

КРАТКАЯ СПРАВКА К ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКОМУ ДОКЛАДУ «ТРЕНДЫ И СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ РЫНКОВ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ В 2023 ГОДУ»

Экспертно-аналитический доклад «Тренды и сценарии развития рынков решений в области цифровой трансформации промышленных компаний в рамках направления «Технет» НТИ в 2023 году» подготовлен Инфраструктурным центром НТИ по направлению «Технет» СПбПУ (Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ) в партнерстве с Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова (МГУ имени М.В. Ломоносова), материалы которого использованы в Главе 4 «Основные технологии и разработки на рынках решений в области цифровой трансформации промышленных компаний в рамках направления «Технет» НТИ» и Главе 5 «Показатели по компаниям «Технет» НТИ, специализирующихся на разработке решений в области цифровой трансформации промышленных компаний, вовлеченным в реализацию направления НТИ».

В рамках экспертно-аналитического доклада рассмотрены технологии цифровой трансформации промышленных компаний, относящиеся к рынкам решений по направлению «Технет» НТИ. Экспертно-аналитический доклад сфокусирован на таких ключевых для реализации цифровой трансформации технологиях, как искусственный интеллект (Artificial Intelligence, AI) и расширенная реальность (Extended Reality, XR).

Экспертно-аналитический доклад состоит из 5 глав, каждая из которых отражает определенные аспекты развития рынков искусственного интеллекта и расширенной реальности.

Так, в **первой главе доклада «Рынки решений в области цифровой трансформации промышленных компаний по направлению «Технет» НТИ»** представлено описание основных сегментов рынка, емкость и темпы роста, а также анализ стадии зрелости рынка и тренды развития цифровой трансформации.

Искусственный интеллект является совокупностью технологий, позволяющих имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение, поиск решений без заранее заданного алгоритма и достижение инсайта) и получать при выполнении конкретных практически значимых задач обработки данных результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека.

Расширенная реальность является совокупностью технологий, расширяющих возможности получения человеком информации посредством имитации и/или дополнения реального окружения виртуальными объектами:

- Виртуальная реальность (Virtual Reality, VR) – технология, формирующая для пользователя при помощи цифровых устройств виртуальное пространство, заменяющее реальное в процессе использования. Позволяет имитировать визуальную, звуковую и тактильную составляющие пространства и используется как инструмент иммерсивного обучения, прототипирования и проектирования систем разной сложности и управления техническими устройствами на расстоянии.
- Дополненная реальность (Augmented Reality, AR) – технология, формирующая для пользователя при помощи цифровых устройств неинтерактивные виртуальные

объекты в реальном пространстве. Используется как инструмент предоставления информации, позволяющий выполнять работы по сборке и контролю качества продукции, ремонту и обслуживанию производственных мощностей, производить удаленное консультирование пользователя и получать различные данные об объектах и реальном пространстве.

- Смешанная реальность (Mixed Reality, MR) – технология, формирующая для пользователя при помощи цифровых устройств интерактивные виртуальные объекты в реальном пространстве. Технология MR является симбиозом виртуальной и дополненной реальности, позволяющим взаимодействовать с виртуальными объектами в реальной среде.

По результатам 2022 года объем рынка искусственного интеллекта составил 111,3 млрд долл. Совокупный среднегодовой темп роста мирового рынка искусственного интеллекта в период 2021–2022 годов составил 35%. Среднее значение объема рынка в 2027 году будет составлять 514,8 млрд долл. при среднем значении темпа роста, равном 35,8%.

