность.

Однако в ряде случаев были выявлены актуализированные версии стандартов, что требует обновления нормативных документов с целью поддержания их соответствия современным требованиям.

Таблица 2. Актуальность нормативных ссылок в текстах анализируемых стандартов по состоянию на конец 2025 года

Наименование анализируемого стандарта	Нормативная ссылка	Статус
1. ГОСТ Р 59569–2021 Аддитивные технологические процессы. Нанесение связующего струйное. Сырье для изготовления песчано-полимерных деталей. Методы испытаний	ГОСТ 1770 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия	Действует
	ГОСТ 8420 Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости	На момент опубликования анализируемого стандарта действовал ГОСТ 8420–74. На момент проведения анализа действует актуализированная версия стандарта ГОСТ 8420–2022
	ГОСТ 9070 Вискозиметры для определения условной вязкости лакокрасочных материалов. Технические условия	Действует
	ГОСТ 9980.2 Материалы лакокрасочные и сырье для них. Отбор проб, контроль и подготовка образцов для испытаний	Действует
	ГОСТ 16704 Смолы. Фенолоформальдегидные. Методы определения содержания свободного формальдегида	Действует
	ГОСТ 18995.1 Продукты химические жидкие. Методы определения плотности ²	Действует
	ГОСТ 25336 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры	Действует
	ГОСТ 29234.0 Пески формовочные. Общие требования к методам испытаний	Действует
	ГОСТ 29234.1 Пески формовочные. Методы определения глинистых частиц	Действует
	ГОСТ 29234.2 Пески формовочные. Методы определения диоксида кремния	Действует
	ГОСТ 29234.3 Пески формовочные. Метод определения среднего размера зерна и коэффициента однородности	Действует
	ГОСТ 29234.5 Пески формовочные. Метод определения влаги	Действует
	ГОСТ 29234.6 Пески формовочные. Метод определения концентрации водородных ионов водной вытяжки (рН)	Действует
	ГОСТ 33091 Товары бытовой химии. Методы	Действует

² В таблице указан корректный номер стандарта – ГОСТ 18995.1. В тексте ГОСТ Р 59569 допущена опечатка – приведен «ГОСТ 18895.1».

Наименование анализируемого стандарта	Нормативная ссылка	Статус
	определения массовой доли кислот	
	ГОСТ Р 57243 Спирт фурфуриловый. Технические условия	Действует
2. ГОСТ Р 59651–2021 Изделия из сталей и сплавов, изготовленные методом литья под давлением полимерных материалов, высоконаполненных металлическими порошками (ММ-технология). Общие технические условия	ГОСТ 2.001 Единая система конструкторской документации. Общие положения	В настоящее время действует национальный стандарт ГОСТ Р 2.001–2023 «Единая система конструкторской документации. Общие положения», который заменил ранее действовавший межгосударственный стандарт ГОСТ 2.001–2013 [7]
	ГОСТ 14.201 Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования	Действует
	ГОСТ 1497 Металлы. Методы испытаний на растяжение	На момент опубликования анализируемого стандарта действовал ГОСТ 1497–84. На момент проведения анализа действует актуализированная версия стандарта ГОСТ 1497–2023
	ГОСТ 2999 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу	Действует
	ГОСТ 9012 Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю	Действует
	ГОСТ 9013 Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу	Действует
	ГОСТ 9378 Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия	Действует
	ГОСТ 9450 Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников	Действует
	ГОСТ 10700 Макулатура бумажная и картонная. Технические условия	Действует
	ГОСТ 14192 Маркировка грузов	Действует
	ГОСТ 15467 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения	Действует
	ГОСТ 19300 Средства измерений шероховатости поверхности профильным методом. Профилографы-профилометры контактные. Типы и основные параметры	Действует
	ГОСТ 20018 Сплавы твердые спеченные. Метод определения плотности	Действует
	ГОСТ 20415 Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения	Действует
	ГОСТ 20426 Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения	Действует
	ГОСТ 23170 Упаковка для изделий	Действует

Наименование анализируемого стандарта	Нормативная ссылка	Статус
	машиностроения. Общие требования	
	ГОСТ 24897 Материалы магнитотвердые деформируемые. Марки	Действует
	ГОСТ 25346 Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки	Действует
	ГОСТ Р 52901 Картон гофрированный для упаковки продукции. Технические условия	Действует
	ГОСТ Р 54153 Сталь. Метод атомно-эмиссионного спектрального анализа	Действует
	ГОСТ Р 57844 Композиты. Определение плотности методом замещения – кажущаяся плотность, определенная газовой пикнометрией	Действует
	ГОСТ Р ИСО 9000 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь	Действует
	ГОСТ Р ИСО 16809 Контроль неразрушающий. Контроль ультразвуковой. Измерение толщины	Действует
3. ГОСТ Р 59568–2021 Аддитивные технологические процессы. Нанесение связующего струйное. Сырье для изготовления песчано-полимерных деталей. Технические требования	ГОСТ 2226 Мешки из бумаги и комбинированных материалов. Общие технические условия	Действует
	ГОСТ 9070 Вискозиметры для определения условной вязкости лакокрасочных материалов. Технические условия	Действует
	ГОСТ 14192 Маркировка грузов	Действует
	ГОСТ 19433 Грузы опасные. Классификация и маркировка	Действует
	ГОСТ 30333 Паспорт безопасности химической продукции. Общие требования	Действует
	ГОСТ Р 57558 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения	Действует
	ГОСТ Р 57588 Оборудования для аддитивных технологических процессов. Общие требования	В настоящее время действует национальный стандарт ГОСТ Р 57588–2021 «Аддитивные технологии. Оборудование для аддитивных технологических процессов. Общие требования», который заменил действовавший ранее стандарт ГОСТ Р 57588–2017
	ГОСТ Р 59569 Аддитивные технологические процессы. Нанесение связующего струйное. Сырье для изготовления песчано-полимерных деталей. Методы испытаний	Действует

3.2. Анализ применения нормативно-правовой и нормативно-технической документации направления «Технет» НТИ в практике закупок и технического регулирования

Анализ наличия упоминаний в закупочной документации ГОСТ Р 59569–2021, ГОСТ Р 59651–2021 и ГОСТ Р 59568–2021 проведен в соответствии с данными Единой информационной системы в сфере закупок (ЕИС «Закупки»), что позволило оценить уровень их практического применения (см. Табл. 3). На момент проведения анализа в документации актуальных закупок отсутствовали нормативные ссылки на данные три стандарта, что может свидетельствовать о недостаточном уровне внедрения анализируемых стандартов в текущую практику организаций.

Таблица 3. Упоминания анализируемых стандартов в документации Единой информационной системы в сфере закупок, в реестре технических условий, в реестре продукции, в реестре добровольной регистрации стандартов организации

Национальные стандарты	Данные в ЕИС «Закупки»	Данные в Реестре ТУ	Данные в Реестре «Продукция»	Данные в Реестре добровольной регистрации стандартов организации
1. ГОСТ Р 59569–2021 Аддитивные технологические процессы. Нанесение связующего струйное. Сырье для изготовления песчано-полимерных деталей. Методы испытаний	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют
2. ГОСТ Р 59651–2021 Изделия из сталей и сплавов, изготовленные методом литья под давлением полимерных материалов, высоконаполненных металлическими порошками (MIM-технология). Общие технические условия	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют
3. ГОСТ Р 59568–2021 Аддитивные технологические процессы. Нанесение связующего струйное. Сырье для изготовления песчано-полимерных деталей. Технические требования	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по данным ЕИС Закупки [9], ФГБУ «Институт стандартизации» [10–12], 2025

Анализ упоминаний в Базе данных «Продукция России», в Реестре технических условий (Реестр ТУ) [13] позволил уточнить, используются ли анализируемые стандарты в качестве базы для разработки технической документации. Результаты анализа свидетельствуют об отсутствии данных стандартов в реестре, что может указывать на недостаточную интеграцию стандартов в технологическую практику и документационное обеспечение.

Дополнительно проведен анализ упоминаний стандартов в Базе данных «Продукция России», в Реестре «Продукция» [14], что позволило оценить наличие информации об их применении в серийно выпускаемой номенклатуре. В процессе анализа ни один из рассматриваемых стандартов не был зафиксирован в реестре, что может свидетельствовать об отсутствии фактов включения требований стандартов в технические регламенты и паспорта продукции.

Анализ данных из Реестра добровольной регистрации стандартов организации [15] направлен на выявление процессов адаптации или применения национальных стандартов в рамках внутренних регламентов предприятий. По результатам проверки ни один из стандартов не был зарегистрирован, что может свидетельствовать об ограниченном распространении соответствующих требований стандартов в корпоративной практике.

Также в результате анализа информации о практике применения каждого документа по стандартизации по показателям, предусмотренным пунктом № 8 Методики осуществления мониторинга правоприменения в Российской Федерации, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 19.08.2011 г. № 694 [16], отклонений не выявлено.

3.3. Исследование применения нормативно-правовой и нормативно-технической документации направления «Технет» НТИ методом экспертного интервью

3.3.1. Методология исследования применения анализируемых документов направления «Технет» НТИ

Исследование проведено в формате *полуструктурированных экспертных интервью*, организованных Инфраструктурным центром «Технет» СПбПУ в рамках анализа нормативно-правового и нормативно-технического регулирования направления «Технет» НТИ в разрезе аддитивных технологий.

Цель интервью – выявить механизмы разработки и применения стандартов в области аддитивных технологий, а также восприятие и опыт участников технологического рынка в части существующей системы стандартизации.

Для проведения интервью разработана методическая инструкция, включающая следующие *основные блоки*:

- введение с представлением интервьюера и целей исследования, сбор персональных данных экспертов и уточнение их профессионального опыта;
- вопросы общего характера о целях и мотивации создания стандартов и нормативно-правовых актов, обсуждение взаимосвязи между развитием рынка и стандартизацией;
- практики разработки и применения анализируемых нормативных документов в области аддитивных технологий;
- мнение экспертов о перспективах системы стандартизации и необходимых изменениях (Приложение 1).

Выборка экспертов формировалась на основе их профессиональной деятельности в области технического регулирования, стандартизации, деятельности по популяризации и развитию аддитивных технологий в высокотехнологичных секторах промышленности.

В исследовании приняли участие *4 специалиста*, обладающие значительным опытом в разработке, внедрении и применении нормативных документов, а также практическими знаниями вопросов стандартизации и нормативно-правового регулирования. Респонденты представляют ключевые профильные ведомства и предприятия, участвующие в формировании и применении стандартов в сфере аддитивных технологий.

Интервью проводились в *дистанционном формате*. Результаты интервью представлены с соблюдением *конфиденциальности и анонимности* (Полные тексты интервью представлены в Приложении 2).

Собранные данные включают *качественные ответы*, раскрывающие мотивацию, сложности и практические аспекты работы с нормативной документацией, а также экспертные оценки существующих барьеров и предложения по их преодолению.

3.3.2. Анализ результатов экспертных интервью относительно применения нормативных документов направления «Технет» НТИ

Цели создания стандартов в области аддитивных технологий

На основе экспертных интервью выявлены ключевые цели и мотивы создания стандартов в области аддитивных технологий (см. Табл. 4).

Одной из наиболее часто упоминаемых целей стало обеспечение качества продукции: опрошенные эксперты отмечают, что без четко установленных нормативов невозможно гарантировать стабильность и безопасность продукции, созданной с применением аддитивных технологий.

В частности, стандарты рассматриваются как необходимое условие для серийного производства, где контроль качества должен быть зафиксирован в соответствии с документацией, что также позволит обеспечивать высокий уровень качества производимой продукции и ее соответствия эталонным значениям.

Кроме того, важной мотивацией выступает формирование доверия к продукции на внутреннем и международном рынке, что, по словам трех экспертов, способствует признанию технологии и продукции как со стороны регулирующих органов, так и со стороны потребителей.

Реже упоминалась цель стандартизации в области аддитивных технологий, связанная с реализацией приоритетов государственной научно-технологической политики. Два эксперта связывают работу по стандартизации с исполнением положений государственных стратегических документов и участием в профильных национальных инициативах, что особенно актуально для высокотехнологичных секторов.

Таблица 4. Цели создания стандартов в сфере аддитивных технологий по мнению экспертов

Цель	Частота упоминания	Примеры формулировок
Обеспечение качества продукции	4 эксперта	«...если [продукция] производится аддитивными методами, нужно подтвердить ее качество»; «...стоит более понятная задача – обеспечить качество продукции...»
Формирование доверия к продукции на внутреннем и международном рынке	3 эксперта	«...внедрение аддитивных технологий не представляется возможным без работ по стандартизации»; «...экономические причины [стандартизации]: создание конкурентоспособной продукции и обеспечение ее выхода на внутренний или внешний рынки»
Реализация приоритетов государственной научно-технологической политики	2 эксперта	«Правительство и Госкорпорация «Росатом» заключили соглашение о намерениях по развитию направления «Технологии новых материалов и веществ», в соответствии с которым мы должны развивать аддитивные технологии и внедрять их не только на предприятиях «Росатома», но и по всей России»; «...мы являемся одними из разработчиков, занимающихся внедрением и разработкой стандартов по аддитивным технологиям. На согласование к нам поступают нормативно-правовые документы, разработанные отраслевыми университетами, компаниями...»

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по результатам интервью, 2025

Классификация причин разработки стандартов

Один из экспертов предложил обобщенную классификацию причин разработки стандартов в области аддитивных технологий, разделив их на технические, экономические и правовые:

- технические причины – установление новых терминов и понятий, создание терминологической базы, описание производственных процессов, различий между технологиями, а также фиксация особенностей технологических параметров;
- экономические причины – создание конкурентоспособной продукции и обеспечение ее выхода на внутренний или внешний рынки;
- правовые причины – регулирование процессов создания новых видов продукции, ее обращения, соответствие нормам безопасности, а также сертификация.

Мотивация участия организаций в разработке стандартов

Мотивация участия компаний в разработке стандартов варьируется в зависимости от стратегических и практических интересов (см. Табл. 5). В частности, организации видят в этом инструмент для продвижения технологий, на которых специализируется компания, и стимулирования торговли, особенно в рамках реализации соглашений, которые предполагают, что ссылки на стандарты могут быть зафиксированы в договорах, включая международные соглашения.

Также компании стремятся получить конкурентное преимущество, поскольку, разрабатывая стандарты, они могут формализовать собственные технологические процессы и обеспечить выход сертифицированной продукции на рынок.

Не менее значимой является мотивация повышения доверия к продукции: стандарты рассматриваются как способ гарантировать безопасность и качество, что особенно важно для потребителя.

Также эксперты отмечают такие мотивы, как снижение производственных затрат и оптимизацию процессов за счет стандартизированных решений, а также развитие рынка и внедрение новых технологий, для чего стандарты служат нормативной основой.

Таблица 5. Мотивация участия организаций в разработке стандартов

Мотивация	Частота упоминания	Примеры формулировок
Стимулирование торговли и продвижение технологий	2 эксперта	«...международные стандарты разрабатываются для стимулирования торговли, продвижения интересов, на них можно ссылаться в международных соглашениях»; «...можно прописать требования, важные именно для данной компании»
Конкурентное преимущество	2 эксперта	«...производители заинтересованы, чтобы в стандарте были указаны характеристики соответствующие характеристикам их продукции – это даст преимущество при закупках»; «...все крупные предприятия заинтересованы в создании отраслевых стандартов и нормативной документации, чтобы на их основе можно было официально разрабатывать и внедрять технологические процессы, а также выпускать сертифицированную продукцию»
Повышение доверия к продукции	2 эксперта	«...некоторые стандарты, разработанные небольшими предприятиями, были необходимы им для обеспечения производства, чтобы сформировать доверие к продукции...»; «...[стандарты] обеспечивают соблюдение требований для выпуска безопасных и конкурентоспособных изделий»
Снижение затрат и оптимизация производства	1 эксперт	«...это позволяет снизить расходы предприятия: не нужно заказывать конструкторскую документацию на нескольких заводах – можно сразу изготовить образец...»
Развитие рынка и внедрение новых технологий	1 эксперт	«...стандарты – это неотъемлемые документы, которыми компании руководствуются при создании новой продукции ...»

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по результатам интервью, 2025

Влияние стандартизации на рынок аддитивных технологий

Эксперты отмечают, что между рынком и стандартизацией существует двусторонняя связь:

- с одной стороны, государство и крупные корпорации формируют нормативную базу, которая стимулирует развитие отрасли – этот процесс можно охарактеризовать как движение «сверху вниз»;
- с другой стороны, компании, особенно малые и средние предприятия, сами инициируют разработку стандартов для сертификации продукции и вывода ее на рынок – это демонстрирует движение «снизу вверх», подчеркивая важность инициативы коммерческих организаций в стандартизации.

Основу стандартизации в области аддитивных технологий в России составляют в том числе международные нормативы, в первую очередь Международной организации по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO, ИСО) и ASTM International (ранее – Американское общество испытаний и материалов, American Society for Testing and Materials, ASTM). Тем не менее текущая геополитическая ситуация ограничивает применение зарубежных стандартов, что усиливает значимость разработки и утверждения отечественных стандартов.

Практика применения анализируемых стандартов в организациях и барьеры для их внедрения

Относительно ГОСТ Р 59651–2021, ГОСТ Р 59568–2021 и ГОСТ Р 59569–2021 эксперты отметили, что в практической деятельности опрошенных компаний не применяют данные стандарты. При этом отмечается, что ГОСТ Р 59651–2021 может применяться в медицинской и аэрокосмической отраслях при сертификации продукции, а ГОСТ Р 59568–2021 и ГОСТ Р 59569–2021 – в литейном производстве крупногабаритных изделий.

Такой результат эксперты объясняют несколькими факторами:

- многие предприятия продолжают работать по собственным техническим условиям, так как применение стандартов не является обязательным или не соответствует технологии, на которой специализируется компания;
- представители малого и среднего бизнеса зачастую не осведомлены о существовании данных стандартов или не понимают процедуру их внедрения.

Данные барьеры создают ситуацию, когда разработанные стандарты, призванные унифицировать производственные процессы, фактически остаются невостребованными значительной частью потенциальных пользователей в силу особенностей технологии и недостаточного уровня их распространения.

Рекомендации по совершенствованию системы стандартизации

Для улучшения процесса стандартизации в области аддитивных технологий и преодоления барьеров с учетом комментариев экспертов, полученных в ходе интервью, предложен ряд мер:

- стимулирование участия промышленности в формировании стандартов «снизу», что обеспечит их практическую применимость. Такой подход будет способствовать развитию инновационной деятельности на рынке изделий, изготовленных с применением аддитивного производства, и упрощению интеграции новых производственных решений в деятельность предприятий.

Реализация предложенных мер в части стимулирования участия промышленности предполагает в том числе создание пилотных площадок для апробации стандартов с привлечением организаций – участников рынка, владеющих данной технологией или ведущих деятельность по разработке технологии / продукции, изготовленной с применением обозначенной технологии. Кроме того, дополнительными мерами может выступать финансовая поддержка организаций, владеющих данной технологией или использующей ее, в рамках конкурсов или премий за лучшую практику применения стандарта.

С целью стимулирования промышленных предприятий к участию в разработке стандартов и обеспечению их практической применимости рекомендуется Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии (Росстандарту) при поддержке Министерства промышленности и торговли Российской Федерации увеличить размер субсидии, выделяемой участникам отбора на право получения субсидий из федерального бюджета на компенсацию части затрат, связанных с разработкой международных, региональных и национальных документов в области стандартизации, обеспечивающих применение и исполнение требований технических регламентов, международных соглашений и нормативных правовых актов Российской Федерации.

- развитие образовательных программ, направленных на повышение осведомленности специалистов о стандартизации и ее роли в производстве, а также применении рассматриваемых стандартов в области аддитивных технологий, тем самым возможно повышение определенности требований к продукции и процессам; повышение воспроизводимости свойств сырья, стабильности характеристик готовой продукции; интеграция аддитивных процессов в серийное производство и развитие процедур оценки соответствия. Реализация предложенных мер в части развития образовательных программ предполагает в том числе разработку, опубликование, распространение и популяризацию методических и экспертно-аналитических материалов о применении данных стандартов, преимуществах внедрения технологий, раскрытых в стандартах, проведение образовательных мероприятий и учебных семинаров по данным тематикам.

С целью обучения специалистов (инженеров, технологов, руководителей производства и других заинтересованных лиц) основам стандартизации в области аддитивных технологий, применению конкретных стандартов, процедурам оценки соответствия и интеграции аддитивных технологий в серийное производство рекомендуется Министерству науки и высшего образования Российской Федерации инициировать данные мероприятия и предоставить гранты в форме субсидии из федерального бюджета на разработку образовательных программ повышения квалификации (ПК) и профессиональной переподготовки (ПП) по совершенствованию стандартизации в области аддитивных технологий. Исполнителями работ по гранту и получателями гранта могут являться:

- инжиниринговые центры на базе образовательных организаций высшего образования, подведомственных Минобрнауки России, созданные во исполнение поручения Правительства РФ от 23.05.2013 № ДМ-П 8-3464 в рамках реализации Плана мероприятий («дорожной карты») в области инжиниринга и промышленного дизайна, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 23.07.2013 г. № 1300-р и Государственной программы «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 г. № 328;
- передовые инженерные школы, созданные в рамках федерального проекта «Передовые инженерные школы» (с 2025 г. включен в федеральный проект «Университеты для поколения лидеров» национального проекта «Молодежь и дети»);

– центры компетенций Национальной технологической инициативы, поддержанные в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 16 октября 2017 г. № 1251 «Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета на оказание государственной поддержки центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций и Положения о проведении конкурсного отбора на предоставление грантов на государственную поддержку центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций».

Обозначенные меры при тесном взаимодействии всех участников рынка – организаций, органов стандартизации, органов государственной власти, разработчиков стандартов, государственных заказчиков и других заинтересованных лиц – будут способствовать стимулированию рынка и повышению осведомленности о разработанных нормативных актах, что напрямую определит спрос на закрепленные в стандартах технологии. Дополнительные меры по совершенствованию системы стандартизации должны учитывать результаты повышения осведомленности о стандартах, масштабирование и развитие указанных технологий.

Проведенный анализ практики применения документов, подлежащих мониторингу, позволил выявить ключевые тенденции в данной сфере:

- рассмотренные стандарты сохраняют свою актуальность и обладают потенциалом для применения в промышленности;
- в нормативной документации отсутствует информация о применении документов, подлежащих мониторингу;
- мотивы разработки стандартов в сфере аддитивных технологий включают обеспечение качества продукции, формирование доверия на рынке и реализацию государственной научно-технической политики.

Полученные данные указывают на необходимость дальнейшего изучения факторов, влияющих на внедрение стандартов в практическую деятельность предприятий. Особого внимания заслуживают вопросы информированности участников рынка о существующих нормативах, а также механизмы вовлечения промышленности в процессы стандартизации.

ГЛАВА 4. МОТИВИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ИТОГОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПУНКТОВ ПЛАНА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

4.1. Исследование в целях выявления существующих потребностей в совершенствовании законодательства в сфере передовых производственных технологий

Развитие передовых производственных технологий оказывает существенное влияние на нормативно-правовое и нормативно-техническое регулирование в мире и России. Существенные изменения нормативного регулирования затрагивают как отдельные технологии (например, разработка протоколов промышленного интернета вещей или унификация отдельных технологий аддитивного производства для конкретной области применения и т.д.), так и весь комплекс передовых технологий (например, терминологические стандарты или нормы регулирования экологического воздействия от применения передовых производственных технологий), требуя адаптации и разработки новых норм в различных сферах для обеспечения безопасного, эффективного и этичного использования инноваций. Совершенствование системы нормативного регулирования в целях учета влияния развития новых передовых производственных технологий и масштабирования их внедрения в промышленность необходимо в следующих сферах:

- **Безопасность (физическая и кибернетическая):** пересмотр стандартов по безопасности эксплуатации оборудования (в первую очередь роботов), ужесточение требований к защите персональных данных и ответственности, формирование актов и стандартов в области сетевой безопасности, управление уязвимостями производственных систем и регламенты реагирования на инциденты.
В Европейском союзе, Китае, Индии, Бразилии и других странах приняты законы о защите данных, положения которых содержат строгие требования, предъявляемые к компаниям, работающим на территории этих государств. Например, с принятием Закона о защите личной информации (Personal Information Protection Law, PIPL) Китай ввел всеобъемлющий закон о защите данных, который предъявляет строгие требования к компаниям, особенно в отношении трансграничной передачи персональных данных. Компании, работающие в Китае или собирающие там данные, должны соответствующим образом адаптировать свои процессы, чтобы отвечать строгим требованиям [17].
- Система защиты интеллектуальной собственности в связи с распространением аддитивных технологий, искусственного интеллекта (ИИ) и технологии цифровых двойников требует решения вопросов об авторских правах и патентах на цифровые модели и произведенные на их основе изделия [18].
- Обеспечение совместимости производственных систем (устройств, программного обеспечения и платформ, в том числе от разных производителей и разработчиков) требует единого подхода к разработке новых технических стандартов (протоколов связи, форматов данных, интерфейсов) [19].

- Правовая ответственность сторон при возникновении сбоев или инцидентов, связанных с применением передовых производственных технологий (промышленные роботы, искусственный интеллект и т.д.) требует адаптации законодательства по урегулированию споров сторон (производителя, пользователя/оператора, разработчика ПО).

Например, в 2024 году в Европейском союзе принят закон об искусственном интеллекте (Artificial Intelligence Act) [20], который предусматривает классификацию систем искусственного интеллекта с различными требованиями и обязательствами, в зависимости от оценки риска негативного воздействия на здоровье, безопасность или неотъемлемые права человека [21; 22].

В Китае Шанхайский исследовательский институт в сфере искусственного интеллекта (Shanghai Artificial Intelligence Research Institute, SAIRI) разработал трехуровневую стратегию для развития безопасных и этичных ИИ-технологий с самых ранних стадий создания, а также нормативную базу из сотни отраслевых стандартов и этических регуляторных норм [23].

- Актуализация экологических норм в связи с развитием сферы новых материалов и производственных процессов требует пересмотра стандартов по потреблению ресурсов и выбросам, а также утилизации отходов.
- Дополнение или подготовка совершенно новых профессиональных стандартов для специалистов, работающих с передовыми производственными технологиями.

В России распространение передовых производственных технологий стимулировало формирование структур (технических комитетов), которые разрабатывают стандарты по отдельным технологиям интернета вещей и промышленного интернета [24; 25], аддитивного производства [26], новых материалов [27; 28], искусственного интеллекта [29; 30]. Вместе с тем в контексте технологического развития и усиливающейся конкуренции на мировом рынке становится необходимым анализ и устранение нормативно-правовых барьеров, ограничивающих внедрение передовых производственных технологий (ППТ) в России. Несмотря на наличие плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (Распоряжения Правительства РФ от 23.03.2018 г. № 482-р, от 28.05.2020 г. № 1420-р, от 01.06.2024 г. № 1370-р), а также реализуемых мер регулирования, сохраняется необходимость оценки эффективности действующей нормативной базы и ее восприятия профессиональным сообществом.

В рамках данного раздела проводится исследование эмпирических данных от участников технологического рынка о восприятии существующих барьеров, а также об оценке предлагаемых и реализуемых мероприятий в рамках плана мероприятий по совершенствованию законодательства «Технет» НТИ.

4.2. Методология исследования в целях выявления существующих потребностей в совершенствовании законодательства в сфере передовых производственных технологий

Объектом исследования выступает нормативно-правовое регулирование в области передовых производственных технологий в России.

В качестве *предмета исследования* рассматривается восприятие профессиональным сообществом актуальных барьеров и возможных мер по их преодолению в контексте реализации мероприятий НТИ «Технет».

Целью исследования стало выявление наиболее значимых нормативных барьеров и анализ предложений по их преодолению, исходящих от экспертов и участников технологического рынка.

