

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА
ВЕЛИКОГО»

**Информационно-аналитический отчет «Тренды и сценарии
развития рынков решений в области цифровой трансформации
промышленных компаний в рамках направления «Технет» НТИ в
2023 году»**

Проректор по цифровой трансформации,
лидер (соруководитель) рабочей группы «Технет»

А. И. Боровков

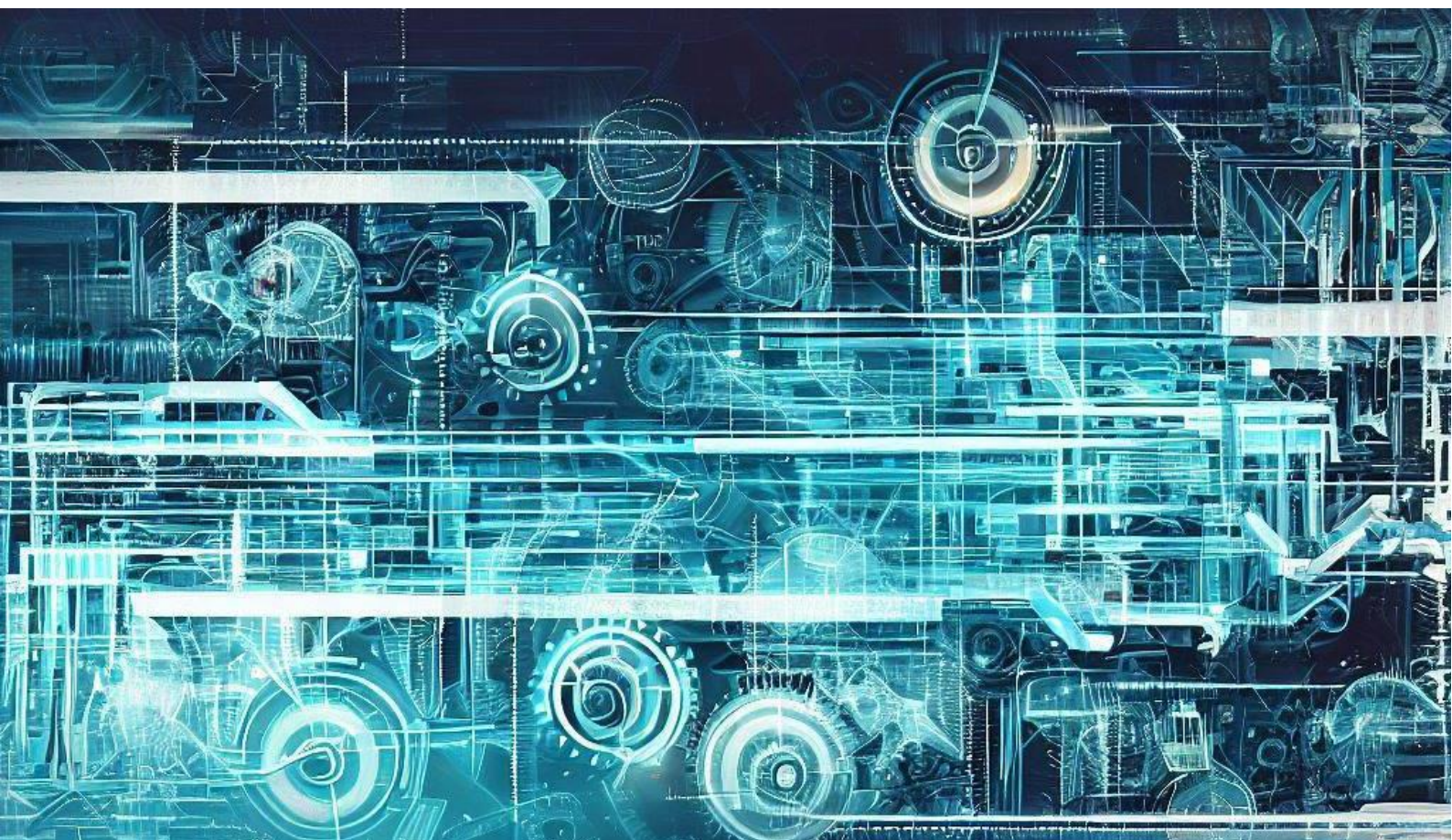


«21» января 2024 г.



ТРЕНДЫ И СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ РЫНКОВ РЕШЕНИЙ
В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ
В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ В 2023 ГОДУ

Экспертно-аналитический доклад



Санкт-Петербург

2023

Настоящий экспертно-аналитический доклад подготовлен Инфраструктурным центром «Технет» Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого и Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова.

Экспертно-аналитический доклад содержит результаты исследования, посвященного трендам и сценариям развития рынков решений в области цифровой трансформации промышленных компаний в рамках направления «Технет» НТИ. В докладе рассмотрены рынки цифровой трансформации, основные барьеры и риски, а также нормативное правовое регулирование развития данной технологической области, национальный и международный нормативно-технический ландшафт в области цифровой трансформации. Кроме того, проанализированы ключевые игроки и проекты, основные технологии и разработки на рынке цифровой трансформации, а также показатели по компаниям «Технет» НТИ, специализирующихся на разработке решений в области цифровой трансформации.

На обложке – изображение, созданное на основе запроса «digital transformation» с помощью приложения Image Creator от Microsoft Bing, которое позволяет сгенерировать уникальные рисунки по фотографиям и ключевым словам с помощью нейросети.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	12
ГЛАВА 1. РЫНКИ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНЕТ» НТИ	15
1.1. Основные сегменты рынка.....	15
1.2. Емкость рынка / сегмента	16
1.3. Темпы роста рынка / сегмента.....	17
1.4. Жизненный цикл отрасли / рынка, стадия зрелости.....	18
1.5. Тренды развития цифровой трансформации.....	19
ГЛАВА 2. БАРЬЕРЫ, РИСКИ И НОРМАТИВНОЕ ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РЫНКОВ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНЕТ» НТИ.....	25
2.1. Барьеры	25
2.2. Риски.....	27
2.3. Нормативное правовое регулирование, в том числе анализ государственных программ поддержки по НИРам и НИОКРам	30
2.4. Национальный и международный нормативно-технический ландшафт	42
ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ИГРОКИ И ПРОЕКТЫ НА РЫНКАХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ	57
3.1. Основные игроки: количество, рыночные доли, описание продуктов и разработок.....	57
3.2. Оценка успешных бизнес-моделей и лучших практик.....	60
3.3. Инвестиции, сделки M&A, кооперация	62
3.4. Новые крупные проекты: участники, планы, суммы привлеченных инвестиций.....	67
3.5. Причины закрытия неудавшихся проектов.....	69
ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ НА РЫНКАХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ	71
4.1. Основные технологии, применяемые на рынке.....	71
4.2. Обзор ключевых научных разработок в России и мире по результатам библиометрического и патентного анализа.....	78
4.3. Технологический радар рынка решений в области цифровой трансформации промышленных компаний	90

ГЛАВА 5. ПОКАЗАТЕЛИ ПО КОМПАНИЯМИ «ТЕХНЕТ» НТИ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ НА РАЗРАБОТКЕ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ, ВОВЛЕЧЕННЫХ В РЕАЛИЗАЦИЮ НАПРАВЛЕНИЯ НТИ.....	97
5.1. Количество компаний НТИ.....	97
5.2. Показатели по компаниям НТИ, вовлеченным в реализацию направления НТИ: количество компаний НТИ.....	99
5.3. Краткое описание продуктов и услуг компаний НТИ.....	101
5.4. Объемы выручки от продажи продуктов и услуг компаний НТИ в рамках сегментов направления НТИ.....	103
5.5. Количество компаний НТИ, имеющих экспортную выручку.....	105
5.6. Объем экспортной выручки компаний НТИ.....	107
5.7. Количество прав на РИД, зарегистрированных компаниями НТИ.....	110
5.8. Количество реализуемых проектов по отдельному направлению НТИ.....	111
5.9. Технологический ландшафт рынка, занимаемого компаниями НТИ.....	113
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	115
Приложение 1. Результаты экспертного опроса российских организаций	115
Приложение 2. Перечень стандартов в области искусственного интеллекта и расширенной реальности, разработанных ИСО и МЭК.....	146
Приложение 3. Подходы к стандартизации технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности международными организациями по стандартизации ITU-T, CEN и CENELEC, ETSI, SAE, BIS, SABS	149
Приложение 4. Перечень национальных стандартов РФ в области искусственного интеллекта.....	152
Приложение 5. Перечень национальных стандартов в области расширенной реальности	156
Приложение 6. Стартапы в области цифровой трансформации.....	158
Приложение 7. Географический анализ компаний НТИ, специализирующихся на разработке решений в области цифровой трансформации промышленных компаний	160
Приложение 8. Дайджест ключевых событий по тематике решений в области цифровой трансформации промышленных компаний в рамках направления «Технет» НТИ в мире и в России. Январь–Июнь 2023 года.....	163
БИБЛИОГРАФИЯ.....	171

СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 1. Объемы мировых рынков цифровой трансформации в 2022 году (млрд долл.).....	17
Рисунок 2. Прогноз развития мирового рынка искусственного интеллекта в 2022–2027 годы (млрд долл.).....	17
Рисунок 3. Прогноз развития мирового рынка расширенной реальности в 2022–2027 годы (млрд долл.).....	18
Рисунок 4. Сравнение рынков решений в области цифровой трансформации.....	19
Рисунок 5. Объем региональных сегментов рынка искусственного интеллекта в 2022 году (млрд долл.).....	20
Рисунок 6. Основные потребители рынка искусственного интеллекта по отраслям в 2022 году.....	20
Рисунок 7. Объем региональных сегментов рынка дополненной реальности в 2022 году (млрд долл.).....	21
Рисунок 8. Основные потребители рынка дополненной реальности по отраслям в 2022 году.....	21
Рисунок 9. Объем региональных сегментов рынка виртуальной реальности в 2022 году (млрд долл.).....	22
Рисунок 10. Основные потребители рынка виртуальной реальности по отраслям в 2022 году...	22
Рисунок 11. Объем региональных сегментов рынка смешанной реальности в 2022 году (млрд долл.).....	23
Рисунок 12. Основные потребители рынка смешанной реальности по отраслям в 2022 году.....	23
Рисунок 13. Рыночная капитализация компаний-лидеров в области цифровой трансформации в 2022 году (млрд долл.).....	59
Рисунок 14. Сравнение компаний-лидеров, разрабатывающих решения в области цифровой трансформации.....	59
Рисунок 15. Основные черты бизнес-моделей организаций, ведущих деятельность в области цифровой трансформации.....	61
Рисунок 16. Инвестиции компаний в технологии виртуальной реальности и дополненной реальности в 2022 году (млрд долл.).....	62
Рисунок 17. Инвестиции компаний в технологии искусственного интеллекта в 2013–2022 годах (млрд долл.).....	63
Рисунок 18. Количество научных публикаций в мире в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по годам (2003–2023 годы).....	79
Рисунок 19. Количество научных публикаций в России в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по годам (2003–2023 годы).....	80

Рисунок 20. Количество научных публикаций в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по странам (2003–2023 годы)	80
Рисунок 21. Количество научных публикаций в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по аффилиации по миру (2003–2023 годы)	81
Рисунок 22. Количество научных публикаций в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по аффилиации по России (2003–2023 годы)	81
Рисунок 23. Количество научных публикаций в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по предметной области по миру (2003–2023 годы)	82
Рисунок 24. Количество научных публикаций в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по предметной области по России (2003–2023 годы)	82
Рисунок 25. Динамика регистрации патентных семейств в мире и в России в области искусственного интеллекта и расширенной реальности (2003–2023 годы)	85
Рисунок 26. Распределение патентов в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по патентным агентствам стран (2003–2023 годы).....	86
Рисунок 27. Динамика количества заявок на выдачу патентов в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по миру (2003–2023 годы).....	86
Рисунок 28. Динамика количества заявок на выдачу патентов в области искусственного интеллекта и расширенной реальности в России (2003–2023 годы).....	87
Рисунок 29. Патентные семейства в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по технологической области в мире (% , 2003–2023 годы).....	88
Рисунок 30. Патентные семейства в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по технологической области в России (% , 2003–2023 годы).....	88
Рисунок 31. Компании с наибольшим количеством патентных семейств, зарегистрированных в качестве патента, в мире в области искусственного интеллекта и расширенной реальности (единиц, 2003–2023 годы).....	89
Рисунок 32. Компании с наибольшим количеством патентных семейств, зарегистрированных в качестве патента, в России в области искусственного интеллекта и расширенной реальности (единиц, 2003–2023 годы).....	89
Рисунок 33. Результаты анализа направлений исследовательских работ в научной среде в сфере расширенной реальности	93
Рисунок 34. Результаты анализа направлений исследовательских работ в научной среде в сфере искусственного интеллекта	94
Рисунок 35. Технологический радар субтехнологий в сфере расширенной реальности.....	95
Рисунок 36. Технологический радар субтехнологий в сфере искусственного интеллекта.....	96
Рисунок 37. Общая выручка компаний НТИ по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2021 год).....	100
Рисунок 38. Средняя выручка компаний НТИ по сегментам искусственного интеллекта и	

расширенной реальности (млн руб., 2021 год).....	100
Рисунок 39. Динамика общей выручки компаний НТИ (млн руб., 2017–2022 годы)	104
Рисунок 40. Динамика изменения общей выручки компаний НТИ по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2017 и 2021 годы).....	104
Рисунок 41. Динамика изменения средней выручки компаний НТИ по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2017 и 2021 годы).....	105
Рисунок 42. Динамика изменения средней выручки компаний НТИ (млн руб., 2017–2022 годы)	105
Рисунок 43. Сравнение количества компаний с экспортной выручкой с общим числом компаний по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (2019 год)	107
Рисунок 44. Сравнение общей выручки компаний НТИ, осуществляющих экспорт, и их экспортной выручки по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2019 год).....	108
Рисунок 45. Динамика изменения общей экспортной выручки компаний НТИ (млн руб., 2017–2022 годы).....	108
Рисунок 46. Сравнение средней общей выручки компаний НТИ и их средней экспортной выручки по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2019 год).....	109
Рисунок 47. Динамика изменения средней экспортной выручки компаний НТИ (млн руб., 2017–2022 годы).....	109
Рисунок 48. Технологический ландшафт рынка, занимаемого компаниями НТИ, по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности.....	113
Рисунок 49. Характеристики выборки опроса: позиции респондентов (количество респондентов = 37).....	115
Рисунок 50. Характеристики выборки опроса: организации (количество респондентов = 37)	116
Рисунок 51. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Есть ли в вашей организации специализированное подразделение по цифровой трансформации?» (доля, количество респондентов = 37)	117
Рисунок 52. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Как вы можете оценить уровень цифровой зрелости вашей организации?» (доля, количество респондентов = 37)	117
Рисунок 53. Степень цифровизации обмена административной информацией (доля, количество респондентов = 37)	118
Рисунок 54. Степень цифровизации обмена массивами данных (доля, количество респондентов = 37).....	118
Рисунок 55. Степень цифровизации обмена технической документацией (доля, количество респондентов = 37)	119

- Рисунок 56. Средняя оценка уровней значимости отдельных групп технологий для цифровой трансформации вашей организации по оценкам опрошенных представителей российских организаций, по шкале: 4 – очень высокая; 3 – высокая; 2 – средняя; 1 – низкая; 0 – затрудняюсь ответить / технологии не используются (количество респондентов = 37)..... 121
- Рисунок 57. Средняя оценка эффекта от применения технологий цифровой трансформации по стадиям жизненного цикла изделия в российских организациях, по шкале: 4 – очень высокая; 3 – высокая; 2 – средняя; 1 – низкая; 0 – затрудняюсь ответить / технологии не используются (количество респондентов = 37) 123
- Рисунок 58. Экономический эффект от внедрения технологий цифровой трансформации по оценкам опрошенных представителей российских организаций (доля, количество респондентов = 37)..... 123
- Рисунок 59. Рейтинг использования цифровых решений по интенсивности использования с группировкой решений по происхождению (доля, количество респондентов = 37)..... 124
- Рисунок 60. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос «Какая часть используемого вами ПО является вашей собственной разработкой?» (доля, количество респондентов = 37)..... 124
- Рисунок 61. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Пришлось ли вам отказываться от использования зарубежных цифровых решений и переходить на отечественные в связи с санкциями?» (доля, количество респондентов = 37) 125
- Рисунок 62. Ключевые сложности, связанные с переходом с зарубежных цифровых решений на отечественные (доля, количество респондентов = 37) 125
- Рисунок 63. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Если вы пользуетесь отечественными (в т. ч. собственными) системами и решениями, в какой степени их функционал закрывает ваши потребности?» (доля, количество респондентов = 37)..... 126
- Рисунок 64. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Как вы можете оценить уровень квалификации специалистов вашей организации в части владения цифровыми инструментами?» (доля, количество респондентов = 37) 126
- Рисунок 65. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос «Оказывают ли влияние на деятельность вашей организации в сфере цифрового проектирования и моделирования государственные программы или проекты?» (доля, количество респондентов = 37) 127
- Рисунок 66. Характеристики выборки опроса: позиции респондентов (количество респондентов = 34)..... 135
- Рисунок 67. Характеристики выборки опроса: организации (количество респондентов = 34).... 135
- Рисунок 68. Средняя оценка актуальности ключевых задач, решаемых за счет использования систем цифрового проектирования и моделирования, по шкале: 3 – высокая; 2 – средняя; 1 – низкая; 0 – отсутствует (количество респондентов = 34)..... 137
- Рисунок 69. Рейтинг использования систем цифрового проектирования и моделирования по интенсивности использования с группировкой систем по происхождению (доля, количество респондентов = 34) 137

Рисунок 70. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Пришлось ли вам переходить с зарубежных систем цифрового проектирования и моделирования на отечественные в связи с санкциями?» (доля, количество респондентов = 34).....	138
Рисунок 71. Ключевые сложности, связанные с переходом с зарубежных систем цифрового проектирования и моделирования на российские (доля, количество респондентов = 34)	138
Рисунок 72. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Если вы пользуетесь отечественными (в т.ч. собственными) средствами цифрового проектирования и моделирования, в какой степени их функционал закрывает ваши потребности?» (доля, количество респондентов = 34)	139
Рисунок 73. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Как вы можете оценить уровень квалификации специалистов вашей организации в части владения инструментами цифрового проектирования и моделирования?» (доля, количество респондентов = 34).....	139
Рисунок 74. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Обращаетесь ли вы к сторонним поставщикам услуг цифрового проектирования и моделирования?» (доля, количество респондентов = 34)	140
Рисунок 75. Ключевые причины для обращения к сторонним поставщикам услуг цифрового проектирования и моделирования (доля, количество респондентов = 34)	140
Рисунок 76. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос «Оказывают ли влияние на деятельность вашей организации в сфере цифрового проектирования и моделирования государственные программы или проекты?» (доля, количество респондентов = 34).....	141
Рисунок 77. Суммарная выручка компаний НТИ по субъекту Российской Федерации (млн руб., 2021 год)	162

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Рынки решений в области цифровой трансформации.....	15
Таблица 2. Барьеры, препятствующие внедрению цифровых технологий в промышленных компаниях.....	27
Таблица 3. Слияния и поглощения на рынках цифровой трансформации.....	63
Таблица 4. Технологии и субтехнологии, входящие в состав выделенных сегментов.....	71
Таблица 5. Технологии и субтехнологии, входящие в состав сегмента расширенной реальности.....	72
Таблица 6. Технологии и субтехнологии, входящие в состав сегмента искусственного интеллекта.....	75
Таблица 7. Перечень компаний НТИ и их решений в области искусственного интеллекта и расширенной реальности (2017–2022 годы).....	97
Таблица 8. Распределение компаний по специализации в области искусственного интеллекта и расширенной реальности.....	99
Таблица 9. Ранжированный объем выручки от продажи продуктов компаний НТИ по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (2021 год).....	103
Таблица 10. Перечень компаний направления «Технет» НТИ, имеющих экспортную выручку по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (2019 год).....	106
Таблица 11. Объем выручки от продажи продуктов компаний направления «Технет» НТИ по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2019 год).....	107
Таблица 12. Количество зарегистрированных РИД компаниями направления «Технет» НТИ с разделением по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности.....	110
Таблица 13. Оценка значимости технологий для цифровой трансформации российских организаций (доля, количество респондентов = 37).....	119
Таблица 14. Оценка уровня использования отдельных групп технологий для цифровой трансформации российских организаций (доля, количество респондентов = 37).....	120
Таблица 15. Оценка эффекта от применения технологий цифровой трансформации на разных стадиях жизненного цикла изделий в российских организациях (доля, количество респондентов = 37).....	122
Таблица 16. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Для решения каких задач передовые средства цифрового проектирования и моделирования используются или могут использоваться в вашей организации?» (доля, количество респондентов = 34).....	136
Таблица 17. Перспективный план стандартизации в области передовых производственных технологий на 2018–2025 годы (с изменениями №1, №2) в области виртуальной и дополненной реальности.....	156
Таблица 18. Успешные стартапы в области цифровой трансформации в 2022 году.....	158

Таблица 19. Распределение компаний по регионам (единицы).....160

Таблица 20. Суммарная выручка компаний по субъекту
Российской Федерации (млн руб., 2021 год)161

ВВЕДЕНИЕ

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 «Технет» Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого (ИЦ «Технет» СПбПУ) в партнерстве с Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова (МГУ имени М.В. Ломоносова).

В современном мире происходят масштабные процессы изменений функционирования отдельных компаний и целых отраслей экономики, основанные на стремительном развитии целого ряда цифровых технологий. Эти процессы называются цифровой трансформацией, при этом к технологиям цифровой трансформации, как правило, относят технологии искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, AI), в том числе машинное обучение (Machine Learning, ML); расширенную реальность (Extended Reality, XR); технологии интернета вещей (Internet of Things, IoT); роботизированную автоматизацию процессов (Robotic process automation, RPA); предиктивную аналитику (Predictive Analytics, PA); технологии генерации и анализа больших данных (Big Data, BD); облачные вычисления (Cloud Computing); технологии цифрового проектирования и моделирования (Smart Design); цифровые двойники (Digital Twin, DT); цифровой инжиниринг (Digital Engineering); платформенные решения и другие цифровые технологии [1–3].

Технологии цифровой трансформации внедряют в целях совершенствования как отдельных бизнес-процессов, так и всего предприятия в целом. При этом в зависимости от требований к целевой инфраструктуре предприятия и отраслевых особенностей конкретный набор технологий может существенно различаться [4]. Комплексное внедрение передовых цифровых технологий позволит сформировать новую бизнес-модель предприятия, функционирование которой обеспечит ряд преимуществ, среди которых:

- увеличение производительности и эффективности основных и вспомогательных процессов предприятия, оптимизация производственных операций;
- повышение качества и технологичности разрабатываемой продукции;
- повышение качества обслуживания технологического оборудования;
- ускорение выхода продукции на рынок;
- сокращение затрат на разработку, производство и обслуживание продукции;
- принятие обоснованных управленческих и инженерных решений;
- повышение гибкости и уровня цифровой зрелости предприятий и др.

В рамках текущего исследования был проведен экспертный опрос представителей российских промышленных организаций в целях определения ключевых тенденций в области цифровой трансформации, а также цифрового проектирования и моделирования. В экспертном опросе приняли участие представители различных отраслей, в том числе – машиностроения, оборонно-промышленного комплекса, IT-сферы, разработки программных продуктов, нефтегазовой промышленности, энергетики. Большая часть экспертов отмечает потенциальное сокращение затрат и времени на разработку и производство продукции как наиболее значимый экономический эффект от внедрения технологий цифровой трансформации. Результаты экспертного опроса приведены в Приложении 1.

Органы государственной власти многих стран, а также государственные службы ведут активную политику, ориентированную на развитие технологий цифровой трансформации. Важность технологий цифровой трансформации отмечается также в ряде отечественных нормативных правовых документов и федеральных программ. Внедрение технологий цифровой трансформации показывает высокую эффективность для целого ряда отраслей промышленности. Особое внимание следует уделить отрасли обрабатывающей промышленности, ключевым звеном которой выступает машиностроение.

Так, Распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 ноября 2021 года № 3142-р было утверждено стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности [5; 6]. Как отмечено в документе, в ходе реализации стратегического направления в деятельность предприятий обрабатывающей промышленности будут внедрены следующие технологии: искусственный интеллект; новые производственные технологии; технологии виртуальной и дополненной реальности и др.

Также значимость цифровой трансформации отмечается в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [7], сформированной Правительством Российской Федерации в 2019 году. В состав Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» входят федеральные проекты, среди которых в том числе «Цифровые технологии» и «Искусственный интеллект».

Утверждение перечисленных национальных нормативных правовых документов направлено на решение задач ускорения технологического развития государства, обеспечение импортонезависимости, ускорение коммерциализации отечественных разработок, повышение эффективности промышленных предприятий и поддержку цифровизации отраслей промышленности.

Также в Российской Федерации в рамках реализации Национальной технологической инициативы (НТИ) особую значимость представляет направление «Технет» НТИ (передовые производственные технологии). В основе цифровой трансформации промышленности лежит использование передовых производственных технологий, разработка и развитие которых входит в реализацию направления «Технет» [8].

В целях обеспечения развития направления «Технет» НТИ на базе Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого был создан Инфраструктурный центр «Технет» НТИ. В рамках деятельности ИЦ «Технет» СПбПУ предусмотрено проведение аналитических исследований, посвященных отдельным передовым производственным технологиям.

На основании выводов ряда отраслевых исследований [2; 9–11], в которых были выделены соответствующие технологические приоритеты, тематика данного экспертно-аналитического доклада была сфокусирована на технологиях искусственного интеллекта и расширенной реальности – стремительно развивающихся технологиях цифровой трансформации промышленных компаний, обладающих большим объемом рынка, высоким потенциалом развития и предоставляющих значительные ключевые преимущества. Так, в первой главе доклада представлен анализ рынка технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности и приведена оценка стадии зрелости рынков.

Во второй главе доклада особое внимание уделено трендам и барьерам развития рынка искусственного интеллекта и расширенной реальности, а также приведен перечень возможных рисков, связанных с внедрением указанных технологий. Отдельно проведен обзор основных направлений мировых и отечественных государственных программ поддержки научных исследований в указанных областях, определен международный и национальный нормативно-технический ландшафт технологий цифровой трансформации промышленности.

В третьей главе доклада рассмотрены основные игроки и проекты на рынке технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности, проведена оценка успешных бизнес-моделей, анализ новых успешных проектов и причины закрытия неудавшихся проектов.

Четвертая глава доклада содержит обзор основных технологий и решений в области цифровой трансформации промышленных компаний. Также приведены результаты библиометрического и патентного анализа разработок в мире и в России в области технологий цифровой трансформации промышленности, на основании которых сформирован технологический радар рынка искусственного интеллекта и расширенной реальности.

В пятой главе доклада представлен анализ показателей по компаниям «Технет» НТИ, специализирующихся на разработке решений в области искусственного интеллекта и расширенной реальности, а также сформирован технологический ландшафт рынка, занимаемого компаниями НТИ, в разрезе указанных технологий.

Таким образом, цифровая трансформация промышленности предполагает радикальное изменение ключевых процессов предприятий с фокусировкой на повсеместное внедрение передовых цифровых технологий, модернизацию подходов к управлению предприятием и совершенствование производственной деятельности. Исследование, результаты которого представлены в текущем экспертно-аналитическом докладе, нацелено на определение ключевых направлений в области цифровой трансформации промышленных компаний, обзор рыночных, нормативных и технологических тенденций, а также анализ имеющегося задела для развития передовых цифровых технологий на отечественном рынке.

ГЛАВА 1. РЫНКИ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНЕТ» НТИ

Глава подготовлена ИЦ «Технет» СПбПУ

В данной главе представлен комплексный обзор мировых рынков решений в области цифровой трансформации, уровень развития которых является важным показателем, определяющим перспективы развития промышленных компаний по направлению «Технет» НТИ. В рамках проведенного исследования под мировым рынком технологии подразумевается международная сфера торговли, связанная с систематическими операциями по купле-продаже технологических решений [12].

Глава содержит подробное описание сегментов мирового рынка цифровой трансформации, подлежащих всестороннему анализу в ходе подготовки экспертно-аналитического доклада. Фокус исследования был сосредоточен на описании таких характеристик сегментов рынка цифровой трансформации как объем, темпы роста и ключевые тренды развития в мире по итогам 2022 года и в среднесрочной перспективе до 2027 года, а также анализе жизненного цикла данных сегментов.

1.1. Основные сегменты рынка

Настоящий раздел посвящен описанию сегментов рынка решений в области цифровой трансформации, рассмотренных в экспертно-аналитическом докладе. В рамках проведенного исследования в качестве сегментов данной технологической области были рассмотрены рынки, сформированные вокруг таких технологий, как расширенная реальность и искусственный интеллект.

Таблица 1. Рынки решений в области цифровой трансформации

Рынок		Ключевая технология
Рынок искусственного интеллекта (Artificial Intelligence Market, AI-Market)		Искусственный интеллект (Artificial Intelligence, AI) 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.
Рынок расширенной реальности (Extended Reality Market, XR-Market)	Рынок виртуальной реальности (Virtual Reality Market, VR-Market)	Расширенная реальность (Extended Reality, XR) 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

Рынок		Ключевая технология
	Рынок дополненной реальности (Augmented Reality Market, AR– Market)	составляющие пространства и используется как инструмент иммерсивного обучения, прототипирования и проектирования систем разной сложности и управления техническими устройствами на расстоянии. • <i>Дополненная реальность (Augmented Reality, AR)</i> – 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. • <i>Смешанная реальность (Mixed Reality, MR)</i> – 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.
	Рынок смешанной реальности (Mixed Reality Market, MR– Market)	

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ

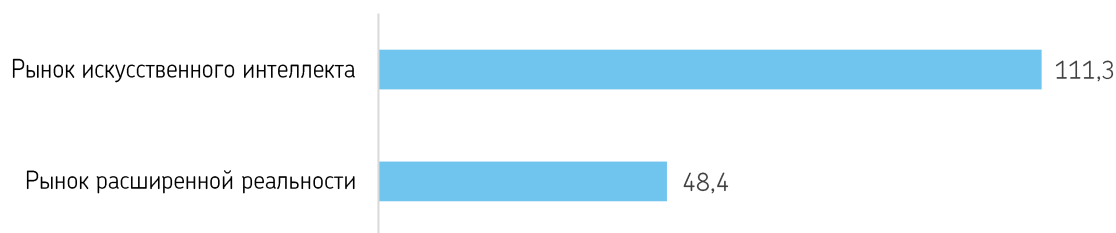
1.2. Емкость рынка / сегмента

Настоящий раздел посвящен одному из таких ключевых показателей развития любого рынка технологий, как объем. В рамках исследования, представленного в экспертно-аналитическом докладе, объем (размер) рынка обозначает прикладной показатель, отражающий фактические продажи товаров или услуг на определенной территории за определенный период времени [12]. Фокус исследования сосредоточен на оценке фактического объема рассматриваемых рынков цифровой трансформации на мировом уровне по итогам 2022 года.

Объем мирового рынка искусственного интеллекта в 2022 году превысил отметку в 100 млрд долл. и варьировался в пределах от 119,8 до 142,3 млрд долл., по оценкам таких аналитических агентств, как Precedence Research, Next Move Strategy Consulting и Grand View Research. Согласно оценкам компаний Markets and Markets и Imarc, значение объема данного рынка находилось по итогам 2022 года в более низких пределах – от 70,9 до 86,9 млрд долл. [13–18]. Таким образом, по результатам 2022 года среднее значение объема рынка искусственного интеллекта составило 111,3 млрд долл., что превосходит аналогичный показатель 2021 года примерно на 35% [13–18].

Объем мирового рынка расширенной реальности составил примерно 39,7 млрд долл. по итогам 2022 года, согласно данным таких компаний, как Markets and Markets, Research Nester и Precedence Research. Эксперты компаний Imarc и Stratview Research оценивают объем мирового рынка расширенной реальности в 58,4 и 64,5 млрд долл. соответственно. Таким образом, среднее значение объема рынка расширенной реальности составило 48,4 млрд долл. в 2022 году, что на 32% превышает аналогичное значение 2021 года [19–23]. При этом, наибольшую долю, равную 48,2%, на рынке расширенной реальности занимал сегмент дополненной реальности. Виртуальная реальность и смешанная реальность занимали порядка 37,5% и 14,3% соответственно [19–23].

Рисунок 1. Объемы мировых рынков цифровой трансформации в 2022 году (млрд долл.)



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ

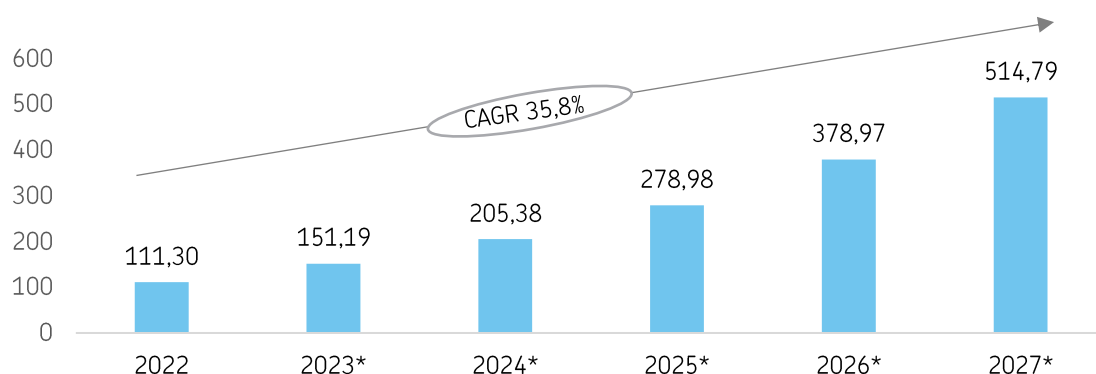
1.3. Темпы роста рынка / сегмента

Настоящий раздел посвящен анализу такого важного показателя, отражающего динамику и направление развития рынка, как темпы роста. В рамках исследования, представленного в экспертно-аналитическом докладе, под темпом роста рынка понимается отношение объема рынка в текущем временном периоде к его объему в прошедшем временном периоде.

В настоящем разделе приведены оценки совокупного среднегодового темпа роста (Compound annual growth rate, CAGR), выражаемого в процентах и показывающего, на сколько процентов за год прирастает изучаемый параметр. Фокус исследования сосредоточен на оценке фактических совокупных среднегодовых темпов роста рассматриваемых рынков цифровой трансформации на мировом уровне в период с 2021 по 2022 год и прогнозируемых совокупных среднегодовых темпов роста данных рынков в период с 2022 по 2027 годы.

Совокупный среднегодовой темп роста мирового **рынка искусственного интеллекта** в период 2021–2022 годов составил 35%, что в среднем соответствует оценкам, данным на указанный временной промежуток [13–18]. Аналитические компании Precedence Research, MarketsandMarkets, Next Move Strategy Consulting, Grand View Research и Imarc прогнозируют, что значение темпов роста данного рынка составит от 29,9 до 38,1% в период с 2022 по 2027 год, что приведет к увеличению объема мирового рынка искусственного интеллекта до 263,6–795,4 млрд долл. [13–18]. Таким образом, среднее значение объема рынка в 2027 году будет составлять 514,8 млрд долл. при среднем значении темпа роста, равном 35,8% в указанном периоде.

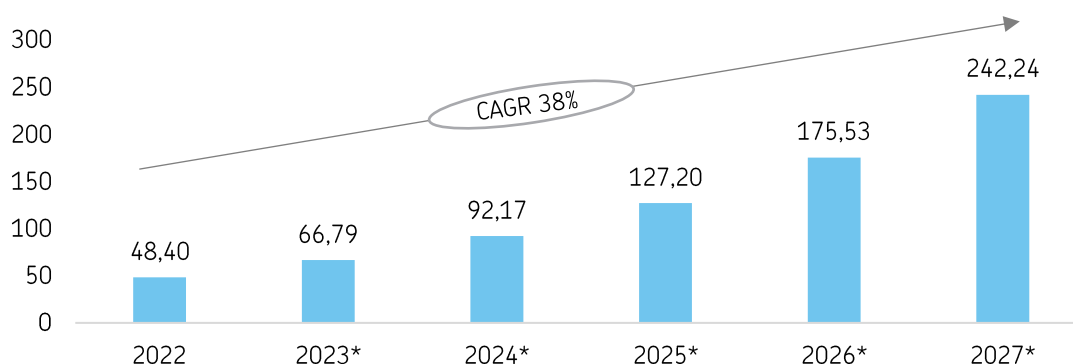
Рисунок 2. Прогноз развития мирового рынка искусственного интеллекта в 2022–2027 годы (млрд долл.)



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ

В период с 2021 по 2022 год значение среднегодового темпа роста мирового **рынка расширенной реальности** составило 32% [19–23], что соответствует прогнозным значениям на данный период [19–23]. Аналитики компаний Imarc и Stratview Research ожидают, что объем мирового рынка расширенной реальности достигнет значений от 421,1 до 571,8 млрд долл. в 2027 году при совокупном среднегодовом темпе роста от 43,5 до 57,2% в период с 2022 по 2027 год [19; 20]. Эксперты компаний Precedence Research, Markets and Markets и Research Nester дают более низкую оценку, согласно которой объем рынка расширенной реальности составит от 90,9 до 187,4 млрд долл. в 2027 году при средних темпах роста около 30% [21–23]. Таким образом, при среднем значении темпа роста в 38% среднее значение объема данного мирового рынка будет составлять 242,2 млрд долл. в 2027 году.

Рисунок 3. Прогноз развития мирового рынка расширенной реальности в 2022–2027 годы (млрд долл.)



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ

1.4. Жизненный цикл отрасли / рынка, стадия зрелости

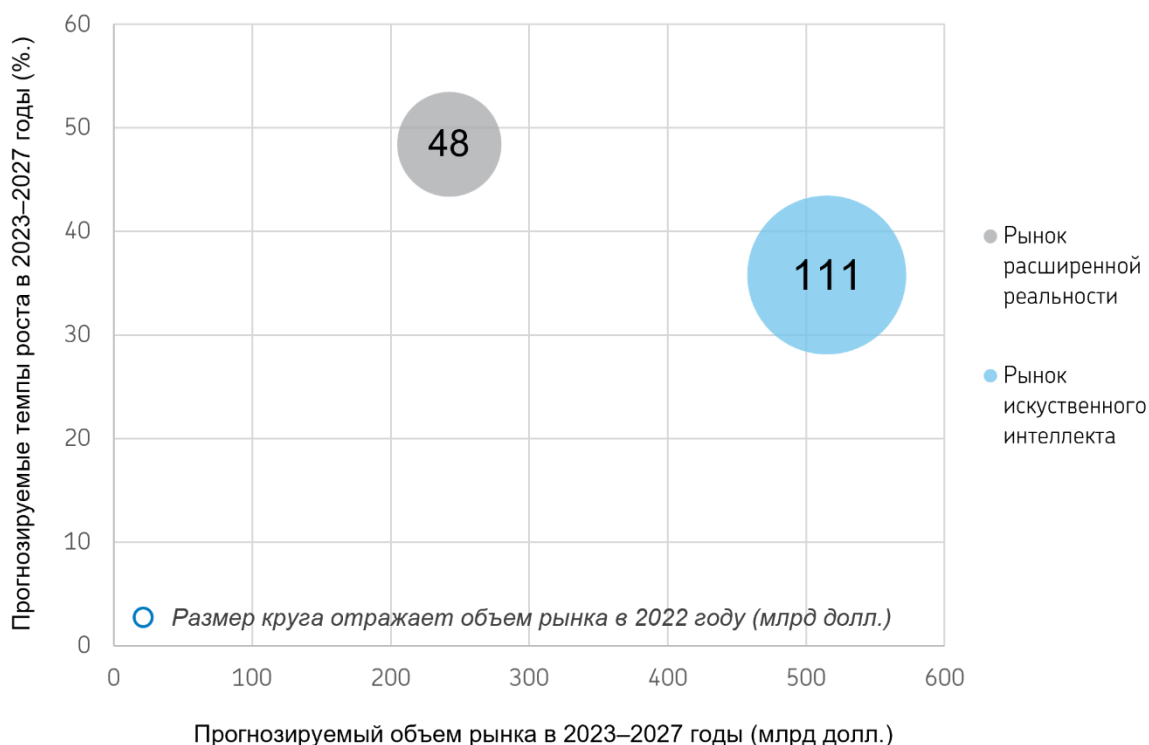
Настоящий раздел посвящен описанию жизненного цикла рынков решений в области цифровой трансформации, рассмотренных в экспертно-аналитическом докладе. В рамках проведенного исследования под жизненным циклом рынка подразумевается последовательность стадий развития, через которые проходит рынок с течением времени.

В ходе исследования выявление стадий зрелости рынков осуществлялось на основе анализа данных об объемах и темпах роста соответствующих рынков (подробно описанных в разделах 1.2 и 1.3). По состоянию на конец 2022 года рынок искусственного интеллекта превосходил по объему рынок расширенной реальности. При этом, согласно прогнозным оценкам, рынок расширенной реальности продемонстрирует более стремительные темпы роста в период до 2027 года.

Кроме того, в ходе анализа были учтены показатели деятельности компаний-лидеров в рамках исследуемых рынков (рассмотренные в главе 3), а также результаты патентного анализа (представленные в главе 4). На основе совокупности описанных параметров, можно отметить, что 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, характерными чертами которой являются

замедление темпов роста, интенсивная конкуренция производителей на рынке, постепенное снижение рентабельности [24].

Рисунок 4. Сравнение рынков решений в области цифровой трансформации



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ

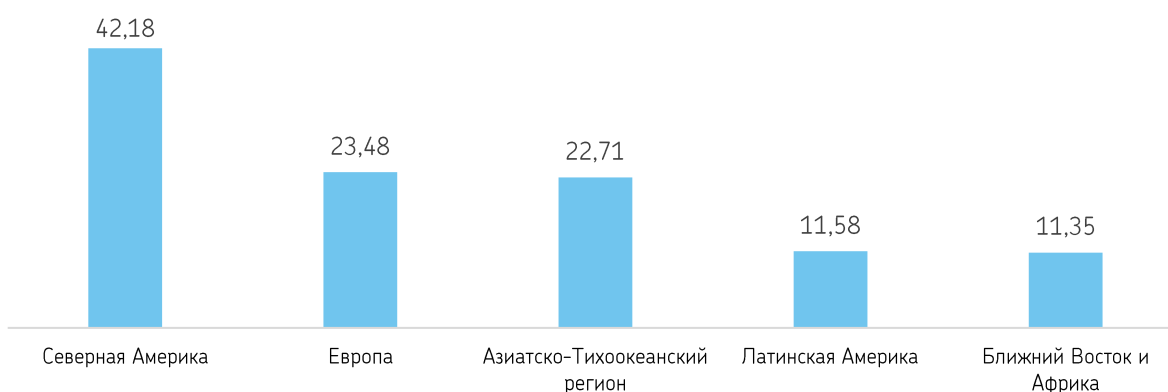
1.5. Тренды развития цифровой трансформации

Настоящий раздел посвящен актуальным трендам развития рынков цифровой трансформации. В рамках исследования, представленного в экспертно-аналитическом докладе, под рыночным трендом подразумевается изменение, задающее новое направление развития параметров рыночного явления. Тренд может быть выявлен посредством анализа изменений экономических показателей и тенденций экономического роста или спада. Основной фокус исследования сосредоточен на анализе тенденций географического и отраслевого развития мировых рынков цифровой трансформации в 2022 году.

Эксперты различных аналитических компаний сходятся во мнении, что по итогам 2022 года регион Северной Америки являлся лидером **рынка искусственного интеллекта** по объему. Согласно оценкам аналитических агентств Grand View Research и Precedence Research, объем рынка данного региона превышал значение в 42 млрд долл., что составляет долю в 36–42% [13; 17]. По мнению аналитиков Grand View Research, Precedence Research и Imarc, вторым по объему региональным сегментом рынка искусственного интеллекта являлся Европейский регион, доля которого составила около 21% (23 млрд долл.). Третье место по объему в 2022 году занимал Азиатско-Тихоокеанский регион с долей около 20% (22 млрд долл.) [13; 17; 18]. Кроме того, аналитики компаний Next Move Strategy Consulting и Imarc отмечают, что Азиатско-Тихоокеанский регион является наиболее

быстро развивающимся на рынке искусственного интеллекта и будет оставаться лидером по темпам до 2030 года [16; 18]. Наименьшую долю на рынке искусственного интеллекта в 2022 году занимали регионы Латинской Америки, Ближнего Востока и Африки – не более 10,4% и 10,2% соответственно [13; 17; 18].

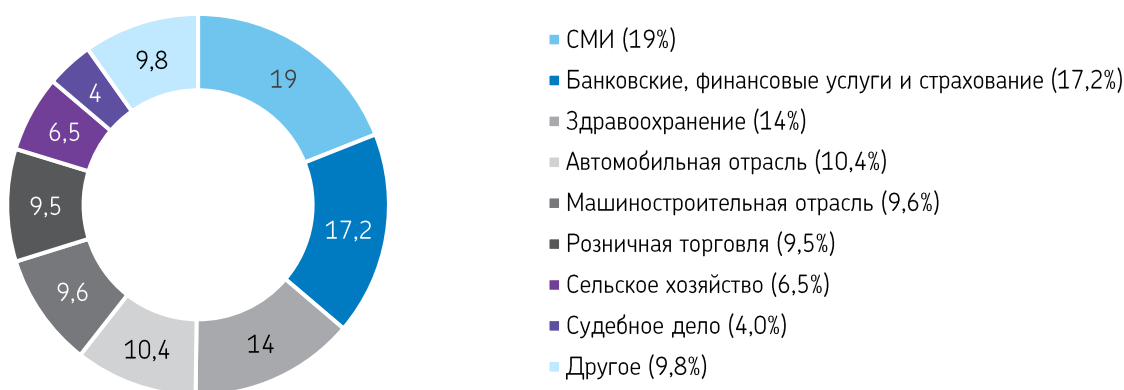
Рисунок 5. Объем региональных сегментов рынка искусственного интеллекта в 2022 году (млрд долл.)



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Grand View Research, Precedence Research, Imarc [13; 17; 18]

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%) [17].

Рисунок 6. Основные потребители рынка искусственного интеллекта по отраслям в 2022 году

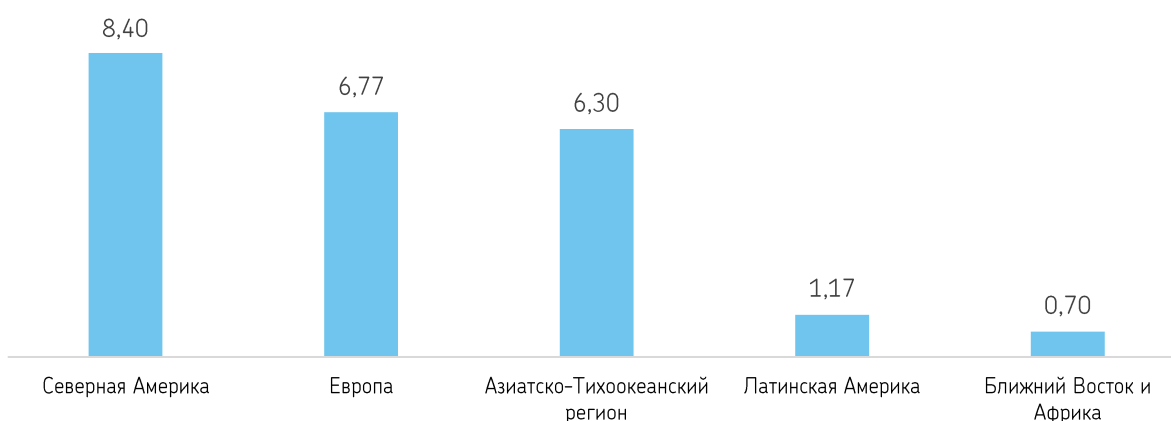


Источник: Grand View Research, «Artificial Intelligence Market Size, Share & Trends Analysis Report», 2022 [17]

Тренды развития мирового рынка расширенной реальности различаются в зависимости от сегмента. В связи с этим анализ тенденций географического и отраслевого развития производился по трем отдельным рынкам, а именно рынку дополненной реальности, виртуальной реальности, и смешанной реальности.

Наиболее успешными в области развития рынка дополненной реальности по результатам 2022 года стали регионы Северной Америки и Европы. По оценкам аналитиков Precedence Research, доля региона Северной Америки в конце 2022 года составила более 36% (8,4 млрд долл.), Европейского региона – 29% (6,7 млрд долл.), Азиатско-Тихоокеанского региона – 27% (6,3 млрд долл.), региона Латинской Америки – 5% (1,2 млрд долл.), Ближнего Востока и Африки – 3% (0,7 млрд долл.) [25]. 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% [26].

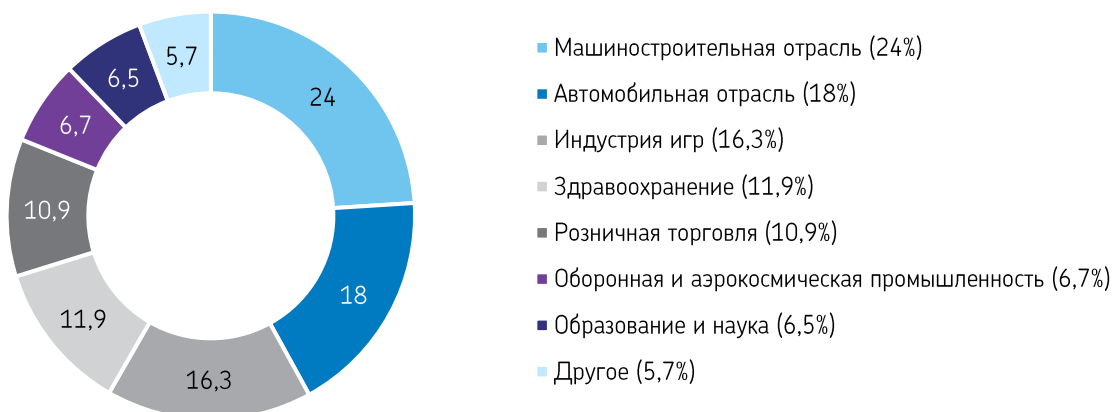
Рисунок 7. Объем региональных сегментов рынка дополненной реальности в 2022 году (млрд долл.)



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Grand View Research, Precedence Research [25; 26]

Согласно данным аналитической компании Grand View Research, основными потребителями рынка дополненной реальности в 2022 году стали машиностроительная отрасль, занимающая около четверти рынка (24%), автомобильная отрасль (18%), а также индустрия игр (16,3%) [26].

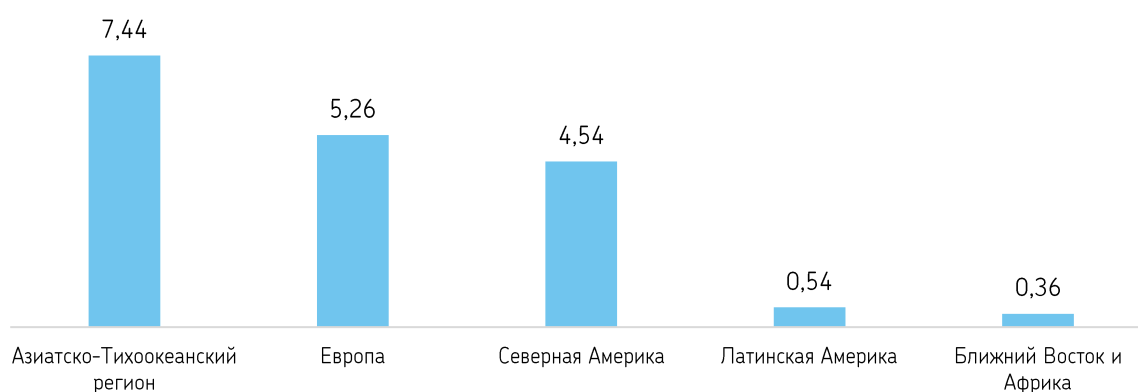
Рисунок 8. Основные потребители рынка дополненной реальности по отраслям в 2022 году



Источник: Grand View Research, «Augmented Reality Market Size, Share & Trends Analysis Report», 2022 [26]

По итогам 2022 года Азиатско-Тихоокеанский регион занял подавляющую долю на мировом рынке виртуальной реальности. Согласно оценкам экспертов компаний Precedence Research и Grand View Research, доля Азиатско-Тихоокеанского региона превысила 40% (7,4 млрд долл.). Доли регионов Европы и Северной Америки оказались примерно равными и составили 29% (5,2 млрд долл.) и 25% (4,5 млрд долл.) соответственно. Наименее развитым по результатам 2022 года рынок виртуальной реальности оставался в регионах Латинской Америки (0,5 млрд долл.), Ближнего Востока и Африки (0,3 млрд долл.), общая доля которых не превысила 5%. Согласно мнению аналитиков, до 2030 года не ожидается изменений в соотношении долей регионов на данном рынке [27; 28].

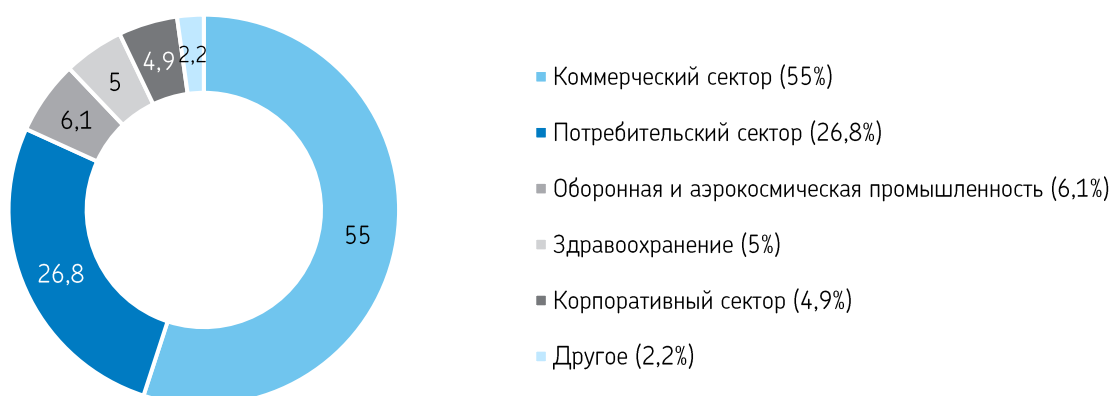
Рисунок 9. Объем региональных сегментов рынка виртуальной реальности в 2022 году (млрд долл.)



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Grand View Research, Precedence Research [27; 28]

Ключевыми сегментами рынка виртуальной реальности на конец 2022 года, по оценкам Grand View Research, стали коммерческий (55%) и потребительский (26,8%) сектора [28].

Рисунок 10. Основные потребители рынка виртуальной реальности по отраслям в 2022 году

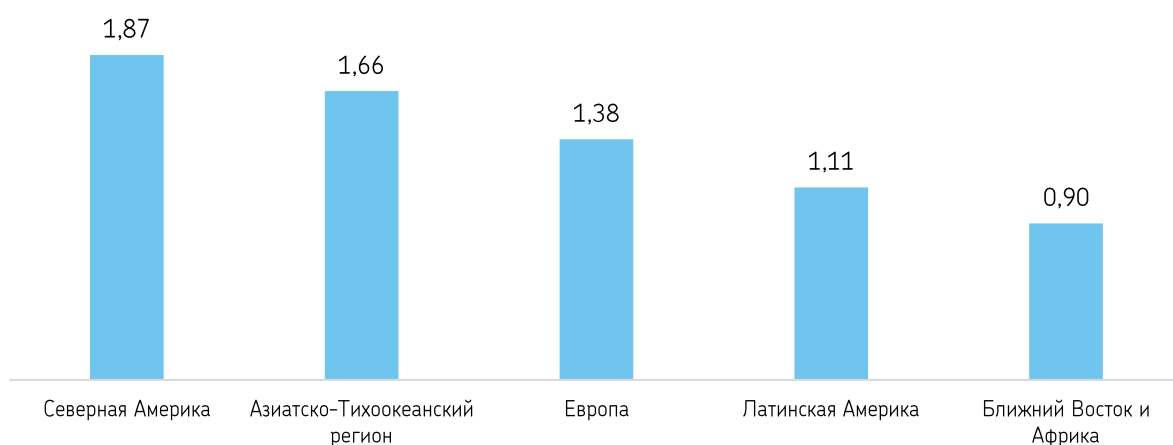


Источник: Grand View Research, «Virtual Reality Market Size, Share & Trends», 2022 [28]

По итогам 2022 года наибольшая доля рынка смешанной реальности пришлась на регион Северной Америки. Согласно мнению аналитиков Global Insight Services, Maximize Market Research и

Straits Research, доля региона Северной Америки составила более 27% (1,8 млрд долл.), доля Азиатско-Тихоокеанского региона достигла 24% (1,6 млрд долл.), доля Европейского региона не превысила 20% (1,3 млрд долл.). Наименее развитым рынок смешанной реальности остается в регионах Латинской Америки, Ближнего Востока и Африки, общая доля которых по результатам 2022 года не превысила 29% (2 млрд долл.). Согласно мнению аналитиков, до 2030 года не ожидается изменений в соотношении долей регионов на данном рынке [29–31].

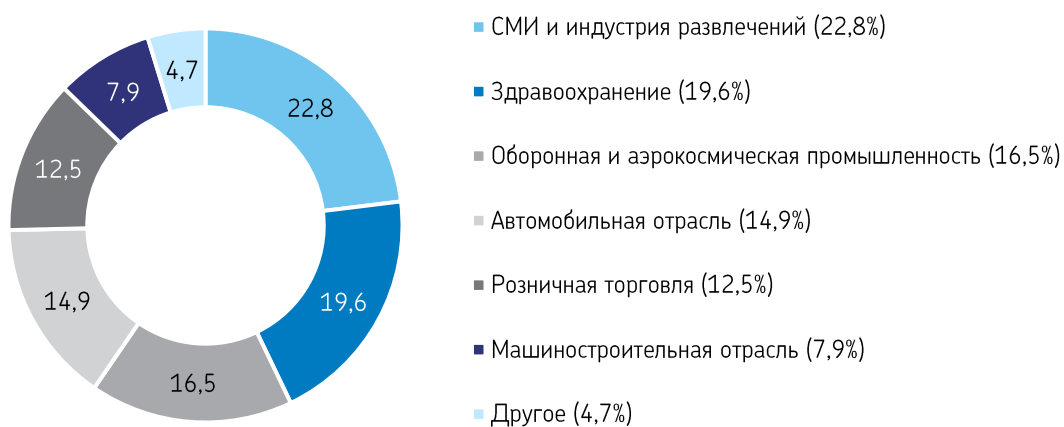
Рисунок 11. Объем региональных сегментов рынка смешанной реальности в 2022 году (млрд долл.)



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Global Insight Services, Maximize Market Research, Straits Research [29–31]

Более половины рынка смешанной реальности в 2022 году пришлась на СМИ и индустрию развлечений (22,8%), здравоохранение (19,6%), а также оборонную и аэрокосмическую промышленность (16,5%) [30; 31].

Рисунок 12. Основные потребители рынка смешанной реальности по отраслям в 2022 году



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Global Insight Services, Straits Research [30; 31]

Резюме

По итогам проведенного анализа рынков решений в области цифровой трансформации, было выявлено, что рынок искусственного интеллекта и рынок расширенной реальности еще не достигли стадии зрелости и находятся на этапе вытеснения конкурентов, характерными чертами которой являются замедление темпов роста рынка, интенсивная конкуренция производителей на рынке, постепенное снижение рентабельности.

По состоянию на конец 2022 года рынок искусственного интеллекта превосходил по объему рынок расширенной реальности. При этом, согласно прогнозным оценкам, рынок расширенной реальности продемонстрирует более высокие темпы роста в периоде до 2027 года.

Северная Америка стала регионом, лидирующим по объему на рынках искусственного интеллекта, дополненной реальности, смешанной реальности, в то время как на рынке виртуальной реальности, крупнейшим сегментом в 2022 году стал Азиатско-Тихоокеанский регион. Латинская Америка и Ближний Восток по итогам 2022 года стали наиболее отстающими регионами по всем рассмотренным направлениям.

По результатам 2022 года основными потребителями решений дополненной реальности являются различные отрасли промышленного производства, в то время как решения искусственного интеллекта, виртуальной и смешанной реальности являются наиболее востребованными в коммерческом секторе, здравоохранении, СМИ и индустрии развлечений.

ГЛАВА 2. БАРЬЕРЫ, РИСКИ И НОРМАТИВНОЕ ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РЫНКОВ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНЕТ» НТИ

Глава подготовлена ИЦ «Технет» СПбПУ

Глава содержит описание барьеров и рисков, встающих перед организациями, ведущими деятельность на рынках цифровой трансформации, а также результаты анализа мер государственной поддержки научно-исследовательских работ в области цифровой трансформации, международного и национального нормативно-технического ландшафта.

2.1. Барьеры

Настоящий раздел посвящен барьерам, препятствующим развитию как в целом рынков цифровой трансформации, так и организаций, ведущих деятельность в рамках данных технологических направлений.

Эксперты НИУ ВШЭ Инна Лола и Мурат Бакеев в публикации «Цифровая трансформация промышленного производства: драйверы, барьеры и эффекты» (Inna S. Lola, Murat Bakeev «Digital Transformation in Manufacturing: Drivers, Barriers, and Benefits») выделяют следующие барьеры для цифровой трансформации предприятий: недостаток бюджета, инфраструктурные ограничения, отсутствие компетенций (низкая цифровая грамотность), низкая эффективность, недостаточность экономических условий для цифровой трансформации в стране [32].

В статье Мэтью Джонса, Скотта Хатченсона, Хорхе Камба «Прошлые, настоящие и будущие барьеры на пути цифровой трансформации производства: обзор» (Matthew Jones, Scott Hutchenson, Jorge Camba «Past, present, and future barriers to digital transformation in manufacturing: A review»), опубликованной в 2021 году, проведен обзор статей, посвященных типологиям барьеров цифровой трансформации, в том числе барьеров, возникших в результате пандемии COVID-19 [33].

Среди ключевых блоков выделяемых в литературе барьеров авторы выделяют следующие наиболее важные аспекты:

- Концептуальные барьеры: улучшение процессов разработки сложных систем на основе обобщенного представления и интерпретации эталонной архитектуры, механизмов принятия решений, а также прогнозирования и обнаружения аномалий на основе машинного обучения без фокусировки на отраслевых особенностях.
- Социальные: интеграция человека в киберфизические системы, автономия, юридические и этические аспекты автономных систем и систем искусственного интеллекта.
- Экологичность: адаптация к динамичным условиям, энергосбережение, сокращение отходов, управление рисками.
- Технические: высокопроизводительные облачные вычисления, оптимизация в реальном времени, кибербезопасность, управление большими данными и совместимость, цифровые двойники.

- Технологические: интеграция данных, технологии связи и управления, виртуализация ресурсов и продуктов, граничные и туманные вычисления, программно-определяемые сети [33].

Авторы отмечают, что в ключевые барьеры цифровой трансформации, по мнению большинства исследователей, связаны с финансовым, логистическим и техническим компонентами. Одной из ключевых проблем исследования являются организационные изменения в компании, которые приводят к цифровой трансформации. Так, многие исследователи видят основную проблему трансформации в недостатке ключевых компетенций у сотрудников.

COVID-19 выявил двойственную природу барьеров для цифровой трансформации промышленности. В ходе пандемии в части организаций цифровая трансформация была приостановлена, в другой части компаний карантинные ограничения ускорили процесс цифровизации [33].