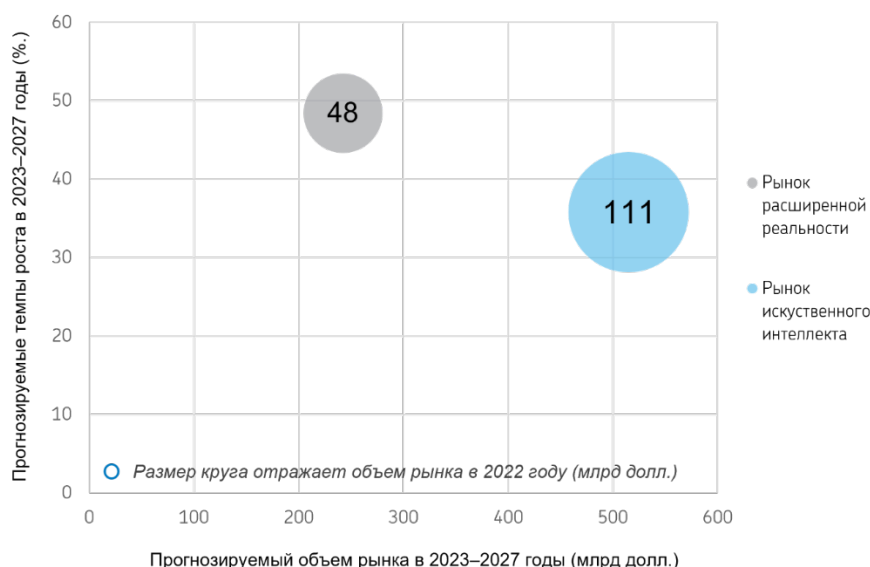
По итогам 2022 года регион Северной Америки являлся лидером рынка искусственного интеллекта по объему. Аналитики ряда компаний отмечают, что Азиатско-Тихоокеанский регион является наиболее быстро развивающимся на рынке искусственного интеллекта и будет оставаться лидером по темпам до 2030 года. По данным аналитической компании Grand View Research, наибольшая доля рынка искусственного интеллекта в 2022 году пришлась на такие сферы, как СМИ (19%), банковские, финансовые услуги и страхование (17,2%), здравоохранение (14%) и автомобильная отрасль (10,4%).

Среднее значение объема рынка расширенной реальности, в свою очередь, составило 48,4 млрд долл. в 2022 году. При этом наибольшую долю, равную 48,2%, на рынке расширенной реальности занимал сегмент дополненной реальности. В период с 2021 по 2022 год значение среднегодового темпа роста мирового рынка расширенной реальности составило 32%. Как прогнозируют эксперты, при среднем значении темпа роста в 38% среднее значение объема данного мирового рынка будет составлять 242,2 млрд долл. в 2027 году.

Наиболее успешными в области развития рынка дополненной реальности по результатам 2022 года стали регионы Северной Америки и Европы. Эксперты Grand View Research отмечают, что наиболее быстро развивающимся регионом является Азиатско-Тихоокеанский, средний показатель совокупного темпа роста которого до 2030 года ожидается на уровне 40%. По итогам 2022 года Азиатско-Тихоокеанский регион занял подавляющую долю на мировом рынке виртуальной реальности, а регион Северной Америки – на мировом рынке смешанной реальности.

В соответствии с моделью жизненного цикла (industry life-cycle model), предложенной институтом CFA (Chartered Financial Analyst Institute), рынок искусственного интеллекта и рынок расширенной реальности находятся в стадии вытеснения конкурентов.

Рисунок 1. Сравнение рынков решений в области цифровой трансформации



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ

Во второй главе доклада «Барьеры, риски и нормативное правовое регулирование развития рынков решений в области цифровой трансформации промышленных компаний по направлению «Технет» НТИ» представлено описание основных барьеров и рисков развития рынков искусственного интеллекта и расширенной реальности, а также рассмотрены основные программы государственной поддержки научно-исследовательских работ и нормативно-технический ландшафт в области технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности в мире и России. Особое внимание уделено странам, входящим в состав межгосударственного объединения БРИКС.