В качестве *основной гипотезы исследования* выдвигается предположение, что действующие нормативно-правовые барьеры в области передовых производственных технологий в Российской Федерации оказывают сдерживающее воздействие на процессы их внедрения и масштабирования. Вместе с тем профессиональное сообщество обладает потенциалом к формированию конструктивных предложений, направленных на преодоление данных ограничений.

Дополнительные гипотезы исследования включают следующие положения:

- наибольшие затруднения вызывают правовые пробелы, устаревшие технические стандарты, а также недостаточная регламентация цифровых решений и моделей;
- устранение выявленных барьеров может быть достигнуто посредством разработки и актуализации стандартов, согласованных с международными нормами, а также внедрения механизмов правового тестирования;
- в различных отраслях и в деятельности крупных технологических организаций могут возникать специфические нормативно-правовые ограничения, требующие адаптивного и дифференцированного подхода к формированию регулирующих мер.

Исследование проведено в 2025 году в формате *анонимного экспертного опроса* с использованием онлайн-платформы «Yandex Forms». Опросник включал закрытые и открытые вопросы с получением количественных и качественных данных (Приложение 3).

Выборка формировалась путем адресной рассылки опроса экспертам рабочей группы «Технет», нормативной рабочей группы «Технет», а также через официальные коммуникационные каналы и социальные сети Национальной технологической инициативы (НТИ).

4.3. Анализ результатов экспертного опроса

Характеристика респондентов

В исследовании приняли участие 16 респондентов, представляющих различные типы организаций, вовлеченных в разработку и развитие передовых производственных технологий (рис. 1). Наибольшее количество опрошенных являются работниками государственных компаний, частных компаний и высших учебных заведений.

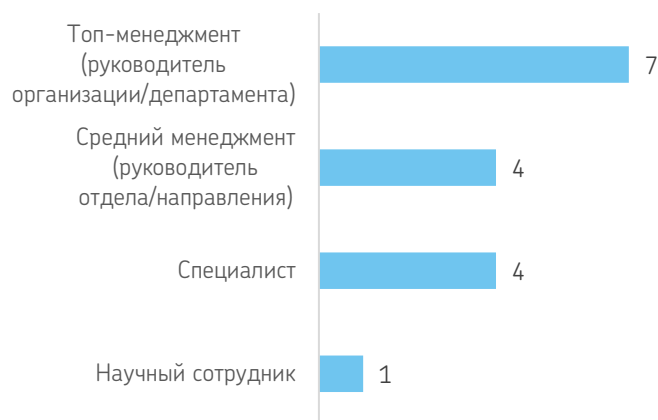
Рисунок 1. Распределение респондентов по типам организаций



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по результатам опроса, 2025

Большинство опрошенных экспертов является руководителями организаций и департаментов (7 респондентов), а также отделов и направлений (4 респондента) (рис. 2).

Рисунок 2. Уровни должностей респондентов



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по результатам опроса, 2025

Ключевые барьеры в области создания, развития, применения, продвижения передовых производственных технологий

Наиболее часто упоминаемыми барьерами при создании, развитии, применении, продвижении передовых производственных технологий стали:

- пробелы в законодательстве (недостаточное регулирование развития новых технологий, в том числе в отраслевом законодательстве по применению передовых производственных технологий), отмечено 11 респондентами;
- устаревшие стандарты, не учитывающие развитие современных технологий, отмечено 10 респондентами (рис. 3).

Существенная доля опрошенных также сталкивалась с трудностями сертификации инновационной продукции (8 респондентов) и неясностью в правовом статусе цифровых моделей изделий, особенно в части их применения для проектирования и сертификации изделий (8 респондентов).

Рисунок 3. Барьеры в области законодательства, с которыми столкнулись респонденты или их организации, при создании, развитии, применении, продвижении передовых производственных технологий



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по результатам опроса, 2025

Отдельные участники исследования обозначили более специфические затруднения, выходящие за рамки приведенных выше барьеров и отражающие системные особенности функционирования отдельных отраслей и организаций (см. табл. 6).

Таблица 6. Специфические нормативно-правовые и организационные барьеры, обозначенные респондентами

Тип барьера	Описание	Примечание
Организационно-управленческий	Отсутствие четкой иерархии ответственности при реализации структурных задач, что приводит к некорректной передаче информации руководству, искажению управленческих приоритетов, затягиванию процессов и снижению эффективности достижения целевых результатов	Характерно для крупных технологических организаций вне привязки к конкретной технологии
Административно-структурный	Повышенная административная нагрузка, связанная с необходимостью подготовки значительного объема отчетности для промежуточных структур, что требует либо увеличения трудозатрат, либо расширения штатного состава	Отмечено представителем судостроительной промышленности вне привязки к конкретной технологии
Законодательный	Существующие положения Федерального закона от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» и Федерального закона от 18 июля 2011 года № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» ограничивают гибкость производственных процессов,	Отмечено представителем судостроительной промышленности вне привязки к конкретной технологии

Тип барьера	Описание	Примечание
	особенно в высокотехнологичных и оборонных отраслях	
	Несогласованность требований по обеспечению информационной безопасности, включая защиту персональных данных и защиту критической информационной инфраструктуры, с особенностями внедрения и функционирования передовых производственных технологий	Актуально для предприятий, использующих цифровые модели и технологии
	Отсутствие законодательного закрепления отраслевой поддержки внедрения технологий в производство снижает мотивацию участников к реализации проектов	Рассматривается как недостающий механизм стимулирования развития передовых производственных технологий
	Исключение отраслевых стандартов из состава документов по стандартизации привело к утрате значимого технического содержания. Замена на государственные стандарты Российской Федерации (ГОСТ) или стандарты организаций требует значительных ресурсов и ухудшает качество документов	Влияние на конструкторско-технологическое обеспечение процесса применения передовых производственных технологий в отраслях
	Жесткие требования Федерального закона от 18 июля 2011 года № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» затрудняют закупки: увеличивают сроки и вынуждают приобретать менее качественные изделия, что влияет на выполнение обязательств перед заказчиком	Актуально для поставщиков высокотехнологичной продукции вне привязки к конкретной технологии
	Нормативные требования по защите информации в производственных системах, в том числе автоматизированных системах управления технологическими процессами, не учитывают технологические параметры (время отклика, взаимодействие между уровнями конфиденциальности), что ограничивает внедрение передовых производственных технологий	Требуется учет технологических особенностей в регулировании
	Невозможность полноценного использования объектов интеллектуальной собственности в стандартах. Большинство передовых технологий патентуются коммерческими структурами, однако в действующем законодательстве данный вопрос не урегулирован	В Федеральном законе от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» отсутствует механизм, аналогичный практике Международной организации по стандартизации (ИСО) и Международной электротехнической комиссии (МЭК), по включению патентов в стандарты на справедливых, разумных и недискриминационных условиях (Fair, Reasonable, and Non-Discriminatory, FRAND)
	Отсутствуют утвержденные методики оценки качества цифровых двойников, несмотря на наличие ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения», что ограничивает инвестиционную привлекательность технологии	Влияет на инвестиции, трансфер технологий и госзакупки в части создания и применения цифровых двойников изделий

Двое респондентов также назвали конкретные нормативные правовые акты, действующие на территории Российской Федерации, которые, по их мнению, могут препятствовать развитию передовых производственных технологий:

- Приказ ФСТЭК России от 21.12.2017 г. № 235 «Об утверждении требований к созданию систем безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и обеспечению их функционирования»;
- Приказ ФСТЭК России от 25.12.2017 г. № 239 «Об утверждении требований по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации»;
- Федеральный закон от 29.06.2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации», глава четвертая.

Меры по противодействию барьерам

На основе анализа мнений респондентов можно выделить несколько ключевых мер, которые могут способствовать преодолению барьеров в области законодательства при создании, развитии, применении и продвижении передовых производственных технологий (рис. 4).

Рисунок 4. Мероприятия, которые по мнению респондентов позволили бы преодолеть барьеры в области законодательства при создании, развитии, применении, продвижении передовых производственных технологий



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по результатам опроса, 2025

Один из респондентов представил комплексное предложение по устранению нормативных барьеров, затрудняющих развитие передовых производственных технологий. В частности, для преодоления барьера, связанного с невозможностью полноценного использования объектов интеллектуальной собственности (ОИС) в стандартах, респондент предлагает реализовать следующий комплекс мер нормативного характера:

- разработка и принятие федерального закона о внесении изменений в Федеральный закон от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации», устанавливающего единый порядок использования ОИС в стандартах на справедливых, разумных и недискриминационных условиях (Fair, Reasonable, and Non-Discriminatory, FRAND). Закон должен содержать определения понятий «стандартообразующий патент», «FRAND-лицензия», а также процедуры включения таких патентов в проекты стандартов;
- принятие новой редакции национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р 1.2–2020 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления, внесения поправок и отмены», уточняющей механизмы включения ОИС в стандарты на условиях FRAND при подготовке, согласовании и утверждении стандартов;
- актуализация межгосударственного стандарта ГОСТ 1.2–2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены» в части процедур использования ОИС в межгосударственных стандартах, что обеспечит совместимость с обновленной национальной практикой;
- внесение изменений в часть четвертую Гражданского кодекса Российской Федерации, закрепляющих правовой механизм предоставления безотзывного обязательства правообладателей на предоставление лицензий для включения своих ОИС в стандарты, а также предоставления лицензий третьим лицам на справедливых, разумных и недискриминационных условиях. Данный подход обеспечит юридическую определенность и стабильность при коммерческом использовании стандартов, содержащих запатентованные решения.

Для устранения барьеров, связанных с отсутствием инструментов оценки качества цифровых двойников, респондент рекомендует:

- провести анализ зарубежных практик и методик оценки цифровых двойников, включая модель ODTE (Overall Digital Twin Entanglement)³ как потенциальную основу для адаптации в российских условиях;
- разработать проект нового национального стандарта, посвященного моделям оценки качества цифровых двойников изделий, включающего основные параметры оценки качества функционирования цифрового двойника, а также качества информационного взаимодействия между цифровым двойником и его физическим аналогом. Принятие такого стандарта позволит сформировать прозрачные критерии оценки и повысить доверие к технологии со стороны инвесторов и государственных заказчиков.

³ В данной рекомендации респондент ссылается на модель «Общая взаимосопряженность цифрового двойника (ODTE, Overall Digital Twin Entanglement)». Источник: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10492860>

Оценка реализации плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации «Технет» НТИ

Из числа всех опрошенных респондентов 11 человек осведомлены о реализации плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (передовые производственные технологии) (Распоряжение Правительства РФ от 23.03.2018 г. № 482-р (ред. от 28.05.2020 г. № 1420-р, от 01.06.2024 г. № 1370-р)). Большинство респондентов (8 человек) считают, что реализация плана демонстрирует значительный прогресс или умеренные успехи (рис. 5). Остальные респонденты затруднились с ответом.

Рисунок 5. Оценка респондентами текущих результатов реализации пунктов плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по результатам опроса, 2025

Наиболее успешными мерами по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» опрошенные считают:

- разработку стандартов (ГОСТ) и предварительных национальных стандартов (ПНСТ) в рамках реализации перспективного плана стандартизации в области передовых производственных технологий (9 респондентов);
- формирование и ежегодную актуализацию перспективного плана стандартизации в области передовых производственных технологий (8 респондентов);
- снижение барьеров в области использования новых материалов (в первую очередь композиционных) и изделий из них, инновационной продукции (7 респондентов) (рис. 6).

Рисунок 6. Наиболее успешные, по мнению респондентов, реализованные меры плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по результатам опроса, 2025

Основными проблемами при реализации плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ респонденты назвали:

- нехватку координации между ведомствами (6 респондентов);
- недостаточную вовлеченность бизнеса в процесс реализации плана мероприятий (6 респондентов) (рис. 7).

Рисунок 7. Ключевые проблемы, возникшие у респондентов или их организаций при реализации плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по результатам опроса, 2025

Применение анализируемых стандартов

В вопросе о применении ГОСТ Р 59568–2021 «Аддитивные технологические процессы. Нанесение связующего струйное. Сырье для изготовления песчано-полимерных деталей. Технические требования», ГОСТ Р 59569–2021 «Аддитивные технологические процессы. Нанесение связующего струйное. Сырье для изготовления песчано-полимерных деталей. Методы испытаний» и ГОСТ Р 59651–2021 «Изделия из сталей и сплавов, изготовленные методом литья под давлением полимерных материалов, высоконаполненных металлическими порошками (MIM-технология). Общие технические условия», респонденты отметили, что:

- ГОСТ Р 59568–2021 и ГОСТ Р 59569–2021 находят применение при аддитивном изготовлении пресс-форм для установления требований к используемому сырью;
- ГОСТ Р 59651–2021 используется для нормативного закрепления требований к деталям, полученным методом MIM (Metal Injection Moulding).

При этом респонденты указали на низкую степень внедрения аддитивных технологий в отдельных отраслях (в частности, в судостроении) и подчеркнули необходимость нормативного и профессионального сопровождения данного процесса в виде системы цифровой метрологии и разработки соответствующих профессиональных стандартов.

Среди предложенных респондентами мер, направленных на повышение эффективности применения ГОСТ Р 59651–2021, ГОСТ Р 59568–2021 и ГОСТ Р 59569–2021, отмечена необходимость развития и широкого внедрения аддитивного оборудования, обеспечивающего реализацию заложенных в стандартах технологических процессов.

Предложения по развитию направлений нормативно-правовой и нормативно-технической системы в рамках реализации плана мероприятий по совершенствованию законодательства в направлении «Технет» НТИ

Участники опроса также предложили тематики и направления для разработки новых нормативно-правовых актов и актов технического регулирования в рамках реализации плана мероприятий по совершенствованию законодательства в направлении «Технет» НТИ:

- актуализировать перспективный план стандартизации в области передовых производственных технологий;
- разработать нормативно-правовые акты и акты технического регулирования в сфере робототехники;
- создать систему нормативного регулирования цифровой метрологии, стандартизации и сертификации, включая подготовку кадров;
- учесть психологические аспекты регулирования технологий, поскольку принятие решений экспертами зависит от их мотивации, временных ресурсов и условий труда;
- разработать нормативную базу методологии проведения цифровых (виртуальных) испытаний;
- вернуть отраслевые стандарты в правовое поле, в частности, за счет придания им в отдельных случаях статуса обязательного применения или включения в нормативную систему через механизмы признания и регистрации в Федеральном информационном фонде стандартов, что обеспечит их юридическую значимость и устранил правовую неопределенность при применении в технологических процессах;
- разработать отраслевые модели угроз и нарушителей в информационном пространстве – типовые профили потенциальных нарушителей и возможных сценариев угроз для ключевых технологических решений, с целью использования этих моделей в системах оценки рисков, обеспечения информационной безопасности и обоснования требований к защищенности передовых производственных технологий и изделий, изготовленных с применением передовых производственных технологий;
- устранить нормативные барьеры, связанные с использованием объектов интеллектуальной собственности в стандартах, в том числе внести изменения в Федеральный закон от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ, ГОСТ Р 1.2-2020, ГОСТ 1.2-2015 и часть четвертую Гражданского кодекса РФ для закрепления принципов FRAND-лицензирования;
- ввести обязательное применение цифровых (виртуальных) испытаний для подтверждения соответствия продукции, разработанной или изготовленной с применением передовых производственных технологий;
- стимулировать разработку стандартов через субсидирование и преференции для организаций, чьи документы по стандартизации прошли экспертизу и включены в Федеральный информационный фонд;
- актуализировать статистическое измерение разработки и использования передовых производственных технологий для согласования терминологии между промышленностью и государством.

Из перечня, представленного в опросе, в качестве приоритетных направлений для формирования нормативно-технической базы в сфере передовых производственных технологий респонденты наиболее часто отмечали:

- стандарты в области цифрового проектирования и моделирования (9 респондентов);
- стандарты в области новых материалов, включая композиционные материалы и изделия из них (9 респондентов) (рис. 8).

Рисунок 8. Линейки стандартов, которые, по мнению респондентов, будут наиболее способствовать созданию базы нормативно-технического регулирования в области разработки и применения передовых производственных технологий



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по результатам опроса, 2025

Результаты исследования подтверждают предположение о значительном влиянии нормативно-правовых и административных барьеров на процессы внедрения и развития передовых производственных технологий. Выявленные в ходе экспертного опроса проблемы указывают на необходимость комплексного пересмотра отдельных положений нормативно-правовых актов.

Наиболее значимые ограничения, обозначенные участниками исследования, включают:

- фрагментарность и несогласованность действующего законодательства;
- устаревание технических регламентов и стандартов;
- сложности в процедурах сертификации и внедрения инноваций;
- отсутствие правовой определенности в ряде критически важных направлений (цифровые двойники, цифровое проектирование и моделирование, аддитивное производство и др.).

В совокупности это свидетельствует о том, что существующее нормативно-правовое регулирование не в полной мере учитывает особенности трансформации производственного сектора в условиях цифровизации. При этом респонденты отмечают значительные успехи, достигнутые в части совершенствования законодательства в сфере передовых производственных технологий.

Предложенные экспертами направления совершенствования регулирования в области передовых производственных технологий включают:

- расширение применения экспериментальных правовых режимов;
- развитие механизмов правовой предсказуемости и гибкости;
- усиление роли технических стандартов, разрабатываемых с участием профессионального сообщества;
- повышение согласованности между различными уровнями и типами регулирования (отраслевого, межотраслевого, межрегионального).

Таким образом, экспертная оценка текущих нормативных барьеров и возможных путей их преодоления формирует основу для разработки более адаптивной модели правового сопровождения технологического развития в области передовых производственных технологий, что особенно актуально в ходе реализации направлений деятельности в рамках направления «Технет» НТИ.

ГЛАВА 5. АНАЛИЗ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА В ОБЛАСТИ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

5.1. Анализ кадрового потенциала по количеству выпускников в области передовых производственных технологий

Одним из факторов, влияющих на успешное развитие передовых производственных технологий (ППТ), является наличие квалифицированных кадров в этой области. Во всем мире страны активно инвестируют в развитие инженерного образования, цифровых навыков и программ переквалификации, чтобы удовлетворить спрос на специалистов в области ППТ [31]. В России также реализуются программы, нацеленные на модернизацию инженерного образования и развитие кадрового потенциала по данному направлению. Например, этому способствуют федеральный проект «Передовые инженерные школы» и деятельность Центров компетенций Национальной технологической инициативы, создаваемых на базе образовательных и научных организаций. Тем не менее остаются проблемы с нехваткой специалистов в области ППТ [27; 32].

Для оценки кадрового потенциала в рамках исследования проанализировано количество выпускников по направлениям подготовки в области ППТ в период с 2022 по 2024 год по отношению к общему количеству выпускников. В качестве источника использованы сводные данные Министерства науки и высшего образования Российской Федерации о распределении выпуска бакалавров, специалистов, магистров по направлениям подготовки и специальностям [33]. Направления подготовки, относящиеся к ППТ, выделены экспертами ИЦ «Технет» СПбПУ на основе перспективных направлений деятельности «Передовых инженерных школ» (ПИШ) и Центров компетенций НТИ. В анализ включены как общие направления, которые напрямую связаны с ППТ, например, программная инженерия, мехатроника и робототехника, материаловедение и технологии материалов, так и отраслевые направления, которые входят в перечень отраслей «дорожной карты» по «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» (полный список направлений по специальностям и программам подготовки содержится в Приложении 4):

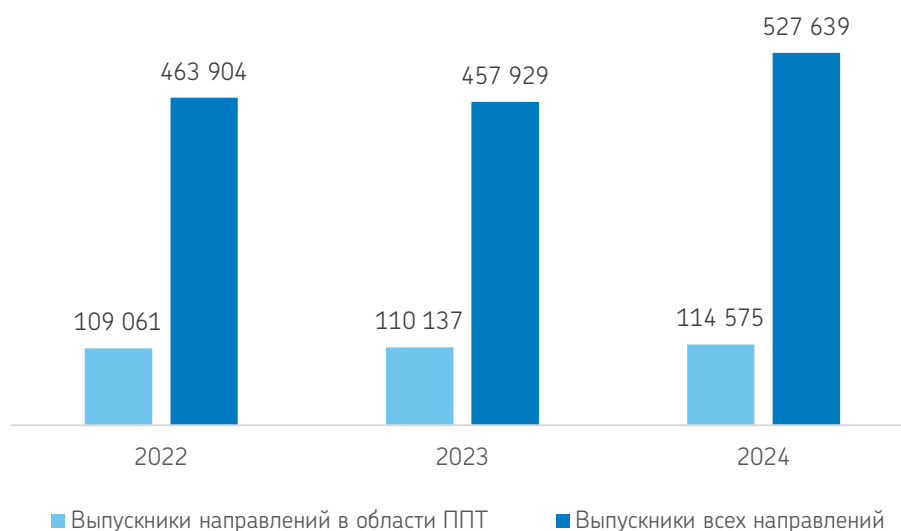
- автомобилестроение,
- авиастроение и ракетно-космическая техника,
- двигателестроение,
- машиностроение, включая атомное, нефтегазовое, тяжелое, специальное машиностроение,
- железнодорожный транспорт,
- судостроение и кораблестроение, непрерывное/процессное производство.

Важно учитывать, что при анализе использовался перечень направлений по состоянию на 2025 год, при этом с 1 сентября 2026 года перечень направлений будет изменен (Приказ Минобрнауки РФ от 02.08.2024 г. № 514 [34]).

Несмотря на то, что количество выпускников программ бакалавриата по направлениям в области ППТ растет в период с 2022 по 2024 год, их доля по отношению к общему количеству выпускников уменьшается. Так, в 2022 году доля выпускников программ бакалавриата в области ППТ составила 23,5%, в 2023 году – 24%, а в 2024 году – 21,7%.

Суммарно с 2022 по 2024 год выпущено 333 773 бакалавра в области ППТ, что составило 23% от общего количества выпускников бакалавриата (см. Рис. 9).

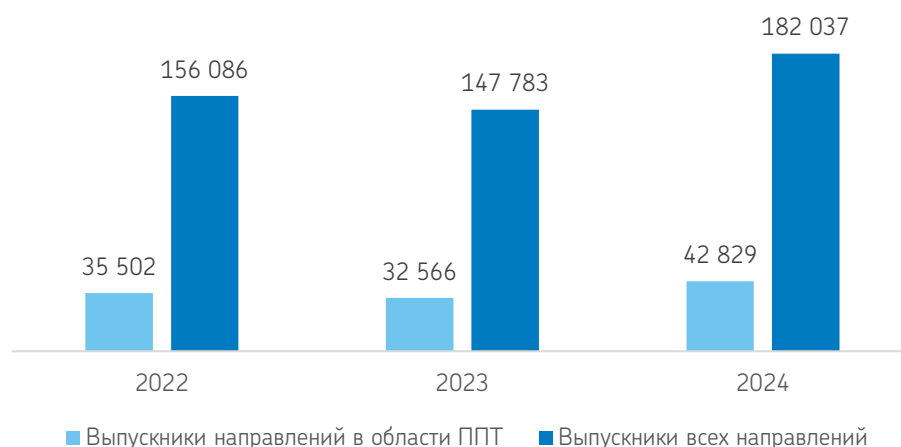
Рисунок 9. Количество выпускников программ бакалавриата, 2022–2024 гг., чел.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по данным Минобрнауки РФ [33], 2025

Доля выпускников программ магистратуры по направлениям ППТ за 2022–2024 годы составила 22–24%, что примерно соответствует доле выпускников бакалавриата. В 2022 году магистры по направлениям ППТ составили 22,7% от общего количества выпускников-магистров, в 2023 году – 22%, в 2024 году – 23,5%. Всего за этот период выпущено 110 897 магистров в области ППТ, что составило 22,8% от всех выпускников магистратуры (см. рис. 10). Таким образом, наблюдается незначительный рост количества магистров в области ППТ с 2022 по 2024 г. Одной из причин появления большего количества выпускников магистратуры в области ППТ может быть появление программ подготовки в рамках деятельности ПИШ, которые направлены на подготовку высококвалифицированных инженерных кадров.

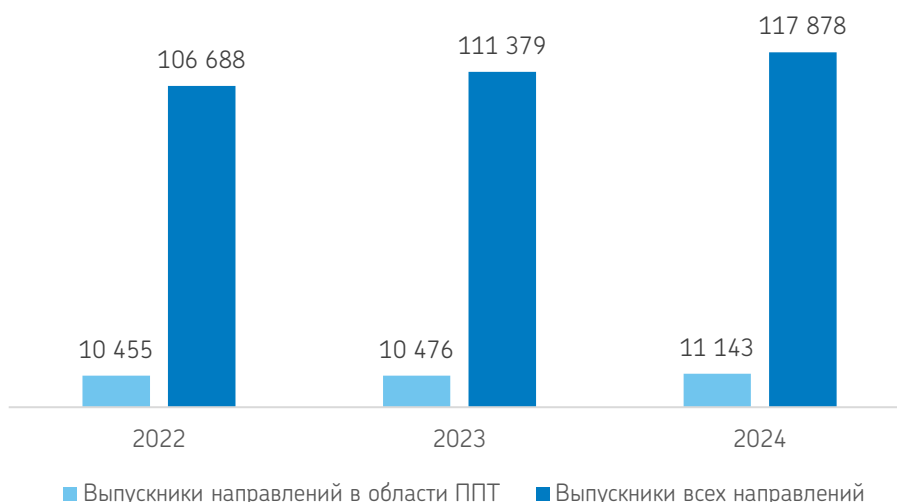
Рисунок 10. Количество выпускников программ магистратуры, 2022–2024 гг., чел.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по данным Минобрнауки РФ [33], 2025

Выпускники специалитета по направлениям ППТ составляют наименьшую долю от общего количества выпускников программ специалитета. В 2022 году 9,8% студентов специалитета было выпущено по направлениям ППТ, в 2023 – 9,4%, в 2024 – 9,5%. Всего за этот период было выпущено 32 074 специалиста в области ППТ, что составило 9,5% от общего количества выпускников программ специалитета.

Рисунок 11. Количество выпускников программ специалитета, 2022–2024 гг., чел.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по данным Минобрнауки РФ [33], 2025

Таким образом, в бакалавриате и магистратуре общая доля выпускников по направлениям ППТ за период с 2022 по 2024 год составляет приблизительно 23%, в то время как на программах специалитета – 9,5%. Подготовка квалифицированных кадров в области передовых производственных технологий занимает достаточно высокую долю среди всех направлений подготовки, что свидетельствует о планомерном развитии в данном направлении.

5.2. Анализ программ государственной поддержки в рамках направления «Технет» НТИ

В настоящее время отсутствует единый нормативно-правовой акт, напрямую регулирующий подготовку кадров в области передовых производственных технологий (ППТ). Регулирование в области ППТ осуществляется в первую очередь в рамках существующих национальных программ и стратегических документов, таких как план мероприятий («дорожная карта») «Технет» (передовые производственные технологии) НТИ (одобрен протоколом № 1 от 28.02.2022 г. заочного голосования членов президиума Правительственной комиссии по модернизации экономики и инновационному развитию России), одним из направлений которого является подготовка кадров. Например, одной из целей «дорожной карты» является «совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков» (пункт 2.3) [3].

Помимо этого, существуют нормативно-правовые акты, реализуемые в рамках мер государственной поддержки, направленные на развитие кадрового потенциала в данной сфере. В рамках анализа кадров поставлена задача выявить и обобщить меры поддержки, реализуемые через образовательные программы и инициативы, направленные на развитие инженерного образования и научно-технологического прогресса в области передовых производственных технологий.

В рамках анализа отобраны государственные меры поддержки образовательных организаций, направленные на развитие подготовки кадров в области передовых производственных технологий (ППТ), в частности, рассмотрены ключевые инициативы, такие как федеральный проект «Передовые инженерные школы», Центры компетенций НТИ, сеть инжиниринговых центров на базе образовательных организаций, программа «Приоритет-2030», а также проект «Платформа университетского технологического предпринимательства». Также проанализированы результаты деятельности в рамках реализации рассмотренных программ, в частности, создание новых образовательных программ, формирование центров компетенций, внедрение сквозных цифровых и производственных технологий, запуск технологических стартапов и активное взаимодействие университетов с высокотехнологичными компаниями.