В статье Алексея Боровкова, Олега Рождественского, Елизаветы Павловой, Алексея Глазунова и Константина Савичева «Ключевые барьеры цифровой трансформации высокотехнологичного производства: метод оценки» (Alexey Borovkov, Oleg Rozhdestvenskiy, Elizaveta Pavlova, Alexey Glazunov, Konstantin Savichev "Key Barriers of Digital Transformation of the High-Technology Manufacturing: An Evaluation Method") рассматриваются методы определения барьеров цифровой трансформации промышленных производств [34]. Всего исследователи выделяют 14 барьеров, которые затрудняют цифровую трансформацию:

1. Устаревшие производственные технологии и низкий уровень автоматизации.
2. Ограниченные возможности IT-инфраструктуры предприятия.
3. Сложности, связанные с интеграцией новых цифровых технологий с существующей IT-инфраструктурой предприятия.
4. Доступность программного обеспечения, соответствующего определенным требованиям.
5. Недостаток / ограниченность финансовых ресурсов для цифровой трансформации предприятия.
6. Недостаток / ограниченность финансовых ресурсов для развития цифровых производственных технологий.
7. Нехватка квалифицированных специалистов для внедрения и использования цифровых производственных технологий.
8. Недостаток или недостаточное качество подготовки, повышения квалификации персонала в рамках ключевых направлений цифровой трансформации.
9. Неготовность (недостаток мотивации) персонала к внедрению передовых цифровых технологий.
10. Неготовность IT-департаментов к внедрению передовых цифровых технологий.
11. Отсутствие последовательной политики цифровизации.
12. Недостаточная проработанность вопроса передачи информации с ограниченным доступом по защищенным каналам.
13. Недостаточная проработанность нормативной правовой базы в сфере информационного взаимодействия.
14. Разный уровень IT-зрелости участников производственной кооперации [34].

В статье Павла Кузьмина «Эмпирический анализ барьеров перехода от этапа пилотного внедрения технологий четвертой промышленной революции к широкому внедрению» рассматриваются существующие в литературе классификации барьеров цифровой трансформации, а также предлагается авторская классификация барьеров. В частности, автор обобщает подходы к определению барьеров [35].

Таблица 2. Барьеры, препятствующие внедрению цифровых технологий в промышленных компаниях

Группа барьеров	Перечень барьеров
Экономические / финансовые барьеры	Потребность в привлечении инвестиций
	Нехватка свободных денежных средств
Управленческие барьеры	Недостаточная поддержка руководства
	Необходимость изменения бизнес-модели компании
	Несогласованность внедряемых цифровых технологий со стратегическими целями компании
Компетентностные барьеры	Недостаток квалифицированного персонала, способного внедрить / использовать цифровые технологии
	Сопrotивление со стороны статичной организационной культуры компании
	Недостаточное обеспечение кибербезопасности
Нормативные правовые барьеры	Недостаток стандартов для цифровых технологий и направления их развития
	Недоработанность нормативного правового регулирования персональных данных и кибербезопасности
	Необходимость актуализации законов о контрактной системе и закупках
Технологические барьеры	Сложность внедрения цифровых технологий
	Неготовность инфраструктуры предприятия к внедрению цифровых технологий

Источник: АО «Техснабэкспорт», 2022 [35]

2.2. Риски

Цифровая трансформация промышленных предприятий, основанная на внедрении технологий Индустрии 4.0, связана с целым рядом решений, обуславливающих развитие бизнеса в долгосрочной перспективе. Стратегические решения, внедрение новых технологий, а также другие структурные изменения в рамках цифровой трансформации увеличивают риски для компании.

Согласно исследованию консалтинговой компании Deloitte, можно выделить 10 рисков цифровой трансформации для любой организации [36]:

1. Технологические риски, связанные с развитием и внедрением, а также масштабированием новых технологий.
2. Риски кибербезопасности, связанные с несанкционированным доступом, промышленной безопасностью в целом.

3. Стратегические риски, связанные с принятием структурных решений по дальнейшему развитию организации в целом.
4. Операционные риски, то есть события, которые влияют на возможность организации достигать бизнес-целей.
5. Утечка данных, что предполагают потерю информации на разных стадиях жизненного цикла продукта.
6. Риски, связанные с третьей стороной, например, при взаимодействии с участниками цепочки поставок, вендорами.
7. Конфиденциальность, риск, возникающий при обращении с персональными и чувствительными персональными данными.
8. Судебная экспертиза, поиск и сбор доказательств несанкционированного доступа, кибератаки, умышленной порчи IT-инфраструктуры для представления в суде.
9. Регуляторные риски, связанные с соблюдением требований законодательства, стандартов, иных нормативных правовых актов.
10. Риски устойчивости, возникающие в рамках деятельности или оказания услуги в случае, если бизнес в высокой степени зависит от той или иной технологии [36].

Консалтинговая компания Ernst & Young (EY) выделяет следующие глобальные риски для развития промышленности и внедрения цифровых решений в 2023 году [37]:

1. Риски, возникшие в ходе пандемии COVID-19 и текущей геополитической ситуации, привели к реструктуризации глобальных цепочек поставок, поиску подрядчиков, которые находятся рядом с заказчиком, и решорингу. По результатам опроса, проведенного EY, 53% опрошенных европейских и американских компаний заявили о перестройке своих цепочек поставок.
2. Риски нехватки квалифицированных инженеров и рабочих. Разрыв между компетенциями кадров, которые выходят на рынок, и реальными требованиями промышленных предприятий. Также предприятия испытывают нехватку рабочих кадров, что в какой-то степени стимулирует цифровой переход и внедрение новых технологий.
3. Риски, формируемые новыми требованиями по экологичности и устойчивости. Производители перестраивают цепочки добавленной стоимости, вводят инструменты мониторинга эмиссии углекислого газа [37].

Компания Yokogawa выделяет несколько типов рисков цифровой трансформации промышленных предприятий [38]:

1. Риски цифровой трансформации, связанные с человеческим капиталом:
 - 1.1. Лидерство – риски, связанные с принятием стратегических решений.
 - 1.2. Сопротивление сотрудников изменениям.
 - 1.3. «Племенное» знание – знание, замкнутое в отдельных подразделениях организации, что приводит к проблемам при реализации задач цифровой трансформации.
 - 1.4. Потеря талантов – один из ключевых рисков (выход квалифицированных сотрудников на пенсию).
2. Риски цифровой трансформации, связанные с реализацией бизнес-процессов.

- 2.1. «Случайный процесс» – бизнес-процессы, которые должны быть скоординированы, включая планирование цепочки поставок, планирование производства, управление процессами, производственный учет и другие связанные бизнес-процессы, часто работают изолированно или даже противостоят друг другу.
 - 2.1.1. Программные решения часто не интегрируются друг с другом. Часто разные поставщики разрабатывают инструменты индивидуально. Следовательно, необходимые данные, и модели различаются, что увеличивает время, необходимое для их создания, обслуживания и использования.
 - 2.1.2. Линейные модели теряют актуальность. Линейные модели, сформированные на основе сложившихся процессов в организации, часто неэффективны для новых бизнес-процессов.
 - 2.1.3. Традиционные линейные модели не учитывают изменяющиеся логистические процессы.
 - 2.1.4. Планирование цепочки поставок увязывает идеальный производственный план с реальными операциями. Но системы планирования часто не имеют возможности полной оптимизации планами.
 - 2.1.5. Для обновления моделей требуются специалисты в данной области и значительные временные затраты.
- 2.2. Эффективность управления процессами. Один из рисков, с которым может столкнуться рабочая группа по цифровой трансформации компании, заключается в том, что у руководства может не быть четкого понимания того, как должны работать цифровые процессы. Продвижение проекта цифровой трансформации без четкого и единообразного понимания этих процессов может привести к неэффективным, ресурсоемким, несогласованным рабочим, бизнес- и производственным процессам.
- 2.3. Технологические риски цифровой трансформации:
 - 2.3.1. Внедрение технологий без предварительной оценки реальной потребности бизнеса в этой технологии. Технологии должны быть включены в существующие бизнес-процессы предприятия, в противном случае инвестиции в технологическое развитие могут быть неэффективными.
 - 2.3.2. Устаревшие технологические системы. Необходимость модернизации устаревших систем и интеграции их с более новыми решениями.
 - 2.3.3. Качество данных. Сбор, защита, хранение и перенос данных могут являться рисками цифровой трансформации. Качество данных является приоритетным для проведения аналитики, необходимой для принятия тех или иных решений.
 - 2.3.4. Кибербезопасность. Постепенная цифровизация всех производственных процессов, приводит к тому, что кибербезопасность начинает играть все более важную роль для обеспечения работы

производства.

2.3.5. Хранение данных и их безопасность. Риски кражи или потери данных, в том числе данных клиентов.

2.3.6. Открытая архитектура. Риски совмещения закрытых частей кода и открытого кода, доступного всему интернет-сообществу [38].

2.3. Нормативное правовое регулирование, в том числе анализ государственных программ поддержки по НИРам и НИОКРам

В рамках текущего раздела представлены результаты анализа нормативного правового регулирования и государственной политики цифровой трансформации с фокусировкой на двух технологических направлениях: искусственный интеллект и расширенная реальность.

Инициативы в области цифровой трансформации являются одним из приоритетов развития многих стран, так как способствуют повышению эффективности производства, инновационности и конкурентоспособности продукции и услуг на мировых рынках. Одни программы носят комплексный характер и содержат меры, направленные на решение вопросов цифровой политики во всех областях, влияющих на цифровую трансформацию, другие ориентированы на реализацию деятельности в рамках определенного сектора или технологического направления.

Обзор комплексных стратегий цифровой трансформации и связанных с ними государственных инициатив был представлен в рамках исследования «Assessing national digital strategies and their governance», подготовленного в 2021 году (опубликованного в мае 2022 года) экспертами Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР; Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD) [39]. В исследовании была предложена методология для оценки полноты / комплексности национальных цифровых стратегий (national digital strategy comprehensiveness, NDSC), которая позволяет сформировать представление о цифровой политике стран и рекомендации ее координации в различных областях, ориентируясь на 7 критериев разработанной ОЭСР концепции «The OECD Going Digital Integrated Policy Framework» (критерии: доступ к коммуникационной инфраструктуре, услугам и данным; использование цифровых технологий и данных; инновации; рабочие места; общество; доверие к цифровым средам; открытость рынка) [40].

По итогам исследования цифровых стратегий стран-участниц ОЭСР были сделаны выводы о том, что в разных странах наиболее комплексная поддержка направлена на обеспечение доступа к коммуникационной инфраструктуре, услугам и данным, в первую очередь на устойчивое развитие сектора информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Вместе с этим, серьезного внимания в рамках национальных цифровых стратегий требуют вопросы координации политики в таких сферах, как рынок труда (рабочие места) и открытость рынка.

Стоит также отметить, что с опорой на национальные стратегии по цифровой трансформации в большинстве стран сформированы программы по обеспечению кибербезопасности государств и развитию технологий искусственного интеллекта. Последнее направление стало активно поддерживаться многими государствами с 2017 года, так как ожидается, что технологии искусственного интеллекта внесут существенный вклад в повышение производительности труда и конкурентоспособности промышленного производства [41]. По данным ОЭСР, которая осуществляет мониторинг

государственных инициатив в данной области, в настоящий момент более чем 60 государств приняли стратегические документы [42].

Основной фокус государственных программ направлен на развитие инноваций за счет увеличения национального исследовательского потенциала (увеличение числа исследователей, квалифицированных выпускников университетов, создание стартапов), стимулирования компаний, в первую очередь компаний промышленного сектора, к внедрению решений искусственного интеллекта и поддержке научно-исследовательских институтов и стартапов в этой области [43].

В данном разделе будут рассмотрены некоторые инициативы в области цифровой трансформации и в частности, технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности и наиболее актуальные примеры поддержки в странах-лидерах и странах, стремящихся занять лидирующие позиции в мире в этих областях.

Согласно данным Digital Future Index 2021–2022 США занимает лидирующую позицию среди стран, инвестирующих в цифровые технологии, второе место занимает Китай, а третье – Великобритания [44]. Большая часть финансирования цифровых технологий в этих странах направлена на поддержку развития технологий искусственного интеллекта. На момент исследования инвестиции США в технологии искусственного интеллекта составили более 71 млрд фунтов (88,91 млрд долл.¹), инвестиции Китая – 34,2 млрд фунтов (42,83 млрд долл.), Великобритании – 7,2 млрд фунтов (9,02 млрд долл.) [44; 45].

Скоординированная стратегия Правительства США по поддержке и укреплению научного, технологического и экономического лидерства страны в области искусственного интеллекта зафиксирована в указе «О сохранении американского лидерства в области искусственного интеллекта» (Executive order on maintaining american leadership in AI, 2019) [46] и национальной инициативе в области искусственного интеллекта (The National Artificial Intelligence Initiative Act of 2020, NAI) [47; 48]. С учетом данных документов были запущены программы поддержки исследований в области искусственного интеллекта в различных сферах, в том числе в медицине, запущены проекты создания национальных исследовательских институтов и другие [49]. Одной из недавно запущенных программ в области искусственного интеллекта в рамках деятельности Национального научного фонда США (National Science Foundation, NSF) является программа «Expanding AI Innovation through Capacity Building and Partnerships (ExpandAI)» (2020–2025 годы). Она направлена на поддержку исследовательских проектов, проектов по развитию образования в области искусственного интеллекта и на повышение квалификации трудоспособного населения [50]. Ожидается, что в 2023 году будет профинансировано 10–15 пилотных проектов по наращиванию потенциала в области искусственного интеллекта с объемом финансирования до 400 000 долл., на срок до 2 лет, и, 5–10 проектов по развитию партнерских отношений с финансированием от 300 до 700 000 долл. на срок до 4 лет, реализуемых в рамках экосистемы национальных научно-исследовательских институтов искусственного интеллекта [50; 51].

По данным открытых источников известно, что в 2023 году в США на развитие технологий искусственного интеллекта (в том числе на междисциплинарные исследования и проекты) выделено

¹ Расчет осуществлен с учетом курса фунтов стерлингов по состоянию на декабрь 2021 года.

686 млн долл. [52]. 140 млн долл. выделены на поддержку развития 7 федеральных исследовательских лабораторий по искусственному интеллекту на базе уже существующих исследовательских институтов в области искусственного интеллекта [53; 54]. Деятельность лабораторий предполагает исследования в рамках следующих направлений: интеллектуальные агенты для кибербезопасности, нейронные и когнитивные основы искусственного интеллекта, климатически оптимизированное сельское и лесное хозяйство, искусственного интеллекта для процессов принятия решений, надежный искусственный интеллект, обучение с использованием искусственного интеллекта для расширения образовательных возможностей [55]. Развитие лабораторий осуществляется с учетом положений, зафиксированных в ранее принятых документах: Национальном стратегическом плане исследований и разработок в области искусственного интеллекта (The National artificial intelligence research and development strategic plan, принят в 2019 года [56] и обновлен в мае 2023 года [57]) и дорожной карте по созданию общенационального исследовательского ресурса для искусственного интеллекта (An Implementation Plan for a National Artificial Intelligence Research Resource (NAIRR), 2023) [58].

В Китае также принят комплексный документ, отражающий стратегические цели страны по развитию искусственного интеллекта – Программа развития искусственного интеллекта нового поколения (Next Generation Artificial Intelligence Development Plan) [59; 60]. Данная программа определяет три основных цели:

- к 2020 году Китай должен выйти на уровень развитых стран по степени развития и применения искусственного интеллекта;
- к 2025 году Китай должен достичь лидирующих позиций в некоторых направлениях искусственного интеллекта, а данные технологии должны стать движущей силой модернизации промышленности и реструктуризации экономики;
- к 2030 году Китай должен стать мировым лидером в области технологий искусственного интеллекта.

На сегодняшний момент можно говорить о существенных достижениях страны в реализации поставленных целей. Согласно данным Мирового рейтинга стран в области искусственного интеллекта (The Global AI Index) Китай по совокупности показателей занимает второе место в мире, при этом по показателю развитости инфраструктуры (доступность Интернета, наличие систем высокопроизводительных вычислений и др.) страна занимает 1 место, а по показателям исследований (количество публикаций [61]², цитирований и др.) и инновационных разработок, инвестиций в искусственный интеллект и государственной поддержки – 2 место [62]. Одновременно с этим по показателю, отражающему наличие квалифицированных специалистов-практиков (танталов) в области искусственного интеллекта, страна занимает 24 место. По мнению некоторых экспертов, недостаток в высококлассных специалистах не станет препятствием в процессе достижения лидерства в области искусственного интеллекта [63] и к 2030 году этот барьер удастся преодолеть.

Согласно недавно принятому 14-му пятилетнему плану социально-экономического развития (2021–2025) и долгосрочные цели развития до 2035 года Китайской Народной

² Высокий уровень публикационной активности университетов Китая также отмечен в докладе Стэнфордского университета «AI Index Report 2023»

Республики (The 14th Five-Year Plan (2021–2025) for National Economic and Social Development and Vision 2035 of the People's Republic of China) [64] ожидается, что государственные и частные инвестиции на исследования и разработки (НИОКР) будут увеличиваться более чем на 7% ежегодно. Среди ключевых направлений финансирования научно-технологических исследований на первом месте выделен искусственный интеллект, где ожидается достичь серьезных прорывов.

В Великобритании начиная с 2014 года, согласно данным, приведенным в Национальной стратегии искусственного интеллекта (National AI Strategy), государственное финансирование на поддержку искусственного интеллекта составило более 2,3 млрд фунтов (2,88 млрд долл.) [65]³, включая поддержку лаборатории искусственного интеллекта, развитие автономных транспортных средств, поддержку высшего и дополнительного образования, компаний-разработчиков решений искусственного интеллекта. В 2023 году было выделено 110 миллионов фунтов (137,75 млн долл.) на развитие технологий искусственного интеллекта в энергетике, транспорте, сельском хозяйстве, медицине, и, 900 млн фунтов (1,1 млрд долл.) на строительство исследовательского центра искусственного интеллекта, оснащенного суперкомпьютером (мощностью 1 эксафлопс). Эксафлопсный компьютер планируется использовать для обучения сложных моделей искусственного интеллекта и проведения исследований в таких сферах как промышленность, наука, окружающая среда и климат [66–68].

В недавно опубликованном правительственном документе «UK Science and Technology Framework» [69] искусственный интеллект определяется одной из критических технологий научно-технологического развития страны [70]. В след за этим стратегическим документом Правительство Великобритании выпустило Белую книгу, в которой изложены предложения по регулированию искусственного интеллекта, ориентированные на развитие инноваций и стимулирование инвестиций, а также укрепление общественного доверия к данной технологии (Policy paper «A pro-innovation approach to AI regulation») [66]. Предложенная концепция основывается на принципах обеспечения, которые определяют развитие и использование искусственного интеллекта во всех секторах экономики. безопасности (программы и приложения с применением искусственного интеллекта должны работать безопасно, с учетом всех возможных рисков);

- прозрачности и объяснимости (организации, разрабатывающие и внедряющие искусственный интеллект, должны быть доступны для коммуникации и в случае необходимости доступно разъяснить, как работают их системы);
- справедливости (искусственный интеллект должен использоваться в соответствии с существующими законами Великобритании, в том числе в соответствии с законом о равенстве 2020 года, не ущемлять и не дискриминировать частных лиц, не способствовать созданию недобросовестных коммерческих результатов);
- управления (необходимо принять меры по введению разумного контроля над тем, как используется искусственный интеллект, и ответственности за возможные последствия);

³ Расчет осуществлен с учетом курса фунтов стерлингов по состоянию на декабрь 2022 года.

- возможности судебного оспаривания (люди должны обладать четкими и доступными способами для оспаривания возможных опасных последствий или решений, сгенерированных искусственным интеллектом) [71; 72].

Ожидается, что с учетом данных принципов в ближайший год регулирующие органы разработают нормативные документы в области искусственного интеллекта.

Помимо США, Китая и Великобритании, активное развитие цифровых технологий, и в том числе искусственного интеллекта, наблюдается в развивающихся странах, таких как *Индия*. Правительство страны поддерживает развитие данных технологий, иницилируя такие программы как: «Цифровая Индия» (The Digital India initiative, 2015), Национальная стратегия искусственного интеллекта «Искусственный интеллект для всех» (National Strategy for Artificial Intelligence (NSAI), «AI for All», 2018) [73], Национальный портал искусственного интеллекта в Индии (The National Artificial Intelligence Portal) [74], созданный по инициативе Министерства электроники и информационных технологий (MeitY), Национального подразделения электронного управления (NeGD) и национальной ассоциации компаний по информационным технологиям и бизнес-процессам NASSCOM, как площадка для взаимодействия представителей научного и бизнес сообществ. С целью реализации НИОКР в области искусственного интеллекта также создан исследовательский центр искусственного интеллекта и робототехники (Centre for Artificial Intelligence and Robotics (CAIR)) [75]. В начале 2023 года Правительство Индии объявило о выделении на 2023–2024 годы финансирования на создание трех передовых центров в области искусственного интеллекта в ведущих учебных заведениях для проведения междисциплинарных исследований и разработки масштабируемых решений проблем в областях сельского хозяйства, здравоохранения и развития городов [76; 77].

Искусственный интеллект входит в ряд цифровых технологий (на ряду с технологиями автоматизации процессов, облачными технологиями, технологиями промышленного интернета вещей и интеграции оборудования/машин), на которые уходит 35% операционных бюджетов индийских предприятий, придерживающихся принципов умного производства. По данному показателю Индия опережает США (27%) и Японию (24%) [78]. В настоящий момент по данным 8-го ежегодного «Отчета о состоянии умного производства» (8th annual «State of Smart Manufacturing Report») Rockwell Automation Inc.[79]⁴ среди опрошенных предприятий Индии 57% используют технологии умного производства. Растущий интерес к данным технологиям связан с необходимостью оптимизации производственного процесса на предприятиях и решением проблемы нехватки квалифицированных кадров. При этом 58% респондентов в Индии отметили, что сопротивление сотрудников изменениям является основным препятствием для внедрения технологий умного производства.

Одновременно с этим, в другом отчете, посвященном исследованию отношения людей к искусственному интеллекту «Trust in Artificial Intelligence», проведенному аудиторско-консалтинговой компанией KPMG, Индия представляется страной с самым высоким уровнем доверия к технологиям искусственного интеллекта (75% опрошенных) [80]. Также высокий уровень доверия к данным технологиям наблюдается и в некоторых других странах, входящих в межгосударственное

⁴ В данном исследовании приняли участие более 1350 производителей из 13 ведущих стран, включая Индию, Китай, Германию, Японию, США и Великобританию.

объединение БРИКС (BRICS – сокращение от Brazil, Russia, India, China, South Africa): Бразилия – 56%, Китай – 67%, ЮАР – 57%. Исследователи отмечают, что в развивающихся странах уровень доверия к технологиям искусственного интеллекта существенно выше, чем в развитых [81].

В Бразилии и ЮАР также реализуются государственные инициативы по развитию цифровых технологий. С 2018 года в Бразилии реализуется стратегия цифровой трансформации (Brazilian Strategy for Digital Transformation, E-Digital) [82], которая в 2022 году была актуализирована на период 2022–2026 годы и дополнена рядом мер направленных на развитие цифровой инфраструктуры в стране, в том числе содействие развитию киберинфраструктуры для реализации крупных научно-технологических проектов в сотрудничестве с IT-компаниями. Также представлен ряд мер по усилению государственно-частного партнёрства: создание платформ при участии государства и бизнеса для развития программного обеспечения и компонентной базы в робототехнике; государственный заказ НИОКР по таким направлениям, как Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект, робототехника, автоматизация, облачные вычисления, блокчейн, информационная безопасность, кибербезопасность, носимые устройства и другие; проведение форсайт исследований и формирование технологических дорожных карт приоритетных направлений НИОКР, которые будут способствовать производительности и конкурентоспособности промышленности и созданию новых рабочих мест и другие меры. Ожидается, что пересмотр стратегии позволит ускорить цифровую трансформацию, обеспечить информационную и кибербезопасность и технологическое развитие различных сфер экономики страны.

Частью инициатив по развитию цифровых технологий является принятая в Бразилии в 2021 году стратегия в области искусственного интеллекта (Brazilian Artificial Intelligence Strategy, EBIA) [83], сформированная с учетом рекомендаций и принципов разработанных ОЭСР [84]. Данная стратегия носит концептуальный характер и содержит цели по формированию нормативно-правового поля, развитию исследований и разработок, включая их продвижение в международной среде, содействию подготовке специалистов в области искусственного интеллекта, обеспечению безопасности. Но как отмечают эксперты [85] и чиновники [86] документ не содержит четкие механизмы достижения целей, а также не устанавливает временных рамок (периода реализации стратегии), что затрудняет привлечение заинтересованных сторон, в первую очередь представителей бизнеса, к реализации данной стратегии.

Почти одновременно с принятием стратегии было создано 6 центров прикладных исследований в области искусственного интеллекта (Centers for Applied Research (CPA) in Artificial Intelligence) [87; 88]. Их деятельность предполагает проведение научных и технологических исследований применительно к проблемам, которые можно решить с помощью искусственного интеллекта. Центры созданы по таким направлениям, как: здравоохранение (Center for Innovation in Artificial Intelligence for Health, CIIA-Saúde [89]; Artificial Intelligence Reference Center, Cereia [90]), сельское хозяйство (Brazilian Institute of Data Science, BIOS [91]), умный город (Artificial Intelligence Recreating Environments, IARA) [92] и производство (Artificial Intelligence Intelligent Manufacturing Solutions [93]; Center of Excellence in Applied Research in Artificial Intelligence for Industry [88]). Последние фокусируются на применении искусственного интеллекта для мониторинга и контроля в режиме реального времени, реализации цифровых двойников, предиктивного технического обслуживания и интеллектуальной эксплуатации, обеспечения кибербезопасности, автоматизации производства (автоматизированные системы, робототехника и оборудование/станки).

В Южно-Африканской Республике также создаются исследовательские центры в области искусственного интеллекта. В 2023 году на базе двух университетов (Tshwane University of Technology (TUT), University of Johannesburg (UJ)) [94] во исполнение рекомендаций Президентской комиссии по четвертой промышленной революции (Summary report & recommendations presented by Presidential Commission On The Fourth Industrial Revolution (4IR)) [95] был создан Институт искусственного интеллекта ЮАР (Artificial Intelligence Institute of South Africa, AIIISA) [96]. Рекомендации Президентской комиссии являются основополагающим документом по развитию цифровых технологий, в том числе искусственного интеллекта, в стране.

Согласно основным рекомендациям, деятельность института AIIISA будет направлена на осуществление научно-технологических проектов в области здравоохранения, сельского хозяйства, энергетики, промышленности, туризма, ИКТ и других, а также на реализацию образовательной деятельности среди различных слоев общества. Университеты, на базе которых создан институт, реализуют проекты в области искусственного интеллекта для совершенствования инфраструктуры автомобильной промышленности, для горнодобывающей промышленности, модернизации государственных услуг и создания крупного облака государственных данных, внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство и производство продуктов питания [97].

Также, согласно Рекомендациям, будут реализованы государственные механизмы поддержки промышленного сектора, стимулирующие компании инвестировать в технологии передового производства и новые материалы [95; 98].

В Российской Федерации тематика цифровой трансформации и искусственного интеллекта обозначена в национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» [99], в рамках которой принят федеральный проект «Искусственный интеллект». Он разработан как основной инструмент реализации Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года [100], утвержденной Президентом Российской Федерации в 2019 году⁵.

Согласно указу, стратегия принята «в целях обеспечения ускоренного развития искусственного интеллекта в Российской Федерации, проведения научных исследований в области искусственного интеллекта, повышения доступности информации и вычислительных ресурсов для пользователей, совершенствования системы подготовки кадров в этой области» [100]. Национальная стратегия определяет несколько периодов развития искусственного интеллекта в России – 2024 и 2030 годы. В 2024 году ожидается значительное улучшение позиции страны в сфере искусственного интеллекта: увеличение количества зарегистрированных результатов интеллектуальной деятельности (РИД) и разработанных на их основе технологических решений, используемых в практической деятельности; разработка российских микропроцессоров, не уступающих мировым аналогам по скорости и энергоэффективности; увеличение числа специалистов и аспирантов,

⁵ Указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» также было поручено Правительству до 15 декабря 2019 г. обеспечить внесение изменений в национальную программу «Цифровая экономика Российской Федерации», в том числе разработать и утвердить федеральный проект «Искусственный интеллект».

имеющих компетенции в области искусственного интеллекта и в смежных областях его использования и другие.

В 2030 году предполагается достижение лидирующих позиций в отдельных направлениях, связанных с искусственным интеллектом: разработка ПО, в котором используются технологии искусственного интеллекта, для решения задач в различных сферах деятельности, организациями, которые должны войти в группу лидеров на мировом рынке; публикация на общедоступных платформах объема данных различного формата, достаточного для решения всех актуальных задач в области искусственного интеллекта; размещение на российском и международном рынках функционирующих образцов микропроцессоров с комплектом соответствующего ПО, а также ввод в обращение интеллектуальных устройств на соответствующем товарном рынке, в которых используются такие микропроцессоры; достижение лидирующих позиций российских университетов в мире по направлениям развития искусственного интеллекта; функционирование гибкой системы нормативно-правового регулирования в области искусственного интеллекта, в том числе гарантирующей безопасность населения и направленной на стимулирование развития технологий искусственного интеллекта и др.

По поручению Президента Российской Федерации [101] к 1 июня 2023 года Администрацией Президента совместно с Правительством Российской Федерации и с привлечением ассоциации «Альянс в сфере искусственного интеллекта» [102]⁶ будет подготовлен проект указа о внесении в Национальную стратегию развития искусственного интеллекта до 2030 года изменений относительно мер, направленных на повсеместное внедрение соответствующих технологий в отраслях экономики, социальной сфере и госуправлении. Также по поручению Президента Российской Федерации необходимо обеспечить продление до 2030 года срока оказания поддержки деятельности исследовательских центров в сфере искусственного интеллекта в рамках федерального проекта «Искусственный интеллект». В настоящий момент в рамках проекта создано 6 исследовательских центров на базе отечественных университетов (Сколтех, МФТИ, НИУ ВШЭ, ИСП РАН, Иннополис, ИТМО), которые за период 2021-2022 годов получили поддержку в размере 2,4 млрд рублей [103].

В ближайшей перспективе планируется запустить вторую волну отбора исследовательских центров, чья деятельность будет направлена на исследования и разработку конкретных прикладных решений для отраслей, также планируется увеличить объемы грантовой поддержки разработчиков решений в области искусственного интеллекта, скорректировать программы высшего и дополнительного образования в этой и смежных областях [104]. В 2023 году грантовая поддержка проектов российских компаний, внедряющих отечественные решения на базе технологий искусственного интеллекта, была продолжена Фондом «Сколково» (мера поддержки была запущена в 2021 году). Размер гранта составит от 20 до 100 млн рублей [104]. В целом на реализацию федерального проекта в 2021-2024 годы выделено 32,1 млрд рублей [105].

⁶ Для решения задач по развитию высокотехнологичной отрасли «Искусственный интеллект» бизнесом сформирован Альянс искусственного интеллекта, который включает основных участников рынка, заинтересованных в развитии отрасли (ПАО Сбербанк, «Яндекс», VK, «Газпром нефть», Российский фонд прямых инвестиций (РФПИ), АО «ОХК «Уралхим», Группа Компаний «Русагро», ПАО ГК «Самолет», ООО «СИБУР», ПАО «Северсталь».

К развитию искусственного интеллекта в России также привлекаются крупные государственные компании и институты развития. Так в январе 2023 года между Правительством Российской Федерации и ПАО «Сбербанк», АО «УК РФПИ» и АНО «Платформа НТИ» было подписано соглашение о намерениях по развитию высокотехнологичного направления «Искусственный интеллект» [106]. Реализация соглашения пройдет по утвержденной Правительством в декабре 2022 года «дорожной карте» «Развитие высокотехнологичного направления «Искусственный интеллект» (ИИ) на период до 2030 года». В соответствии с поручением Президента Российской Федерации по итогам заседания Совета по национальным проектам и стратегическому развитию в июле 2022 года дорожная карта была актуализирована (ранее, в 2019 году была утверждена дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Нейротехнологии и искусственный интеллект» [107]).

В рамках «дорожной карты» предусмотрено создание центров компетенций, реализация механизмов поддержки развития малых предприятий, создание условий для подготовки кадров, осуществление венчурных инвестиций в высокотехнологичные стартапы. Также запланировано создание более 60 перспективных технологических решений (ИИ-продуктов) [108]. Согласно открытым источникам в документе предусмотрено финансирование мероприятий в области искусственного интеллекта в размере 24,6 млрд руб. (из федерального бюджета) и 111 млрд руб. частных инвестиций до 2030 года. Развитие технологий искусственного интеллекта в России ожидается по четырем направлениям: обработка естественного языка и синтез речи, компьютерное зрение, перспективные методы искусственного интеллекта и интеллектуальная поддержка принятия решений [109].

Еще одним инструментом реализации Национальной стратегии развития искусственного интеллекта является Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации (НЦРИИ), который начал работу в сентябре 2022 года на базе НИУ ВШЭ [110]. Деятельность Центра предполагает экспертно-аналитическое сопровождение внедрения и развития искусственного интеллекта в отраслях экономики и госсекторе, включая отбор эффективных решений искусственного интеллекта для бизнеса, науки и государства [111].

На региональном уровне также ведется деятельность по развитию и внедрению технологий искусственного интеллекта [112]. Так в Москве введен с 2020 года экспериментальный цифровой режим, в рамках которого возможно тестировать технологии искусственного интеллекта в реальных условиях. Благодаря чему удастся установить понятные и четкие правила развития технологий искусственного интеллекта и далее распространить в регионы [113]. В 2022 году на специальном портале Правительство Москвы открыло доступ к 40 датасетам обезличенных медицинских данных для тестирования нейросетей, а также тестовый доступ к другим видам данных, среди которых — библиотеки обезличенных данных об изменении плотности населения в разных районах Москвы и Московской области, обезличенные показатели с приборов учета воды и другие [114].

Во Владивостоке был открыт Дальневосточный центр искусственного интеллекта, который осуществляет анализ регулирования искусственного интеллекта в странах Азиатско-Тихоокеанского региона, работу по развитию научного сотрудничества с ведущими институтами этих стран, разработку решений, направленных на разрешение ключевых экологических проблем [115]. В 2023 году планируется создание центров искусственного интеллекта и в других регионах.

В Республике Татарстан в апреле 2022 было принято Постановление Кабинета Министров Республики № 369 «Об использовании технологий искусственного интеллекта в Республике Татарстан». Данный документ регулирует механизмы взаимодействия граждан, органов государственной власти, муниципалитетов и организаций в сфере технологии искусственного интеллекта, устанавливает принципы, применяемые при создании, внедрении и использовании технологий искусственного интеллекта в Республике, а также требования к публичному размещению информации о внедренных решениях искусственного интеллекта в исполнительных органах власти [116].

Внедрение искусственного интеллекта наряду с новыми производственными технологиями, робототехникой, новыми коммуникационными интернет-технологиями, технологиями интернета вещей, технологиями виртуальной и дополненной реальности в обрабатывающей промышленности предусмотрено в рамках Стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 ноября 2021 года №3142-р [117]. С целью обеспечения цифровой трансформации промышленных компаний в рамках стратегического направления предусмотрены проекты «Умное производство» (формирование системы поддержки российских программных решений для обрабатывающей промышленности), «Цифровой инжиниринг» (внедрение технологий виртуальных испытаний продукции), «Продукция будущего» (применение модели кастомизированного производства, внедрение предиктивной аналитики и сервисной модели реализации промышленной продукции), «Новая модель занятости» (совершенствование механизмов подбора кадров).

Как можно заметить и развитые и развивающиеся страны ведут активную политику в области цифровой трансформации и развития одной из ключевых технологий реализации данного перехода – искусственного интеллекта. Наряду с этим в ряде стран отмечается поддержка развития еще одного технологического направления цифровизации – иммерсивных технологий (или расширенной реальности, которая включает дополненную, виртуальную и смешанную реальность), и формируемой на их основе метавселенной.

Среди стран, которые одними из первых на государственном уровне стали поддерживать развитие иммерсивных технологий, можно выделить *Великобританию*. Государству удалось развить научно-исследовательское направление и создать основу для формирования компаний в этой области за счет финансирования, выделяемого на протяжении последних пяти лет в рамках различных программ: The Arts and Humanities Research Council (AHRC), The Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC), Innovate UK, The Industrial Strategy Challenge Fund (ISCF) Programme, Audience of the Future (AOTF) и The Creative Industries Clusters Programme (CICP). За счет последних двух программ было поддержано 906 научно-исследовательских и бизнес-проектов и обеспечено соинвестирование на сумму 247 млн. фунтов (по состоянию на 2022 год, 309,32 млн долл.⁷). Согласно данным отчета «2022 Immersive Economy Report» [118] общий оборот отрасли в 2022 году оценивался в 1,4 млрд фунтов (1,7 млрд долл.), при этом число компаний в области иммерсивных технологий в 2022 году увеличилось до 2106 по сравнению с 2018 годом, когда их

⁷ Расчет осуществлен с учетом курса фунтов стерлингов по состоянию на декабрь 2022 года.

насчитывалось около 1000. Наибольшее распространение технологий расширенной реальности наблюдается в таких секторах, как СМИ, развлечения, игры, образование.

В США также активно развивается направление иммерсивных технологий. Среди всех компаний мира в данной области 40% расположены в США (по состоянию на 2021 год) [44]. В 2022 году иммерсивные технологии были определены в качестве одной из 10 ключевых технологических областей, выделенных в Законе о создании полезных стимулов для производства полупроводников (Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors (CHIPS) and Science Act of 2022) [119]. В целом закон предполагает поддержку полупроводниковой промышленности США и увеличение финансирования критически важных технологий (включая среди прочих искусственный интеллект и иммерсивные технологии). В апреле 2023 года Национальный научный фонд США (NSF) объявил о выделении 16,1 млн долл. в рамках программы «Computer and Information Science and Engineering Community Research Infrastructure» (CCRI) [120] на поддержку создания и развития исследовательской инфраструктуры, которая обеспечит исследователям и студентам по всей стране доступ к данным и платформам, необходимым для проведения исследований искусственного интеллекта в области социальной робототехники и иммерсивных виртуальных сред [121].

Также активная поддержка развития данного направления наблюдается в Южной Корее, которая стремится попасть в пятерку лидеров в области технологий расширенной реальности и метавселенной. Так, в феврале 2022 года Министерство информационно-коммуникационных технологий, науки и планирования будущего Южной Кореи объявило о планах по созданию всеобъемлющей экосистемы метавселенной под названием «Расширенный виртуальный мир» (The «Expanded Virtual World»), на которую выделено финансирование в размере 223,7 млрд корейских вон (180 млн долл.) [122]. В метавселенной технологии расширенной реальности могут использоваться для создания виртуальных пространств, где люди могут встречаться, взаимодействовать и участвовать в различных мероприятиях (общение, игры, обучение). Данная платформа будет использоваться для развития бизнеса, образования и СМИ в виртуальном пространстве. Выделенные средства государство направит на поддержку разработчиков решений в данной области, и компаний, создающих цифровой контент, включая финансирование проведения творческих мероприятий, конкурсов и хакатонов. В 2023 году выделено 30 млн долл. на финансирование небольших фирм, занимающихся проектами в области расширенной реальности, чтобы побудить их к сделкам по слиянию и поглощению, которые укрепят местную экосистему и будут способствовать увеличению представительства на мировом рынке. Также выделены средства в размере 21 млн долл. на поддержку 13 новых проектов, предполагающих услуги с использованием метавселенной, в таких секторах, как здравоохранение, образование и туризм [123]. В настоящий момент реализуется проект «Метавселенная Сеула» (Metaverse Seoul, 2023–2026 годы), в рамках которого предполагается осуществить интеграцию технологий виртуальной и дополненной реальности в управление городской инфраструктурой [124]. Данные инициативы являются частью политики, проводимой государством в рамках принятой в 2021 году инициативы «Новый курс Кореи» (The Korean New Deal) и ее направления «Новый цифровой курс» (The Digital New Deal) [125].

Расширенная реальность также является важным технологическим направлением развития Китая. В ноябре 2022 года Министерство промышленности и информационных технологий Китая (Chinese Ministry of Industry and Information Technology, MIIT) опубликовало План действий по развитию виртуальной реальности на период 2022–2026 годы (The Virtual Reality and Industry Application

Integration Development Action Plan (2022–2026), Action Plan) [126]. Согласно Плану, к 2026 году, совокупный объем рынка иммерсивных технологий в Китае, включая соответствующее оборудование, программное обеспечение и приложения, превысит 350 млрд юаней (48,56 млрд долл.). В рамках Плана предполагается создание 100 инновационных компаний в сфере виртуальной/дополненной/смешанной реальности, а также развитие 10 пилотных промышленных кластеров для демонстрации интеграции технологий VR и AR в таких областях, как СМИ, образование, горнодобывающая промышленность и борьба со стихийными бедствиями [127; 128]. План действий выделяет пять ключевых задач по развитию индустрии VR/AR/MR на ближайшие пять лет: содействие интеграции ключевых технологий, улучшение компонентной базы для VR-устройств и повышение качества и удобства использования конечных VR-изделий, ускорение разработки большего числа сценариев применения устройств в различных отраслях, создание цифровых платформ услуг в области иммерсивных технологий (приложения, контент), создание комплексной системы стандартов для разработки VR-приложений.

В Российской Федерации рынок иммерсивных технологий (VR/AR-решений) находится в стадии формирования, по некоторым оценкам в 2020 году его объем составил 1,4 млрд рублей [129]. С целью развития данного направления в 2019 году была принята Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Технологии виртуальной и дополненной реальности» (на срок до 2024 года) [130]. В этом же году состоялись конкурсы, по итогам которых было поддержано 23 проекта в области виртуальной и дополненной реальности в объеме 653 млн рублей [131]. В 2022 году Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации приняло решение обновить классификатор российского программного обеспечения, добавив в него, в том числе, раздел «Средства анализа данных», где указаны программы виртуальной и дополненной реальности [132]. Ожидается, что такая мера позволит VR/AR-компаниям претендовать на льготы, действующие для IT-компаний и участвовать в государственных закупках [133].

Рассмотренные примеры инициатив в различных странах иллюстрируют меры государственной поддержки цифровых технологий и наиболее актуальные направления их реализации в странах-лидерах (США, Китай) и странах, стремящихся занять лидирующие позиции в мире в области искусственного интеллекта (Индия) и расширенной реальности/формирования метавселенной (Южная Корея).

В рамках проведенного анализа нормативного правового регулирования, в том числе государственных программ по НИРам и НИОКРам в области цифровой трансформации и ее ключевых технологических направлений можно отметить следующее:

- Во всех рассмотренных инициативах 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 задач в рамках таких сфер как здравоохранение, транспорт, сельское хозяйство, кадровый потенциал, энергетика и промышленность. При этом в ряде инициатив (Индия, Бразилия, ЮАР) преобладает поддержка развития и внедрения рассматриваемых технологий преимущественно для решения проблем социальной направленности. 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 (включая ограничений влияния на социальную сферу), 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, но наибольшее распространение данных технологий наблюдается в таких секторах, как образование, СМИ, развлечения, городская инфраструктура, туризм. Государственные инвестиции в подобные проекты осуществляются в Великобритании и Южной Корее, где основной фокус сделан на поддержке компаний-разработчиков. При этом некоторые страны, например Китай отмечают важность внедрения VR/AR-технологий в промышленность (формирование 10 промышленных кластеров).
 - В Российской Федерации на государственном уровне осуществляется активная поддержка развития цифровых технологий, в частности искусственного интеллекта, как на федеральном, так и на региональном уровнях. Принята стратегия, реализуется национальный проект, в рамках которого определены меры поддержки, включая гранты на исследования. При этом по итогам анализа открытых источников удалось найти ограниченную информацию о государственной поддержке развития технологий расширенной реальности.

2.4. Национальный и международный нормативно-технический ландшафт

В разделе рассмотрены подходы международных организаций по стандартизации, в частности, США, Швейцарии, Великобритании, Германии, Бельгии, Франции, а также стран, формирующих межгосударственное объединение БРИКС (Бразилия, Индия, Китай, ЮАР), к разработке и применению технологий цифровой трансформации – искусственного интеллекта и расширенной реальности. Кратко приведены направления развития государственных инициатив по стандартизации, перечислены разработанные международные стандарты и технические документы, регламентирующие применение технологий цифровой трансформации в разных отраслях промышленности.

Рассмотрен подход Российской Федерации к нормативно-техническому регулированию технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности, приведено описание деятельности технических комитетов, ответственных за реализацию программ стандартизации Российской Федерации, а также перечислены разработанные и утвержденные национальные стандарты и предварительные национальные стандарты Российской Федерации в области искусственного интеллекта и расширенной реальности.

2.4.1. Международный нормативно-технический ландшафт

Стандартизация в области технологий цифровой трансформации проводится следующими международными организациями:

- Международная электротехническая комиссия (International Electrotechnical Commission, IEC, МЭК);
- Британский институт стандартов (British Standards Institution, BSI);
- Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO, ИСО);
- Национальный институт стандартов и технологий США (National Institute of Standards and Technology, NIST);
- Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE);
- Немецкий институт по стандартизации (Deutsches Institut für Normung e.V. / German Institute for Standardization, DIN);
- Немецкий союз электротехники (Verband Deutscher Elektrotechniker / Association of German Electricians, VDE);
- Немецкая комиссия по электротехнике, электронике и информационным технологиям при Немецком институте по стандартизации и Немецком союзе электротехники (Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE / German Commission for Electrical, Electronic & Information Technologies of DIN and VDE; DKE);
- Международный союз электросвязи (International Telecommunication Union, ITU) и отдел стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи (International Telecommunication Union – Telecommunication sector, ITU-T);
- Европейский комитет по стандартизации (Comité Européen de Normalisation / European Committee for Standardization, CEN);
- Европейский комитет электротехнической стандартизации (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique / European Committee for Electrotechnical Standardization, CENELEC);
- Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций (European Telecommunications Standards Institute, ETSI);
- Общество автомобильных инженеров (Society of Automotive Engineers, SAE);
- Управление стандартизацией Китая (Guobiao Standards / Standardization Administration of China, GB, SAC);
- Бразильская национальная организация по стандартизации (Brazilian National Standards Organization / Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT);
- Бюро индийских стандартов (Bureau of Indian Standards, BIS);
- Южноафриканское бюро стандартов (South African Bureau of Standards, SABS) и др.

В текущем разделе рассмотрены подходы международных организаций по стандартизации: ИСО и МЭК, BSI, NIST, IEEE, GB, ABNT, а также DIN, VDE и DKE. Подходы ITU-T, ETSI, SAE, BIS, SABS, а также CEN и CENELEC приведены в Приложении 3.

ИСО (США) и МЭК (Швейцария)

Международная электротехническая комиссия (МЭК) совместно с Международной организацией по стандартизации (ИСО) проводят нормативно-техническую деятельность в области цифровой трансформации. Обе организации отмечают, что использование технологий искусственного интеллекта и виртуальной реальности способствует цифровой трансформации и влияет на основные подходы к организации деятельности в стратегически значимых отраслях, в связи с чем необходима активная работа по стандартизации и регулированию вышеуказанных направлений [134–141].

Объединенный технический комитет ИСО и МЭК (ISO / IEC JTC 1), сформированный в 1987 году, разрабатывает международные стандарты информационных и коммуникационных технологий для бизнеса и потребительских приложений и включает в себя множество подкомитетов, которые публикуют стандарты в областях, способствующих цифровой трансформации [142].

В период с 1995 по 1999 год МЭК и ИСО в рамках работы объединенного комитета ISO / IEC JTC 1 опубликовали несколько стандартов по терминологии в области искусственного интеллекта, которые легли в основу стандарта ISO / IEC 2382:2015 «Информационные технологии – Словарь» («Information technology – Vocabulary»)[143]. Далее работа комитета значительно расширилась, было сформировано 24 подкомитета по технологическим направлениям, в частности:

- ISO / IEC JTC 1 / SC 41: Интернет вещей и цифровой двойник (Internet of Things and Digital Twin);
- ISO / IEC JTC 1 / SC 42: Искусственный интеллект (Artificial Intelligence);
- ISO / IEC JTC 1 / SC 24: Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде (Computer graphics, image processing and environmental data representation).

МЭК и ИСО являются первыми международными организациями по разработке стандартов, создавшими экспертную группу ISO / IEC JTC 1 / SC 42 для проведения мероприятий по стандартизации в области искусственного интеллекта. МЭК в области искусственного интеллекта применяет трехсторонний подход, который в МЭК называют также экосистемным подходом [144–148]. Эксперты МЭК сосредоточены на отраслевых потребностях (вертикальные стандарты), в то время как объединенный технический комитет ISO / IEC JTC 1 разрабатывает общие и основополагающие стандарты (горизонтальные стандарты) [149]. Так, ISO / IEC / JTC 1 / SC 42 ведет разработку основополагающих стандартов по направлениям искусственного интеллекта, вычислительных методов и надежности систем искусственного интеллекта, а также большим данным, аналитика которых, как отмечает технический комитет, выступает неотъемлемым элементом технологии искусственного интеллекта [150–153]. В горизонтальных стандартах содержатся основополагающие концепции, базовые архитектуры, руководства по применению, основы интероперабельности и другое. Также МЭК отмечает, что одной из задач деятельности технического комитета и разрабатываемых стандартов выступает повышение доверия к технологиям искусственного интеллекта [154–156].

В рамках деятельности комитета ISO / IEC JTC 1 / SC 42 по искусственному интеллекту, сформированного в ноябре 2017 года, приведено 17 стандартов, разработанных за период с 2018 по начало

2023 года [157]. Перечень ключевых стандартов ISO / IEC JTC 1 / SC 42 в области искусственного интеллекта приведен в Приложении 2.

Комитет рассматривает как технические, так и нетехнические факторы, которые связаны с разработкой и внедрением искусственного интеллекта в промышленность [148]. К нетехническим факторам относятся требования бизнеса, особенности областей применения технологии, регулирование и выработка политики, социальные и этические соображения. Так, например, стандарт ISO / IEC 24030:2021 «Информационная технология. Искусственный интеллект (AI). Варианты использования» («Information technology – Artificial intelligence (AI) – Use cases») – это первый в своем роде международный технический отчет с примерами из более чем 130 областей применения искусственного интеллекта [158–160]. Стандарт ISO / IEC 22989:2022 «Информационная технология – Искусственный интеллект – Концепции и терминология искусственного интеллекта» («Information technology – Artificial intelligence – Artificial intelligence concepts and terminology») устанавливает терминологию и описывает концепции, связанные с системами искусственного интеллекта, которые охватывают широкий спектр технологий [161; 162].

Помимо стандартов, разработанных совместно с международными организациями, ИСО публикует собственные нормативно-технические документы по искусственному интеллекту, например, ISO/TR 22100-5:2021 «Безопасность машин – Взаимосвязь с ИСО 12100 – Часть 5: Применение машинного обучения искусственного интеллекта» («Safety of machinery — Relationship with ISO 12100 — Part 5: Implications of artificial intelligence machine learning») [163]. При этом на официальном сайте ИСО приводится 29 стандартов в области искусственного интеллекта, находящихся в разработке, в том числе совместно с объединенным техническим комитетом [164–167].

В рамках деятельности по нормативно-техническому регулированию в области расширенной реальности технический комитет ISO / IEC JTC 1 / SC 24 «Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде» («Computer graphics, image processing and environmental data representation») работает над интерфейсами для приложений на основе информационных технологий, связанных с компьютерной графикой и виртуальной реальностью, обработкой изображений, представлением данных об окружающей среде, поддержкой смешанной и дополненной реальности, взаимодействием и визуальным представлением информации. Технический комитет ISO / IEC JTC 1 / SC 24 разрабатывает стандарты в области расширенной реальности, перечень которых приведен в Приложении 2 [168; 169].

МЭК также отдельно разрабатывает стандарты, позволяющие промышленным предприятиям и потребителям безопасно использовать XR-инструменты [154]. Например, комитет IEC TC 110 «Электронные дисплеи» («Electronic displays») разрабатывает стандарты и технические отчеты, определяющие характеристики модулей для электронных дисплеев и устройств расширенной реальности [170–172]. Другой комитет IEC TC 100 «Аудио-, видео- и мультимедиа системы и оборудование» («Audio, video and multimedia systems and equipment») разработал технический отчет IEC TR 63308:2021 «Оборудование и системы виртуальной реальности – Требования к рынку, технологии и стандартам» («Virtual reality equipment and systems – Market, technology and standards requirements»), в котором описывается экосистема виртуальной реальности, обзор рынка и анализ возможных областей применения VR-оборудования [173; 174].

Среди стандартов ИСО в области расширенной реальности можно привести ISO 5476:2023 «Суда

и морская технология – Использование систем виртуальной реальности и тренажеров для спасательных средств и устройств» («Ships and marine technology — Virtual reality and simulation training systems for lifesaving appliances and arrangements») [175], а также 15 стандартов в области расширенной реальности, находящихся в разработке объединенным техническим комитетом [176–179]. Помимо этого, объединенный технический комитет работает над нормативно-техническим регулированием расширенной реальности в сфере образования [180–183]. Участие в деятельности ИСО и МЭК в области цифровой трансформации принимает множество международных организаций по стандартизации, в числе которых Американский национальный институт стандартов (American National Standards Institute, ANSI), Немецкая комиссия по электротехнике, электронике и информационным технологиям при Немецком институте по стандартизации и Немецком союзе электротехники (DIN, VDE, DKE), Британский институт стандартов (BSI), Бразильская национальная организация по стандартизации (ABNT), Бюро индийских стандартов (BIS), Южноафриканское бюро стандартов (SABS) и др. [184–188]

BSI (Великобритания)

Британский институт стандартов (BSI) также осуществляет деятельность по разработке нормативно-технической документации в области цифровой трансформации. В частности, в структуре BSI сформирован технический комитет ART/1 – «Искусственный интеллект» («Artificial Intelligence»), деятельность которого, как было отмечено выше, сопровождается также участием в международной рабочей программе технических комитетов ISO / IEC / JTC 1 / SC 42 и CEN-CENELEC / JTC 21 [189; 190]. Так, за период с 2019 по 2023 год ART/1 опубликовал 16 стандартов в области искусственного интеллекта, в том числе разработанные совместно с вышеуказанными международными комитетами [191]. Помимо этого, технический комитет ART/1 указывает, что в разработке находится 60 стандартов, регулирующих как технические, так и организационные аспекты разработки и применения технологий искусственного интеллекта в промышленности и других отраслях [192].

Нормативно-техническое регулирование расширенной реальности также входит в одно из направлений стандартизации, указанных BSI в качестве необходимых для развития цифровых технологий [193; 194]. Так, например, BSI участвовала в разработке стандартов в области виртуальной, дополненной и смешанной реальностей совместно с ИСО, например, при разработке стандарта BS ISO 13459:2012 «Информационная технология. Информационная модель для смешанной и дополненной реальности. Часть 2: Требования к расширению» («Information technology. Information model for mixed and augmented reality content. Part 2. Augmentation Style Specification»), а также совместно с техническим комитетом ISO / IEC JTC 1 [195; 196].

NIST (США)

Деятельность Национального института стандартов и технологий США (NIST) в области искусственного интеллекта направлена на исследования и подготовку стандартов, необходимых для реализации возможностей искусственного интеллекта, а также укрепления доверия к разработке и использованию технологий и систем искусственного интеллекта [197]. Так, NIST выделяет девять приоритетных направлений для развития стандартизации в области искусственного интеллекта: концепция и терминология, данные и знания, взаимодействие с человеком, измерения, сетевые

технологии, методология тестирования производительности и представления данных, безопасность, управление рисками, надежность [198–200]. В 2020 году NIST опубликовал проект руководства по управлению рисками, связанными с искусственным интеллектом, в рамках которого рассмотрены характеристики надежности, достоверности, объяснимости, интерпретируемости, конфиденциальности, безопасности и предотвращения ненадлежащего использования технологий искусственного интеллекта [201]. В том же году была подготовлена и опубликована дорожная карта стандартизации в области искусственного интеллекта, в которой указаны основные направления деятельности NIST [202].

В 2022 году NIST опубликовала специальный отчет NIST SP 1270 «На пути к стандарту для определения предвзятости искусственного интеллекта и управления ей» («Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence»), в котором приведен обзор основных причин потенциального возникновения искажений при разработке и использовании технологий искусственного интеллекта, а также предложены рекомендации для минимизации возможных последствий, в том числе социальных и этических [203]. В частности, NIST отмечает, что регулярная деятельность по стандартизации в области искусственного интеллекта, а также подготовка подробного руководства по устранению рисков, связанных с предвзятостью, искажениями и ошибками при использовании искусственного интеллекта, позволит усовершенствовать процессы внедрения систем искусственного интеллекта в деятельность компаний.

В 2023 году было опубликовано NIST AI 100-1 «Руководство по управлению рисками, связанными с искусственным интеллектом» (NIST AI 100-1 «Artificial Intelligence Risk Management Framework», AI RMF 1.0), подготовленное совместно с государственными организациями и представителями промышленности [204–207]. Риски, возникающие при разработке и использовании технологий искусственного интеллекта, вызваны сложным взаимодействием технических и социальных факторов при обработке множества данных и обучении искусственного интеллекта. Руководство предполагает внесение изменений в культуру организаций, в частности, отслеживание и измерение рисков, связанных с искусственным интеллектом, а также потенциальные положительные и отрицательные последствия применения искусственного интеллекта в деятельности организаций. Также отмечается, что в рамках реализации дорожной карты планируется регулярное обновление руководства, в том числе для соответствия международным стандартам (например, ISO / IEC 5338, ISO / IEC 38507, ISO / IEC 22989, ISO / IEC 24028, ISO / IEC DIS 42001 и ISO / IEC NP 42005) [208; 209].

Помимо этого, NIST указывает на необходимость привлечения технических специалистов и экспертов к разработке стандартов, связанных с техническими аспектами технологий искусственного интеллекта [210].

NIST также ведет деятельность в области технологий расширенной реальности. В частности, NIST отмечает высокий потенциал технологий дополненной реальности в решении проблем промышленности и общественной безопасности, а также при использовании технологий в умных городах, и предлагает участие в сформированном NIST сообществе по интересам в области расширенной реальности и программах поддержки по разработке технологий [211–217].

IEEE (США)

Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE) ведет активную работу в

области нормативно-технического регулирования технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности.

Нормативно-техническое регулирование осуществляется также отдельным Комитетом по искусственному интеллекту C/AISC – Artificial Intelligence Standards Committee, к деятельности которого относится подготовка стандартов по вычислительным подходам к осуществлению практической деятельности в области искусственного интеллекта, в том числе машинного обучения, а также алгоритмов и правил использования данных [218; 219]. Комитет приводит 3 опубликованных стандарта и 21 стандарт, находящийся в разработке, например, P3123 «Стандарт по терминологии и форматам данных в области искусственного интеллекта и машинного обучения» («Standard for Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML) Terminology and Data Formats»), опубликованный для предварительного ознакомления в 2021 году [220–223].

Помимо этого, в 2016 году IEEE начал разработку серии из 14 стандартов P7000™, направленных на регулирование отношений на технологическом и этическом стыке технологий искусственного интеллекта [200].

Также в области искусственного интеллекта Ассоциация стандартов IEEE (Standards association, IEEE-SA) проводит деятельность по направлению Автономные и интеллектуальные системы (Autonomous and Intelligent Systems, AIS). Например, в рамках AIS проводится серия исследований (инициатив), направленных на изучение различных аспектов применения технологии, например, IC20-001 для анализа и учета различных пробелов в применении искусственного интеллекта и требований к его применению в промышленности [224–226].

В рамках объединения IEEE Digital Reality рабочая группа IEEE VR / AR разрабатывает стандарты в области расширенной реальности, в частности, серию из 12 стандартов P2048 для виртуальной и дополненной реальности, направленных на формирование единой терминологии, методов и подходов к разработке технологий искусственного интеллекта. IEEE Digital Reality также сотрудничает с Ассоциацией стандартов IEEE (IEEE-SA), которые насчитывают более 30 разработанных стандартов в области расширенной реальности, и проводит консультационные мероприятия [227–232].

DIN, VDE и DKE (Германия)

В 2019 году Немецкий институт по стандартизации (DIN) совместно с Немецкой комиссией по электротехнике, электронике и информационным технологиям (DKE) приступил к разработке дорожной карты по стандартизации искусственного интеллекта в целях реализации стратегии Германии по развитию технологий искусственного интеллекта [233–235]. Для создания общей дорожной карты были разработаны отдельные дорожные карты по направлениям, в частности, для учета этических норм при разработке и использовании искусственного интеллекта [236]. Для искусственного интеллекта дорожные карты по стандартизации также позволяют систематизировать подходы по координации сложных технологий, регулируемых несколькими техническими комитетами, и служат площадкой для обмена мнениями экспертов из разных отраслей промышленности [237].

В 2020 году было представлено первое издание дорожной карты, содержащее обзор основных требований к технологиям искусственного интеллекта и рекомендации по развитию технологий,

сформированные коллективом из 300 экспертов, после чего представителями власти были согласованы проекты в области искусственного интеллекта, начатые в 2021 году [238–242]. Направления, сформированные в первом издании дорожной карты, включают основные положения технологий искусственного интеллекта, аспекты этики и ответственности при применении технологий, оценку качества и сертификации, безопасность, процессы автоматизации, безопасность мобильности и перемещений, а также применение в медицине [243–245]. Далее в 2021 году была организована работа по формированию второго издания дорожной карты, представленной в конце 2022 года на рассмотрение представителей власти. Дорожная карта выступает продолжением работы немецких организаций по стандартизации в области искусственного интеллекта, например, учитывает положения нормативно-технических документов DIN SPEC 92001-1, DIN SPEC 13266 и др., направленных на координацию деятельности по обеспечению качества при разработке искусственного интеллекта [246–248].

Немецкий союз электротехники (VDE) также проводит деятельность по регулированию отношений, связанных с применением технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности, в том числе работу по обеспечению соблюдения этических норм [249–251]. В частности, VDE принимает участие в работе международных технических комитетов ISO / IEC JTC 1 / SC 42, CEN / CLC / JTC 21 [185; 252; 253], IEC / TC 100 / TA 1, а также проводит собственную деятельность по нормативно-техническому регулированию искусственного интеллекта, например, разработку подходов, направленных на формирование доверия к технологиям искусственного интеллекта – VDE-AR-E 2842-61-1 [254–258].

Таким образом, деятельность немецких организаций в области искусственного интеллекта и расширенной реальности соответствует государственной, европейской и международной повестке по развитию технологий цифровой трансформации и реализуется в рамках дорожной карты по стандартизации технологий Индустрии 4.0 (German Standardization Roadmap Industrie 4.0), а также Стратегии Европейского союза по стандартизации [259–263]. Дальнейшая деятельность DIN, VDE и DKE по нормативно-техническому регулированию технологий искусственного интеллекта подразумевает подготовку более 30 стандартов, часть из них – международные [264].

GB (Китай)

В 2017 году Китай опубликовал План развития искусственного интеллекта нового поколения, затем в 2018 году – Трехлетний план действий по содействию развитию индустрии искусственного интеллекта нового поколения на 2018–2020 годы, а также другие программные документы для содействия исследованиям и разработкам, промышленному развитию технологий искусственного интеллекта [265]. В 2018 году также была опубликована белая книга по стандартизации технологий искусственного интеллекта, автором которой выступает Китайский институт по стандартизации в сфере электроники (China Electronic Standardization Institute, CESI). В белой книге приводится обзор подхода Китайского правительства к стандартизации в области искусственного интеллекта, анализируются существующие пробелы в нормативно-техническом регулировании искусственного интеллекта и предлагаются направления исследований для дальнейшего развития технологий. Помимо этого, в 2018 году CESI сформировал инициативную группу по разработке стандартов в области искусственного интеллекта [195; 266].

На текущий момент деятельность Управления стандартизацией Китая (GB) и других организаций нормативно-технического регулирования Китая реализуется в соответствии с Китайским планом по стандартизации, опубликованным в 2021 году и рассчитанным на период до 2035 года (China Standards 2035) [267; 268]. В качестве одной из ключевых задач в плане по стандартизации выделено содействие научно-техническим инновациям, в частности, исследованиям по таким технологическим направлениям, как искусственный интеллект, формирование интеллектуального производства, интеллектуальной городской инфраструктуры, интеллектуального строительства и др. Помимо этого, в плане по стандартизации отмечается необходимость повышения качества объектов промышленности за счет всестороннего применения информационных технологий нового поколения, таких как искусственный интеллект, большие данные, блокчейн. Отмечается, что реализация плана по стандартизации позволит государству к 2035 году иметь сбалансированную, передовую, надежную и совершенную систему стандартизации, которая будет ориентирована на эффективное применение стандартов правительственными организациями и промышленными компаниями.