К основным барьерам и рискам в области цифровой трансформации промышленности, выделенным рядом экспертов, можно отнести:

- Устаревшие производственные технологии и низкий уровень автоматизации;
- Ограниченные возможности IT-инфраструктуры предприятия;
- Сложности, связанные с интеграцией новых цифровых технологий с существующей IT-инфраструктурой предприятия;
- Доступность программного обеспечения, соответствующего определенным требованиям;
- Недостаток / ограниченность финансовых ресурсов для цифровой трансформации предприятия;
- Недостаток / ограниченность финансовых ресурсов для развития цифровых производственных технологий;
- Нехватка квалифицированных специалистов для внедрения и использования цифровых производственных технологий;
- Неготовность (недостаток мотивации) персонала к внедрению передовых цифровых технологий;
- Недостаточная проработанность нормативной правовой базы в сфере

информационного взаимодействия;

- Юридические и этические аспекты внедрения и применения автономных систем и систем искусственного интеллекта;
- Необходимость изменения бизнес-модели компании;
- Недостаточное обеспечение кибербезопасности и др.

Тема искусственного интеллекта и расширенной реальности затрагивается и в государственных программах, направленных на поддержку развития решений цифровой трансформации. Так, в рамках государственных программ поддержки НИР и НИОКР в области искусственного интеллекта и расширенной реальности существенное внимание уделяется поддержке развития научного потенциала (исследовательского сектора и образования): в странах создаются исследовательские центры в области искусственного интеллекта, осуществляется грантовая поддержка проектов, формируются платформы для кооперации научного и бизнес-сообщества для решения отраслевых задач. В Российской Федерации на сегодняшний день создано 6 исследовательских центров и в дальнейшем планируется создание подобных центров по разработке конкретных прикладных решений для отраслей.

Государства, имеющие значительные успехи на международном рынке цифровых технологий (США, Китай, Великобритания), последние несколько лет все больше внимания уделяют вопросам закрепления на национальном уровне этических принципов создания и использования в первую очередь искусственного интеллекта, а также обеспечения кибербезопасности. Для реализации этих направлений формируются концепции, создаются исследовательские лаборатории, осуществляется разработка законодательных актов и стандартов.

Технологии расширенной реальности, как и технологии искусственного интеллекта, применяются в различных отраслях, преимущественно не связанных с производством. Государственные инвестиции в подобные проекты осуществляются в Великобритании и Южной Корее, где основной фокус сделан на поддержке компаний-разработчиков. Некоторые страны, например Китай, отмечают важность внедрения VR/AR-технологий в промышленность.

В Российской Федерации на государственном уровне осуществляется активная поддержка развития цифровых технологий, в частности искусственного интеллекта, как на федеральном, так и на региональном уровнях.

Международный нормативно-технический ландшафт по регулированию технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности представляет собой преимущественно объединение международных организаций по стандартизации и совместную деятельность по разработке технических документов, регулирующих отношения в сфере разработки и применения технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности. Большинство европейских и американских международных организаций по стандартизации участвуют в разработке стандартов на межгосударственном уровне для совместного утверждения стандартов, которые затем адаптируют под требования национальной промышленности или заимствуют для принятия на национальном уровне. Международные организации отмечают высокий уровень востребованности технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности, что подтверждается множеством национальных стратегий и программ по развитию стандартизации. Основные направления, которые рассматриваются международными организациями по нормативно-

техническому регулированию, включают как технические особенности разработки и внедрения технологий, так и этические аспекты, вопросы безопасности, регулирование рисков, требования к обеспечению совместимости и надежности устройств и т.д.

Национальный нормативно-технический ландшафт, в свою очередь, ориентирован преимущественно на разработку стандартов национального уровня, при этом технические комитеты Российской Федерации, регулирующие отношения в области технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности, также ведут деятельность совместно с международными техническими комитетами. При подготовке планов по стандартизации в области технологий цифровой трансформации учитываются потребности отечественных промышленных компаний, при этом стандартизация ведется в направлении регулирования базовых аспектов применения технологий и технических аспектов, учитывающих особенности разных отраслей промышленности, например, в автомобилестроении, при управлении воздушными судами, спецтехникой, дистанционном зондировании Земли и др. В области технологий расширенной реальности в России проводится значительно меньше мероприятий, направленных на формирование системы нормативно-технического регулирования.