Таблица 7. Программы государственной поддержки образовательных организаций для подготовки кадров в рамках направления «Технет» НТИ (передовые производственные технологии)

№ п/п	Наименование программы	Наименование постановления Правительства Российской Федерации	Оператор программы	Описание программы	Финансирование	Результат деятельности
1	Федеральный проект «Передовые инженерные школы»	«О мерах государственной поддержки программ развития передовых инженерных школ» (Постановление Правительства РФ от 08.04.2022 № 619) [35]	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (далее – Минобрнауки России)	Проект направлен на подготовку квалифицированных инженерных кадров для высокотехнологичных отраслей экономики с целью достижения технологической независимости страны. Подготовка ведется по сквозным технологиям цифровой экономики и приоритетным направлениям развития техники и технологий [36].	29,7 млрд руб. за период 2022–2024 гг. , внебюджетное финансирование – 42,2 млрд руб. за 2022–2024 гг. [37]	50 передовых инженерных школ, созданных в партнерстве с высокотехнологичными компаниями. Более 250 программ подготовки инженерных кадров, разработанных в партнерстве с высокотехнологичными компаниями [38]. Создано более 1200 новых образовательных программ для инженерных кадров [39]. Более 900 грантов для лучших студентов на прохождение практик и стажировок с наставниками в высокотехнологичных компаниях. Более 6 000 обучающихся в передовых инженерных школах. Более 15 000 преподавателей и инженеров прошли повышение квалификации на

№ п/п	Наименование программы	Наименование постановления Правительства Российской Федерации	Оператор программы	Описание программы	Финансирование	Результат деятельности
						базе передовых инженерных школ. Более 22 000 школьников приняли участие в деятельности передовых инженерных школ [38].
2	Центры компетенций НТИ	«Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета на оказание государственной поддержки центров Национальной технологической инициативы» (Постановление Правительства РФ от 16 октября 2017 г. № 1251) [40]	Минобрнауки России	Цель программы – сформировать сеть инженерно-образовательных консорциумов на базе российских университетов и научных организаций для создания инновационных решений в области «сквозных» технологий, обеспечивающих глобальное лидерство компаниям, которые используют данные технологии для производства продуктов и услуг.	16 млрд руб. (до конца 2024 г. [41])	В 2017–2023 гг. было создано 24 Центра компетенций НТИ. В части образовательной деятельности в 2023 году было разработано 40 новых основных образовательных программы (всего с 2018 г. разработано 232 программы), 101 программа дополнительного профессионального образования (всего с 2018 г. разработано 533 программ) [41].
3	Программа Инжиниринговых центров на базе университетов	Федеральный проект «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Наука и университеты». «Об утверждении Правил предоставления грантов в форме субсидий из федерального бюджета на реализацию проектов по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций» (Постановление Правительства РФ от 1 августа 2020 г. № 1156)	Минобрнауки России совместно с Министерством промышленности и торговли Российской Федерации (далее – Минпромторг России)	Инжиниринговые центры призваны содействовать трансферу инноваций, локализации и коммерциализации новых технологий, повышению наукоемкости отечественных производств. Центры занимаются развитием и популяризацией научных достижений, выполнением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), оказанием инжиниринговых услуг и услуг промышленного дизайна, реализацией программ дополнительного и профессионального образования в интересах промышленности.	Субсидии в размере 8,9 млрд руб. (2014–2023 гг.) [42]	Создана сеть из 75 инжиниринговых центров на базе ведущих университетов страны [42].
4	«Приоритет-2030»	«О мерах реализации программы стратегического академического лидерства	Минобрнауки России	Программа направлена на повышение научно-образовательного потенциала университетов и их	Общее финансирование федеральной программы	В программе участвуют 141 университет, 129 университетов являются участниками программы «Цифровые

№ п/п	Наименование программы	Наименование постановления Правительства Российской Федерации	Оператор программы	Описание программы	Финансирование	Результат деятельности
		«Приоритет-2030» (Постановление Правительства РФ от 13 мая 2021 г. № 729) [43]		участие в социально-экономическом развитии регионов, а также формирование в России более 100 прогрессивных университетов – центров научно-технологического и социально-экономического развития страны. В рамках программы также реализуется проект «Цифровые кафедры», направленный на формирование компетенций и повышение квалификации, получение новых профессий в сфере информационных технологий, получение современных цифровых компетенций [44].	«Приоритет 2030» за 2021–2022 годы составило более 47 млрд руб. [45], в 2023 году – 31 млрд руб. [46], в 2024 году – 31 млрд руб. [47], в 2025 году – 27,8 млрд руб. [48]	кафедры», в них реализуется 974 образовательные программы.
5	Федеральный проект «Платформа университетского технологического предпринимательства» [49] (с 2025 г. интегрирован в федеральный проект «Технологии») [50]	«О предоставлении субсидии из федерального бюджета автономной некоммерческой организации «Платформа Национальной технологической инициативы»». (Постановление Правительства РФ от 15 июня 2022 г. № 1085) [51]	Минобрнауки России	Цель проекта – создать в России эффективную систему коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, чтобы вдохновить университетское сообщество запускать технологические стартапы и заниматься предпринимательством.	Привлечены инвестиции в размере 2,94 млрд руб. [49]	В программе участвуют 446 университетов, создано 35 000 стартапов и стартап-проектов [49].

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам открытых источников, 2025

5.3. Анализ образовательных программ по подготовке кадров

В рамках анализа кадрового обеспечения в области передовых производственных технологий (ППТ) проведена комплексная оценка образовательных программ российских университетов. В качестве отправной точки выбраны университеты, вошедшие в рейтинг первых двух групп программы «Приоритет-2030» по результатам отбора участников в 2025 году, утвержденный Советом по поддержке программ развития университетов – участников «Приоритета-2030» под председательством главы Минобрнауки России Валерия Фалькова (32 ведущих университета) [52; 53].

Каждый университет проанализирован на предмет наличия передовых инженерных школ (ПИШ) [54]. Особое внимание уделено содержанию программ ПИШ: проанализированы направления, которые непосредственно связаны с развитием ППТ. Из списка исключены ПИШ, направления которых не связаны с ППТ.

Таким образом, выделено 10 университетов, обладающих образовательными инициативами в сфере ППТ. Для каждого из них представлена информация о профильных образовательных программах бакалавриата, специалитета и магистратуры, направленных на подготовку специалистов в области высокотехнологичного производства, цифровизации, робототехники, аддитивных технологий и смежных направлений. Таким образом, анализ позволил сформировать выборку университетов, предлагающих наиболее прогрессивные образовательные направления подготовки, способствующие формированию кадрового потенциала в области ППТ.

Таблица 8. Университеты – участники программы «Приоритет-2030» и федерального проекта «Передовые инженерные школы», осуществляющие подготовку кадров в рамках направления «Технет» НТИ

Наименование университета	Наименование ПИШ	Направления подготовки	Наименования образовательных программ / направлений подготовки
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	ПИШ «Цифровой инжиниринг»	Атомное машиностроение; Искусственный интеллект и цифровые технологии; Цифровые технологии; Передовые производственные технологии; Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело; Авиационная и ракетно-космическая техника; Технологии материалов; Двигателестроение; Ядерная энергетика и технологии	15.04.03_07 «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство» (магистратура, 12 бюджетных мест) 15.04.03_09 «Цифровой инжиниринг и управление проектами» (магистратура, 9 бюджетных мест) 15.04.03_10 «Механика полимерных и композиционных материалов» (магистратура, 8 бюджетных мест) 15.04.03_11 «Передовые цифровые технологии в двигателестроении» (магистратура, 8 бюджетных мест) 15.04.03_12 «Системный цифровой инжиниринг в атомном машиностроении» (магистратура, 11 бюджетных мест) 15.04.03_13 «Цифровой инжиниринг в атомной и термоядерной энергетике» (магистратура, 11 бюджетных мест) 15.04.03_14 «Цифровой инжиниринг основного технологического оборудования водородных технологий и энергетических систем нового поколения» (магистратура, 8 бюджетных мест) 27.04.03_03 «Системный и цифровой инжиниринг в высокотехнологичных отраслях промышленности» (магистратура, 11 бюджетных мест)

Наименование университета	Наименование ПИШ	Направления подготовки	Наименования образовательных программ / направлений подготовки
			27.04.06_02 «Процессы управления наукоемкими производствами» (магистратура, 12 бюджетных мест) 27.04.06_04 «Технологическое предпринимательство» (магистратура, 17 бюджетных мест) 27.04.06_06 «Организация и управление наукоемкими технологиями в нефтегазовой отрасли» (магистратура, 16 бюджетных мест) [55]
Национальный исследовательский университет ИТМО	ПИШ «ИТМО интердисциплинарного инжиниринга»	Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии; Искусственный интеллект и цифровые технологии; Программная инженерия	Профиль «Искусственный интеллект», направления подготовки: 27.04.05 «Иноватика» (магистратура, 80 бюджетных мест) 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» (магистратура, 51 бюджетное место) 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (магистратура, 80 бюджетных мест) [56]
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)	ПИШ «Системная инженерия ракетно-космической техники»	Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники; Технологии материалов; Авиационная и ракетно-космическая техника; Двигателестроение; Электро- и теплоэнергетика	24.04.01 «Системное технологическое проектирование изделий РКТ» (магистратура, нет данных о бюджетных местах) 24.04.01 «Системное проектирование в ракетно-космической отрасли» (магистратура, нет данных о бюджетных местах) 24.04.01 «Системная инженерия в проектировании ракетно-космических композитных конструкций» (магистратура, нет данных о бюджетных местах) 24.05.01 «Системная инженерия наземного технологического и стартового оборудования космодрома «Восточный» (специалитет, нет данных о бюджетных местах) 24.05.01 «Моделирование и информационные технологии проектирования ракетно-космических систем» (специалитет, нет данных о бюджетных местах) 24.04.03 «Применение искусственного интеллекта в управлении космическими полетами» (магистратура, нет данных о бюджетных местах)

Наименование университета	Наименование ПИШ	Направления подготовки	Наименования образовательных программ / направлений подготовки
			24.05.01 «Проектирование электроракетных двигателей» (специалитет, нет данных о бюджетных местах) 15.04.02 «Системная инженерия вакуумных систем и установок» (магистратура, нет данных о бюджетных местах) 15.04.02 «Системная инженерия пневмогидравлических систем» (магистратура, нет данных о бюджетных местах) [57]
Казанский (Приволжский) федеральный университет	ПИШ «Кибер Авто Тех»	Технологии материалов; Искусственный интеллект и цифровые технологии; Передовые производственные технологии	09.03.01 «Проектирование высокоавтоматизированных транспортных средств» (бакалавриат, 25 бюджетных мест) 13.03.01 «Автономные энергетические системы» (бакалавриат, 20 бюджетных мест) 13.03.02 «Наземный электротранспорт» (бакалавриат, 20 бюджетных мест) 15.03.01 «Цифровой инжиниринг систем пластического деформирования» (бакалавриат, 20 бюджетных мест) 23.05.01 «Автомобильная техника в транспортных технологиях» (бакалавриат, 20 бюджетных мест) 15.03.05 «Цифровое производство» (бакалавриат, 20 бюджетных мест) 13.04.01 «Автономные энергетические системы» (магистратура, 14 бюджетных мест) 15.04.01 «Цифровые технологии сварочно-прессового производства» (магистратура, 10 бюджетных мест) 15.04.06 «Беспилотные транспортные средства» (магистратура, 16 бюджетных мест) 15.04.05 «Технология интеллектуальных производств» (магистратура, 15 бюджетных мест) [58–60]
Национальный исследовательский технологический университет МИСИС	ПИШ «Материаловедение, аддитивные и сквозные технологии»	Атомное машиностроение; Искусственный интеллект и цифровые технологии; Программная	22.04.02 «Современные материалы и методы получения высокоточных отливок» (магистратура) 22.04.02 «Цифровое управление технологическими процессами

Наименование университета	Наименование ПИШ	Направления подготовки	Наименования образовательных программ / направлений подготовки
		инженерия; Цифровые технологии; Передовые производственные технологии; Медицинское приборостроение; Электро- и теплоэнергетика; Технологии материалов; Двигателестроение; Тяжелое машиностроение	металлургии и машиностроения» (магистратура) 22.04.02 «Аддитивные технологии» (магистратура) Суммарно по направлению 22.04.02 – 36 бюджетных мест [61] 22.04.01 «Цифровое материаловедение» (магистратура, 14 бюджетных мест) [61] 27.04.01 «Сертификация изделий аддитивных технологий» (магистратура, 12 бюджетных мест) [61]
Пермский национальный исследовательский политехнический университет	ПИШ «Высшая школа авиационного двигателестроения»	Технологии материалов; Авиационная и ракетно-космическая техника; Искусственный интеллект и цифровые технологии	13.04.02 «Специальные электрические машины для авиационных силовых установок» (магистратура, 5 бюджетных мест) 15.04.04 «Цифровые технологии проектирования систем управления и контроля авиационных двигателей и энергетических установок» (магистратура, 5 бюджетных мест) 15.04.05 «Эффективные технологии обработки конструкционных материалов» (магистратура, 5 бюджетных мест) 15.04.05 «Цифровое проектирование оборудования и систем в машиностроении» (магистратура, 5 бюджетных мест) 15.04.05 «Инновационные технологии аддитивного и литейного производства» (магистратура, 5 бюджетных мест) 22.04.01 «Материаловедение высокотемпературных материалов газотурбинных двигателей» (магистратура, 5 бюджетных мест) 22.04.01 «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из полимерных композиционных материалов» (магистратура, 5 бюджетных мест) 22.04.02 «Металловедение и технология термической обработки сталей и высокопрочных сплавов» (магистратура, 7 бюджетных мест) [62; 63]
Санкт-Петербургский	ПИШ «Судостроение Индустрии 4.0»	Технологии материалов; Цифровые	26.04.02.04 «Комплексное цифровое строительство судов, кораблей и

Наименование университета	Наименование ПИШ	Направления подготовки	Наименования образовательных программ / направлений подготовки
государственный морской технический университет		технологии; Искусственный интеллект и цифровые технологии; Техника и технологии кораблестроения	средств океанотехники» (магистратура, 12 бюджетных мест) 26.04.02.02 «Цифровые технологии в проектировании подводной робототехники» (магистратура, 12 бюджетных мест) 26.04.02.35 «Перспективные судовые энергетические установки и их элементы» (магистратура, 19 бюджетных мест) 15.04.01.05 «Цифровые лазерные и аддитивные технологии» (магистратура, 10 бюджетных мест) 26.04.02.16 «Динамика судов и беспилотных комплексов» (магистратура, 12 бюджетных мест) 09.04.01 «Цифровой суверенитет и киберфизическая безопасность цифрового производства» (магистратура, 13 бюджетных мест) 26.05.01.04 «Комплексное цифровое проектирование судов, кораблей и средств океанотехники» (специалитет, 23 бюджетных места) [64; 65]
Южный федеральный университет	ПИШ «Инженерия киберплатформ»	Цифровые технологии; Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии; Искусственный интеллект и цифровые технологии; Электроника, радиотехника и системы связи	09.03.01 «Программирование и системная интеграция ИТ-решений» (бакалавриат, 35 бюджетных мест) 15.03.04 «Цифровое управление производственными комплексами» (бакалавриат, бюджетные места отсутствуют) 15.03.06 «Интеллектуальные системы в робототехнике» (бакалавриат, бюджетные места отсутствуют) 27.03.03 «Системная инженерия интеллектуальных информационных и управляющих систем» (бакалавриат, 25 бюджетных мест) 27.03.04 «Управление и искусственный интеллект в технических системах» (бакалавриат, 20 бюджетных мест) 09.04.01 «Технологии интеллектуальных автоматизированных систем» (магистратура, 50 бюджетных мест) 11.04.03 «Нейроморфная электроника систем искусственного

Наименование университета	Наименование ПИШ	Направления подготовки	Наименования образовательных программ / направлений подготовки
			интеллекта» (магистратура, 6 бюджетных мест) 12.04.01 «Программно-аппаратные комплексы киберфизических систем» (магистратура, 15 бюджетных мест) 15.04.04 «Информационные технологии автоматизации в цифровом производстве» (магистратура, 15 бюджетных мест) 15.04.06 «Интеллектуальное управление робототехническими комплексами» (магистратура, 15 бюджетных мест) 27.04.03 «Управление киберфизическими системами» (магистратура, 15 бюджетных мест) 27.04.04 «Промышленный интернет вещей» (магистратура, 25 бюджетных мест) 28.04.01 «Новые материалы и технологии наносистем» (магистратура, 9 бюджетных мест) [66–68]
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина	ПИШ «Уральская перерабатывающая инженерная школа «Цифровое производство»	Технологии материалов; Цифровые технологии; Двигателестроение; Передовые производственные технологии; Электро- и теплоэнергетика	13.03.02, 13.03.03, 15.03.01, 15.03.04, 15.03.04, 15.03.05, 23.03.02, 27.03.03 «Системный инжиниринг и цифровое проектирование» (бакалавриат, суммарно по 8 направлениям 71 бюджетное место) 13.03.01, 13.03.02, 15.03.02, 15.03.06, 22.03.01 «Инженерные решения для современного производства» (бакалавриат, суммарно по 5 направлениям 37 бюджетных мест) 27.03.03 «Системный анализ и управление» (бакалавриат, 40 бюджетных мест) 13.04.02 «Автоматизация технологических процессов и электроснабжения промышленных предприятий» (магистратура, 12 бюджетных мест) 22.04.02 «Информационные системы и цифровые технологии в металлургии» (магистратура, 15 бюджетных мест) 27.04.03 «Системная инженерия» (магистратура, 17 бюджетных мест)

Наименование университета	Наименование ПИШ	Направления подготовки	Наименования образовательных программ / направлений подготовки
			22.04.01 «Цифровое материаловедение» (магистратура, 10 бюджетных мест) 27.04.03 «Цифровой системный инжиниринг» (магистратура, 12 бюджетных мест) 15.04.01 «Цифровые системы и технологии предприятий машиностроения» (магистратура, 18 бюджетных мест) 13.04.03 «Цифровые технологии в проектировании и эксплуатации турбоустановок» (магистратура, 15 бюджетных мест) [69]
Московский авиационный институт	ПИШ «Передовая инженерная школа «Индустрия 2050»	Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники; Авиационная и ракетно-космическая техника; Двигателестроение	24.03.04 «Комплексное проектирование жизненного цикла изделия» (базовое высшее образование, 129 бюджетных мест) 01.04.02 «Моделирование и оптимизация в беспилотных авиационных системах» (магистратура, суммарно по направлению 01.04.02 – 51 бюджетное место) 24.04.04 «Комплексное проектирование и сертификация композитных конструкций нового поколения» (магистратура) 24.04.04 «Моделирование и технологическое проектирование в аддитивном производстве» (магистратура) 24.04.04 «Электрические силовые установки» (магистратура) 24.04.04 «Комплексное проектирование сложных технических систем» (магистратура) Суммарно по направлению 24.04.04 – 119 бюджетных мест 24.04.05 «Конструкция и проектирование гибридных силовых установок» (магистратура, суммарно по направлению 24.04.05 – 63 бюджетных места) [70]

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ, 2025

ГЛАВА 6. АНАЛИЗ ПАТЕНТОВ В ОБЛАСТИ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

В данном разделе представлен анализ патентной активности по ключевым направлениям передовых производственных технологий с учетом действующего нормативно-правового регулирования. Анализ проведен с целью выявления барьеров и возможностей для совершенствования механизмов защиты интеллектуальной собственности, а также оценки влияния патентных стратегий на развитие инновационных технологий, нормативно-правовой и нормативно-технический ландшафт.

6.1. Патентная активность как фактор инновационного развития в условиях четвертой промышленной революции

В условиях четвертой промышленной революции (Индустрии 4.0) патенты стимулируют развитие и продвижение передовых технологических направлений, выполняя *функции*:

- правовой охраны интеллектуальной собственности в различных юрисдикциях;
- капитализации результатов исследований и разработок для привлечения инвестиций и повышения рыночной оценки организаций;
- формирования технологических объединений, особенно в тех сферах, где необходима стандартизация и широкое внедрение технологий;
- инструмента реализации корпоративных и государственных технологических стратегий, поддерживающего освоение перспективных рынков, развитие международной кооперации и построение интегрированных производственных цепочек;
- индикатора конкурентоспособности в высокотехнологичных отраслях, а также показателя инновационного потенциала компаний и национальных экономик [71; 72].

В то же время современная система патентования сталкивается с рядом *барьеров*, снижающих ее эффективность, среди барьеров можно выделить:

- значительную взаимосвязанность и междисциплинарность современных технологий: это приводит к необходимости использовать патенты из смежных областей и затрудняет последующие инновации, поскольку наращивание патентных портфелей для правовой защиты усложняет доступ к технологиям и повышает издержки на разработку;
- концентрацию ключевых патентов у крупных корпораций, усиливающую технологическую зависимость и препятствующую открытому обмену знаниями;
- высокие транзакционные издержки на патентование, снижающие доступность интеллектуальной защиты для малых предприятий и научных организаций;
- неоднозначное влияние патентования технологий на рентабельность деятельности предприятий: значительные затраты на получение и поддержание патентной охраны могут нивелировать экономические выгоды от повышения производительности, достигнутого за счет внедрения инноваций [71; 73; 74];
- использование недобросовестных стратегий патентования для монополизации и извлечения ренты (см. табл. 9).

Таблица 9. Типовые стратегии недобросовестного использования патентного права в межотраслевых технологических сферах

Наименование	Описание	Последствия
Патентные заросли (patent thickets)	Намеренное создание разработчиком сети перекрывающихся патентов, охватывающих одну технологическую область, затрудняющее использование или развитие схожих решений	Затруднение выхода на рынок для конкурентов, рост издержек, снижение инновационной активности
Патентный забор (patent fence)	Создание разработчиком набора патентов, охватывающих упрощенные и функциональные варианты ключевой технологии, с целью блокировки обходных решений	Ограничение действий конкурентов, защита от альтернативных версий, усиление контроля над рынком
Патентный флудинг (patent flooding)	Противоположность «патентному забору» – массовое патентование конкурентом схожих или замещающих решений разработчика, препятствующих реализации его технологии	Утрата разработчиком контроля над собственной разработкой, вынужденные кросс-лицензионные соглашения с конкурентом
Подводные патенты (submarine patent)	Скрытое патентование конкурентом элементов перспективных технологий с целью предъявления исков после вывода продукта-аналога на рынок	Судебное давление на разработчика продукта-аналога, принуждение к невыгодным лицензионным соглашениям
Патентная засада (patent ambush)	Умышленное сокрытие любым участником рынка патента на технологию, включаемую в отраслевой стандарт, с целью последующего извлечения выгоды	Монополизация стандарта, получение ренты, ограничение доступа к рынку для других участников

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе материалов Cambridge University Press и МГУ имени М.В. Ломоносова [74; 75]

Ключевые направления Индустрии 4.0, согласно «Отчету о промышленном развитии – 2024» Организации Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО), формируют новый ландшафт производственных систем. Патентная активность в данных областях сосредоточена преимущественно в индустриально развитых странах, что усиливает технологическое неравенство и ограничивает возможности развивающихся государств участвовать в формировании глобальных цепочек создания стоимости.

Кроме того, около 60% всех патентов в области экологически ориентированных («зеленых») технологий в мире принадлежит промышленным предприятиям, что подчеркивает роль производственного сектора как ключевого источника устойчивых инноваций. В этих условиях патенты дополнительно выполняют функцию показателя технологической зрелости и адаптивности к структурным преобразованиям, связанным с переходом к низкоуглеродной и цифровой экономике [76].

6.2. Методология патентного анализа в области передовых производственных технологий по направлению «Технет» НТИ

Для оценки актуального состояния и динамики патентной активности проанализированы ключевые технологические области (технологические сегменты), формирующие основу направления «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы: цифровое проектирование и моделирование, аддитивное производство, новые материалы, промышленная робототехника и сенсорика, а также промышленный интернет вещей.

В качестве источника данных использована платформа поиска патентной и научной литературы The Lens [77]. В выборку включены патенты, зарегистрированные в период с 2015 по 2024 год. Для патентов, зарегистрированных в Российской Федерации, платформа предоставляет информацию только о действующих патентах по состоянию на 6 мая 2022 года.

На основе экспертной оценки сформированы запросы для поиска в системе The Lens (см. табл. 10).