Деятельность Управления стандартизацией Китая в области искусственного интеллекта осуществляется национальными техническими комитетами: SAC / TC28 / SC42 по информационным технологиям, SAC / TC 159 по автономным системам и интеграции, SAC / TC 242 по аудио, видео и мультимедиа оборудованию, SAC / TC 260 по информационной безопасности, SAC / TC 268 по интеллектуальным транспортным системам и др. [143]

Управление стандартизацией Китая приводит множество стандартов в области искусственного интеллекта, отвечающих следующим направлениям по регулированию разработки и применения технологий искусственного интеллекта: базовые основы [269], технические основы данных [270], требования к вычислительным ресурсам платформы искусственного интеллекта [271], терминология в области искусственного интеллекта [272], технологий распознавания речи [273], машинного обучения [274], нейросетей [275] и др. Помимо этого, GB проводит стандартизацию в области технологий расширенной реальности: терминология в области расширенной реальности [276], требования к устройствам отображения виртуальной реальности [277], базовые требования к программной системе и тестированию системы виртуальной реальности [278] и др.

ABNT (Бразилия)

Как было рассмотрено в разделе 2.3, правительство Бразилии опубликовало национальную стратегию в области искусственного интеллекта [279]. В законопроекте отмечается, что одним из направлений развития искусственного интеллекта в Бразилии выступает принятие нормативных инструментов, способствующих инновациям, развитие законодательства и регулирование вопросов этического характера [280; 281]. При этом в документе отмечается, что Бразилия делает только первые шаги по формированию условий для развития искусственного интеллекта в стране [282].

Бразильская национальная организация по стандартизации (ABNT) приводит два технических комитета, регулирующих отношения в области искусственного интеллекта [283]. Технический комитет ABNT / CB-021 – «Информационные технологии и цифровая трансформация» («Tecnologias da Informação e Transformação Digital»), созданный в 1978 году, регулирует такие направления, как информационные технологии, связь, оборудование и устройства; технологии и методы интеграции

и эксплуатации информационных систем; технологии обработки, сбора и распространения цифровых данных, документов и услуг; поддержка автоматизации процессов, включая искусственный интеллект и его применение; проектирование и поддержка разработки программного обеспечения и систем; информационная безопасность, кибербезопасность и защита конфиденциальности; управление информационными технологиями и системами. В частности, ABNT / CB-021 проводит деятельность по формированию общей терминологии, классификации, требований, процедур, методов испытаний и характеристик по каждому из направлений.

Вторым техническим комитетом, регулирующим отношения в области цифровой трансформации, выступает сформированный в 2021 году ABNT / CEE-254 – «Индустрия 4.0» («Indústria 4.0»). К направлениям деятельности технического комитета относятся процессы цифровой трансформации бразильской промышленности, включая применение и интеграцию технологий, связанных с Индустрией 4.0, таких как хранение и обработка данных (облачные вычисления и большие данные); блокчейн; автоматизация и роботизация; кибербезопасность; системная интеграция; искусственный интеллект; интернет вещей; аддитивное производство; протоколы связи; интероперабельность; дополненная реальность; датчики и исполнительные механизмы и новые технологии. Также особо подчеркивается, что деятельность комитета ABNT / CEE-254 не включает регулирование технологических аспектов, которые относятся к сфере деятельности ABNT / CB-021.

ABNT сотрудничает с международным техническим комитетом ISO / IEC JTC 1 и принимает участие в рассмотрении стандартов, разрабатываемых объединенным комитетом. При этом ABNT не приводит собственные разработанные стандарты в области искусственного интеллекта и расширенной реальности.

Помимо международных организаций по стандартизации нормативно-техническое регулирование к области искусственного интеллекта осуществляют международные объединения и консорциумы. Так, например, Организация экономического сотрудничества и развития (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) проводит активную деятельность в области искусственного интеллекта, формирует принципы для эффективного применения искусственного интеллекта и др. [284; 285] В частности, эксперты OECD разработали инструмент, позволяющий связать технические характеристики искусственного интеллекта и возможные последствия на основе разработанных принципов.

Краткие выводы

Международные организации по стандартизации проводят мероприятия по формированию нормативно-технического ландшафта в области цифровой трансформации, с 2017 года формируя объединенные технические комитеты, такие как ISO / IEC JTC 1 / SC 42 и CEN / CLC / JTC 21 по искусственному интеллекту, и заимствуя опыт других стран в области стандартизации с последующей адаптацией технических документов под особенности национального рынка и требования промышленности [286; 287]. В состав объединенных технических комитетов, как правило, входят эксперты-представители десятков стран для проведения совместной работы по подготовке текста стандартов, обсуждения сопутствующих вопросов и согласования версии стандарта для публикации. К основным направлениям стандартизации применения технологий цифровой трансформации относятся, в первую очередь, социальные и этические аспекты, а также вопросы обеспечения

надежности и безопасности, на что преимущественно направлена деятельность международных организаций технического регулирования. Национальные программы стандартизации и стратегии развития технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности рассматривают технологии в качестве потенциальных источников возникновения рисков, в связи с чем отмечают необходимость формирования доверия пользователей к технологиям. В то же время уделяется некоторое внимание техническим аспектам, связанным с разработкой, внедрением и применением технологий.

При этом нормативно-техническое регулирование технологий цифровой трансформации, в частности, искусственного интеллекта и расширенной реальности, сопровождается регулярным обменом опытом между техническими комитетами по смежным технологиям, таким как информационные технологии, облачные вычисления, интернет вещей, информационная и кибербезопасность и др.

Организации по стандартизации, сформированные в странах межгосударственного объединения БРИКС, в частности, ABNT (Бразилия), BIS (Индия) и SABS (ЮАР), отмечают важность нормативно-технического регулирования в области искусственного интеллекта и принимают участие в разработке стандартов совместно с объединенным техническим комитетом ИСО и МЭК, при этом не проводят собственную деятельность по разработке национальных стандартов.

Стандартизации технологий расширенной реальности уделяется значительно меньшее внимание, однако практически все международные организации по стандартизации продолжают выделять расширенную реальность как одно из направлений, которое необходимо осваивать как на национальном, так и на международном уровне.

2.4.2. Национальный нормативно-технический ландшафт

Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 год № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» утверждена Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года [288–290]. Стратегия является основным программным документом, направленным на развитие и внедрение отечественных решений, формирующих внедрение инноваций во все сферы экономической деятельности и повседневной жизни граждан. В развитие Национальной стратегии 27 августа 2020 года утвержден федеральный проект «Искусственный интеллект» сроком реализации до конца 2024 года [291], одним из пунктов которого выступает разработка и актуализация комплекса стандартов в сфере искусственного интеллекта [292].

Также в рамках национального проекта «Нормативное регулирование цифровой среды», входящего в паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», Распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 августа 2020 год № 2129-р была утверждена Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 год (ответственный орган – Минэкономразвития России) [293]. Целью Концепции выступает определение основных подходов к трансформации системы нормативного регулирования в РФ для обеспечения возможности создания и применения технологий искусственного интеллекта и робототехники в различных сферах экономики, а также отношений, складывающихся в связи с разработкой и применением технологий. С учетом заявленной цели

регулирования выделяются следующие задачи, на решение которых должно быть направлено регулирование:

- создание основ правового регулирования новых общественных отношений, формирующихся в связи с применением систем искусственного интеллекта и робототехники, имеющих преимущественно стимулирующий характер;
- определение правовых барьеров, затрудняющих разработку и применение систем искусственного интеллекта и робототехники в различных отраслях экономики и социальной сферы;
- формирование национальной системы стандартизации и оценки соответствия в области технологий искусственного интеллекта и робототехники.

23 декабря 2020 года была подписана Перспективная программа стандартизации по приоритетному направлению «Искусственный интеллект» на период 2021–2024 годы, которая призвана преодолеть существующие нормативно-технические препятствия в реализации федерального проекта «Искусственный интеллект» в России [294; 295]. Программа включает в себя 217 документов, которые были согласованы представителями более 50 организаций, в числе которых федеральные органы исполнительной власти и крупнейшие российские компании. Программа рассчитана на разработку серии стандартов, в достаточном объеме обеспечивающей поддержку высокотехнологичного направления «Искусственный интеллект» за счёт снятия нормативно-технических барьеров [296]. Программа стандартизации ориентирована на разработку и утверждение стандартов общего назначения, отраслевых метрологических стандартов, стандартов по смежным технологиям (имеющих переходящие темы), а также национальных стандартов на основе международных технических документов.

В целях реализации национальной стратегии по развитию искусственного интеллекта на основании приказа Росстандарта от 25 июля 2019 года № 1732 был создан Технический комитет по стандартизации №164 «Искусственный интеллект» (ТК 164), деятельность которого направлена на повышение эффективности работы по стандартизации в области искусственного интеллекта на национальном и международном уровнях [297]. ТК 164 является «зеркальным» к международному подкомитету ISO / IEC JTC 1 / SC 42 «Искусственный интеллект» (Artificial Intelligence) и выполняет функции постоянно действующего национального органа в ИСО. Работа ТК 164 ведется по трем основным направлениям в рамках деятельности подкомитетов: искусственный интеллект в здравоохранении, данные, искусственный интеллект на транспорте [298]. В составе ТК 164 также четыре рабочие группы: «Основополагающие стандарты»; «Качество систем искусственного интеллекта»; «Прикладные технологии искусственного интеллекта»; «Искусственный интеллект в образовании» [299].

По состоянию на начало 2023 года ТК 164 насчитывает более 50 стандартов, утвержденных в области искусственного интеллекта, а также 49 стандартов в первой редакции [300; 301]. Также приказом Росстандарта №1615 от 01 июля 2022 года был закреплен ряд документов национальной системы стандартизации за техническим комитетом по стандартизации ТК 164 [302]. Перечень национальных стандартов и предварительных национальных стандартов в области искусственного интеллекта приведен в Приложении 4 [303]. Также в России функционирует технический комитет ТК 057, регулирующий отношения в области интеллектуальных транспортных систем [304].

Развитие нормативно-технического регулирования в России способствовало созданию Кодекса этики в сфере искусственного интеллекта в 2021 году, который направлен на создание среды доверенного развития технологий искусственного интеллекта в России [112; 305]. По состоянию на начало 2023 года Кодекс подписан более 180 организациями [306].

Помимо этого, следует отметить опубликованный в 2022 году Глобальный атлас регулирования искусственного интеллекта, в котором проведен глубокий сравнительный анализ регуляторного опыта 31 юрисдикции и 16 международных организаций в сфере искусственного интеллекта [307–309]. Акцент в проведенном исследовании сделан на особенностях регуляторной повестки стран Азии. В частности, отмечена масштабная работа Содружества независимых государств (СНГ), начатая в 2021 году в направлении создания единого подхода к регулированию разработок, внедрения и использования технологий искусственного интеллекта. Так, в марте 2023 года были приняты «Рекомендации по нормативному регулированию использования искусственного интеллекта, включая этические стандарты для исследований и разработок» [310]. Подготовленный документ также раскрывает ключевые направления деятельности международных организаций по стандартизации в области искусственного интеллекта, в том числе среди стран БРИКС. Для анализа нормативного регулирования технологий искусственного интеллекта авторы Атласа предложили унифицированные критерии, среди которых стратегическое планирование и специальное регулирование технологий искусственного интеллекта, особенности регулирования в области данных, регулирование беспилотных автомобилей, регулирование искусственного интеллекта в здравоохранении и государственном управлении, этика в сфере искусственного интеллекта.

В Российской Федерации в 2017 году также был создан профильный технический комитет 194 «Кибер-физические системы» (ТК 194, приказ Росстандарта от 27 марта 2017 года № 642 «О создании технического комитета по стандартизации «Кибер-физические системы»» [311]. Деятельность технического комитета «Киберфизические системы» включает в себя 6 технологических направлений, регулируемых отдельными рабочими группами: интернет вещей; умные города; большие данные; умное производство; искусственный интеллект; умная энергетика.

Кроме того, технический комитет 194 активно вовлечен в реализацию программ Национальной технологической инициативы (НТИ). Так, в рамках НТИ реализуется план мероприятий («дорожная карта») «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы, который предусматривает в том числе мероприятия по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации НТИ по направлению «Технет» (передовые производственные технологии)⁸.

Один из пунктов плана мероприятий по совершенствованию законодательства по направлению «Технет» – утверждение и актуализация «Перспективного плана стандартизации в области передовых производственных технологий на 2018–2025 годы» (утвержден Министерством промышленности и торговли РФ и Росстандартом в 2019 году) [313]. 28 сентября 2020 года было

⁸ План мероприятий («дорожная карта») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (передовые производственные технологии) был утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2018 года № 482-р [312].

представлено и утверждено первое обновление перспективного плана, 21 марта 2022 года было представлено второе обновление и был утвержден актуализированный Перспективный план стандартизации в области передовых производственных технологий на 2018–2025 годы (с изменением №1, №2) [314–316]. Текущая версия перспективного плана стандартизации включает свыше 130 стандартов и состоит из 5 укрупненных разделов, один из которых – «Стандарты в области виртуальной и дополненной реальности». Стандарты, планируемые к разработке в области виртуальной и дополненной реальности, приведенные в перспективном плане стандартизации, представлены в Приложении 5.

Резюме

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. Страны, входящие в межгосударственное объединение БРИКС, за исключением Китая и России, практически не проводят собственную нормативно-техническую деятельность в области технологий цифровой трансформации, однако принимают участие в совместной международной деятельности.

Тем не менее, приведенные в разделе 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, требования к обеспечению совместимости устройств и т.д. Так, например, в области регулирования технологий искусственного интеллекта преимущественно рассматривается обеспечение безопасности при разработке и использовании технологий искусственного интеллекта, укрепление доверия пользователей к технологиям, возникновение рисков, обеспечение надежности систем искусственного интеллекта, соблюдение этических и социальных норм и др.

Таким образом, международный нормативно-технический ландшафт в области цифровой трансформации, в частности, технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности, находится на достаточно высоком уровне развития.

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. Регулирование технологий искусственного интеллекта проводится в соответствии с программами и федеральными проектами государства и носит последовательный характер. 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, а также при формировании умных городов.

Таким образом, нормативно-технический ландшафт национального уровня в области искусственного интеллекта также является довольно зрелым. В частности, в Индексе искусственного интеллекта 2022 года, разработанном Стэнфордским университетом (Stanford University), Россия занимает второе место среди стран по разработке законопроектов в сфере регулирования искусственного интеллекта за 2016–2021 годы [317]. Однако стоит рассмотреть возможность расширения областей применения искусственного интеллекта для повышения эффективности, например, при организации умного производства и др.

В области технологий расширенной реальности в России проводится значительно меньше мероприятий, направленных на формирование системы нормативно-технического регулирования, в связи с чем следует пересмотреть основные технологические направления национальной программы по стандартизации и принять во внимание подходы и опыт международных организаций в области регулирования технологий расширенной реальности, которые определяют расширенную реальность как перспективную технологию для цифровой трансформации промышленности.

ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ИГРОКИ И ПРОЕКТЫ НА РЫНКАХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

Глава подготовлена ИЦ «Технет» СПбПУ

Данная глава посвящена обзору деятельности организаций, являющихся основными игроками рынков решений в области цифровой трансформации и оказывающих непосредственное влияние на особенности развития данных рынков. Глава содержит подробное описание деятельности организаций-лидеров, особое внимание уделяется анализу бизнес-моделей и финансовых стратегий данных организаций. Важную часть исследования составляет анализ проектов в области цифровой трансформации, реализуемых организациями-лидерами.

3.1. Основные игроки: количество, рыночные доли, описание продуктов и разработок

Настоящий раздел посвящен описанию лидирующих компаний на рынке решений в области цифровой трансформации промышленных компаний. В рамках исследования, представленного в экспертно-аналитическом докладе, под основными игроками рынка подразумеваются организации, демонстрирующие высокие результаты экономической деятельности и определяющие траекторию развития соответствующего технологического направления.

В рамках анализа рынка ряд организаций, ведущих деятельность в области разработки различных решений искусственного интеллекта и расширенной реальности, был выделен в качестве лидеров. Критериями для формирования перечня лидеров стали:

- размещение компанией ценных бумаг на бирже NASDAQ⁹, что предполагает прохождение процедуры листинга и удовлетворения специальных требований, подтверждающих устойчивую позицию компании на мировом рынке, в частности, по публичному представлению информации о себе;
- востребованность решений, разрабатываемых компанией во многих отраслях, в том числе в промышленности;
- наличие у компании патентов по рассматриваемым технологиям;
- репутация лидирующей организации в соответствующей технологической области, подтвержденная включением компании в специализированные тематические рейтинги организаций и рыночные отчеты международных аналитических и консалтинговых компаний.

Среди основных игроков, ведущих деятельность в области разработки различных решений искусственного интеллекта и расширенной реальности, применяемых в различных отраслях, в том числе в промышленности, были выделены:

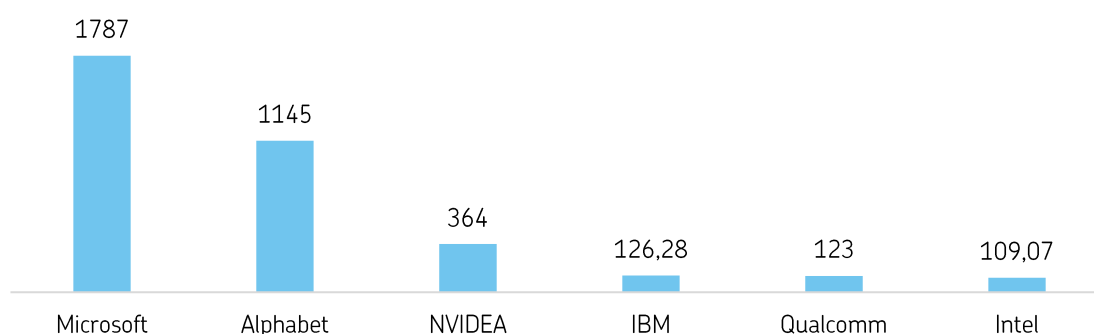
⁹ Американская биржа NASDAQ – фондовая биржа, специализирующаяся на акциях компаний, работающих в технологическом секторе.

- *Alphabet Incorporated (Google, далее – Alphabet)* – американская компания, занимающаяся разработкой множества продуктов в области интернет-поиска, облачных вычислений, рекламных технологий, программного обеспечения. Компания активно инвестирует в расширение своих возможностей в сфере искусственного интеллекта и анализа данных, приобретая перспективные стартапы, а также осуществляя разработку собственных решений, таких как TensorFlow, Bard AI. Кроме того, Alphabet поддерживает и разрабатывает ряд сервисов и продуктов с использованием технологий расширенной реальности, таких как программное обеспечение ARCore, Google Lens, AR Glasses Experiences, Google Maps и другие. По состоянию на 2022 год штат сотрудников компании насчитывал 190 234 человека [318–321].
- *International Business Machines Corporation (далее – IBM)* – американская компания, специализирующаяся на разработке программного обеспечения, инфраструктурных решений и оказании консалтинговых услуг. Одним из наиболее известных продуктов компании в области цифровой трансформации является механизм искусственного интеллекта Watson, реализующий алгоритмы принятия решений, обработки языка и интеллектуальной автоматизации задач. По состоянию на 2022 год штат сотрудников компании насчитывал 288 300 человек [322; 323].
- *Intel Corporation (далее – Intel)* – американская компания, занимающаяся производством электронных устройств и компьютерных компонентов. На базе процессоров Intel разрабатывается широкий ряд коммерческих приложений виртуальной реальности и искусственного интеллекта. По состоянию на 2022 год штат сотрудников компании насчитывал 131 900 человек [324; 325].
- *Microsoft Corporation (далее – Microsoft)* – американская компания, специализирующаяся на разработке, лицензировании и поддержке программного обеспечения. Microsoft реализует как потребительские, так и бизнес-проекты в сфере искусственного интеллекта, такие как услуги ботов, инструменты анализа данных на основе машинного обучения, услуги пакета Azure Cognitive Services. В 2023 году Microsoft стала эксклюзивным облачным поставщиком OpenAI. В сфере расширенной реальности компания предоставляет такие решения, как программное обеспечение Microsoft Mixed Reality, гарнитура HoloLens. По состоянию на 2022 год штат сотрудников компании насчитывал 221 000 человек [319; 326; 327].
- *NVIDIA Corporation (далее – NVIDIA)* – американская компания, специализирующаяся на производстве графических процессоров, высокопроизводительных чипов, программного обеспечения для облачных вычислений. Компания является разработчиком платформы NVIDIA Omniverse, языка программирования CUDA GPU. По состоянию на 2022 год штат сотрудников компании насчитывал 26 196 человек [319; 328; 329].
- *Qualcomm Incorporated (далее – Qualcomm)* – американская компания, занимающаяся разработкой программных продуктов в области беспроводной связи. Компания активно инвестирует в развитие технологий 5G, искусственного интеллекта, облачных технологий и интернета вещей. В сегменте искусственного интеллекта Qualcomm осуществляет разработку высокопроизводительных чипов для смартфонов и процессоров для обработки изображения и звука, в области расширенной реальности наиболее известным решением компаниям является платформа

Qualcomm Snapdragon XR. По состоянию на 2022 год штат сотрудников компании насчитывал 51 000 человек [319; 324; 330].

Для сравнения позиций компаний на рынке были выделены показатели рыночной капитализации по состоянию на конец 2022 года.

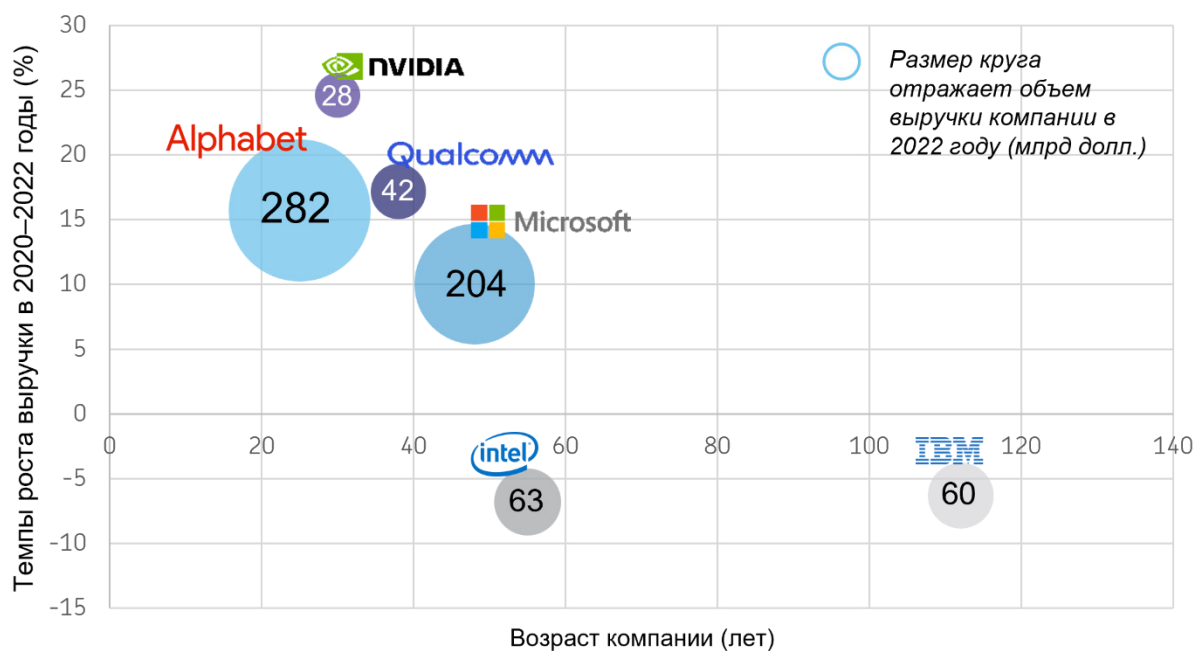
Рисунок 13. Рыночная капитализация компаний-лидеров в области цифровой трансформации в 2022 году (млрд долл.)



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ

Среди рассмотренных компаний-лидеров, наиболее успешной по показателю рыночной капитализации по результатам 2022 года стала компания Microsoft.

Рисунок 14. Сравнение компаний-лидеров, разрабатывающих решения в области цифровой трансформации



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ

Рассматриваемые компании-лидеры, разрабатывающие решения в области цифровой трансформации ведут деятельность более 20 лет. Лидером по продолжительности существования на рынке является компания IBM.

В тройку лидеров по объемам выручки в 2022 году входят такие компании, как Alphabet, Microsoft, Intel. Наиболее успешными компаниями по показателю совокупного среднегодового темпа роста выручки в период с 2020 по 2022 годы стали NVIDIA, Alphabet, а также Qualcomm.

3.2. Оценка успешных бизнес-моделей и лучших практик.

Настоящий раздел посвящён описанию бизнес-моделей, наиболее распространённых на рынках решений в области цифровой трансформации. В рамках исследования, представленного в экспертно-аналитическом докладе, под бизнес-моделью подразумевается способ реализации деятельности организации, обеспечивающий получение дохода и устойчивое развитие [331].

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.

1. *Продажа готовых решений.* В рамках данного способа, исторически первым появившегося на технологических рынках, конечный потребитель приобретает у поставщика готовое решение и самостоятельно обеспечивает условия для его эффективного функционирования. Решение может быть локальным (отдельным готовым продуктом или программным обеспечением, устанавливаемым на устройства потребителя), облачным (работающим через подключение к сети) или сочетать оба варианта. Потребителями решения могут выступать как физические (Business to Consumer, B2C), так и юридические лица (Business to Business, B2B). При реализации такой бизнес-модели, источниками дохода разработчика выступают не только продажи решений, но также продажа обновленных версий решений и ком-плементарных продуктов. Примером решения, реализуемого данным способом, является продукт Microsoft HoloLens [332].
2. *Программное обеспечение как услуга (Software as a Service, SaaS).* В рамках данного способа поставщик решения предлагает конечному потребителю купить не готовое решение, а право на пользование необходимым решением. Как правило, вместе с правом на пользование решением потребитель приобретает услуги по хостингу¹⁰ и инфраструктуру, обеспечивающую работоспособность решения. При реализации данной модели, поставщик решения осуществляет техническую поддержку оборудования, выполняет обновление программного обеспечения и прочие действия, необходимые для поддержания эффективной работы решения. Дополнительным источником дохода для разработчика решения могут выступать дополнительные функции и обновления решения, предоставляемые потребителю за отдельную плату. Данная модель приобретает все большую популярность среди

¹⁰ Хостинг (hosting) – услуга по предоставлению ресурсов для размещения информации на сервере, постоянно имеющем доступ к сети (обычно сети Интернет) [333].

коммерческих потребителей решений, поскольку позволяет значительно снизить издержки организаций на поддержание внедряемых решений. Примером решения, реализуемого данным способом, является IBM Watson Studio [332; 334; 335].

3. *Платформа.* В рамках данного способа конечный потребитель приобретает у поставщика решения доступ к технологической онлайн-платформе, которая представляет собой интегрированный набор различных технологий, необходимых потребителям для ведения и повышения эффективности деятельности. Доступ к платформе может выступать как отдельным приобретаемым продуктом, так и дополнительным, идущим комплементарно с локальным решением. Кроме того, дополнительным источником доходов для производителя решения в рамках данной модели может выступать расширение пакета инструментов, доступных через онлайн-платформу и предоставляемых конечному потребителю за дополнительную плату. Особую популярность данная модель приобрела у коммерческих потребителей благодаря предоставляемой различным пользователям возможности эффективно вести удаленную работу в едином цифровом пространстве. Примером решения, реализуемого данным способом, является Google AI Platform [332].

Упомянутые выше примеры демонстрируют, что лидирующие разработчики решений в области цифровой трансформации (подробнее описанные в разделе 3.1.) используют различные модели в зависимости от вида решения, поставляемого конечному потребителю. Следует отметить, что несмотря на разнообразие в подходах лидеров к реализации технологических продуктов, все организации внедряли решения в дополнение к основному портфелю технологических решений. Таким образом, успешность реализации технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности во многом была обусловлена высоким уровнем обеспеченности организации различными видами ресурсов и устоявшимся положением на рынке технологий [336].

Рисунок 15. Основные черты бизнес-моделей организаций, ведущих деятельность в области цифровой трансформации



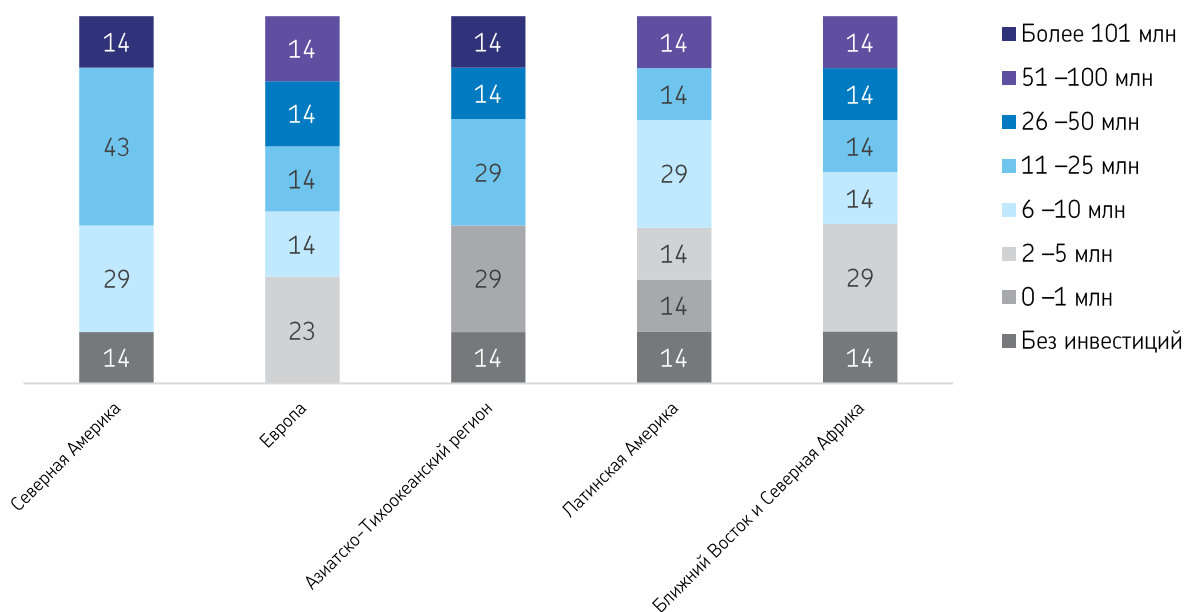
Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам S. Mishra, A.R. Tripathi, «AI business model: an integrative business approach», 2021 [336]

3.3. Инвестиции, сделки M&A, кооперация

Настоящий раздел посвящен описанию экономической деятельности мировых компаний, направленной на увеличение капитала и укрепление позиций на технологическом рынке. В частности, в разделе рассмотрены различные аспекты инвестиционной деятельности, характерные черты слияний и поглощений различных организаций, а также установление партнерских отношений и сотрудничества.

Инвестиционная деятельность компаний представляет собой вложение капитала и осуществление практических действий в целях получения прибыли и/или достижения иного полезного эффекта [337]. Согласно оценке экспертов Appinventiv, в 2022 году основная доля инвестиций на мировом рынке расширенной реальности в региональном разрезе пришлась на Северную Америку [338].

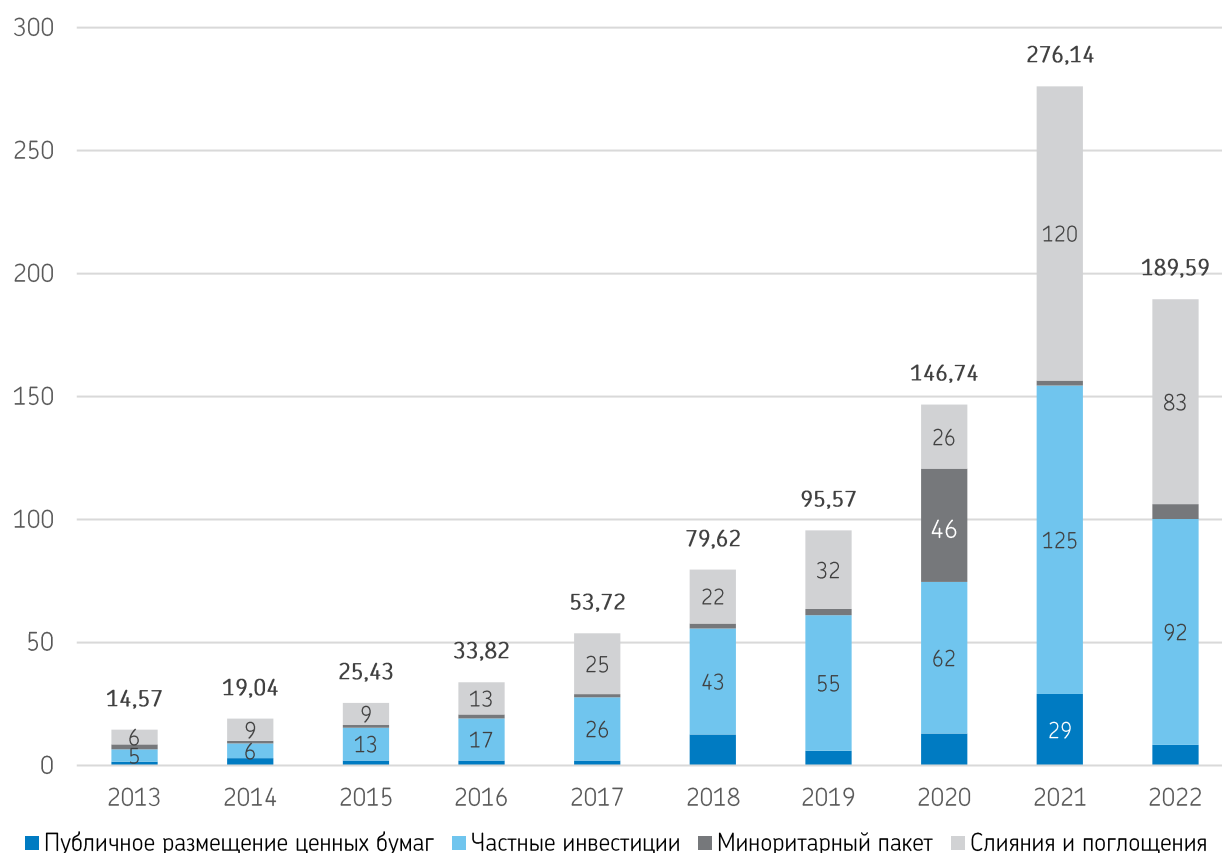
Рисунок 16. Инвестиции компаний в технологии виртуальной реальности и дополненной реальности в 2022 году (млрд долл.)



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам S. Srivastava, «AR/VR Trends and Predictions For The Upcoming Years», 2022 [338]

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. В исследовании были рассмотрены частные инвестиции и публичное (среди широкого круга лиц) размещение ценных бумаг, слияния и поглощения, а также миноритарные пакеты акций (неконтрольные пакеты, размер которых составляет менее 50%). По итогам 2022 года объем глобальных инвестиций компаний составил 189,6 млрд долл., что на 31% меньше, чем в 2021 году. При этом, за последнее десятилетие размеры инвестиций компаний в решения в сфере искусственного интеллекта выросли в 13 раз [339].

Рисунок 17. 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, «Artificial Intelligence Index Report 2023», 2023 [339]

Слияния и поглощения (mergers and acquisitions, M&A), отдельно отмеченные в исследовании Стэнфордским институтом искусственного интеллекта, представляют собой класс экономических процессов укрупнения бизнеса и капитала, происходящих на макро- и микроэкономическом уровнях, в результате которых на рынке появляются более крупные компании [340]. 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. Крупнейшей 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.

Таблица 3. Слияния и поглощения на рынках цифровой трансформации

Компания	Описание сделки	Описание приобретенной компании
Alphabet (Google)	- Тип сделки: поглощение. - Сумма сделки: 0,1 млрд долл.	Alter – стартап, занимающийся разработкой 3D-аватаров на основе технологий искусственного интеллекта [341]. - Специализация: искусственный интеллект. - Страна: США. - Год основания: 2017.

Компания	Описание сделки	Описание приобретенной компании
	Дата: октябрь 2022.	- Привлеченные инвестиции: 0,45 млрд долл. - Количество сотрудников (2022): менее 50 человек.
	- Тип сделки: поглощение. - Сумма сделки: 1 млрд долл. - Дата: май 2022.	Raxium – стартап, занимающийся производством дисплеев на микро-светодиодах (microLED), используемых в оборудовании дополненной реальности [342]. - Специализация компании: смешанная реальность, дополненная реальность. - Страна: США. - Год основания: 2017. - Количество сотрудников (2022): 100 человек.
IBM	- Тип сделки: поглощение. - Сумма сделки: 0,15 млрд долл. - Дата: июль 2022.	Databand.ai – стартап, разрабатывающий программное обеспечение для наблюдения за данными [343]. - Специализация: искусственный интеллект, машинное обучение - Страна: США. - Год основания: 2018. - Привлеченные инвестиции: 0,145 млрд долл. - Количество сотрудников (2022): менее 50 человек.
Intel	- Тип сделки: поглощение. - Сумма сделки: 0,65 млрд долл. - Дата: март 2022.	Granulate – стартап, занимающийся разработкой программного обеспечения на основе искусственного интеллекта для оптимизации операций в облаке и центрах обработки данных [344]. - Специализация: искусственный интеллект - Страна: Израиль. - Год основания: 2018. - Привлеченные инвестиции: 0,45 млрд долл. - Количество сотрудников (2022): менее 50 человек.
Microsoft	- Тип сделки: поглощение. - Сумма сделки: 19,7 млрд долл. - Дата: март 2022.	Nuance Communications – компания, разрабатывающая программное обеспечение для распознавания речи на основе искусственного интеллекта [345]. - Специализация: искусственный интеллект, технологии распознавания речи. - Страна: США. - Год основания: 1992. - Выручка (2021): 1,33 млрд долл. - Количество сотрудников (2021): 6,500 человек.
	- Тип сделки: поглощение. - Сумма сделки: 10 млрд. - Дата: январь 2023.	OpenAI – компания, занимающаяся разработкой решений на основе машинного обучения и искусственного интеллекта [346]. - Специализация компании: искусственный интеллект. - Страна: США - Год основания: 2015. - Выручка (2022): 0,28 млрд долл. - Количество сотрудников (2023): 375 человек.
NVIDIA	- Тип сделки: поглощение. - Сумма сделки: 0,35 млрд долл. - Дата: март 2022.	Excelero – компания, занимающаяся разработкой программно-определяемых хранилищ. Ожидается, что приобретение Excelero позволит NVIDIA расширить возможности в области высокопроизводительных вычислений и искусственного интеллекта [347]. - Специализация компании: облачные хранилища. - Страна: США, Израиль. - Год основания: 2014. - Выручка (2022): 0,18 млрд долл. - Количество сотрудников: 200 человек.

Компания	Описание сделки	Описание приобретенной компании
Qualcomm	• Тип сделки: поглощение. • Сумма сделки: нет данных. • Дата: сентябрь 2021.	Wikitude – компания, разрабатывающая мобильные технологии дополненной реальности для смартфонов, планшетов и цифровых очков [348]. • Специализация компании: дополненная реальность. • Страна: Австрия. • Год основания: 2009. • Выручка (2020): 0,4 млрд долл. • Количество сотрудников (2022): 34 человека.

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ

Важной составляющей экономической деятельности организаций является установление на рынке партнерских отношений различных видов, таких как сотрудничество, кооперация и др. В 2022–2023 годах компании-лидеры рынков решений в области цифровой трансформации сформировали 7 соглашений о сотрудничестве в рамках различных проектов по ключевым технологиям: 4 соглашения в сфере искусственного интеллекта и 3 – в области расширенной реальности.

- *Партнерство IBM и Adobe.* В марте 2022 года компания IBM сообщила о заключении партнерства с американской компанией Adobe, осуществляющей разработку программного обеспечения. Сотрудничество IBM и Adobe направлено на разработку решения, позволяющего интегрировать данные о погоде, собираемые компанией The Weather Company (дочернее предприятие IBM), на платформу Adobe Experience Platform. Новое решение позволит клиентам Adobe Experience Platform получать результаты анализа данных с использованием методов искусственного интеллекта о том, как погодные условия могут повлиять на покупательские привычки в различных секторах, таких как розничная торговля, здравоохранение, путешествия, гостиничный бизнес, потребительские товары [349].
- *Партнерство NVIDIA и Jaguar Land Rover.* В феврале 2022 года компания NVIDIA заключила многолетнее стратегическое партнерство с британской компанией Jaguar Land Rover, занимающейся производством автомобилей. В рамках сотрудничества компаний планируется ведение совместной разработки автоматизированных систем вождения нового поколения на основе искусственного интеллекта. Ожидается, что с 2025 года все новые автомобили Jaguar Land Rover будут производиться с использованием платформы NVIDIA DRIVE, обеспечивающей широкий спектр систем активной безопасности, автоматизированных систем вождения и парковки, а также систем помощи водителю. Внутри автомобиля с помощью алгоритмов искусственного интеллекта система будет обеспечивать мониторинг поведения водителя и пассажиров, а также расширенную визуализацию окружающей среды автомобиля [350].
- *Партнерство NVIDIA и Adobe.* В марте 2023 года компания NVIDIA объявила о формировании партнерства с американским разработчиком программного обеспечения Adobe. Целью сотрудничества компаний является разработка нового поколения моделей генеративного искусственного интеллекта, предназначенных для интеграции в приложения в области маркетинга. Ожидается, что новая технология будет совместно разрабатываться и выводиться

на рынок с помощью флагманских продуктов Adobe Creative Cloud, таких как Adobe Photoshop, Adobe Premiere Pro и Adobe After Effects, а также с помощью нового облачного сервиса NVIDIA Picasso. NVIDIA Picasso, являющаяся частью облачных сервисов NVIDIA AI Foundations в области генеративного искусственного интеллекта, позволяет пользователям создавать и запускать приложения для работы с изображениями и видео, а также расширенными возможностями преобразования информации [351].

- *Сотрудничество Microsoft и Accenture.* В июне 2023 года было объявлено о расширении многолетнего сотрудничества компании Microsoft и ирландской компании Accenture, специализирующейся на оказании консалтинговых услуг в сфере оптимизации бизнес-процессов и внедрения информационных технологий. Кооперация компаний предполагает реализацию совместных проектов в области внедрения генеративного искусственного интеллекта на предприятиях. В рамках этой инициативы Accenture и Microsoft планируют использовать возможности решений Microsoft Azure, Azure OpenAI Service и Microsoft 365 Copilot для изучения новых вариантов их использования и совместной разработки новых решений для компаний в разных отраслях, таких как:
 - Финансовые услуги. В сотрудничестве с банками, страховыми компаниями и другими компаниями Accenture и Microsoft разработают решения для агрегации и анализа транскрипции данных на базе Azure OpenAI Service, которые помогут бизнес-аналитикам повысить эффективность обработки информации для выявления клиентам высокой категории риска.
 - Здравоохранение. Accenture и Microsoft планируют применять решения Microsoft Power Platform и Azure OpenAI Service, чтобы обеспечить анализ медицинских изображений и синтез данных о пациентах, что позволит улучшить процесс принятия клинических решений, автоматизировать административные задачи и улучшить результаты лечения пациентов [352].
- *Партнерство Microsoft и Qualcomm.* В январе 2022 года компания Qualcomm анонсировала начало сотрудничества с компанией Microsoft. Партнерство направлено на расширение внедрения аппаратного и программного обеспечения дополненной реальности в потребительском и корпоративном секторах. Сотрудничество компаний развивается в рамках нескольких инициатив, включая разработку чипов дополненной реальности для нового поколения энергоэффективных и легких AR-очков, а также интеграцию таких программных решений двух компаний как Microsoft Mesh и Snapdragon Spaces XR Developer Platform [353].
- *Сотрудничество Qualcomm и ArborXR.* В мае 2022 года компания Qualcomm начала сотрудничество с американской компанией ArborXR, специализирующейся на управлении устройствами расширенной реальности в корпоративном секторе. Целью совместной работы Qualcomm и ArborXR является создание платформы для управления мобильными устройствами, которая позволит компаниям облегчить масштабирование технологий расширенной реальности. В рамках этого сотрудничества ArborXR будет поставлять программное обеспечение для управления устройствами клиентам Qualcomm Technologies XR [354].
- *Кооперация Qualcomm, Google и Samsung.* В феврале 2023 года было объявлено

о начале кооперации Google и Qualcomm с южнокорейской компанией Samsung, специализирующейся на разработке решений в области электроники. Компании планируют объединить усилия в направлении создания гарнитур расширенной реальности на базе Android. В рамках партнерства Samsung и Qualcomm занимаются разработкой чипсета, а Google предоставляет программное обеспечение [355].

3.4. Новые крупные проекты: участники, планы, суммы привлеченных инвестиций

Данный раздел посвящен обзору новых проектов на рынках решений цифровой трансформации. Запуск новых проектов является важным аспектом деятельности компаний, отражающим уровень спроса на технологию и влияющим на направление развития рынка.

В апреле 2022 года команда по разработке искусственного интеллекта компании Google объявила о запуске решения Pathways Language Model (далее – PaLM) – одной из крупнейших в мире языковых моделей. PaLM была разработана на основе более чем 540 млрд параметров и является первой крупной демонстрацией системы Pathways для масштабирования обучения на 6144 чипа, что является самой большой конфигурацией системы на базе TPU, используемой для обучения на сегодняшний день. Для обучения PaLM использовалась комбинация английских и многоязычных наборов данных, включающих высококачественные веб-документы, книги, Википедию, разговоры и коды с площадки GitHub. Для языковой модели также создан словарь «без потерь» (lossless), который сохраняет все пробельные символы (что особенно важно для кода), разбивает символы Unicode, не входящие в словарь, на байты и разбивает числа на отдельные лексемы, по одной на каждую цифру [339; 356].

В середине этого же месяца компания OpenAI (с 2023 года принадлежит Microsoft) выпустила продолжение своего проекта по искусственному интеллекту, способному превращать текст в изображение – DALL-E 2. Новая система, которая способна создавать реалистичное искусство и изображения из текстовых описаний, была выпущена в открытый доступ, положив начало увлечению генеративному искусственному интеллекту. DALL-E 2 генерирует более реалистичные и точные изображения с 4-кратным увеличением разрешения и превосходит свою предыдущую версию более чем на 80% по всем характеристикам [339; 357].

Компания Google в мае 2022 года на своей ежегодной конференции Google I/O Developers Conference представила первый прототип по одному из своих последних проектов – очки дополненной реальности, способные переводить иностранные языки в режиме реального времени. AR-очки были продемонстрированы в видеоролике, на котором можно увидеть очки в действии во время разговоров на китайском, английском, испанском и американском языках, а также на языке жестов. Продemonстрированный проект является прорывным в своей области и вторым проектом компании, связанным с разработкой «умных» очков [358].

Позднее, в конце этого же месяца компания Google выпустила свое решение под названием «Imagen». Imagen является генеративным искусственным интеллектом, способным переводить текст в изображение. Созданный искусственный интеллект опирается на силу больших трансформаторных языковых моделей в понимании текста и на силу диффузионных моделей в высокоточном создании изображений. Главное открытие Google заключается в том, что общие большие языковые

модели, предварительно обученные только на текстовых корпорациях, удивительно эффективны при кодировании текста для синтеза изображений: увеличение размера языковой модели в Imagen повышает точность выборки и выравнивание изображения и текста гораздо больше, чем увеличение размера модели диффузии изображения [359].

В сентябре 2022 года компания OpenAI (с 2023 года принадлежит Microsoft) запустила крупномасштабную систему распознавания речи – Whisper. Созданный искусственный интеллект был обучен более чем на 700 000 часах аудиоданных и способен обеспечить достойную производительность при выполнении задач по распознаванию речи. Whisper при своем создании не требовал ни контролируемого предварительного обучения, ни тонкой настройки, однако путем простого увеличения объема обучающих данных смог достичь высокой производительности и крупной масштабируемости [339].

В октябре 2022 года компания Qualcomm объявила о запуске The Snapdragon XR2+ Gen 1 Platform – решения для обеспечения виртуальной реальности (Virtual reality, VR) и смешанной реальности (Mixed reality, MR) следующего поколения. The Snapdragon XR2+ Gen 1 Platform обладает увеличенной мощностью, повышенными на 30% тепловыми характеристиками и интеллектуальным компьютерным зрением, что позволяет потребителям переживать более насыщенный опыт. Платформа разработана при помощи технологий одновременного восприятия и включает в себя усовершенствованный искусственный интеллект и Wi-Fi 6 с низкой задержкой, что «позволяет превратить пассивный просмотр в активный». Совмещение технологий XR и AI не только позволяет наиболее эффективно персонализировать опыт каждого потребителя, но и обеспечивает значительную экономию энергии и оптимизацию производительности решения [360].

В конце этого же месяца компания IBM анонсировала начало демонстрационного проекта совместно с Ведомством по патентам и товарным знакам США (U.S. Patent and Trademark Office, USPTO) по тестированию инструмента анализа интеллектуальной собственности на основе искусственного интеллекта – демонстрационной системы IBM IP Advisor with Watson. Система призвана помочь пользователям более эффективно находить и анализировать релевантные патентные данные благодаря технологии разговорного искусственного интеллекта IBM Watson Assistant и решения по поиску информации IBM Watson Discovery. В условиях постоянного роста числа подаваемых патентных заявок и увеличения объема патентных данных поиск релевантной, точной информации и анализ ее анализа может оказаться сложным и отнимать много времени в особенности для тех, кто только погружается в эту сферу. Именно для решения этой проблемы и был запущен проект IBM IP Advisor with Watson [361].

В ноябре 2022 года компания OpenAI (с 2023 года принадлежит Microsoft) выпустила решение ChatGPT. Созданный чат-бот показал себя с эффективной и перспективной стороны, будучи способным самостоятельно писать эссе университетского уровня по простому запросу. Всего за месяц своего существования ChatGPT привлек более 100 млн пользователей со всего мира, став самым быстрорастущим приложением в истории. Созданный искусственный интеллект стал мощнейшим драйвером для всей сферы искусственного интеллекта [339].

В марте 2023 года компания Intel объявила о запуске двух своих решений с открытым кодом – искусственный интеллект моделей Vi-Depth 1.0 и MiDaS 3.1. MiDaS версии 3.1 предсказывает надежную относительную глубину, используя в качестве входных данных только одно

изображение. Благодаря обучению на большом и разнообразном наборе данных искусственного интеллекта может эффективно работать в более широком диапазоне задач и сред. Последняя версия MiDaS повышает точность ответа на запрос примерно на 30% благодаря большему набору данных для обучения и обновленным кодирующим основам. VI-Depth является конвейером визуально-инерциальной оценки глубины, который объединяет монокулярную оценку глубины и визуально-инерциальную одометрию (ВИО) для получения оценок глубины с метрической шкалой. Этот подход обеспечивает точную оценку, что может помочь в реконструкции сцены, картировании и манипулировании объектами [362].

В этом же месяце компания NVIDIA анонсировала выпуск последней версии своего решения NVIDIA CloudXR, способного масштабировать развертывание расширенной реальности в облаке, 5G Mobile Compute Edge (далее – MEC) и корпоративных сетях. Интерфейсы прикладного программирования (Application Programming Interface, API), которыми обладает NVIDIA CloudXR 4.0, обеспечивает повышенную гибкость для разработки серверных и клиентских приложений, а также позволяет использовать облако, 5G MEC и локальные серверы в качестве точек распространения XR-опыта. Более того, решение включает в себя архитектуру плагина Unity, что позволяет создавать пользовательские интерфейсы для клиентов. Наряду с выпущенным ровно годом ранее NVIDIA Project Aurora – программно-аппаратной платформой для развертывания XR приложений в корпоративных локальных сетях с возможностью интеграции искусственного интеллекта в рабочие нагрузки XR – решение NVIDIA CloudXR предлагает максимально комфортную гибкость, высокую производительность и легкость в интеграции в рабочие процессы [363].

Важную роль в развитии рынка цифрового проектирования и моделирования играют стартапы. Согласно базе данных Crunchbase – базе данных частных и государственных компаний – в период 2017–2022 года было запущено более 17 433 стартапов по технологиям цифровой трансформации, из которых 17 144 AI-стартапов и 289 XR-стартапов (Подробнее в Приложении 6) [364].

3.5. Причины закрытия неудавшихся проектов

В данном разделе представлено описание причин закрытия проектов на рынках решений цифровой трансформации. Ключевые причины закрытия проектов демонстрируют основные риски, существующие в рассматриваемой технологической области, а также барьеры, препятствующие развитию соответствующих рынков.

В рамках исследования был проанализирован опыт компаний, полученный в ходе проектов, реализация которых была приостановлена или отменена. На основе анализа были выделены следующие наиболее частые причины закрытия проектов в области искусственного интеллекта:

- *Некорректно выстроенные алгоритмы, в том числе из-за нехватки данных или низкого качества имеющихся данных [365].* Риски, которые потенциально могут возникнуть вследствие применения недостаточно подготовленного искусственного интеллекта, являются наиболее частой причиной закрытия проектов и могут привести к необратимым последствиям в случае их возникновения. Ряд неудачных проектов, закрытие которых произошло из-за некорректно выстроенных алгоритмов и возникших вследствие этого аварийных и даже опасных ситуаций, включает систему искусственного интеллекта Deep Patient, разработанную исследовательской группой

больницы Mount Sinai Hospital в США [366]; систему беспилотного управления автомобилем, разработанную Nvidia [367]; технологию IBM Watson Health для постановки диагноза и назначения лечения [368].

- *Применение традиционных подходов к разработке технологий* [369]. Некоторые разработчики систем искусственного интеллекта применяют традиционные подходы по разработке приложений и созданию программного кода, в то время как алгоритмы искусственного интеллекта требуют применения специальных инструментов и механизмов, ориентированных на разработку систем искусственного интеллекта и обучение системы на основе большого массива данных.
- *Несоответствие запланированного и фактического результата* [369]. Как и любой инновационный проект, разработка системы искусственного интеллекта требует предварительной концептуальной проработки идеи проекта и обозначения ключевых задач, на которые направлена реализация проекта.

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

- *Высокие финансовые затраты на реализацию трудоемкого проекта.* Потребность в крупном финансировании продолжительных проектов является наиболее частой причиной закрытия проектов в области цифровой трансформации. Один из таких проектов Project Iris, реализуемый компанией Google, по созданию очков дополненной реальности с функциональными возможностями в том числе по автоматизированному переводу речи, был закрыт в 2023 году. Причиной этому послужила переориентация компании на стратегию снижения затрат, в том числе на заработную плату, а также возрастающий интерес к разработке другого программного обеспечения и, как следствие, отказ от разработок в области аппаратного обеспечения расширенной реальности. При этом отмечается, что проект был в невысокой степени готовности и требовал вложения значительных ресурсов [370].
- *Технологические проблемы реализации разрабатываемого решения.* Реализация инновационных проектов, как правило, требует обеспечения высокого уровня технологичности устройств. Компания Apple столкнулась с трудностями технологической реализации очков дополненной реальности, что послужило приостановке проекта. Впоследствии компания решила направить свои ресурсы на окончание проекта по разработке менее сложного и трудоемкого, при этом более дешевого продукта – гарнитуры смешанной реальности [371].
- *Недостаточный интерес и, как следствие, низкая жизнеспособность разрабатываемых решений.* Разработчики продуктов в области расширенной реальности вынуждены прерывать финансирование некоторых проектов по причине несоответствия ожидаемого и фактического внимания рынка к разрабатываемым решениям. В 2019 году компании Google и BBC приняли решение о прекращении финансирования проекта по разработке контента виртуальной реальности в связи с тем, что отмечалось снижение внимания к этой разработке [372].

ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ НА РЫНКАХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

Глава подготовлена МГУ имени М.В. Ломоносова

В данной главе представлен обзор основных технологий и решений в области цифровой трансформации, приведены результаты библиометрического анализа и патентного анализа разработок в мире и в России по исследуемой тематике, а также сформирован технологический радар рынка решений в области цифровой трансформации промышленных предприятий.

4.1. Основные технологии, применяемые на рынке

Технологии цифровой трансформации промышленных компаний определяются на основе выделенных сегментов в разделе 1, среди которых расширенная реальность (Extended Reality, далее – XR) и искусственный интеллект (Artificial Intelligence, далее – AI). В рамках каждого сегмента выделяются технологии и субтехнологии, которые отражают составные элементы сегментов и их специфические черты в рамках предметной области. Технологии в данном разделе – это совокупность технических и технологических решений, направленных на выполнение определенных функциональных задач. Субтехнологии – совокупность ключевых технических и технологических решений, обеспечивающих функционирование технологий.

Таблица 4. 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

4.1.1. Расширенная реальность

Расширенная реальность (Extended Reality, XR) является совокупностью технологий, расширяющих возможности получения человеком информации посредством имитации и / или дополнения реального окружения виртуальными объектами. Технологии XR являются перспективными технологиями

цифровой трансформации промышленных компаний и применяются для автоматизации работы с информацией в производственных процессах, помощи при проектировании продукции, обучения персонала, удаленного присутствия и управления процессами. К технологиям, реализующим XR, относятся VR, AR и MR [373; 374]. Взаимодействие пользователя с виртуальной средой осуществляется посредством использования очков или шлемов XR, аудио-гарнитуры, тактильных перчаток и жилетов. Отслеживание и фиксация перемещений пользователя производится при помощи датчиков, микрофонов, компьютерного зрения и специальных контроллеров.

Таблица 5. Технологии и субтехнологии, входящие в состав сегмента расширенной реальности

Расширенная реальность			
Виртуальная реальность	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 проектирования систем разной сложности и управления техническими устройствами на расстоянии, а также для иммерсивного обучения.		
	Отмечается, что использование VR позволяет уменьшить сроки разработки продуктов и расширить сценарии применения робототехнических устройств и других средств автоматизации, повысить качество подготовки персонала [375–377].		
Примеры компаний-разработчиков / производителей и их решений ¹¹	Мир		
	 Oculus Quest 2	 Microsoft Windows Mixed Reality	
	 HTC VIVE Pro 2	 HP Reverb G2	
	 Samsung Gear VR	 Lenovo ThinkReality VRX	
	 ASUS WMR Headset	 DELL Visor	
	Россия		
	 CONCEPT VIRTUAL PROTOTYPING VR Concept	 intelligent ideas XR-Star	
Дополненная реальность	Технология, формирующая для пользователя при помощи цифровых устройств не интерактивные виртуальные объекты в реальном пространстве. Используется как инструмент предоставления информации, позволяющий выполнять работы по сборке продукции и контролю качества, ремонту и обслуживанию производственного оборудования, производить удаленное консультирование пользователя и получать различные данные об объектах и реальном пространстве.		
	Отмечается, что использование AR позволяет уменьшить временные затраты на выполнение производственных задач, повысить безопасность и качество выполняемых работ [378; 379].		

¹¹ Примеры компаний-разработчиков / производителей технологий выявлялись на основе кабинетного исследования рынка и патентного анализа, они представляют собой лидеров по занимаемой доле рынка / созданию технологически развитых решений / количеству компаний-потребителей решений и т. п.

Расширенная реальность			
Примеры компаний-разработчиков / производителей и их решений	Мир		
	 Microsoft	Windows Mixed Reality	 Iristick G2
	 realwear	RealWear HMT-1	 Lenovo ThinkReality A3
	 VUZIX®	Vuzix M400	 Google Glasses
	Россия		
	 inline group	Икcap	 intelligent ideas MyDigitalHelmet
Смешанная реальность	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. На данный момент AR применяется преимущественно в целях обучения, однако возможности технологии позволяют расширить области применения до перечня применений VR (исключая управление техническими устройствами на расстоянии) и AR [380].		
Примеры компаний-разработчиков / производителей и их решений	Мир		
	 Microsoft	HoloLens 2	 Magic Leap 2
	Россия		
	 HOLOGROUP	MR Builder	 Nettle Desk
Субтехнологии			
Дисплеи / проекторы	Дисплеи и проекторы представляют собой электронные устройства, которые используются для визуального отображения информации. Применительно к XR они позволяют пользователю визуально воспринимать виртуальные объекты. Они имеют ряд специфических технических решений (оптические системы стереоскопического отображения, дисплеи с широким угловым разрешением и другие), обусловленных особенностями зрительной системы человека [381].		
Отслеживание взгляда	Устройства для отслеживания взгляда представляют собой технические средства, предназначенные для распознавания положения и траектории движения человеческих глаз. Применение данной субтехнологии позволяет оптимизировать использование аппаратных мощностей визуализации, управлять устройством, собирать и анализировать данные о рабочих процессах, повышать удобство и расширять сценарии использования устройств XR [382–384].		
Отслеживание движений и положения	Устройства для отслеживания движений и положения представляют собой технические средства, предназначенные для распознавания положения и траектории движения объектов в пространстве, в частности человека. Субтехнология используется для взаимодействия человека с виртуальными объектами посредством рук, а также корректного отображения виртуальных объектов в реальной среде и определения положения тела пользователя в пространстве относительно других объектов [377; 385].		
Распознавание речи и изображений	Устройства для распознавания речи и изображений представляют собой технические средства (датчики, микрофоны и др.), предназначенные для преобразования визуальной и аудиальной информации в цифровой формат. Распознавание речи используется для		

Расширенная реальность

	управления устройствами AR и MR; распознавание изображения – для отслеживания внешней среды и корректного отображения виртуальных объектов [385].
--	---

Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова на основе данных Forrester, Microsoft, баз научных публикаций MDPI, ScienceDirect и других материалов, 2019–2023 [374–385]

Результаты исследований [386; 387], проведенных в 2019 и 2021 годах, показали наличие сдерживающих факторов развития технологий XR в связи с возможными негативными последствиями социального, ментального и физиологического характера, возникающими в результате чрезмерного использования технологий XR: испытуемые теряли устойчивость тела, испытывали головокружение, тошноту, потливость и нервное напряжение, также отмечалось изменение паттернов социального поведения.

Технологии AR и MR имеют большие, в сравнении с VR, перспективы промышленного применения за счет возможностей использования на всей территории предприятия и взаимодействия пользователя с реальным и виртуальным пространством одновременно, а также меньшей нагрузки на пользователя в процессе работы. Таким образом, активно развиваются портативные XR-технологии и ПО, обеспечивающее их широкую интеграцию в производственные процессы. Например, компания Airbus использует HoloLens¹², разработку компании Microsoft, для проектирования и обслуживания самолетов, в частности с использованием AR-устройства процесс установки электрооборудования стал быстрее на 25% [388]. Важным драйвером применения XR является развитие мобильных сетей 5-го поколения (5G) на промышленных предприятиях, позволяющих использовать AR- и MR-устройства в виде автономных носимых устройств (например, шлемы) [389; 390].

В России наиболее активно развивается и применяется программная часть XR (средства разработки контента, платформенные решения и другие). Сами устройства XR, т.е. аппаратная часть, развиты и применяются слабо, преобладают импортные решения [391]. Данный дисбаланс сформировался из-за высокой степени зависимости отечественной электронной и радиоэлектронной промышленности от импорта [392].

В целом в России внедрение промышленных XR-технологий затруднено – по данным анкетирования представителей промышленных компаний РФ, технологии XR имеют значительное влияние только на 1 из 10 производственных факторов – снижение затрат на обеспечение качества продукции [393]. Развитие и внедрение XR-решений в отечественную промышленность может быть стимулировано разработкой сценариев применения технологий для максимизации эффектов (увеличение объема производства продукции, повышение общей эффективности оборудования, ускорение производственного цикла и вывода продукции на рынок), а также повышением осведомленности линейных работников предприятий о потенциальных преимуществах технологии для мотивации использования XR-устройств [391].

¹² HoloLens – AR-очки, способные выводить объекты / информацию на полупрозрачное стекло, создавая эффект дополненной реальности.