Дополнительно ко второй главе экспертно-аналитического доклада приведено четыре приложения, содержащих:

- перечень стандартов в области искусственного интеллекта и расширенной реальности, разработанных ИСО и МЭК;
- подходы к стандартизации технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности международными организациями по стандартизации ITU-T, CEN и CENELEC, ETSI, SAE, BIS, SABS;
- перечень национальных стандартов РФ в области искусственного интеллекта;
- перечень национальных стандартов РФ в области расширенной реальности.

В третьей главе доклада «Основные игроки и проекты на рынках решений в области цифровой трансформации промышленных компаний в рамках направления «Технет» НТИ» представлены результаты анализа основных игроков рынка, в том числе оценка бизнес-моделей, обзор крупных сделок по слиянию и поглощению. Отдельно рассмотрены новые крупные проекты, реализуемые в области искусственного интеллекта и расширенной реальности, а также приведены основные причины закрытия проектов.

Так, к ключевым игрокам, ведущим деятельность в области разработки различных решений искусственного интеллекта и расширенной реальности, применяемых в различных отраслях, в том числе в промышленности, можно отнести: Alphabet Incorporated (Google), International Business Machines Corporation (IBM), Intel Corporation, Microsoft Corporation, NVIDIA Corporation, Qualcomm Incorporated. Критериями для формирования перечня лидеров стали: размещение компанией ценных бумаг на бирже NASDAQ, востребованность решений, наличие у компании патентов по рассматриваемым технологиям, репутация организации в соответствующей технологической области, а также рыночная капитализация и возраст компании.

В настоящее время на рынках решений в области цифровой трансформации существуют три основных способа организации деятельности, нацеленной на получение прибыли от реализации решений искусственного интеллекта и расширенной реальности.

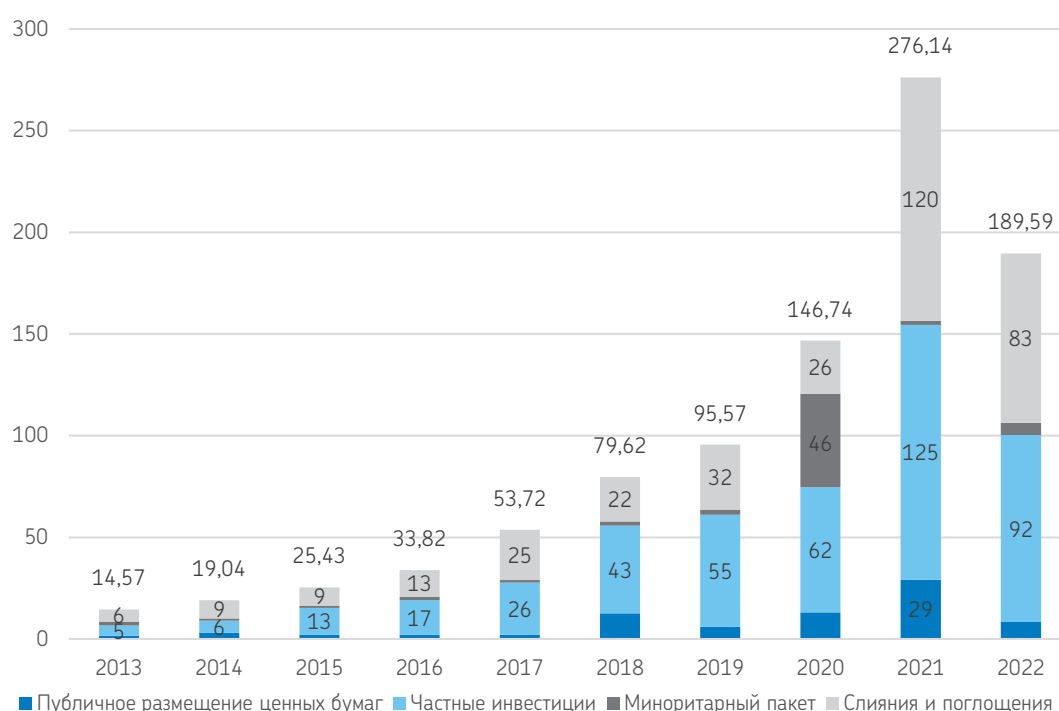
Рисунок 2. Основные черты бизнес-моделей организаций, ведущих деятельность в области цифровой трансформации