Таблица 10. Поисковые запросы для патентного анализа по технологическим областям в рамках направления «Технет» НТИ

Область	Запрос
Цифровое проектирование и моделирование	title:("digital design") OR title:("computational design") OR title:("digital modeling") OR title:("computational modeling") OR title:("virtual prototyping") OR title:("computer-aided design") OR title:("computer-aided engineering") OR title:("finite element method") OR title:("digital twin") OR title:("simulation-based design") OR title:("finite element analysis") OR title:("product data management") OR title:("product lifecycle management") OR title:("computer aided optimization") OR title:("computational fluid dynamics") OR title:("multi-body dynamics") OR title:("fluid-structure interaction") OR title:("electro-magnetic analysis") OR title:("virtual testbed") OR title:("high performance computing") OR title:("high performance technical computing") OR title:("simulation process and data management") OR title:("virtual testing") OR title:("mathematical modeling") OR title:("multidisciplinary optimization") OR title:("noise, vibration, harshness") OR title:CAD OR title:CAE OR title:PDM OR title:PLM OR title:CAO OR title:CFD OR title:MBD OR title:FSI OR title:EMA OR title:HPC OR title:HPTC OR title:SPDM OR title:NVH OR abstract:("digital design") OR abstract:("computational design") OR abstract:("digital modeling") OR abstract:("computational modeling") OR abstract:("virtual prototyping") OR abstract:("computer-aided design") OR abstract:("computer-aided engineering") OR abstract:("finite element method") OR abstract:("digital twin") OR abstract:("simulation-based design") OR abstract:("finite element analysis") OR abstract:("product data management") OR abstract:("product lifecycle management") OR abstract:("computer aided optimization") OR abstract:("computational fluid dynamics") OR abstract:("multi-body dynamics") OR abstract:("fluid-structure interaction") OR abstract:("electro-magnetic analysis") OR abstract:("virtual testbed") OR abstract:("high performance computing") OR abstract:("high performance technical computing") OR abstract:("simulation process and data management") OR abstract:("virtual testing") OR abstract:("mathematical modeling") OR abstract:("multidisciplinary optimization") OR abstract:("noise, vibration, harshness") OR abstract:CAD OR abstract:CAE OR abstract:PDM OR abstract:PLM OR abstract:CAO OR abstract:CFD OR abstract:MBD OR abstract:FSI OR

Область	Запрос
	abstract:EMA OR abstract:HPC OR abstract:HPTC OR abstract:SPDM OR abstract:NVH
Аддитивное производство	title:("additive technologies") OR title:("additive manufacturing") OR title:("3d printing") OR title:("3d printer") OR title:("rapid prototyping") OR title:("selective laser sintering") OR title:("powder bed fusion") OR title:("multi jet fusion") OR title:("stereolithography") OR title:("material jetting") OR title:("laser cladding") OR title:("binder jetting") OR title:("laser sintering") OR title:("electron beam melting") OR title:("laser melting") OR title:("vat photopolymerization") OR title:("direct metal laser deposition") OR title:("material extrusion") OR title:("selective laser melting") OR title:("wire arc additive manufacturing") OR abstract:("additive technologies") OR abstract:("additive manufacturing") OR abstract:("3d printing") OR abstract:("3d printer") OR abstract:("rapid prototyping") OR abstract:("selective laser sintering") OR abstract:SLS OR abstract:("powder bed fusion") OR abstract:PBF OR abstract:("multi jet fusion") OR abstract:stereolithography OR abstract:SLA OR abstract:("material jetting") OR abstract:MJ OR abstract:("laser cladding") OR abstract:("binder jetting") OR abstract:BJ OR abstract:("laser sintering") OR abstract:("electron beam melting") OR abstract:EBM OR abstract:("laser melting") OR abstract:("vat photopolymerization") OR abstract:("direct metal laser deposition") OR abstract:DED OR abstract:("material extrusion") OR abstract:("selective laser melting") OR abstract:SLM OR abstract:("wire arc additive manufacturing") OR abstract:WAAM OR title:SLS OR title:PBF OR title:SLA OR title:MJ OR title:BJ OR title:EBM OR title:DED OR title:SLM OR title:WAAM
Новые материалы	title:("advanced materials") OR title:("new manufacturing materials") OR title:("materials with predetermined properties") OR title:("composite materials") OR title:("semiconductors") OR title:("biomaterials") OR title:("smart materials") OR abstract:("advanced materials") OR abstract:("new manufacturing materials") OR abstract:("materials with predetermined properties") OR abstract:("composite materials") OR abstract:("semiconductors") OR abstract:("biomaterials") OR abstract:("smart materials") OR title:("nanomaterials") OR abstract:("nanomaterials")
Промышленная робототехника и сенсорика	title:("industrial robotics") OR title:("industrial robot") OR title:("industrial robots") OR title:("cartesian robots") OR title:("articulated robots") OR title:("delta robots") OR title:("scara robots") OR title:("collaborative robots") OR title:("cylindrical robot") OR title:("polar robot") OR title:("industrial sensors") OR title:("smart sensors") OR title:("embedded systems") OR title:("intelligent control") OR title:("industrial internet of things") OR title:("industrial automation") OR title:("intelligent and flexible manufacturing") OR title:("smart manufacturing") OR title:("service robots") OR title:("robot safety") OR abstract:("industrial robotics") OR abstract:("industrial robot") OR abstract:("industrial robotic system") OR abstract:("cartesian robots") OR abstract:("articulated robots") OR abstract:("delta robots") OR abstract:("scara robots") OR abstract:("collaborative robots") OR abstract:("cylindrical robot") OR abstract:("polar robot") OR abstract:("industrial sensors") OR abstract:("smart sensors") OR abstract:("embedded systems") OR abstract:("intelligent control") OR abstract:("industrial internet of things") OR abstract:("industrial automation") OR abstract:("intelligent and flexible manufacturing") OR abstract:("smart manufacturing") OR abstract:("service robots") OR abstract:("robot safety")
Промышленный интернет вещей	title:("industrial internet of things") OR title:("smart manufacturing") OR title:("industrial IoT") OR title:("connected factory") OR title:("cyber-physical systems") OR title:("smart factory") OR title:("industrial internet") OR title:I2oT OR title:("machine to machine") OR title:("cyberphysical system") OR title:("cyber-physical systems") OR title:("radio frequency identification") OR

Область	Запрос
	title:("supervisory control and data acquisition") OR title:("industrial cyber-security") OR title:("predictive maintenance") OR title:("asset management") OR abstract:("industrial internet of things") OR abstract:IloT OR abstract:("smart manufacturing") OR abstract:("industrial IoT") OR abstract:("connected factory") OR abstract:("cyber-physical systems") OR abstract:("smart factory") OR abstract:("industrial internet") OR abstract:I2oT OR abstract:("machine to machine") OR abstract:("cyberphysical system") OR abstract:("cyberphysical systems") OR abstract:("radio frequency identification") OR abstract:("supervisory control and data acquisition") OR abstract:("industrial cyber-security") OR abstract:("predictive maintenance") OR abstract:("asset management") OR title:IloT

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ, 2025

6.3. Глобальный ландшафт патентной активности в области передовых производственных технологий

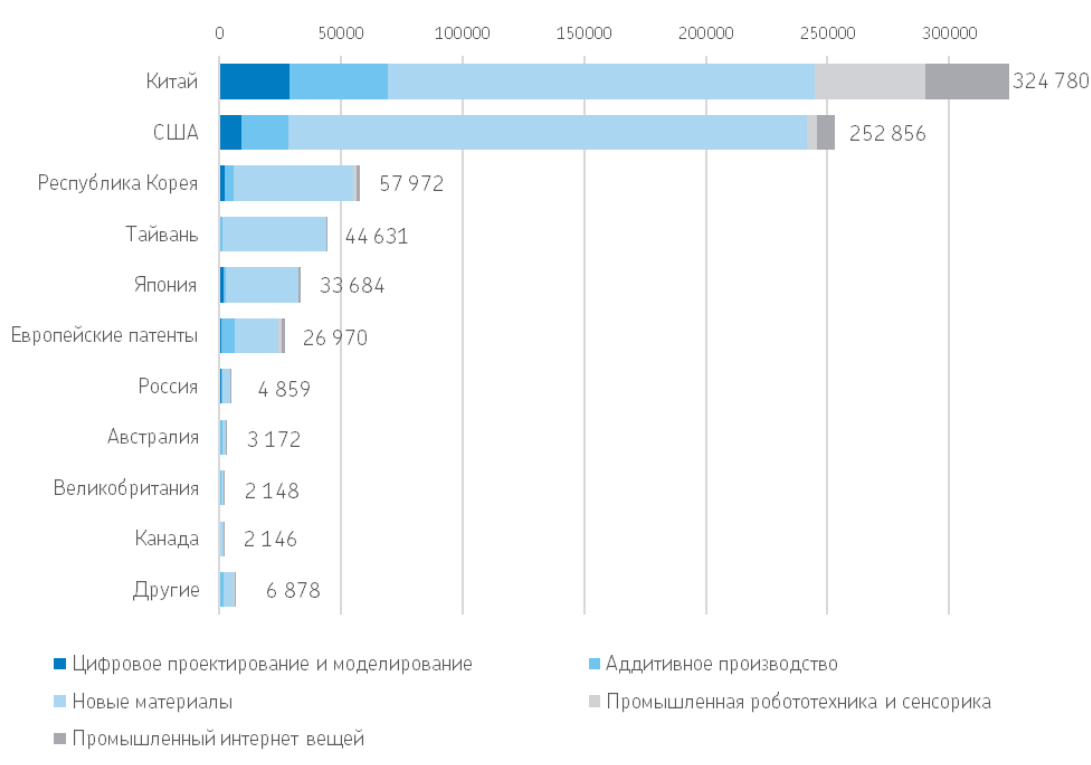
Анализ патентной активности по ключевым технологическим направлениям свидетельствует о стабильном лидерстве Китая и США среди всех ключевых юрисдикций (рис. 12).

Китай занимает первую позицию по общему числу действующих патентов и существенно опережает другие страны по таким направлениям, как цифровое проектирование и моделирование, аддитивное производство, промышленная робототехника и сенсорика, а также промышленный интернет вещей. США сохраняют ведущую позицию в области новых материалов – единственной категории, в которой США превосходит Китай.

На последующих позициях по общему числу патентов находятся Республика Корея, Тайвань, Япония и страны Европы (по совокупности европейских патентов), что демонстрирует умеренно высокую активность с ориентацией на отдельные технологические сегменты.

Российская Федерация входит в десятку ведущих юрисдикций по каждому из рассматриваемых направлений и занимает седьмую строку в общем рейтинге патентования. Наиболее высокая патентная активность в Российской Федерации зафиксирована в области новых материалов, цифрового проектирования и моделирования, а также аддитивного производства.

Рисунок 12. Глобальный ландшафт патентной активности в области передовых производственных технологий, ед., 2015–2024 гг.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе данных платформы The Lens, 2025

6.4. Анализ глобальной патентной активности в области передовых производственных технологий

На основании полученных данных можно отметить устойчивую тенденцию к росту патентной активности в мире в области передовых производственных технологий (рис. 13).

По состоянию на конец 2024 года общее количество патентных документов, зарегистрированных в течение года, составило 184 145 ед., из них 63 374 ед. – действующие патенты, а 120 771 ед. – заявки, находящиеся на стадии рассмотрения в национальных и международных патентных ведомствах.

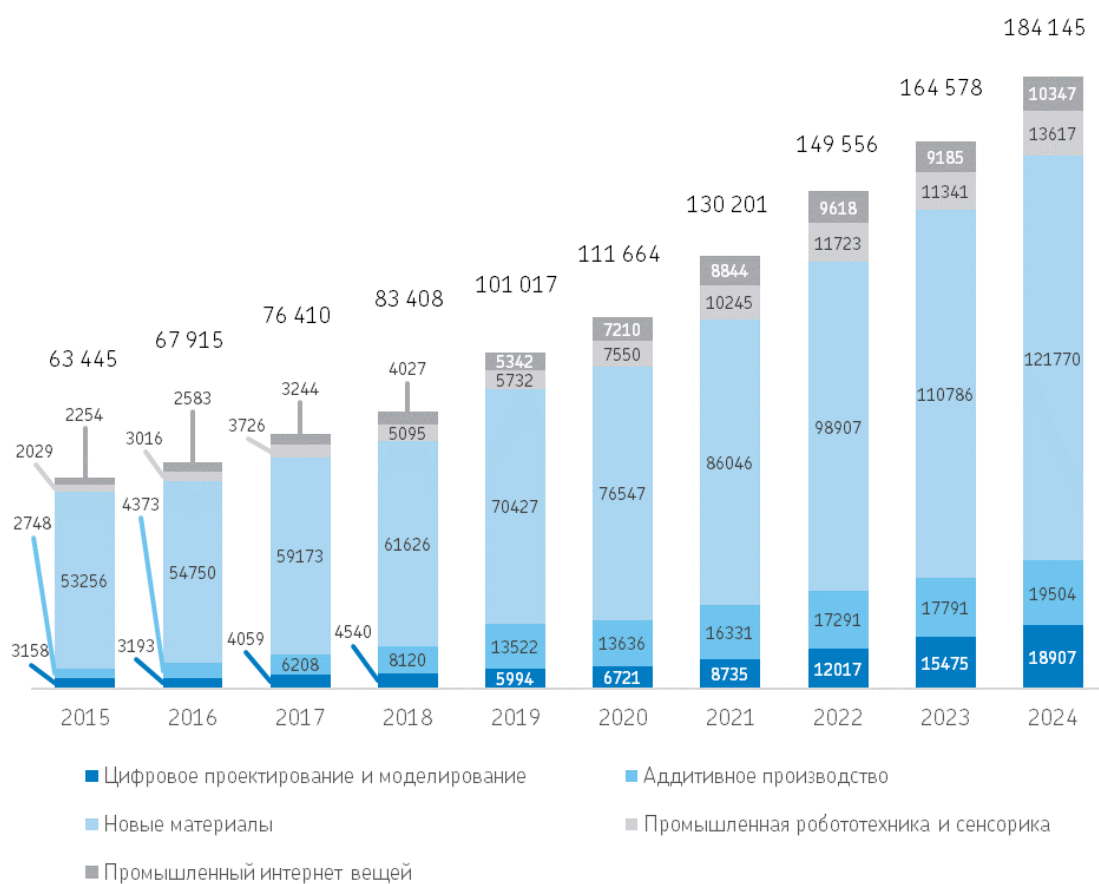
Наибольшее количество патентных документов приходится на область новых материалов.

За десятилетие по сравнению с 2015 годом объем ежегодно регистрируемых патентных документов увеличился на 190% при среднегодовом темпе роста около 13%. При этом в ряде технологических направлений наблюдаются особенно высокие темпы роста:

- *аддитивное производство*: совокупный рост – около 610%, среднегодовой темп роста – около 24%;
- *промышленная робототехника и сенсорика*: совокупный рост – около 571 %, среднегодовой темп роста – около 24%;

- *цифровое проектирование и моделирование*: совокупный рост – около 499%, среднегодовой темп роста – около 22%;
- *промышленный интернет вещей*: совокупный рост – около 359 %, среднегодовой темп роста – около 19 %;
- *новые материалы*: совокупный рост – около 129%, среднегодовой темп роста – около 10%.

Рисунок 13. Динамика количества патентных документов в мире по технологическим сегментам передовых производственных технологий, ед., 2015–2024 гг.



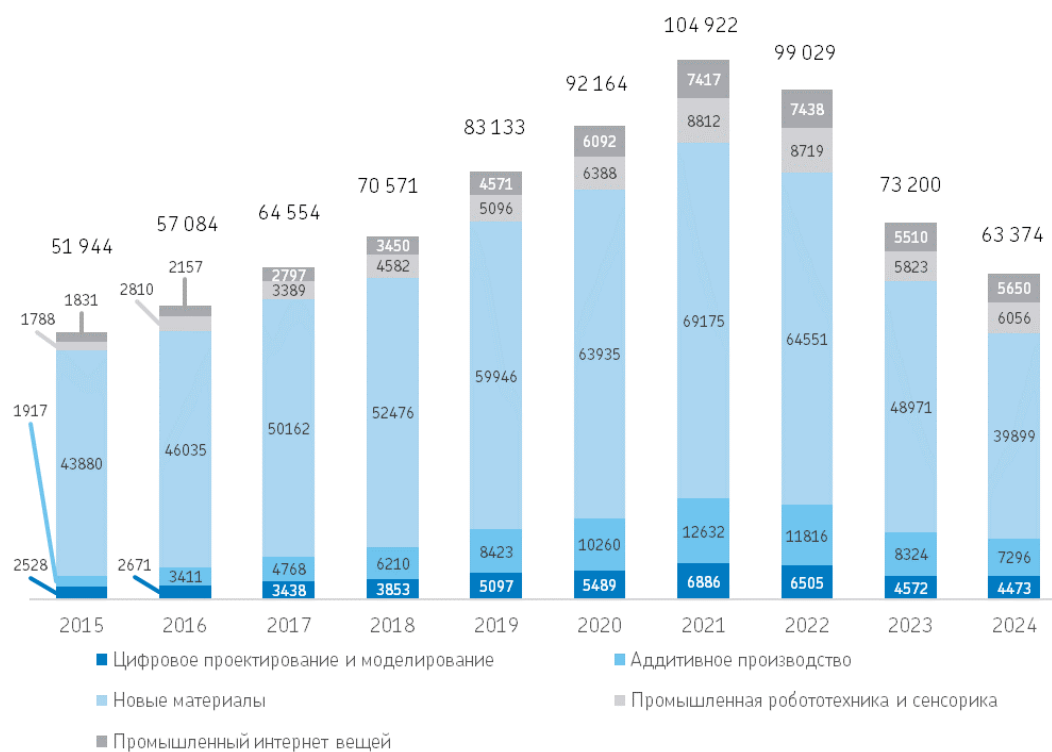
Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе данных платформы The Lens, 2025

Анализ динамики действующих патентов показывает устойчивый рост до 2022 года (рис. 14).

Пиковые значения в областях цифрового проектирования и моделирования, аддитивного производства, новых материалов, а также промышленной робототехники и сенсорики зафиксированы в 2021 году. К концу 2024 года в этих направлениях отмечается снижение количества действующих патентов на 30–40% по сравнению с пиковыми значениями, что может быть объяснено процессом одобрения патентных заявок, поданных в период с 2022 по 2024 г.

В сегменте промышленного интернета вещей наибольшая патентная активность наблюдалась в 2022 году. После этого произошло снижение на 24%.

Рисунок 14. Динамика количества действующих патентов в мире по технологическим сегментам передовых производственных технологий, ед., 2015–2024 гг.

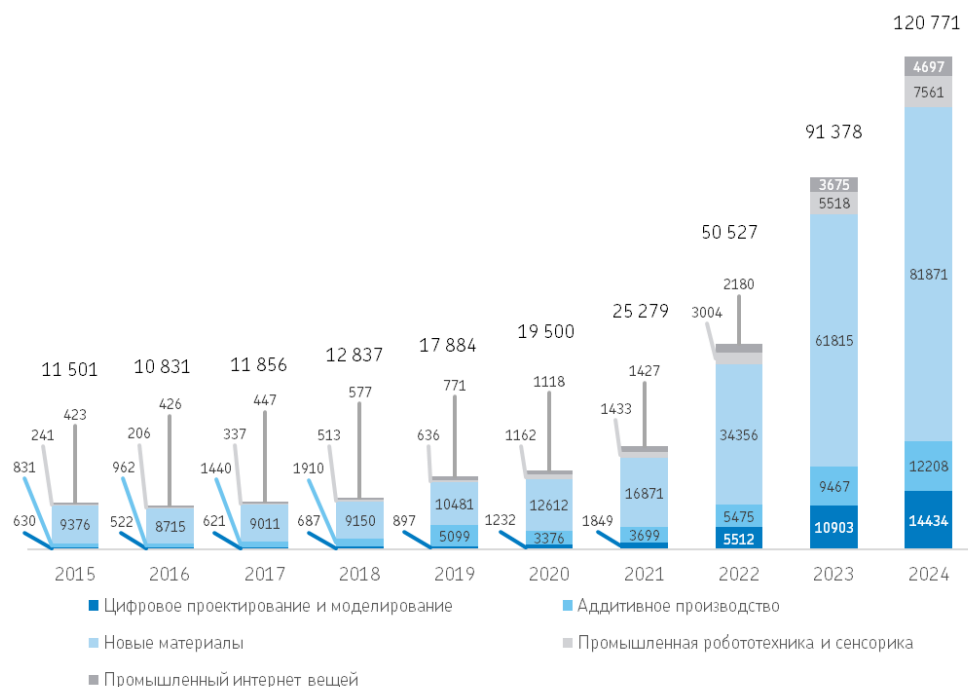


Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе данных платформы The Lens, 2025

Анализ подачи патентных заявок демонстрирует устойчивую положительную динамику по всем технологическим направлениям в течение всего исследуемого периода, с заметным ускорением начиная с 2019 года (рис. 15).

Пиковые значения по всем направлениям зафиксированы в 2024 году. Наиболее высокий рост наблюдается в области промышленной робототехники и сенсорики: количество заявок увеличилось более чем на 3000% за десятилетие при среднегодовом темпе роста 47%. Существенный рост продемонстрирован также в направлении цифрового проектирования и моделирования, где совокупный рост составил 2191%, среднегодовой темп роста – 42%. В остальных направлениях показатели роста за десятилетие находятся на уровне около 1000% при среднегодовых темпах роста до 35%.

Рисунок 15. Динамика количества патентных заявок в мире по технологическим сегментам передовых производственных технологий, ед., 2015–2024 гг.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе данных платформы The Lens, 2025

Анализ объема и структуры патентной активности в мире демонстрирует устойчивую тенденцию к росту глобального интереса к передовым производственным технологиям, рассматриваемым в качестве одного из приоритетных направлений технологического развития. Существенное увеличение числа патентных документов за последнее десятилетие свидетельствует о возрастающей значимости инновационных разработок, а также о расширении круга участников, вовлеченных в их создание и правовую защиту.

Высокий уровень технологической активности подтверждается не только количеством зарегистрированных патентов, но и значительным числом заявок, находящихся на стадии рассмотрения, которое в 2024 году почти вдвое превышает число выданных охранных документов. Данная динамика позволяет прогнозировать дальнейший рост объемов интеллектуальной собственности в краткосрочной и среднесрочной перспективе.

6.5. Анализ патентной активности Российской Федерации в области передовых производственных технологий

Анализ патентной активности в ключевых направлениях НТИ «Технет» на основе данных о патентах, зарегистрированных в России в период с 2015 по 2022 год, демонстрирует устойчивый рост до 2020 года, с последующим снижением по ряду направлений (рис. 16). Поскольку данные за 2022 год охватывают лишь период до 7 мая 2022 года, ключевые выводы сформулированы на основании информации за 2015–2021 годы.

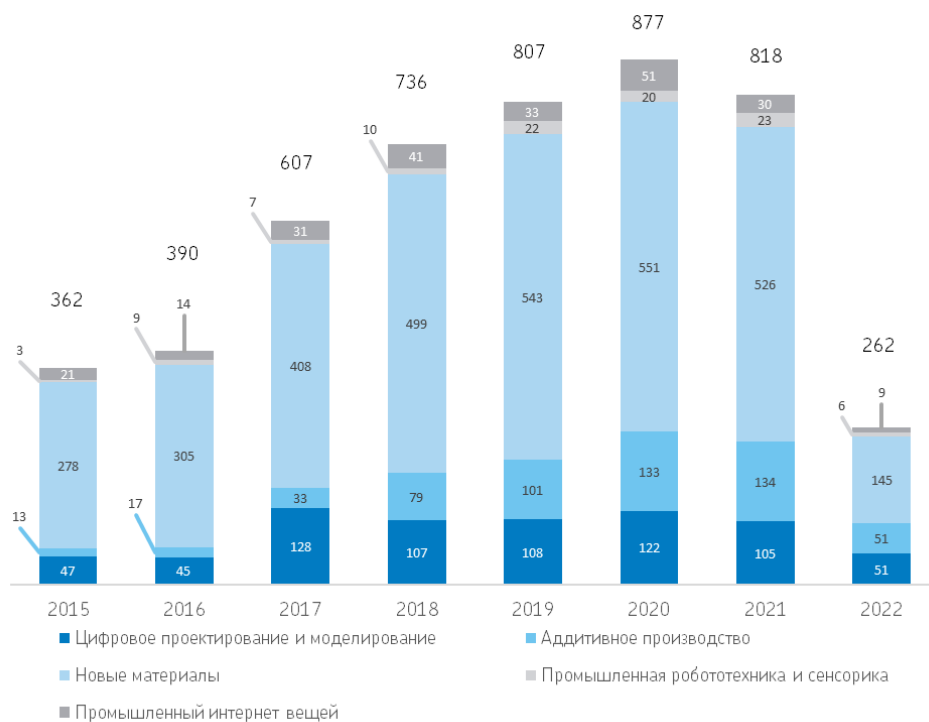
Постоянно выраженный рост наблюдается в областях аддитивного производства (среднегодовой темп роста – 48%), промышленной робототехники и сенсорики (среднегодовой темп роста – 40%). С 2015 года к концу 2021 года среднегодовое количество заявок в данных направлениях увеличилось на 931% и 667% соответственно.

Наибольшее количество патентов зафиксировано в области новых материалов. Пиковое значение приходится на 2020 год, после чего отмечается снижение на 5%.

В сфере цифрового проектирования и моделирования пик активности пришелся на 2017 год. К концу 2021 года показатель количества действующих патентов в области цифрового проектирования и моделирования в год снизился на 18% по сравнению с пиковым уровнем.

Промышленный интернет вещей достиг максимальной патентной активности в 2020 году. В 2021 году показатель снизился на 41%.

Рисунок 16. Динамика количества действующих патентов в России по технологическим сегментам передовых производственных технологий, ед., 2015–2022 гг.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе данных платформы The Lens, 2025

На этом фоне особое значение приобретает вклад Российской Федерации в формирование глобального патентного ландшафта передовых производственных технологий. Несмотря на наличие институциональных и экономических ограничений, Россия входит в число 10 ведущих юрисдикций по каждому из ключевых направлений, что свидетельствует о наличии значительного научно-технологического потенциала и стремлении к активному участию в международной технологической конкуренции.

Существенное увеличение числа патентов в таких областях, как аддитивное производство, промышленная робототехника и сенсорика в период с 2015 по 2021 год, указывает на наличие востребованных компетенций и активное формирование прикладных исследовательских экосистем. Одновременно с этим снижение темпов патентования по ряду направлений, зафиксированное в 2021 году, может быть обусловлено как завершением фазы начального наращивания технологической базы, так и влиянием внешнеполитических и макроэкономических факторов, требующих корректировки механизмов стимулирования инновационной активности.

Проведенный патентный анализ выявляет ключевую роль патентов как правового, экономического и стратегического инструмента поддержки инноваций в условиях четвертой промышленной революции, особенно в высокотехнологичных отраслях, относящихся к направлению «Технет» НТИ. Однако патентная система остается уязвимой перед рядом структурных ограничений и стратегий недобросовестного использования, что ограничивает развитие малых игроков и усиливает технологическое неравенство.

Несмотря на эти вызовы, наблюдается устойчивый рост патентной активности в области передовых производственных технологий, что отражает их возрастающее значение для промышленной трансформации и перехода к устойчивой цифровой экономике.

В данном контексте патентная активность в России подчеркивает необходимость реализации стратегических мер, направленных на сохранение положительной динамики, преодоление существующих барьеров и создание благоприятных условий для эффективной инновационной деятельности.

ГЛАВА 7. АНАЛИЗ НАЦИОНАЛЬНОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЛАНДШАФТА В ОБЛАСТИ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В данном разделе представлен анализ ключевых направлений формирования нормативно-технического ландшафта в областях, соответствующих приоритетным технологическим направлениям Инфраструктурного центра «Технет» НТИ.

Анализ охватывает ведущие международные, региональные и национальные организации по стандартизации, деятельность которых в рамках работы технических комитетов и разработки стандартов направлена на формирование нормативной основы для развития таких направлений, как цифровое проектирование и моделирование, новые материалы, промышленная робототехника, промышленный интернет вещей и аддитивное производство:

- Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO, ИСО);
- Международная электротехническая комиссия (International Electrotechnical Commission, IEC, МЭК);
- Европейский комитет по стандартизации (Comité Européen de Normalisation / European Committee for Standardization, CEN) и Европейский комитет по стандартизации в области электротехники и электроники (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique / European Committee for Electrotechnical Standardization, CENELEC);
- Международный союз электросвязи (International Telecommunication Union, ITU) и Сектор стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи (International Telecommunication Union – Telecommunication sector, ITU-T);
- Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций (European Telecommunications Standards Institute, ETSI);
- ASTM International (ранее – Американское общество испытаний и материалов, American Society for Testing and Materials, ASTM);
- Американский национальный институт стандартов (American National Standards Institute, ANSI);
- Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE);
- Британский институт стандартов (British Standards Institution, BSI);
- Управление по стандартизации Китая (Guobiao Standards / Standardization Administration of China, GB, SAC);
- Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

Более подробная информация о стандартизации в указанных технологических областях представлена в аналитических материалах ИЦ «Технет» СПбПУ, включая информационно-аналитический отчет «Исследование международного и российского рынка аддитивных технологий в рамках направления «Технет» НТИ» [78], экспертно-аналитический доклад «Исследование международного и российского рынка аддитивных технологий с использованием металлических материалов в рамках направления «Технет» НТИ» [79], экспертно-аналитический доклад «Исследование международного и российского рынка аддитивных технологий в рамках направления «Технет» НТИ в

2023 году» [80], экспертно-аналитический доклад «Тренды и сценарии развития рынков, относящихся к «цифровой фабрике» по направлению «Технет» НТИ в условиях новой экономической реальности» [32], экспертно-аналитический доклад «Перспективы и сценарии развития новых материалов в рамках направления «Технет» НТИ в 2023 году» [27], экспертно-аналитический доклад «Тренды и перспективы развития цифрового проектирования и моделирования (включая цифровые технологии моделирования изделий из композиционных материалов на основе инструментов разработки и применения цифровых двойников композиционных материалов)» [28], экспертно-аналитический доклад «Перспективы и сценарии развития промышленной робототехники в рамках направления «Технет» НТИ в 2024 году» [81], экспертно-аналитический доклад «Тенденции и перспективы развития технологий «умного» производства» [82]. Количество стандартов приведено по состоянию на конец 2025 года.