4.1.2. Искусственный интеллект

Искусственный интеллект (Artificial Intelligence, AI) 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. AI является одной из наиболее перспективных технологий цифровой трансформации промышленных компаний и совершенствует процедуры мониторинга, контроля и оптимизации производственных процессов, управления ими и прогнозирования их параметров, а также обеспечения безопасности. Искусственный интеллект объединяет ряд технологий интеллектуального сбора, обработки и анализа больших данных¹³, которые функционируют на базе компьютерного зрения, обработки естественного языка и речи, машинного и глубокого обучения, а также нейронных сетей [394–396].

Таблица 6. Технологии и субтехнологии, входящие в состав сегмента искусственного интеллекта

Искусственный интеллект			
Интеллектуальный сбор данных	Технологии интеллектуального сбора данных являются совокупностью программных решений искусственного интеллекта, применяемых для нахождения, распознавания и идентификации объектов (предметов, людей, слов, чисел и прочего) и / или их показателей в наборе данных (видео- и аудиопотоке, тексте, изображении и прочих). Данные технологии позволяют автоматизировать процесс сбора данных, идентифицируемых по ряду признаков, и используются в системах поиска дефектов продукции, фиксации нарушений техники безопасности и действий персонала, системах автоматизированного документооборота, поиска и сортировки информации, автоматизированных линий и робототехнических устройств [396–398].		
Примеры компаний-разработчиков / производителей и их решений ¹⁴	Мир		
		CV-X, XG-X	 Vision Intelligence
		In-Sight	 Paragon Semvox ODP S3
		Basler dart	 NeuralSight
		Inline AI	 Vision Builder
	Россия		
		Программные решения ¹⁵	 ГРУППА КОМПАНИЙ Speech Analytics Lab

¹³ Большие данные (Big Data, BD) – массивы информации, характеризующиеся колоссальными объемами, стремительно растущей скоростью накопления данных, разнообразием их формата представления.

¹⁴ Примеры компаний-разработчиков / производителей технологий выявлялись на основе кабинетного исследования рынка и патентного анализа, они представляют собой лидеров по занимаемой доле рынка / созданию технологически развитых решений / количеству компаний-потребителей решений и т.п.

¹⁵ Компания приводит ряд программных решений, созданных на основе компьютерного зрения в рамках реализации отдельных проектов.

Искусственный интеллект	
Интеллектуальная обработка данных	Технологии интеллектуальной обработки данных являются совокупностью программных решений искусственного интеллекта, применяемых для обработки и анализа однотипных данных с целью их преобразования, классификации и извлечения из них новых данных. Данные технологии позволяют автоматизировать процесс преобразования данных и формирования выводов на их основе и используются при проектировании продукции, контроле производственных процессов на уровне установленных датчиков и конкретных линий, обучении интеллектуальных систем управления и контроля автоматизированных линий, робототехнических устройств и других [396; 399; 400].
Примеры компаний-разработчиков / производителей и их решений	Мир
	 AtomML+  VisionPro
	 aiWARE  Power Automate
	 AI Platform  Screevo
	 HPC  IIoT ThingWorx
	Россия
	 SOLUT  MOTIONWORKS
Интеллектуальный анализ больших данных	Технологии интеллектуального анализа больших данных являются совокупностью программных решений искусственного интеллекта, применяемых для обработки и анализа больших данных с целью выявления полезной информации о предмете исследования. Технологии позволяют исследовать «полезные» данные из всего объема сгенерированных больших данных, искать между ними закономерности и связи, формировать выводы, прогнозы и рекомендации. Технологии интеллектуального анализа больших данных используются в системах поддержки принятия решений, цифровых двойниках, предиктивной аналитики, а также при оптимизации производства, межмашинном взаимодействии, управлении качеством продукции, управлении жизненным циклом объектов [401–403].
Примеры компаний-разработчиков / производителей и их решений	Мир
	 IBM Watson  Azure AI
	 MindSphere  LogixAI
	 GE Predix Platform  NVIDIA IGX
	 ABB Genix  SAP AI
	Россия
	 Диспетчер  Система мониторинга
Субтехнологии	
Компьютерное зрение	Компьютерное зрение представляет собой субтехнологию, за счет которой устройство может обрабатывать и интерпретировать визуальные данные для отслеживания,

Искусственный интеллект	
	классификации и идентификации объектов. Субтехнология позволяет автоматизировать и улучшать контроль качества продукции, контроль соблюдения техники безопасности, классифицировать и сортировать объекты, определять их габариты и положение [397].
Обработка естественного языка и речи	Обработка естественного языка и речи представляет собой механизм распознавания, анализа и генерации языка и речи человека. Субтехнология включает в себя распознавание и синтез речи и текста на разных языках, преобразование их в программные команды, выявление смысловых конструкций и формирование аналитических данных в читаемом для человека виде. Данные технологии применяются для анализа больших текстовых массивов данных и автоматизации человеко-машинного взаимодействия (например, команд управления и информирования о состоянии) [398; 400].
Машинное и глубокое обучение	Машинное обучение и его подвид – глубокое обучение – это субтехнологии, в рамках которых компьютерные модели могут обучаться выполнению определенных задач на основе массивов данных. Данные субтехнологии применяются при обучении интеллектуальных систем управления автоматизированными линиями и робототехническими устройствами, сборе, обработке и анализе различных данных [395; 404; 405].
Нейронные сети	Нейронные сети представляют собой математические модели в программном или аппаратном виде, имитирующие строение и функционирование биологической нейронной сети. Различные виды нейронных сетей являются основой построения искусственного интеллекта и обеспечивают имитацию когнитивных функций человека [395; 406].

Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова на основе данных IBM, Intel, Microsoft и других материалов, 2020–2023 [395–406]

Развитие технологий AI в мире имеет сдерживающий фактор в виде неготовности производителей внедрять решения на их основе. Отмечается, что технологии AI при неправильном управлении и интеграции могут привести к негативным эффектам и увеличить расходы компании [407]. При этом разработка, внедрение и обслуживание технологий и систем AI требует наличия квалифицированных специалистов, дефицит которых наблюдается во всем мире [408].

В связи с этим наиболее активно внедряются те технологии искусственного интеллекта, которые основаны на более простых алгоритмах и обладают ограниченным функционалом. Они применяются для автоматизации производства в робототехнических устройствах и системах компьютерного зрения. Тем не менее большой объем разнообразных данных, генерируемых в результате цифровой трансформации организаций, создает потребность в их обработке и анализе. Это, в свою очередь, стимулирует промышленные компании к разработке и внедрению технологий искусственного интеллекта, в частности, интеллектуальной обработки и анализа больших данных [408; 409].

В России технологии искусственного интеллекта имеют драйверы и сдерживающие факторы развития, схожие с мировыми, однако уровень внедрения решений AI в отечественных промышленных компаниях в 3 раза ниже общемирового уровня [410]. Решения на основе AI чаще используются крупными промышленными компаниями, при этом 47% таких решений разрабатываются и внедряются промышленными компаниями самостоятельно [410–412].

4.2. Обзор ключевых научных разработок в России и мире по результатам библиометрического и патентного анализа

Библиометрический анализ и патентный анализ являются важными методами оценки научных и технологических исследований в различных областях. В рамках библиометрического анализа и патентного анализа таких областей, как AI и XR, были выявлены тенденции научно-технологических исследований, географическая структура научной активности, ключевые игроки в научных областях, а также наиболее востребованные предметные области. Кроме того, в ходе исследования были выявлены динамика развития технологий, ключевые игроки на международном рынке, наиболее востребованные предметные области проведения НИОКР. Полученные результаты способствуют формированию представления об интеллектуальном и технологическом ландшафте направлений AI и XR, позволяя исследователям и органам государственной власти принимать обоснованные решения для технологического развития страны.

4.2.1. Результаты библиометрического анализа

Анализ научных публикаций по сегментам AI и XR был проведен на основе данных информационной базы Scopus¹⁶. В результате анализа было выявлено 67,5 тыс. научных публикаций, изданных в период 2003–2023 годов¹⁷ и относящихся к рассматриваемой области. Результаты анализа показывают схожесть динамики публикационной активности в мире и России: в течение рассматриваемого периода наблюдается плавный рост количества публикаций с отсутствием выраженных пиков на графике. Наибольший темп прироста количества публикаций в мире и России был зафиксирован в период 2018–2019 годов (77,6% и 88,2% соответственно). При этом наибольшее количество публикаций – 17889 публикаций в мире (26,5% от общего количества) и 280

¹⁶ Для поиска был использован следующий запрос: «TITLE-ABS-KEY(((automotive*) OR (aircraft*) OR shipbuilding* OR boatbuilding* OR ((atomic* OR oil* OR gas* OR special* OR train*) W/9 engine W/2 building*) OR (mechanical W/2 engineering*) OR ((metallurgical* OR coke* OR petroleum* OR chemical*) W/2 production)) AND (((extended W/1 reality*) OR xr) OR ((virtual* W/1 reality*) OR vr) OR ((augmented W/1 reality*) OR ar) OR ((mixed W/1 reality*) OR mr)) AND ((computer* W/1 vision*) OR (display* OR screen* OR projector*) OR (eye* W/2 track*) OR ((brain W/1 computer W/1 (interface* OR connection*)) OR bci) OR ((bod* W/2 track*) OR (mov* W/1 track*)) OR ((360 W/1 video*) OR (surround* W/1 video*)))) OR (((automotive*) OR (aircraft*) OR shipbuilding* OR boatbuilding* OR ((atomic* OR oil* OR gas* OR special* OR train*) W/9 engine W/2 building*) OR (mechanical W/2 engineering*) OR ((metallurgical* OR coke* OR petroleum* OR chemical*) W/2 production)) AND ((nlp OR (neural W/1 language* W/1 process*)) OR (image* W/2 recognition*) OR (voice* W/2 recognition*) OR (ai OR (data W/1 science*))) AND ((neural* W/1 network*) OR (ml OR (machine W/1 learning*)) OR (dl OR (deep W/1 learning*)) OR (reinforc* W/1 learning*))) AND NOT surge* AND NOT "smart cit*" AND NOT iomt AND NOT chemistr* AND NOT "sign language*" AND NOT weather* AND NOT soybe* AND NOT biolog* AND NOT cheat* AND NOT dialect* AND NOT emotion* AND NOT disease* AND (LIMIT-TO(PUBYEAR, 2023) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2022) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2010) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2009) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2008) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2007) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2006) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2005) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2004) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2003)))». Аналитика сформирована на дату 07.03.2023 г.

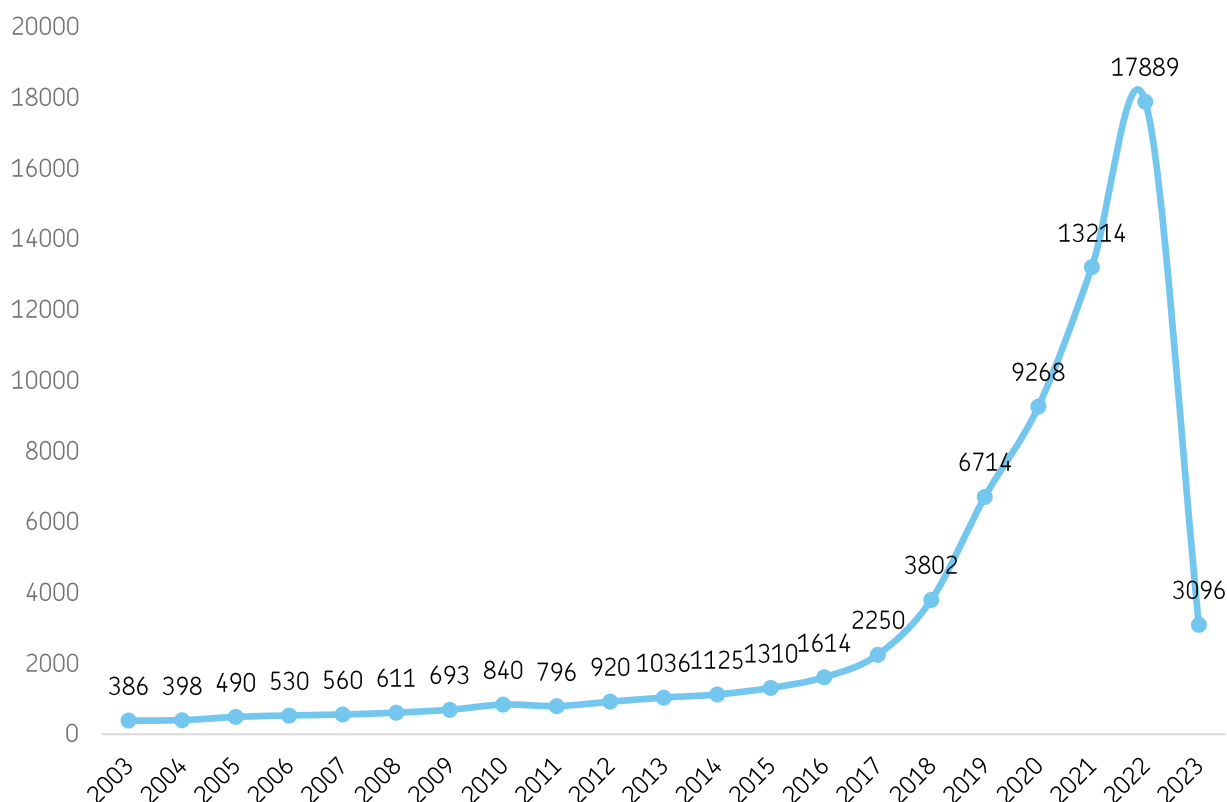
¹⁷ В патентной и библиометрической базах данных отсутствуют релевантные данные ранее 2003 года, подходящие под предметную область исследования.

публикаций в России (25,5% от общего количества) – было опубликовано в 2022 году. Среднегодовой темп прироста в течение всего рассматриваемого периода (за исключением 2023 года) для мира и России составил 19,7% и 54,8% соответственно. Увеличение количества работ в областях AI и XR в период 2018–2019 годов может быть связано с рядом трендов, интенсифицирующих процессы внедрения технологий и средств автоматизации производственных процессов:

- развертывание первых коммерческих сетей 5G в 2019 году, а также увеличение количества частных сетей, развернутых на промышленных предприятиях [413–415];
- активная разработка и реализация компаниями стратегий цифровой трансформации (согласно исследованию, проведенному в 2018 году, 70% респондентов заявили, что их компании либо уже разработали стратегию цифровой трансформации, либо работают над ней [416]);
- снижение стоимости аппаратной части технологий, в частности сенсоров, обладающих низким энергопотреблением (средняя стоимость сенсоров снизилась на 200% в период 2004–2018 годов [417]) и др.

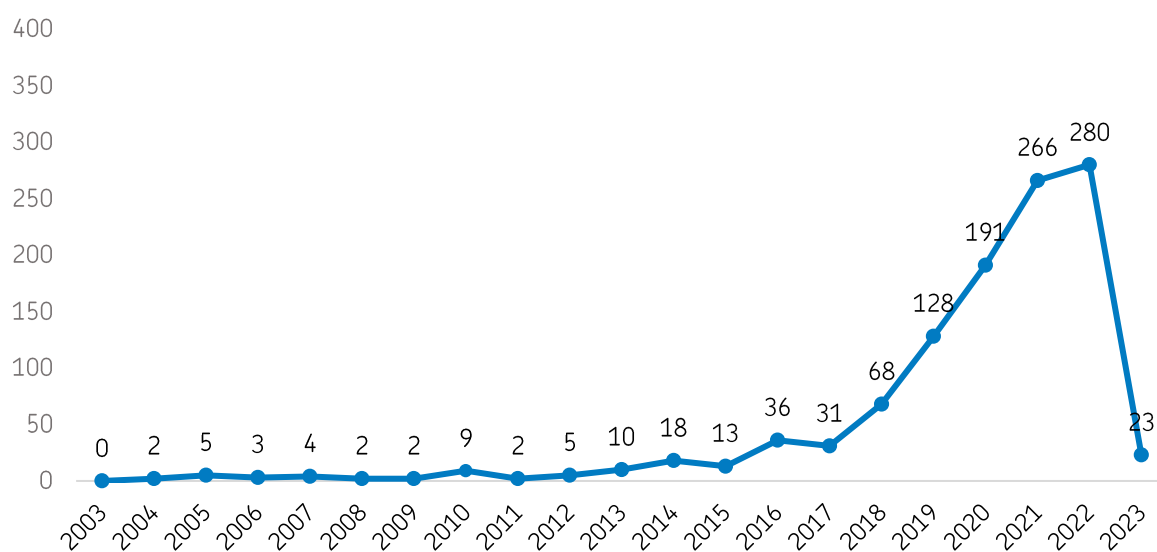
Дальнейшее увеличение количества публикаций будет отражать рост интереса промышленных компаний к внедрению технологий в производство, что обосновывается потенциальными эффектами – увеличением производственной эффективности, снижением затрат и др. [418]

Рисунок 18. 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

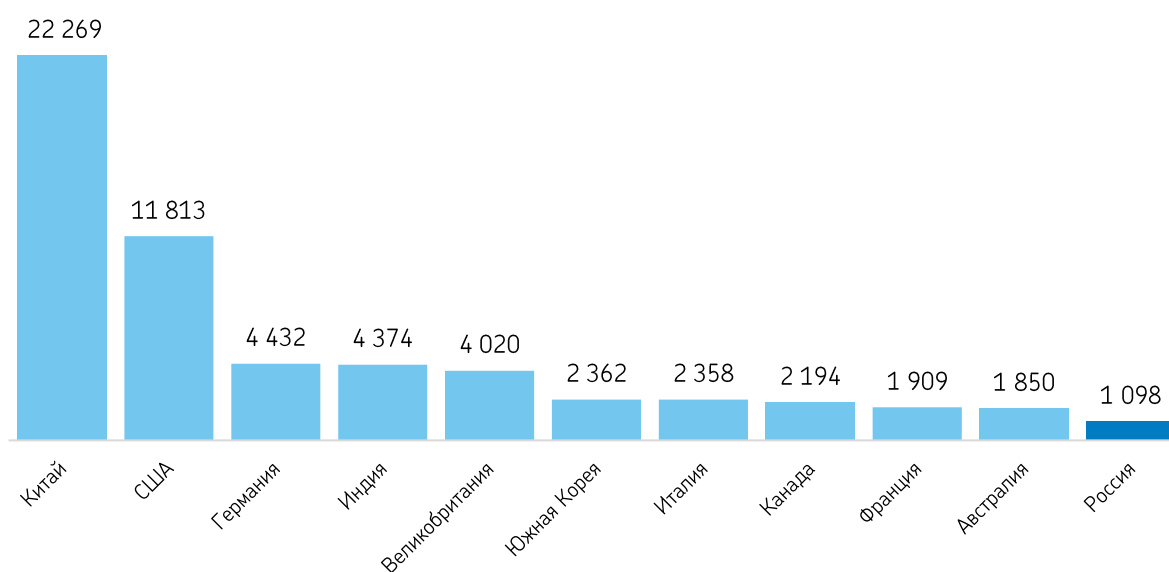
Рисунок 19. Количество научных публикаций в России в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по годам (2003–2023 годы)



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

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.

Рисунок 20. Количество научных публикаций в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по странам (2003–2023 годы)



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

Лидирующими организациями по количеству публикаций в рамках исследуемой области в мире являются организации из Китая, занимающие 9 строчек из рейтинга ТОП-10 и включающие Университет Цинхуа (820 публикаций), Университет китайской академии наук (738 публикаций), Шанхайский университет Джао Тонг (684 публикации) и др. Помимо китайских организаций в ТОП-10 входит французский Национальный центр научных исследований (526 публикаций).

Рисунок 21. Количество научных публикаций в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по аффилиации по миру (2003–2023 годы)



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

В ТОП-10 российских организаций с наибольшим количеством публикаций входят Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (79 публикаций), Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (70 публикаций), Сколковский институт науки и технологий (68 публикаций) и др. При этом 5 из 10 организаций списка находятся на территории Москвы и Московской области.

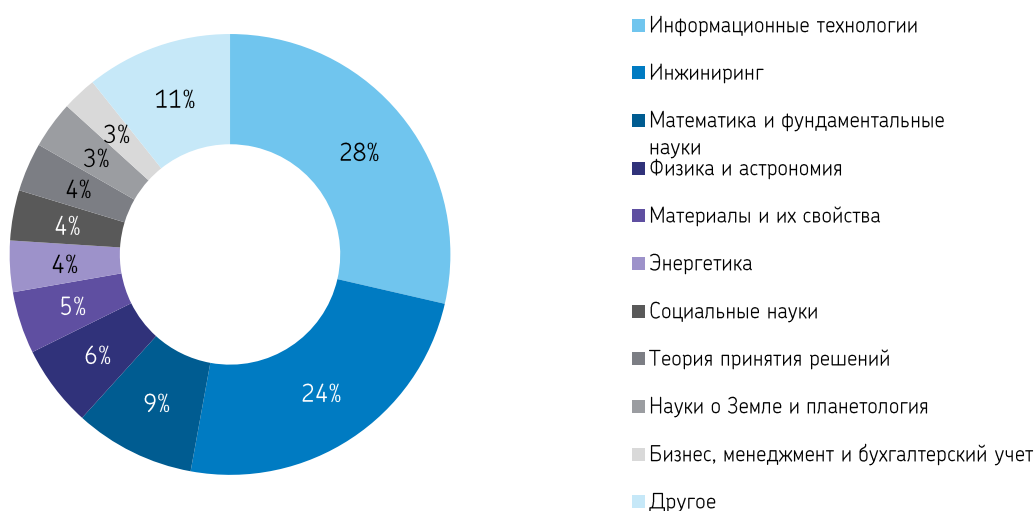
Рисунок 22. Количество научных публикаций в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по аффилиации по России (2003–2023 годы)



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

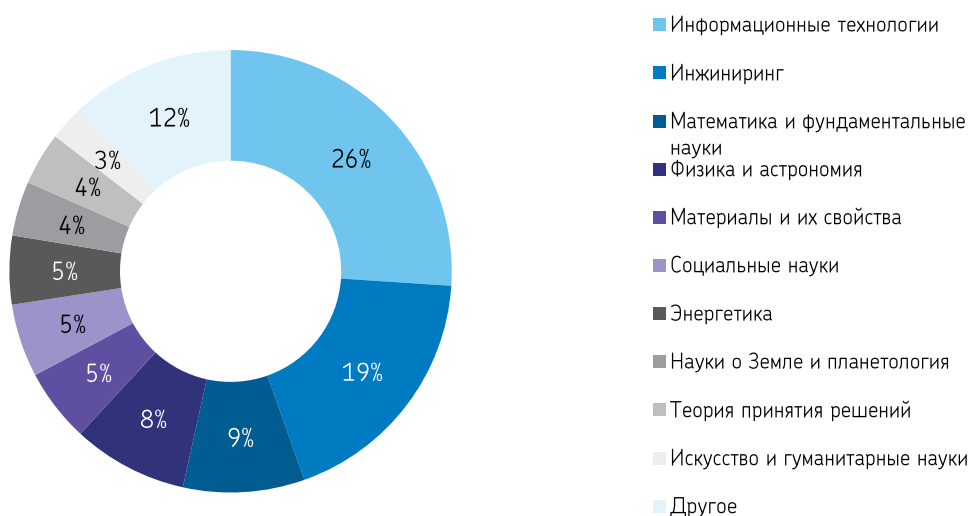
Наиболее популярными прикладными направлениями исследований в рамках предметной области цифровой трансформации промышленных компаний по миру и по России, согласно информационной базе данных Scopus, являются: информационные технологии, инжиниринг, математика и фундаментальные науки. Наименее популярными сферами исследований в мире являются области науки о Земле и планетология, бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет. Наименее популярными сферами исследований в России, в свою очередь, являются области науки о Земле и планетология, науки о теории принятия решений, искусстве и гуманитарные науки.

Рисунок 23. Количество научных публикаций в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по предметной области по миру (2003–2023 годы)



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

Рисунок 24. Количество научных публикаций в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по предметной области по России (2003–2023 годы)



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

В 2003–2023 годах наиболее популярными темами исследований являлись:

- алгоритмы AI (нейросети, машинное / глубокое обучение) и технологии XR, исследование роли технологий при применении в промышленности;
- прикладные исследования в области разработки и тестирования систем на основе алгоритмов AI.

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.).

4.2.2. Результаты патентного анализа

С целью создания перспективных технологических решений в области цифровой трансформации промышленных компаний, а также получения исключительных прав на инновационные разработки отечественные и зарубежные компании инициируют проекты, результатом которых в том числе являются патенты, выступающие индикатором развития отрасли и оперирующих в ее рамках участников. Патентный анализ был реализован на основе информации международной патентной базы данных Questel Orbit¹⁸. Анализ охватывает патенты, зарегистрированные в период с 2003 по 2023 год. Необходимо отметить, что данные за 2021, 2022 и 2023 годы не могут являться релевантными, поскольку патентные ведомства разных стран раскрывают информацию о факте регистрации патента, а также прочие сопутствующие данные, по истечении определенного периода, который, как правило, варьируется от 1,5 до 2 лет. В анализ включены патенты¹⁹ с показателем релевантности не менее 99%, патентная коллекция состоит из 3980 патентных семейств, патенты, входящие в указанные патентные семейства, были зарегистрированы в период с 2003 по 2023 год.

Одной из числовых метрик, позволяющих оценить результаты патентного анализа, является сила

¹⁸ Для поиска был использован запрос: «((((automotive+) OR (aircraft+) OR shipbuilding+ OR boatbuilding+ OR ((atomic+ OR oil+ OR gas+ OR special+ OR train+) 9W Engine 2W Building+) OR (Mechanical 2W Engineering+) OR ((metallurgical+ OR coke+ OR petroleum+ OR Chemical+) 2W production)) AND (((Extended 1W Realit+) OR XR) OR ((Virtual+ 1W Realit+) OR VR) OR ((Augmented 1W Realit+) OR AR) OR ((Mixed 1W Realit+) OR MR)) AND ((Computer+ 1W Vision+) OR (Display+ OR Screen+ OR Projector+) OR (Eye+ 2W Track+) OR ((Brain 1W Computer 1W (Interface+ OR Connection+)) OR BCI_) OR ((Bod+ 2W Track+) OR (Mov+ 1W Track)) OR ((360 1W Video+) OR (Surround+ 1W Video+)))) OR (((automotive+) OR (aircraft+) OR shipbuilding+ OR boatbuilding+ OR ((atomic+ OR oil+ OR gas+ OR special+ OR train+) 9W Engine 2W Building+) OR (Mechanical 2W Engineering+) OR ((metallurgical+ OR coke+ OR petroleum+ OR Chemical+) 2W production)) AND ((NLP OR (Neural 1W Lan-guage+ 1W Process+)) OR (Image+ 2W Recognition+) OR (Voice+ 2W Recognition) OR (AI S (Data 1W Science+))) AND ((Neural+ 1W Network+) OR (ML OR (Machine 1W Learning+)) OR (DL OR (Deep 1W Learning)) OR (Rein-forc+ 1W Learning+))))/TI/AB/CLMS/DESC/ODES/ICLM AND PRD >= 2003». Аналитика сформирована на дату 13.03.2023 г.

¹⁹ Понятия «патент» и «патентное семейство» в рамках данного исследования тождественны: патентом является документ о регистрации интеллектуальной собственности в патентном ведомстве определенной страны, а патентное семейство является набором одних и тех же патентов в патентных ведомствах разных стран. Патентный анализ всегда проводится в рамках патентных семейств, чтобы исключить повторный учет регистрации одного и того же изобретения, однако понятие «патент» может применяться с целью обозначения первого зарегистрированного патента в рамках патентного семейства.

патентного семейства – это комплексный относительный показатель, формируемый на основе технологической составляющей (количество цитирований патента, срок действия патента, а также технологическая область патента) и рыночной составляющей разработки (показатель, рассчитываемый на основе объема ВВП страны, в которой регистрируется патент) [419]. Сила патентного семейства рассчитывается компанией Questel, формула расчета и предельные значения в открытом доступе не представлены, однако наиболее часто сила патента составляет от 0 до 6 единиц. Сила патента демонстрирует распространенность разработки в мире и востребованность ее реализации на рынке той или иной страны, а также актуальность разработки и ее применимость для дальнейших исследований. Сила патентных семейств в разрезе предметной области представлена ниже (показатель используется для построения технологического радар в главе 4.3):

1. технологии в сегменте XR: VR (сила 2,41); AR (сила 2,70); MR (сила 2,76);
2. технологии в сегменте AI: интеллектуальный сбор данных (сила 3,71); интеллектуальная обработка данных (сила 3,94); интеллектуальный анализ больших данных (сила 4,12).

По результатам анализа технологии интеллектуального анализа больших данных и MR являются наиболее востребованными на рынке решений цифровой трансформации²⁰. Наибольшая сила патентных семейств двух технологий в разрезе своих сегментов иллюстрирует следующие факты:

- исследования и разработки, посвященные данной технологии, часто цитируются, то есть происходит расширение научно-исследовательской деятельности в предметной области технологий;
- патенты по данным технологиям регистрируются в большом количестве технологически и экономически развитых стран, то есть существует необходимость защищать результаты интеллектуальной деятельности на большом количестве высококонкурентных рынков, что свидетельствует о конкурентности и актуальности технологий для целей дальнейшего научно-технологического развития.

Активная фаза роста подачи заявок на регистрацию интеллектуальной собственности в мире отмечается в период с 2013 года. При этом необходимо отметить, что пик регистрации патентов приходится на 2019 год, в 2020 году наблюдается резкое снижение количества заявок на регистрацию патентов технологическими компаниями. Причинами такого спада могут быть следующие факторы:

- начало пандемии, вынудившей большинство компаний перейти на удаленный формат работы;
- снижение инвестиций в технологические компании [420] из-за международного финансового кризиса, что привело к прекращению некоторых проектов.

²⁰ Сопоставление технологий по силе патентных семейств релевантно в разрезе сегментов, когда предметная область является относительно однородной и сопоставимой. Наибольший эффект от сопоставления возникает при сравнении силы патентных семейств по конкретным разработкам в разрезе конкретной технологии (например, для сравнения актуальности и востребованности разработок двух конкурирующих исследовательских организаций).

Необходимо отметить, что ускоренного развития интеллектуального капитала у отечественных компаний в рамках сегментов AI и XR не наблюдается. Причиной этого могут являться как специфические особенности страны (резервы развития технологического задела по производству отечественных устройств на базе описанных технологий), так и прочие страновые особенности (неэффективность разработки моделей на иностранных языках для искусственного интеллекта, а также низкая эффективность обучения нейронных сетей компьютерного зрения в условиях российской инфраструктуры). Еще одним существенным барьером, сдерживающим развитие рассматриваемых технологий на российском рынке, является дефицит кадров [421].

Рисунок 25. Динамика регистрации патентных семейств в мире и в России в области искусственного интеллекта и расширенной реальности (2003–2023 годы)



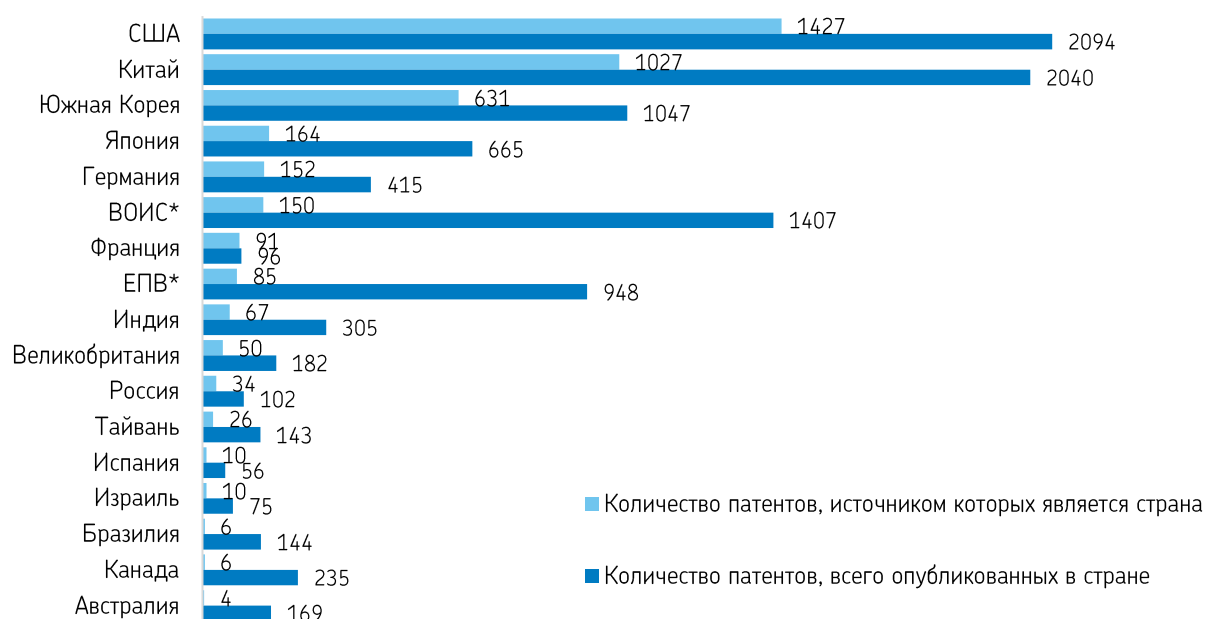
Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова на основе данных международной патентной базы данных Questel Orbit, 2023

Наиболее развиты описанные 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. [422]

Франция входит в шестерку лидеров по количеству патентов, источником которых является эта страна, при этом 94,7% всех зарегистрированных патентов в стране защищают собственные разработки (в стране зарегистрировано всего 5 патентов иностранными компаниями, что эквивалентно 5,3% от общего числа патентов). Это может иллюстрировать достаточный внутренний спрос на решения по цифровой трансформации промышленных компаний или же наличие барьеров по выходу зарубежных компаний на рынок страны.

Россия, несмотря на низкую позицию в рейтинге (9-е место), имеет довольно высокое процентное соотношение собственных разработок к общему количеству патентов среди рассматриваемых стран (33,3%) и находится на сопоставимом уровне с Германией (36,6%), значительно уступая только Франции (94,7%), США (68,15%), Южной Корее (60%) и Китаю (50,34%).

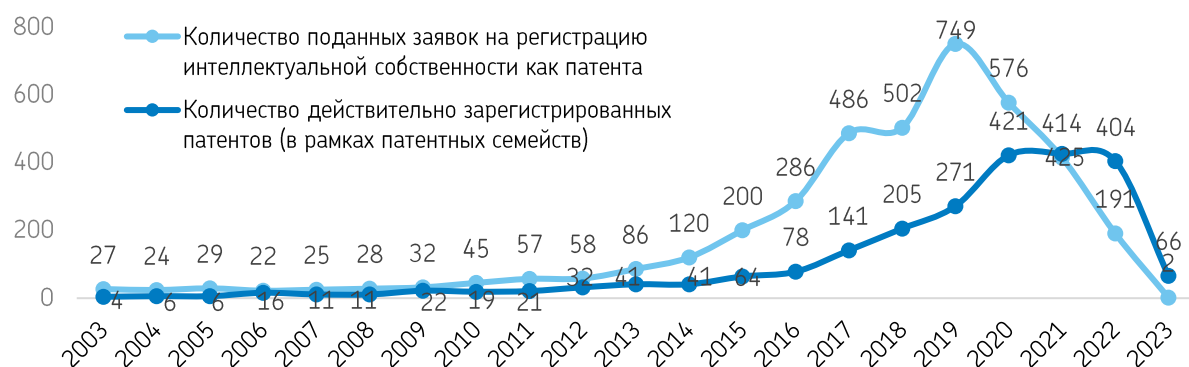
Рисунок 26. Распределение патентов в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по патентным агентствам стран (2003–2023 годы)²¹



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

До 2014 года разрыв между количеством поданных заявлений на регистрацию интеллектуальной собственности как патента и количеством зарегистрированных патентов находился на низком уровне и не превышал 50%, однако из 1274 заявлений, поданных за период 2016–2018 годов, было зарегистрировано за 2017–2019 год 617 патентов, что составляет разрыв в 52%.

Рисунок 27. Динамика количества заявок на выдачу патентов в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по миру (2003–2023 годы)



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

²¹ ВОИС – Всемирная организация интеллектуальной собственности.
ЕПВ – Европейское патентное ведомство.

В России наблюдается колебательная динамика регистрации интеллектуальной собственности, однако при этом почти все поданные заявки за период 2010–2020 годов были одобрены к регистрации в качестве патента.

За период 2003–2022 годов в России было подано 223 заявления на регистрацию интеллектуальной собственности, из них 219 (98%) заявлений за период 2004–2023 годов были удовлетворены и зарегистрированы как патент (важно учитывать временной лаг между заявкой и регистрацией патента, который в среднем составляет год). Таким образом, несмотря на низкое количество патентов в стране, практически все поданные заявки на регистрацию интеллектуальной собственности были одобрены, что указывает на соответствие поданной разработки определению патента, которое в том числе предполагает ценность и новизну регистрируемой инновации [423].

Рисунок 28. Динамика количества заявок на выдачу патентов в области искусственного интеллекта и расширенной реальности в России (2003–2023 годы)



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

Наиболее распространенной технологической областью среди рассматриваемых патентных семейств в мире является «Вычислительная техника». В рейтинг самых распространенных технологических областей зарегистрированной интеллектуальной собственности в рамках патентных семейств также вошли средства контроля, оптика, аудиовизуальные технологии и транспорт. В сумме эти 5 категорий составляют 68,6% от численности всех патентных семейств.

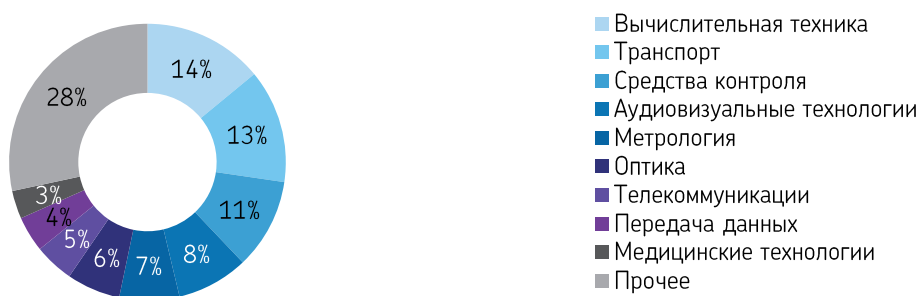
Рисунок 29. Патентные семейства в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по технологической области в мире (% , 2003–2023 годы)



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

К самым популярным технологическим областям в России вошли патентные семейства, связанные с вычислительной техникой, транспортом, средствами контроля, аудиовизуальными технологиями и метрологией. В сумме 5 наиболее популярных технологий составляют 53,3% от общего числа патентных семейств, что свидетельствует о большей диверсификации разработок относительно среднего международного уровня (53,3% в России против 68,6% в мире на топ-5 технологических областей иллюстрируют меньшую сконцентрированность отечественного рынка на 5 направлениях и, соответственно, большая доля патентов в сравнении с долей по миру ориентирована на прочие технологии).

Рисунок 30. Патентные семейства в области искусственного интеллекта и расширенной реальности по технологической области в России (% , 2003–2023 годы)

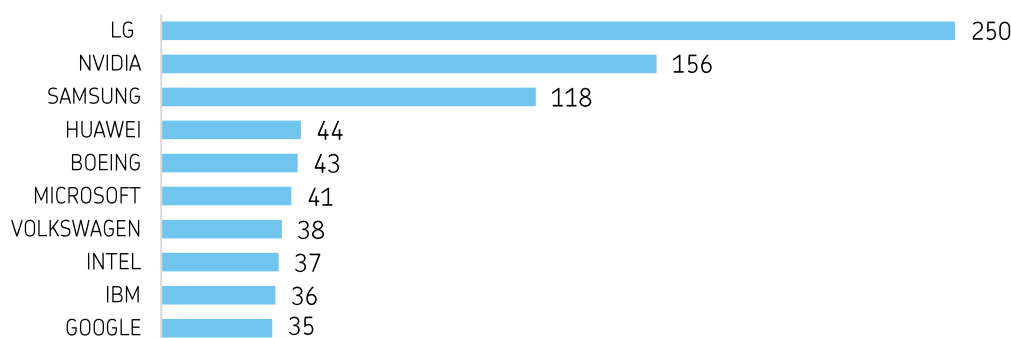


Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова на основе данных международной патентной базы данных Questel Orbit, 2023

Согласно патентному анализу лидерами в развитии технологий AI и XR являются компании, расположенные на территории США (NVIDIA Corporation, Microsoft Corporation, Boeing Airplane & Transport Corporation, Intel Corporation, IBM Corporation, Google LLC), Южной Кореи (LG Electronics, Samsung Electronics), Китая (Huawei Technologies), Германии (Volkswagen AG). Необходимо отметить, что несмотря на подавляющее большинство компаний из США в рейтинге 10 самых инновационных компаний (60% от общего числа компаний, имеющих наибольшее количество патентных семейств), наибольшее количество самих решений, зарегистрированных в качестве патента, принадлежит компаниям Южной Кореи (46,1%).

При этом следует учитывать, что в рамках патентного анализа патентообладателями могут быть как компании-создатели технологий (вендоры), так и промышленные компании, которые сами разрабатывают технологии для собственного пользования, а не для реализации на рынке.

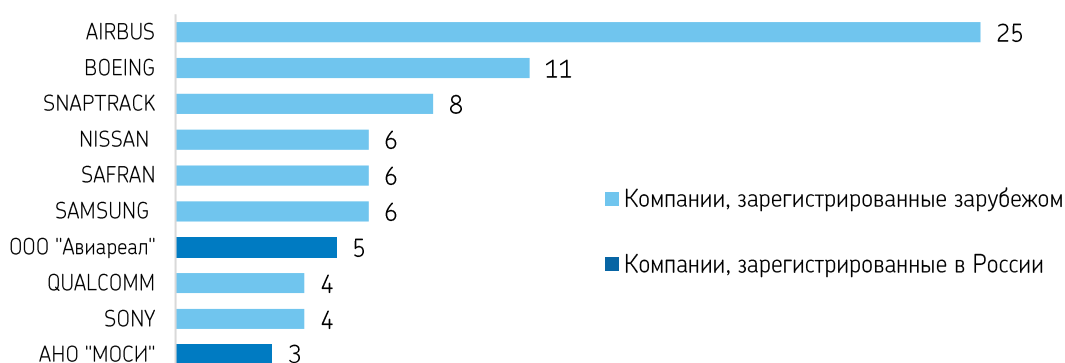
Рисунок 31. Компании с наибольшим количеством патентных семейств, зарегистрированных в качестве патента, в мире в области искусственного интеллекта и расширенной реальности (единиц, 2003–2023 годы)



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

Лидерами в развитии технологий цифровой трансформации промышленных предприятий на территории России являются преимущественно российские филиалы зарубежных компаний, а именно Airbus (Франция), Boeing (США), Snaptrack (США), Nissan (Япония), Safran (Франция), Samsung (Южная Корея), Qualcomm (США), Sony (Япония). Наибольшее количество патентов принадлежит российским филиалам компаний, зарегистрированным в США (34,1%), а также французской компании Airbus (31,6%). Такая высокая доля патентов со стороны Airbus объясняется сотрудничеством между Airbus и российскими научными центрами при проектировании самолетов. Российские организации ранее выполняли проекты, связанные с разработкой самолетов Airbus A320 / A320neo / A330 / A340 / A350 XWB / A380, а также поставляли титановые элементы для сборки самолетов [424; 425].

Рисунок 32. Компании с наибольшим количеством патентных семейств, зарегистрированных в качестве патента, в России в области искусственного интеллекта и расширенной реальности (единиц, 2003–2023 годы)



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

Таким образом, по результатам патентного и библиометрического анализа можно сделать вывод о том, что сегменты AI и XR активно исследуются мировым научным сообществом: показатели количества патентов и научных публикаций активно росли с 2013 по 2019 год. Снижение исследовательской активности после 2019 года объясняется рядом причин, ключевой из которых является пандемия COVID-19. Динамика патентной и публикационной активности в России и в мире отражает сходные тенденции, однако объемы отечественных работ в значительной степени уступают количеству публикаций и патентов в сфере цифровой трансформации промышленных предприятий в других странах (Китай, США, Германия, Южная Корея и др.). При этом стоит отметить, что Россия находится на сопоставимом с лидирующими странами уровне по показателю процентного соотношения собственных разработок к общему количеству разработок, зарегистрированных в стране, что согласуется с государственной политикой по импортозамещению зарубежных технологий [426].

4.3. Технологический радар рынка решений в области цифровой трансформации промышленных компаний

В ходе анализа рынка решений цифровой трансформации промышленных компаний были рассмотрены два сегмента – расширенная реальность и искусственный интеллект. В рамках сегмента XR для проведения анализа и составления технологического радара на основе открытых данных, научных работ и мнений отраслевых экспертов был расширен перечень субтехнологий, выделенный в разделе 4.1:

- микро-дисплеи (отображение визуальной информации в VR- / AR- / MR-очках);
- захват движений (получение данных о движениях частей тела пользователя VR- / AR- / MR-очков);
- отслеживание взгляда (получение данных о направлении взгляда пользователя VR- / AR- / MR-очков);
- 3D-камеры (технология объемного сканирования пространства при помощи специальных камер, встроенных в VR- / AR- / MR-очки);
- обратная связь Haptic (технология симулирования тактильной обратной связи);
- симулирование запахов (технология симулирования запахов от объектов, находящихся в среде VR / AR / MR);
- видео 360 градусов (технология съемки сферического видео для удаленного присутствия пользователя VR- / AR- / MR-очков);
- распознавание образов (технология, определяющая на основе графических данных камер VR- / AR- / MR-очков тип и характеристику объектов);
- голосовой ассистент (технология виртуального голосового ассистента, оказывающего помощь пользователю VR- / AR- / MR-очков);
- VR- / AR-контактные линзы (технология, позволяющая реализовать среды VR / AR при помощи компактных контактных линз без использования классических VR- / AR-очков);
- Brain-Computer Interface (далее – BCI; технология, включающая нейронный чип, который напрямую считывает нервные импульсы мозга, позволяющая осуществлять прямой обмен данными, в том числе аудиовизуальными, между устройством виртуальной реальности и мозгом человека);

- Cloud XR (технология, позволяющая реализовать беспроводную передачу обработанных данных на VR- / AR- / MR-очки, не требующая наличия вычислительных мощностей у пользователя).

В рамках сегмента AI для проведения анализа и составления технологического радар на основе открытых данных, научных работ и мнений отраслевых экспертов был расширен перечень субтехнологий, выделенный в разделе 4.1:

- нейронная сеть (математическая модель, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей, для реализации функций искусственного интеллекта);
- глубокая нейронная сеть (многослойная нейронная сеть);
- генеративное обучение (технология обучения нейронных сетей и глубоких нейронных сетей, включающая архитектуры генеративных состязательных сетей, вариационных автоэнкодеров, моделей нормализующихся потоков и авторегрессионных моделей);
- машинное обучение (технология обучения нейронных сетей для дальнейшей реализации функций искусственного интеллекта);
- глубокое обучение (совокупность методов машинного обучения для обучения многослойных нейронных сетей, выполняющих функции искусственного интеллекта);
- обучение с подкреплением (метод обучения нейронных сетей, используемых для реализации функций искусственного интеллекта, предполагающий вознаграждение системы при правильном решении поставленной задачи);
- мультимодальное обучение (технология обучения нейронных сетей с применением разных категорий данных, включая текстовые, визуальные и аудиоданные);
- квантовое машинное обучение (технология обучения нейронных сетей, основанная на вычислительном параллелизме квантовых компьютеров);
- квантовая нейронная сеть (нейронные сети, обработка которых происходит на квантовом компьютере с использованием принципов квантовой физики);
- Low-Code/ No-Code AI (технология, позволяющая разрабатывать алгоритмы искусственного интеллекта без знаний в области компьютерного программирования);
- нативный AI (технология, позволяющая осуществлять распределенную обработку алгоритмов искусственного интеллекта на мощностях мобильных базовых станций 6G);
- «Сильный» AI (искусственный интеллект, способный подобно человеку мыслить, взаимодействовать и адаптироваться к изменяющимся внешним условиям, а также решать задачи в области обработки информации).

В целях определения субтехнологий, развивающихся наиболее быстрыми темпами и являющихся наиболее перспективными, был проведен анализ направлений исследовательских работ в научной среде. Инструментом поиска и анализа исследовательских работ является библиографическая база данных Dimensions. В целях визуализации результатов анализа было выбрано следующее представление:

- ось OY отображает среднегодовой темп прироста количества (CAGR) публикаций исследовательских работ за последние 5 лет (период 2018–2022 годов)²²;
- ось OX отображает общее количество публикаций исследовательских работ за последние 20 лет в период 2003–2022 годов;
- размер окружности отображает количество публикаций исследовательских работ за 2022 год, по которому есть полные данные о публикационной активности.

Для определения наиболее перспективных субтехнологий было проведено сегментирование на следующие группы:

- «Зрелые тематики» – сложившиеся, традиционные направления, характеризующиеся жесткой организационной структурой и снижением (или стабильностью) вкладываемых ресурсов. Зрелые научные направления характеризуются значительным накопленным количеством публикаций и слабым приростом или снижением числа публикаций в краткосрочном периоде.
- «Мейнстрим» – активно развивающиеся направления с оформленной организационной структурой, объемы привлекаемых ресурсов в которые продолжают расти. Научные направления, относящиеся к мейнстриму, также характеризуются большим накопленным количеством публикаций, в краткосрочном периоде продолжающим достаточно активно расти.
- «Прорыв» – новые, формирующиеся направления без четкой структурной организации, при этом привлекающие растущие объемы ресурсов. В прорывных научных направлениях накопленная научная база невелика, однако публикации по таким темам растут быстрыми темпами.
- «Нишевые темы» – «зона узкой специализации» и «зона неопределенности», область теорий и до конца не оформленных концептов без устойчивой финансовой и организационной основы, которые могут как стать, так и не стать прорывными. В науке данная область представлена в небольшом количестве профильных журналов, динамика публикаций при этом нестабильна как в краткосрочном, так и в долгосрочном периоде.
- «Угасающий тренд» – направления, некогда демонстрирующие положительные темпы прироста публикаций, однако на текущий момент теряющие популярность в исследовательских кругах. Такие области науки и знаний изучены исследователями на достаточном уровне и имеют слабо выраженные перспективы развития в краткосрочном периоде.

К «Зрелым тематикам» в рамках сегмента XR относится субтехнология микро-дисплеев. Это обосновывается тем, что темпы прироста количества научных работ находятся на невысоком уровне, однако общее количество научных работ является наибольшим в рамках сегмента XR.

К «Мейнстриму» в рамках сегмента XR относятся следующие субтехнологии: 3D-камеры, Cloud XR, видео 360 градусов, захват движений, VR- / AR- контактные линзы. Темпы прироста количества

²² Пятилетний период был выбран ввиду релевантности и актуальности изучаемых данных, что позволяет выявить наиболее актуальные и репрезентативные технологические тенденции.

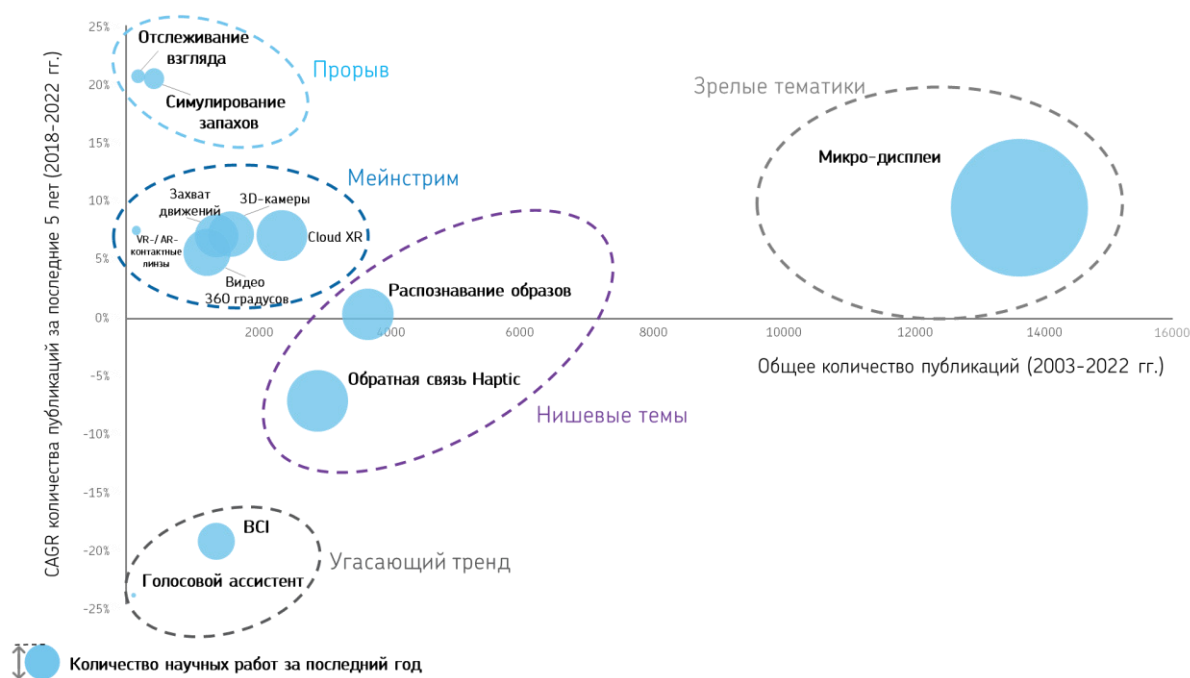
научных работ находятся на невысоком уровне, общее количество научных работ также невысокое.

К «Прорыву» в рамках сегмента XR относятся отслеживание взгляда и симулирование запахов. Несмотря на низкий объем проводимых исследований, темпы прироста количества научных работ находятся на самом высоком уровне среди рассматриваемых субтехнологий.

«Нишевой темой» в рамках сегмента XR являются субтехнология распознавания образов и обратная связь Haptic. Количество исследований по данным субтехнологиям низкое или среднее, а прирост количества научных работ либо отсутствует, либо отрицательный.

«Угасающим трендом» в рамках сегмента XR являются BCI и голосовой ассистент. Количество исследований по данным субтехнологиям низкое, прирост количества научных работ отрицательный и является самым низким из рассматриваемого перечня работ.

Рисунок 33. Результаты анализа направлений исследовательских работ в научной среде в сфере расширенной реальности²³



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

К «Зрелым тематикам» в сегменте AI относятся субтехнологии нейронных сетей и машинного обучения. Субтехнологии обладают высокими темпами прироста количества научных работ и

²³ Показатели субтехнологий на Рисунке 33:

Пример: название субтехнологии (общее количество публикаций (2003–2022 гг.), CAGR количества публикаций за последние 5 лет (2018–2022 гг.), количество публикаций за 2022 год):

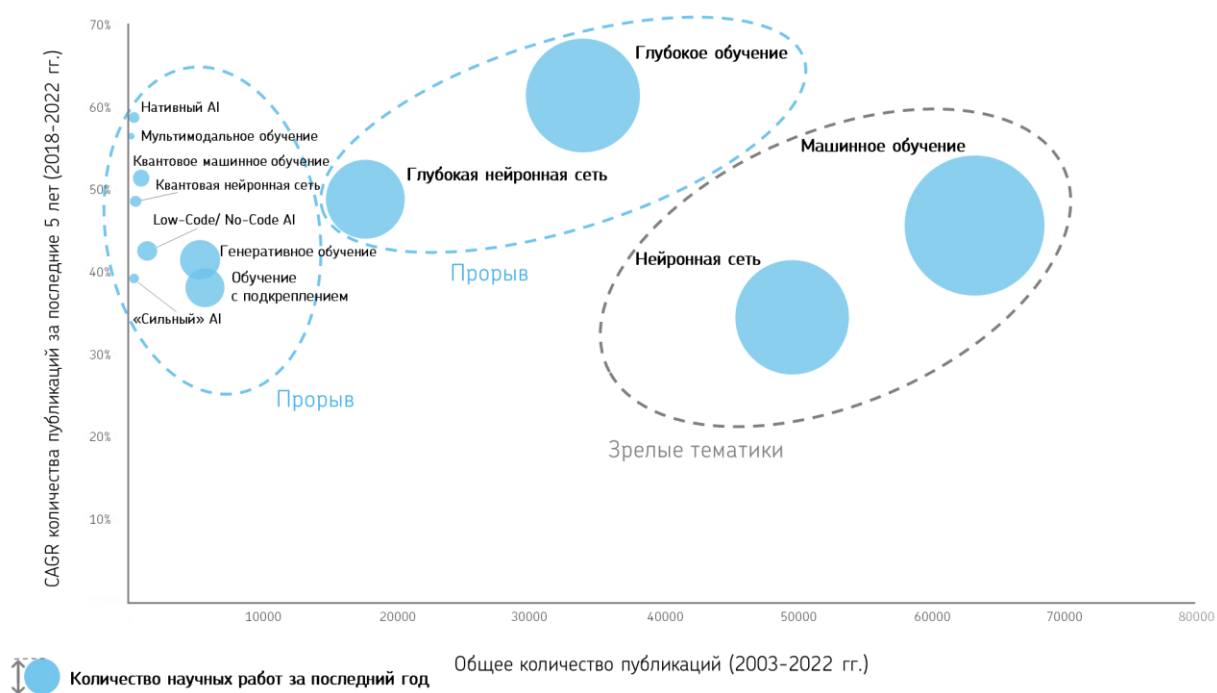
1) микро-дисплеи (13429, 9,4%, 1660); 2) распознавание образов (3576, 0,21%, 234); 3) обратная связь Haptic (2818, -7,25%, 330); 4) Cloud XR (2280, 7%, 232); 5) 3D-камеры (1509, 7,12%, 187); 6) захват движений (1291, 6,97%, 165); 7) BCI (1289, -19,35%, 121); 8) видео 360 градусов (1147, 5,54%, 196); 9) симулирование запаха (345, 20,54%, 38); 10) отслеживание взгляда (102, 20,74%, 17); 11) VR- / AR-контактные линзы (78, 7,46%, 8); 12) голосовой ассистент (40, -24,02%, 2).

наибольшим количеством научных работ.

К «Прорыву» в сегменте AI относятся следующие субтехнологии: глубокое обучение, глубокая нейронная сеть, обучение с подкреплением, «сильный» AI, Low-Code/ No-Code AI, генеративное обучение, квантовая нейронная сеть, квантовое машинное обучение, мультимодальное обучение, нативный AI. Количество научных работ субтехнологий варьируется от 143 до 33971, при этом у всех субтехнологий наблюдаются высокие темпы прироста количества научных работ.

В рамках анализа направлений исследовательских работ в научной среде в сфере AI не было выявлено субтехнологий, которые могут быть отнесены к «Мейнстриму», «Нишевым темам» или «Угасающим трендам». Данный факт свидетельствует о достаточной зрелости публикационной деятельности в области AI.

Рисунок 34. Результаты анализа направлений исследовательских работ в научной среде в сфере искусственного интеллекта²⁴



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

²⁴ Показатели субтехнологий на Рисунке 34:

Пример: название субтехнологии (общее количество публикаций (2003–2022 гг.), CAGR количества публикаций за последние 5 лет (2018–2022 гг.), количество публикаций за 2022 год):

1) машинное обучение (63314, 45,66%, 18336); 2) нейронная сеть (49651, 34,53%, 12189); 3) глубокое обучение (33971, 61,45%, 12182); 4) глубокая нейронная сеть (17708, 48,85%, 5803); 5) обучение с подкреплением (5692, 38,15%, 1428); 6) генеративное обучение (5310, 41,49%, 1479); 7) Low-Code/ No-Code AI (1356, 42,61%, 364); 8) квантовое обучение (901, 51,41%, 268); 9) квантовая нейронная сеть (480, 48,59%, 117); 10) нативный AI (380, 58,76%, 108); 11) «Сильный» AI (378, 39,25%, 94); 12) мультимодальное обучение (143, 56,51%, 42).

На основе данных анализа направлений исследовательских работ в научной среде, анализа открытых источников данных, включая исследования и мнения отраслевых экспертов, а также рыночных и технологических тенденций, были сформированы технологические радары в сфере XR и AI, на которых отражены периоды технологического плато продуктивности той или иной субтехнологии. Технологическое плато продуктивности определяется на основе временного промежутка, в котором описанная субтехнологии будет развита наиболее оптимальным образом для повсеместного внедрения в бизнес-процессы промышленных предприятий в мире и в России.

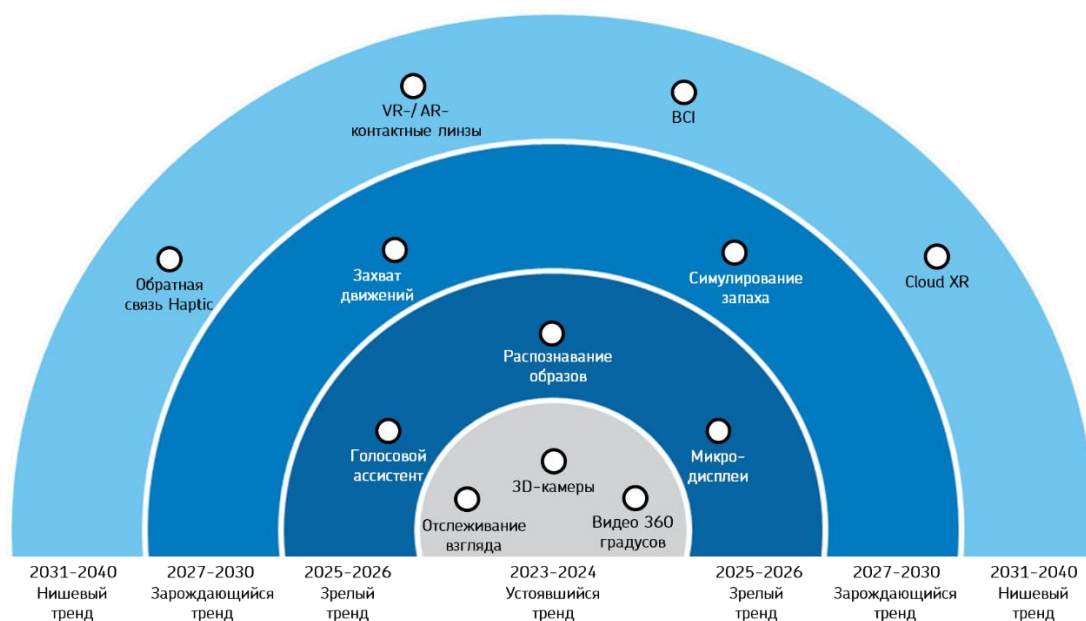
К устоявшимся трендам (период 2023–2024 годов) в сфере XR относятся субтехнологии: отслеживание взгляда, 3D-камеры, видео 360 градусов. Данные субтехнологии продолжительное время находятся на рынке, при этом динамика роста рынка невысокая.

К зрелым трендам (период 2025–2026 годов) в сфере XR относятся субтехнологии: микро-дисплеи, распознавание образов и голосовой ассистент. Данные субтехнологии находятся на завершающих этапах своего развития для внедрения в современные системы XR для промышленного применения.

К зарождающимся трендам (период 2027–2030 годов) в сфере XR относятся субтехнологии: симулирование запаха и захват движений. Данные субтехнологии не заняли устойчивое положение на рынке в рамках устройств XR, однако активно развиваются и могут достичь технологическое плато продуктивности в перспективе 4–7 лет.

К нишевым трендам (период 2031–2040 годов) в сфере XR относятся субтехнологии: обратная связь Haptic, VR- / AR-контактные линзы, BCI, Cloud XR. Данные субтехнологии являются перспективными и долгосрочными трендами, при этом в будущем они могут стать новыми точками роста технологии XR.