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ

Согласно данным, представленным в исследовании «Индекс развития технологий искусственного интеллекта в 2023 году» (Artificial Intelligence Index Report 2023), опубликованном Стэнфордским институтом искусственного интеллекта, ориентированного на человека (Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence), впервые с 2013 года было зафиксировано сокращение инвестиций компаний в искусственный интеллект. По итогам 2022 года объем глобальных инвестиций компаний составил 189,6 млрд долл., что на 31% меньше, чем в 2021 году.

Рисунок 3. Инвестиции компаний в технологии искусственного интеллекта в 2013–2022 годах (млрд долл.)



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence,

В 2022 году на долю компаний-лидеров в области цифровой трансформации пришло 7 сделок по слиянию и поглощению, общий объем которых составил более 20 млрд долл. Крупнейшее сделкой стало присоединение Nuance Communications к компании Microsoft. Кроме того, важной сделкой на сумму более 10 млрд долл. в начале 2023 года для компании Microsoft стало присоединение компании OpenAI.

В 2022–2023 годах компании-лидеры рынков решений в области цифровой трансформации сформировали также 7 соглашений о сотрудничестве в рамках различных проектов по ключевым технологиям: 4 соглашения в сфере искусственного интеллекта и 3 – в области расширенной реальности. Среди них:

- Партнерство IBM и Adobe;
- Партнерство NVIDIA и Jaguar Land Rover;
- Партнерство NVIDIA и Adobe;
- Сотрудничество Microsoft и Accenture;
- Партнерство Microsoft и Qualcomm;
- Сотрудничество Qualcomm и ArborXR;
- Кооперация Qualcomm, Google и Samsung.

Важную роль в развитии рынка решений в области цифровой трансформации играют стартапы. Согласно базе данных Crunchbase в период 2017–2022 годов было запущено более 17 433 стартапов по технологиям цифровой трансформации, из которых 17 144 AI-стартапов и 289 XR-стартапов. Кроме того, крупными игроками на рынке также реализуется ряд проектов. Например, в ноябре 2022 года компания OpenAI (с 2023 года принадлежит Microsoft) выпустила решение ChatGPT. Созданный чат-бот показал себя с эффективной и перспективной стороны. Всего за месяц своего существования ChatGPT привлек более 100 млн пользователей со всего мира, став самым быстрорастущим приложением в истории.

К наиболее частым причинам закрытия неудавшихся проектов в области искусственного интеллекта относятся:

- Некорректно выстроенные алгоритмы, в том числе из-за нехватки данных или низкого качества имеющихся данных;
- Применение традиционных подходов к разработке технологий.

В качестве основных причин закрытия проектов в области расширенной реальности были выделены:

- Высокие финансовые затраты на реализацию трудоемкого проекта;
- Технологические проблемы, связанные с реализацией разрабатываемого решения;
- Недостаточный интерес и, как следствие, низкая жизнеспособность разрабатываемых решений.

Дополнительно к третьей главе экспертно-аналитического доклада приведено приложение, содержащее перечень и краткое описание стартапов в области искусственного интеллекта и расширенной реальности.

Четвертая глава доклада «Основные технологии и разработки на рынках решений в области цифровой трансформации промышленных компаний в рамках направления «Технет» НТИ» содержит обзор основных технологий, применяемых на рынках решений цифровой трансформации, результаты библиометрического и патентного анализа в исследуемых областях, а также технологический радар рынка решений в области цифровой трансформации промышленных компаний.