Таблица 11. Ключевые организации по стандартизации и технические комитеты, соответствующие приоритетным направлениям ИЦ «Технет» СПбПУ

Наименование организации по стандартизации, страна	Наименование технического комитета и количество опубликованных стандартов	Перечень основных тематик
Цифровое проектирование и моделирование		
- Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO, ИСО); - Международная электротехническая комиссия (International Electrotechnical Commission, IEC, МЭК)	- ISO/IEC JTC 1 «Информационные технологии» (Information technology): 3500+ стандартов [83]; - ISO/IEC JTC 1/SC 7 «Программная и системная инженерия» (Software and systems engineering): 228 стандартов [84]; - ISO/IEC JTC 1/SC 32 «Управление данными и обмен ими» (Data management and interchange): 112 стандартов [85].	- Языки программирования, спецификации и формальные методы; - Терминология, словари и руководства по применению стандартов данных; - Управление жизненным циклом программного и системного обеспечения; - Стандарты и форматы обмена, представления и кодирования данных; - Безопасность информационных систем и управление доверием; - Сетевые протоколы и архитектуры открытых систем; - Управление хранилищами данных, метаданными и интерфейсами хранения; - Оценка и управление качеством программного обеспечения; - Требования к инструментам разработки и сопровождения программного обеспечения (ПО); - Документирование, представление и обмен данными в разработке и сопровождении ПО; - Языки и средства работы с базами данных.
Британский институт стандартов (British Standards Institution, BSI), Великобритания	- IST/15 «Разработка программного обеспечения и систем» (Software and systems engineering): 208 стандартов [86]; - IST/5 «Языки программирования, их среды и системные программные интерфейсы» (Programming languages, their environments and system software interfaces): 75 стандартов [87]; - ICT/1 «Координация информационных систем» (Information systems co-ordination): 181 стандарт [88]; - IST/33 «Информационная безопасность, кибербезопасность и защита конфиденциальности» (Information security, cybersecurity and privacy protection): 56 стандартов [89].	- Процессы оценки зрелости и возможностей в управлении ИТ-услугами, качеством и информационной безопасностью; - Расширения и спецификации языков программирования; - Цифровые форматы электронных документов; - Архитектура распределенных и сервис-ориентированных приложений; - Кибербезопасность и управление информационной безопасностью на протяжении жизненного цикла продукта; - Требования к компетентности лабораторий и органов по оценке и сертификации в области информационной безопасности и управления приватностью.

Наименование организации по стандартизации, страна	Наименование технического комитета и количество опубликованных стандартов	Перечень основных тематик
Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE), США	S2ESC «Программная и системная инженерия» (IEEE Software & Systems Engineering Standards Committee): 223 стандарта	- Жизненный цикл программного и системного обеспечения; - Управление качеством программного обеспечения и систем; - Оценка качества и измерение характеристик программного обеспечения; - Требования к инструментам разработки и сопровождения ПО; - Документирование, представление и обмен данными в разработке и сопровождении ПО; - Терминология и словари в области информационных технологий.
Управление по стандартизации Китая (Guobiao Standards / Standardization Administration of China, GB, SAC), Китай	228 стандартов [90]	- Применение CAD-систем в электроэнергетике; - Основные термины и требования к технической документации при применении CAD-систем; - Обмен данными при применении CAD- и CAM-систем; - Управление жизненным циклом продукта; - Управление данными жизненного цикла продукта; - Применение предприятиями PDM-продуктов; - Проведение конечно-элементного моделирования при применении CAE-систем для механических устройств; - Представление данных моделирования.
Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), Россия	- ТК 700 «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии»: 38 стандартов [91]; - ТК-МТК-22 «Информационные технологии»: 185 стандартов [92]; - ТК 165 «Системы автоматизированного проектирования электроники»: 68 стандартов [93]; - ТК 482 «Поддержка жизненного цикла продукции»: 86 стандартов [94]; - ТК 459 «Информационная поддержка жизненного цикла изделий»: 319 стандартов [95].	- Методы численного моделирования и виртуализации испытаний в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий; - Компьютерные модели и цифровые двойники изделий: классификация, верификация, валидация, требования к программному обеспечению; - Высокопроизводительные вычислительные системы: термины, требования к тестированию и оценке производительности; - Информационные технологии в жизненном цикле изделий: управление требованиями, конфигурацией, данными об изделии, электронные модели и документация; - Поддержка жизненного цикла продукции: интегрированная логистическая поддержка, управление качеством, стоимостью и эксплуатационными характеристиками; - Стандарты обмена данными, представления геометрических и системотехнических моделей; - Системы автоматизированного проектирования электроники: терминология, структура, цифровые испытания на внешние воздействия, базы данных компонентов и технические характеристики электронной компонентной базы.
Новые материалы с фокусировкой на композиционные материалы		
Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO, ИСО)	- ISO/TC 61 «Пластмассы» (Plastics): 754 стандарта [96]; - Подкомитет ISO/TC 61/SC 9 «Термопластичные материалы»: 123 стандарта [97]; - Подкомитет ISO/TC 61/SC 13 «Композиты и	- Терминология в области пластмасс; - Механические свойства термопластов и композитов; - Горючесть пластмасс; - Физико-химические свойства полимерных

Наименование организации по стандартизации, страна	Наименование технического комитета и количество опубликованных стандартов	Перечень основных тематик
	армирующие волокна» (Composites and reinforcement fibres): 114 стандартов [98].	материалов; • Дegrаdация, химическая и экологическая стойкость пластмасс; • Термопластичные материалы: методы испытаний, переработки и характеристики; • Ячеистые (пенопласты) и термореактивные материалы; • Композиты и армирующие волокна: методы производства, испытания и характеристики; • Экологические аспекты применения пластмасс.
Европейский комитет по стандартизации (Comité Européen de Normalisation / European Committee for Standardization, CEN)	CEN/TC 249 «Пластмассы» (Plastics): 524 стандарта [99]	• Механические, теплофизические, реологические и оптические свойства пластмасс и полимерных композитов; • Методы испытаний пластмасс и композитов: определение прочностных характеристик, термостойкости, горючести, износостойкости и устойчивости к воздействию климатических факторов; • Характеристики полимерных материалов; • Переработка, вторичное использование и устойчивое обращение с пластмассами; • Специализированные полимерные изделия, их свойства, методы испытаний и требования к эксплуатации.
ASTM International (панee – Американское общество испытаний и материалов, American Society for Testing and Materials, ASTM), США	D20 «Пластмассы» (Plastics): • Подкомитет D20.09 «Подготовка образцов» (Specimen Preparation): 8 стандартов [100]; • Подкомитет D20.10 «Механические свойства» (Mechanical Properties): 36 стандартов [101]; • Подкомитет D20.15 «Термопластичные материалы» (Thermoplastic Materials): 90 стандартов [102]; • Подкомитет D20.16 «Термореактивные материалы» (Thermosetting Materials): 8 стандартов [103]; • Подкомитет D20.18 «Армированные термореактивные пластмассы» (Reinforced Thermosetting Plastics): 18 стандартов [104]; • Подкомитет D20.19 «Пленки, листы и формованные изделия» (Film, Sheet, and Molded Products): 42 стандарта [105]; • Подкомитет D20.20 «Пластиковая древесина» (Plastic Lumber): 10 стандартов [106]; • Подкомитет D20.22 «Пористые материалы – пластмассы и эластомеры» (Cellular Materials – Plastics and Elastomers): 51 стандарт [107]; • Подкомитет D20.23 «Трубопроводные системы и химическое оборудование из армированных термореактивных смол» (Reinforced Thermosetting Resin Piping Systems and Chemical Equipment): 31 стандарт [108]; • Подкомитет D20.24 «Пластмассовые строительные изделия» (Plastic Building Products): 20 стандартов [109]; • Подкомитет D20.30 «Тепловые свойства» (Thermal Properties): 30 стандартов [110]; • Подкомитет D20.40 «Оптические свойства»	• Испытания механических свойств пластмасс и композитов; • Методы подготовки и формования образцов для испытаний; • Термопластичные и термореактивные материалы; • Пластмассы для аддитивного производства; • Свойства пленок, листов и гибких материалов; • Композитные материалы и армированные структуры; • Сэндвич-конструкции и изделия на их основе; • Полимерные материалы для строительства и инфраструктуры; • Пенные и ячеистые пластмассы; • Сырье и компоненты для производства полимеров (смолы, отвердители, наполнители); • Тепловые и реологические свойства полимеров; • Химическая и экологическая устойчивость пластмасс; • Дegrаdация и износостойкость под воздействием внешней среды; • Биоразлагаемость и содержание биоосновы в полимерах; • Методы анализа состава и структуры полимерных материалов; • Классификация, обозначения и общие требования к пластмассам.

Наименование организации по стандартизации, страна	Наименование технического комитета и количество опубликованных стандартов	Перечень основных тематик
	(Optical Properties): 5 стандартов [111]; - Подкомитет D20.50 «Долговечность пластмасс» (Durability of Plastics): 18 стандартов [112]; - Подкомитет D20.70 «Аналитические методы» (Analytical Methods): 53 стандарта [113]; - Подкомитет D20.90 «Исполнительный» (Executive): 1 стандарт [114]; - Подкомитет D20.92 «Терминология» (Terminology): 2 стандарта [115]; - Подкомитет D20.95 «Вторичные (рециклинговые) пластмассы» (Recycled Plastics): 6 стандартов [116]; - Подкомитет D20.96 «Экологически разлагаемые пластмассы и продукты на биологической основе» (Environmentally Degradable Plastics and Biobased Products): 13 стандартов [117]. D30 «Композиционные материалы» (Composite Materials): - Подкомитет D30.01 «Редакционные и справочные стандарты» (Editorial and Resource Standards): 4 стандарта [118]; - Подкомитет D30.03 «Свойства компонентов/исходных материалов» (Constituent/Precursor Properties): 11 стандартов [119]; - Подкомитет D30.04 «Методы испытаний слоев и слоистых композитов» (Lamina and Laminate Test Methods): 19 стандартов [120]; - Подкомитет D30.05 «Методы испытаний конструкций» (Structural Test Methods): 19 стандартов [121]; - Подкомитет D30.06 «Межслойные свойства» (Interlaminar Properties): 6 стандартов [122]; - Подкомитет D30.09 «Сэндвич-конструкции» (Sandwich Construction): 27 стандартов [123]; - Подкомитет D30.10 «Композиты для гражданских сооружений» (Composites for Civil Structures): 15 стандартов [124].	
Британский институт стандартов (British Standards Institution, BSI), Великобритания	- PRI/82 «Термопластичные материалы» (Thermoplastic materials): 141 стандарт [125]; - PRI/89 «Пластмассы – Вопросы экологии» (Plastics – Environmental Aspects): 52 стандарта [126]; - PRI/21 «Испытания пластмасс» (Testing of plastics): 241 стандарт [127].	- Классификация, обозначения и общие требования к пластмассам; - Термопластичные материалы; - Подготовка и испытание образцов пластмасс; - Вторичная переработка пластмасс; - Биоразлагаемые пластмассы; - Влияние окружающей среды, деградация и износостойкость; - Механические и физические свойства; - Пластмассы для аддитивного производства; - Экологическая безопасность.
Управление по стандартизации Китая (Guobiao Standards / Standardization Administration of China, GB, SAC), Китай	130+ стандартов [90]	- Промышленные сферы применения: производство пластмасс, металлургия, химическая промышленность, электротехника, текстиль, строительные материалы, энергетика, судостроение, машиностроение, аэрокосмическая промышленность; - Методы испытаний композиционных материалов (термостойкость, вязкость, растяжение,

Наименование организации по стандартизации, страна	Наименование технического комитета и количество опубликованных стандартов	Перечень основных тематик
		прочность, ударопрочность, неразрушающий контроль, физико-механические свойства и др.); • Производство, испытания и применение полимерных композитов (включая термореактивные и термопластичные); • Композиты с различными типами армирующих волокон (углеродное, базальтовое, стекловолокно и др.); • Терминология и классификация (в том числе для углеродного волокна и биокompозитов); • Определение содержания биоматериалов в композитах; • Экологические аспекты: воздействие пластиков на окружающую среду, устойчивое применение композитов; • Общие стандарты по испытаниям, производству и применению полимеров.
Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), Россия	• ТК 497 «Композиты, конструкции и изделия из них»: 307 стандартов [128]; • ТК 063 «Стеклопластики, стекловолокна и изделия из них»: 32 стандарта [129]; • ТК 230 «Пластмассы, полимерные материалы, методы их испытаний»: 138 стандартов [130].	• Классификация, обозначения и общие технические требования к полимерным композиционным материалам; • Полимерные композиты, стеклопластики и изделия на их основе; • Трубопроводные системы из армированных реактопластов и методы их оценки; • Методы испытаний механических и физических свойств композитов и пластмасс; • Сэндвич-конструкции, их состав, структура и характеристики; • Препреги, термореактивные смолы и отвердители для композитов; • Армирующие материалы: волокна, ткани, роллинги и их свойства; • Тепловые, химические и эксплуатационные свойства композитных материалов; • Неразрушающий контроль и микроструктурные исследования композитов.
Промышленная робототехника		
Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO, ИСО)	ISO/TC 299 «Робототехника» (Robotics): 33 стандарта [131]	• Терминология; • Безопасность робототехнических систем; • Производительность и методы испытаний; • Интерфейсы и модульность; • Координатные системы и номенклатура движений; • Представление характеристик роботов; • Безопасное проектирование роботизированных систем.
Американский национальный институт стандартов (American National Standards Institute, ANSI), США	• R15 «Комитет по утверждению стандартов» (Standards Approval Committee); • Подкомитет R15.06 «Редакционный подкомитет по безопасности промышленных роботов» (Subcommittee on Industrial Robot Safety): 1 стандарт; • Подкомитет R15.08 «Редакционный подкомитет по безопасности промышленных мобильных роботов» (Subcommittee on Industrial Mobile Robot Safety): 2 стандарта [132].	• Требования безопасности для промышленных роботов и робототехнических систем; • Требования безопасности для промышленных мобильных роботов; • Требования безопасности к системам и приложениям промышленных мобильных роботов.
ASTM International (панель – Американское общество испытаний и материалов, American Society for Testing and Materials, ASTM), США	F45 «Робототехника, автоматизация и автономные системы» (Robotics, Automation, and Autonomous Systems): • Подкомитет F45.01 «Условия и воздействия окружающей среды» (Environmental	• Условия окружающей среды для робототехнических и автономных систем (включая A-UGV – Autonomous Unmanned Ground Vehicles, автономные беспилотные наземные транспортные средства);

Наименование организации по стандартизации, страна	Наименование технического комитета и количество опубликованных стандартов	Перечень основных тематик
	Conditions and Effects): 1 стандарт [133]; - Подкомитет F45.02 «Стыковка и навигация A-UGV» (A-UGV Docking and Navigation): 2 стандарта [134]; - Подкомитет F45.03 «Обнаружение и защита объектов A-UGV» (A-UGV Object Detection and Protection): 3 стандарта [135]; - Подкомитет F45.04 «Коммуникация и взаимодействие с системой» (System Communication and Interoperability): 1 стандарт [136]; - Подкомитет F45.05 «Захват и манипулирование» (Grasping and Manipulation): 2 стандарта [137]; - Подкомитет F45.91 «Терминология» (Terminology): 3 стандарта [138].	- Навигация автономных наземных систем; - Обнаружение и описание препятствий для A-UGV; - Тестовые объекты, сценарии и конфигурации для A-UGV; - Связь и помехоустойчивость A-UGV; - Производительность мобильных манипуляторов и захватывающих устройств; - Терминология в области робототехники, автоматизации и автономных систем.
Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE), США	Общество по робототехнике и автоматизации (IEEE Robotics and Automation Society): 8 стандартов [139]	- Онтологии для робототехники и автоматизации; - Представление карт и навигационных данных для мобильных роботов; - Представление и структурирование роботизированных задач; - Онтология автономной робототехники; - Этически ориентированные онтологии для робототехнических систем.
Управление по стандартизации Китая (Guobiao Standards / Standardization Administration of China, GB, SAC), Китай	180+ стандартов [140]	- Безопасность робототехнических систем; - Терминология, классификация и общие требования; - Электрическое и механическое оборудование роботов; - Производительность, тестирование и надежность; - Специализированные области применения; - Интеллектуальные и адаптивные технологии; - Интероперабельность и интеграция систем.
Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), Россия	ТК 141 «Робототехника»: 101 стандарт [141]	- Общие положения, классификация и терминология в робототехнике; - Безопасность робототехнических систем; - Рабочие характеристики и методы испытаний; - Механические и функциональные интерфейсы, захватные устройства, системы смены инструментов; - Жизненный цикл робототехнических изделий и управление им; - Модульность и архитектура сервисных роботов; - Специализированные роботы; - Онтологии и представление знаний в робототехнике; - Навигация, картография и средства связи мобильных роботов.
Промышленный интернет вещей		
- Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO, ИСО); - Международная электротехническая комиссия (International	ISO/IEC JTC 1/SC 41 «Интернет вещей и цифровые двойники» (Internet of things and digital twin): 52 стандарта [142]	- Интернет вещей и цифровые двойники; - Архитектура и референсные модели интернета вещей и сенсорных сетей; - Взаимодействие и интероперабельность систем интернета вещей; - Доверие, безопасность и надежность интернета вещей;

Наименование организации по стандартизации, страна	Наименование технического комитета и количество опубликованных стандартов	Перечень основных тематик
Electrotechnical Commission, IEC, МЭК)		• Сенсорные сети и их применение; • Платформы обмена данными и управление данными в интернете вещей; • Промышленный интернет вещей и граничные вычисления; • Терминология, словари и концептуальные основы; • Сценарии использования в различных отраслях; • Управление ресурсами, идентификацией и мониторингом в интернете вещей.
Международный союз электросвязи (International Telecommunication Union, ITU), Сектор стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи (International Telecommunication Union – Telecommunication sector, ITU-T)	SG20 «Интернет вещей, цифровые двойники, «умные» устойчивые города и населенные пункты» (Internet of Things, digital twins and smart sustainable cities and communities): 300+ рекомендаций [143]	• Общие принципы, требования и архитектура интернета вещей; • Цифровые двойники и их применение в умных городах и инфраструктуре; • Интероперабельность, идентификация и управление данными в интернете вещей; • Безопасность, доверие и управление устройствами в распределенных средах интернета вещей; • Промышленный интернет вещей, умное производство и логистика; • Умные транспортные системы; • Оценка эффективности.
Европейский комитет по стандартизации (Comité Européen de Normalisation / European Committee for Standardization, CEN), Европейский комитет по стандартизации в области электротехники и электроники (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique / European Committee for Electrotechnical Standardization, CENELEC)	• CEN/TC 225 «Технологии автоматической идентификации и сбора данных» (Automatic Identification and Data Capture (AIDC) technologies): 29 стандартов [144]; • CLC/TC 65X «Измерение, контроль и автоматизация промышленных процессов» (Industrial-process measurement, control and automation): 510 стандартов [145].	• Автоматическая идентификация и сбор данных; • Радиочастотная идентификация; • Маркировка транспортных и логистических единиц в различных отраслях; • Конфиденциальность и оценка воздействия на защиту данных при использовании радиочастотной идентификации; • Уведомление пользователей о наличии радиочастотной идентификации; • Требования к качеству, структуре и содержанию этикеток для обеспечения прослеживаемости.
Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций (European Telecommunications Standards Institute, ETSI)	• SmartM2M (Smart Machine-to-Machine Communications): 134 стандарта; • oneM2M: 104 стандарта [146].	• Онтологии и семантическая интероперабельность в системах интернета вещей; • Предметно-ориентированные расширения онтологии SAREF и др.; • Архитектура и развертывание платформы oneM2M и др.; • Цифровые двойники: архитектура, функциональность и коммуникация; • Кросс-доменные сценарии и повторное использование данных; • Прикладные решения интернета вещей для умных зданий, городов и инфраструктуры; • Интеграция искусственного интеллекта в интернет вещей, oneM2M и др.; • Методы оценки производительности и инструменты анализа для oneM2M и др.; • Руководства по разработке, применению и эволюции онтологий; • Стандартизация и выявление возможностей для цифровых двойников и семантических технологий.
Управление по стандартизации Китая (Guobiao Standards / Standardization Administration of China, GB, SAC), Китай	141 стандарт [147]	• Интернет вещей и цифровые двойники; • Архитектура и референсные модели интернета вещей и сенсорных сетей; • Взаимодействие и интероперабельность систем интернета вещей;

Наименование организации по стандартизации, страна	Наименование технического комитета и количество опубликованных стандартов	Перечень основных тематик
		- Доверие, безопасность и надежность интернета вещей; - Сенсорные сети и их применение; - Платформы обмена данными и управление данными в интернете вещей; - Промышленный интернет вещей и граничные вычисления; - Терминология, словари и концептуальные основы; - Сценарии использования в различных отраслях; - Управление ресурсами, идентификацией и мониторингом в интернете вещей.
Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), Россия	ТК 194 «Кибер-физические системы»: 30 стандартов [148]	- Общие принципы и архитектура интернета вещей; - Архитектура промышленного интернета вещей и сенсорных сетей; - Совместимость и взаимодействие систем интернета вещей на различных уровнях; - Платформы обмена данными и службы интернета вещей; - Тестирование и интегрированные среды для сенсорных сетей; - Спецификации беспроводных технологий интернета вещей; - Архитектура и интероперабельность в умном производстве; - Цифровые двойники производства: архитектура, представление, обмен данными и визуализация.
Аддитивное производство		
Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO, ИСО)	ISO/TC 261 «Аддитивное производство» (Additive Manufacturing): 49 стандартов [149]	- Общие принципы аддитивного производства; - Проектирование для аддитивного производства; - Материалы и управление исходными ресурсами;
Европейский комитет по стандартизации (Comité Européen de Normalisation / European Committee for Standardization, CEN)	CEN/TC 438 «Аддитивное производство» (Additive Manufacturing): 48 стандартов [150]	- Квалификация и сертификация в аддитивном производстве; - Безопасность и экология; - Свойства готовых изделий и их зависимость от технологического процесса; - Форматы данных, цифровая подготовка производства и обмен информацией;
ASTM International (панель – Американское общество испытаний и материалов, American Society for Testing and Materials, ASTM), США	F42 «Технологии аддитивного производства» (Additive Manufacturing Technologies): - Подкомитет F42.01 «Методы испытаний» (Test Methods): 17 стандартов [151]; - Подкомитет F42.04 «Проектирование» (Design): 10 стандартов [152]; - Подкомитет F42.05 «Материалы и процессы» (Materials and Processes): 25 стандартов [153]; - Подкомитет F42.06 «Окружающая среда, здоровье и безопасность» (Environment, Health, and Safety): 3 стандарта [154]; - Подкомитет F42.07 «Применение» (Applications): 14 стандартов [155]; - Подкомитет F42.07.07 «Строительство» (Construction): 1 стандарт [156]; - Подкомитет F42.08 «Данные» (Data): 3 стандарта [157]; - Подкомитет F42.91 «Терминология» (Terminology): 1 стандарт [158].	- Применение аддитивного производства в специализированных отраслях; - Методы испытаний, контроля и оценки качества; - Оборудование: эксплуатация, обслуживание и квалификация; - Постобработка и термическая обработка изделий; - Стандарты на конкретные материалы и сплавы для аддитивного производства; - Требования к закупаемым изделиям и компонентам.

Наименование организации по стандартизации, страна	Наименование технического комитета и количество опубликованных стандартов	Перечень основных тематик
Британский институт стандартов (British Standards Institution, BSI), Великобритания	AMT/8 «Аддитивное производство» (Additive Manufacturing): 47 стандартов [159]	
Управление по стандартизации Китая (Guobiao Standards / Standardization Administration of China, GB, SAC), Китай	85 стандартов [160]	• Терминология, координатные системы и классификация процессов; • Материалы для аддитивного производства; • Оборудование и технологические процессы; • Проектирование и конструктивные требования; • Контроль качества, испытания и неразрушающий контроль изделий; • Специализированные применения; • Требования к персоналу; • Требования к эксплуатации, хранению и повторному использованию материалов.
Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), Россия	ТК 182 «Аддитивные технологии»: 53 стандарта [161]	• Терминология и общие принципы аддитивного производства; • Материалы для аддитивного производства; • Оборудование и процессы аддитивного производства; • Конструирование, проектирование и технологическая документация; • Методы испытаний и неразрушающего контроля изделий; • Требования к качеству, свойствам и техническим условиям изделий; • Стандартизация данных, координатных систем и образцов для испытаний.

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ, 2025

ГЛАВА 8. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ СИСТЕМЫ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

Полученные в рамках интервью и опроса предложения, а также результаты анализа нормативно-правового и нормативно-технического регулирования можно объединить в следующие направления деятельности по совершенствованию нормативно-правовой системы направления «Технет» НТИ (передовые производственные технологии):

1. **Актуализация и развитие системы стандартизации;**
Необходима регулярная актуализация перспективного плана стандартизации в области передовых производственных технологий, особенно в части сквозных технологий цифрового проектирования и моделирования, технологии цифровых двойников и новых материалов.
2. **Развитие нормативного регулирования сферы передовых производственных технологий;**
Требуется разработка нормативно-правовых и технических актов в таких направлениях, как робототехника, цифровая метрология, цифровые (виртуальные) испытания и др., что также будет способствовать реализации процесса «цифровой сертификации».
3. **Создание единого понятийного аппарата в области передовых производственных технологий;**
Предлагается разработать терминологическую базу в области передовых производственных технологий и закрепить стандартизированные определения, чтобы избежать неопределенности в использовании терминологии и предотвратить необоснованное «маркетинговое» использование терминов в официальных документах и СМИ. Дополнительно требуется внести корректировки в форму федерального статистического наблюдения № 1 – технология «Сведения о разработке и (или) использовании передовых производственных технологий» с целью закрепления перечня групп передовых производственных технологий, подлежащих статистическому наблюдению по направлению «Технет» НТИ.
4. **Интеграция отраслевых стандартов в правовую систему;**
Необходимо придать отраслевым стандартам юридическую силу, в частности, через включение в Федеральный информационный фонд стандартов.
5. **Разработка моделей угроз и нарушителей в информационных системах;**
Следует создать типовые профили потенциальных нарушителей и сценариев угроз для повышения защищенности технологических решений и обеспечения кибербезопасности.
6. **Устранение барьеров в сфере интеллектуальной собственности и стандартизации;**
Устранение барьеров, мешающих использованию интеллектуальной собственности и патентов в стандартах, с внесением изменений в соответствующее законодательство, включая внедрение принципов FRAND-лицензирования.

7. **Определение правовой обоснованности проведения цифровых (виртуальных) испытаний продукции;**
Предлагается сформировать нормативно-правовую базу, направленную на обоснованное использование результатов цифровых (виртуальных) испытаний для подтверждения соответствия высокотехнологичной продукции, разработанной с использованием передовых цифровых и производственных технологий.
8. **Финансовое стимулирование разработки стандартов;**
Оказание поддержки разработчикам стандартов посредством субсидий и преференций при включении документов в Федеральный информационный фонд.
9. **Стимулирование популяризации внедрения стандартов, патентования и повышения квалификации в области передовых производственных технологий;**
Оказание финансовой поддержки или иных методов стимулирования промышленных предприятий, реализующих деятельность в области передовых производственных технологий в соответствии с основными положениями и рекомендациями, закрепленными в нормативно-технических документах, осуществляющих защиту интеллектуальной собственности инноваций в области передовых производственных технологий, регулярно осуществляющих подготовку (переподготовку) кадров и/или повышение квалификации работников организации в области передовых производственных технологий и проч.
10. **Согласование терминологии и статистики в области передовых производственных технологий**
Необходимо обновить методы статистического учета и согласовать терминологию в области передовых производственных технологий с привлечением бизнеса и государства для эффективного регулирования.
11. **Формирование системы добровольной сертификации;**
Необходимо осуществить подготовку нормативно-правовой базы для налаживания процесса осуществления добровольной сертификации по технологическим сегментам передовых производственных технологий.
12. **Анализ и совершенствование системы сертификации инновационной продукции;**
Необходимо провести анализ имеющихся ограничений в области сертификации инновационной продукции и сформировать механизм, направленный на облегчение процедуры сертификации и формирование условий для проведения «цифровой сертификации» продукции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. АНКЕТА ИНТЕРВЬЮ В ЦЕЛЯХ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТОВ В СФЕРЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Данное интервью проводится Инфраструктурным центром «Технет» СПбПУ в рамках исследования нормативно-правового и нормативно-технического регулирования рынка. Вопросы направлены на изучение текущего состояния, практик разработки и применения стандартизации в области аддитивных технологий.