Рисунок 35. Технологический радар субтехнологий в сфере расширенной реальности



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова

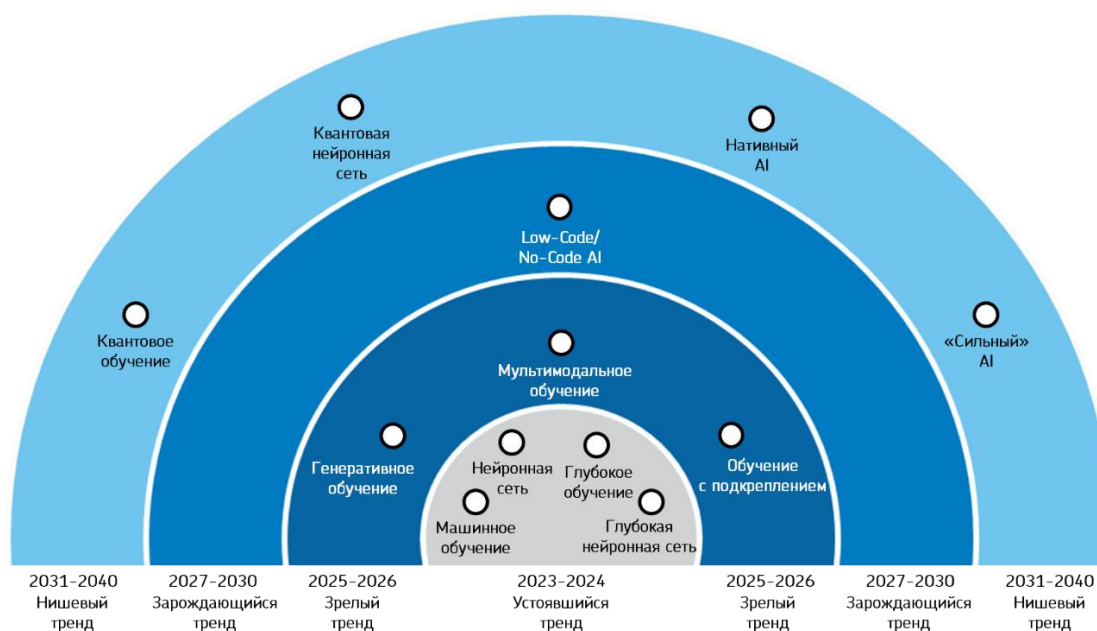
К устоявшимся трендам (период 2023–2024 годов) в сфере AI относятся субтехнологии: машинное обучение, нейронная сеть, глубокое обучение и глубокая нейронная сеть. Данные субтехнологии заняли устойчивое положение на рынке, при этом на данный момент они являются основным драйвером роста технологии AI.

К зрелым трендам (период 2025–2026 годов) в сфере AI относятся субтехнологии: генеративное обучение, мультимодальное обучение и обучение с подкреплением. Данные субтехнологии активно развиваются для промышленного внедрения, в краткосрочной перспективе они могут стать основными точками роста рынка продуктов в сфере AI для промышленных компаний.

К зарождающимся трендам (период 2027–2030 годов) в сфере AI относится субтехнология Low-Code / No-Code AI. Данная субтехнология находится в активной фазе развития: ожидается, что она может занять устойчивое положение на рынке в среднесрочной перспективе.

К нишевым трендам (период 2031–2040 годов) в сфере AI относятся субтехнологии: квантовое обучение, квантовая нейронная сеть, нативный AI, «Сильный» AI. Данные субтехнологии находятся на ранней стадии изучения исследователями и являются перспективными и долгосрочными трендами, которые в будущем могут оказать значительное влияние на развитие рынка AI решений для промышленных компаний.

Рисунок 36. Технологический радар субтехнологий в сфере искусственного интеллекта



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова

ГЛАВА 5. ПОКАЗАТЕЛИ ПО КОМПАНИЯМИ «ТЕХНЕТ» НТИ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ НА РАЗРАБОТКЕ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ, ВОВЛЕЧЕННЫХ В РЕАЛИЗАЦИЮ НАПРАВЛЕНИЯ НТИ

Глава подготовлена ИЦ «Технет» СПбПУ и МГУ имени М.В. Ломоносова

В данной главе представлены результаты анализа показателей деятельности компаний «Технет» НТИ, специализирующихся на разработке решений в области цифровой трансформации, а также технологический ландшафт рынка, занимаемого исследуемыми компаниями НТИ.

5.1. Количество компаний НТИ

В рамках исследования был проведен анализ организаций, входящих в перечень компаний направления «Технет» НТИ и разрабатывающих / производящих продукты и / или осуществляющих проекты в области искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, далее – AI) и расширенной реальности (Extended Reality, далее – XR). Перечень исследуемых компаний был 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).

В результате анализа было отобрано 36 компаний и 45 продуктов и проектов²⁵, которые были изучены в рамках разделов 5.1–5.9 (рассмотренные компании приведены в таблице 555). Информационной базой исследования стали реестр «НТИ 1000», система СПАРК-Интерфакс и сайты самих компаний.

Таблица 7. Перечень компаний НТИ и их решений в области искусственного интеллекта и расширенной реальности (2017–2022 годы)

№	Наименование компании	Разрабатываемые решения	Количество РИД, единиц
1	ООО «ВИДЕОМАТ-РИКС»	Vmx Dequs: Monitor	7
2		Vmx Dequs	
3		Vmx Galaxy	
4	ООО «ИНСПАИР»	Роботизированный комплекс маркировки рулонов БОПП	5

²⁵ В связи с тем, что одна компания может разрабатывать / производить продукты и / или осуществлять проекты в области искусственного интеллекта (AI) и расширенной реальности (XR), их количество неодинаково.

№	Наименование компании	Разрабатываемые решения	Количество РИД, единиц
5	ООО «СЕРВИССОФТ ИНЖИНИРИНГ»	ПАК для обработки данных территориально распределённого промышленного оборудования	16
6	ООО АЛАН-ИТ	BUSINESS SCANNER	0
7	ООО «ВР КОНЦЕПТ»	VR Concept	6
8		3D-движок	
9	ООО «ФИНИСТ-М»	АПК «Меркурий»	0
10		Проект «Селена»	
11		АПК «Мицар»	
12	ООО «ЭТТОН ГРУП»	АИС «Месторождение»	26
13	АО «ФЭСКОМ»	Риск ориентированное управление активами	10
14	ООО «АСОИК»	Банк сварочных технологий	0
15	ООО «ИНТЕЛЛИДЖЕНТ АЙДИАС»	Brembo	3
16		Цифровой двойник для Рязанского НПЗ	
17		Цифровой шлем	
18	ООО «ГОРНЫЙ-ЦОТ»	Система контроля запыленности, интенсивности пылеотложений и дисперсного анализа СКИП-01 с использованием искусственной нейронной сети	26
19	ООО «ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА»	Роботизированная ячейка по финишной полировке	1
20	ООО «ФДС»	Остановочные ремонты	11
21	ООО «МИП УГНТУ «ИСУ»	Комплекс 3D моделей для визуализации безопасного производства работ на объектах магистральных трубопроводов	0
22	ООО «ИЭС»	Платформа Индустриального интернета ПРОСТОР	9
23	ООО «Т-МАСТЕР»	Стилус-КИМ	4
24	ООО «МОТИВ»	Контроль сборочных операций по видеоизображению	18
25	ПАО «ОДК-САТУРН»	Умная Фабрика	358
26	ООО «СИСОРТ»	CSort Cloud	3
27	ООО «500M TEX.»	«Smekalec»	33
28	ООО «ПАВЛИН ТЕХНО»	Дефектоскопия	85
29	ООО «СЛУЖБА МОНИТОРИНГА. ТЮМЕНЬ»	РЕПЛЕКС	3
30	ООО «ГУДФОКАСТ»	GoodsForecast.Scheduling	37
31	ООО «ПРОКСИМА ТЕХНОЛОДЖИ»	Эвристический анализатор изображений	6
32	ООО «НВИАЙ СОЛЮШЕНС»	owl.Scan	7
33		CYCLOPS	
34	ООО «АДЕПТИК ПЛЮС»	СНАРЯД APS	26
35	ООО «АЙ-ТЕКО ВЦ»	SmartCS+	13
36	ООО «АЙ-СИС ЛАБС»	Doctrix Workflow	13

№	Наименование компании	Разрабатываемые решения	Количество РИД, единиц
37	ООО «САТЕЛ ПРО»	«COBA Про»	15
38	ООО ИЦ «СТАНКОСЕР-ВИС»	Диспетчер	4
39	ООО «СТОПСИСТЕМЫ»	FASystem	0
40	ООО «МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ТОРНАДО»	ДОРСУ-ПИ	12
41	ООО «ФИНЭКС»	KAIRIS. GRC Platform	1
42	ООО СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАШИНЫ	icuber	4
43	ООО «ПИУЦ «САПФИР»	Планирование ресурса электродинамического оборудования	5
44	НАО «ГК «ГЕНЕЗИС ЗНАНИЙ»	Интеллектуальная система Smart Projects для управления проектами НИОКР	20
45		Интеллектуальная система Smart Factory для управления производством	

Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова на основе данных «НТИ 1000», системы СПАРК-Интерфакс и сайтов компаний, 2023

5.2. Показатели по компаниям НТИ, вовлеченным в реализацию направления НТИ: количество компаний НТИ

Ниже представлен анализ компаний НТИ по их специализации. Анализ данных о деятельности компаний позволяет сделать вывод о неравномерной представленности технологий на рынке решений в сфере XR и AI, выделенных в 4-й главе, с преимуществом в пользу сегмента AI. Наименьшее количество компаний наблюдается в области технологий VR, при этом компании «Технет» НТИ, реализующие проекты в области MR, отсутствуют. Ниже представлены результаты анализа количества компаний по технологиям в разрезе сегментов AI и XR соответственно.

Таблица 8. 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

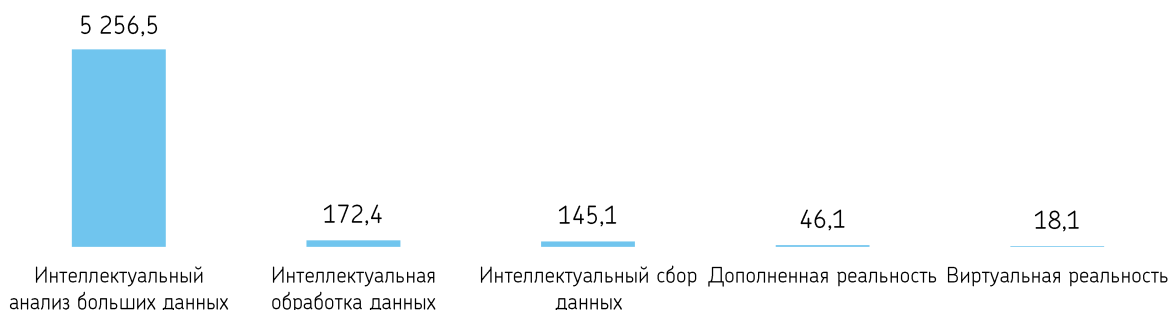
Наибольшей востребованностью пользуется технология интеллектуального анализа больших данных. Общая выручка компаний НТИ, специализирующихся на интеллектуальном анализе больших данных, в 20 раз превышает общую выручку компаний НТИ, специализирующихся на интеллектуальной обработке данных, по данным 2021 года. По показателю средней выручки компаний НТИ, специализирующихся на интеллектуальном анализе больших данных, аналогично превышают среднюю выручку компаний НТИ, в 30 раз²⁶.

Рисунок 37. Общая выручка компаний НТИ по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2021 год)²⁷



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова по материалам системы СПАРК-Интерфакс, 2023

Рисунок 38. Средняя выручка компаний НТИ по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2021 год)²⁸



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова по материалам системы СПАРК-Интерфакс, 2023

²⁶ 1. Данные за 2022 год на момент подготовки доклада находились в открытом доступе в неполном объеме в связи с разрешением не раскрывать корпоративную информацию вплоть до 1 июля 2023 года. Поэтому в данной главе представлено сравнение данных за 2021 год. Данные за 2021 год отображают наиболее актуальные данные ввиду того, что этот год является первым годом после пандемии COVID-19, которая значительно изменила структуру экономических процессов в России и мире [427].

2. В Приложении 7 также приведен географический анализ компаний НТИ, специализирующихся на разработке решений в области цифровой трансформации промышленных компаний.

²⁷ Компании, разрабатывающие / производящие продукты и / или осуществляющие проекты на основе технологии MR, отсутствуют. Ввиду отсутствия таких компаний технология MR не отображена на графике.

²⁸ Компании, разрабатывающие / производящие продукты и / или осуществляющие проекты на основе технологии MR, отсутствуют. Ввиду отсутствия таких компаний технология MR не отображена на графике.

5.3. Краткое описание продуктов и услуг компаний НТИ

Анализ продуктов проводился в соответствии с перечнем выделенных технологий цифровой трансформации промышленных компаний на основе открытых источников (реестра «НТИ 1000» и сайтов компаний НТИ). Отнесение продукта к одной из 6 технологий проводилось на основе анализа ключевых функциональных особенностей продукта, используемых субтехнологий, специфики применения продукции, позиционирования ее компанией-производителем.

В рамках предметной области были определены 19 продуктов, представленных на рынке, которые могут быть применены в целях цифровой трансформации промышленных компаний и которые соответствуют предметной области настоящего исследования. Ниже представлено описание ключевых задач, на решение которых направлено использование продуктов компаний НТИ, продукты кластеризованы по технологиям, выделенным в главе 4.

Интеллектуальный сбор данных

В части технологии интеллектуального сбора данных компаниями НТИ суммарно реализуется 6 продуктов, которые ориентированы на решение таких задач, как:

- автоматизация сбора, хранения и доступа к данным (например, распознавание и перевод в электронный вид бумажной документации);
- контроль качества технологических процессов (например, сокращение простоя оборудования и контроль качества производимой продукции).

Среди рассматриваемых продуктов выделены, в частности: в области промышленной видеоаналитики на основе машинного обучения – «Vmx Dequs» компании ООО «ВИДЕОМАТРИКС» и «Дефектоскопия» компании ООО «ПАВЛИН ТЕХНО»; в области оптического распознавания символов – «owl.Scan» компании ООО «НВИАЙ СОЛЮШЕНС»; в области ERP-систем – «SmartCS+» компании ООО «АЙ-ТЕКО ВЦ» и «Doctrix Workflow» компании ООО «АЙ-СИС ЛАБС».

Интеллектуальная обработка данных

Компаниями НТИ реализуются 10 продуктов, относимых к технологии интеллектуальной обработки данных. Продукция ориентирована на решение таких задач, как:

- автоматизация и роботизация бизнес-процессов (например, промышленный комплекс для нанесения этикеток на продукцию на базе технологии AI);
- обработка данных, собираемых в ходе производственного процесса (например, мониторинг состояния оборудования, в том числе для выявления аварийных ситуаций, учет режимов работы оборудования на базе технологии AI);
- обработка данных, собираемых в ходе процесса управления предприятием (например, планирование объемов производства продукции).

Среди рассматриваемых продуктов выделены, в частности: в области анализа эффективности работы нефтегазового оборудования – «Проект «Селена» и АПК «Мицар» компании ООО «ФИНИСТ-М»; в области автоматизации сварочных процессов – «Банк сварочных технологий» компании ООО «АСОИК»; в области комплексных платформ для оптимизации промышленных

систем – «CSort Cloud» компании ООО «СИСОПТ»; в области систем планирования промышленного производства – «GoodForecast.Scheduling» компании ООО «ГУДФОКАСТ»; в области автоматизации промышленного планирования – «СНАРЯД | APS» компании ООО «АДЕПТИК ПЛЮС».

Интеллектуальный анализ больших данных

Компаниями НТИ реализуется 2 продукта на основе технологии «Интеллектуальный анализ больших данных», они ориентированы на решение задачи поддержки принятия управленческих решений (например, анализ данных, собираемых в ходе процесса управления предприятием, с возможностью формирования стратегии функционирования предприятия).

Отечественные продукты в области интеллектуального анализа больших данных включают:

- в области сервисов бизнес-аналитики – «Business Scanner» компании ООО «АЛАН ИТ»;
- в области систем сбора, хранения и анализа больших данных – «Платформа индустриального интернета ПРОСТОР» компании ООО «ИЭС».

Продукт компании ООО «АЛАН ИТ» направлен на проведение бизнес-аналитики с возможностью построения прогнозов изменения показателей деятельности компании и оценки рисков [428]. Продукция компании ООО «ИЭС» используется для сбора и анализа больших объемов данных из систем управления оборудованием предприятия и непосредственно с датчиков на оборудовании [429; 430].

Виртуальная реальность, дополненная реальность, смешанная реальность

Продукцию на основе VR-технологии реализует одна компания НТИ – ООО «ИНТЕЛЛИДЖЕНТ АЙДИАС», которая разработала систему, способную имитировать в виртуальном пространстве рабочее пространство сотрудников предприятий для их обучения. Решение реализовано совместно с итальянским партнером, технологической компанией Illogic S.R.L. [431] Продукты на основе технологий AR и MR по состоянию на начало 2023 года не реализуются на рынке компаниями НТИ.

По итогам анализа можно сделать вывод о том, что среди компаний НТИ наибольшая концентрация производимых продуктов приходится на технологию интеллектуальной обработки данных, поскольку на нее приходится 52,6% от числа всех продуктов в рамках предметной области анализа. Данные решения также являются более разнообразными в части набора реализуемых задач. Второе место по доле продукции среди компаний НТИ в разрезе рассматриваемых технологий занимает продукция на основе технологии интеллектуального сбора данных – 31,6% от общего числа всех продуктов в рамках направления «Технет» НТИ. На рынке в наименьшем объеме представлены продукты компаний НТИ на основе VR-, AR- и MR-технологий, что коррелирует с мнением ряда отраслевых экспертов относительно низкой степени развития технологий в России [391]. Однако необходимо отметить, что рынок технологий XR развивается, и некоторые отраслевые эксперты дают положительные прогнозы о темпах роста данного рынка в России и в мире [432].

5.4. Объемы выручки от продажи продуктов и услуг компаний НТИ в рамках сегментов направления НТИ

В рамках работ по оценке рынка в области цифровой трансформации промышленных компаний был проведен анализ объемов выручки в разрезе технологий и динамики рынка последних лет. Информационной базой раздела является система СПАРК-Интерфакс. В случае выпуска компанией продукции, принадлежащей к нескольким технологиям, общая выручка компании учитывалась при подсчетах по всем технологиям, представленным в продукции такой компании.

Наибольшее значение общей выручки можно отметить у технологии интеллектуальной обработки данных – в 2021 году показатель составил 1 754,9 млн руб. При этом объем выручки по данной технологии превышает суммарный объем других пяти технологий в 1,18 раз. Вторую по величине долю рынка занимают решения на основе технологии интеллектуального сбора данных – суммарная выручка компаний с продукцией данной технологии в 2021 году составила 1 339,9 млн руб. По наибольшей средней выручке в 2021 году лидируют компании в области технологии интеллектуального сбора данных, что отражает тот факт, что средний заработок одной компании в данной группе выше в сравнении с компаниями из других технологических областей. Далее представлены результаты анализа изменения объема общей выручки компаний на рынках технологий AI и XR с 2017 по 2021 год.

Таблица 9. Ранжированный объем выручки от продажи продуктов компаний НТИ по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (2021 год)²⁹

№	Технология	Количество компаний	Количество продуктов	Общая выручка компаний за 2021 год (млн руб.)	Средняя выручка среди компаний за 2021 год (млн руб.)	Относительный прирост общей выручки за 2017–2021 годы
1	Интеллектуальный сбор данных	5	6	1 339,90	267,98	61,82%
2	Интеллектуальная обработка данных	8	10	1 754,93	219,37	227,11%
3	Интеллектуальный анализ больших данных	2	2	106,69	53,34	102,77%
4	Виртуальная реальность	1	1	46,12	46,12	Нет данных

Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова по материалам системы СПАРК-Интерфакс, 2023

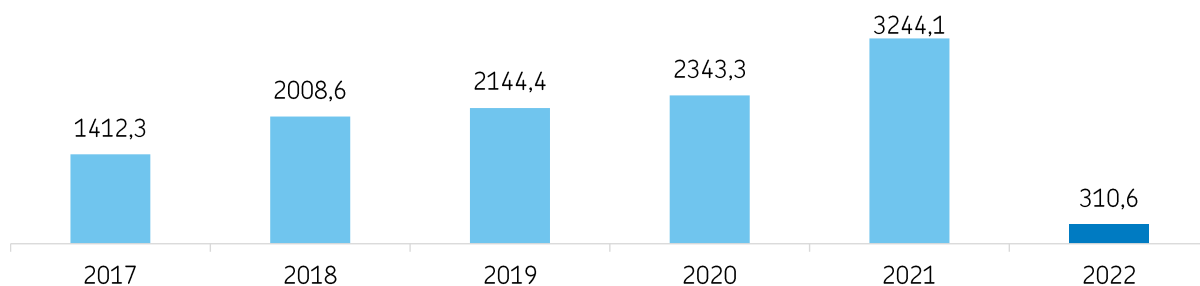
На рынке существует тенденция роста выручки компаний НТИ от продажи продуктов на рынках

²⁹ Компании, разрабатывающие / производящие продукты на основе технологии MR, отсутствуют; продукты на основе технологии AR на рынке отсутствуют; данные по объему выручки в 2017 году компании, производящей продукты на основе VR-технологии, отсутствуют. В связи с этим указанные технологии не представлены в таблице.

Данные по объему выручки в 2017 году компании, разрабатывающей / производящей продукты на основе VR-технологии, отсутствуют.

технологий AI и XR в рассматриваемый период. Показатель 2021 года превышает аналогичный 2017 года в 2,3 раза (CAGR – 23,1%). Далее представлен анализ динамики изменения общей выручки компаний НТИ в разрезе рассматриваемых технологий AI и XR.

Рисунок 39. Динамика общей выручки компаний НТИ (млн руб., 2017–2022 годы)³⁰



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова по материалам системы СПАРК-Интерфакс, 2023

По итогам анализа данных по общей выручке компаний направления «Технет» НТИ в динамике можно сделать вывод о росте выручки компаний с 2017 по 2021 год в рамках сегмента технологий AI. Наибольший рост выручки наблюдается у компаний, производящих продукцию в рамках технологии «Интеллектуальная обработка данных» (рост в 3,3 раза). Высокие темпы роста также наблюдаются у компаний, производящих продукцию в рамках технологии «Интеллектуальный анализ больших данных» (рост в 2 раза). Данные показатели свидетельствуют о востребованности продуктов на рынке. Далее представлены результаты анализа средней выручки компаний направления «Технет» НТИ в разрезе технологий.

Рисунок 40. Динамика изменения общей выручки компаний НТИ по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2017 и 2021 годы)³¹



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова по материалам системы СПАРК-Интерфакс, 2023

³⁰ Данные за 2022 год на момент подготовки доклада находились в открытом доступе в неполном объеме в связи с разрешением не раскрывать корпоративную информацию вплоть до 1 июля 2023 года [427].

³¹ Компании, производящие продукты на основе технологии MR, отсутствуют; продукты на основе технологии AR на рынке отсутствуют; данные по объему выручки в 2017 году компании, производящей продукты на основе VR-технологии, отсутствуют. Ввиду неполноты данных в рамках технологий VR, AR и MR здесь и далее они могут быть не отображены на рисунках.

Анализ данных, позволяет сделать вывод о непрерывном росте средней выручки компаний в разрезе технологий AI. Далее представлены изменения объема средней выручки в течение периода 2017–2021 годов.

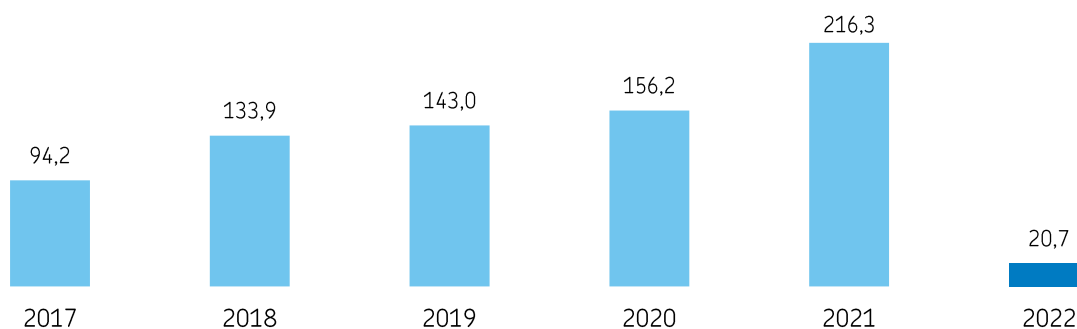
Рисунок 41. Динамика изменения средней выручки компаний НТИ по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2017 и 2021 годы)



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова по материалам системы СПАРК-Интерфакс, 2023

Данные иллюстрируют рост средней выручки компаний в течение всего периода. Показатель 2021 года за рассматриваемый период вырос в 2,3 раза (CAGR – 23,1%). Рост выручки от реализации решений AI и XR свидетельствует об увеличении спроса на соответствующие решения в связи с осуществлением цифровой трансформации компаний.

Рисунок 42. Динамика изменения средней выручки компаний НТИ (млн руб., 2017–2022 годы)³²



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова по материалам системы СПАРК-Интерфакс, 2023

5.5. Количество компаний НТИ, имеющих экспортную выручку

Под экспортной выручкой понимается выручка, полученная от реализации продуктов / услуг на внешнем рынке. Оценка объемов экспортной выручки в рамках каждой технологии позволяет делать вывод о востребованности отечественной продукции на зарубежных рынках и перспективах развития рынка цифровой трансформации промышленных компаний России. Источником данных

³² Данные за 2022 год на момент написания доклада находились в открытом доступе в неполном объеме в связи с решением не раскрывать корпоративную информацию вплоть до 1 июля 2023 года [427].

об экспортной выручке в рамках настоящего раздела является реестр «НТИ 1000». Важно отметить, что данные по объему экспортной выручки в открытом доступе представлены в ограниченном виде и за ограниченный период, наиболее репрезентативные данные представлены за 2019 год в реестре «НТИ 1000», поэтому далее в анализе ключевым будет являться этот период.

Результаты анализа свидетельствуют, что технология интеллектуальной обработки данных лидирует по наибольшей доле экспортной выручки в среднем среди всех компаний по всем технологиям. Высокая доля экспортной выручки в рамках интеллектуальной обработки данных обеспечивается наличием небольшого количества компаний, а также тем, что обе компании, ООО «МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ТОРНАДО» и ООО «СИСОФТ», получают 24,5% и 19,3% всей своей выручки от зарубежных покупателей. Наименьшая доля экспортной выручки наблюдается среди компаний технологии «Интеллектуальный сбор данных», что объясняется низкой долей экспорта одной из трех компаний технологии AI (3,7% относительно 25% и 19,8% двух других компаний) и существенным объемом общей выручки (более 80 млн руб.), что нивелирует общее значение доли экспортной выручки. Из общего числа компаний (36) всего 6 осуществляют экспорт, что эквивалентно 16,7%. Распределение долей компаний с экспортной выручкой в общем числе компаний по технологиям отображено ниже, однако необходимо учитывать, что одна компания может быть включена сразу в несколько технологий.

Таблица 10. Перечень компаний направления «Технет» НТИ, имеющих экспортную выручку по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (2019 год)³³

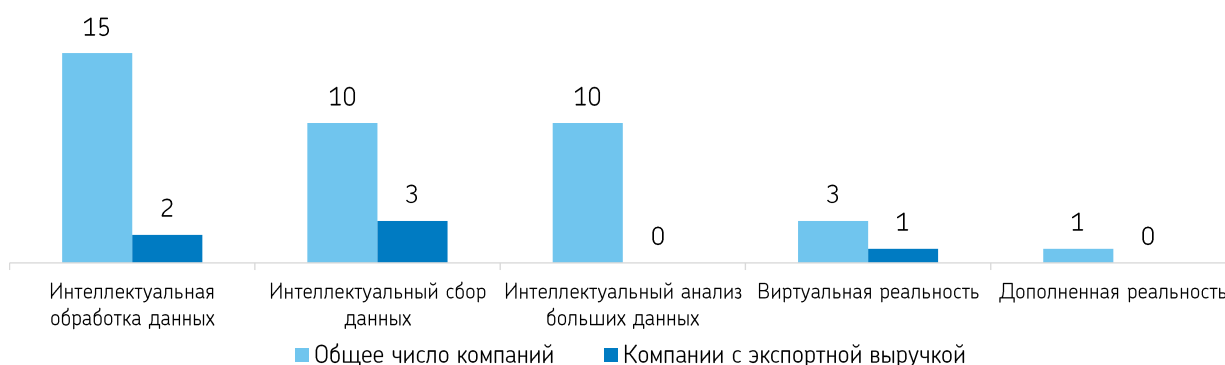
№	Технология	Количество компаний, имеющих экспортную выручку	Доля экспортной выручки по технологиям от общего объема выручки в среднем среди компаний в 2019 году (%)
1	Интеллектуальный сбор данных	3	12,1
2	Интеллектуальная обработка данных	2	22,3
3	Виртуальная реальность	1	13,3

Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова по материалам реестра «НТИ 1000», 2023

При рассмотрении графика можно заключить, что 1/6 всех рассматриваемых компаний предметной области реализуют продукцию на внешнем рынке. Необходимо отметить, что в условиях конкурентного развития технологий и при внедрении мер поддержки их экспорта существует возможность увеличения масштабов представленности продуктов и услуг компаний направления «Технет» на зарубежных рынках. Одной из поддерживающих инициатив может стать создание консорциума по экспорту отечественных ИТ-решений [433].

³³ Компании, производящие продукты на основе технологии MR, отсутствуют; компании с экспортной выручкой, разрабатывающие / производящие продукты и / или осуществляющие проекты на основе технологий AR и интеллектуального анализа больших данных, отсутствуют. В связи с этим указанные технологии не представлены в таблице.

Рисунок 43. Сравнение количества компаний с экспортной выручкой с общим числом компаний по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (2019 год)³⁴



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова

5.6. Объем экспортной выручки компаний НТИ

Общая экспортная выручка в рамках одной технологии рассчитывалась как сумма экспортной выручки всех компаний, выпускающих продукцию данной технологии. Под средней экспортной выручкой понимается отношение всей экспортной выручки к числу компаний, осуществляющих экспорт в рамках определенной технологии (технологии, рассмотренные в рамках 4 главы). Ниже представлены результаты анализа экспортной выручки компаний предметной области.

Таблица 11. Объем выручки от продажи продуктов компаний направления «Технет» НТИ по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2019 год)^{35,36}

№	Технология	Общая экспортная выручка, млн руб.	Средняя экспортная выручка, млн руб.
1	Интеллектуальный сбор данных	21,2	7,1
2	Интеллектуальная обработка данных	111,9	56,0
3	Виртуальная реальность	0,7	0,7

Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова

Наибольший объем экспортной выручки, зафиксированный в 2019 году, относится к продукции технологии «Интеллектуальная обработка данных». Высокий результат отражает масштаб деятельности компаний ООО «МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ТОРНАДО» и ООО «СИСОФТ», которые

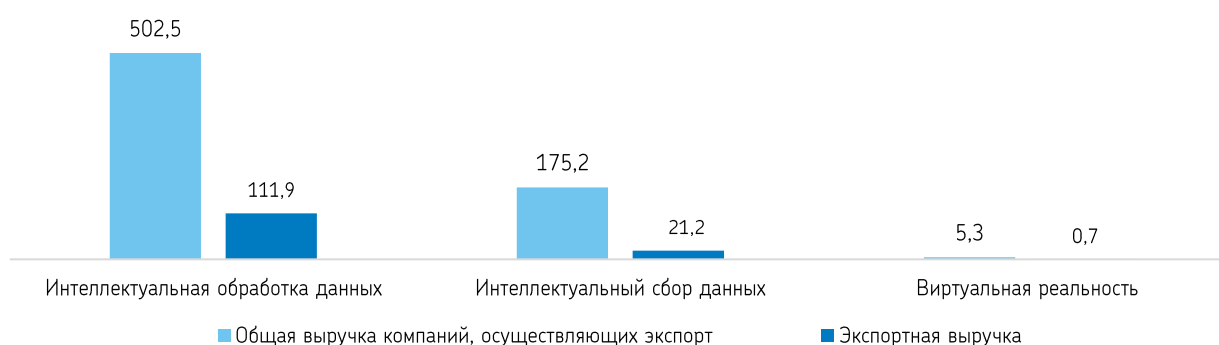
³⁴ Компании НТИ, реализующие продукты в области технологии MR, отсутствуют на рынке.

³⁵ Компании, разрабатывающие / производящие продукты на основе технологии MR, отсутствуют; компании, осуществляющие экспорт продуктов на основе технологий AR и интеллектуального анализа больших данных, на рынке отсутствуют. В связи с этим указанные технологии не представлены в таблице.

³⁶ В главе преимущественно приведен анализ данных за 2019 год, поскольку они собирались из открытых источников данных, а именно из реестра «НТИ 1000», в котором отсутствует более поздняя информация по большинству компаний.

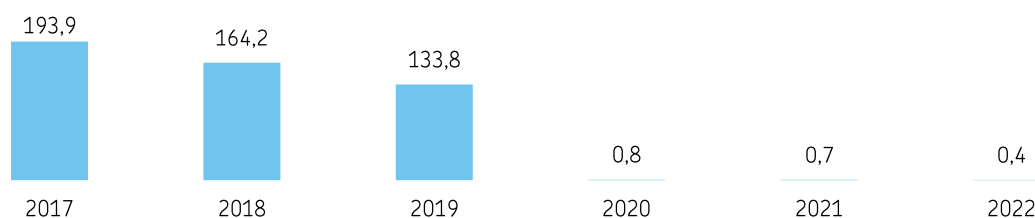
получили около 70 млн и 40 млн руб. соответственно от зарубежных покупателей по итогам реализации своей продукции в 2019 году. Наименьший объем экспортной выручки наблюдается в рамках продукции VR-технологии – около 700 тыс. руб. Далее представлено сравнение экспортной выручки относительно общей выручки компаний, а также приведена динамика изменения экспортной выручки за период 2017–2019 годов.

Рисунок 44. Сравнение общей выручки компаний НТИ, осуществляющих экспорт, и их экспортной выручки по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2019 год)³⁷



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова

Рисунок 45. Динамика изменения общей экспортной выручки компаний НТИ (млн руб., 2017–2022 годы)



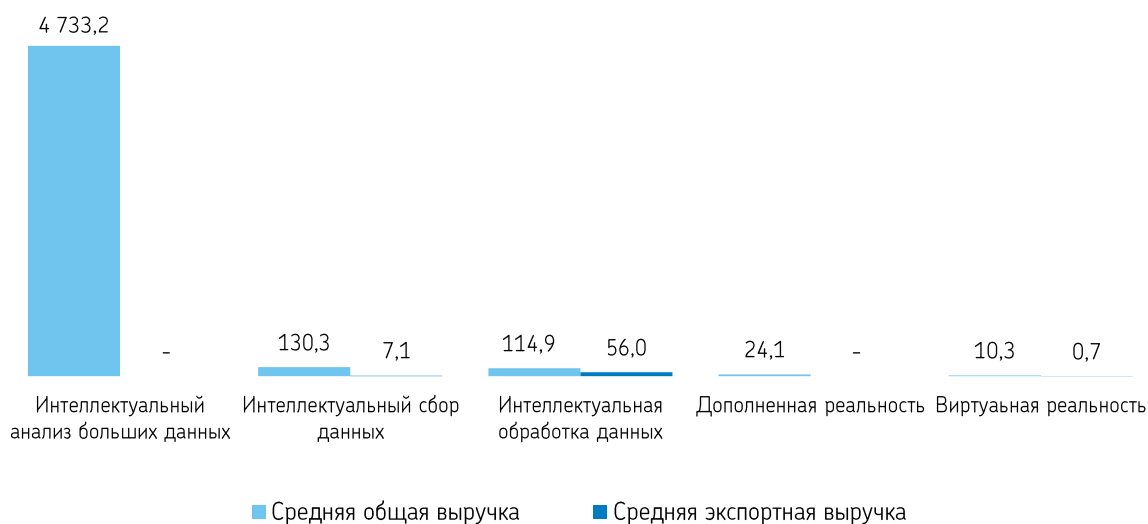
Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова

По результатам анализа можно отметить тенденцию сокращения общей экспортной выручки компаний предметной области в рассматриваемый период (наиболее показательны данные за 2017–2019 годы, так как данные за более поздний период собраны посредством опроса компаний направления «Технет» НТИ, в котором приняло участие ограниченное число компаний). Показатель 2017 года превышает аналогичный 2019 года в 1,4 раза. Сокращение экспортной выручки может быть связано с пандемией COVID-19 и ухудшением общемировой экономической ситуации. Далее представлено сравнение средней общей и средней экспортной выручки компаний.

³⁷ Компании, разрабатывающие / производящие продукты на основе технологии MR, отсутствуют; компании, осуществляющие экспорт продуктов на основе технологий AR и интеллектуального анализа больших данных, на рынке отсутствуют. Ввиду неполноты данных в рамках технологий AR, MR и интеллектуальный анализ больших данных здесь и далее они могут быть не отображены на рисунках.

Анализ данных, представленных ниже, позволяет сделать вывод о наибольшей средней экспортной выручке у продукции технологии интеллектуальной обработки данных. Высокий результат свидетельствует об эффективности работы компаний ООО «МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ТОРНАДО» и ООО «СИСОФТ» на внешних рынках.

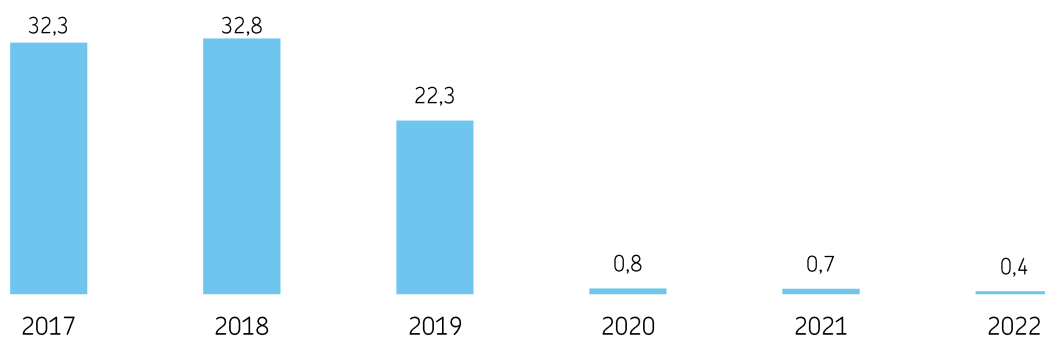
Рисунок 46. Сравнение средней общей выручки компаний НТИ и их средней экспортной выручки по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности (млн руб., 2019 год)³⁸



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова

В анализируемый период средняя экспортная выручка компаний предметной области снижалась, при этом значение 2017 года превышает аналогичное за 2019 год в 1,4 раза.

Рисунок 47. Динамика изменения средней экспортной выручки компаний НТИ (млн руб., 2017–2022 годы)



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова

³⁸ Компании НТИ, разрабатывающие / производящие продукты на основе технологии MR, отсутствуют, в связи с чем технология MR не представлена на графике. Компании НТИ, осуществляющие экспорт продуктов на основе технологий AR и интеллектуального анализа больших данных, на рынке отсутствуют. Данные факты отражаются прочерками на графике.

5.7. Количество прав на РИД, зарегистрированных компаниями НТИ

В рамках технологической оценки компаний направления «Технет» НТИ в предметной области исследования был проведен анализ зарегистрированных прав на результаты интеллектуальной деятельности (далее – РИД).

Ниже представлены результаты по количеству прав на РИД в разрезе шести технологий и семи типов РИД. Количество зарегистрированных прав на РИД внутри технологии считалось как сумма таких прав всех компаний, производящих данную продукцию. Информация собиралась из открытых источников и на основе опроса компаний НТИ.

Таблица 12. Количество зарегистрированных РИД компаниями направления «Технет» НТИ с разделением по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности ³⁹

Технология	Количество прав на РИД							
	Произведе- ния науки	Программы для ЭВМ	Базы дан- ных	Изобрете- ния	Полезные модели	Промыш- ленные об- разцы	Топологии интеграль- ных микро- схем	Итого по технологии
Интеллектуальный сбор данных	79	69	0	13	15	3	0	179
Интеллектуальная обра- ботка данных	67	77	0	5	7	1	0	157
Интеллектуальный анализ больших данных	80	99	1	112	147	0	10	449
Виртуальная реальность	5	4	0	0	0	0	0	9
Итого по количеству прав на РИД	231	249	1	130	169	4	10	794

Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова по материалам системы СПАРК-Интерфакс, Информационно-поисковой системы ФИПС и системы ЕГИСУ НИОКТР, 2023

Суммарно компаниями НТИ в рамках AI и XR (все рассматриваемые технологии) 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. На втором месте находятся произведения науки, их по всем компаниям разных технологий зарегистрировано 231. Активное патентование данных типов РИД объясняется технологической сложностью и, как следствие, большим объемом исследовательской активности в предметной области (AI и XR) в разрезе компаний НТИ, о чем свидетельствует большое количество зарегистрированных прав на произведения науки. Также важно отметить, что программная составляющая наравне с аппаратной является ключевой в основе продуктов и проектов, разрабатываемых компаниями предметной области, что объясняет большое количество программ для ЭВМ в числе РИД.

³⁹ Компании, разрабатывающие / производящие продукты на основе технологии MR, отсутствуют среди компаний НТИ; у компаний, разрабатывающих / производящих продукты на основе технологии AR, не зарегистрировано РИД (на основе открытых источников и на основе опроса компаний НТИ). В связи с этим указанные технологии не приведены в таблице.

В разрезе технологий лидирует интеллектуальный анализ больших данных, компаниями зарегистрировано 449 различных РИД, что превышает суммарное количество РИД по другим технологиям. Лидирующая позиция объясняется имеющимся существенным научно-исследовательским заделом в области данной технологии в разрезе компаний НТИ.

В дальнейшем с учетом стимулирования развития в России деятельности компаний и государственных органов в сфере создания и регистрации интеллектуальной собственности можно ожидать повышение темпов патентования, в том числе среди компаний НТИ.

5.8. Количество реализуемых проектов по отдельному направлению НТИ

В рамках предметной области были определены 26 наиболее релевантных проектов, соответствующих требованиям участников рынка цифровой трансформации промышленных компаний. Ниже представлено описание ключевых задач, на решение которых направлена реализация проектов компаний НТИ, проекты кластеризованы по технологиям, выделенным в главе 4. В рамках исследования проанализировано 36 компаний НТИ за период 2017–2022 годов, при этом на середину 2023 года ряд решений может находиться на этапе коммерциализации.

Интеллектуальный сбор данных

В части технологии «Интеллектуальный сбор данных» компаниями НТИ суммарно разрабатываются 6 проектов, которые ориентированы на решение следующих задач:

- контроль качества технологических процессов (например, анализ качества и запыленности воздуха промышленных помещений, мониторинг состояния, качества, параметров производимой продукции);
- контроль работы и передвижения сотрудников предприятия (например, для предотвращения аварий и травм, для реализации контрольно-пропускной функции на территории предприятия);
- автоматизация сбора, хранения и доступа к данным (например, сбор данных об объектах для перевода их в цифровой вид для целей цифрового моделирования).

К проектам в области интеллектуального сбора данных можно отнести, например, систему контроля запыленности, интенсивности пылеотложений и дисперсного анализа СКИП-01 с использованием искусственной нейронной сети компании ООО «ГОРНЫЙ-ЦОТ».

Интеллектуальная обработка данных

Компаниями НТИ разрабатываются 7 проектов, относящихся к цифровой трансформации промышленных компаний, в рамках технологии «Интеллектуальная обработка данных». Проекты ориентированы на решение таких задач, как:

- обработка данных, собираемых в ходе производственного процесса (например, агрегация и обработка данных с IoT-датчиков на промышленном оборудовании с использованием алгоритмов AI, мониторинг состояния и режимов работы промышленного оборудования, систем вентиляции, водоснабжения и других);

- автоматизация и роботизация бизнес-процессов (например, промышленный комплекс для полировки деталей двигателестроения с возможностью их отбраковки на базе технологии AI);
- обработка данных, собираемых в ходе процесса управления предприятием (например, логическое планирование и визуализация производственных процессов, расчет стоимости объектов).

К проектам в области интеллектуальной обработки данных можно отнести, например, систему мониторинга «Диспетчер» компании ООО ИЦ «СТАНКО-СЕРВИС».

Интеллектуальный анализ больших данных

Компаниями НТИ на базе рассматриваемой технологии разрабатываются 8 проектов, они ориентированы на решение следующих задач:

- поддержка принятия управленческих решений (например, анализ данных, собираемых в ходе процесса управления предприятием, с возможностью формирования стратегии функционирования предприятия, оценки рисков);
- организация операционных процессов на предприятии (например, мониторинг и организация бизнес-процессов, анализ результатов деятельности предприятия, формирование и расшифровка отчетности).

К проектам в области интеллектуального анализа данных можно привести, например, разработку прототипов автоматизированных систем по анализу данных для обеспечения мониторинга и реагирования на внештатные ситуации на базе KAIRIS. GRC Platform компании ООО «ФИНЭКС» [434].

Виртуальная реальность

На базе технологии VR отечественные компании НТИ разрабатывают 4 проекта. Разработчиками заявлено, что проекты могут реализовываться для решения двух задач:

- визуализации объектов в виртуальном пространстве (например, визуализация CAD-, CAE-, BIM-моделей в виртуальном пространстве для работы с ними);
- обучения сотрудников предприятий.

Среди рассматриваемых проектов можно выделить проект по разработке приложения «XR-Star» компании ООО «ИНТЕЛЛИДЖЕНТ АЙДИАС» для обучения кадров промышленных предприятий, пилотное внедрение которого в ближайшее время позволит выпустить готовый конкурентоспособный продукт на рынок [435].

Дополненная реальность

Проект на основе AR-технологии реализует одна компания НТИ, проект реализуется для решения задачи обслуживания оборудования с целью более эффективного выполнения производственных операций.

Компания ООО «ИНТЕЛЛИДЖЕНТ АЙДИАС» разрабатывает AR-шлем для проведения работ по

технической поддержке оборудования. Потенциальным эффектом от применения решения является повышение эффективности работ по настройке, тестированию и оценке производительности оборудования [431].

По итогам анализа можно сделать вывод о том, что наибольшая концентрация проектов приходится на технологии «Интеллектуальный анализ больших данных» и «Интеллектуальная обработка данных»: 30,8% и 30,0% от числа всех рассмотренных проектов по цифровой трансформации промышленных компаний. Наименее распространены среди российских компаний НТИ проекты технологий VR и AR, что можно объяснить большей распространенностью импортных решений на российском рынке, высокой конкуренцией для отечественных производителей.

5.9. Технологический ландшафт рынка, занимаемого компаниями НТИ

В рамках проведенного исследования был сформирован технологический ландшафт рынка технологий цифровой трансформации промышленных компаний, занимаемого отобранными компаниями из реестров «НТИ 1000» и Фонда «Сколково». Технологический ландшафт основан на результатах анализа показателей деятельности рассматриваемых компаний (объем выручки, в том числе экспортной выручки, количество прав на РИД, разрабатываемые продукты). Технологический ландшафт отечественного рынка учитывает назначение группы продукции / проектов компаний направления «Технет» НТИ в области AI и XR.

Рисунок 48. Технологический ландшафт рынка, занимаемого компаниями НТИ, по сегментам искусственного интеллекта и расширенной реальности⁴⁰

Интеллектуальный сбор данных		
	Назначение: - Контроль качества технологических процессов; - Автоматизация сбора, хранения и доступа к данным; - Контроль работы и передвижения сотрудников предприятия; ...	Количество прав на РИД: - Произведения науки – 79 - Программы для ЭВМ – 69 - Изобретения – 13 - Полезные модели – 15 - Промышленные образцы – 3 Итого: 179
Интеллектуальная обработка данных		
	Назначение: - Автоматизация и роботизация бизнес-процессов; - Обработка данных, собираемых в ходе производственного процесса; - Обработка данных, собираемых в ходе процесса управления предприятием; ...	Количество прав на РИД: - Произведения науки – 67 - Программы для ЭВМ – 77 - Изобретения – 5 - Полезные модели – 7 - Промышленные образцы – 1 Итого: 157

⁴⁰ Технологии смешанной реальности не представлены на рынке компаний НТИ.

Интеллектуальный анализ больших данных		
        	Назначение: - Поддержка принятия управленческих решений; - Организация операционных процессов на предприятии; ...	Количество прав на РИД: - Произведения науки – 80 - Программы для ЭВМ – 99 - Базы данных – 1 - Изобретения – 112 - Полезные модели – 147 - Топологии интегральных схем – 10 Итого: 449
VR		
  	Назначение: - Визуализация объектов в виртуальном пространстве; - Обучение сотрудников предприятий; ...	Количество прав на РИД: - Произведения науки – 5 - Программы для ЭВМ – 4 Итого: 9
AR		
	Назначение: - Повышение эффективности выполнения производственных операций; ...	

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1. Результаты экспертного опроса российских организаций

Приложение подготовлено ИАФЦ СПбПУ

В рамках настоящего исследования для оценки основных трендов развития рынка решений в области цифровой трансформации промышленных компаний и рынка цифрового проектирования и моделирования в России, а также для выявления барьеров и «узких мест», актуальных задач и потребностей реального сектора было проведено 2 опроса представителей российских компаний.

Результаты экспертного опроса, посвященного технологиям цифровой трансформации промышленных компаний

В данном разделе представлены результаты анализа данных, полученных по итогам проведения анкетирования представителей российских компаний, посвященного технологиям цифровой трансформации промышленных компаний.

Характеристика представителей российских компаний, принявших участие в экспертном опросе в области цифровой трансформации промышленных компаний

Цель проведения экспертного опроса – оценка основных трендов развития рынка средств цифровой трансформации промышленных компаний в России, включающая выявление барьеров и «узких мест».

В рамках анкетирования опрошено 37 экспертов – представителей различных отраслей, в том числе – машиностроение (авиационная промышленность, автомобильная промышленность, судостроение и т. д.); оборонно-промышленный комплекс (ОПК); информационные технологии (ИТ), разработка программных продуктов; горно-металлургический комплекс, нефтегазовая промышленность, энергетика (включая атомную энергетику).

Треть респондентов является руководителями подразделений (объединяющих несколько отделов), около 30% – руководителями отделов и специалистами, 8% опрошенных приходится на руководителей организаций, включая руководителей филиалов / обособленных подразделений.

Рисунок 49. Характеристики выборки опроса: позиции респондентов (количество респондентов = 37)



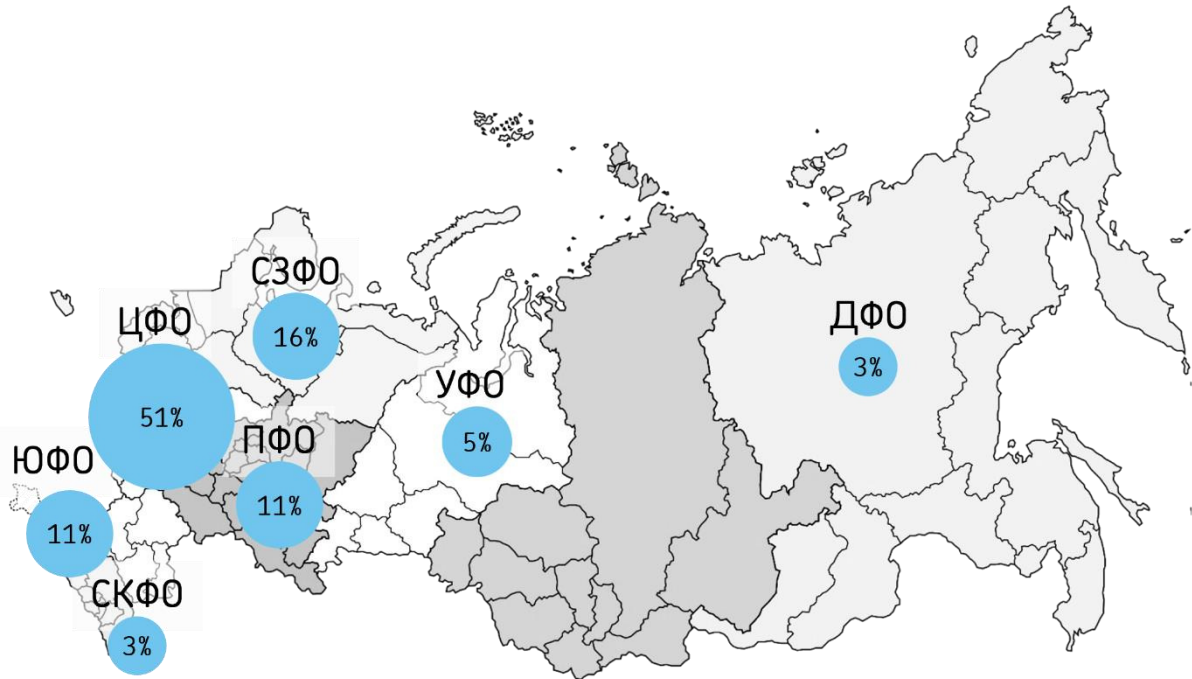
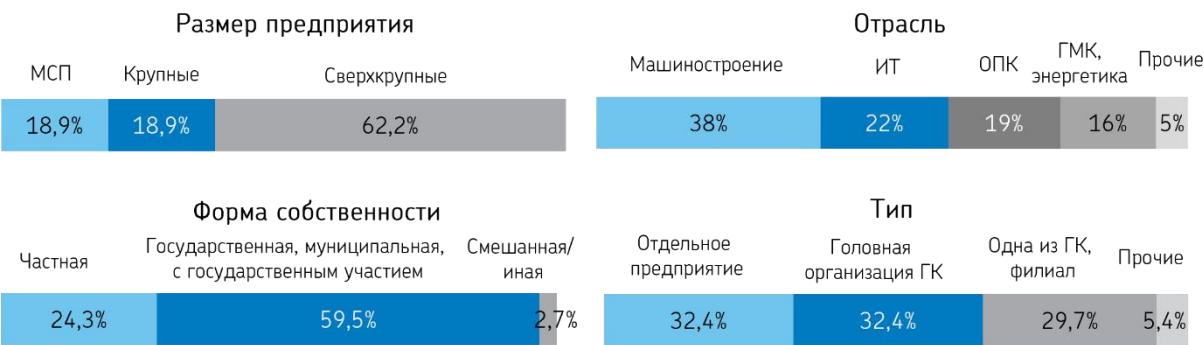
Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Примерно 43% выборки в совокупности приходится на представителей производственных / инжиниринговых подразделений, а также подразделений, специализирующихся в области ИТ и разработки программного обеспечения (ПО), около четверти – на представителей «стратегических» и «управленческих» подразделений (включая специализированные подразделения, занимающиеся цифровой трансформацией).

Абсолютное большинство респондентов представляют крупные и сверхкрупные предприятия, при этом больше половины опрошенных работают в государственных или муниципальных организациях и компаниях с государственным участием.

Около трети респондентов являются представителями отдельных (самостоятельных) организаций, примерно треть представляет головные организации групп компаний (ГК), оставшаяся треть приходится на компании, входящие в состав групп компаний / холдингов, а также региональные представительства и филиалы.

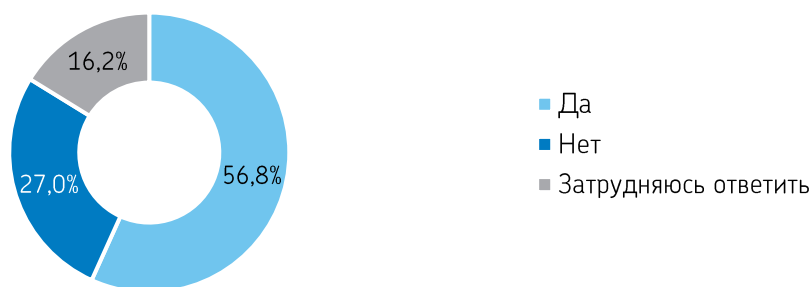
Рисунок 50. Характеристики выборки опроса: организации (количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Необходимо отметить, что более половины респондентов отмечают наличие в представляемой ими организации специализированного подразделения по цифровой трансформации.

Рисунок 51. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Есть ли в вашей организации специализированное подразделение по цифровой трансформации?» (доля, количество респондентов = 37)



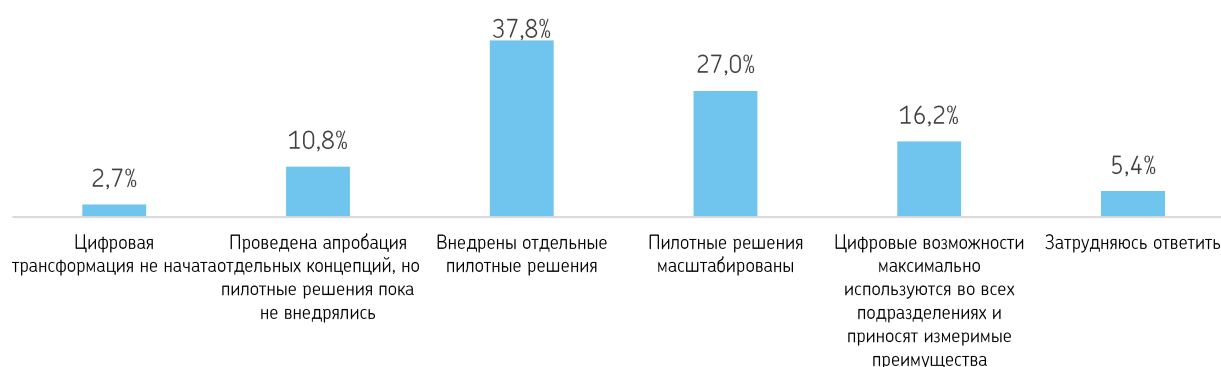
Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Цифровая зрелость российских организаций

Ориентиром для выделения стадий цифровой зрелости послужила методика «Digital maturity index» международной консалтинговой компании Accenture [436].

Цифровая трансформация, согласно результатам опроса, начата в той или иной форме практически во всех российских предприятиях. Больше трети респондентов отмечают, что в представляемых ими организациях внедрены отдельные пилотные решения, больше четверти – что пилотные решения масштабированы.

Рисунок 52. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Как вы можете оценить уровень цифровой зрелости вашей организации?» (доля, количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

В то же время только 16,2% респондентов отмечают, что в представляемых ими организациях цифровые возможности максимально используются во всех подразделениях и приносят измеримые преимущества.

Информационный обмен административной документацией как внутри самих организаций, так и с внешними контрагентами, по оценкам респондентов, преимущественно выстроен в цифровом виде.

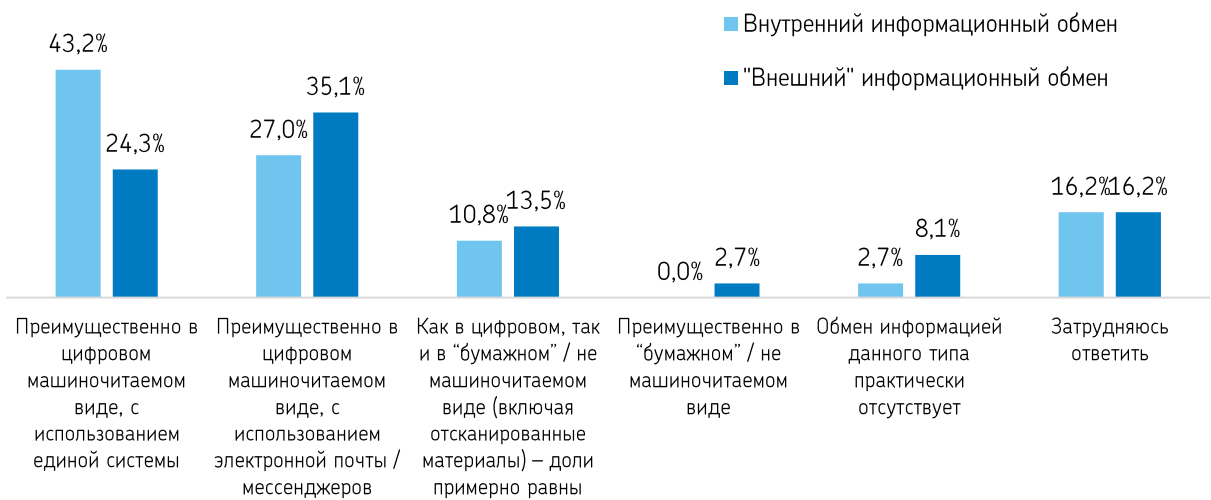
Рисунок 53. Степень цифровизации обмена административной информацией (доля, количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Обмен массивами данных также, в основном, происходит в цифровом виде, однако наличие единой системы или платформы даже внутри собственной организации отмечает меньше половины респондентов.

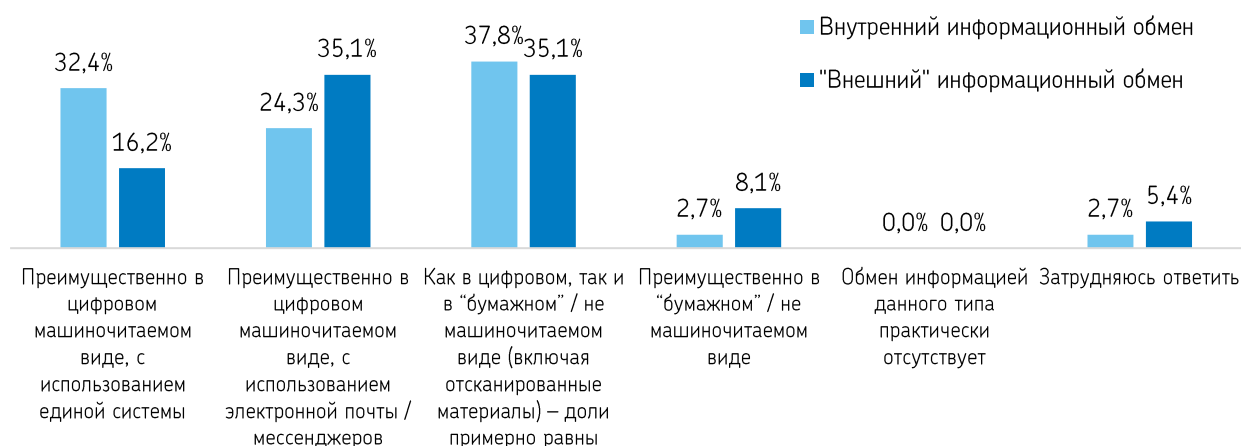
Рисунок 54. Степень цифровизации обмена массивами данных (доля, количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

В то же время при обмене технической документацией сохраняет значение «бумажный» / не машиночитаемый вид обмена информацией.

Рисунок 55. Степень цифровизации обмена технической документацией (доля, количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Ключевые технологии цифровой трансформации

Большинство респондентов выделяют в качестве наиболее значимых / потенциально значимых групп технологий в контексте цифровой трансформации представляемых ими организаций средства цифрового проектирования, моделирования и управления жизненным циклом продуктов и услуг. В следующую группу по важности цифровые платформенные решения и искусственный интеллект (в том числе – машинное обучение).

Таблица 13. Оценка значимости технологий для цифровой трансформации российских организаций (доля, количество респондентов = 37)

Группа технологий	Уровень значимости технологий				
	Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Затрудняюсь ответить
Средства цифрового проектирования, моделирования и управления жизненным циклом продуктов и услуг (ЦПМ)	45,9%	32,4%	8,1%	5,4%	8,1%
Цифровые платформенные решения	16,2%	43,2%	27,0%	8,1%	5,4%
Цифровые двойники	13,5%	27,0%	35,1%	13,5%	10,8%
Искусственный интеллект (включая машинное обучение) (AI)	21,6%	32,4%	27,0%	18,9%	0,0%
Технологии расширенной реальности (виртуальной, дополненной, смешанной) (XR)	2,7%	16,2%	32,4%	43,2%	5,4%
Большие данные	18,9%	24,3%	27,0%	24,3%	5,4%
Промышленный интернет вещей (IIoT)	8,1%	27,0%	27,0%	29,7%	8,1%

Группа технологий	Уровень значимости технологий				
	Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Затрудняюсь ответить
Технологии беспроводной связи, спутниковые технологии связи, промышленная беспроводная связь (Беспроводная связь)	10,8%	37,8%	32,4%	13,5%	5,4%
Промышленная робототехника	5,4%	29,7%	29,7%	27,0%	8,1%
Квантовые технологии	8,1%	10,8%	16,2%	40,5%	24,3%
Облачные технологии	2,7%	37,8%	32,4%	21,6%	5,4%
Цифровые технологии управления бизнес-процессами (Digital BPM)	24,3%	27,0%	27,0%	16,2%	5,4%
Решения для беспилотного управления	5,4%	13,5%	21,6%	48,6%	10,8%
Аддитивное производство и новые материалы (AM & NM)	10,8%	37,8%	16,2%	21,6%	13,5%

Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Аналогичным образом средства цифрового проектирования, моделирования и управления жизненным циклом продуктов и услуг выделяются среди наиболее активно использующихся.