В рамках сегментов искусственного интеллекта и расширенной реальности выделены технологии и субтехнологии, которые отражают составные элементы сегментов и их специфические черты. Технологии в данном контексте – это совокупность технических и технологических решений, направленных на выполнение определенных функциональных задач. Субтехнологии – совокупность ключевых технических и технологических решений, обеспечивающих функционирование технологий.

Таблица 1. Технологии и субтехнологии, входящие в состав выделенных сегментов

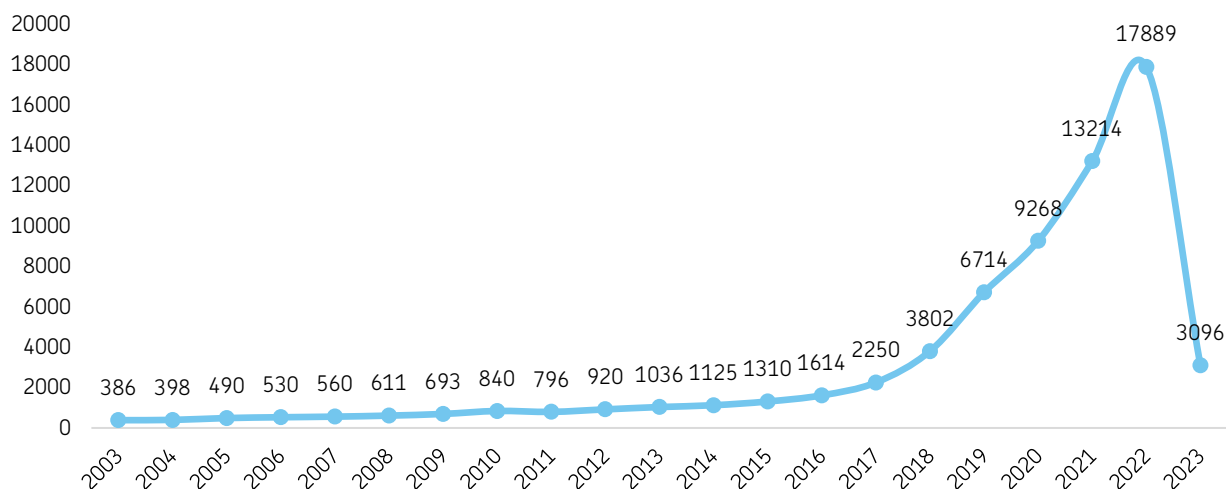
№	Сегмент	Технологии	Субтехнологии
1	Расширенная реальность (Extended Reality, XR)	• Виртуальная реальность (Virtual Reality, VR); • Дополненная реальность (Augmented Reality, AR); • Смешанная реальность (Mixed Reality, MR)	• Дисплеи / проекторы; • Отслеживание взгляда; • Отслеживание движений и положения; • Распознавание речи и изображений
2	Искусственный интеллект (Artificial Intelligence, AI)	• Интеллектуальный сбор данных; • Интеллектуальная обработка данных; • Интеллектуальный анализ больших данных	• Компьютерное зрение; • Обработка естественного языка и речи; • Машинное и глубокое обучение; • Нейронные сети

Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова

Анализ научных публикаций по сегментам AI и XR был проведен на основе данных информационной базы Scopus. В результате анализа было выявлено 67,5 тыс. научных публикаций, изданных в мире в период 2003–2023 годов и относящихся к рассматриваемой области.

Лидирующими странами по количеству публикаций являются Китай, США и Германия (22,3 тыс., 11,8 тыс. и 4,5 тыс. публикаций соответственно). Россия в данном рейтинге занимает 16-е место с результатом 1098 публикаций. Наиболее популярными прикладными направлениями исследований в рамках предметной области цифровой трансформации промышленных компаний по миру и по России, согласно информационной базе данных Scopus, являются: информационные технологии, инжиниринг, математика и фундаментальные науки.