Введение:

1. Представление интервьюера и целей исследования.

Добрый день! Меня зовут XXX, я являюсь XXX. В рамках подготовки аналитического отчета об исследовании нормативно-правового и нормативно-технического регулирования рынка «Технет» НТИ мы проводим интервью, посвященное изучению практик разработки и применения стандартизации в области аддитивных технологий.

2. Персональные данные эксперта (ФИО, место работы и должность). Уточнение опыта эксперта в этой сфере (роль, стаж, проекты).

Расскажите, как Вас зовут и кем Вы работаете? Расскажите о Вашем опыте работы в области аддитивных технологий и стандартизации. Какую роль Вы занимаете, сколько лет работаете в этой сфере, принимали ли Вы участие в проектах, связанных со стандартизацией (разработкой ПНСТ и ГОСТ)? В каких?

Общие вопросы о стандартизации:

1. Какие основные цели и мотивы для создания стандартов в сфере аддитивных технологий?
2. Почему компании и консорциумы участвуют в разработке стандартов? Какие выгоды они получают от этого? Какая у них мотивация? (Для интервьюера: закрепление лидерства / продвижение продукта / защита рынка / доверие покупателей)

Взаимосвязь развития рынка и появления стандартов. Роль стандартов для вывода продукции на рынок:

3. Влияют ли стандарты на рост рынка? Или же развитие рынка приводит к появлению стандартов?

Практика разработки стандартов:

4. Как строится работа по созданию стандартов для аддитивных технологий? Это стандартизация «впрок» или под конкретный продукт / технологический процесс?
5. Какую роль играют переводные стандарты (например, ИСО) для российского рынка аддитивных технологий? Насколько в области аддитивных технологий развито использование переводных стандартов, а не разработка собственных? Способствуют ли они развитию индустрии, задают планку качества или помогают импортозамещению?

Применение стандартов:

6. Как компании применяют стандарты в производстве, разработке и выводе новых продуктов?
7. Как компании применяют стандарты в области МИМ-технологий (ГОСТ Р 59651–2021), применяете ли Вы его на практике?

Как компании применяют стандарты в области струйного нанесения материала для песчано-полимерных изделий? (ГОСТ Р 59568–2021; ГОСТ Р 59569–2021) Применяете ли Вы их на практике? Как Вы считаете, какие организации являются целевыми пользователями данных стандартов?

Будущее стандартов:

8. Какие, по Вашему мнению, необходимы изменения в текущей системе стандартизации в области аддитивных технологий? Какие меры по совершенствованию законодательства в области передовых производственных технологий, в том числе аддитивных технологий, следует принять?

Заключение:

Вопрос эксперту: что, по Вашему мнению, еще важно учесть в исследовании темы?

Благодарность за участие и уточнение, можно ли обратиться за дополнительными вопросами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. РАСШИФРОВАННЫЕ ТЕКСТЫ ИНТЕРВЬЮ С ЭКСПЕРТАМИ ПО ТЕМАТИКЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТОВ В СФЕРЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Интервью 1. Эксперт – представитель профильной исследовательской организации по тематике исследования

[Интервьюер] Цель нашей сегодняшней встречи – понять, какую роль играют стандарты в области аддитивных технологий в развитии соответствующего рынка.

В рамках деятельности инфраструктурного центра «Технет» СПбПУ мы занимаемся разработкой стандартов и иных нормативных документов, направленных на поддержку и развитие рынков передовых производственных технологий. В прошлом году мы вместе с Вами, [Респондент 1] и [Респондент 2], разрабатывали стандарты по аддитивным технологиям в рамках этой деятельности.

Сейчас перед нами стоит задача подготовить аналитические отчеты и провести мониторинг применения нормативных документов, включая ГОСТ. Речь пойдет о нескольких конкретных стандартах, о которых мы поговорим чуть позже. Именно поэтому нам важно понять, как они применяются, какое место занимают ГОСТ в развитии рынков и как они связаны с развитием конкретных предприятий.

Давайте начнем с первого вопроса. Продолжая сказанное: как Вы считаете, каковы основные цели и мотивы при создании ГОСТ и ПНСТ в области аддитивных технологий? Чем руководствуются инициаторы? В чем они видят свои задачи?

[Респондент 1] Смотрите, многие наши национальные стандарты разрабатываются на основе международных. Я просмотрел фонд международных документов по стандартизации в области аддитивных технологий и нашел порядка 61 документа. Из них 49 разработаны на основе стандартов Американского общества по испытаниям и материалам [ASTM International].

Международные стандарты разрабатываются для стимулирования торговли, продвижения интересов, на них можно ссылаться в международных соглашениях.

Я зашел на сайт ASTM и посмотрел, что у них сейчас представлено. В конце прошлого года они опубликовали отчеты о влиянии стандартизации – в частности, о развитии стандартов и трансформации рынков. В разделе «Здоровье и безопасность» говорится о применении 3D-печатных медицинских устройств и имплантов: протезов, медицинских моделей, стоматологических устройств, слуховых аппаратов и прочего. Отмечается, что аддитивные технологии позволяют создавать индивидуальные протезы, а также децентрализовать производство некоторых медицинских принадлежностей, например, инструментов для скрининга, что может облегчить проблемы с цепочками поставок в медицинской промышленности.

Также развиваются программы устойчивого развития. Отмечается переработка медицинских инструментов и стремление снизить вред для окружающей среды. Аддитивные технологии особенно эффективны, когда нужны единичные экземпляры продукции – например, для испытаний. Это позволяет снизить расходы предприятия: не нужно заказывать конструкторскую документацию на нескольких заводах – можно сразу изготовить образец. У моих коллег, например, в кабинетах стоят

3D-принтеры, и это реально сокращает затраты на изготовление конкретных изделий.

Мы разрабатывали стандарты, в том числе по методам испытаний для порошков. Это позволяет сэкономить средства при внедрении технологий. Я сравнил фонды стандартов: международные стандарты начали приниматься с 2014 года, наши – с 2017-го. Сейчас у нас уже 62 документа, некоторые из них отменены или заменены, но в целом мы недалеко от международного уровня.

[Интервьюер] У меня уточняющий вопрос. Да, я Вас слышу – стандарты важны, и, конечно, технологии сами по себе важны – в этом мы не сомневаемся, это даже выносим за скобки. А вот Вы говорите про стандарты. Есть международные стандарты, и, как вы сказали, их разрабатывают, в том числе, для торговли, для лоббирования интересов. Если говорить о международном уровне – получается, мы заключаем какие-то соглашения, межправительственные, и в них эти стандарты как-то указываем? Какую роль, с Вашей точки зрения, здесь могут играть стандарты?

[Респондент 1] На самом деле стандарты играют большую роль. У нас есть закон о стандартизации, который позволяет в нормативно-правовых актах делать ссылки на национальные стандарты и информационно-технические справочники. Относительно конкретных стандартов в области аддитивных технологий я не проверял, имеются ли ссылки, но, например, всем известно, что в правилах дорожного движения есть отсылка к национальным стандартам по безопасности. Эти стандарты включены в распоряжения Правительства и становятся обязательными. Когда в нормативно-правовом акте дается ссылка на стандарт, требования этого стандарта фактически обретают обязательную силу.

Кроме того, есть международные соглашения, например, по перевозке опасных грузов – там прямо указаны ссылки на международные и европейские стандарты, включая ASTM. Это касается различных требований, например, к контейнерам, задвижкам и прочему. Такие соглашения подписываются многими странами, и все обязаны применять соответствующие стандарты.

Также, насколько я помню, в товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности раньше тоже были ссылки как на национальные, так и на международные стандарты.

И еще один пример: когда вы поставляете продукцию, скажем, порошок для аддитивных технологий, и в договоре между организациями указываете стандарт – требования из этого стандарта становятся обязательными в рамках конкретного взаимодействия.

[Интервьюер] То есть, например, я, представляя одну организацию, заключаю договор с другой организацией, которая находится за рубежом, и в техническом задании ссылаюсь на международный стандарт в области аддитивных технологий, а затем заказываю порошок. В результате организация должна предоставить мне продукцию, которая произведена в соответствии с обозначенным стандартом? Понятно, спасибо!

Давайте перейдем к тем 3 стандартам, которые я Вам пересылал.

[Респондент 1] Я их посмотрел и проконсультировался с бывшими коллегами в [организации]. Эта организация является источником информации по стандартам. Тем не менее, сейчас большинство людей предпочитает применять информационные системы и базы данных, такие как «Техэксперт», «КонсультантПлюс», «Гарант». Они у них непосредственно эти стандарты не покупают, но это не говорит о том, что стандарты не применяются.

Их, скажем так, на бумажном носителе больше распространяют, что сейчас для многих не очень удобно.

Все стандарты, включая присланные Вами, после утверждения публикуются на сайте Росстандарта в течение 30 дней. Любое заинтересованное лицо может их там найти. Когда я работал в этой сфере, такие документы просматривали по несколько миллионов раз в год. Информационные системы копируют данные с сайта Росстандарта и размещают у себя. То есть стандарты не покупают, но они широко распространяются – как в открытом доступе, так и через поисковые системы.

[Интервьюер] Что значит «размещают»? Нужно ли платить за доступ к тексту или за право использования?

[Респондент 1] Вот как это приблизительно устроено. У нас есть Федеральный информационный фонд стандартов, куда попадают все документы после утверждения Росстандартом. Официальный распространитель – Российский институт стандартизации. По правилам, информация о стандартах должна публиковаться в официальном указателе Росстандарта.

Государственные органы, включая госкорпорации и суды, могут запросить эти документы бесплатно через информационную систему Института стандартизации. Также к фонду подключаются библиотеки научно-исследовательских учреждений – студенты и научные сотрудники могут изучать стандарты без оплаты.

Для остальных доступ платный. Цены зависят от объема документа. Но есть альтернативные источники – те же «КонсультантПлюс» или «Гарант». Они предоставляют информацию из стандартов, но неофициально.

За рубежом стандарты защищены авторским правом, и неофициальное распространение невозможно. У нас, согласно Гражданскому кодексу, стандарты не охраняются авторским правом, поэтому их можно свободно найти в интернете.

[Интервьюер] То есть за рубежом для доступа к стандарту нужно платить за разрешение на его использование?

[Респондент 1] Да.

[Интервьюер] Понятно. Это своего рода защита. Еще, когда мы рассматривали те 3 стандарта, которые Вам присылали, обнаружили, что один из них был разработан частной компанией. Как Вы думаете, чем они руководствовались, инициируя разработку?

Я общался с представителями рынка аддитивных технологий-практиками, и они говорили: «Мы вообще не применяем стандарты и ничего о них не знаем». Но когда мы столкнулись с частной компанией-разработчиком, возник вопрос – «зачем». Зачем, собственно, коллегам могут быть нужны эти стандарты?

[Респондент 2] Смотрите, стандартизация процессов в аддитивных технологиях важна для рынка. Даже если сертификация не обязательна, есть добровольное подтверждение соответствия или декларирование.

Для российского рынка единые стандарты позволяют создать унифицированный подход к оценке качества продукции. Сейчас этот рынок развивается, и производство становится более серийным.

Чтобы подтверждать качество, нужны документы, регламентирующие требования. В данном случае – национальные стандарты.

Вероятно, компания-разработчик либо сама планирует выпускать продукцию, либо создала стандарт по заказу производителя. Это дает возможность ссылаться на документ при подтверждении качества производимой продукции.

[Интервьюер] То есть компания разрабатывает стандарт, чтобы, выходя на рынок, иметь нормативную базу для обоснования качества своей продукции? Даже если стандарт добровольный, его можно использовать в переговорах или договорах как подтверждение соответствия технологий определенному уровню?

[Респондент 2] Да. Например, МІМ-технологии применяются в медицине, электронике, автомобилестроении, аэрокосмической и оборонной промышленности. Продукция этих отраслей часто требует сертификации. Если она производится аддитивными методами, нужно подтвердить ее качество.

Тот же оборонный сектор точно требует сертификации. Стандарт становится документом, на который можно однозначно ссылаться. В нем прописаны требования к процессу – будь то струйное или песчано-полимерное нанесение. При лабораторных испытаниях и проверках такой стандарт дает четкие критерии оценки.

До этого у нас просто не было документации в сфере стандартизации, на которую можно было ссылаться для подтверждения качества. Сейчас такие стандарты начинают появляться, и производители могут на них опираться. Это применяется на территории Российской Федерации для тех, кто хочет производить и продавать продукцию.

[Интервьюер] То есть, возвращаясь к коллегам, которые работают в этой сфере, но не знакомы со стандартами... Мог ли инициатор разработки стандарта получить такой запрос от потенциального клиента? Например: «Чтобы мы купили у Вас продукцию, нам нужна нормативная база, подтверждающая качество и технологические процессы. После ее разработки мы рассмотрим возможность закупки». Возможен ли такой сценарий?

[Респондент 2] Конечно, такой сценарий возможен, особенно если не требуется обязательное подтверждение соответствия. Если же нужно обязательное подтверждение качества через аккредитованную лабораторию или орган по сертификации, то здесь уже будут работать ГОСТы.

[Интервьюер] Понятно, спасибо. [Респондент 1], может, Вы что-то добавите?

[Респондент 1] Смотрите, [Респондент 2] совершенно права. Помимо закона о стандартизации, у нас есть другие нормативные акты. Например, 412 федеральный закон об оценке соответствий, 77 приказ ФСТЭК и другие. Испытательные лаборатории должны иметь в области аккредитации национальные стандарты на методы испытаний.

Национальные стандарты устанавливают всесторонние требования: технические характеристики продукции, методы приемки, отбора образцов, маркировки, утилизации. Эти стандарты активно используются в госзакупках по 44-ФЗ и 223-ФЗ. По данным Росстандарта, если правильно помню цифру, около 80% госзакупок содержат ссылки на документы национальной системы стандартизации – будь то программное обеспечение, продукты питания или другая продукция.

На оборонных предприятиях, применяющих аддитивное производство, также необходимо закупать сырье. Например, порошки. Требования к этой продукции и методам ее испытаний устанавливаются национальными стандартами. Сейчас, в условиях специальной военной операции, многие вещи производят малыми партиями, и аддитивные технологии позволяют быстро адаптировать производство. Например, есть предприятия, которые производят запчасти для БПЛА с использованием этих технологий.

[Интервьюер] То есть мы, по сути, размечаем поле для госзакупок. Государственные заказчики, размещая закупки в соответствии с этими законами, могут указывать ГОСТ в конкурсной документации. И в какой-то степени, если наш ГОСТ попал в документацию, есть вероятность, что продукцию купят у нас. Или нет?

[Респондент 1] Национальные стандарты создаются для всеобщего многократного применения. Один стандарт может использоваться многими предприятиями. При этом процесс разработки включает публичное обсуждение – стандарты не утверждаются единолично. Технический комитет принимает решение о необходимости утверждения стандарта только после достижения консенсуса через голосование. Затем проект направляется в Росстандарт для окончательного утверждения.

Я бы не назвал это лоббизмом, поскольку стандарты устанавливают единые требования для всех производителей.

Вы упомянули, что в институтах не знают о назначении стандартов. Однако, даже когда я учился в 1995–2000 годы, в лабораториях прекрасно знали, из каких стандартов брать методики приемы товаров, оценки качества, отбора образцов. Например, стандарт на ММ-технологии содержит требования к габаритам, химическому составу материалов, правила отбора образцов при приемке.

Соответственно, в институтах этому обучают. Самый простой пример – стандарты оформления рефератов и документооборота, которые применяются во всех институтах.

Стандарты на аддитивные технологии позволяют быстрее внедрять инновации. Как только появляется стандарт, продукция получает возможность выхода на рынок. При этом аддитивное производство имеет преимущество, потому что создать 3D-печатное производство значительно проще и дешевле, чем построить полноценный завод.

[Интервьюер] Получается, компании-инициаторы разработки стандартов, с одной стороны, расширяют рынок, создавая возможности для всех участников? Разработав и утвердив стандарт на новый материал, они позволяют указывать его в конкурсной документации, что дает толчок развитию всего рынка. То есть создают общее благо?

[Респондент 1] Для кого-то – да.

[Интервьюер] Но и себе тоже, если у них есть аналогичный продукт. Хотя документ остается открытым для всех.

[Респондент 1] Согласен.

[Интервьюер] У меня следующий вопрос о международных стандартах. На российском рынке есть две тенденции: одни разрабатывают собственные стандарты, другие адаптируют международные. Почему так происходит? С одной стороны, перевод международных стандартов помогает

соответствовать глобальным требованиям. С другой – разве не лучше разрабатывать национальные стандарты, которые могли бы стать международными и продвигать наши технологии?

[Респондент 1] Смотрите, согласно 17 статье Закона о стандартизации, национальные стандарты могут разрабатываться на основе научных исследований, опытно-конструкторских разработок, испытаний, измерений, а также на основе международных, региональных, иностранных стандартов.

Еще, действительно, некоторые российские стандарты становятся основой для международных – в атомной энергетике, железнодорожной технике. Однако в советское время в плановой экономике с отраслевыми министерствами продвигать наши стандарты было проще.

Сейчас большинство предприятий не занимаются этим по разным причинам. Это могут быть высокие затраты, потому что нужны специалисты с терминологической подготовкой... Длительный процесс согласования, потому что требуется консенсус между странами... Также влияет текущая международная ситуация, так как многие организации приостановили сотрудничество с Россией, включая ASTM. Только крупные корпорации – «Газпром», «РЖД – Российские железные дороги», «Росатом» – могут позволить себе такую работу со стандартизацией.

[Интервьюер] Есть уточняющий вопрос. Существует практика со стандартами, когда страны могут взаимно признать определенные стандарты. Например, у нас такие практики есть с КНР⁴. Какая-то часть российских стандартов передается китайской стороне, которая их оценивает и признает на национальном уровне. Как это работает на практике? Это формальность или китайская сторона действительно применяет наши стандарты?

[Респондент 1] Смотрите, в Российской Федерации есть в Законе о стандартизации полномочия Росстандарта в статье 9 Пункт 22. Порядок применения международных стандартов, региональных стандартов, стандартов иностранных государств Росстандарт регулирует через приказ 261 от 2021 г. В федеральном фонде уже зарегистрировано 258 международных стандартов. Эта система позволяет как применять стандарты внутри России, так и использовать их в международных договорах, проходить оценку соответствия для экспорта продукции.

[Интервьюер] А как компании применяют стандарты в области аддитивных технологий? Вы говорили, что платных обращений к ним пока не было.

[Респондент 1] Отсутствие платных запросов не означает, что стандарты не применяются. Многие используют правовые системы или получают доступ через университеты и НИИ. Точную статистику по обращениям могу спросить у коллег.

Что касается закупок. Стандарты активно применяются в дорожном строительстве. В гособоронзаказе использование национальных стандартов обязательно. В высокотехнологичных отраслях – космос, атомная энергетика – аддитивные технологии востребованы для быстрого прототипирования. Полные данные по закупкам можно получить через платные системы типа Seldon.

⁴ В частности, в 2023 году ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения», разработанный СПбПУ, официально включен в перечень взаимно признаваемых стандартов в сфере авиастроения и БПЛА между Китайской Народной Республикой и Российской Федерацией.

Интервью 2. Респондент: Косоруков Иван Андреевич, Главный эксперт по стандартизации ООО «РосАТ»

[Интервьюер] Мы договорились обсудить несколько ключевых вопросов о стандартизации в сфере аддитивных технологий. Давайте рассмотрим их на конкретных примерах из Вашей практики, чтобы ответы были более предметными.

Первый вопрос: какие основные цели и мотивы для создания стандартов в этой области? Какие задачи решает ваша организация, разрабатывая такие стандарты?

[Респондент] Правительство и госкорпорация «Росатом» заключили соглашение о намерениях по развитию направления «Технологии новых материалов и веществ», в соответствии с которым мы должны развивать аддитивные технологии и внедрять их не только на предприятиях «Росатома», но и по всей России.

В утвержденной стратегии развития аддитивных технологий указана одна из основных задач – обеспечение конкурентоспособности отрасли через инструменты технического регулирования. В принципе, внедрение аддитивных технологий не представляется возможным без работ по стандартизации, поэтому мы в том числе занимаемся стандартизацией.

Основным инструментом работы по стандартизации, как и в других отраслях, является технический комитет по стандартизации. Технический комитет 182 «Аддитивные технологии» был создан по инициативе «Росатома». При его создании решили, что он будет базироваться на двух организациях: НИЦ «Курчатовский институт» и «Росатом Наука».

Помимо существующих глобальных программных документов, обуславливающих необходимость работ по стандартизации, перед нами стоит более понятная задача – обеспечить качество продукции, в том числе разработанных Росатомом 3D-принтеров. Мы стараемся фиксировать наши результаты в рамках стандартов организации и национальной стандартизации.

Кроме того, у нас есть договоренности с Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии, согласно которым мы представляем позицию Российской Федерации в международном техническом комитете по аддитивному производству.

[Интервьюер] То есть идея систематизации в области аддитивных технологий в какой-то степени вменена Вам правительством? Правительство поручило вам этим заниматься?

[Респондент] Да, это одна из задач госкорпорации «Росатом», и мы, как интегратор в данной области, этим занимаемся.

Помимо национального и международного уровня, мы участвуем в работах по стандартизации на уровне госкорпорации «Росатом» – являемся головной организацией по стандартизации в этой сфере.

В рамках госкорпорации существует структура, отвечающая за стандартизацию в области аддитивных технологий для применения в атомной энергетике. Пока мы только начинаем эту работу, поскольку аддитивные технологии еще не достигли уровня, при котором их можно широко применять в объектах использования атомной энергии.

[Интервьюер] Вы упоминали, что внутри «Росатома» есть множество организаций, занимающихся

аддитивными технологиями в своих сферах. Могут ли стандарты играть интегрирующую роль, устанавливая общие правила для компаний внутри корпорации?

[Респондент] Теоретически могут, но если мы говорим про стандарты внутри корпорации, то на данный момент таких стандартов нет. Интегрирующую роль играет национальная стандартизация, а «снизу» пока действуют стандарты отдельных организаций.

[Интервьюер] Понятно. Как Вы считаете, почему компании и консорциумы, помимо «Росата» и «Росатома», участвуют в разработке стандартов? Какая у них мотивация? Например, среди инициаторов стандартов есть и небольшие компании, и МГТУ им. Н.Э. Баумана, и оборонные предприятия. Зачем организациям разного профиля создавать стандарты в области аддитивных технологий?

[Респондент] Некоторые стандарты, разработанные небольшими предприятиями, были необходимы им для обеспечения производства, чтобы сформировать доверие к продукции. Когда есть ссылка на национальный стандарт в госконтрактах – это внушает больше уверенности. Это очень хорошо, когда организации заинтересованы в разработке стандартов, понимают преимущества, которые предоставляют им стандарты, и в итоге сами создают эти стандарты.

Сейчас таких компаний очень мало. Кроме нас, этим занимается «Роскосмос» для выполнения своих внутренних задач, выполнения НИОКР или других проектов. Например, разрабатывают стандарты по изделиям из алюминия и титана. Их нужно хвалить – молодцы!

[Интервьюер] То есть стандарты помогают более эффективно осуществлять продажи, особенно при работе с госзаказом?

[Респондент] Да. Плюс это дает конкурентное преимущество.

[Интервьюер] Например, если при подаче заявки на конкурс ссылаться на стандарт, в разработке которого ты участвовал...

[Респондент] Можно прописать требования, важные именно для данной компании. Например, если у нас есть качественный порошок, мы закрепим этот уровень качества в стандарте. Так мы отсеим компании с менее качественным сырьем и обеспечим своеобразную технологическую «планку», достигнутый уровень качества.

Мы сейчас работаем над стандартизацией требований к металлопорошковым композициям – титановым и нержавеющей порошкам, титановой проволоки. Производители заинтересованы, чтобы в стандарте были указаны характеристики, соответствующие характеристикам их продукции – это даст преимущество при закупках.

[Интервьюер] То есть при закупках наличие стандарта тоже может дать конкурентное преимущество?

[Респондент] Да, потому что стандарт устанавливает подтвержденный всеми уровень качества. Покупать нужно не хуже, чем указано в стандарте.

[Интервьюер] Вы говорите о добровольных или обязательных стандартах?

[Респондент] Стандарт по умолчанию – документ добровольного применения. Он становится обязательным, если указан в контракте, договоре или техническом регламенте.

[Интервьюер] В нормативной документации тоже?

[Респондент] Да. Если мы заявляем стандарт в контракте или технических условиях, то он становится для нас обязательным. В обратном случае – это документ все-таки для добровольного применения.

[Интервьюер] То есть 99% стандартов – добровольные?

[Респондент] Да, но в промышленности до сих пор сохраняется советский подход, раньше невыполнение стандарта преследовалось по закону. Многие до сих пор считают стандарты обязательными. В техническом комитете я не раз слышал о том, что требования стандартов должны строго соблюдаться. Мне кажется, это особенно характерно для отраслей, в которых советское влияние еще достаточно сильное.

Вообще сейчас наблюдается тенденция к переосмыслению добровольного статуса стандартов, стремление сделать некоторые стандарты более обязательными. Возможно, в ближайшие годы будут соответствующие изменения в законодательстве.

[Интервьюер] Может, выделяют отдельные группы стандартов или отрасли с обязательным применением?

[Респондент] Да, на мероприятиях по стандартизации часто слышу предложения пересмотреть принцип добровольности стандартов.

[Интервьюер] Понятно, спасибо. Перейдем к следующему вопросу, который логически продолжает предыдущий: влияют ли стандарты на рост рынка или развитие рынка приводит к появлению стандартов? Вы сказали, что в «Росатоме» инициатива идет «сверху». Как это работает на рынке в целом?

[Респондент] Я считаю, что возможно и то, и другое влияние. Мы можем оценивать рынок по количеству и качеству стандартов. С другой стороны, при разработке стандартов мы также задаем направление развития промышленности и конкуренции.

[Интервьюер] То есть при подходе «сверху» мы создаем нормативно-техническое поле, дающее предприятиям новые ориентиры. Они так или иначе будут это учитывать. А со стороны рынка – если много стандартов в сфере, значит она развивается?

[Респондент] Да, это показывает заинтересованность организаций и достаточный финансовый оборот в отрасли.

[Интервьюер] Ведь стандартизация – трудоемкий и дорогостоящий процесс.

[Респондент] Да, это индикатор развития. Хотя стандарты бывают разные. Есть общие положения, гармонизированные с международными стандартами – их нужно разрабатывать априори, до развития рынка. А есть конкретные требования, которые должны разрабатывать сами участники рынка.

[Интервьюер] То есть в аддитивных технологиях вы работаете «сверху». Но в целом по стандартам: они сейчас разрабатываются «впрок» или есть инициатива «снизу»? Вы вначале говорили,

что пока больше подход «сверху».

[Респондент] В принципе согласен. Но наш технический комитет работает с 2015 года – уже 10 лет. Первый этап пройден, сейчас акцент на конкретные стандарты – технические условия и требования, как в случае с металло-порошковыми композициями. Общие вопросы мы в основном закрыли. Сейчас важно, чтобы стандарты разрабатывали «снизу» – организации, которые в этом заинтересованы и понимают их пользу. Нужно находить ресурсы для такой работы.

[Интервьюер] То есть процесс «снизу» тоже пошел, получается?

[Респондент] Да, но, считаю, недостаточно быстро. Сейчас, кроме нас, мало кто разрабатывает национальные стандарты. Те стандарты, о которых Вы говорите... их можно привести как отдельные примеры, хотя не совсем понятно их отношение к аддитивным технологиям. Они больше связаны с традиционными технологиями литья.

[Интервьюер] Понятно. Теперь вопрос, можно сказать, обывательский: какую роль играют международные стандарты для российского рынка и нормативного поля стандартов в области аддитивных технологий? Насколько наша система стандартизации построена на международной практике и почему международные стандарты используются как эталонные?