Таблица 14. Оценка уровня использования отдельных групп технологий для цифровой трансформации российских организаций (доля, количество респондентов = 37)

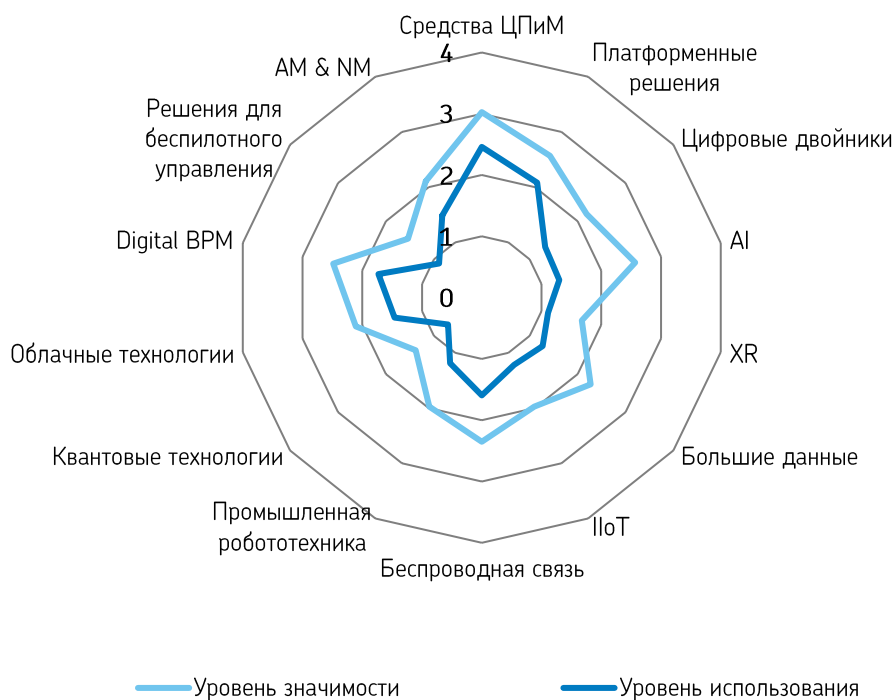
Группа технологий	Уровень значимости технологий					
	Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Технологии не используются	Затрудняюсь ответить
Средства цифрового проектирования, моделирования и управления жизненным циклом продуктов и услуг (ЦПМ)	24,3%	29,7%	27,0%	5,4%	2,7%	10,8%
Цифровые платформенные решения	8,1%	27,0%	37,8%	18,9%	2,7%	5,4%
Цифровые двойники	5,4%	13,5%	21,6%	27,0%	13,5%	18,9%
Искусственный интеллект (включая машинное обучение) (AI)	8,1%	10,8%	16,2%	32,4%	21,6%	10,8%
Технологии расширенной реальности (виртуальной, дополненной, смешанной) (XR)	8,1%	0,0%	18,9%	40,5%	24,3%	8,1%
Большие данные	2,7%	10,8%	29,7%	24,3%	21,6%	10,8%
Промышленный интернет вещей (IIoT)	5,4%	13,5%	10,8%	37,8%	21,6%	10,8%
Технологии беспроводной связи, спутниковые технологии связи, промышленная беспроводная связь (Беспроводная связь)	8,1%	10,8%	35,1%	24,3%	8,1%	13,5%
Промышленная робототехника	5,4%	8,1%	16,2%	40,5%	16,2%	13,5%
Квантовые технологии	8,1%	5,4%	5,4%	10,8%	45,9%	24,3%
Облачные технологии	8,1%	13,5%	27,0%	18,9%	21,6%	10,8%

Группа технологий	Уровень значимости технологий					
	Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Технологии не используются	Затрудняюсь ответить
Цифровые технологии управления бизнес-процессами (Digital BPM)	2,7%	27,0%	32,4%	16,2%	8,1%	13,5%
Решения для беспилотного управления	5,4%	8,1%	16,2%	10,8%	45,9%	13,5%
Аддитивное производство и новые материалы (AM & NM)	8,1%	24,3%	13,5%	16,2%	13,5%	24,3%

Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Кроме того, высокий уровень значимости характерен для цифровых платформенных решений и технологий искусственного интеллекта (включая машинное обучение). Наименее значимыми, по оценкам опрошенных, оказываются решения для беспилотного управления, технологии расширенной реальности (виртуальной, дополненной, смешанной) и квантовые технологии. При этом более 45% опрошенных отмечают, что в представляемых ими организациях решения для беспилотного управления и квантовые технологии не используются.

Рисунок 56. Средняя оценка уровней значимости отдельных групп технологий для цифровой трансформации вашей организации по оценкам опрошенных представителей российских организаций, по шкале: 4 – очень высокая; 3 – высокая; 2 – средняя; 1 – низкая; 0 – затрудняюсь ответить / технологии не используются (количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Среди конкретных технологий и решений, имеющих особую значимость, были отмечены: цифровое материаловедение; инструменты, позволяющие проводить цифровые (виртуальные) испытания и эксперименты, базы знаний, сенсорика; экспертные системы / ИИ; ЭЦП, блокчейн.

В целом тенденции, наблюдаемые при оценке уровней значимости и использования отдельных групп технологий сходны, однако, значимость, в среднем, оценивается выше, то есть при очень высоком уровне значимости группы технологий, её уровень использования в большинстве случаев будет высоким или средним.

Эффекты от применения технологий цифровой трансформации

Абсолютное большинство опрошенных отмечает, что технологии цифровой трансформации в представляемых ими организациях применяются на всех стадиях жизненного цикла изделия. При этом значительная часть респондентов оценивает эффект от применения цифровых технологий как «высокий».

Таблица 15. Оценка эффекта от применения технологий цифровой трансформации на разных стадиях жизненного цикла изделий в российских организациях (доля, количество респондентов = 37)

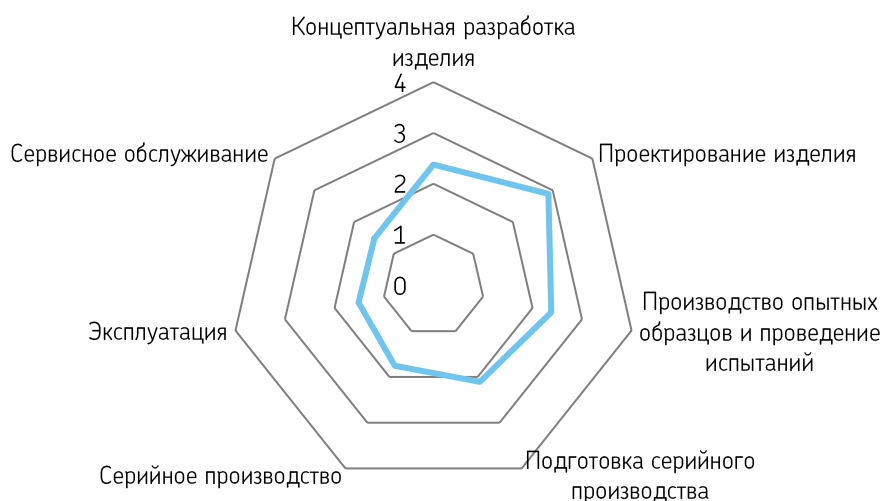
Стадия жизненного цикла изделия	Эффект от применения технологий					
	Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Технологии не применяются	Затрудняюсь ответить
Концептуальная разработка изделия	13,5%	43,2%	18,9%	16,2%	2,7%	5,4%
Проектирование изделия	29,7%	48,6%	10,8%	2,7%	2,7%	5,4%
Производство опытных образцов и проведение испытаний	13,5%	43,2%	24,3%	5,4%	5,4%	8,1%
Подготовка серийного производства	10,8%	37,8%	21,6%	10,8%	8,1%	10,8%
Серийное производство	10,8%	24,3%	21,6%	16,2%	10,8%	16,2%
Эксплуатация	5,4%	18,9%	27,0%	18,9%	8,1%	21,6%
Сервисное обслуживание	8,1%	16,2%	24,3%	18,9%	8,1%	24,3%

Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Ключевой экономической эффект от применения технологий цифровой трансформации по оценкам абсолютного большинства респондентов заключается в сокращении времени на разработку / производство продукции. Более половины респондентов отмечают сокращение финансовых затрат на разработку / производство продукции и увеличение прозрачности бизнес-процессов.

В то же время по оценкам 10,8% опрошенных значимый экономический эффект от внедрения технологий цифровой трансформации в организации отсутствует.

Рисунок 57. Средняя оценка эффекта от применения технологий цифровой трансформации по стадиям жизненного цикла изделия в российских организациях, по шкале: 4 – очень высокая; 3 – высокая; 2 – средняя; 1 – низкая; 0 – затрудняюсь ответить / технологии не используются (количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Рисунок 58. Экономический эффект от внедрения технологий цифровой трансформации по оценкам опрошенных представителей российских организаций (доля, количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Специфика использования цифровых решений

По результатам опроса, в настоящее время зарубежные цифровые решения по подписке российскими организациями практически не используются.

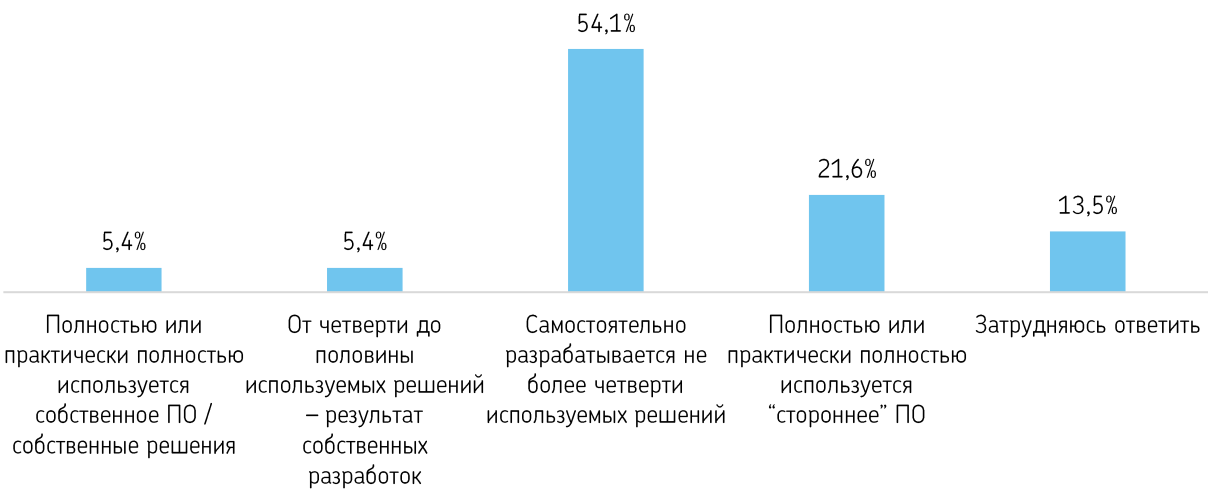
Рисунок 59. Рейтинг использования цифровых решений по интенсивности использования с группировкой решений по происхождению (доля, количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Абсолютное большинство компаний, представляемых респондентами, использует отечественные решения, разработанные сторонними организациями. Больше половины – выкупленные зарубежные решения или пакеты с безлимитной лицензией и собственные разработки.

Рисунок 60. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос «Какая часть используемого вами ПО является вашей собственной разработкой?» (доля, количество респондентов = 37)

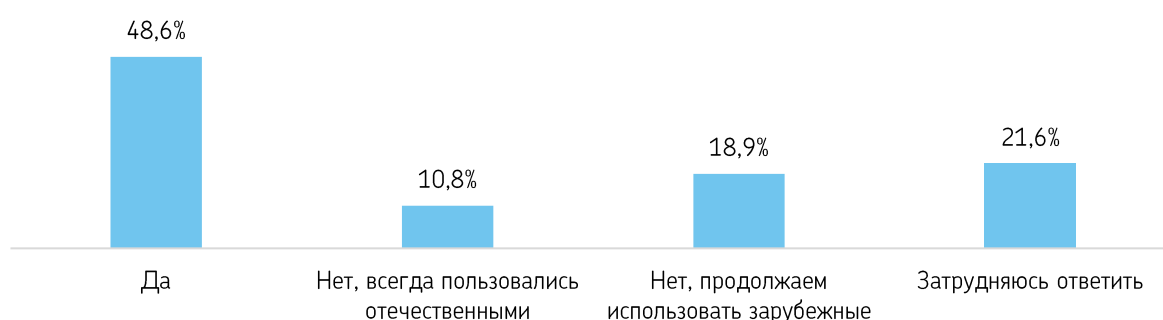


Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

В то же время полностью или практически полностью собственное ПО (собственные решения) используется лишь в 5,4% организаций. Больше половины респондентов отмечает, что самостоятельно разрабатывается не более четверти используемых решений, что свидетельствует о достаточно высокой ёмкости рынка программного обеспечения для цифровой трансформации.

Около половины респондентов в связи с санкциями столкнулось с необходимостью перехода с зарубежных цифровых решений на отечественные. В то же время 19% опрошенных продолжают использовать зарубежные решения, а 11% респондентов всегда пользовались отечественными.

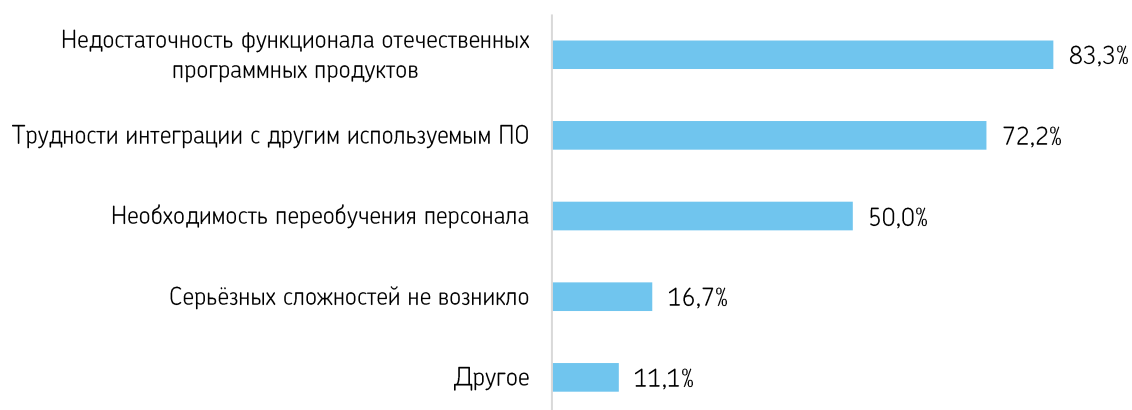
Рисунок 61. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Пришлось ли вам отказываться от использования зарубежных цифровых решений и переходить на отечественные в связи с санкциями?» (доля, количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Среди сложностей, связанных с переходом с зарубежных цифровых решений на отечественные, абсолютное большинство респондентов отмечают недостаточность функционала отечественных программных продуктов и трудности интеграции с другим используемым ПО. Кроме того, по оценкам половины респондентов, затруднения представляет необходимость переобучения персонала. В то же время у 16,7% опрошенных серьёзных сложностей при переходе с зарубежных цифровых решений на отечественные не возникло.

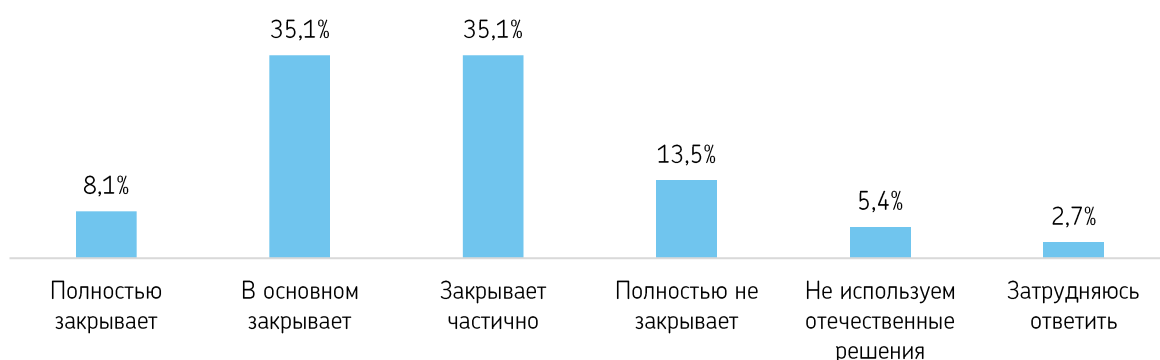
Рисунок 62. Ключевые сложности, связанные с переходом с зарубежных цифровых решений на отечественные (доля, количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Функционал отечественных (в т. ч. собственных) цифровых решений полностью закрывают потребности только 8,1% респондентов. Доля тех, кого отечественные системы и решения совершенно не устраивают при этом выше – 13,5%. В то же время 70% опрошенных лояльно относится к функционалу отечественных систем, понимая перспективы их развития, несмотря на временную ограниченность функционала.

Рисунок 63. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Если вы пользуетесь отечественными (в т. ч. собственными) системами и решениями, в какой степени их функционал закрывает ваши потребности?» (доля, количество респондентов = 37)

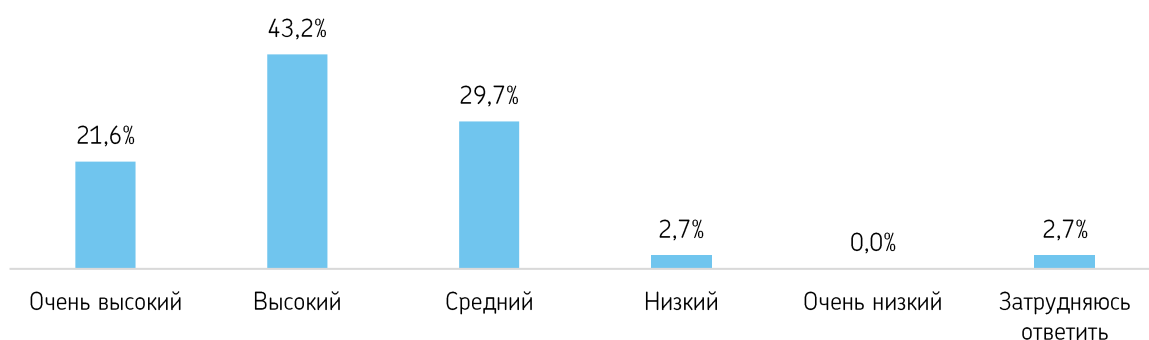


Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Кадровая обеспеченность отечественных предприятий в контексте цифровой трансформации

Более 40% респондентов оценивают уровень квалификации специалистов, работающих в представляемой ими организации, в части владения цифровыми инструментами, как высокий, достаточный для решения текущих задач; 30% отмечают, что уровень средний (по большей части позволяет решать текущие задачи), 22% – очень высокий (достаточный для решения текущих задач, а также внедрения новых перспективных цифровых инструментов).

Рисунок 64. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Как вы можете оценить уровень квалификации специалистов вашей организации в части владения цифровыми инструментами?» (доля, количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

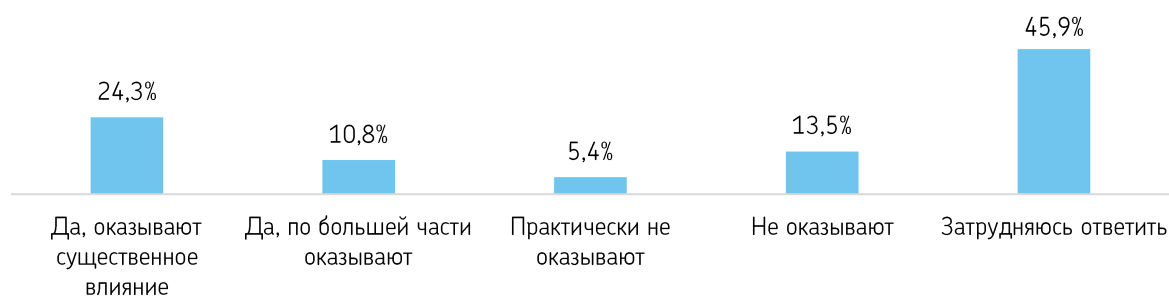
При этом 2,7% респондентов отмечают, что уровень квалификации специалистов, работающих в представляемой ими организации, в части владения цифровыми инструментами низкий – практически не позволяет решать текущие задачи.

Вовлеченность компаний в государственные программы поддержки и проекты

Около четверти опрошенных представителей российских предприятий отмечают, что государственные программы или проекты оказывают существенное влияние на деятельность их организации в области цифровой трансформации. При этом в качестве наиболее значимых выделяются:

- Грантовые программы Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации;
- Гранты Российского фонда развития информационных технологий;
- Субсидии из федерального бюджета на возмещение части затрат на внедрение отечественного программного обеспечения в организациях ОПК, в частности субсидирование по Постановлению Правительства № 1658 [437];
- Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»;
- Национальная технологическая инициатива;
- Программа «Приоритет 2030», федеральный проект Министерство науки и высшего образования Российской Федерации «Передовые инженерные школы» и др.

Рисунок 65. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос «Оказывают ли влияние на деятельность вашей организации в сфере цифрового проектирования и моделирования государственные программы или проекты?» (доля, количество респондентов = 37)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

В то же время почти половина респондентов затруднилась ответить на вышеуказанный вопрос.

Ключевые выводы в области тенденций цифровой трансформации промышленных компаний

На основании экспертного опроса представителей российских организаций произведена оценка основных трендов развития рынка средств цифровой трансформации промышленных компаний в России, включающая выявление барьеров и «узких мест».

В частности, результаты диагностики-«самооценки» респондентами уровня цифровой зрелости (с опорой на методику «Digital maturity index») представляемых ими организаций свидетельствуют о

том, что цифровая трансформация начата практически во всех российских предприятиях, однако глубокое и полное использование цифровых технологий, приносящее измеримые преимущества, отмечают только 16,2% респондентов.

К группам технологий, наиболее значимым в контексте цифровой трансформации, относятся средства цифрового проектирования, моделирования и управления жизненным циклом продуктов и услуг. Наиболее существенный вклад технологии цифровой трансформации обеспечивают на стадии проектирования изделия.

Соответственно, ключевой экономической эффект от применения технологий цифровой трансформации по оценкам абсолютного большинства респондентов заключается в сокращении времени на разработку / производство продукции.

Около половины респондентов в связи с санкциями столкнулось с необходимостью перехода с зарубежных цифровых решений на отечественные. Ключевыми проблемами при этом, отмечаемыми абсолютным большинством опрошенных, становятся недостаточность функционала отечественных программных продуктов (83%) и трудности интеграции с другим используемым ПО (72%). В то же время респонденты в целом достаточно лояльно относятся к функционалу отечественных систем, понимая перспективы их развития, несмотря на временную ограниченность функционала.

О высокой ёмкости рынка программного обеспечения для цифровой трансформации свидетельствует тот факт, что полностью или практически полностью собственное ПО (собственные решения) используется лишь в 5,4% организаций; больше половины респондентов отмечает при этом, что самостоятельно разрабатывается не более четверти используемых решений.

Уровень квалификации специалистов российских организаций в части владения цифровыми инструментами преимущественно позволяет решать текущие задачи. При этом 22% респондентов отмечают очень высокий уровень подготовки сотрудников – достаточный также и для внедрения новых перспективных цифровых инструментов.

Государственные программы и проекты оказывают существенное влияние на деятельность организации в области цифровой трансформации по оценкам не более четверти опрошенных, в то же время почти половина респондентов затруднилась ответить на данный вопрос.

Анкета экспертного опроса в области цифровой трансформации промышленных компаний

1. Название вашей организации (пожалуйста, укажите)
2. Ваша организация – это... Пожалуйста, выберите вариант из списка:
 - Отдельное предприятие
 - Головная организация группы компаний / холдинга
 - Одна из группы компаний / холдинга
 - Региональный филиал группы компаний / холдинга
 - Затрудняюсь ответить
3. Форма собственности вашей организации. Пожалуйста, выберите вариант из списка:

- Частная
 - Государственная / с государственным участием
 - Муниципальная
 - Смешанная / иная
 - Затрудняюсь ответить
4. Отрасль, к которой относится ваша организация:
- Авиационная промышленность
 - Автомобилестроение
 - Горно-металлургический комплекс
 - Двигателестроение
 - Железнодорожное машиностроение
 - ИТ, разработка программных продуктов
 - Наука, образование
 - Нефтегазовая промышленность
 - ОПК (в т.ч. ракетно-космическая промышленность)
 - Судостроение
 - Тяжёлое машиностроение
 - Электроника, приборостроение
 - Энергетика (в т.ч. атомная энергетика)
 - Другое (пожалуйста, укажите)
5. Регион, в котором находится ваша организация.
6. Размер вашей организации. Пожалуйста, выберите вариант из списка:
- Малое предприятие, включая микро (до 100 сотрудников)
 - Среднее предприятие (101-250 сотрудников)
 - Крупное предприятие (251-1000 сотрудников)
 - Сверхкрупное предприятие (больше 1000 сотрудников)
7. Специализация вашего подразделения. Пожалуйста, выберите вариант из списка:
- Производство / инжиниринг
 - ИТ / разработка ПО
 - Исследования / аналитика
 - Стратегия и управление (в т.ч. цифровая трансформация)
 - Другое (пожалуйста, укажите)
8. Есть ли в вашей организации специализированное подразделение по цифровой трансформации? Пожалуйста, выберите вариант из списка:
- Да
 - Нет
 - Затрудняюсь ответить
9. Как вы можете оценить уровень цифровой зрелости вашей организации? Пожалуйста, выберите вариант из списка:

- Цифровая трансформация не начата
- Проведена апробация отдельных концепций, но пилотные решения пока не внедрялись
- Внедрены отдельные пилотные решения
- Пилотные решения масштабированы
- Цифровые возможности максимально используются во всех подразделениях и приносят измеримые преимущества
- Затрудняюсь ответить

10. Оцените, пожалуйста, уровень значимости / потенциальной значимости отдельных групп технологий для цифровой трансформации вашей организации:

- Очень высокий
- Высокий
- Средний
- Низкий
- Затрудняюсь ответить

для каждой группы технологий, представленной ниже:

- Средства цифрового проектирования, моделирования и управления жизненным циклом продуктов и услуг
- Цифровые платформенные решения
- Цифровые двойники
- Искусственный интеллект (включая машинное обучение)
- Технологии расширенной реальности (виртуальной, дополненной, смешанной)
- Большие данные
- Промышленный интернет вещей
- Технологии беспроводной связи, спутниковые технологии связи, промышленная беспроводная связь
- Промышленная робототехника
- Квантовые технологии
- Облачные технологии
- Цифровые технологии управления бизнес-процессами
- Решения для беспилотного управления
- Аддитивное производство и новые материалы

11. Какие иные группы технологий являются значимыми для цифровой трансформации вашей организации (если такие имеются)? Пожалуйста, укажите.

12. Оцените, пожалуйста, уровень использования указанных технологий в вашей организации:

- Очень высокий
- Высокий
- Средний
- Низкий

- Технологии не используются
- Затрудняюсь ответить

для каждой группы технологий, представленной ниже:

- Средства цифрового проектирования, моделирования и управления жизненным циклом продуктов и услуг
- Цифровые платформенные решения
- Цифровые двойники
- Искусственный интеллект (включая машинное обучение)
- Технологии расширенной реальности (виртуальной, дополненной, смешанной)
- Большие данные
- Промышленный интернет вещей
- Технологии беспроводной связи, спутниковые технологии связи, промышленная беспроводная связь
- Промышленная робототехника
- Квантовые технологии
- Облачные технологии
- Цифровые технологии управления бизнес-процессами
- Решения для беспилотного управления
- Аддитивное производство и новые материалы

13. Какие иные группы технологий цифровой трансформации используются в вашей организации (если такие имеются)? Пожалуйста, укажите.

14. Оцените, пожалуйста, эффект от применения технологий цифровой трансформации на каждой стадии жизненного цикла изделия в вашей организации:

- Очень высокий
- Высокий
- Средний
- Низкий
- Технологии не используются
- Затрудняюсь ответить

для каждой стадии, представленной ниже:

- Концептуальная разработка изделия
- Проектирование изделия
- Производство опытных образцов и проведение испытаний
- Подготовка серийного производства
- Серийное производство
- Эксплуатация
- Сервисное обслуживание

15. Какой экономический эффект от внедрения технологий цифровой трансформации в вашей организации вы можете указать?

- Сокращение финансовых затрат на разработку / производство продукции
 - Сокращение времени на разработку / производство продукции
 - Возможность быстрого отклика на запрос рынка (быстрой переналадки производства)
 - Достижение принципиально новых потребительских характеристик
 - Возможность кастомизации продукции
 - Снижение издержек на ремонт и обслуживание производственного оборудования
 - Увеличение прозрачности бизнес-процессов
 - Появление доходов от цифровых видов деятельности
 - Принципиальное изменение бизнес-модели организации
 - Значимый экономический эффект от внедрения технологий цифровой трансформации в моей организации отсутствует
 - Затрудняюсь ответить
 - Другое (пожалуйста, укажите)
16. Какие цифровые решения используются в вашей организации в большей степени?
- Зарубежные (по подписке)
 - Зарубежные (выкуплены / установлены пакеты с безлимитной лицензией)
 - Отечественные, разработанные сторонними организациями
 - Отечественные, собственные
 - Затрудняюсь ответить
17. Пришлось ли вам отказываться от использования зарубежных цифровых решений и переходить на отечественные в связи с санкциями?
- Да
 - Нет, всегда пользовались отечественными
 - Нет, продолжаем использовать зарубежные
 - Затрудняюсь ответить
18. Если вам пришлось отказываться от использования зарубежных цифровых решений и переходить на отечественные, то какие возникли сложности?
- Серьёзных сложностей не возникло
 - Недостаточность функционала отечественных программных продуктов
 - Трудности интеграции с другим используемым ПО
 - Необходимость переобучения персонала
 - Затрудняюсь ответить
 - Другое (пожалуйста, укажите)
19. Если вы пользуетесь отечественными (в т.ч. собственными) системами и решениями, в какой степени их функционал закрывает ваши потребности?
- Полностью закрывает
 - В основном закрывает
 - Закрывает частично

- Полностью не закрывает
 - Не используем отечественные решения
 - Затрудняюсь ответить
20. Какая часть используемого вами ПО является вашей собственной разработкой?
- Полностью или практически полностью используется собственное ПО / собственные решения
 - Больше половины решений – собственные
 - От четверти до половины используемых решений – результат собственных разработок
 - Самостоятельно разрабатывается не более четверти используемых решений
 - Полностью или практически полностью используется “стороннее” ПО
 - Потребность в цифровой трансформации и соответствующем ПО / решениях в организации отсутствует
 - Затрудняюсь ответить
21. Как вы можете оценить уровень квалификации специалистов вашей организации в части владения цифровыми инструментами?
- Очень высокий – достаточен для решения текущих задач, а также внедрения новых перспективных цифровых инструментов
 - Высокий – достаточен для решения текущих задач
 - Средний – по большей части позволяет решать текущие задачи
 - Низкий – практически не позволяет решать текущие задачи
 - Очень низкий – не позволяет решать текущие задачи
 - Затрудняюсь ответить
22. Как в вашей организации осуществляется обмен следующими типами информации?
- Преимущественно в цифровом машиночитаемом виде, с использованием единой системы
 - Преимущественно в цифровом машиночитаемом виде, с использованием электронной почты / мессенджеров
 - Как в цифровом, так и в “бумажном” / не машиночитаемом виде (включая отсканированные материалы) – доли примерно равны
 - Преимущественно в “бумажном” / не машиночитаемом виде
 - Обмен информацией данного типа практически отсутствует
 - Затрудняюсь ответить
 - Проставьте оценку для каждого типа, представленного ниже:
 - Административная документация
 - Техническая документация
 - Массивы данных
23. Как обмен рассмотренными выше типами информации осуществляется между вашей организацией и организациями-заказчиками? Пожалуйста, выберите

соответствующую оценку из списка (по аналогии с предыдущим вопросом) для каждого типа, представленного ниже:

- Административная документация
 - Техническая документация
 - Массивы данных
24. Оказывают ли влияние на деятельность вашей организации в области цифровой трансформации государственные программы или проекты?
- Да, оказывают существенное влияние
 - Да, по большей части оказывают
 - Практически не оказывают
 - Не оказывают
 - Затрудняюсь ответить
25. Какие программы / проекты оказывают на деятельность вашей организации наибольшее влияние?

Результаты экспертного опроса, посвященного технологиям цифрового проектирования и моделирования

В данном разделе представлены результаты анализа данных, полученных по итогам проведения анкетирования представителей российских компаний, посвященного технологиям цифрового проектирования и моделирования.

Характеристика представителей российских компаний, принявших участие в экспертном опросе в области цифрового проектирования и моделирования

Цель проведения экспертного опроса – оценка основных трендов развития российского рынка средств цифрового проектирования и моделирования, включающего выявление барьеров и «узких мест», препятствующих дальнейшему распространению внедрения рассматриваемой группы технологических решений, а также актуальных задач и потребностей реального сектора в данной области.

В рамках анкетирования опрошено 34 эксперта – представителя различных отраслей, в том числе – машиностроение (авиационная промышленность, автомобильная промышленность, судостроение и т. д.); оборонно-промышленный комплекс (ОПК); информационные технологии (ИТ), разработка программных продуктов; горно-металлургический комплекс, нефтегазовая промышленность, энергетика (включая атомную энергетику).

Около половины выборки в совокупности приходится на представителей производственных / инжиниринговых подразделений, а также подразделений, специализирующихся в области ИТ и разработки программного обеспечения (ПО).

Больше трети респондентов является руководителями подразделений (объединяющих несколько отделов), около 30% – руководителями отделов и специалистами, 6% опрошенных приходится на руководителей организаций, включая руководителей филиалов / обособленных подразделений.

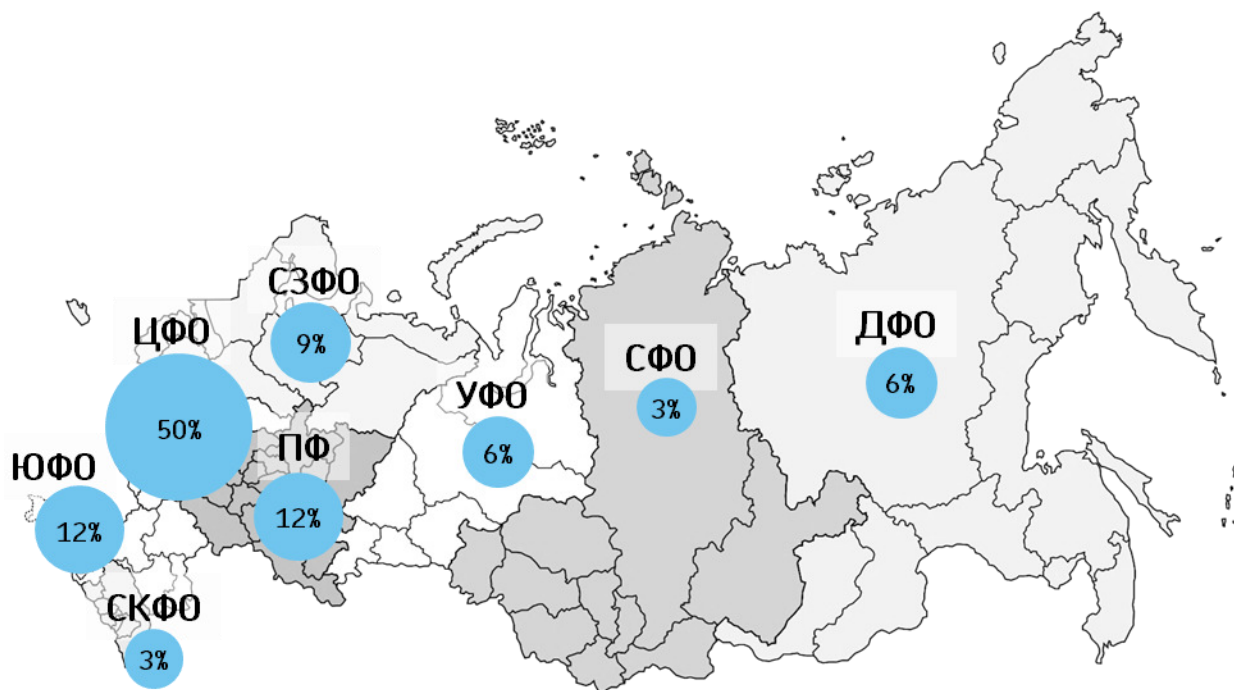
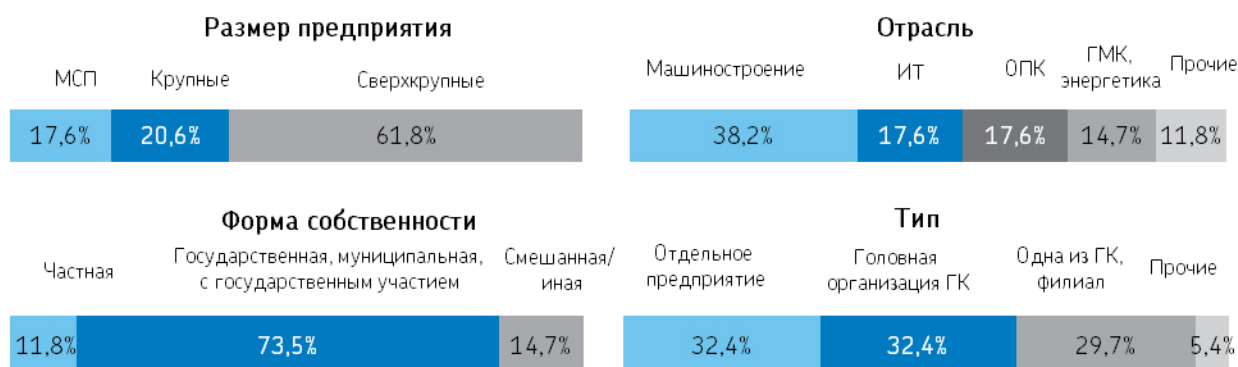
Рисунок 66. Характеристики выборки опроса: позиции респондентов (количество респондентов = 34)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Абсолютное большинство респондентов представляют крупные и сверхкрупные предприятия, при этом больше половины опрошенных работают в государственных или муниципальных организациях и компаниях с государственным участием.

Рисунок 67. Характеристики выборки опроса: организации (количество респондентов = 34)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Около трети респондентов являются представителями отдельных (самостоятельных) организаций, примерно треть представляет головные организации групп компаний (ГК), оставшаяся треть приходится на компании, входящие в состав групп компаний / холдингов, а также региональные представительства и филиалы.

Задачи российских предприятий, решаемые с помощью применения инструментов и технологий цифрового проектирования и моделирования

Наиболее активно средства цифрового проектирования и моделирования в организациях, представляемых респондентами, используются для повышения точности проектирования.

Таблица 16. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Для решения каких задач передовые средства цифрового проектирования и моделирования используются или могут использоваться в вашей организации?» (доля, количество респондентов = 34)

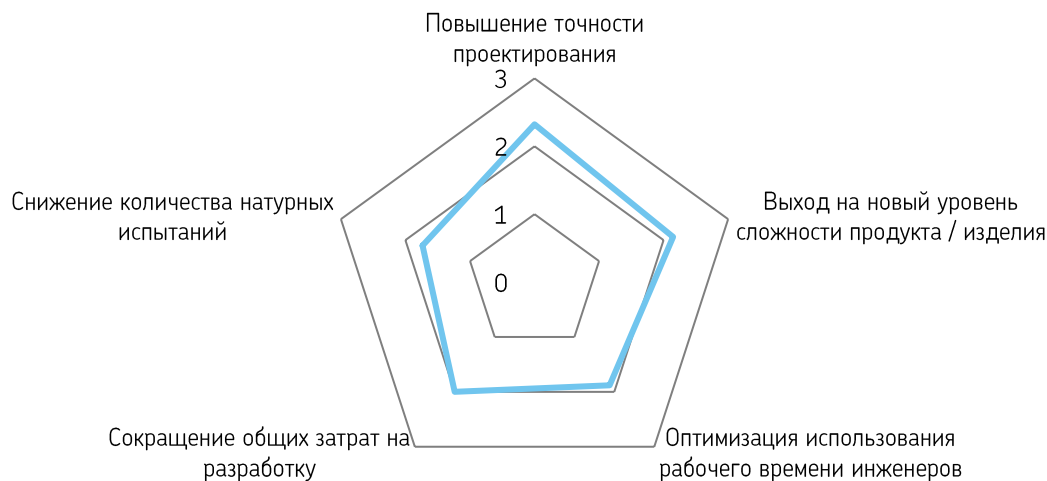
Задачи	Активно используются	Используются	Практически не используются	Не используются, но рассматривается возможность использования	Не используются, отсутствует необходимость	Затрудняюсь ответить
Повышение точности проектирования	50,0%	38,2%	5,9%	0,0%	0,0%	5,9%
Выход на новый уровень сложности продукта / изделия	38,2%	44,1%	11,8%	2,9%	0,0%	2,9%
Оптимизация использования рабочего времени инженеров	29,4%	38,2%	23,5%	2,9%	0,0%	5,9%
Сокращение общих затрат на разработку	26,5%	52,9%	14,7%	2,9%	0,0%	2,9%
Снижение количества натурных испытаний	23,5%	44,1%	14,7%	5,9%	2,9%	8,8%

Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

При этом по оценкам опрошенных представителей предприятий и организаций актуальными являются все рассматриваемые группы задач.

Среди конкретных задач, отмеченных респондентами, дополнительно можно назвать: моделирование физических процессов, в том числе – в виртуальной реальности; проектирование, изыскания; прочностной анализ.

Рисунок 68. Средняя оценка актуальности ключевых задач, решаемых за счет использования систем цифрового проектирования и моделирования, по шкале: 3 – высокая; 2 – средняя; 1 – низкая; 0 – отсутствует (количество респондентов = 34)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Специфика применения инструментов цифрового проектирования и моделирования в современных условиях

Абсолютное большинство опрошенных представителей российских организаций в настоящее время преимущественно используют полностью выкупленные зарубежные системы (или пакеты с безлимитной лицензией) и отечественные системы, разработанные сторонними организациями.

Рисунок 69. Рейтинг использования систем цифрового проектирования и моделирования по интенсивности использования с группировкой систем по происхождению (доля, количество респондентов = 34)

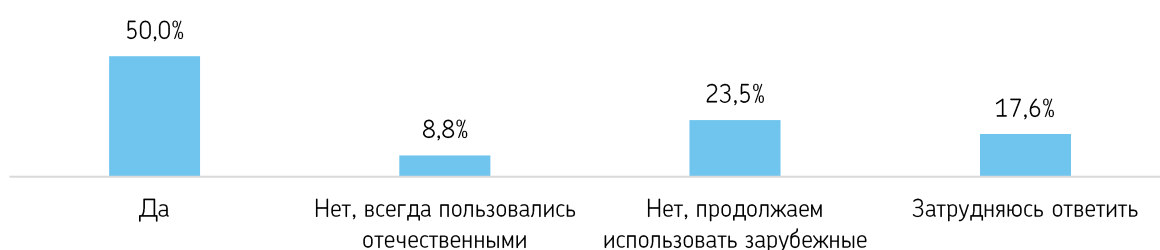


Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Среди конкретных зарубежных систем цифрового проектирования и моделирования респонденты отмечают Siemens NX, Matlab, Ansys, Autodesk, среди отечественных – САЕ-систему «Логос» и программные решения компании «Аскон», такие как «Компас».

Половине респондентов пришлось переходить с зарубежных систем на отечественные в связи с санкциями, около четверти продолжают использовать зарубежные системы. При этом 8,8% опрошенных всегда пользовались отечественными системами цифрового проектирования и моделирования.

Рисунок 70. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Пришлось ли вам переходить с зарубежных систем цифрового проектирования и моделирования на отечественные в связи с санкциями?» (доля, количество респондентов = 34)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Среди сложностей, связанных с переходом с зарубежных систем цифрового проектирования и моделирования на российский, абсолютное большинство респондентов отмечают недостаточность функционала отечественных программных продуктов, а больше половины – необходимость переобучения персонала. В то же время у 29,4% опрошенных серьезных сложностей при переходе с зарубежных систем цифрового проектирования и моделирования на российские не возникло.

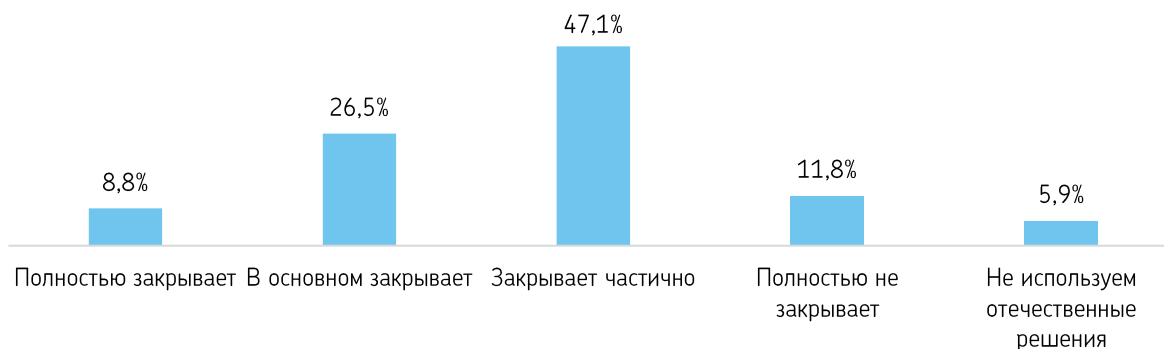
Рисунок 71. Ключевые сложности, связанные с переходом с зарубежных систем цифрового проектирования и моделирования на российские (доля, количество респондентов = 34)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Абсолютное большинство респондентов в той или иной степени удовлетворены функционалом отечественных систем. При этом функционал отечественных (в т.ч. собственных) средств цифрового проектирования и моделирования полностью закрывают потребности только 8,8% респондентов. В то же время доля тех, кого отечественные системы и решения совершенно не устраивают, достаточно высока – 11,8%.

Рисунок 72. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Если вы пользуетесь отечественными (в т.ч. собственными) средствами цифрового проектирования и моделирования, в какой степени их функционал закрывает ваши потребности?» (доля, количество респондентов = 34)



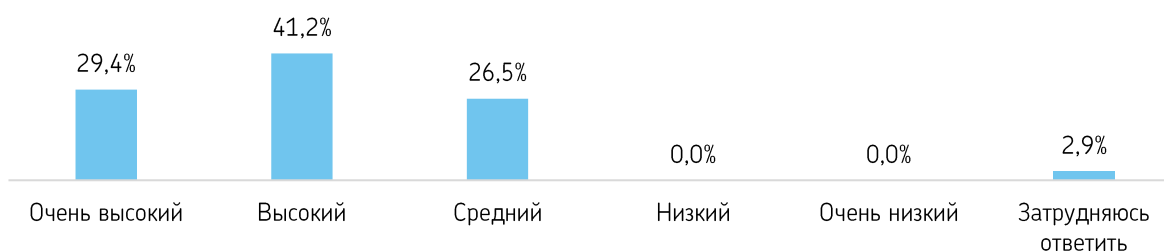
Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

В то же время только 5,9% респондентов отечественные средства цифрового проектирования и моделирования не используют.

Кадровая обеспеченность отечественных предприятий, связанных с разработкой и применением технологий цифрового проектирования и моделирования

Несмотря на высокую долю респондентов, отметивших необходимость переобучения персонала как одну из значимых сложностей, большинство опрошенных оценивает уровень квалификации специалистов своей организации в части владения инструментами цифрового проектирования и моделирования как высокий (41,2%) и очень высокий (29,4%), то есть достаточный для решения текущих задач, а также внедрения новых перспективных цифровых инструментов. Низкий – не позволяющий или практически не позволяющий решать текущие задачи – уровень квалификации специалистов в рассматриваемой области не выделил никто, однако 2,9% респондентов затруднились ответить.

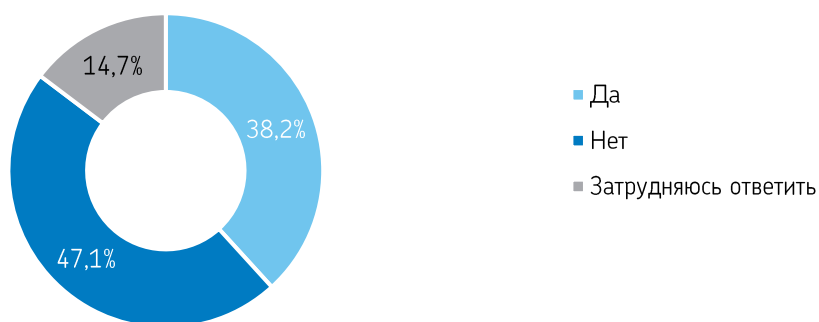
Рисунок 73. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Как вы можете оценить уровень квалификации специалистов вашей организации в части владения инструментами цифрового проектирования и моделирования?» (доля, количество респондентов = 34)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

В то же время больше трети респондентов обращается к сторонним поставщикам услуг цифрового проектирования и моделирования.

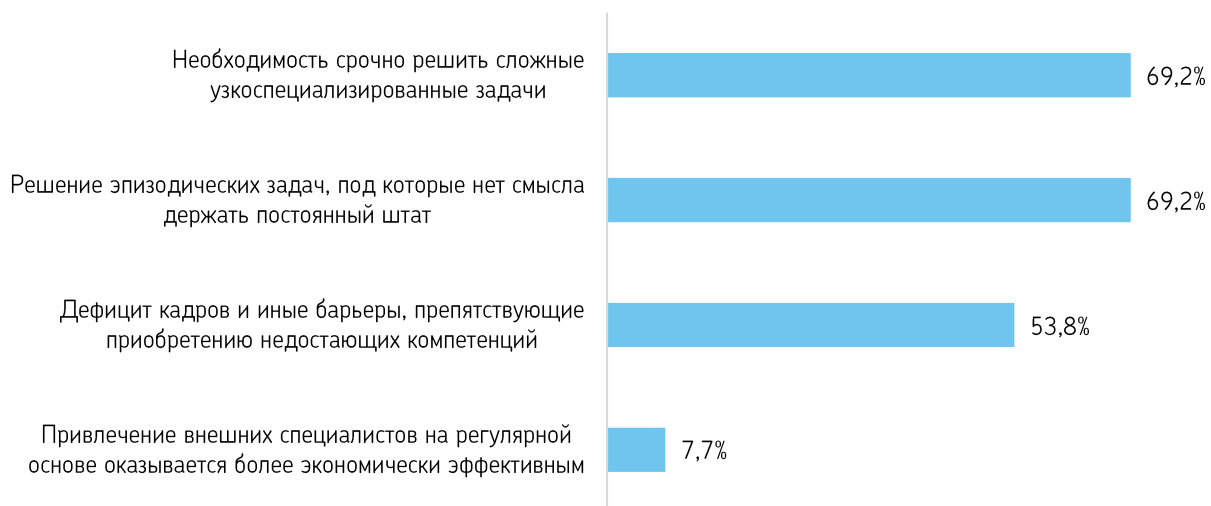
Рисунок 74. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос: «Обращаетесь ли вы к сторонним поставщикам услуг цифрового проектирования и моделирования?» (доля, количество респондентов = 34)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Ключевые причины для обращения к специалистам «со стороны» – решение эпизодических задач, под которые нет смысла держать постоянный штат, и необходимость срочно решить сложные узкоспециализированные задачи.

Рисунок 75. Ключевые причины для обращения к сторонним поставщикам услуг цифрового проектирования и моделирования (доля, количество респондентов = 34)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

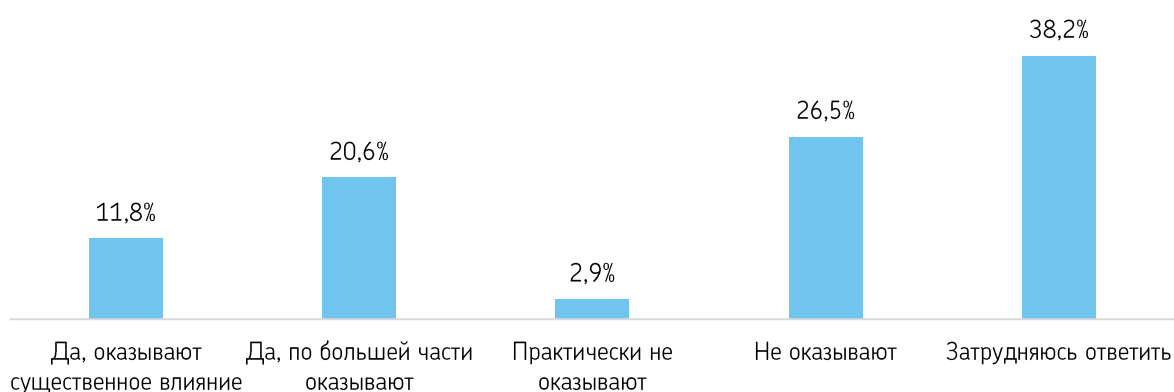
Дефицит кадров и иные барьеры, препятствующие приобретению недостающих компетенций, также оказываются достаточно значимыми при принятии решения о привлечении сторонних поставщиков услуг цифрового проектирования и моделирования.

Вовлеченность компаний в государственные программы поддержки и проекты

Среди государственных программ и проектов, оказывающих наибольшее влияние на деятельность российских организаций в сфере цифрового проектирования и моделирования, респонденты преимущественно отмечают различные формы выделения «целевого финансирования» (грантовую поддержку – например, гранты Российского фонда развития информационных технологий, субсидирование – в частности, субсидирование по Постановлению правительства № 1658 [437] – и т.д.)

В то же время больше трети опрошенных представителей российских предприятий затруднились ответить на вопрос о том, оказывают ли влияние на деятельность их организации в сфере цифрового проектирования и моделирования государственные программы или проекты. При этом 26,5% респондентов отметили, что на их деятельность в рассматриваемой сфере государственные программы и проекты влияния не оказывают.

Рисунок 76. Распределение респондентов в зависимости от ответа на вопрос «Оказывают ли влияние на деятельность вашей организации в сфере цифрового проектирования и моделирования государственные программы или проекты?» (доля, количество респондентов = 34)



Источник: ИАФЦ СПбПУ, 2023

Ключевые выводы в области тенденций цифрового проектирования и моделирования

На основании экспертного опроса представителей российских организаций произведена оценка основных трендов развития российского рынка средств цифрового проектирования и моделирования, в том числе – выявление барьеров и «узких мест», препятствующих дальнейшему распространению внедрения рассматриваемой группы технологических решений, а также актуальных задач и потребностей реального сектора в данной области.

По оценкам респондентов актуальными являются все рассматриваемые группы задач: повышение точности проектирования; выход на новый уровень сложности продукта / изделия; оптимизация использования рабочего времени инженеров; сокращение общих затрат на разработку и снижение количества натурных испытаний. При этом наиболее активно средства цифрового проектирования и моделирования используются для повышения точности проектирования.

Половине респондентов пришлось переходить с зарубежных систем на отечественные в связи с

санкциями, около четверти продолжают использовать зарубежные системы. В качестве ключевых проблем, связанных с переходом на отечественные решения, выделяются недостаточность функционала отечественных программных продуктов (по оценкам 71% респондентов) и необходимость переобучения персонала (59%). Достаточно высока доля тех, кого отечественные системы и решения не устраивают совершенно (12%). Однако в целом респонденты лояльно относятся к функционалу отечественных систем, несмотря на временную ограниченность функционала, понимая перспективы их развития.

Уровень квалификации специалистов российских организаций в части владения инструментами цифрового проектирования и моделирования, по оценкам респондентов, достаточно высок и позволяет, как решать текущие задачи, так и внедрять новые перспективные цифровые инструменты.

В то же время к сторонним специалистам – поставщикам услуг в рассматриваемой сфере обращается больше опрошенных, что свидетельствует о достаточно высокой ёмкости отечественного рынка цифрового проектирования и моделирования.

Наибольшее влияние на деятельность российских организаций в сфере цифрового проектирования и моделирования, согласно результатам опроса, оказывает выделение «целевого финансирования» (в форме субсидий, грантовой поддержки и т. д.). При этом больше половины респондентов в сумме отмечают, что государственные программы и проекты на деятельность их организации в сфере цифрового проектирования и моделирования влияния не оказывают или затрудняются ответить на данный вопрос.

Анкета экспертного опроса в области цифрового проектирования и моделирования

1. Название вашей организации (пожалуйста, укажите).
2. Ваша организация – это... Пожалуйста, выберите вариант из списка:
 - Отдельное предприятие
 - Головная организация группы компаний / холдинга
 - Одна из группы компаний / холдинга
 - Региональный филиал группы компаний / холдинга
 - Затрудняюсь ответить
3. Форма собственности вашей организации. Пожалуйста, выберите вариант из списка:
 - Частная
 - Государственная / с государственным участием
 - Муниципальная
 - Смешанная / иная
 - Затрудняюсь ответить
4. Отрасль, к которой относится ваша организация:
 - Авиационная промышленность
 - Автомобилестроение
 - Горно-металлургический комплекс

- Двигателестроение
 - Железнодорожное машиностроение
 - ИТ, разработка программных продуктов
 - Наука, образование
 - Нефтегазовая промышленность
 - ОПК (в т.ч. ракетно-космическая промышленность)
 - Судостроение
 - Тяжёлое машиностроение
 - Электроника, приборостроение
 - Энергетика (в т.ч. атомная энергетика)
 - Другое (пожалуйста, укажите)
5. Регион, в котором находится ваша организация.
6. Размер вашей организации. Пожалуйста, выберите вариант из списка:
- Малое предприятие, включая микро (до 100 сотрудников)
 - Среднее предприятие (101-250 сотрудников)
 - Крупное предприятие (251-1000 сотрудников)
 - Сверхкрупное предприятие (больше 1000 сотрудников)
7. Специализация вашего подразделения. Пожалуйста, выберите вариант из списка:
- Производство / инжиниринг
 - ИТ / разработка ПО
 - Исследования / аналитика
 - Стратегия и управление (в т.ч. цифровая трансформация)
 - Другое (пожалуйста, укажите)
8. Какие системы цифрового проектирования и моделирования используются в вашей организации в большей степени?
- Зарубежные (по подписке)
 - Зарубежные (выкуплены / установлены пакеты с безлимитной лицензией)
 - Отечественные, разработанные сторонними организациями
 - Отечественные, собственные
 - Затрудняюсь ответить
9. Какие системы цифрового проектирования и моделирования используются в вашей организации? Пожалуйста, перечислите через запятую.
10. Какие системы цифрового проектирования и моделирования используются в вашей организации? Пожалуйста, перечислите через запятую.
11. Для решения каких задач передовые средства цифрового проектирования и моделирования используются или могут использоваться в вашей организации?
- Активно используются
 - Используются
 - Практически не используются
 - Не используются, но рассматривается возможность использования

- Не используются, отсутствует необходимость
- Затрудняюсь ответить

для каждой из перечисленных ниже задач:

- Повышение точности проектирования
 - Выход на новый уровень сложности продукта / изделия
 - Оптимизация использования рабочего времени инженеров
 - Сокращение общих затрат на разработку
 - Снижение количества натурных испытаний
12. Если передовые средства цифрового проектирования и моделирования используются / могут использоваться в вашей организации для решения других задач, пожалуйста, укажите, для каких именно задач.
13. Пришлось ли вам переходить с зарубежных систем цифрового проектирования и моделирования на отечественные в связи с санкциями?
- Да
 - Нет, всегда пользовались отечественными
 - Нет, продолжаем использовать зарубежные
 - Затрудняюсь ответить
14. Если вам пришлось переходить с зарубежных систем на отечественные, то какие возникли сложности?
- Серьёзных сложностей не возникло
 - Недостаточность функционала отечественных программных продуктов
 - Трудности интеграции с другим используемым ПО
 - Необходимость переобучения персонала
 - Затрудняюсь ответить
 - Другое (пожалуйста, укажите)
15. Если вы пользуетесь отечественными (в т.ч. собственными) средствами цифрового проектирования и моделирования, в какой степени их функционал закрывает ваши потребности?
- Полностью закрывает
 - В основном закрывает
 - Закрывает частично
 - Полностью не закрывает
 - Не используем отечественные решения
 - Затрудняюсь ответить
16. Обращаетесь ли вы к сторонним поставщикам услуг цифрового проектирования и моделирования?
- Да
 - Нет
 - Затрудняюсь ответить

17. Если вы обращаетесь к сторонним поставщикам услуг цифрового проектирования и моделирования, то каковы основные причины?
- Привлечение внешних специалистов на регулярной основе оказывается более экономически эффективным
 - Решение эпизодических задач, под которые нет смысла держать постоянный штат
 - Необходимость срочно решить сложные узкоспециализированные задачи
 - Дефицит кадров и иные барьеры, препятствующие приобретению недостающих компетенций
 - Затрудняюсь ответить
 - Другое (пожалуйста, укажите)
18. Как вы можете оценить уровень квалификации специалистов вашей организации в части владения инструментами цифрового проектирования и моделирования?
- Очень высокий – достаточен для решения текущих задач, а также внедрения новых перспективных цифровых инструментов
 - Высокий – достаточен для решения текущих задач
 - Средний – по большей части позволяет решать текущие задачи
 - Низкий – практически не позволяет решать текущие задачи
 - Очень низкий – не позволяет решать текущие задачи
 - Затрудняюсь ответить
19. Оказывают ли влияние на деятельность вашей организации в сфере цифрового проектирования и моделирования государственные программы или проекты?
- Да, оказывают существенное влияние
 - Да, по большей части оказывают
 - Практически не оказывают
 - Не оказывают
 - Затрудняюсь ответить
20. Какие программы / проекты оказывают на деятельность вашей организации наибольшее влияние? Пожалуйста, укажите через запятую, если такие имеются.

Приложение 2. Перечень стандартов в области искусственного интеллекта и расширенной реальности, разработанных ИСО и МЭК

Приложение подготовлено ИЦ «Технет» СПбПУ

Среди ключевых стандартов объединенного комитета по искусственному интеллекту ISO / IEC JTC 1 / SC 42 можно привести следующие:

- ISO / IEC TR 24028:2020 «Информационная технология – Искусственный интеллект – Доверенность в искусственном интеллекте. Общие положения» («Information technology – Artificial intelligence – Overview of trustworthiness in artificial intelligence») [438];
- ISO / IEC TR 24027:2021 «Информационная технология – Искусственный интеллект – Предвзятость в системах искусственного интеллекта и системах поддержки принятия решений с использованием искусственного интеллекта» («Information technology – Artificial intelligence (AI) – Bias in AI systems and AI aided decision making») [439];
- ISO / IEC TR 24372:2021 «Информационная технология. Искусственный интеллект (AI). Обзор вычислительных методов для систем искусственного интеллекта» («Information technology – Artificial intelligence (AI) – Overview of computational approaches for AI systems») [440; 441];
- ISO / IEC TR 24030:2021 «Информационная технология. Искусственный интеллект (AI). Варианты использования» («Information technology – Artificial intelligence (AI) – Use cases») [442; 443];
- ISO / IEC TR 24029-1:2021 «Информационная технология – Искусственный интеллект – Оценка устойчивости нейронных сетей – Часть 1: Общие положения» («Artificial intelligence – Assessment of the robustness of neural networks – Part 1: Overview») [135; 444];
- ISO / IEC TS 4213:2022 «Информационная технология. Искусственный интеллект. Оценка эффективности классификации машинного обучения» («Information technology – Artificial intelligence – Assessment of machine learning classification performance») [445–447];
- ISO / IEC 22989:2022 «Информационная технология – Искусственный интеллект – Концепции и терминология искусственного интеллекта» («Information technology – Artificial intelligence – Artificial intelligence concepts and terminology») [448];
- ISO / IEC TR 24368:2022 «Информационная технология. Искусственный интеллект. Обзор этических и социальных проблем» («Information technology – Artificial intelligence – Overview of ethical and societal concerns») [449; 450];
- ISO / IEC 23053:2022 «Структура систем искусственного интеллекта, использующих машинное обучение» («Framework for Artificial Intelligence (AI) Systems Using Machine Learning (ML)») [451; 452];
- ISO / IEC 24668:2022 «Информационная технология. Искусственный интеллект. Структура управления процессами аналитики больших данных» («Information technology. Artificial intelligence. Process management framework for big data analytics»)

[453; 454];

- ISO / IEC 23894:2023 «Информационная технология. Искусственный интеллект. Руководство по менеджменту риска» («Information technology – Artificial intelligence – Guidance on risk management») [455].