Рисунок 4. Количество научных публикаций в мире в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по годам (2003–2023 годы)



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова на основе информации библиографической базы данных Scopus, 2023

Наиболее цитируемые зарубежные работы в основном представляют собой обзорные исследования возможностей применения технологий AI и XR в рамках отраслей промышленности. Перечень отечественных публикаций, в свою очередь, насыщен прикладными исследованиями, преимущественно в области тестирования моделей AI для выполнения конкретных задач (обнаружение дефектов, кластеризация неоднородных баз данных и проч.).

Патентный анализ был реализован на основе информации международной патентной базы данных Questel Orbit. Анализ охватывает патенты, зарегистрированные в период с 2003 по 2023 год.

Рисунок 5. Динамика регистрации патентных семейств в мире и в России в области искусственного интеллекта и расширенной реальности (2003–2023 годы)



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова на основе данных международной патентной базы данных Questel Orbit, 2023

Наиболее развиты рассматриваемые технологии цифровой трансформации промышленных предприятий в США и Китае, однако США имеет на 39% больше собственных разработок по сравнению с Китаем. Необходимо отметить, что лидирующие позиции также занимает Южная Корея, что можно объяснить наличием в стране технологических и промышленных компаний, таких как Samsung Electronics, LG Electronics, Hyundai Motor, Kia Motors, SK Inc.

В целях определения субтехнологий, развивающихся наиболее быстрыми темпами и являющихся наиболее перспективными, проведен анализ направлений исследовательских работ в научной среде. Инструментом поиска и анализа исследовательских работ является библиографическая база данных Dimensions.

В пятой главе доклада «Показатели по компаниям «Технет» НТИ, специализирующимся на разработке решений в области цифровой трансформации промышленных компаний, вовлеченных в реализацию направления НТИ» приведены результаты анализа компаний, которые входят в реестр компаний НТИ, описание их продуктов и услуг, объемы выручки, в том числе экспортной, количество прав на РИД, реализуемые проекты и технологический ландшафт рынка, занимаемого компаниями НТИ, в области рассматриваемых технологий.

Перечень исследуемых компаний составлен на основе реестра «НТИ 1000»:

- были выделены компании, которые реализуют продукцию на рынке «Технет» (всего на рынке «Технет» действуют 165 компаний);
- далее определены компании, которые реализуют продукцию и проекты на рынке «Технет», относящиеся к предметной области исследования (сегменты цифровой трансформации промышленных компаний – AI и XR, всего 36 компаний).

Таблица 2. Распределение компаний по специализации в области искусственного интеллекта и расширенной реальности

№	Технология	Количество компаний
1	Интеллектуальный сбор данных	10
2	Интеллектуальная обработка данных	15
3	Интеллектуальный анализ больших данных	10
4	Виртуальная реальность	3
5	Дополненная реальность	1
6	Смешанная реальность	0

Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова

По итогам анализа можно сделать вывод о том, что среди компаний НТИ наибольшая концентрация производимых продуктов приходится на технологию интеллектуальной обработки данных. Суммарно компаниями НТИ в рамках AI и XR по состоянию на 2023 год зарегистрировано 794 права на РИД. В разрезе по типам РИД лидируют программы для ЭВМ, их по всем компаниям зарегистрировано 249.

Дополнительно к пятой главе экспертно-аналитического доклада приведено приложение, содержащее географический анализ компаний НТИ, специализирующихся на разработке решений в области цифровой трансформации промышленных компаний.

Экспертно-аналитический доклад содержит 514 источников литературы, 77 рисунков, 20 таблиц. Также в приложениях к экспертно-аналитическому докладу приведены результаты экспертного опроса российских организаций в целях определения ключевых тенденций в области цифровой трансформации, а также дайджест ключевых событий по тематике решений в области цифровой трансформации промышленных компаний в рамках направления «Технет» НТИ в мире и России.