[Респондент] Все-таки нельзя сказать, что она полностью основана на международной практике. Но те стандарты, которые разрабатываются «сверху» по общим вопросам, с моей точки зрения, должны быть полностью основаны на международных стандартах. Там устанавливаются какие-то общие принципы и правила, и нет причин от этого отказываться – мы должны использовать те же методы подтверждения соответствия продукции на мировом рынке.

Однако у нас с этим проблемы. Первые разработанные стандарты во многом базировались на международных, но без указания источников. Позже мы стали четко указывать международные основы стандартов. Проблема в том, что таких стандартов недостаточно, наша промышленность не очень хорошо принимает такие общие стандарты, запрашивая более конкретные требования, что усложняет их согласование.

[Интервьюер] А ведем ли мы разработку собственных международных стандартов? Какие цели и методики используем? Есть ли другие мотивы для адаптации международных стандартов, кроме удобства торговли?

[Респондент] При выходе на международный рынок мы должны соответствовать международным стандартам. Пока разумнее применять их опыт, накапливая собственный для последующего отражения на международном уровне. У нас пока недостаточно опыта и специалистов для активного участия в международной стандартизации.

На международном поле доминирует ASTM. Американцы активно включились в стандартизацию аддитивных технологий, заключили соглашение с ИСО. Большинство текущих стандартов разрабатываются совместно ИСО и ASTM с сильным влиянием американцев.

[Интервьюер] А какие цели они преследуют?

[Респондент] Мне кажется, аналогично нашим – закрепление общих практик и требований. Стандартизация в новой области аддитивных технологий служит ориентиром, направляя развитие технологий в нужное русло.

[Интервьюер] То есть они формируют поле для своих технологий?

[Респондент] Как говорят, они используют стандарты не только как ориентиры, но и для направления развития технологий в выгодном им направлении.

[Интервьюер] Понятно, спасибо. Последний глобальный вопрос: какие изменения, по вашему мнению, нужны в текущей системе стандартизации?

[Респондент] Сам механизм централизованной стандартизации менять не нужно – он прекрасно работает как в других отраслях, так и в области аддитивных технологий. Главное – это стимулировать промышленность к разработке стандартов «снизу», на уровне предприятий, которые затем могут стать национальными.

Сейчас активность членов технического комитета достаточно низкая, планирование ведется отрывочно без согласованного плана на ближайшие 5–10 лет. Есть перспективная стратегическая программа, но она не выполняется и давно требует пересмотра и актуализации.

[Интервьюер] А на дорожную карту «Технет» в области стандартизации передовых производственных технологий Вы не ориентируетесь?

[Респондент] Честно говоря, не рассматривал этот документ подробно. У нас есть перспективный план технического комитета, который не обновлялся около 3 лет, и программа стандартизации, утвержденная Росстандартом и Минпромторгом, которая, в идеале должна включать смежные ТК (ведь аддитивные технологии могут быть применены во многих отраслях, для многих видов продукции), но пока включает только ТК 182.

[Интервьюер] То есть инициатива должна исходить от ТК 182?

[Респондент] В том числе от технического комитета. Нужно активнее вовлекать в работу по разработке стандартов новые организации и существующих членов ТК. Другие технические комитеты по стандартизации, например, технический комитет по медицинским материалам, ведут активную деятельность, используют различные существующие механизмы стандартизации, например проводят экспертизу технических условий организаций, для дальнейшей их регистрации в национальном фонде, повышая тем самым их статус.

[Интервьюер] А в чем все-таки преимущество медицинского ТК?

[Респондент] Они активно объясняют предприятиям пользу стандартизации, чаще проводят и принимают участие в отраслевых мероприятиях и выставках. Хотя, возможно, это обусловлено тем, что для их области стандарты чуть более обязательны. С другой стороны, у нас, например в авиации, основном потребителе аддитивных технологий, тоже много обязательных требований.

[Интервьюер] А почему компании, которые, например, занимаются разработкой в авиации, не заинтересованы в разработке стандартов?

[Респондент] Нужны значительные ресурсы не только на разработку стандартов, но и на перепроектирование деталей, исследования и сертификацию. Предприятия начнут активнее заниматься стандартизацией, когда увидят очевидную выгоду от внедрения стандартов. Нужно популяризировать аддитивные технологии, показывая реальные преимущества, а не внедрять их ради самого внедрения.

[Интервьюер] То есть нужно просвещать предприятия об их возможностях?

[Респондент] Да, но проблема в том, что заводам сложно пересматривать давно устоявшиеся требования, существующие в документах. Например, если в технической документации указано, что деталь должна быть изготовлена из определенного сплава традиционным способом, то для перехода на аддитивный аналог потребуется провести масштабные исследования, чтобы доказать эквивалентность характеристик нового материала. Это серьезный объем работ, требующий значительных ресурсов и времени.

Интервью 3. Эксперт – представитель профильной группы компаний

[Интервьюер] Хотели бы поговорить о стандартизации в области аддитивных технологий, поскольку эта тема является частью исследования в рамках экспертно-аналитических докладов инфраструктурного центра «Технет». В рамках реализации программы инфраструктурного центра мы обсуждаем с экспертами данный вопрос.

В первую очередь, хотелось бы кратко узнать, чем занимается Ваша организация, на чем она специализируется и какое место занимает в данной области. Также интересно, были ли в Вашей организации проекты по стандартизации в целом или конкретно по аддитивным технологиям?

[Респондент] Замечательно. Меня зовут [Респондент], я занимаю [должность] в компании [компания]. Наша компания занимается разработкой и изготовлением оборудования для аддитивных технологий. В основном это установки послойного селективного лазерного сплавления, установки прямого лазерного выращивания, лазерной порошковой наплавки и установки электронно-лучевого сплавления проволоки.

Что касается участия в создании нормативных стандартов, мы являемся одними из разработчиков, занимающихся внедрением и разработкой стандартов по аддитивным технологиям. На согласование к нам поступают нормативно-правовые документы, разработанные отраслевыми университетами, компаниями, такими как НИЦ «Курчатовский институт», бывший ВИАМ, «Композит». Вместе с коллегами мы выступаем интеграторами аддитивных технологий в нашей стране.

Кроме того, мы занимаемся разработкой и внедрением технологий в области аддитивного производства, а также выполняем печать коммерческих изделий с применением аддитивных технологий.

[Интервьюер] То есть Ваша компания принимает прямое участие в ТК 182?

[Респондент] Все верно.

[Интервьюер] Хорошо. Я так понимаю, Вы ознакомились заранее с вопросами для интервью. Первый вопрос носит общий характер и касается стандартизации в целом. Как Вам видится, какие цели и мотивы преследуют организации и государство при создании стандартов в сфере аддитивных технологий?

[Респондент] Поскольку аддитивные технологии – это относительно новый способ формообразования изделий и заготовок в нашей стране, существует ряд причин, обуславливающих необходимость разработки новых стандартов.

Во-первых, это технические причины: установление новых терминов и понятий, создание терминологической базы, описание производственных процессов, различий между технологиями, а также фиксация особенностей технологических параметров. Например, синтез на подложке, прямое выращивание изделий или применение различных источников излучения – лазерного или электронно-лучевого.

Во-вторых, экономические причины: создание конкурентоспособной продукции и обеспечение ее выхода на внутренний или внешний рынки.

И в-третьих, правовые причины: регулирование процессов создания новых видов продукции, ее обращения, соответствие нормам безопасности, а также сертификация.

[Интервьюер] Вы упомянули выход на международные рынки. Есть ли у [компании] конкретные примеры таких поставок, или это пока глобальная цель на ближайшее будущее?

[Респондент] Компания [компания] ставит далеко идущие цели, и мы заинтересованы в поставках оборудования на рынки БРИКС и дружественных государств.

[Интервьюер] Следующий вопрос касается выгод, которые компании получают от разработки стандартов. Помимо выхода на новые рынки, есть ли внутренние процессы, которые компании преодолевают благодаря стандартизации?

[Респондент] Все крупные предприятия заинтересованы в создании отраслевых стандартов и нормативной документации, чтобы на их основе можно было официально разрабатывать и внедрять технологические процессы, а также выпускать сертифицированную продукцию.

Информация в стандартах должна быть полной и достаточной для применения в производстве, что позволяет обеспечивать рынок новыми высокотехнологичными продуктами.

[Интервьюер] То есть стандарты влияют на развитие рынка, давая компаниям базу для вывода надежной и сертифицированной продукции?

[Респондент] Верно. Стандарты – это неотъемлемые документы, которыми компании руководствуются при создании новой продукции. Они обеспечивают соблюдение требований для выпуска безопасных и конкурентоспособных изделий.

[Интервьюер] Теперь вопрос о процессе создания стандартов. Как он организован в Вашей компании и в ТК 182? Это разработка под конкретные нужды, на перспективу или с ориентацией на мировые тенденции?

[Респондент] Объективно говоря, создавать стандарты «впрок» невозможно, так как сложно предугадать, какие технологии будут развиваться. Однако можно анализировать современные тенденции.

Стандарты разрабатываются под конкретные процессы, когда уже есть первые результаты НИОКР и можно оценить их с научной, экономической и технической точек зрения. Так же выстроена работа в ТК 182 и других организациях, занимающихся стандартизацией в аддитивных технологиях.

[Интервьюер] То есть стандарты появляются в ответ на рыночную потребность, а не предшествуют разработке технологий?

[Респондент] Да, именно так. Стандарты фиксируют уже существующие технологические процессы, обеспечивая их соответствие определенным требованиям.

[Интервьюер] А как обстоит дело с международными стандартами, такими как ИСО и ASTM? Насколько российская система стандартизации ориентируется на зарубежный опыт?

[Респондент] Поскольку аддитивные технологии пришли к нам из-за рубежа, изначально мы ориентировались на международные стандарты, такие как ИСО. Это важно для вывода продукции на глобальный рынок.

Однако в текущей геополитической ситуации России стратегически важно разрабатывать собственные стандарты, так как санкции ограничивают использование зарубежных.

Сейчас ведется активная работа по их созданию и внедрению.

[Интервьюер] То есть это вынужденная мера, а не естественный переход к собственной системе стандартов?

[Респондент] Нет, это не просто вынужденная мера. Мы обязаны создавать свои стандарты, так как не можем полностью полагаться на зарубежные. При этом требования наших стандартов зачастую превосходят иностранные, что говорит о высоком технологическом уровне и способности выпускать продукцию лучшего качества.

[Интервьюер] Как компании применяют стандарты и в каких отраслях аддитивные технологии наиболее востребованы?

[Респондент] На основе стандартов разрабатываются внутренние методики и инструкции для производства. Продукция проходит обязательную сертификацию в соответствии с нормативными документами.

Стандарты применяют компании, обладающие необходимыми технологическими возможностями. Это предприятия газовой, нефтяной, авиационной, медицинской, электронной и энергетической отраслей.

[Интервьюер] То есть спектр отраслей очень широк?

[Респондент] Да, именно так.

[Интервьюер] Теперь о конкретных стандартах, которые мы изучаем в отчете, например, ГОСТ Р 59651–2021 по ММ-технологиям. Как компании могут его применять?

[Респондент] Этот стандарт был разработан для технологий литья под давлением полимерных материалов, наполненных металлическими порошками. В нем указаны требования к качеству изделий, методы контроля, правила приемки и маркировки.

Наша компания пока не использует этот стандарт, так как не работает с данной технологией, но при необходимости готова заняться ее разработкой.

[Интервьюер] То есть стандарт универсален и не заточен под одну компанию?

[Респондент] Да, он создан для всех потенциальных пользователей.

[Интервьюер] А что насчет ГОСТ Р 59568–2021 и ГОСТ Р 59569–2021 по струйному нанесению материалов для песчано-полимерных изделий? Как эта технология применяется?

[Респондент] Она перспективна для крупногабаритного литья в станкостроении и металлообработке. Наша компания пока не использует эту технологию, но предприятия с литейными подразделениями могут применять ее для развития своей продукции.

[Интервьюер] Последний вопрос: какие барьеры нужно преодолеть для развития стандартизации в аддитивных технологиях?

[Респондент] Сейчас важно разработать ускоренный механизм перехода на отечественные стандарты. В ТК 182 мы видим, что отстаем от зарубежных стран по внедрению стандартов. Ускорение их разработки поможет создавать более конкурентоспособную продукцию.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. АНКЕТА ОПРОСА ЭКСПЕРТОВ НТИ В ЦЕЛЯХ ВЫЯВЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В СФЕРЕ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Опрос проводится Инфраструктурным центром «Технет» СПбПУ в рамках мониторинга реализации законодательной дорожной карты в сфере передовых производственных технологий.

Цель опроса – выявление потребностей и сбор предложений по совершенствованию законодательства, устранению административных барьеров в рамках направления «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы.

Время заполнения: не более 10–15 минут.

Конфиденциальность: Опрос является анонимным.

Данные о респонденте:

1. Выберите тип организации, в которой Вы работаете (*обязательно*):

- вуз;
- научное учреждение;
- институт развития;
- частная компания;
- государственная компания;
- некоммерческая организация;
- другое (укажите, что именно).

2. Укажите уровень Вашей должности (*обязательно*):

- топ-менеджмент (руководитель организации/департамента);
- средний менеджмент (руководитель отдела/направления);
- специалист;
- научный сотрудник;
- другое (укажите, что именно).

Опрос:

1. Укажите, с какими барьерами в области законодательства при создании, развитии, применении, продвижении передовых производственных технологий Вы или Ваша организация столкнулись? (*обязательно*)

- Устаревшие стандарты, не учитывающие развитие современных технологий.
- Пробелы в законодательстве (недостаточное регулирование развития новых технологий, в том числе в отраслевом законодательстве по применению передовых производственных технологий).
- Ограничения существующей системы закупок.
- Сложности сертификации инновационной продукции.

- Неопределенность в возможностях применения цифровых моделей изделий для разработки и сертификации.
- Проблемы защиты интеллектуальной собственности.
- Ограничения на экспорт и импорт технологий.
- Другое (укажите, что именно).

2. На основе ответа на предыдущий вопрос, опишите суть возникающих барьеров в свободной форме. *(необязательно)*

Развернутый ответ

3. Какие нормативные правовые акты, действующие на территории Российской Федерации, с Вашей точки зрения, могут препятствовать созданию, развитию, применению, распространению передовых производственных технологий в России? *(необязательно)*

Развернутый ответ

4. Какие действующие международные нормативные правовые акты, с Вашей точки зрения, можно распространить на российское законодательство в целях создания, развития, применения, продвижения передовых производственных технологий? *(необязательно)*.

Развернутый ответ

5. Какие мероприятия позволили бы преодолеть указанные барьеры? *(обязательно)*

- Создание «регуляторных песочниц» для тестирования инновационных решений.
- Гармонизация российских стандартов с международными (ISO, IEC, CEN и др.).
- Создание платформ для межведомственного взаимодействия для устранения противоречий в нормативном правовом регулировании.
- Создание платформ для взаимодействия технических комитетов по стандартизации для выработки единой онтологии понятий и повышения качества разрабатываемых документов.
- Введение специальных процедур закупок для инновационной продукции.
- Развитие нормативной базы для развития цифровой сертификации изделий.
- Создание и развитие сети лабораторий цифровой сертификации.
- Ускоренное патентование технологий (сокращенные сроки экспертизы).
- Развитие импортозамещающих технологических решений.
- Разработка новых национальных стандартов / предварительных национальных стандартов по тематике передовых производственных технологий.
- Другое (укажите, что именно).

6. На основе ответа на предыдущий вопрос опишите Ваше видение по мероприятиям для преодоления существующих нормативных барьеров в свободной форме *(необязательно)*.

Развернутый ответ

7. Известно ли Вам о реализации плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (передовые производственные технологии) (Распоряжение Правительства РФ от 23.03.2018 N 482-р (ред. от 01.06.2024 г.))? *(обязательно)*

Да / Нет (если ответ «Да» – переход к 8 вопросу, если ответ «Нет» – переход к вопросу 11)

8. Как Вы оцениваете текущие результаты реализации пунктов плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ? (выберите 1 вариант ответа). *(обязательно)*

- Значительный прогресс – ключевые инициативы реализованы, заметны позитивные изменения.
- Умеренные успехи – часть задач выполнена, но остаются серьезные барьеры.
- Минимальные изменения – процесс идет медленно, существенных улучшений нет.
- Регресс – ситуация ухудшилась из-за новых ограничений.
- Затрудняюсь ответить – не знаком с текущими результатами.

9. Отметьте реализованные меры плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ, которые Вы считаете наиболее успешными. *(обязательно)*

- Устранение барьеров для использования цифровой проектно-конструкторской и эксплуатационной документации.
- Устранение барьеров применения цифровых моделей и проведения цифровых (виртуальных) испытаний при подтверждении соответствия продукции.
- Адаптация системы технического регулирования и стандартизации к специфике новых производственных технологий.
- Снижение барьеров использования новых материалов (в первую очередь композитных) и изделий из них, инновационной продукции.
- Совершенствование контрактной системы в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд в целях стимулирования использования передовых производственных технологий.
- Формирование и ежегодная актуализация Плана стандартизации в области передовых производственных технологий.
- Разработка ПНСТ (предварительных национальных стандартов) и ГОСТ в рамках реализации Плана стандартизации в области передовых производственных технологий.
- Другое (укажите, что именно).

10. Отметьте ключевые проблемы, возникшие при реализации плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ. *(обязательно)*

- Нехватка координации между ведомствами.
- Отсутствие финансирования ключевых инициатив.

- Сопротивление консервативных участников рынка.
- Недостаточная вовлеченность бизнеса в процесс реализации плана мероприятий.
- Отсутствие у сообщества заинтересованности в формировании и реализации плана мероприятий.
- Другое (укажите, что именно).

11. Какая, по Вашему мнению, существует практика применения каждого из следующих документов по стандартизации? *(необязательно)*

- ГОСТ Р 59651–2021 «Изделия из сталей и сплавов, изготовленные методом литья под давлением полимерных материалов, высоконаполненных металлическими порошками (ММ-технология). Общие технические условия»;
- ГОСТ Р 59568–2021 «Аддитивные технологические процессы. Нанесение связующего струйное. Сырье для изготовления песчано-полимерных деталей. Технические требования»;
- ГОСТ Р 59569–2021 «Аддитивные технологические процессы. Нанесение связующего струйное. Сырье для изготовления песчано-полимерных деталей. Методы испытаний».

Развернутый ответ

12. Приведите мероприятия, которые, по Вашему мнению, могут быть направлены на повышение эффективности применения анализируемых трех документов по стандартизации *(необязательно)*.

Развернутый ответ

13. Предложите идеи нормативных правовых актов и актов технического регулирования, которые целесообразно разработать в рамках реализации плана мероприятий по совершенствованию законодательства в рамках направления «Технет» НТИ. *(обязательно)*

Ссылка на актуальную версию плана мероприятий: (пожалуйста, скопируйте ссылку и вставьте в новом окне)

[https://nti2035.ru/upload/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%20%D0%A0%D0%A4%20%D0%BE%D1%82%2001.06.2024%20N%201370-%D1%80%20%D0%9E%20%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D1%81%20\(1\).pdf](https://nti2035.ru/upload/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%20%D0%A0%D0%A4%20%D0%BE%D1%82%2001.06.2024%20N%201370-%D1%80%20%D0%9E%20%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D1%81%20(1).pdf).

Развернутый ответ

14. Разработка каких линеек стандартов, с Вашей точки зрения, будет способствовать созданию базы нормативно-технического регулирования в области разработки и применения передовых производственных технологий? Приведите, какие стандарты, по Вашему мнению, следует разработать в первую очередь (2–3 года) – укажите наименования / тематики конкретных стандартов, в том числе с учетом отрасли применения. *(обязательно)*

- Стандарты в области цифрового проектирования и моделирования.
- Стандарты в области робототехники.
- Стандарты в области интернета вещей.
- Стандарты в области больших данных.
- Стандарты в области аддитивных технологий.
- Стандарты в области новых материалов, включая композиционные материалы и изделия из них.
- Другое (укажите, какие линейки стандартов необходимо разработать).

Благодарим Вас за участие в опросе!

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. НАПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ, В РАМКАХ КОТОРЫХ ФОРМИРУЮТ КОМПЕТЕНЦИИ В ОБЛАСТИ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Всего в рамках анализа количества выпускников в области ППТ было отобрано 54 программы бакалавриата, 57 программ магистратуры (большая часть программ является одноименной с программами бакалавриата) и 25 программ специалитета.

Направления в рамках бакалавриата и магистратуры:

1. Прикладная математика и информатика.
2. Механика и математическое моделирование.
3. Прикладная математика.
4. Математика и компьютерные науки.
5. Фундаментальная информатика и информационные технологии.
6. Математическое обеспечение и администрирование информационных систем.
7. Прикладная математика и физика.
8. Физика.
9. Химия.
10. Химия, физика и механика материалов.
11. Информатика и вычислительная техника.
12. Информационные системы и технологии.
13. Прикладная информатика.
14. Программная инженерия.
15. Информационная безопасность.
16. Инфокоммуникационные технологии и системы связи.
17. Конструирование и технология электронных средств.
18. Электроника и нанoeлектроника.
19. Приборостроение.
20. Фотоника и оптоинформатика.
21. Лазерная техника и лазерные технологии.
22. Теплоэнергетика и теплотехника.
23. Электроэнергетика и электротехника.
24. Энергетическое машиностроение.
25. Ядерная энергетика и теплофизика.
26. Ядерная физика и технологии.
27. Машиностроение.
28. Технологические машины и оборудование.
29. Прикладная механика.
30. Автоматизация технологических процессов и производств.
31. Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.
32. Мехатроника и робототехника.
33. Техническая физика.
34. Высокотехнологические плазменные и энергетические установки.
35. Корабельное вооружение.

36. Химическая технология.
37. Материаловедение и технологии материалов.
38. Metallургия.
39. Технология транспортных процессов.
40. Наземные транспортно-технологические комплексы.
41. Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.
42. Ракетные комплексы и космонавтика.
43. Баллистика и гидроаэродинамика.
44. Авиастроение.
45. Двигатели летательных аппаратов.
46. Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры.
47. Стандартизация и метрология.
48. Управление качеством.
49. Системный анализ и управление.
50. Управление в технических системах.
51. Инноватика.
52. Нанотехнологии и микросистемная техника.
53. Наноинженерия.
54. Наноматериалы.
55. Организация и управление наукоемкими производствами (магистратура).
56. Наукоемкие технологии и экономика инноваций (магистратура).
57. Наносистемы и наноматериалы (магистратура).

Направления в рамках специалитета:

1. Фундаментальные математика и механика.
58. Фундаментальная и прикладная физика.
59. Фундаментальная и прикладная химия.
60. Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения.
61. Информационная безопасность автоматизированных систем.
62. Инфокоммуникационные технологии системы специальной связи.
63. Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения.
64. Ядерные реакторы и материалы.
65. Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.
66. Проектирование технологических машин и комплексов.
67. Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий.
68. Химическая технология материалов современной энергетики.
69. Нефтегазовая техника и технологии.
70. Наземные транспортно-технологические средства.
71. Транспортные средства специального назначения.
72. Подвижной состав железных дорог.
73. Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов.
74. Проектирование авиационных и ракетных двигателей.

75. Испытание летательных аппаратов.
76. Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники.
77. Интегрированные системы летательных аппаратов.
78. Системы управления летательными аппаратами.
79. Самолето- и вертолетостроение.
80. Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники.
81. Проектирование, изготовление и ремонт энергетических установок и систем автоматизации кораблей и судов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 23.03.2018 N 482-р : Распоряжение Правительства РФ от 01.06.2024 N 1370-р. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201804020044?index=11&rangeSize=1> (дата обращения: 06.06.2025)
2. Перспективный план стандартизации в области передовых производственных технологий на 2025 – 2030 гг. (с изменением N 1, 2, 3, утв. Росстандартом, Минпромторгом России). – URL: <https://legalacts.ru/doc/perspektivnyi-plan-standartizatsii-v-oblasti-peredovykh-proizvodstvennykh-tekhnologii-na/> (дата обращения: 25.03.2025)
3. План мероприятий («дорожная карта») «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы. – URL: <https://www.nti.one/documents/docs/ДК%20Технет.pdf> (дата обращения: 28.06.2023)
4. Перспективная программа стандартизации в области беспилотных авиационных систем (БАС) на 2024 – 2032 гг.. – URL: https://www.aviationunion.ru/upload/iblock/9ae/sp1zhgpt9ftoponsgr8298dqyupum4z7/Proekt_perspektivnoi_programmy_BAS_Aktualnaya.pdf (дата обращения: 13.05.2025)
5. Идет публичное обсуждение проекта национального стандарта в сфере использования искусственного интеллекта для беспилотных воздушных судов // Кодекс. – URL: <https://gkkodeks.cntd.ru/news/read/idet-publichnoe-obsujdenie-proekta-nacionalnogo-standarta-v-sfere-ispolzovaniya-iskusstvennogo-intellekta-dlya-bespilotnyh-vozdushnyh-sudov/novosti-cifrovizacii> (дата обращения: 13.05.2025)
6. О разработке стандарта «Беспилотные авиационные системы. Интероперабельность». – URL: <https://www.cksit-rspp.ru/upload/iblock/8d1/hoiuvxcd21eqi4krfgdjqu06g3toofpf.pdf> (дата обращения: 13.05.2025)
7. Новые стандарты для конструкторской документации – 17.11.2023 – Кодекс. – URL: <https://kodeks.ru/news/read/novye-standarty-dlya-konstruktorskoj-dokumentacii> (дата обращения: 20.10.2025)
8. Каталог ГОСТ, ГОСТ Р – национальные стандарты РФ // ФГБУ «Институт стандартизации». – URL: <https://www.gostinfo.ru/> (дата обращения: 05.06.2025)
9. Официальный сайт Единой информационной системы в сфере закупок // Единая информационная система в сфере закупок. – URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html> (дата обращения: 05.06.2025)
10. Реестр ТУ // ФГБУ «Институт стандартизации». – URL: <https://prodrf.gostinfo.ru/turegistry> (дата обращения: 05.06.2025)
11. Реестр ПРОДУКЦИЯ // ФГБУ «Институт стандартизации». – URL: <https://prodrf.gostinfo.ru/prodregistry> (дата обращения: 05.06.2025)
12. Реестр добровольной регистрации стандартов организации // ФГБУ «Институт стандартизации». – URL: <https://www.gostinfo.ru/> (дата обращения: 05.06.2025)
13. Банк данных Продукция России – Реестр ТУ. – URL: <https://prodrf.gostinfo.ru/turegistry> (дата обращения: 20.10.2025)
14. Банк данных Продукция России – Реестр Продукция. – URL: <https://prodrf.gostinfo.ru/prodregistry> (дата обращения: 20.10.2025)