Среди ключевых стандартов в области расширенной реальности, разработанных объединенным комитетом ISO / IEC JTC 1 / SC 24 по компьютерной графике, обработке изображений и представлению данных об окружающей среде, можно привести следующие:

- ISO / IEC 18039:2019 «Информационная технология. Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде. Эталонная модель смешанной и дополненной реальности (MAR)» («Information technology – Computer graphics, image processing and environmental data representation – Mixed and augmented reality (MAR) reference model») [456–458];
- ISO / IEC 18040:2019 «Информационная технология. Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде. Представление реальных субъектов и объектов в смешанной и дополненной реальности (MAR)» («Information technology – Computer graphics, image processing and environmental data representation – Live actor and entity representation in mixed and augmented reality (MAR)») [459; 460];
- ISO / IEC 18038:2020 «Информационные технологии. Компьютерная графика обработка изображений и представление данных об окружающей среде. Представление сенсоров в смешанной и дополненной реальности» («Information technology – Computer graphics, image processing and environmental representation – Sensor representation in mixed and augmented reality») [461; 462];
- ISO / IEC TS 23884:2021 «Информационная технология. Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде. Представление свойств материала и параметров для тактильного моделирования объектов на основе моделей в виртуальной, смешанной и дополненной реальности (VR/MAR)» («Information technology – Computer graphics, image processing and environmental data representation – Material property and parameter representation for model-based haptic simulation of objects in virtual, mixed and augmented reality (VR/MAR)») [463; 464];
- ISO / IEC 23488:2022 «Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде. Представление объектов / окружающей среды для рендеринга на основе изображений в виртуальной / смешанной и дополненной реальности (VR/MAR)» («Information technology – Computer graphics, image processing and environment data representation – Object/environmental representation for image-based rendering in virtual/mixed and augmented reality (VR/MAR)») [465; 466];
- ISO / IEC 23000-13:2017 «Информационная технология. Формат мультимедиа-приложений (MPEG-A). Часть 13. Формат приложений расширенной реальности» («Information technology – Multimedia application format (MPEG-A) – Part 13: Augmented reality application format») [467; 468];
- ISO / IEC 14772-2:2004 «Информационные технологии. Компьютерная графика и

обработка изображений. Язык моделирования виртуальной реальности (VRML). Часть 2. Авторский интерфейс внешнего устройства (EAI)» («Information technology – Computer graphics and image processing – The Virtual Reality Modeling Language (VRML) — Part 2: External authoring interface (EAI)») [469; 470].

Приложение 3. Подходы к стандартизации технологий искусственного интеллекта и расширенной реальности международными организациями по стандартизации ITU-T, CEN и CENELEC, ETSI, SAE, BIS, SABS

Приложение подготовлено ИЦ «Технет» СПбПУ

ITU-T (Швейцария)

Международный союз электросвязи (ITU) и отдел стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи (ITU-T) ведут регуляторную деятельность в области цифровой трансформации разных отраслей промышленности, в частности, в 2020 году был опубликован технический отчет, раскрывающий основные движущие (передовые) технологии цифровой трансформации, среди которых искусственный интеллект, интернет вещей, цифровые двойники и расширенная реальность [471–474]. В 2021 году были опубликованы технические отчеты, содержащие рекомендации по формированию требований к энергоэффективности и применению искусственного интеллекта и больших данных в процессе эксплуатации городских электросетей и электротехнического оборудования [475; 476]. В 2022 году были опубликованы технические отчеты, в которых рассмотрены основные риски, возникающие при применении искусственного интеллекта, а также предложены рекомендации по улучшению защиты и обеспечению безопасности при использовании технологий искусственного интеллекта и больших данных для машинного обучения [477–482].

CEN и CENELEC (Бельгия)

В дорожной карте развития искусственного интеллекта, совместно подготовленной группой экспертов Европейского комитета по стандартизации (CEN) и Европейского комитета электротехнической стандартизации (CENELEC) в 2020 году, было отмечено 7 направлений стандартизации в области технологий искусственного интеллекта, среди которых ответственность, качество, данные для искусственного интеллекта, безопасность и конфиденциальность, этические аспекты, разработка систем искусственного интеллекта, безопасность систем искусственного интеллекта [483]. В отчете был рассмотрен опыт международных технических комитетов, регулирующих направление искусственного интеллекта, проведен анализ применимости рассмотренных подходов по стандартизации искусственного интеллекта к условиям европейского нормативно-технического регулирования, по результатам которого было принято решение создание европейского технического комитета по искусственному интеллекту – CEN / CLC / JTC 21 (CEN-CENELEC / JTC 21), который должен выступать единым контактным центром для организаций нормативно-технического регулирования в области искусственного интеллекта на территории Европейского союза [484; 485].

Так, в 2021 году официально был создан международный технический комитет по искусственному интеллекту CEN / CLC / JTC 21, деятельность которого является продолжением работы Европейского союза по стандартизации в области цифровых технологий, в частности, искусственного интеллекта, и включает работу по адаптации разработанных международных стандартов по искусственному интеллекту к особенностям нормативно-технической деятельности Европейского союза [486–489]. В техническом комитете функционируют четыре рабочие группы [490]:

- CEN / CLC / JTC 21 / WG 1 Стратегическая консультационная группа (Strategic Advisory Group, SAG);
- CEN / CLC / JTC 21 / WG 2 Функциональные аспекты (Operational aspects);
- CEN / CLC / JTC 21 / WG 3 Инженерные аспекты (Engineering aspects);
- CEN / CLC / JTC 21 / WG 4 Фундаментальные и социальные аспекты (Foundational and societal aspects).

Технический комитет в рабочей программе на период 2022–2024 годы отмечает 14 стандартов, имеющих статус предварительных или находящихся в разработке [491].

ETSI (Франция)

Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций (ETSI) в 2019 году создал группу по разработке промышленных технических регламентов (Industry specification group, ISG) в целях обеспечения безопасности использования технологий искусственного интеллекта (Securing artificial intelligence, SAI), которая фокусируется на трех основных направлениях: применение искусственного интеллекта и повышение безопасности, защита от атак с использованием искусственного интеллекта и защита искусственного интеллекта от атак [492–496]. Вышеперечисленные направления должны рассматривать как концептуальные, так и технические аспекты, связанные с обеспечением безопасности использования искусственного интеллекта в промышленности, в частности, роль аппаратного обеспечения [497–500]. Помимо этого, ETSI отмечают, что функционирует 13 групп, регулирующих отношения в области применения искусственного интеллекта, например, по интеграции искусственного интеллекта в сетевую архитектуру, оценке рисков кибербезопасности и др. [501] В 2021 году ETSI выделил искусственный интеллект как одну из ключевых технологических тенденций в области информационных технологий [502].

ETSI также сформировала группу по разработке промышленных технических регламентов в области основ дополненной реальности (Augmented reality framework, ARF), основной задачей которой выступает формирование единой модульной архитектуры для взаимодействия компонентов, систем и сервисов дополненной реальности [503; 504]. Рабочая группа проводит также мероприятия по популяризации технологии и обеспечению взаимодействия между промышленными компаниями, в частности, с AREA, Khronos Group и OARC (Open AR Cloud Association) [505; 506].

SAE (США)

Общество автомобильных инженеров (SAE) сформировал технический комитет в области искусственного интеллекта наземных транспортных средств (Ground Vehicle Artificial Intelligence, GVAI), который регулирует терминологию, внедрение, валидацию, развертывание и управление технологий искусственного интеллекта для безопасной и эффективной эксплуатации наземных транспортных средств и транспортной инфраструктуры [507]. Отдельно функционирует технический комитет G-34, регулирующий применение искусственного интеллекта в авиации (Artificial Intelligence in Aviation) [508], в частности, аспекты внедрения и сертификации технологий искусственного интеллекта для безопасной эксплуатации аэрокосмических систем и аэрокосмических транспортных средств, например, технический документ по обзору программного обеспечения, аппаратных средств и стандартов разработки систем, используемых в процессе сертификации и утверждения критически важных для безопасности воздушных и наземных систем, а также оценке совместимости

стандартов по безопасности транспортных систем с подходом к разработке искусственного интеллекта и машинного обучения [509].

BIS (Индия)

Бюро индийских стандартов (BIS) опубликовало первую версию Национальной дорожной карты по стандартизации (Standards National Action Plan, SNAP) на период 2022–2027 гг., где приведена оценка уровня приоритетности каждого направления стандартизации (низкий уровень – low, средний уровень – medium, высокий уровень – high) [510]. В дорожной карте приведено упоминание искусственного интеллекта как одного из направлений, в рамках которого необходимо проводить нормативно-техническое регулирование, однако отмечается средний уровень приоритетности данного направления. В то же время отмечается высокий уровень приоритетности по развитию технологий искусственного интеллекта, интернета вещей и блокчейна для применения в сельском хозяйстве, в частности, для сельскохозяйственного оборудования и техники.

BIS также принимает участие в международном нормативно-техническом регулировании технологий цифровой трансформации и отмечает принятие участия в разработке стандартов объединенного технического комитета ISO / IEC JTC 1, таких как IS / ISO / IEC / TR 24028:2020, IS / ISO / IEC / TR 24029-1:2021, IS / ISO / IEC / TR 24030:2021, IS / ISO / IEC / TR 24372:2021, IS / ISO / IEC 24668:2022.

SABS (ЮАР)

Деятельность SABS в области технологий цифровой трансформации проводится преимущественно совместно с объединенным техническим комитетом ISO / IEC JTC 1. При этом SABS отмечает наличие двух технических комитетов, направленных на регулирование отношений в области искусственного интеллекта – технический комитет SABS / TC 0001 / SC 07/WG 01 «Искусственный интеллект» («Artificial Intelligence») и технический комитет SABS / TC 0204 «Интеллектуальные транспортные системы» («Intelligent transport systems») [511]. Однако на начало 2023 года SABS не приводит ни одного стандарта в области искусственного интеллекта, разработанного вышеуказанными техническими комитетами.

Приложение 4. Перечень национальных стандартов РФ в области искусственного интеллекта

Приложение подготовлено ИЦ «Технет» СПбПУ

Перечень национальных стандартов и предварительных национальных стандартов в области искусственного интеллекта для применения в промышленности, утвержденных по состоянию на март 2023 года:

- ГОСТ Р 58776-2019 Средства мониторинга поведения и прогнозирования намерений людей. Термины и определения;
- ГОСТ Р 59237-2020 Платформа «Автодата». Термины и определения;
- ГОСТ Р 59276-2020 Системы искусственного интеллекта. Способы обеспечения доверия. Общие положения;
- ГОСТ Р 59277-2020 Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта;
- ГОСТ Р 59278-2020 Информационная поддержка жизненного цикла изделий. Интерактивные электронные технические руководства с применением технологий искусственного интеллекта и дополненной реальности. Общие требования;
- ГОСТ Р 59385-2021 Информационные технологии. Искусственный интеллект. Ситуационная видеоаналитика. Термины и определения;
- ГОСТ Р 59391-2021 Средства мониторинга поведения и прогнозирования намерений людей. Аппаратно-программные средства с применением технологий искусственного интеллекта для колесных транспортных средств. Классификация, назначение, состав и характеристики средств фото- и видеофиксации;
- ГОСТ Р 59879-2021 Эргономика. Проектирование и применение испытаний речевых технологий. Методика определения показателей качества распознавания голосовых команд управления;
- ГОСТ Р 59880-2021 Эргономика. Проектирование и применение испытаний речевых технологий. Методика определения показателей качества синтеза речи по тексту;
- ГОСТ Р 59898-2021 Оценка качества систем искусственного интеллекта. Общие положения;
- ГОСТ Р 59920-2021 Системы искусственного интеллекта. Системы искусственного интеллекта в сельском хозяйстве. Требования к обеспечению характеристик эксплуатационной безопасности систем автоматизированного управления движением сельскохозяйственной техники;
- ГОСТ Р 70246-2022 Алгоритмы искусственного интеллекта в светолучевых установках с естественными и искусственными источниками излучения. Общие требования. Часть 1. Световое излучение;
- ГОСТ Р 70247-2022 Алгоритмы искусственного интеллекта в светолучевых установках с естественными и искусственными источниками излучения. Общие требования. Часть 2. Лазерное излучение;
- ГОСТ Р 70249-2022 Системы искусственного интеллекта на автомобильном

транспорте. Высокоавтоматизированные транспортные средства. Термины и определения;

- ГОСТ Р 70250-2022 Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Варианты использования и состав функциональных подсистем искусственного интеллекта;
- ГОСТ Р 70251-2022 Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов обнаружения и распознавания препятствий;
- ГОСТ Р 70252-2022 Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов низкоуровневого слияния данных;
- ГОСТ Р 70253-2022 Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов обнаружения и реконструкции структуры перекрестков;
- ГОСТ Р 70254-2022 Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов прогнозирования поведения участников дорожного движения;
- ГОСТ Р 70255-2022 Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов обнаружения и распознавания дорожных знаков;
- ГОСТ Р 70256-2022 Системы искусственного интеллекта на автомобильном транспорте. Системы управления движением транспортным средством. Требования к испытанию алгоритмов контроля обочины и полосы движения;
- ГОСТ Р 70321.1-2022 Технологии искусственного интеллекта для обработки данных дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы искусственного интеллекта для распознавания зданий на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний;
- ГОСТ Р 70321.2-2022 Технологии искусственного интеллекта для обработки данных дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы искусственного интеллекта для определения типов жилых зданий на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний;
- ГОСТ Р 70321.3-2022 Технологии искусственного интеллекта для обработки данных дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы искусственного интеллекта для оценки площади жилых зданий на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний;
- ГОСТ Р 70321.4-2022 Технологии искусственного интеллекта для обработки данных дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы искусственного интеллекта для распознавания строящихся зданий на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний;
- ГОСТ Р 70321.5-2022 Технологии искусственного интеллекта для обработки

данных дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы искусственного интеллекта для определения характеристик древесно-кустарниковой растительности на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний;

- ГОСТ Р 70321.6-2022 Технологии искусственного интеллекта для обработки данных дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы искусственного интеллекта для распознавания объектов дорожно-транспортной сети на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний;
- ГОСТ Р 70321.7-2022 Технологии искусственного интеллекта для обработки данных дистанционного зондирования Земли. Алгоритмы искусственного интеллекта для определения типов объектов дорожно-транспортной сети на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний;
- ГОСТ Р 70462.1-2022 Информационные технологии. Интеллект искусственный. Оценка робастности нейронных сетей. Часть 1. Обзор;
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 24668-2022 Информационные технологии. Искусственный интеллект. Структура управления процессами аналитики больших данных;
- ПНСТ 553-2021 Информационные технологии. Искусственный интеллект. Термины и определения;
- ПНСТ 554-2021 Интеллектуальные транспортные системы. Системы искусственного интеллекта для автоматизации управления автомобильными транспортными средствами. Методы испытаний. Общие положения;
- ПНСТ 555-2021 Интеллектуальные транспортные системы. Системы искусственного интеллекта для автоматизации управления автомобильными транспортными средствами. Классификация и общие технические требования;
- ПНСТ 776-2022 Информационные технологии. Интеллект искусственный. Управление рисками;
- ПНСТ 778-2022 Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм оценки состояния бедствия воздушных судов. Термины и определения;
- ПНСТ 779-2022 Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы. Термины и определения;
- ПНСТ 780-2022 Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм контроля целостности для приемников спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS. Термины и определения;
- ПНСТ 783-2022 Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Общие требования;
- ПНСТ 784-2022 Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм контроля целостности для приемников спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS. Методы испытаний;
- ПНСТ 785-2022 Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм обработки информации для средств

- мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы. Общие требования; ПНСТ 786-2022 Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм обработки информации для средств мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы. Методы испытаний;
- ПНСТ 787-2022 Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм оценки состояния бедствия воздушного судна. Методы испытаний;
- ПНСТ 788-2022 Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм контроля целостности для приемников спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS. Общие требования;
- ПНСТ 789-2022 Искусственный интеллект для навигационных систем воздушных судов гражданской авиации. Алгоритм оценки состояния бедствия воздушного судна. Общие требования.

Приложение 5. Перечень национальных стандартов в области расширенной реальности

Приложение подготовлено ИЦ «Технет» СПбПУ

Таблица 17. Перспективный план стандартизации в области передовых производственных технологий на 2018–2025 годы (с изменениями №1, №2)
в области виртуальной и дополненной реальности

№	Наименование, вид, категория раз- рабатываемого / пересматриваемого нормативного документа	Вид работы	Сроки выполнения		Вид стан- дарта
			начало	окончание	
1	Информационные технологии. Медиа- контекст и управление им. Часть 1. Архитектура	Разработка ПНСТ, Модификация MC ISO / IEC FDIS 23005–1 MOD	2020	2021	Общете- хнический стандарт
2	Информационные технологии. Формат приложений дополненной реальности. Часть 1. Термины и определения	Разработка ПНСТ	2020	2021	Стандарт на термины и определе- ния
3	Информационные технологии. Формат приложений дополненной реальности. Часть 2. Описание элементов	Разработка ПНСТ	2020	2021	Общете- хнический стандарт
4	Информационные технологии. Формат приложений дополненной реальности. Часть 3. Механизмы для подключения локальных и удаленных датчиков и исполнительных устройств	Разработка ПНСТ	2020	2021	Общете- хнический стандарт
5	Информационные технологии. Формат приложений дополненной реальности. Часть 4. Механизмы для интегрирова- ния сжатой медиа информации (изоб- ражение, аудио, видео, графика)	Разработка ПНСТ	2020	2021	Общете- хнический стандарт
6	Информационные технологии. Формат приложений дополненной реальности. Часть 5. Механизмы для подключения удаленных источников (карты и сжа- тая медиа информация)	Разработка ПНСТ	2020	2021	Общете- хнический стандарт
7	Безопасность AR/VR. Руководство по безопасному погружению, настройке и использованию	Разработка ГОСТ Р, Модификация ISO / IEC AWI 5927 – MOD	2023	2024	–
8	Использование дополненной и вирту- альной реальности со средствами ин- дивидуальной защиты (СИЗ) и соблю- дением чистоты. Руководство по обеспечению улучшения использова- ния существующих средств	Разработка ГОСТ Р, Модификация ISO / IEC AWI 5236 – MOD	2023	2024	–

№	Наименование, вид, категория раз- рабатываемого / пересматриваемого нормативного документа	Вид работы	Сроки выполнения		Вид стан- дарта
			начало	окончание	
	индивидуальной защиты и требова- ний к чистоте				
9	Информационные технологии. Инфор- мационное моделирование для систем образования и обучения на основе VR/AR/MR	Разработка ГОСТ Р, Модификация ISO / IEC AWI 9234 – MOD	2023	2024	–
10	Информационные технологии для обучения, образования и обучения. Модель каталога контента виртуаль- ной, дополненной и смешанной ре- альности	Разработка ГОСТ Р, Модификация ISO / IEC TR 23843:2020 – MOD	2022	2023	–

Источник: Министерство промышленности и торговли РФ, Росстандарт, 2022 [314–316]

Приложение 6. Стартапы в области цифровой трансформации

Приложение подготовлено ИЦ «Технет» СПбПУ

Таблица 18. Успешные стартапы в области цифровой трансформации в 2022 году

№	Компания	Страна	Сфера деятельности	Технология	Продукт / решение	Размер привлеченных инвестиций (млн долл.)	Последний раунд инвестиций
1	Adept AI	США	Разработка ПО, машинное обучение	AI	Создание лаборатории исследований и продуктов машинного обучения, разрабатывающей искусственный интеллект общего назначения.	415	Раунд В
2	CoreWeave	США	Облачные вычисления, машинное обучение	AI	Создание облачного провайдера, обеспечивающего масштабные рабочие нагрузки с GPU-ускорением (AI, VFX и HPC)	576,5	Раунд В
3	Lightmatter	США	Разработка аппаратного обеспечения, машинное обучение	AI	Изменение архитектуры чипов, обеспечивая более быстрые и энергоэффективные вычисления с помощью фотонных процессоров для устойчивого развития ИИ	267	Раунд С
4	MatrixSpace	США	Разработка аппаратного обеспечения, машинное обучение	AI	Разработка сенсорных решений с поддержкой ИИ, которые соединяют людей и интеллектуальные машины.	20,1	Раунд А
5	Stability AI	Великобритания	Распознавание изображений	AI	Внедрение и разработка открытых инструментов ИИ в области визуального искусства, управляемого ИИ	89	Посевной раунд

№	Компания	Страна	Сфера деятельности	Технология	Продукт / решение	Размер привлеченных инвестиций (млн долл.)	Последний раунд инвестиций
6	ARuVR	Великобритания	Разработка ПО, разработка платформы	XR	Разработка XR-платформы для корпоративных нужд	4,1	Раунд А
7	Holoride	Германия	Автомобильная промышленность, цифровое развлечение	XR	Превращение автомобилей в движущиеся парки развлечений путем синхронизации XR с данными о движении и навигации автомобиля	10	Посевной раунд
8	Mediview XR	США	Здравоохранение	XR	Разработка рентгеновского зрения с дополненной реальностью для хирургии, удаленного сотрудничества и понимания на основе данных	29,4	Посевной раунд
9	Neo Auvra	Турция	Здравоохранение	XR	Разработка передовой платформы VR, AR, XR и биометрии, обеспечивающей точное руководство к действию для оптимизации работы мозга и общего здоровья	5,1	Посевной раунд
10	VITURE	США	Электронная промышленность	XR	Разработка передовых XR-очков	4,4	Раунд А

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Crunchbase, 2023 [364]

Приложение 7. Географический анализ компаний НТИ, специализирующихся на разработке решений в области цифровой трансформации промышленных компаний

Приложение подготовлено МГУ имени М.В.Ломоносова, ИЦ «Технет» СПбПУ

Географическая принадлежность компании определялась по фактическому расположению головного офиса организации. Компании, занимающиеся разработкой технологий для цифровой трансформации промышленных компаний, представлены в 20 субъектах Российской Федерации. При этом в 14 субъектах зарегистрировано по одной компании. Лидерами рейтинга являются города федерального значения Москва (11 компаний) и Санкт-Петербург (3 компании), что обосновывается научной, инфраструктурной и экономической развитостью данных субъектов [512; 513]. Наибольшая плотность компаний наблюдается в Сибирском (6 субъектов) и Центральном (5 субъектов) федеральных округах.

Таблица 19. Распределение компаний по регионам (единицы)

№	Субъект	Количество компаний	№	Субъект	Количество компаний
1	Москва	11	11	Кемеровская область – Кузбасс	1
2	Санкт-Петербург	3	12	Красноярский край	1
3	Новосибирская область	2	13	Московская область	1
4	Пермский край	2	14	Омская область	1
5	Томская область	2	15	Республика Татарстан	1
6	Ярославская область	2	16	Самарская область	1
7	Тюменская область	1	17	Свердловская область	1
8	Алтайский край	1	18	Смоленская область	1
9	Астраханская область	1	19	Тверская область	1
10	Республика Башкортостан	1	20	Ханты-Мансийский Автономный Округ – Югра	1

Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2023 год

Далее представлен анализ величины суммарной выручки компаний НТИ по субъектам Российской Федерации. Лидерами рейтинга по выручке за 2021 год среди субъектов Российской Федерации являются Ярославская область и Москва. Высокая позиция Ярославской области в рейтинге связана с наличием в ней компаний, масштабы деятельности которых кратно превышают показатели

других компаний. Согласно открытым базам данных, общая выручка ПАО «ОДК-САТУРН» (входит в состав АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» Госкорпорации «Ростех», располагается в Ярославской области, компания разрабатывает решение (проект) под названием «Умная фабрика» в сегменте анализа больших данных) в 2021 году превышала 52 млрд руб. Эта компания находится на 1 месте в рейтинге организаций с наибольшим объемом общей выручки за 2021 год. Высокое значение суммарной выручки в Москве связано как с наибольшим количеством компаний среди рассматриваемых регионов (11), так и с величиной выручки данных компаний.

Таблица 20. Суммарная выручка компаний по субъекту Российской Федерации (млн руб., 2021 год)

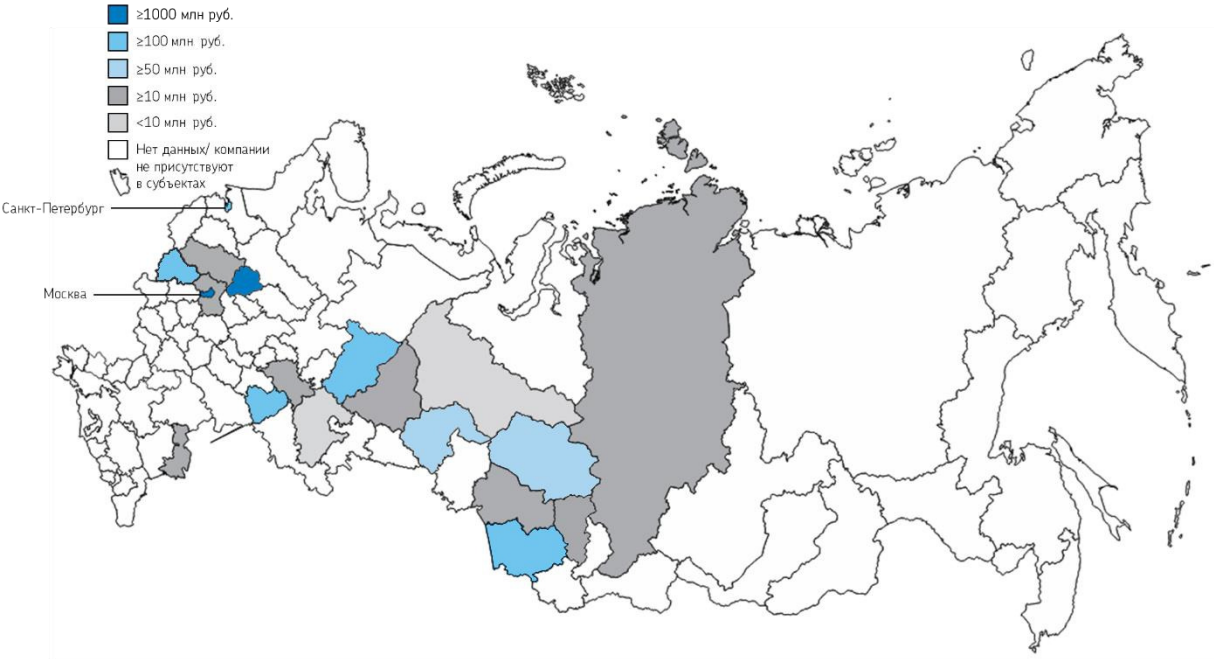
№	Субъект	Выручка (млн руб.)	№	Субъект	Выручка (млн руб.)
1	Ярославская область	52 275,12 ⁴¹	11	Астраханская область	42,88
2	Москва	2 506,7	12	Московская область	36,5
3	Алтайский край	488,47	13	Тверская область	33,74
4	Санкт-Петербург	331,61	14	Красноярский край	30,85
5	Смоленская область	176,46	15	Новосибирская область	29,09
6	Пермский край	138,47	16	Республика Татарстан	18,35
7	Самарская область	127,06	17	Свердловская область	12,57
8	Тюменская область	86,61	18	Ханты-Мансийский Автономный Округ – Югра	3,55
9	Томская область	54,04	19	Республика Башкортостан	0,2
10	Кемеровская область – Кузбасс	49,54	20	Омская область	Нет данных

Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова по материалам системы СПАРК-Интерфакс, 2023 год

Можно отметить наличие соответствия между предметными областями «Киберфизические системы» [514] и «Цифровая трансформация промышленных компаний» по географической распространенности компаний НТИ по объему выручки. Данный факт подтверждает наличие в ряде регионов научного, экономического и инфраструктурного потенциала развития цифровых технологий.

⁴¹ Включая ПАО «ОДК-САТУРН» с выручкой в 52 млрд руб.

Рисунок 77. Суммарная выручка компаний НТИ по субъекту Российской Федерации (млн руб., 2021 год)



Источник: МГУ имени М.В. Ломоносова по материалам системы СПАРК-Интерфакс, 2023 год

Приложение 8. Дайджест ключевых событий по тематике решений в области цифровой трансформации промышленных компаний в рамках направления «Технет» НТИ в мире и в России. Январь–Июнь 2023 года

Приложение подготовлено ИАФЦ СПбПУ



ПРАВИТЕЛЬСТВО
РОССИИ

Январь 2023: Расширена и продлена программа льготного кредитования производителей электроники

Одним из значимых условий для обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации и цифровой трансформации отечественных промышленных предприятий является наличие доступного оборудования. На решение данной задачи, в частности, направлены государственные программы по предоставлению, льгот, субсидий, грантовой поддержки и т. д., в том числе – в рамках «Правил предоставления субсидий на возмещение недополученных доходов по кредитам на приобретение электронной компонентной базы, иных комплектующих изделий, материалов, необходимых для производства вычислительной техники».

С января 2023 года действие данной программы было продлено, а перечень получателей льготных кредитов – расширен. Кроме производителей вычислительной техники, теперь в ней могут принять участие и организации, выпускающие офисное и телеком-оборудование.

В 2023 году компании смогут получить в банках льготные кредиты на общую сумму до 140 млрд рублей и направить их на закупку или производство необходимой компонентной базы.

Условия:

- Минимальный размер кредита – 3 млрд рублей;
- Ставка – не более 5% годовых.

Основное требование к заемщику – оборудование компании должно числиться в едином реестре российского радиоэлектронного оборудования.

Кредиты можно взять в Сбербанке, ВТБ, Газпромбанке, Промсвязьбанке и др. Минцифры компенсирует банкам льготную ставку. На эти цели в 2023 году предусмотрено 7,5 млрд рублей.

Источник:

- <https://digital.gov.ru/ru/events/42500/>



Январь 2023: Американский стартап, специализирующийся в области решений для интернета вещей, Blues Wireless привлек 32 млн долл. на этапе выхода на рынок

Источник:

- <https://www.prnewswire.com/news-releases/blues-wireless-raises-32m-to-accelerate-enterprise-adoption-of-cellular-iot-301714865.html>

Blues Wireless – поставщик гипермасштабируемых готовых IoT-решений, флагманские продукты которого – Notecard и Notehub – обеспечивают полномасштабную перекачку данных с устройства в облако. Стартап снижает стоимость и сложность создания «подключенных» продуктов за счет предоставления ресурсов, безопасности и управления облачными устройствами в качестве стандартных функций, а простота и гибкость позволяют включать их как в новые, так и в существующие проекты.

Раунд финансирования серии A1 на сумму 32 млн долл. возглавила Positive Sum с участием новых инвесторов (Four Rivers, Northgate и Qualcomm) и прежних инвесторов (Sequoia, Cascade, Lachy Groom и XYZ).



Январь 2023: Использование машинного обучения для выявления дефектов аддитивного производства в режиме реального времени

Источники:

- <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/01/230106144508.htm>
- <https://www.science.org/doi/10.1126/science.ad4667>

Команда исследователей под руководством Тао Суна, доцента кафедры материаловедения и инженерии в Университете Вирджинии (США) разработала подход, позволяющий определить точный момент образования пор в виде «замочной скважины» – одного из наиболее распространенных дефектов при лазерном спекании порошкового слоя (Laser powder bed fusion, LPBF) – в процессе 3D-печати. Данный подход, основанный на базе синхротронной рентгеновской визуализации операнд и машинного обучения, позволяет уловить уникальную тепловую сигнатуру, связанную с образованием «замочной скважины», с субмиллисекундным временным разрешением и 100% вероятностью.

Пористость изделий, получаемых при лазерной плавке в порошковом слое, остается основным препятствием для внедрения LPBF в ряде отраслей промышленности, таких как аэрокосмическая отрасль, выдвигающих повышенные требования к прочности металлических деталей. Работа Тао Суна и его коллег предлагает эффективное решение проблемы раннего обнаружения дефектов 3D-печати, что может способствовать расширению областей ее применения.

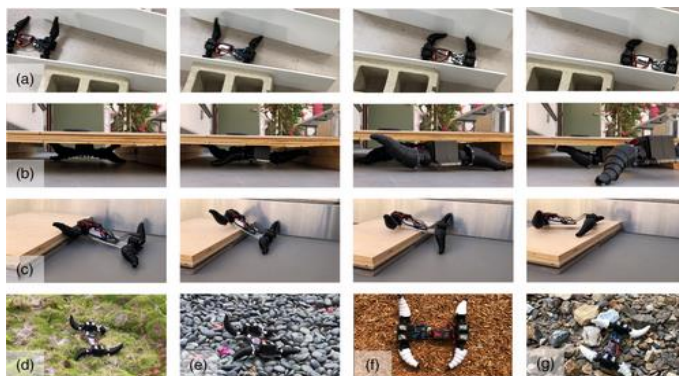
Результаты исследования опубликованы в журнале «Science».

Вдохновившись тем, как муравьи передвигаются по узким местам, укорачивая ноги, исследователи из Калифорнийского университета в Сан-Диего (США) построили робота, который подтягивает конечности, чтобы перемещаться по узким проходам.

Робот, разработанный специалистами, смог согнуться и быстро пройти через проходы, которые были уже и короче, чем он сам. Он также мог перелезть через ступеньки и передвигаться по траве, камням, мульче и гранитному щебню.

На иллюстрации ниже представлены:

- (a) демонстрация передвижения робота между сужающимися стенами, минимальная ширина которых составляет 72% ширины свободно стоящего тела;
- (b) демонстрация передвижения робота под низким потолком высотой 68% от высоты самого робота в свободном положении;
- (c) демонстрация передвижения робота при преодолении ступеней ($1,6 \times$ высота бедра)
- (d)–(g) демонстрация передвижения робота по пересеченной местности: пучковая трава, речной камень, мульча, гранитный щебень разного размера.



Источники:

- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/aisy.202200258>
- <https://www.sciencenews.org/article/robot-limbs-ants-locomotion>

Результаты исследования опубликованы в журнале «Advanced Intelligent Systems».



Март 2023: Американский стартап, специализирующийся в области информационной безопасности, Aembit привлек 16,5 млн долл. на посевном раунде

Ключевыми инвесторами выступили Ballistic Ventures и Ten Eleven Ventures.

Платформа Aembit позволяет командам разработчиков, тестировщиков и специалистов в области информационной безопасности управлять взаимодействием распределенных процессов, не требуя при этом изменений в коде разработчиков. В отличие от API-шлюзов и других сервисов безопасности, Aembit сосредотачивает внимание на клиенте, который обращается к API, и гарантирует, что этот клиент авторизован для получения соответствующего доступа. Основными пользователями сервисов, предоставляемых Aembit, на данном этапе являются крупные предприятия.

В Aembit работает 11 штатных сотрудников, практически все они инженеры. За счет привлеченного финансирования компания планирует расширить маркетинговую команду и выпустить новый продукт, ориентированный на потребности малых и средних предприятий.

Источник:

- <https://techcrunch.com/2023/03/20/aembit-raises-16-6m-to-bring-identity-management-to-workloads/>



**Queensland
Government**

Апрель 2023: Администрация австралийского штата Квинсленд сформулировала ключевые ориентиры штата в области цифровой трансформации экономики

Документ «Наше процветающее цифровое будущее: стратегия цифровой экономики Квинсленда» («Our Thriving Digital Future: Queensland's Digital Economy Strategy») содержит общее видение, зоны фокусировки: цифровой покупатель, цифровой рынок, цифровое государство – и цели штата к 2032 году. Дополняющая стратегию дорожная карта («Our Thriving Digital Future: 2023–2026 Action Plan») «расширяет» приоритеты и инициативы по каждой зоне фокусировки.

В части цифровой трансформации промышленности ключевым ориентиром, заявленным в рассматриваемых документах, является формирование единой инновационной среды, включающей представителей реального сектора, науки, образования и органов власти, обеспечивающей доступность ресурсов (в том числе, кадровых), необходимых для внедрения цифровых решений.

Источники:

- <https://statements.qld.gov.au/statements/97634>
- <https://www.chde.qld.gov.au/digitaleconomy/action-plan>



Апрель 2023: Американская компания Honeycomb привлекла 50 млн долл. на стадии финансирования D

Источник:

- <https://www.honeycomb.io/blog/50-million-series-d-funding>

Honeycomb – компания-разработчик программного обеспечения, специализирующаяся на функциональном анализе, UX/UI-дизайне и ручном тестировании. Одна из ключевых разработок компании – инструмент быстрого анализа, показывающий, как пользователи работают с кодом в сложных и непредсказуемых средах. Этот инструмент используется для мониторинга и анализа функционирования распределенных систем, в частности – для своевременного выявления сбоев и неполадок.

Компания привлекла 50 млн долл. на раунде D. Раунд возглавил Headline с участием существующих инвесторов: Scale Venture Partners, Insight Partners, NextWorld Capital, Storm Ventures и Industry Ventures.



Апрель 2023: Американская компания Cybereason, специализирующаяся в области кибербезопасности, привлекла 100 млн долл.

Источник:

- <https://www.cybereason.com/press/cybereason-secures-100-million-in-funding-led-by-softbank-corp>

Компания Cybereason привлекла 100 млн долл. для поддержки глобального роста и продвижения ее инноваций в решениях, направленных на расширенное обнаружение и реагирование на сложные угрозы и целевые атаки (Extended Detection and Response, XDR), технологиях проактивного обнаружения нетиповых угроз и целевых атак на конечных точках (Endpoint Detection & Response, EDR) и решениях, предназначенных для предотвращения и блокирования известных угроз, обнаружения вредоносной активности (Endpoint Protection Platform, EPP).

Раунд возглавил SoftBank Corp.



ПРАВИТЕЛЬСТВО
РОССИИ

Май 2023: Упрощение получения льготного кредитования для реализации проектов цифровой трансформации

Программа льготного кредитования проектов цифровой трансформации на основе российских программных решений была подготовлена в рамках реализации федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика» и запущена в декабре 2019 года. Сумма кредита в рамках программы составляет от 5 млн до 10 млрд рублей. Денежные средства можно использовать на приобретение, монтаж, наладку и другие мероприятия по вводу в эксплуатацию программно-аппаратных комплексов, затраты на оплату труда и страховых платежей и ряд других целей.

С мая 2023 года на получение кредитов по специальной ставке 3% годовых смогут рассчитывать ИТ-компании, аккредитованные Минцифры России, вне зависимости от получения ими налоговых льгот и уплаты страховых взносов в пониженном размере (раньше это было обязательным условием для получения льготного кредита).

Источники:

- <https://digital.gov.ru/ru/events/44256/>
- <https://www.garant.ru/news/1624119/>

По словам Председателя Правительства РФ Михаила Мишустина, благодаря смягчению условий программы больше предприятий смогут воспользоваться поддержкой государства, а также создавать и выпускать на рынок современные и востребованные продукты.



Июнь 2023: Применение искусственного интеллекта для выявления закономерностей в поверхностных трещинах, позволяющее дать оценку степени повреждения железобетонных конструкций

В настоящее время проверка железобетонных конструкций основана на визуальном осмотре трещин, измерении их размеров и определении изменений между проверками. Этот процесс является трудоемким и субъективным, что может приводить к недооценке или упущению признаков структурного повреждения.

Команда исследователей из Дрексельского университета и Университета штата Нью-Йорк в Буффало (США) под руководством доктора философии, доцента Инженерного колледжа Дрексельского университета Арвина Эбрахимханлоу, и докторанта Педрама Базрафшана разработала метод оценки повреждений железобетонных конструкций с использованием ИИ и математического метода, основанного на теории графов. После обучения предлагаемого исследователями алгоритма с помощью набора изображений, на которых зафиксированы различные уровни повреждений, он может дать количественную оценку степени повреждения для новых образцов. При тестировании на реальных образцах стен алгоритм показал более 90% точность в определении степени повреждения.

Команда планирует продолжить работу, обучая алгоритм на более разнообразных наборах данных и автоматизируя процесс, чтобы он мог быть интегрирован в действующие системы мониторинга состояния железобетонных сооружений, а также использоваться для оценки последствий природных катастроф.

Результаты исследования опубликованы в журнале «Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering».

Источники:

- <https://www.sciencedaily.com/releases/2023/06/230601160002.htm>
- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mice.13009>



Июнь 2023: Главные направления работы для достижения цифровой независимости Российской Федерации

В рамках VIII ежегодной конференции «Цифровая индустрия промышленной России», объединяющей представителей бизнеса и власти по вопросам цифровой трансформации общества и ключевых отраслей экономики, проходившей с 31 мая по 2 июня,

Председатель Правительства Российской Федерации Михаил Мишустин дал ряд поручений, направленных на обеспечение технологического суверенитета России.

- Запустить уже в этом году вторую волну проектов разработки ИТ-решений по предложениям промышленных центров компетенций. Минфину в этих целях необходимо предусмотреть соответствующие средства.
- Организовать на базе промышленных центров компетенций работу по формированию перечней типовых решений, относящихся к критической информационной инфраструктуре, – для каждой отрасли. Также установить предельные сроки по замещению в них зарубежных продуктов отечественными решениями с учетом их готовности и зрелости.
- Упростить разработчикам доступ к контрактам государственных компаний – крупных отраслевых заказчиков. Минфин совместно с Минцифры должен подготовить законодательные изменения, которые установят статус единственного поставщика для системно значимых разработчиков и дадут право госкомпаниям заключать с ними контракты без проведения конкурсов.
- Правительство подготовит отдельный план действий по формированию отраслевых венчурных фондов и снятию барьеров для привлечения частных инвестиций, а также упрощению выхода компаний на биржу. В целях стимулирования создания бизнесом венчурных фондов возможно введение дополнительных стимулов и мер господдержки.
- Проработать вопрос расходования на поддержку разработки отечественных ИТ-решений в части платы за использование зарубежного программного обеспечения (далее – ПО), которая будет поступать на спецсчета. Плата за пользование иностранным ПО будет вноситься на спецсчета только в случае отсутствия надлежащим образом оформленных прав на его использование и только до момента миграции на российские решения.
- Создать новый центр компетенции по разработке отечественных контроллеров и датчиков для автоматизированных систем управления технологическим процессом.

Источник:

- <https://cipr.ru/news/nacipr-2023-mihail-mishustin-dal-ryad-poruchenij-dlya-dostizheniya-tehnologicheskogo-suvereniteta/>

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Digital Transformation Strategic Guide | Gartner [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/topics/digital-transformation> (дата обращения: 28.06.2023).
2. Gartner Top 10 Strategic Technology Trends 2023 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gartner.com/en/articles/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2023> (дата обращения: 28.06.2023).
3. Digital Transformation in Manufacturing [Concepts, Technologies, Trends] | SaM Solutions [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sam-solutions.com/blog/digital-transformation-in-manufacturing/> (дата обращения: 28.06.2023).
4. PricewaterhouseCoopers. Digital Factory Transformation Survey 2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pwc.de/en/strategy-organisation-processes-systems/operations/digital-factory-transformation-survey-2022.html> (дата обращения: 25.12.2022).
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 06.11.2021 г. № 3142-р. Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/docs/all/137376/> (дата обращения: 28.06.2023).
6. Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года. Правительство Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/Qw77Aau6lOSEluQqYnvR4tGMCy6rv6Qm.pdf> (дата обращения: 10.04.2023).
7. «Цифровая экономика РФ»: Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/> (дата обращения: 28.06.2023).
8. План мероприятий («дорожная карта») «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы, 2021 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nti.one/documents/docs/ДК%20Технет.pdf> (дата обращения: 28.06.2023).
9. Manufacturers herald new digital age with tech investment set to increase in 2023 - The Manufacturer [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.themanufacturer.com/articles/manufacturers-herald-new-digital-age-with-tech-investment-set-to-increase-in-2023/> (дата обращения: 30.06.2023).
10. Extended Reality Technology for GBS | Deloitte US [Электронный ресурс]. – URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/operations/articles/extended-reality-technology-global-business-services.html> (дата обращения: 30.06.2023).
11. Manufacturing industry outlook, Deloitte 2023 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/energy-resources/us-2023-outlook-manufacturing.pdf> (дата обращения: 30.06.2023).

12. Большой экономический словарь: 25000 терминов / ред. А.Н. Азрилиян. – Изд. 6-е, доп. – М: Институт новой экономики, 2004. – 1376 с.
13. Artificial Intelligence (AI) Market Size, Growth, Report [Электронный ресурс] : Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regional Outlook, and Forecast 2022 – 2030. / Precedence Research. – 2022. – URL: <https://www.precedenceresearch.com/artificial-intelligence-market> (дата обращения: 14.06.2023).
14. Artificial Intelligence Market Size & Revenue Forecast, Global Trends, Growth Opportunities [Электронный ресурс] : Global Forecast to 2027. / MarketsandMarkets. – 2022. – URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-market-74851580.html> (дата обращения: 14.06.2023).
15. Artificial Intelligence market size 2030 [Электронный ресурс] : Worldwide in 2021 with a forecast until 2030. / Statista. – 2022. – URL: <https://www.statista.com/statistics/1365145/artificial-intelligence-market-size/> (дата обращения: 14.06.2023).
16. Artificial Intelligence Market Size and Share | Analysis - 2030 [Электронный ресурс] : Global opportunity analysis. / Next Move Strategy Consulting. – 2022. – URL: <https://www.nextmsc.com/report/artificial-intelligence-market> (дата обращения: 14.06.2023).
17. Artificial Intelligence Market Size, Share & Trends Analysis Report [Электронный ресурс] : Segment Forecasts, 2023 - 2030. / Grand View Research. – 2022. – URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/artificial-intelligence-ai-market> (дата обращения: 14.06.2023).
18. Artificial Intelligence Market Size, Trends, Report [Электронный ресурс] : Opportunity and Forecast 2023-2028. / Imarc. – 2022. – URL: <https://www.imarcgroup.com/artificial-intelligence-market> (дата обращения: 14.06.2023).
19. Extended Reality (XR) Market Size, Share & Report [Электронный ресурс] : Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2023-2028. / Imarc. – 2022. – URL: <https://www.imarcgroup.com/extended-reality-market> (дата обращения: 14.06.2023).
20. Extended Reality (XR) Market Size, Share, Trend, Forecast, & Industry Analysis [Электронный ресурс] : Market Insights. / Stratview Research. – 2022. – URL: <https://www.stratviewresearch.com/2730/extended-reality-xr-market.html> (дата обращения: 14.06.2023).
21. Extended Reality Market Size, Industry Report, Growth Drivers, Trends, Opportunities [Электронный ресурс] : Global Forecast to 2028. / MarketsandMarkets. – 2022. – URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/extended-reality-market-147143592.html> (дата обращения: 14.06.2023).
22. Extended Reality Market Size, Share & Growth Analysis [Электронный ресурс] : Market Size, Forecast, and Trend Highlights Over 2023 – 2035. / Research Nester. – 2022. – URL: <https://www.researchnester.com/reports/extended-reality-market/4863> (дата обращения: 14.06.2023).

23. Extended Reality Market Size, Trends, Share, Report [Электронный ресурс] : Global Industry Analysis. / Precedence Research. – 2022. – URL: <https://www.precedenceresearch.com/extended-reality-market> (дата обращения: 14.06.2023).
24. Strategic Analysis of an Industry [Электронный ресурс] : CFA Exam Study Notes. – AnalystPrep, 2019. – URL: <https://analystprep.com/cfa-level-1-exam/equity/strategic-analysis-industry/> (дата обращения: 30.06.2023).
25. Augmented Reality Market Size, Growth, Report [Электронный ресурс] : Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regional Outlook, and Forecast 2023-2032. / Precedence Research. – 2022. – URL: <https://www.precedenceresearch.com/augmented-reality-market> (дата обращения: 16.06.2023).
26. Augmented Reality Market Size, Share & Trends Analysis Report [Электронный ресурс] : By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2023 – 2030. / Grand View Research. – 2022. – URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/augmented-reality-market> (дата обращения: 16.06.2023).
27. Virtual Reality Market Size To Hit USD 113.59 Billion By 2032 [Электронный ресурс] : Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regional Outlook, and Forecast 2023-2032. / Precedence Research. – 2022. – URL: <https://www.precedenceresearch.com/virtual-reality-market> (дата обращения: 16.06.2023).
28. Virtual Reality Market Size, Share & Trends [Электронный ресурс] : By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2023 – 2030. / Grand View Research. – 2022. – URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/virtual-reality-vr-market> (дата обращения: 16.06.2023).
29. Mixed Reality Market: Global Industry Analysis And Forecast [Электронный ресурс] : Forecast (2022-2029). / Maximize Market Research. – 2022. – URL: <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-mixed-reality-market/28703/> (дата обращения: 16.06.2023).
30. Mixed Reality Market Size, Share [Электронный ресурс] : Forecast to 2031. / Straits Research. – 2022. – URL: <https://straitsresearch.com/report/mixed-reality-market> (дата обращения: 16.06.2023).
31. Mixed Reality Headsets Market [Электронный ресурс] : Forecast to 2032. / Global Insight Services. – 2022. – URL: <https://www.globalinsightservices.com/reports/mixed-reality-headsets-market/> (дата обращения: 16.06.2023).
32. Lola I. Digital Transformation In Manufacturing: Drivers, Barriers, And Benefits / I. Lola, M. Bakeev // SSRN Electronic Journal. – 2020. – Digital Transformation In Manufacturing.
33. Jones M.D. Past, present, and future barriers to digital transformation in manufacturing: A review / M.D. Jones, S. Hutcheson, J.D. Camba // Journal of Manufacturing Systems. – 2021. – Vol. 60. – Past, present, and future barriers to digital transformation in manufacturing. – P. 936-948.

34. Key Barriers of Digital Transformation of the High-Technology Manufacturing: An Evaluation Method / A. Borovkov [et al.] // Sustainability. – 2021. – Vol. 13. – Key Barriers of Digital Transformation of the High-Technology Manufacturing. – № 20. – P. 11153.
35. Kuzmin P.S. An Empirical Analysis of the Barriers of Transition from the Fourth Industrial Revolution Technologies Pilot Phase to Widespread Adoption / P.S. Kuzmin // Strategic decisions and risk management. – 2021. – T. 12. – № 2. – С. 157-169.
36. Managing Risk in Digital Transformation. Deloitte [Электронный ресурс]. – URL: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/za/Documents/risk/za_managing_risk_in_digital_transformation_112018.pdf (дата обращения: 15.06.2023).
37. Is your digital strategy fit for the manufacturing future? [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ey.com/en_gl/advanced-manufacturing/is-your-digital-strategy-fit-for-the-manufacturing-future (дата обращения: 15.06.2023).
38. Digital Transformation Risks In Process Manufacturing | Yokogawa Europe [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.yokogawa.com/eu/library/resources/white-papers/digital-transformation-risks-in-process-manufacturing/> (дата обращения: 23.06.2023).
39. Gierten D. Assessing national digital strategies and their governance [Электронный ресурс]. – URL: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/assessing-national-digital-strategies-and-their-governance_baffcса-en (дата обращения: 22.03.2023).
40. OECD Going Digital Toolkit [Электронный ресурс]. – URL: <https://goingdigital.oecd.org/en/> (дата обращения: 22.03.2023).
41. OECD. The Digital Transformation of SMEs / OECD. – Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development, 2021.
42. Angela A. An overview of national AI strategies and policies [Электронный ресурс]. – URL: https://goingdigital.oecd.org/data/notes/No14_ToolkitNote_AIStrategies.pdf (дата обращения: 22.03.2023).
43. National policies for Artificial Intelligence: What about diffusion? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/cc3a9728-en/index.html?itemId=/content/component/cc3a9728-en#> (дата обращения: 22.03.2023).
44. Digital Future Index 2021–2022 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.digicatatapult.org.uk/wp-content/uploads/2021/11/Digital_Future_Index_2021_2022_-_Digital_Catatapult.pdf (дата обращения: 05.04.2023).
45. Journal R. Which countries are investing most in digital technologies? / R. Journal. – 2022.
46. EXECUTIVE ORDER ON MAINTAINING AMERICAN LEADERSHIP IN AI Policy [Электронный ресурс]. – URL: <https://oecd.ai/en/dashboards/policy-initiatives/http://aipo.oecd.org/2021-data-policyInitiatives-24277> (дата обращения: 05.04.2023).
47. NATIONAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE INITIATIVE ACT OF 2020 [Электронный ресурс]. – URL:

- <https://www.congress.gov/116/crpt/hrpt617/CRPT-116hrpt617.pdf#page=1210> (дата обращения: 05.04.2023).
48. LEGISLATION AND EXECUTIVE ORDERS [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ai.gov/legislation-and-executive-orders/> (дата обращения: 05.04.2023).
 49. AI Strategies and Policies in United States [Электронный ресурс]. – URL: <https://oecd.ai/en/dashboards/countries/UnitedStates> (дата обращения: 05.04.2023).
 50. Expanding AI Innovation through Capacity Building and Partnerships (ExpandAI) (nsf23506) | NSF – National Science Foundation [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nsf.gov/pubs/2023/nsf23506/nsf23506.htm> (дата обращения: 05.04.2023).
 51. ExpandAI. Innovation through Capacity Building and Partnerships. [Электронный ресурс]. – URL: <https://aiinstitutes.org/expandai/> (дата обращения: 05.04.2023).
 52. FY23 Budget Outcomes: National Science Foundation [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.aip.org/fyi/2023/fy23-budget-outcomes-national-science-foundation> (дата обращения: 05.04.2023).
 53. House T.W. FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces New Actions to Promote Responsible AI Innovation that Protects Americans' Rights and Safety [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/05/04/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-new-actions-to-promote-responsible-ai-innovation-that-protects-americans-rights-and-safety/> (дата обращения: 10.05.2023).
 54. NSF announces 7 new National Artificial Intelligence Research Institutes [Электронный ресурс]. – URL: <https://new.nsf.gov/news/nsf-announces-7-new-national-artificial> (дата обращения: 10.05.2023).
 55. National Artificial Intelligence Research Institutes [Электронный ресурс]. – URL: <https://new.nsf.gov/funding/opportunities/national-artificial-intelligence-research> (дата обращения: 04.05.2023).
 56. The National artificial intelligence research and development strategic plan [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nitrd.gov/pubs/National-AI-RD-Strategy-2019.pdf> (дата обращения: 10.05.2023).
 57. National Artificial Intelligence Research-and Development Strategic Plan 2023 Update.pdf [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/05/National-Artificial-Intelligence-Research-and-Development-Strategic-Plan-2023-Update.pdf> (дата обращения: 05.06.2023).
 58. Strengthening and Democratizing the U.S. Artificial Intelligence Innovation Ecosystem: An Implementation Plan for a National Artificial Intelligence Research Resource [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ai.gov/wp-content/uploads/2023/01/NAIRR-TF-Final-Report-2023.pdf> (дата обращения: 10.05.2023).
 59. New Generation of Artificial Intelligence Development Plan [Электронный ресурс]. – URL: https://www.unodc.org/res/ji/import/policy_papers/china_ai_strategy/china_ai_strategy.pdf

- (дата обращения: 05.04.2023).
60. China Science & Technology Newsletter // Next Generation Artificial Intelligence Development Plan Issued by State Council. – 2017. – № 17.
 61. AI Index Report 2023 – Artificial Intelligence Index [Электронный ресурс]. – URL: <https://ai-index.stanford.edu/report/> (дата обращения: 05.04.2023).
 62. The Global AI Index - Tortoise [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tortoise-media.com/intelligence/global-ai/> (дата обращения: 05.04.2023).
 63. Матвеев К. Искусственный интеллект с китайской спецификой: станет ли Китай мировым лидером в сфере ИИ к 2030 году? [Электронный ресурс]. – URL: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/iskusstvennyy-intellekt-s-kitayskoy-spetsifikoy-stanet-li-kitay-mirovym/> (дата обращения: 05.04.2023).
 64. Wang E. An Analysis of China's 14th Five-Year Plan - Moore - MS Advisory [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.msadvisory.com/an-analysis-of-chinas-14th-five-year-plan/>, <https://www.msadvisory.com/an-analysis-of-chinas-14th-five-year-plan/> (дата обращения: 10.05.2023).
 65. National AI Strategy UK [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.uk/government/publications/national-ai-strategy/national-ai-strategy-html-version> (дата обращения: 05.04.2023).
 66. A pro-innovation approach to AI regulation [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.uk/government/publications/ai-regulation-a-pro-innovation-approach/white-paper> (дата обращения: 05.04.2023).
 67. Government commits up to £3.5 billion to future of tech and science [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.uk/government/news/government-commits-up-to-35-billion-to-future-of-tech-and-science> (дата обращения: 05.04.2023).
 68. Великобритания хочет построить собственный суперкомпьютер на отечественных чипах за почти \$1 млрд [Электронный ресурс]. – URL: <https://servernews.ru/1083164> (дата обращения: 04.05.2023).
 69. The UK Science and Technology Framework [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.uk/government/publications/uk-science-and-technology-framework/the-uk-science-and-technology-framework> (дата обращения: 04.05.2023).
 70. Великобритания укрепляет статус технологической сверхдержавы [Электронный ресурс]. – URL: <https://issek.hse.ru/news/825687619.html> (дата обращения: 19.04.2023).
 71. UK unveils world leading approach to innovation in first artificial intelligence white paper to turbocharge growth [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.uk/government/news/uk-unveils-world-leading-approach-to-innovation-in-first-artificial-intelligence-white-paper-to-turbocharge-growth> (дата обращения: 05.04.2023).
 72. Британия напишет законы для ИИ [Электронный ресурс]. – URL:

- <https://www.kommersant.ru/doc/5901858> (дата обращения: 13.04.2023).
73. National Strategy for Artificial Intelligence #AIFORALL [Электронный ресурс]. – URL: <https://niti.gov.in/sites/default/files/2019-01/NationalStrategy-for-AI-Discussion-Paper.pdf> (дата обращения: 13.04.2023).
 74. INDIAai [Электронный ресурс]. – URL: <https://indiaai.gov.in/about-us> (дата обращения: 13.04.2023).
 75. Centre for Artificial Intelligence & Robotics (CAIR) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.drdo.gov.in/labs-establishment/about-us/centre-artificial-intelligence-robotics-cair> (дата обращения: 13.04.2023).
 76. Union Budget 2023 Highlights: From 'Make in India' to 'Make AI in India,' 'Make AI Work for India' and More [Электронный ресурс]. – URL: <https://analyticsindiamag.com/union-budget-2023-highlights-from-make-in-india-to-make-ai-in-india-make-ai-work-for-india-and-more/> (дата обращения: 13.04.2023).
 77. Budget 2023 for 5g apps: Budget 2023: Three AI centres of excellence, 100 labs in engineering colleges for 5G apps - The Economic Times [Электронный ресурс]. – URL: <https://economictimes.indiatimes.com/tech/technology/budget-2023-three-ai-centres-of-excellence-100-labs-in-engineering-colleges-for-5g-apps/articleshow/97518534.cms> (дата обращения: 13.04.2023).
 78. India Leads in Technology Investment in Manufacturing: Rockwell Automation State of Smart Manufacturing Report | Business News This Week [Электронный ресурс]. – URL: <http://businessnewsthisweek.com/business/india-leads-in-technology-investment-in-manufacturing-rockwell-automation-state-of-smart-manufacturing-report/> (дата обращения: 13.04.2023).
 79. State of Smart Manufacturing Report | Rockwell Automation [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rockwellautomation.com/en-us/capabilities/digital-transformation/state-of-smart-manufacturing.html> (дата обращения: 13.04.2023).
 80. Trust in artificial intelligence. A global study [Электронный ресурс]. – URL: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/au/pdf/2023/trust-in-ai-global-insights-2023.pdf> (дата обращения: 13.04.2023).
 81. KPMG Global Study Confirms Trusting AI Remains A Major Employee Confidence Gap [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.forbes.com/sites/cindygordon/2023/02/25/kpmg-global-study-confirms-trusting-ai-remains-a-major-confidence-gap/?sh=421c5e2f796a> (дата обращения: 13.04.2023).
 82. Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital). Ciclo 2022-2026 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/arquiosestrategiadigital/e-digital_ciclo_2022-2026.pdf (дата обращения: 13.04.2023).
 83. Brazilian Artificial Intelligence Strategy (EBIA) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o->

- mcti/transformacaodigital/arquivosinteligenciaartificial/ebia-summary_brazilian_4-979_2021.pdf (дата обращения: 13.04.2023).
84. State of implementation of the OECD AI Principles: Insights from national AI policies [Электронный ресурс]. – URL: <https://oecd.ai/en/p/policies> (дата обращения: 13.04.2023).
 85. The Brazilian (Non)perspective on national strategy for artificial intelligence | SpringerLink [Электронный ресурс]. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44163-023-00052-w> (дата обращения: 13.04.2023).
 86. Brazil's national AI strategy is unachievable, government study finds - Global Government Forum [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.globalgovernmentforum.com/brazils-national-ai-strategy-is-unachievable-government-study-finds/> (дата обращения: 13.04.2023).
 87. Inteligência Artificial Centros — Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/inteligencia-artificial-centros> (дата обращения: 13.04.2023).
 88. Six new artificial intelligence research centers announced in call issued by FAPESP [Электронный ресурс]. – URL: https://fapesp.br/cpe/six_new_artificial_intelligence_research_centers_announced_in_call_issued_by_fapesp/86 (дата обращения: 13.04.2023).
 89. CIIA-Health – Innovation Center on Artificial Intelligence for Health [Электронный ресурс]. – URL: <https://cii-saude.dcc.ufmg.br/home/> (дата обращения: 13.04.2023).
 90. Universidade Federal do Ceará - UFC vence edital e terá Centro de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial na área de saúde [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ufc.br/noticias/noticias-de-2021/15690-ufc-vence-edital-e-tera-centro-de-pesquisa-aplicada-em-inteligencia-artificial-na-area-de-saude> (дата обращения: 13.04.2023).
 91. BIOS – Brazilian Institute of Data Science [Электронный ресурс]. – URL: <https://bi0s.org/> (дата обращения: 19.04.2023).
 92. Artificial Intelligence Recreating Environments (IARA) [Электронный ресурс]. – URL: <https://iara.science/> (дата обращения: 13.04.2023).
 93. Centro de Pesquisa Aplicada em Inteligência Artificial para a Evolução das Indústrias para o Padrão 4.0. [Электронный ресурс]. – URL: <https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/110902/centro-de-pesquisa-aplicada-em-inteligencia-artificial-para-a-evolucao-das-industrias-para-o-padrao-/> (дата обращения: 13.04.2023).
 94. South Africa's new National Artificial Intelligence Institute can help transform our economy [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.uj.ac.za/news/south-africas-new-national-artificial-intelligence-institute-can-help-transform-our-economy/> (дата обращения: 13.04.2023).
 95. Summary Report & Recommendations. Presented by the Presidential Commission On The Fourth Industrial Revolution [Электронный ресурс]. – URL: https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/202010/43834gen591.pdf (дата обращения: 13.04.2023).