15. Реестр добровольной регистрации стандартов организации – ФГБУ «Институт стандартизации». – URL: https://www.gostinfo.ru/pages/catalogs/register_sto/ (дата обращения: 20.10.2025)
16. Постановление Правительства РФ от 19.08.2011 N 694 "Об утверждении методики осуществления мониторинга правоприменения в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями). – URL: <https://base.garant.ru/55172016/> (дата обращения: 20.10.2025)
17. Compliance in the digital age: trends and developments – Ailance. – URL: <https://2b-advice.com/en/2025/02/19/compliance-in-the-digital-age-trends-and-developments/> (дата обращения: 21.10.2025)
18. Правовые и этические дилеммы 3D-печати. – URL: <https://www.jsadditive.com/ru/news/3d-printing-legal-and-ethical-dilemmas/> (дата обращения: 21.10.2025)
19. Влияние цифровых технологий на модернизацию нормативных требований и стандартов продукции. – URL: <https://tzseo.ru/vliyanie-tsifrovyyh-tehnologiy-na-modernizatsiyu-normativnyh-trebovaniy-i-standartizatsii-produktsii/> (дата обращения: 21.10.2025)
20. Artificial intelligence act – Think Tank – European Parliament. – URL: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2021\)698792](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2021)698792) (дата обращения: 21.10.2025)
21. EU AI Act: first regulation on artificial intelligence – Topics – European Parliament. – URL: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230601ST093804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence#implementation-9> (дата обращения: 21.10.2025)
22. Navigating Liability In Autonomous Robots: Legal And Ethical Challenges In Manufacturing And Military Applications – The Yale Review Of International Studies. – URL: <https://yris.yira.org/column/navigating-liability-in-autonomous-robots-legal-and-ethical-challenges-in-manufacturing-and-military-applications/> (дата обращения: 21.10.2025)
23. Путь к доверенному искусственному интеллекту обсудили на сессии Сбера в рамках Глобального цифрового форума – Глобальный цифровой форум 2025. – URL: <https://gdfconf.com/ru/news/53> (дата обращения: 21.10.2025)
24. Стандартизация интернета вещей. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Стандартизация_интернета_вещей (дата обращения: 21.10.2025)
25. Правовое регулирование интернета вещей в России – юридические аспекты IoT. – URL: <https://universalway.ru/pravovoe-regulirovanie-interneta-veshhej-zashhita-prav-potrebitelej-i-trebovaniya-zakonodatelstva/> (дата обращения: 21.10.2025)
26. Ефремов А. В. Создание нормативной базы в области аддитивных технологий // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2024. – Вып. 7. – С. 272-276.
27. Перспективы и сценарии развития новых материалов в рамках направления «Технет» НТИ в 2023 году. Экспертно-аналитический доклад : монография / А. И. Боровков, Л. А. Щербина, Е. Р. Мартынец, Ю. А. Рябов, К. В. Кукушкин, Н. И. Прытков, А. М. Трапезникова, О. В. Толочко, И. А. Кобышно, Е. В. Бобрынина; ред. А. И. Боровков. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 184 с. – URL: <https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2024/06/28/otchety/perspektivy-i-scenarii-razv-materialov.pdf> (дата обращения: 21.01.2025)
28. Боровков А. И., Мартынец Е.Р., Щербина Л.А., Хуторцова Е.Р., Рябов Ю. А., Кукушкин К.В., Нездоймышапко Л.А., Ожгibesова Д.Д., Чхеидзе Е.П., Поняева И.И., Павлова Е. И., Рождественский О.И. Тренды и перспективы развития цифрового проектирования и моделирования (включая цифровые технологии моделирования изделий из композиционных материалов на основе инструментов разработки и применения цифровых двойников композиционных материалов). Экспертно-аналитический доклад : монография – 2025. – URL:

- https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2025/06/30/2025_0630_cpim_kompozicionnyh_materialov_tekhnet.pdf (дата обращения: 08.11.2025)
29. Стандартизация искусственного интеллекта. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Стандартизация_искусственного_интеллекта (дата обращения: 21.10.2025)
 30. Перечень утвержденных стандартов в сфере искусственного интеллекта – ТК164 "Искусственный интеллект". – URL: <https://tc164.ru/page58072225.html> (дата обращения: 24.11.2025)
 31. Supporting US manufacturing growth Deloitte Insights. – URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/manufacturing/supporting-us-manufacturing-growth-amid-workforce-challenges.html> (дата обращения: 28.04.2025)
 32. Тренды и сценарии развития рынков, относящихся к "цифровой фабрике" по направлению "Технет" НТИ в условиях новой экономической реальности. – URL: https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2023/06/30/ead_cpim.pdf (дата обращения: 23.02.2025)
 33. Форма № ВПО-1 «Сведения об организации, осуществляющей образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. – URL: <https://minobrnauki.gov.ru/action/stat/highed/> (дата обращения: 28.04.2025)
 34. Приказ Минобрнауки РФ от 01.02.2022 N 89 — Редакция от 02.08.2024 — Контур.Норматив. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=478653#1360> (дата обращения: 28.04.2025)
 35. Постановление Правительства РФ от 8 апреля 2022 г. N 619 О мерах государственной поддержки программ развития передовых инженерных школ | Горячие документы. Федеральные: ГАРАНТ. – URL: <https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1537988/> (дата обращения: 28.04.2025)
 36. Передовые инженерные школы. О проекте.. – URL: <https://engineers2030.ru/about/> (дата обращения: 28.04.2025)
 37. Передовые инженерные школы. – URL: <https://analytics.engineers2030.ru/> (дата обращения: 22.10.2025)
 38. Передовые инженерные школы. Аналитика. – URL: <https://analytics.engineers2030.ru/> (дата обращения: 28.04.2025)
 39. В России разработали более 1200 новых образовательных программ для инженерных кадров. – URL: <https://xn--90aivcdt6dxbc.xn--p1ai/articles/news/v-rossii-razrabotali-bolee-1200-novykh-obrazovatelnykh-programm-dlya-inzhenernykh-kadrov/> (дата обращения: 28.04.2025)
 40. Постановление Правительства РФ от 16.10.2017 N 1251 "Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета на оказание государственной поддержки центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций и Положения о проведении конкурсного отбора на предоставление грантов на государственную поддержку центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций" (с изменениями и дополнениями). ГАРАНТ. – URL: <https://base.garant.ru/71790184/> (дата обращения: 28.04.2025)
 41. Центры компетенций НТИ. – URL: None (дата обращения: 28.04.2025)
 42. Сеть инжиниринговых центров на базе университетов. – URL: <http://rta.gov.ru/engineering> (дата обращения: 28.04.2025)

43. Постановление Правительства РФ от 13.05.2021 N 729 "О мерах по реализации программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030" (с изменениями и дополнениями). ГАРАНТ. – URL: <https://base.garant.ru/400793960/> (дата обращения: 28.04.2025)
44. Приоритет 2030. Государственная программа поддержки университетов Российской Федерации. – URL: <https://priority2030.ru/> (дата обращения: 28.04.2025)
45. Политех — в числе лидеров программы «Приоритет-2030». – URL: <https://www.spbstu.ru/media/news/achievements/politekh-v-chisle-liderov-programmy-prioritet-2030/> (дата обращения: 09.07.2025)
46. Ротации вузов в базовой части гранта: комиссия Минобрнауки подвела ежегодные итоги реализации программы «Приоритет-2030». – URL: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/76865/> (дата обращения: 22.10.2025)
47. «Приоритет-2030»: что это за программа – Skillbox Media. – URL: <https://skillbox.ru/media/education/prioritet2030-chto-eto-za-programma/> (дата обращения: 22.10.2025)
48. В основной трек "Приоритета-2030" отобраны 100 вузов из 41 региона РФ. – URL: <https://tass.ru/obschestvo/23427447> (дата обращения: 09.07.2025)
49. Федеральный проект «Платформа университетского технологического предпринимательства» (ФП ПУТП). – URL: <https://univertechpred.ru/> (дата обращения: 28.04.2025)
50. Минэкономразвития завершило интеграцию мероприятий федпроекта «Платформа университетского технологического предпринимательства» в федпроект «Технологии». Министерство экономического развития Российской Федерации. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_zavershilo_integraciyu_meropriyatij_fedproekta_platforma_universitetskogo_tehnologicheskogo_predprinimatelstva_v_fedproekt_tehnologii.html (дата обращения: 28.04.2025)
51. Постановление Правительства РФ от 15.06.2022 N 1085 "О предоставлении субсидии из федерального бюджета автономной некоммерческой организации "Платформа Национальной технологической инициативы" в целях организации акселерационных программ поддержки проектных команд и студенческих инициатив для формирования инновационных продуктов в рамках реализации федерального проекта "Платформа университетского технологического предпринимательства" государственной программы Российской Федерации "Научно-технологическое развитие Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями). ГАРАНТ. – URL: <https://base.garant.ru/404866489/> (дата обращения: 28.04.2025)
52. Рейтинг университетов-участников программы «Приоритет-2030». – URL: https://priority2030.ru/upload/iblock/ddf/0dqshnho56ij6rbswz8ol55abs1jrerm/Prioritet_itogi.pdf (дата обращения: 09.07.2025)
53. 100 университетов из 41 региона страны отобраны в основной трек программы «Приоритет-2030». – URL: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/96562/> (дата обращения: 22.10.2025)
54. Передовые инженерные школы. Цель проекта.. – URL: <https://engineers2030.ru/> (дата обращения: 28.04.2025)
55. Основные образовательные программы. ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг». – URL: <https://pish.spbstu.ru/courses/main/page/1> (дата обращения: 28.04.2025)
56. Передовая инженерная школа ИТМО. – URL: <https://pish.itmo.ru/> (дата обращения: 09.07.2025)

57. Передовая инженерная школа МГТУ им. Н.Э. Баумана «Системная инженерия ракетно-космической техники». – URL: <https://bmstu.ru/engineers2030> (дата обращения: 22.10.2025)
58. Передовые инженерные школы. КиберАвтоТех. – URL: <https://cyberauto.tech/abiturientam/> (дата обращения: 28.04.2025)
59. План приема КФУ на обучение по образовательным программам бакалавриата, специалитета на 2025/26 учебный год. – URL: <https://admissions.kpfu.ru/wp-content/uploads/2025/09/p1-bak-specz1.pdf> (дата обращения: 22.10.2025)
60. План приема КФУ на обучение по образовательным программам магистратуры на 2025/26 учебный год. – URL: https://admissions.kpfu.ru/wp-content/uploads/2025/05/plan_priema_2025_26_m1-2.pdf (дата обращения: 22.10.2025)
61. Количество бюджетных мест в магистратуру. Официальный сайт НИТУ МИСИС. – URL: <https://misis.ru/applicants/admission/magistracy/budget/> (дата обращения: 28.04.2025)
62. Аннотации программ магистратуры ПИШ ВШАД. – URL: https://vk.com/@pish_politehperm-annotacii-programm-magistratury-pish-vshad (дата обращения: 22.10.2025)
63. План приема в ПНИПУ на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры на 2025/26 учебный год. – URL: https://pstu.ru/files/2/file/enrollee/Plan_priema_2025-1.pdf (дата обращения: 22.10.2025)
64. Передовая инженерная школа "Судостроение Индустрии 4.0". – URL: <https://engineers2030.smtu.ru/ru/> (дата обращения: 28.04.2025)
65. Образовательные программы набора 2025/2026 СПбГМТУ. – URL: <https://www.smtu.ru/ru/listeduprog/> (дата обращения: 22.10.2025)
66. Передовая инженерная школа. Южный Федеральный Университет.. – URL: <https://engineers.sfedu.ru/> (дата обращения: 28.04.2025)
67. Обучение в ЮФУ: направления подготовки бакалавриат, специалитет. – URL: https://sfedu.ru/www/stat_pages22.show?p=ABT/N8206 (дата обращения: 22.10.2025)
68. Обучение в ЮФУ: направления подготовки магистратура. – URL: https://sfedu.ru/www/stat_pages22.show?p=ABT/N8207 (дата обращения: 22.10.2025)
69. Уральская передовая инженерная школа «Цифровое производство». – URL: <https://upish.urfu.ru/> (дата обращения: 28.04.2025)
70. Передовая инженерная школа «Индустрия-2050». – URL: <https://institutes.mai.ru/advanced/> (дата обращения: 22.10.2025)
71. Bao T. The Role of Patents in Advanced Manufacturing Technologies // PatentPC – 10.04.2025. – URL: <https://patentpc.com/blog/the-role-of-patents-in-advanced-manufacturing-technologies> (дата обращения: 05.05.2025)
72. Relationship between industry 4.0 and patents / L. Santa Rita, L. Silva, F. Kaczam, M. Guedes Macêdo, Á. Macêdo, W. Silva, C. Veiga // World Patent Information. – 1.09.2023. – Vol. 74. – P. 1–10. – ISSN 0172-2190. – DOI 10.1016/j.wpi.2023.102221.
73. Benassi M., Grinza E., Rentocchini F., Rondi L. Patenting in 4IR technologies and firm performance // Industrial and Corporate Change. – 31.01.2022. – Vol. 31. – Issue 1. – P. 1–45. – ISSN 0960-6491, 1464-3650. – DOI 10.1093/icc/dtab041.
74. Bostrom A., Nayyar S. Fit for purpose? The patents regime, the Fourth Industrial Revolution, and sustainable development // Cambridge University Press. – URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/data-and-policy/article/fit-for-purpose-the-patents-regime-the-fourth->

- industrial-revolution-and-sustainable-development/18A19DB90D24A52000A8171A20F06741 (дата обращения: 05.05.2025)
75. Ворожеевич Арина Сергеевна Недобросовестные стратегии патентования // Интеллектуальная Собственность. Промышленная Собственность. – 2020. – Вып. 2. – С. 37-44. – ISSN 0201-7067.
 76. Отчет о промышленном развитии – 2020. Индустриализация в цифровую эпоху. UNIDO. – 10.02.2020. – URL: https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-11/UNIDO_IDR2020-Russian_overview.pdf (дата обращения: 10.02.2020)
 77. The Lens – Free & Open Patent and Scholarly Search. – URL: <https://www.lens.org/> (дата обращения: 05.05.2025)
 78. Исследование международного и российского рынка аддитивных технологий в рамках направления "Технет" НТИ. Информационно-аналитический отчет, 2022. – URL: https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2022/12/31/2022_1229_Otchet_Additivnye_tekhnologii_z_ashchishchennyj.pdf (дата обращения: 23.10.2025)
 79. Исследование международного и российского рынка аддитивных технологий с использованием металлических материалов в рамках направления «Технет» НТИ. Экспертно-аналитический доклад, 2023. – URL: <https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2023/06/30/Issledovanie-mezhdunarodnogo-i-rossijskogo-rynka-additivnyh-tekhnologij-s-ispolzovaniem-metallicheskih-materialov-v-ramkah-napravleniya-Tekhnnet-NTI.pdf> (дата обращения: 23.10.2025)
 80. Исследование международного и российского рынка аддитивных технологий в рамках направления "Технет" НТИ в 2023 году. Экспертно-аналитический доклад. – URL: https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2024/12/31/2024_1228_Additivnye_tekhnologii_ITOG3.pdf (дата обращения: 15.08.2025)
 81. Перспективы и сценарии развития промышленной робототехники в рамках направления «Технет» НТИ в 2024 году. Экспертно-аналитический доклад: монография / А. И. Боровков, Л. А. Щербина, Е. Р. Мартынец, Ю. А. Рябов, К. В. Кукушкин, А. М. Трапезникова, Л. А. Нездоймышапко; ред. А. И. Боровков. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 122 с. – URL: https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2025/03/11/2025_0310_Robototekhnika_monografiya.pdf (дата обращения: 17.07.2025)
 82. Боровков А. И., Мартынец Е. Р., Щербина Л. А., Рябов Ю. А. Тенденции и перспективы развития технологий «умного» производства. Экспертно-аналитический доклад: монография. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. – 220 с.
 83. Standards by ISO/IEC JTC 1 // ISO. – URL: <https://www.iso.org/committee/45020/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0> (дата обращения: 03.10.2025)
 84. Standards by ISO/IEC JTC 1/SC 7 // ISO. – URL: <https://www.iso.org/committee/45086/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0> (дата обращения: 03.10.2025)
 85. Standards by ISO/IEC JTC 1/SC 32 // ISO. – URL: <https://www.iso.org/committee/45342/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0> (дата обращения: 03.10.2025)
 86. IST/5 – Programming languages, their environments and system software interfaces // BSI. – URL: <https://standardsdevelopment.bsigroup.com/committees/50001786> (дата обращения: 03.10.2025)
 87. IST/15 – Software and systems engineering // BSI. – URL: <https://standardsdevelopment.bsigroup.com/committees/50001772> (дата обращения: 03.10.2025)

88. ICT/1 – Information systems co-ordination // BSI. – URL: <https://standardsdevelopment.bsigroup.com/committees/50107177> (дата обращения: 03.10.2025)
89. IST/33 – Information security, cybersecurity and privacy protection // BSI. – URL: <https://standardsdevelopment.bsigroup.com/committees/50001780> (дата обращения: 03.10.2025)
90. China GB Standards List // China National Standards. – URL: https://gbstandards.org/GB_Search2.asp?word= (дата обращения: 07.10.2025)
91. Технический комитет по стандартизации ТК 700 // РФЯЦ-ВНИИЭФ. – URL: <https://vniief.ru/vniief/activity/TK700/list/> (дата обращения: 07.10.2025)
92. ТК-МТК-22 Информационные технологии // ИСИТ (Институт стандартизации информационных технологий). – URL: <https://www.cksit-rspp.ru/company/koordiniruemye-organizatsii/tk-mtk-22-informatsionnye-tehnologii/> (дата обращения: 07.10.2025)
93. ТК 165 Разработка стандартов // Центр компетенций «АСОНИКА». – URL: <https://asonika-online.ru/tk165-standard-development/> (дата обращения: 07.10.2025)
94. Опубликованные стандарты // Технический комитет по стандартизации ТК 482. – URL: <https://tk482.ru/ndocs> (дата обращения: 07.10.2025)
95. Приказ №3364 от 30.12.2022 «О закреплении документов национальной системы стандартизации за техническим комитетом по стандартизации "Информационная поддержка жизненного цикла изделий" (ТК 459)» // Росстандарт. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/documents/orders#/order/397267> (дата обращения: 07.10.2025)
96. Standards by ISO/TC 61 // ISO. – URL: <https://www.iso.org/committee/49256/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0> (дата обращения: 07.10.2025)
97. Standards by ISO/TC 61/SC 9 // ISO. – URL: <https://www.iso.org/committee/49366/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0> (дата обращения: 07.10.2025)
98. Standards by ISO/TC 61/SC 13 // ISO. – URL: <https://www.iso.org/committee/49462/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0> (дата обращения: 07.10.2025)
99. CEN/TC 249 – Plastics // iTeh Standards. – URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/tc/cen/f7c00c76-e5b0-42c2-8c0b-366493d1fffd/cen-tc-249> (дата обращения: 07.10.2025)
100. Subcommittee D20.09 on Specimen Preparation // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2009> (дата обращения: 08.10.2025)
101. Subcommittee D20.10 on Mechanical Properties // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2010> (дата обращения: 08.10.2025)
102. Subcommittee D20.15 on Thermoplastic Materials // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2015> (дата обращения: 08.10.2025)
103. Subcommittee D20.16 on Thermosetting Materials // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2016> (дата обращения: 08.10.2025)
104. Subcommittee D20.18 on Reinforced Thermosetting Plastics // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2018> (дата обращения: 08.10.2025)

105. Subcommittee D20.19 on Film, Sheeting, and Molded Products // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2019> (дата обращения: 08.10.2025)
106. Subcommittee D20.20 on Plastic Lumber // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2020> (дата обращения: 08.10.2025)
107. Subcommittee D20.22 on Cellular Materials – Plastics and Elastomers // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2022> (дата обращения: 08.10.2025)
108. Subcommittee D20.23 on Reinforced Thermosetting Resin Piping Systems and Chemical Equipment // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2023> (дата обращения: 08.10.2025)
109. Subcommittee D20.24 on Plastic Building Products // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2024> (дата обращения: 08.10.2025)
110. Subcommittee D20.30 on Thermal Properties // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2030> (дата обращения: 08.10.2025)
111. Subcommittee D20.40 on Optical Properties| ASTM // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2040> (дата обращения: 08.10.2025)
112. Subcommittee D20.50 on Durability of Plastics // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2050> (дата обращения: 08.10.2025)
113. Subcommittee D20.70 on Analytical Methods // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2070> (дата обращения: 08.10.2025)
114. Subcommittee D20.90 on Executive // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2090> (дата обращения: 08.10.2025)
115. Subcommittee D20.92 on Terminology // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2092> (дата обращения: 08.10.2025)
116. Subcommittee D20.95 on Recycled Plastics // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2095> (дата обращения: 08.10.2025)
117. Subcommittee D20.96 on Environmentally Degradable Plastics and Biobased Products // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d20/subcommittee-d20/jurisdiction-d2096> (дата обращения: 08.10.2025)
118. Subcommittee D30.01 on Editorial and Resource Standards // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d30/subcommittee-d30/jurisdiction-d3001> (дата обращения: 08.10.2025)

119. Subcommittee D30.03 on Constituent/Precursor Properties // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d30/subcommittee-d30/jurisdiction-d3003> (дата обращения: 08.10.2025)
120. Subcommittee D30.04 on Lamina and Laminate Test Methods // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d30/subcommittee-d30/jurisdiction-d3004> (дата обращения: 08.10.2025)
121. Subcommittee D30.05 on Structural Test Methods // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d30/subcommittee-d30/jurisdiction-d3005> (дата обращения: 08.10.2025)
122. Subcommittee D30.06 on Interlaminar Properties // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d30/subcommittee-d30/jurisdiction-d3006> (дата обращения: 08.10.2025)
123. Subcommittee D30.09 on Sandwich Construction // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d30/subcommittee-d30/jurisdiction-d3009> (дата обращения: 08.10.2025)
124. Subcommittee D30.10 on Composites for Civil Structures // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d30/subcommittee-d30/jurisdiction-d3010> (дата обращения: 08.10.2025)
125. PRI/82 – Thermoplastic materials // BSI. – URL: <https://standardsdevelopment.bsigroup.com/committees/50001451#published> (дата обращения: 08.10.2025)
126. PRI/89 – Plastics – Environmental Aspects // BSI. – URL: <https://standardsdevelopment.bsigroup.com/committees/50092402#published> (дата обращения: 08.10.2025)
127. PRI/21 – Testing of plastics // BSI. – URL: <https://standardsdevelopment.bsigroup.com/committees/50001411#published> (дата обращения: 08.10.2025)
128. Стандарты, находящиеся в сфере ответственности ТК // ТК 497. – URL: http://tk497.org/standartyi_nahodyaschiesya_v_sfere_otvetstvennosti_tk.html (дата обращения: 08.10.2025)
129. Приказ Росстандарта от 09.12.2024 N 2893 "О внесении изменений в Перечень документов национальной системы стандартизации, закрепленных за техническим комитетом по стандартизации "Стеклопластики, стекловолокна и изделия из них" (ТК 063), утвержденный приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 марта 2023 года N 679". Таможенные документы | ТК.ПУ // TKS.RU. – URL: <https://law.tks.ru/document/761140> (дата обращения: 08.10.2025)
130. Технический комитет по стандартизации ТК 230 «Пластмассы, полимерные материалы, методы их испытаний» (ТК 230) // НИИ Пластмасс. – URL: <https://instplast.ru/ru/tk-230/> (дата обращения: 08.10.2025)
131. Standards by ISO/TC 299 // ISO. – URL: <https://www.iso.org/committee/5915511/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0> (дата обращения: 08.10.2025)
132. Robot Safety Standard Documents // Association for Advancing Automation. – URL: <https://www.automate.org/robotics/safety/robot-safety-standard-documents> (дата обращения: 08.10.2025)
133. Subcommittee F45.01 on Environmental Conditions and Effects // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f45/subcommittee-f45/jurisdiction-f4501> (дата обращения: 08.10.2025)

134. Subcommittee F45.02 on A-UGV Docking and Navigation // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f45/sub-committee-f45/jurisdiction-f4502> (дата обращения: 08.10.2025)
135. Subcommittee F45.03 on A-UGV Object Detection and Protection // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f45/sub-committee-f45/jurisdiction-f4503> (дата обращения: 08.10.2025)
136. Subcommittee F45.04 on System Communication and Interoperability // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f45/sub-committee-f45/jurisdiction-f4504> (дата обращения: 08.10.2025)
137. Subcommittee F45.05 on Grasping and Manipulation // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f45/sub-committee-f45/jurisdiction-f4505> (дата обращения: 08.10.2025)
138. Subcommittee F45.91 on Terminology // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f45/subcommittee-f45/jurisdiction-f4591> (дата обращения: 08.10.2025)
139. Approved Standards // IEEE Robotics and Automation Society. – URL: <https://www.ieee-ras.org/industry-government/standards/existing-projects> (дата обращения: 08.10.2025)
140. China GB Standards List // China National Standards. – URL: https://gbstandards.org/GB_Search2.asp?word=robot (дата обращения: 07.10.2025)
141. Стандарты ТК 141 // ГНЦ РФ ЦНИИ РТК. – URL: <https://tk141.rtc.ru/index.php/dokumenty/standarty-tk-141> (дата обращения: 08.10.2025)
142. Standards by ISO/IEC JTC 1/SC 41 // ISO. – URL: <https://www.iso.org/committee/6483279/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0> (дата обращения: 07.10.2025)
143. ITU-T Recommendations under Study Group 20 responsibility // ITU. – URL: https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/index_sg.aspx?sg=20 (дата обращения: 07.10.2025)
144. CEN/TC 225 – AIDC technologies // iTeh Standards. – URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/tc/cen/51dbeab4-dbe0-4545-9f97-7e31a4121610/cen-tc-225> (дата обращения: 07.10.2025)
145. CLC/TC 65X – Industrial-process measurement, control and automation // iTeh Standards. – URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/tc/clc/f7c451e4-e87c-4616-9cce-558105d2b85c/clc-tc-65x> (дата обращения: 07.10.2025)
146. Search & Browse Standards // ETSI. – URL: <https://www.etsi.org/standards-search#page=1&search=&title=1&etsiNumber=1&content=1&version=1&onApproval=1&published=1&withdrawn=0&historical=0&isCurrent=1&superseded=1&startDate=1988-01-15&endDate=2025-10-02&harmonized=0&keyword=&TB=726&stdType=&frequency=&mandate=&collection=&sort=3> (дата обращения: 07.10.2025)
147. China GB Standards List // China National Standards. – URL: https://gbstandards.org/GB_Search2.asp?word=+internet+of+things (дата обращения: 07.10.2025)
148. ТК 194 «Кибер-физические системы» // РИА «Стандарты и качество». – URL: <https://riastk.ru/stq/adetail.php?ID=199174> (дата обращения: 07.10.2025)
149. Standards by ISO/TC 261 // ISO. – URL: <https://www.iso.org/committee/629086/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0> (дата обращения: 07.10.2025)

150. CEN/TC 438 – Additive Manufacturing // iTeh Standards. – URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/tc/cen/cd315955-c452-4de8-8970-7dda768fcad6/cen-tc-438> (дата обращения: 07.10.2025)
151. Subcommittee F42.01 on Test Methods // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f42/subcommittee-f42/jurisdiction-f4201> (дата обращения: 08.10.2025)
152. Subcommittee F42.04 on Design // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f42/subcommittee-f42/jurisdiction-f4204> (дата обращения: 08.10.2025)
153. Subcommittee F42.05 on Materials and Processes // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f42/subcommittee-f42/jurisdiction-f4205> (дата обращения: 08.10.2025)
154. Subcommittee F42.06 on Environment, Health, and Safety // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f42/subcommittee-f42/jurisdiction-f4206> (дата обращения: 08.10.2025)
155. Subcommittee F42.07 on Applications // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f42/subcommittee-f42/jurisdiction-f4207> (дата обращения: 08.10.2025)
156. Subcommittee F42.07.07 on Construction // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f42/subcommittee-f42/jurisdiction-f420707> (дата обращения: 08.10.2025)
157. Subcommittee F42.08 on Data // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f42/subcommittee-f42/jurisdiction-f4208> (дата обращения: 08.10.2025)
158. Subcommittee F42.91 on Terminology // ASTM. – URL: <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-f42/subcommittee-f42/jurisdiction-f4291> (дата обращения: 08.10.2025)
159. AMT/8 – Additive manufacturing // The British Standards Institution. – URL: <https://standardsdevelopment.bsigroup.com/committees/50226095#published> (дата обращения: 07.10.2025)
160. China GB Standards List // China National Standards. – URL: https://gbstandards.org/GB_Search2.asp?word=additive+manufacturing (дата обращения: 07.10.2025)
161. Утвержденные стандарты // ВИАМ. – URL: <https://viam.ru/tk182/uproject> (дата обращения: 07.10.2025)