96. Minister Mondli Gungubele launches TUT hub of Artificial Intelligence Institute of South Africa, 24 Mar | South African Government [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.za/speeches/tut-hub-artificial-intelligence-institute-south-africa-aiisa-15-mar-2023-0000> (дата обращения: 13.04.2023).
97. South Africa's new National Artificial Intelligence Institute can help transform our economy [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tut.ac.za/news-and-press/article?NID=692> (дата обращения: 13.04.2023).
98. info@euchamber.co.za. South Africa's 4IR starts with proper spectrum allocation, incentives [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.euchamber.co.za/news/south-africas-4ir-starts-with-proper-spectrum-allocation-incentives/> (дата обращения: 13.04.2023).
99. Аналитический отчет «Киберфизические системы» [Электронный ресурс]. – URL: <https://technet-nti.ru/article/otchet-kiberfizicheskie-sistemy> (дата обращения: 13.04.2023).
100. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации” [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72738946/> (дата обращения: 19.04.2023).
101. Перечень поручений по итогам конференции «Путешествие в мир искусственного интеллекта» • Президент России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/70418> (дата обращения: 19.04.2023).
102. Альянс в сфере искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: <https://a-ai.ru/> (дата обращения: 19.04.2023).
103. Исследовательские центры России в области искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: <https://ai.gov.ru/rnd/ic/> (дата обращения: 19.04.2023).
104. Искусственный интеллект получит поддержку [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.comnews.ru/content/224273/2023-02-06/2023-w06/iskusstvennyy-intellekt-poluchit-podderzhku> (дата обращения: 19.04.2023).
105. Федеральный проект «Искусственный интеллект» [Электронный ресурс]. – URL: <https://ai.gov.ru/strategy/federalnyy-proekt-ii/> (дата обращения: 19.04.2023).
106. В Правительстве подписан финальный пакет соглашений о сотрудничестве по развитию высокотехнологичных направлений [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/news/47551/> (дата обращения: 19.04.2023).
107. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» [Электронный ресурс]. – URL: https://digital.gov.ru/ru/documents/6662/?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f (дата обращения: 15.03.2023).
108. В России согласовали «дорожную карту» развития технологий искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: <https://asi.ru/news/192188/> (дата обращения: 19.04.2023).

109. Искусственный интеллект пошел на убыль [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5773647> (дата обращения: 19.04.2023).
110. Национальный центр развития ИИ начал работать при правительстве России – ТАСС [Электронный ресурс]. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/15701525> (дата обращения: 18.05.2023).
111. Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <https://aicentre.hse.ru/> (дата обращения: 19.04.2023).
112. Регулирование ИИ в мире и в России: топ событий 2022 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://ict.moscow/news/2022-ai-regulation/> (дата обращения: 19.04.2023).
113. Москва запустит пятилетний эксперимент с искусственным интеллектом — РБК [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/07/02/2020/5e3c44b99a7947e1a97fb230 (дата обращения: 19.04.2023).
114. Москва предоставила ИИ-разработчикам доступ к новым датасетам [Электронный ресурс]. – URL: <https://ict.moscow/news/moskva-predostavila-ii-razrabotchikam-dostup-k-novym-datasetam/> (дата обращения: 19.04.2023).
115. Сбер и ДВФУ открыли Дальневосточный центр искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: https://www.dvfu.ru/news/fefu-news/sber_i_dvfu_otkryli_dalnevostochnyy_tsentr_iskusstvennogo_intellekta/ (дата обращения: 19.04.2023).
116. Постановление Кабинета Министров Республики Татарстан «Об использовании технологий искусственного интеллекта в Республике Татарстан» № 369 [Электронный ресурс]. – URL: https://pravo.tatarstan.ru/npa_kabmin/post/?npa_id=977556 (дата обращения: 19.04.2023).
117. Правительство утвердило распоряжение о стратегическом направлении цифровой трансформации обрабатывающей промышленности [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/docs/43743/> (дата обращения: 07.06.2023).
118. The 2022 Immersive Economy Report [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.immerseuk.org/wp-content/uploads/2022/10/Immersive-Economy-2022-final-13-Oct.pdf> (дата обращения: 05.05.2023).
119. XRA APPLAUDS PASSAGE OF THE CHIPS AND SCIENCE ACT OF 2022 – XR Association [Электронный ресурс]. – URL: <https://xra.org/xra-applauds-passage-of-chips-for-america-act/> (дата обращения: 28.04.2023).
120. Community Infrastructure for Research in Computer and Information Science and Engineering (CIRC) [Электронный ресурс]. – URL: <https://new.nsf.gov/funding/opportunities/community-in-frastructure-research-computer> (дата обращения: 04.05.2023).
121. NSF Advances AI Research Infrastructure Through New Investment [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.hpcwire.com/off-the-wire/nsf-advances-ai-research-infrastructure->

- through-new-investment/ (дата обращения: 19.04.2023).
122. South Korea to invest \$187M in national metaverse project [Электронный ресурс]. – URL: <https://cointelegraph.com/news/south-korea-to-invest-187m-in-national-metaverse> (дата обращения: 28.04.2023).
 123. South Korea pours US\$51 million into metaverse projects [Электронный ресурс]. – URL: <https://forkast.news/headlines/south-korea-metaverse-investment/> (дата обращения: 28.04.2023).
 124. South Korea launches metaverse replica of Seoul [Электронный ресурс]. – URL: <https://forkast.news/headlines/south-korea-metaverse-capital-city-seoul/> (дата обращения: 28.04.2022).
 125. Seoul R.H. Special Correspondent. South Korea's New Deal Prioritises a Digital, Green Post-Pandemic Recovery [Электронный ресурс]. – URL: <https://research.hktdc.com/en/article/ODk3MTI2MDg0> (дата обращения: 28.04.2023).
 126. Virtual Reality in China - The New Action Plan for Metaverse Technology [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.china-briefing.com/news/virtual-reality-in-china-new-action-plan-for-developing-industry/> (дата обращения: 04.05.2023).
 127. China is bringing industrial policy to the metaverse [Электронный ресурс]. – URL: <https://qz.com/china-is-bringing-industrial-policy-to-the-metaverse-1849736425> (дата обращения: 04.05.2023).
 128. 王俊伟. China unveils plan on VR development [Электронный ресурс]. – URL: [//global.china-daily.com.cn/a/202211/01/WS63613825a310fd2b29e7fba3.html](http://global.china-daily.com.cn/a/202211/01/WS63613825a310fd2b29e7fba3.html) (дата обращения: 05.05.2023).
 129. Технологии виртуальной и дополненной реальности. Обзор TAdviser 2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/qNLoo> (дата обращения: 10.05.2023).
 130. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Технологии виртуальной и дополненной реальности» [Электронный ресурс]. – URL: https://digital-api.ac.gov.ru/upload/iblock/5ee/07.10.2019_VR_AR.doc (дата обращения: 11.11.2019).
 131. Быть или не быть VR&AR в России: в «Цифровой среде» состоялось экспертное обсуждение развития рынка виртуальной и дополненной реальности в условиях пандемии [Электронный ресурс]. – URL: <https://data-economy.ru/science/tpost/7bmlzrpxgt-bit-ili-ne-bit-vrampar-v-rossii-v-tsifro> (дата обращения: 10.05.2023).
 132. Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 22.12.2022 № 974 «О внесении изменений в классификатор программ для электронных вычислительных машин и баз данных, утвержденный приказом Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 22 сентября 2020 г. № 486» [Электронный ресурс]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202304200009> (дата обращения: 10.05.2023).

133. VR- и AR-софт добавляют в классификатор российского ПО [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2022/11/23/951636-vr--i-ar-soft-dobavyat-v-klassifikator-rossiiskogo-po> (дата обращения: 10.05.2023).
134. Digital Transformation | IEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iec.ch/digital-transformation> (дата обращения: 23.03.2023).
135. New standard to enhance trustworthiness of artificial intelligence systems | IEC e-tech [Электронный ресурс]. – URL: <https://etech.iec.ch/issue/2021-02/new-standard-to-enhance-trustworthiness-of-artificial-intelligence-systems> (дата обращения: 28.04.2023).
136. ISO – Embracing the age of artificial intelligence in the latest ISOfocus [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/news/ref2450.html> (дата обращения: 23.03.2023).
137. ISO – The age of artificial intelligence [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iso.org/iso-focus_137.html (дата обращения: 23.03.2023).
138. ISO Standardization Foresight Framework. Trend Report 2022 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/about%20ISO/what_we_do/research_and_education/docs/foresight/ISO%20Foresight%20Trend%20Report%202022_Public.pdf (дата обращения: 28.04.2023).
139. Executive summary ISO Trend Report 2022 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/about%20ISO/what_we_do/research_and_education/docs/foresight/ISO%20Foresight%20Trend%20Report%202022_Executive%20Summary.pdf (дата обращения: 28.04.2023).
140. ISO/IEC JTC 1 Strategic business plan. November 2020 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/developing_standards/who_develops_standards/docs/JTC%201%20Strategic%20Business%20Plan%20November%202020.pdf (дата обращения: 20.03.2023).
141. ISO – Computing [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/foresight/computing.html> (дата обращения: 20.03.2023).
142. Information Technology standardization | DIN [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/din-and-our-partners/press/press-releases/-information-technology-standardization-332000> (дата обращения: 20.03.2023).
143. Artificial intelligence across industries | IEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iec.ch/basecamp/artificial-intelligence-across-industries> (дата обращения: 23.03.2023).
144. A holistic ecosystem approach to AI | IEC e-tech [Электронный ресурс]. – URL: <https://etech.iec.ch/issue/2020-01/a-holistic-ecosystem-approach-to-ai> (дата обращения: 28.04.2023).
145. IEC and ISO work on artificial intelligence | IEC e-tech [Электронный ресурс]. – URL: <https://etech.iec.ch/issue/2022-03/iec-and-iso-work-on-artificial-intelligence> (дата обращения: 20.03.2023).

146. Webinar on regulations and artificial intelligence technologies | IEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iec.ch/blog/webinar-regulations-and-artificial-intelligence-technologies> (дата обращения: 23.03.2023).
147. Overview of the AI Standards Program and Novel Ecosystem Approach. ISO/IEC Workshop Series, May 2022 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iec.ch/system/files/2022-06/03_09_wael_overview_of_iso_iec_ai_for_iso_iec_ai_workshop_0522_rev_28_3_0.pdf (дата обращения: 28.04.2023).
148. International standards for artificial intelligence | IEC e-tech [Электронный ресурс]. – URL: <https://etech.iec.ch/issue/2022-04/international-standards-for-artificial-intelligence> (дата обращения: 15.03.2023).
149. Artificial intelligence | IEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iec.ch/ai> (дата обращения: 28.04.2023).
150. ISO - The new frontier for artificial intelligence [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/news/ref2336.html> (дата обращения: 23.03.2023).
151. ISO/IEC JTC 1/SC 42 - Artificial intelligence | ISO [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/committee/6794475.html> (дата обращения: 20.03.2023).
152. ISO - To ethicize or not to ethicize... [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/news/ref2454.html> (дата обращения: 15.03.2023).
153. White Paper on Smart Manufacturing | ISO [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100459.pdf> (дата обращения: 20.03.2023).
154. IEC | Digital transformation: white paper [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iec.ch/basecamp/digital-transformation> (дата обращения: 28.04.2023).
155. International standards for artificial intelligence | IEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iec.ch/blog/artificial-intelligence-standards-how-iec-contributes> (дата обращения: 20.04.2023).
156. Unlocking the benefits of artificial intelligence with standards | IEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iec.ch/blog/unlocking-benefits-artificial-intelligence-standards> (дата обращения: 20.04.2023).
157. IEC - ISO/IEC JTC 1/SC 42 Dashboard > Projects / Publications: Work programme, Publications, Stability Dates, Project files [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iec.ch/ords/f?p=103:22:211848161531355::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:21538,25 (дата обращения: 28.04.2023).
158. IEC and ISO artificial intelligence committee broadens standards work programme | IEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iec.ch/blog/iec-and-iso-artificial-intelligence-committee-broadens-standards-work-programme> (дата обращения: 28.04.2023).
159. Artificial intelligence and big data: a paradigm shift in healthcare | IEC e-tech [Электронный

- ресурс]. – URL: <https://etech.iec.ch/issue/2019-05/artificial-intelligence-and-big-data-a-paradigm-shift-in-healthcare> (дата обращения: 15.03.2023).
160. Introduction of Governance Implications of AI Systems | SC 42 JWG1 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iec.ch/system/files/2022-06/03_07_yonosuke_iso_iec_ai_workshop_yo_governance_0526_0.pdf (дата обращения: 20.03.2023).
 161. Two new foundational standards for artificial intelligence | IEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iec.ch/blog/two-new-foundational-standards-artificial-intelligence> (дата обращения: 15.03.2023).
 162. Foundational building blocks for AI systems | IEC e-tech [Электронный ресурс]. – URL: <https://etech.iec.ch/issue/2022-03/foundational-building-blocks-for-ai-systems> (дата обращения: 15.03.2023).
 163. ISO/TR 22100-5:2021 - Safety of machinery — Relationship with ISO 12100 — Part 5: Implications of artificial intelligence machine learning [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/80778.html> (дата обращения: 10.03.2023).
 164. ISO/IEC DIS 42001 - Information technology — Artificial intelligence — Management system [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/81230.html> (дата обращения: 15.03.2023).
 165. ISO/IEC FDIS 8183 - Information technology — Artificial intelligence — Data life cycle framework [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/83002.html> (дата обращения: 10.03.2023).
 166. ISO/IEC DIS 5259-1 - Artificial intelligence — Data quality for analytics and machine learning (ML) — Part 1: Overview, terminology, and examples [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/81088.html> (дата обращения: 10.03.2023).
 167. ISO/IEC CD TR 5469 - Artificial intelligence — Functional safety and AI systems [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/81283.html> (дата обращения: 15.03.2023).
 168. Behind the virtual wheel | IEC e-tech [Электронный ресурс]. – URL: <https://etech.iec.ch/issue/2017-05/behind-the-virtual-wheel> (дата обращения: 28.04.2023).
 169. IEC TC 110 Dashboard > Projects: Work programme, Publications, Maintenance cycle, Project files, TC/SC in figures [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iec.ch/ords/f?p=103:38:716187553434977:::FSP_ORG_ID,FSP_APEX_PAGE,FSP_PROJECT_ID:1313,23,101828 (дата обращения: 15.03.2023).
 170. IEC 63145-1-2:2022 Eyewear display - Part 1-2: Generic - Terminology [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/64063> (дата обращения: 15.03.2023).
 171. IEC 63145-21-20:2022 Eyewear display - Part 21-20: Specific measurement methods for VR image quality - Screen door effect [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/63558> (дата обращения: 10.03.2023).
 172. IEC 63145-20-20:2019 Eyewear display - Part 20-20: Fundamental measurement methods

- Image quality [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/61596> (дата обращения: 10.03.2023).
- 173. IEC TR 63308 Virtual reality equipment and systems – Market, technology and standards requirements [Электронный ресурс]. – URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/102760/659931477ee64c67b19b5db1053a22ff/IEC-TR-63308-2021.pdf> (дата обращения: 20.03.2023).
- 174. IEC TR 63308 Virtual reality equipment and systems – Market, technology and standards requirements | IEC [Электронный ресурс]. – URL: https://webstore.iec.ch/preview/info_lectr63308%7Bed1.0%7Den.pdf (дата обращения: 20.03.2023).
- 175. ISO 5476:2023 - Ships and marine technology — Virtual reality and simulation training systems for lifesaving appliances and arrangements [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/81302.html> (дата обращения: 15.03.2023).
- 176. ISO/IEC AWI TR 16088 - Constructs for visual positioning systems in mixed and augmented reality (MAR) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/84455.html> (дата обращения: 10.03.2023).
- 177. ISO/IEC PRF 21145 - Information technology — Computer graphics, image processing and environmental data representation — Style representation for mixed and augmented reality [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/79661.html> (дата обращения: 03.03.2023).
- 178. ISO/IEC PRF 3721 - Information technology — Computer graphics, image processing and environmental data representation — Information model for mixed and augmented reality content — Core objects and attributes [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/81207.html> (дата обращения: 20.03.2023).
- 179. ISO/IEC DIS 5927 - Augmented and Virtual Reality safety — Guidance on safe immersion, set up and usage [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/81847.html> (дата обращения: 10.03.2023).
- 180. ISO/IEC WD 9234 - Information technology — Information modelling for VR/AR/MR based education and training systems [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/83436.html> (дата обращения: 20.03.2023).
- 181. International standards enhance VR and AR education and training apps | IEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iec.ch/blog/international-standards-enhance-vr-and-ar-education-and-training-apps> (дата обращения: 10.03.2023).
- 182. ISO/IEC TR 23842-1:2020 Information technology for learning, education and training - Human factor guidelines for virtual reality content - Part 1: Considerations when using VR content [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/67729> (дата обращения: 10.03.2023).
- 183. ISO/IEC TR 23844:2023 Information technology for learning, education, and training - Immersive content and technology [Электронный ресурс]. – URL:

- <https://webstore.iec.ch/publication/83154> (дата обращения: 10.03.2023).
184. Metaverse Technology: Augmented Reality Standards – ANSI Blog [Электронный ресурс]. – URL: <https://blog.ansi.org/metaverse-technology-augmented-reality-standards/> (дата обращения: 20.03.2023).
 185. ISO/IEC JTC 1/SC 42 Artificial Intelligence | DKE [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dke.de/de/ueber-uns/dke-organisation-auftrag/dke-fachbereiche/dke-gremium?id=3007281&type=dke%7Cgremium> (дата обращения: 20.03.2023).
 186. ISO – ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas Membership [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/member/1579.html> (дата обращения: 10.04.2023).
 187. ISO – BIS – Bureau of Indian Standards Membership [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/member/1794.html> (дата обращения: 20.03.2023).
 188. ISO – SABS – South African Bureau of Standards [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/member/1485.html> (дата обращения: 15.04.2023).
 189. Artificial Intelligence Committee | BSI [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bsigroup.com/en-GB/topics/digital-transformation/artificial-intelligence/artificial-intelligence/> (дата обращения: 15.04.2023).
 190. April 2019 – BSI's activities on Artificial Intelligence (AI) | BSI [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bsigroup.com/en-GB/about-bsi/uk-national-standards-body/news/april-2019--bsis-activities-on-artificial-intelligence-ai/> (дата обращения: 15.03.2023).
 191. British Standards Institution – Committee ART/1 – Artificial Intelligence [Электронный ресурс]. – URL: https://standardsdevelopment.bsigroup.com/committees/50281655?_ga=2.99757213.2007471636.1678805710-660007546.1677758299&_gl=1*tdnkb5*_ga*NjYwMDA3NTQ2LjE2Nzc3NTgyOTk.*_ga_RW DQ3VY9NQ*MTY3ODg4Nzk5MS4zLjEuMTY3ODg4ODEzNy4wLjAuMA..#published (дата обращения: 10.04.2023).
 192. BSI issues position paper on the emergence of artificial intelligence and machine learning algorithms in healthcare | BSI [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bsigroup.com/en-GB/about-bsi/media-centre/press-releases/2019/february/bsi-issues-position-paper-on-the-emergence-of-artificial-intelligence-and-machine-learning-algorithms-in-healthcare/> (дата обращения: 10.03.2023).
 193. The Requirement for Standards in the VR and AR Sectors | BSI [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bsigroup.com/en-GB/iso-27001-information-security/virtual-reality-report/> (дата обращения: 10.03.2023).
 194. UK's virtual reality tech sector needs industry-agreed standards in order to take off | BSI [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bsigroup.com/en-GB/about-bsi/media-centre/press-releases/2018/march/uks-virtual-reality-tech-sector-needs-industry-agreed-standards-in-order-to-take-off1/> (дата обращения: 10.03.2023).
 195. BSI White Paper – Overview of standardization landscape in artificial intelligence [Электронный

- ресурс]. – URL: <https://www.bsigroup.com/en-GB/industries-and-sectors/artificial-intelligence/download-the-artificial-intelligence-whitepaper/> (дата обращения: 15.03.2023).
196. 22/30420117 DC BS ISO 13459:2012. Information technology. Information model for mixed and augmented reality content Part 2. Augmentation Style Specification – European Standards [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.en-standard.eu/22-30420117-dc-bs-iso-13459-2012-information-technology-information-model-for-mixed-and-augmented-reality-content-part-2-augmentation-style-specification/> (дата обращения: 20.03.2023).
 197. Artificial intelligence | NIST [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nist.gov/artificial-intelligence> (дата обращения: 20.04.2023).
 198. NIST Releases Draft Plan for Federal Engagement in AI Standards Development | NIST [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nist.gov/news-events/news/2019/07/nist-releases-draft-plan-federal-engagement-ai-standards-development> (дата обращения: 15.03.2023).
 199. AI Update: NIST Releases its Plan to Develop AI Standards | Inside Privacy [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.insideprivacy.com/artificial-intelligence/ai-update-nist-releases-its-plan-to-develop-ai-standards/> (дата обращения: 15.03.2023).
 200. U.S. LEADERSHIP IN AI: A Plan for Federal Engagement in Developing Technical Standards and Related Tools: report [Электронный ресурс]. – URL: https://www.nist.gov/system/files/documents/2019/08/10/ai_standards_fedengagement_plan_9aug2019.pdf (дата обращения: 15.03.2023).
 201. Artificial Intelligence: NIST Risk Management Framework and Guidance Addressing Bias in AI | ArentFox Schiff – JDSupra [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.jdsupra.com/legal-news/artificial-intelligence-nist-risk-5662553/> (дата обращения: 20.04.2023).
 202. Roadmap for the NIST Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0) | NIST [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework/roadmap-nist-artificial-intelligence-risk-management-framework-ai> (дата обращения: 13.04.2023).
 203. NIST Special Publication 1270. Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence [Электронный ресурс]. – URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Special-Publications/NIST.SP.1270.pdf> (дата обращения: 20.03.2023).
 204. NIST Artificial Intelligence Risk Management Framework – DataScienceCentral.com [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.datasciencecentral.com/nist-artificial-intelligence-risk-management-framework/> (дата обращения: 12.03.2023).
 205. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0) [Электронный ресурс]. – URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/NIST.AI.100-1.pdf> (дата обращения: 10.03.2023).
 206. Federal Register : Artificial Intelligence Standards | National Institute of Standards and Technology [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.federalregister.gov/documents/2019/05/01/2019-08818/artificial-intelligence-standards> (дата обращения:

- 10.03.2023).
207. Perspectives about the NIST Artificial Intelligence Risk Management Framework | NIST [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework/perspectives-about-nist-artificial-intelligence-risk-management> (дата обращения: 10.03.2023).
 208. Technical AI Standards | NIST [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nist.gov/artificial-intelligence/technical-ai-standards> (дата обращения: 15.03.2023).
 209. Crosswalks to the NIST Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0) | NIST [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework/crosswalks-nist-artificial-intelligence-risk-management-framework> (дата обращения: 15.03.2023).
 210. The National Society of Professional Engineers' Public Comments on Docket ID No. NIST-2019-0001, Artificial Intelligence Standards [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nspe.org/sites/default/files/resources/images/conference/19/NISTPublicCommentsFINAL53019.pdf> (дата обращения: 12.03.2023).
 211. NIST Promotes Augmented Reality for First Responders | StateTech Magazine [Электронный ресурс]. – URL: <https://statetechmagazine.com/article/2020/06/nist-promotes-augmented-reality-first-responders> (дата обращения: 13.03.2023).
 212. Visualizing Standardized Model-based Design and Inspection Data in Augmented Reality | NIST [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nist.gov/publications/visualizing-standardized-model-based-design-and-inspection-data-augmented-reality> (дата обращения: 13.03.2023).
 213. NIST Virtual Reality Aims to Win for Public Safety | NIST [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nist.gov/news-events/news/2018/05/not-game-nist-virtual-reality-aims-win-public-safety> (дата обращения: 13.03.2023).
 214. Extended Reality | NIST [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nist.gov/information-technology/extended-reality> (дата обращения: 13.03.2023).
 215. NIST Launches Contest to Leverage IoT and Augmented Reality to Combat Disasters - ASME [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.asme.org/government-relations/capitol-update/nist-launches-contest-to-leverage-iot-and-augmented-reality-to-combat-disasters> (дата обращения: 13.03.2023).
 216. Bagchi S. Towards Augmented Reality Interfaces for Human-Robot Interaction in Manufacturing Environments | NIST / S. Bagchi, J.A. Marvel // Computer Science. – 2018. – С. 3.
 217. Introducing the NIST Extended Reality (XR) Community of Interest (COI) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ohio.edu/scripps-college/mcclure/blog/introducing-nist-extended-reality-xr-community-interest-coi> (дата обращения: 13.03.2023).
 218. Artificial Intelligence Standards Committee | IEEE Computer Society [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.computer.org/artificial-intelligence-standards-committee> (дата обращения: 12.04.2023).

219. Artificial Intelligence Standards Committee | IEEE [Электронный ресурс]. – URL: <https://sagroups.ieee.org/ai-sc/> (дата обращения: 12.04.2023).
220. Active PARs | Artificial Intelligence Standards Committee | IEEE [Электронный ресурс]. – URL: <https://sagroups.ieee.org/ai-sc/active-pars/> (дата обращения: 12.04.2023).
221. Standards | Artificial Intelligence Standards Committee | IEEE [Электронный ресурс]. – URL: <https://sagroups.ieee.org/ai-sc/standards/> (дата обращения: 12.04.2023).
222. IEEE portfolio of AIS technology and impact standards and standards projects [Электронный ресурс]. – URL: <https://standards.ieee.org/initiatives/autonomous-intelligence-systems/standards/> (дата обращения: 12.04.2023).
223. IEEE SA P3123 – Standard for Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML) Terminology and Data Formats [Электронный ресурс]. – URL: <https://standards.ieee.org/ieee/3123/10744/> (дата обращения: 12.04.2023).
224. IEEE SA – AIS Communities [Электронный ресурс]. – URL: <https://standards.ieee.org/initiatives/autonomous-intelligence-systems/communities/> (дата обращения: 12.04.2023).
225. IEEE SA – Pre-Standardization Activities on Industrial AI [Электронный ресурс]. – URL: <https://standards.ieee.org/industry-connections/pre-standardization-industrial-ai/> (дата обращения: 12.04.2023).
226. Considering Cultural Values in Autonomous and Intelligent Systems (Artificial Intelligence) – ANSI Blog [Электронный ресурс]. – URL: <https://blog.ansi.org/2019/02/cultural-values-autonomous-intelligent-ieee/> (дата обращения: 12.04.2023).
227. Standards – IEEE Digital Reality [Электронный ресурс]. – URL: <https://digitalreality.ieee.org/standards> (дата обращения: 12.04.2023).
228. IEEE SA – IEEE Announces Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) Standards Projects In Advance of Participation at Augmented World Expo [Электронный ресурс]. – URL: https://standards.ieee.org/news/ieee_p2408/ (дата обращения: 12.04.2023).
229. IEEE SA – IEEE Approves Standards Project Addressing 3D Body Processing [Электронный ресурс]. – URL: https://standards.ieee.org/news/ieee_approves_standards_project_addressing_3d_body_processing/ (дата обращения: 12.04.2023).
230. IEEE P2048 Standards Paving the Road for Virtual Reality and Augmented Reality | IEEE Standards University [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.standardsuniversity.org/e-magazine/june-2017/ieee-p2048-standards-paving-road-virtual-reality-augmented-reality/> (дата обращения: 12.04.2023).
231. IEEE SA – Augmented Reality [Электронный ресурс]. – URL: <https://standards.ieee.org/initiatives/ar/> (дата обращения: 12.04.2023).
232. IEEE SA – IEEE VR/AR Advisory Board [Электронный ресурс]. – URL: <https://standards.ieee.org/industry-connections/vrar-advisory-board/> (дата обращения:

- 12.04.2023).
233. DIN to develop AI standardization roadmap [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/din-and-our-partners/press/press-releases/din-to-develop-ai-standardization-roadmap-330542> (дата обращения: 14.04.2023).
 234. What is the role of standardization in AI? | DIN [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/innovation-and-research/artificial-intelligence/what-is-the-role-of-standardization-in-ai--329552> (дата обращения: 14.04.2023).
 235. Artificial intelligence requires standards and specifications [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/din-and-our-partners/press/press-releases/artificial-intelligence-requires-standards-and-specifications--688888> (дата обращения: 14.04.2023).
 236. Standardization Roadmap on Ethical Aspects of AI | DIN [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/innovation-and-research/research-projects/research-projects-digitalization-and-ai/standardization-roadmap-on-ethical-aspects-of-ai-322590> (дата обращения: 14.03.2023).
 237. Artificial Intelligence Standardization Roadmap | DKE [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dke.de/en/areas-of-work/core-safety/standardization-roadmap-ai> (дата обращения: 14.03.2023).
 238. Second edition of the German Standardization Roadmap AI | DIN [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/innovation-and-research/artificial-intelligence/ai-roadmap/standardization-roadmap-ai-launch-of-the-second-edition-773272> (дата обращения: 14.03.2023).
 239. AI coordination group: Impetus for setting the rules of the game for artificial intelligence | DIN [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/innovation-and-research/artificial-intelligence/ai-roadmap/coordination-group> (дата обращения: 14.03.2023).
 240. AI – Made in Germany | DIN [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/din-and-our-partners/press/press-releases/ai-made-in-germany-773804> (дата обращения: 14.03.2023).
 241. Research projects Digitalization and AI | DIN [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/innovation-and-research/research-projects/projects-artificial-intelligence/projects-artificial-intelligence--344614> (дата обращения: 14.03.2023).
 242. Deutsche Normungsroadmap KÜNSTLICHE INTELLIGENZ (First edition) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/resource/blob/772438/6b5ac6680543eff9fe372603514be3e6/normungsroadmap-ki-data.pdf> (дата обращения: 28.04.2023).
 243. German Standardization Roadmap on Artificial Intelligence (Second edition) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/resource/blob/772610/e96c34dd6b12900ea75b460538805349/normungsroadmap-en-data.pdf> (дата обращения: 14.04.2023).
 244. German Standardization Roadmap on Artificial Intelligence (Second edition) Summary

- [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/resource/blob/773594/a70a8a64d16dde1017c1de15cc7bded6/normungsroadmap-ki-en-summary-data.pdf> (дата обращения: 14.04.2023).
245. First edition of the German Standardization Roadmap Artificial Intelligence [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/innovation-and-research/artificial-intelligence/ai-roadmap/first-edition-of-the-german-standardization-roadmap-artificial-intelligence> (дата обращения: 14.04.2023).
246. Ensuring AI quality | DIN [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/din-and-our-partners/press/press-releases/ensuring-ai-quality-329622> (дата обращения: 10.04.2023).
247. DIN SPEC 13266 Guideline for the development of deep learning image recognition systems [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/wdc-beuth:din21:318439445> (дата обращения: 10.04.2023).
248. Use Standards | DIN [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.din.de/en/innovation-and-research/artificial-intelligence/ai-din-spec> (дата обращения: 10.04.2023).
249. AI Ethics Impact Group: From Principles to Practice - VDE [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ai-ethics-impact.org/en> (дата обращения: 15.04.2023).
250. Artificial Intelligence - VDE [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.vde.com/topics-en/artificial-intelligence> (дата обращения: 15.04.2023).
251. Artificial intelligence – a design task for us all | VDE [Электронный ресурс]. – URL: <https://dialog.vde.com/en/vde-dialog-editions/2022-03-artificial-intelligence> (дата обращения: 15.04.2023).
252. CEN/CLC/JTC 21 Artificial Intelligence | DKE [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dke.de/de/ueber-uns/dke-organisation-auftrag/dke-fachbereiche/dke-gremium?id=3008827&type=dke%7Cgremium> (дата обращения: 13.04.2023).
253. DKE Gremium [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dke.de/de/ueber-uns/dke-organisation-auftrag/dke-fachbereiche/dke-gremium?id=3008975&type=dke%7Cgremium> (дата обращения: 13.04.2023).
254. E VDE-AR-E 2842-61-5 (VDE -AR-E 2842-61-5):2022-12 Entwicklung und Vertrauenswürdigkeit von autonom/kognitiven Systemen - Teil 61-5: Entwicklung auf Technologie-Ebene [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dke.de/de/normen-standards/dokument?id=7174083&type=dke%7Cdokument> (дата обращения: 12.04.2023).
255. VDE-AR-E 2842-61-1 (VDE -AR-E 2842-61-1):2021-07 Entwicklung und Vertrauenswürdigkeit von autonom/kognitiven Systemen - Teil 61-1: Terminologie und Grundkonzepte [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dke.de/de/normen-standards/dokument?id=7159555&type=dke%7Cdokument> (дата обращения: 12.04.2023).
256. VDE-AR-E 2842-61-2 (VDE -AR-E 2842-61-2):2021-06 Entwicklung und Vertrauenswürdigkeit von autonom/kognitiven Systemen – Teil 61-2: Management [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dke.de/de/normen-standards/dokument?id=7159555&type=dke%7Cdokument>

- standards/dokument?id=7157714&type=dke%7Cdokument (дата обращения: 12.04.2023).
257. P VDE-AR-E 2842-61-4 (VDE -AR-E 2842-61-4) Entwicklung und Vertrauenswürdigkeit von autonom/kognitiven Systemen - Teil 61-4: Entwicklung auf Ebene des Systems [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dke.de/de/normen-standards/dokument?id=7184919&type=dke%7Cdokument> (дата обращения: 12.04.2023).
 258. Trustworthy AI-based Systems with VDE-AR-E 2842-61 Structured development for trustworthy autonomous/cognitive systems [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cogitron.de/assets/files/ewC2021-ID10334docxTrustworthyAI-basedSystemsWithVDE-AR-E2842-612021-03-03.pdf> (дата обращения: 12.04.2023).
 259. DIN and DKE Roadmap. German Standardization Roadmap Industrie 4.0. Version 4 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dke.de/resource/blob/1741562/eb828d052f8acdb79c744313e0ac3333/german-standardization-roadmap-industry-4-0-version-4-data.pdf> (дата обращения: 22.04.2023).
 260. EU Commission publishes European Standardization Strategy | DKE [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dke.de/en/standards-and-specifications/policy-law-strategy/news/european-standardization-strategy> (дата обращения: 22.04.2023).
 261. Standardization and strategy | DKE [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dke.de/en/standards-and-specifications/standardization-strategy> (дата обращения: 22.04.2023).
 262. An EU Strategy on Standardisation. Setting global standards in support of a resilient, green and digital EU single market [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dke.de/resource/blob/2119102/fb801357d372a8c4370cb21690d1352f/europaeische-normungsstrategie---pdf-data.pdf> (дата обращения: 22.04.2023).
 263. The European AI Alliance | Shaping Europe's digital future [Электронный ресурс]. – URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-ai-alliance> (дата обращения: 22.04.2023).
 264. Projects of NA 043-01-42 GA [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/34JVLx> (дата обращения: 22.04.2023).
 265. Artificial Intelligence Standardization White Paper - Center for Security and Emerging Technology | CSET [Электронный ресурс]. – URL: <https://cset.georgetown.edu/publication/artificial-intelligence-standardization-white-paper/> (дата обращения: 05.05.2023).
 266. BSI calls for collaboration on Artificial Intelligence guidance to give industry clarity | BSI [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bsigroup.com/en-GB/about-bsi/media-centre/press-releases/2019/september/bsi-calls-for-collaboration-on-artificial-intelligence-guidance-to-give-industry-clarity/> (дата обращения: 05.05.2023).
 267. The China Standards 2035 Plan: Is it a Follow-Up to Made in China 2025 ? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.china-briefing.com/news/what-is-china-standards-2035-plan-how-will-it-impact-emerging-technologies-what-is-link-made-in-china-2025-goals/> (дата

обращения: 05.05.2023).

268. **中共中央 国务院印发《国家标准化发展纲要》_中央有关文件_中国政府网** [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gov.cn/zhengce/2021-10/10/content_5641727.htm (дата обращения: 05.05.2023).
269. GB/T 5271.28-2001 Information technology - Vocabulary - Part 28: Artificial intelligence - Basic concepts and expert system [Электронный ресурс]. – URL: https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%205271.28-2001 (дата обращения: 05.05.2023).
270. GB/T 42131-2022 Artificial Intelligence Knowledge Graph Technical Framework [Электронный ресурс]. – URL: https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2042131-2022 (дата обращения: 05.05.2023).
271. GB/T 42018-2022 Information Technology Artificial Intelligence Platform Computing Resource Specifications [Электронный ресурс]. – URL: https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2042018-2022 (дата обращения: 05.05.2023).
272. GB/T 41867-2022 Information Technology Artificial Intelligence Terminology [Электронный ресурс]. – URL: https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2041867-2022 (дата обращения: 05.05.2023).
273. GB/T 5271.29-2006 Information technology - Vocabulary Part 29: Artificial intelligence - Speech recognition and synthesis [Электронный ресурс]. – URL: https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%205271.29-2006 (дата обращения: 05.05.2023).
274. GB/T 5271.31-2006 Information technology - Vocabulary Part 31: Artificial intelligence - Machine learning [Электронный ресурс]. – URL: https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%205271.31-2006 (дата обращения: 05.05.2023).
275. GB/T 5271.34-2006 Information technology - Vocabulary Part 34: Artificial intelligence - Neural networks [Электронный ресурс]. – URL: https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%205271.34-2006 (дата обращения: 05.05.2023).
276. GB/T 38247-2019 Information technology - Augmented reality - Terminology [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.chinesestandard.net/Related.aspx/GBT38247-2019> (дата обращения: 05.05.2023).
277. GB/T 38259-2019 Information technology - General specification for virtual reality head mounted display device [Электронный ресурс]. – URL: https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2038259-2019 (дата обращения: 05.05.2023).
278. GB/T 38258-2019 Information technology - Virtual reality application software basic requirement and test method [Электронный ресурс]. – URL: https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2038258-2019 (дата обращения: 05.05.2023).
279. CÂMARA DOS DEPUTADOS Gabinete do Deputado Eduardo Bismarck – PDT/CE PROJETO DE

- LEI DE 2020 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1853928 (дата обращения: 05.05.2023).
280. Brazil lawmakers approve bill regulating artificial intelligence – JURIST – News [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.jurist.org/news/2021/10/brazil-lawmakers-approve-bill-regulating-artificial-intelligence/> (дата обращения: 05.05.2023).
281. В Бразилии подготовлена национальная стратегия в области ИИ | Технологии на Рынке ИТ [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.it-world.ru/it-news/tech/171012.html> (дата обращения: 05.05.2023).
282. Artificial Intelligence in Brazil: the Brazilian Strategy for Artificial Intelligence (BSAI/EBIA) and Bill No. 21/2020» IRIS-BH [Электронный ресурс]. – URL: <https://irisbh.com.br/en/artificial-intelligence-in-brazil-the-brazilian-strategy-for-artificial-intelligence-bsai-ebia-and-bill-no-21-2020/> (дата обращения: 05.05.2023).
283. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/comites-tecnicos> (дата обращения: 05.05.2023).
284. Artificial intelligence – OECD [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.oecd.org/digital/artificial-intelligence/> (дата обращения: 05.05.2023).
285. OECD Legal Instruments [Электронный ресурс]. – URL: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449> (дата обращения: 05.05.2023).
286. Luxembourg highlights role of technical standardization in adoption of artificial intelligence | IEC e-tech [Электронный ресурс]. – URL: <https://etech.iec.ch/issue/2021-05/luxembourg-highlights-role-of-technical-standardization-in-adoption-of-artificial-intelligence> (дата обращения: 05.05.2023).
287. ILNAS white paper «Artificial Intelligence – Technology, Use Cases and Applications, Trustworthiness and Technical Standardization» 2021 [Электронный ресурс]. – URL: <https://portail-qualite.public.lu/dam-assets/publications/normalisation/2021/ilnas-white-paper-artificial-intelligence.pdf> (дата обращения: 05.05.2023).
288. National Strategy for AI Development Policy Russia- OECD.AI [Электронный ресурс]. – URL: <https://oecd.ai/en/dashboards/policy-initiatives/http%2F%2Fai.oecd.org%2F2021-data-policyInitiatives-24901> (дата обращения: 02.05.2023).
289. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731> (дата обращения: 02.05.2023).
290. Федеральный проект «Искусственный интеллект» | Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/fed_proekt_iskusstvennyy_intellekt/ (дата обращения: 02.05.2023).
291. «Искусственный интеллект»: Министерство цифрового развития, связи и массовых

- коммуникаций Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/1046/?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f (дата обращения: 02.05.2023).
292. Паспорт федерального проекта «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://spa.msu.ru/wp-content/uploads/5-1.pdf> (дата обращения: 02.05.2023).
293. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.08.2020 г. № 2129-р [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/docs/all/129505/> (дата обращения: 05.05.2023).
294. Росстандарт: Утверждена программа стандартизации в области искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rst.gov.ru/newsRST/redirect/news/1/7438> (дата обращения: 02.05.2023).
295. В России появятся стандарты в области искусственного интеллекта | Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/news/v_rossii_poyavyatsya_standarty_v_oblasti_iskusstvennogo_intellekta.html (дата обращения: 02.05.2023).
296. Перспективная программа стандартизации по приоритетному направлению «Искусственный интеллект» на период 2021-2024 годы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/28a4b183b4aee34051e85ddb3da87625/20201222.pdf> (дата обращения: 02.05.2023).
297. Технический комитет по стандартизации №164 «Искусственный интеллект» [Электронный ресурс]. – URL: <http://tc164.ru/> (дата обращения: 02.05.2023).
298. Структура технического комитета №164 [Электронный ресурс]. – URL: <https://tc164.ru/page28413171.html> (дата обращения: 02.05.2023).
299. ТК 164 «Искусственный интеллект» | «Стандарты и качество» 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=194233> (дата обращения: 02.05.2023).
300. Национальная стандартизация - ТК164 [Электронный ресурс]. – URL: <http://tc164.ru/page28499750.html> (дата обращения: 20.04.2023).
301. Искусственный интеллект получит поддержку | ComNews [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.comnews.ru/content/224273/2023-02-06/2023-w06/iskusstvennyy-intellekt-poluchit-podderzhku> (дата обращения: 05.05.2023).
302. Приказ Росстандарта №1615 от 01.07.2022 «О закреплении документов национальной системы стандартизации за техническим комитетом по стандартизации «Искусственный интеллект» (ТК 164)" [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/documents/orders#/order/338110> (дата обращения: 02.05.2023).
303. Открытый доступ к действующим стандартам по направлению «Искусственный интеллект». РИА «Стандарты и Качество» [Электронный ресурс]. – URL: <https://ria->

- stk.ru/news/index.php?ELEMENT_ID=221150&all_news=Y (дата обращения: 29.06.2023).
304. Разрабатываемые стандарты ТК57 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tk57.ru/11-razrabatyvaemye-standarty.html> (дата обращения: 02.05.2023).
 305. Кодекс этики в сфере ИИ [Электронный ресурс]. – URL: https://ethics.a-ai.ru/assets/ethics_files/2023/04/05/Кодекс_этики_в_сфере_ИИ_финальный_1.pdf (дата обращения: 05.05.2023).
 306. Кодекс этики в сфере ИИ: Комиссия по реализации Кодекса этики в сфере искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: <https://ethics.a-ai.ru/> (дата обращения: 05.05.2023).
 307. Незнамов А.В. Глобальный атлас регулирования искусственного интеллекта. Восточный вектор / А.В. Незнамов. – М., 2022.
 308. Глобальный атлас регулирования искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: <https://ai.sber.ru/book> (дата обращения: 05.05.2023).
 309. Сбер и ДВФУ представили книгу «Глобальный атлас регулирования искусственного интеллекта» — СберБанк [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sberbank.com/ru/news-and-media/press-releases/article?newsID=ec35e652-eefc-4b97-a039-7cf598b48ee7&blockID=7®ionID=77&lang=ru&type=NEWS> (дата обращения: 05.05.2023).
 310. Парламентарии стран СНГ приняли рекомендации по регулированию использования искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: http://iacis.ru/novosti/postoyannye_komissii/parlamentarii_stran_sng_prinyali_rekomendacii_po_regulirovaniyu_ispolzovaniya_iskusstvennogo_intellekta (дата обращения: 05.05.2023).
 311. Приказ от 27 марта 2017 года № 642 "О создании технического комитета по стандартизации «Кибер-физические системы» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456055018> (дата обращения: 28.04.2023).
 312. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23.03.2018 г. № 482-р [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/docs/all/115963/> (дата обращения: 28.04.2023).
 313. Перспективный план стандартизации в области передовых производственных технологий на 2018–2025 годы [Электронный ресурс]. – URL: <https://nti2035.ru/upload/iblock/41c/41cb2bc4c3bad4a7b6a2d99486abfdad.pdf> (дата обращения: 28.04.2023).
 314. Минпромторг и Росстандарт обновили Перспективный план стандартизации технологий Индустрии 4.0 [Электронный ресурс]. – URL: https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!minpromtorg_i_rosstandart_obnovili_perspektivnyy_plan_standartizacii_tehnologiy_industrii_40 (дата обращения: 28.04.2023).
 315. О продолжении В России работы над регулированием технологий индустрии 4.0 – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL:

- <https://www.gostinfo.ru/InformationOfStandardization/Details/2909> (дата обращения: 28.04.2023).
316. В России продолжат работу над регулированием технологий Индустрии 4.0 [Электронный ресурс]. – URL: https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!v_rossii_prodolzhat_rabotu_nad_regulirovaniem_tehnologiy_industrii_40 (дата обращения: 28.04.2023).
 317. Artificial Intelligence Index Report 2022 [Электронный ресурс]. – URL: https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2022/03/2022-AI-Index-Report_Master.pdf (дата обращения: 05.05.2023).
 318. Immersive technologies have the potential to solve everyday challenges [Электронный ресурс] : General information / Google. – 2023. – URL: <https://arvr.google.com/> (дата обращения: 30.06.2023).
 319. Crockett E. 100 Top Artificial Intelligence (AI) Companies in 2023 [Электронный ресурс] : Overview / Datamation. – 2023. – URL: <https://www.datamation.com/featured/ai-companies/> (дата обращения: 30.06.2023).
 320. Alphabet Inc. (GOOGL) [Электронный ресурс] : Company Profile & Overview / Stock Analysis. – 2022. – URL: <https://stockanalysis.com/stocks/googl/company/> (дата обращения: 30.06.2023).
 321. Extended Reality Market Overview XR Industry Trend by 2028 [Электронный ресурс] : Extended Reality Market Overview / Emergen Research. – 2023. – URL: <https://www.emergen-research.com/industry-report/extended-reality-market> (дата обращения: 30.06.2023).
 322. International Business Machines Corporation (IBM) Company Profile & Overview [Электронный ресурс]. – URL: <https://stockanalysis.com/stocks/ibm/company/> (дата обращения: 30.06.2023).
 323. BasuMallick. Top 10 AI Companies in 2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.spice-works.com/tech/artificial-intelligence/articles/best-ai-companies/> (дата обращения: 30.06.2023).
 324. <https://www.emergenresearch.com> E.R. Top 9 Globally Leading Companies in the Extended Reality Market [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.emergenresearch.com/industry-report/extended-reality-market> (дата обращения: 30.06.2023).
 325. Intel Corporation (INTC) Company Profile & Overview [Электронный ресурс]. – URL: <https://stockanalysis.com/stocks/intc/company/> (дата обращения: 30.06.2023).
 326. Microsoft Corporation (MSFT) Company Profile & Overview [Электронный ресурс]. – URL: <https://stockanalysis.com/stocks/msft/company/> (дата обращения: 30.06.2023).
 327. Top XR Vendors majoring on Manufacturing [Электронный ресурс]. – URL: <https://thearea.org/ar-news/top-xr-vendors-majoring-on-manufacturing/> (дата обращения: 30.06.2023).

328. NVIDIA Corporation (NVDA) Company Profile & Overview [Электронный ресурс]. – URL: <https://stockanalysis.com/stocks/nvda/company/> (дата обращения: 30.06.2023).
329. Top 10 XR metaverse companies [Электронный ресурс]. – URL: <https://aimagazine.com/top10/top-10-xr-companies-building-the-future-enterprise-metaverse> (дата обращения: 30.06.2023).
330. QUALCOMM Incorporated (QCOM) Company Profile & Overview [Электронный ресурс]. – URL: <https://stockanalysis.com/stocks/qcom/company/> (дата обращения: 30.06.2023).
331. Игореvич М.С. Понятие бизнес-модели: сущность, типология и основные принципы построения / М.С. Игореvич, Б.А. Владимирович // Экономика Профессия Бизнес. – 2016. – № 1. – С. 24-30.
332. Juumta S. Comparing 5 AI Business Models – Part 1 – Transformation or Near-Term Value? [Электронный ресурс]. – URL: <https://emerj.com/ai-executive-guides/ai-business-models-part-1/> (дата обращения: 30.06.2023).
333. Хостинг [Электронный ресурс] : Материалы из свободной энциклопедии. – Википедия, 2023. – URL: <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A5%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B3&oldid=128867364> (дата обращения: 29.06.2023).
334. The Economics of Software as a Service (SaaS) vs. Software as a Product [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pragmaticinstitute.com/resources/articles/product/the-economics-of-software-as-a-service-saas-vs-software-as-a-product/> (дата обращения: 30.06.2023).
335. Can Virtual Reality be Turned into SAAS and when? [Электронный ресурс]. – URL: <https://arvrtech.eu/virtual-reality-turned-into-saas/> (дата обращения: 30.06.2023).
336. Mishra S. AI business model: an integrative business approach / S. Mishra, A.R. Tripathi // Journal of Innovation and Entrepreneurship. – 2021. – Т. 10. – AI business model. – № 1. – С. 18.
337. Федеральный закон от 25.02.1999 N 39-ФЗ (ред. от 28.12.2022) «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» [Электронный ресурс] : Статья 1. Основные понятия. – КонсультантПлюс, 2023. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22142/bb9e97fad9d14ac66df4b6e67c453d1be3b77b4c/ (дата обращения: 29.06.2023).
338. Srivastava S. AR/VR Trends and Predictions For The Upcoming Years [Электронный ресурс] : Article. – Appinventiv, 2023. – URL: <https://appinventiv.com/blog/ar-vr-trends/> (дата обращения: 29.06.2023).
339. Artificial Intelligence Index Report 2023 [Электронный ресурс] : Report. – Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence, 2023. – URL: https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2023/04/HAI_AI-Index-Report_2023.pdf (дата обращения: 15.06.2023).
340. Слияния и поглощения [Электронный ресурс] : Материалы из свободной энциклопедии. – Википедия, 2023. – URL: <https://clck.ru/34u9XX> (дата обращения: 29.06.2023).

341. John A.S. 10 exciting deals involving AI companies in 2022-23 [Электронный ресурс]. – URL: <https://wire19.com/ai-companies-mergers/> (дата обращения: 30.06.2023).
342. Google Buys Raxium To Boost AR Hardware - XR Today [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.xrtoday.com/augmented-reality/google-buys-raxium-to-boost-ar-hardware/> (дата обращения: 30.06.2023).
343. IBM acquires 'trustworthy' AI startup Databand.ai | AI Business [Электронный ресурс]. – URL: <https://aibusiness.com/companies/ibm-acquires-trustworthy-ai-startup-databand-ai> (дата обращения: 30.06.2023).
344. Intel Acquires AI-Powered Cloud Optimization Startup Granulate [Электронный ресурс]. – URL: https://aibusiness.com/document.asp?doc_id=776515& (дата обращения: 30.06.2023).
345. Patel K. 11 Biggest Mergers & Acquisitions: Recent Deals of 2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://dealroom.net/blog/biggest-m-a-deals-2022> (дата обращения: 30.06.2023).
346. Microsoft Invests \$10 Billion in ChatGPT Maker OpenAI [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-23/microsoft-makes-multibillion-dollar-investment-in-openai> (дата обращения: 30.06.2023).
347. Bhattacharyya S. Why did NVIDIA acquire Excelero? [Электронный ресурс]. – URL: <https://analyticsindiamag.com/why-did-nvidia-acquire-excelero/> (дата обращения: 30.06.2023).
348. Qualcomm confirms acquisition of Augmented Reality SDK provider Wikitude [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.auganix.org/qualcomm-confirms-acquisition-of-augmented-reality-sdk-provider-wikitude/> (дата обращения: 30.06.2023).
349. IBM Expands Partnership with Adobe around AI-Driven Weather Data and Adobe Experience Platform [Электронный ресурс]. – URL: <https://newsroom.ibm.com/IBM-Expands-Partnership-with-Adobe-around-AI-Driven-Weather-Data-and-Adobe-Experience-Platform> (дата обращения: 30.06.2023).
350. Jaguar Land Rover Announces Partnership With NVIDIA [Электронный ресурс]. – URL: <http://nvidianews.nvidia.com/news/jaguar-land-rover-announces-partnership-with-nvidia> (дата обращения: 30.06.2023).
351. Adobe and NVIDIA Partner to Unlock the Power of Generative AI [Электронный ресурс]. – URL: <http://nvidianews.nvidia.com/news/adobe-and-nvidia-partner-to-unlock-the-power-of-generative-ai> (дата обращения: 30.06.2023).
352. Accenture and Microsoft Expand Collaboration to Help Organizations Accelerate Responsible Adoption of Generative AI [Электронный ресурс]. – URL: <https://newsroom.accenture.com/news/accenture-and-microsoft-expand-collaboration-to-help-organizations-accelerate-responsible-adoption-of-generative-ai.htm> (дата обращения: 30.06.2023).
353. Qualcomm Announces Collaboration with Microsoft to Expand and Accelerate AR to Usher in New Gateways to the Metaverse | Qualcomm [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.qualcomm.com/news/releases/2022/01/qualcomm-announces-collaboration-microsoft-expand>

- and-accelerate-ar-usher (дата обращения: 30.06.2023).
354. ArborXR Announces Strategic Collaboration with Qualcomm Technologies, Helping Companies Scale VR and AR Deployments [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.business-wire.com/news/home/20220525005865/en/ArborXR-Announces-Strategic-Collaboration-with-Qualcomm-Technologies-Helping-Companies-Scale-VR-and-AR-Deployments> (дата обращения: 30.06.2023).
 355. Google and Samsung team up for Android-based Extended Reality headsets [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.androidpolice.com/google-samsung-team-up-android-based-extended-reality-headsets/> (дата обращения: 30.06.2023).
 356. Pathways Language Model (PaLM) [Электронный ресурс] : Scaling to 540 Billion Parameters for Breakthrough Performance. / Google. – 2022. – URL: <https://ai.google-blog.com/2022/04/pathways-language-model-palm-scaling-to.html> (дата обращения: 29.06.2023).
 357. DALL-E 2 [Электронный ресурс] : AI system that can create realistic images and art from a description in natural language. / DALL-E. – 2022. – URL: <https://openai.com/dall-e-2> (дата обращения: 29.06.2023).
 358. Onag G. Google's new AR glasses translate language in real time [Электронный ресурс] : Google unveiled yesterday a prototype of its latest AR glasses. / FutureIoT. – 2022. – URL: <https://futureiot.tech/googles-new-ar-glasses-translate-language-in-real-time/> (дата обращения: 29.06.2023).
 359. Imagen [Электронный ресурс] : Text-to-Image Diffusion Models. / Google. – 2022. – URL: <https://imagen.research.google/> (дата обращения: 29.06.2023).
 360. Snapdragon XR2+ Gen 1 Platform [Электронный ресурс] : The Snapdragon XR2+ Gen 1 Platform pushes the boundaries. / Qualcomm. – 2022. – URL: <https://www.qualcomm.com/products/mobile/snapdragon/xr-vr-ar/snapdragon-xr2-plus-gen-1-platform> (дата обращения: 29.06.2023).
 361. IBM Announces Demonstration Project with U.S. Patent and Trademark Office [Электронный ресурс] : to Help Make Patent Research Insights More Accessible and Usable. / IBM. – 2022. – URL: <https://newsroom.ibm.com/2022-10-31-IBM-Announces-Demonstration-Project-with-U-S-Patent-and-Trademark-Office-to-Help-Make-Patent-Research-Insights-More-Accessible-and-Usable> (дата обращения: 29.06.2023).
 362. VI-Depth 1.0 and MiDaS 3.1 [Электронный ресурс] : Intel Labs Advances Computer Vision Development with Two New AI Models. / Intel. – 2023. – URL: <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/intel-labs-releases-new-ai-models.html> (дата обращения: 29.06.2023).
 363. Dialed Into 5G: NVIDIA CloudXR 4.0 Brings Enhanced Flexibility [Электронный ресурс] : Scalability for XR Deployment. / NVIDIA. – 2023. – URL: <https://developer.nvidia.com/blog/dialed-into-5g-cloudxr-4-0-brings-enhanced-flexibility-and-scalability-for-xr-deployment/> (дата обращения: 29.06.2023).

364. Crunchbase [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.crunchbase.com/> (дата обращения: 29.06.2023).
365. 4 Reasons for Artificial Intelligence (AI) Project Failure in 2023 [Электронный ресурс]. – URL: <https://research.aimultiple.com/ai-fail/> (дата обращения: 30.06.2023).
366. Failed AI Projects that Went Terribly Wrong: The Dark Side of Artificial Intelligence | DATAQUEST [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dqindia.com/failed-ai-projects-that-went-terribly-wrong-the-dark-side-of-artificial-intelligence/> (дата обращения: 30.06.2023).
367. Главный секрет Искусственного Интеллекта: никто не знает как он работает — The Idealist [Электронный ресурс]. – URL: <https://theidealist.ru/aimainsecret/> (дата обращения: 30.06.2023).
368. IBM Watson оказался бесполезным в лечении рака - IKS MEDIA.RU [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iksmidia.ru/news/5525575-IBM-Watson-okazalsya-bespoleznym.html> (дата обращения: 30.06.2023).
369. Top Reasons Why AI Projects Fail [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.aidatatoday.com/top-10-reasons-why-ai-projects-fail/> (дата обращения: 30.06.2023).
370. Google cancels Project Iris, its augmented reality glasses - Gearrice [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gearrice.com/update/google-cancels-project-iris-its-augmented-reality-glasses/> (дата обращения: 30.06.2023).
371. Apple Postpones AR/VR Glasses, Plans Cheaper Mixed-Reality Headset (AAPL) - Bloomberg [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-18/apple-postpones-ar-glasses-plans-cheaper-mixed-reality-headset?leadSource=uverify%20wall#xj4y7vzkg> (дата обращения: 30.06.2023).
372. Google and BBC scrap VR projects - BBC News [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bbc.com/news/technology-50080594> (дата обращения: 30.06.2023).
373. К.А. Логун. Теория и методы организации производства / К.А. Логун, И.В. Рощупкина // Бизнес-сценарии использования технологий Расширенной реальности на современных производственных предприятиях. – 2020. – Т. 28. – № 4. – С. 16-26.
374. База научных публикаций MDPI. A Review of Extended Reality (XR) Technologies for Manufacturing Training [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mdpi.com/2227-7080/8/4/77> (дата обращения: 06.03.2023).
375. М.П. Ларин. Автоматика и программная инженерия / М.П. Ларин // Обзор современных тенденций в сфере виртуальной реальности. – 2021. – № 1 (35). – С. 165-173.
376. А.Н. Феофанов. Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении / А.Н. Феофанов, А.В. Охмат, А.В. Бердюгин // VR/AR-технологии и их применение в машиностроении. – 2019. – № 4 (06). – С. 44-48.
377. Ван Юй. Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» /

- Ван Юй // Система управления мобильным роботом с технологией виртуальной реальности. – 2022. – № 4. – С. 1938-1956.
378. В.А. Савельев. Вестник УлГТУ / В.А. Савельев, Т.Н. Рогова // Цифровизация машиностроительного комплекса в России и зарубежных странах: обзор тенденций. – 2020. – № 4. – С. 21-25.
 379. Информационный ресурс компании Сибур – Сибур Диджитал. AR и VR в промышленности. Как иммерсивные технологии помогают заводам [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sibur.digital/132-ar-i-vr-v-promyshlennosti-kak-immersivnye-tekhnologii-pomogayut-zavodam> (дата обращения: 03.03.2023).
 380. Исследовательская и консалтинговая компания Forrester. The Total Economic Impact™ Of Mixed Reality Using Microsoft HoloLens 2 [Электронный ресурс]. – URL: <https://tools.totaleconomicimpact.com/go/microsoft/HoloLens2/> (дата обращения: 03.03.2023).
 381. База научных публикаций ScienceDirect. Augmented Reality and Virtual Reality Displays: Perspectives and Challenges [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S258900422030585X> (дата обращения: 06.03.2023).
 382. Интернет издание N+1. HTC представила VR-шлем с отслеживанием направления взгляда [Электронный ресурс]. – URL: <https://nplus1.ru/news/2019/01/10/eye-tracking> (дата обращения: 06.03.2023).
 383. Новостное агентство VentureBeat. AdHawk Microsystems launches cameraless eye-tracking sensors for AR/VR [Электронный ресурс]. – URL: <https://venturebeat.com/cdn.ampproject.org/c/s/venturebeat.com/2021/03/22/adhawk-microsystems-launches-camera-less-eye-tracking-sensors-for-ar-vr/amp/> (дата обращения: 06.03.2023).
 384. Портал корпорации Microsoft. Отслеживание взгляда в HoloLens 2 [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/mixed-reality/design/eye-tracking> (дата обращения: 06.03.2023).
 385. Портал корпорации Microsoft. Знакомство с HoloLens 2 [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/hololens/hololens2-basic-usage> (дата обращения: 06.03.2023).
 386. Университет им. Леланда Стэнфорда-младшего. New Stanford research examines how augmented reality affects people's behavior [Электронный ресурс]. – URL: <https://news.stanford.edu/2019/05/14/augmented-reality-affects-peoples-behavior-real-world/> (дата обращения: 03.03.2023).
 387. ANSES – Французское агентство по гигиене и безопасности пищевых продуктов, окружающей среды и труда. What are the risks of virtual reality and augmented reality, and what good practices does ANSES recommend? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.anses.fr/en/content/what-are-risks-virtual-reality-and-augmented-reality-and-what-good-practices-does-anses#:~:text=Exposure%20to%20virtual%20reality%20can,first%20few%20minutes%20of%20use> (дата обращения: 03.03.2023).

388. Авиатехнологическая компания Airbus. Virtual reality with real benefits [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2017-09-virtual-reality-with-real-benefits> (дата обращения: 27.03.2023).
389. Исследовательская и консалтинговая компания Fortune Business Insights. The Augmented Reality market [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/augmented-reality-ar-market-102553> (дата обращения: 06.03.2023).
390. Исследовательская компания Yahoo! Finance. MR Market Growth Boost by Increasing Adoption of Mixed Reality Technologies Across the Globe [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/34uAeu> (дата обращения: 03.03.2023).
391. Информационное агентство ICT.Moscow. Промышленный VR/AR: кейсы и особенности рынка [Электронный ресурс]. – URL: <https://ict.moscow/news/vr-v-promyshlennosti/> (дата обращения: 10.04.2023).
392. А. Щепанов. Электроника: Наука, технология, бизнес / А. Щепанов // Развитие российской электронной компонентной базы: взгляд эксперта. – 2019. – № 7 (188). – С. 74–77.
393. А.В. Трачук. Стратегические решения и риск-менеджмент / А.В. Трачук, Н.В. Линдер // Влияние технологий индустрии 4.0 на повышение производительности и трансформацию инновационного поведения промышленных компаний. – 2020. – Т. 11. – № 2. – С. 132–149.
394. Маркетинговое агентство TechTarget. How significant is AI's role in Industry 4.0? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/tip/How-significant-is-AIs-role-in-Industry-40> (дата обращения: 09.03.2023).
395. Сайт компании IBM. What is artificial intelligence (AI)? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence> (дата обращения: 13.03.2023).
396. Журнал Journal of Industrial Integration and Management / М. Джавид [и др.] // Artificial Intelligence Applications for Industry 4.0: A Literature-Based Study. – 2022. – Т. 7. – № 1. – С. 83–111.
397. Портал компании Intel. What Is Machine Vision? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.intel.com/content/www/us/en/manufacturing/what-is-machine-vision.html> (дата обращения: 09.03.2023).
398. Медиа-платформа Industry Today. How Speech Technology Is Optimizing Factory Lines [Электронный ресурс]. – URL: <https://industrytoday.com/how-speech-technology-is-optimizing-factory-lines/> (дата обращения: 13.03.2023).
399. Портал корпорации Microsoft. Что такое интеллектуальная обработка документов? [Электронный ресурс]. – URL: <https://powerautomate.microsoft.com/ru-ru/intelligent-document-processing/> (дата обращения: 10.03.2023).
400. Журнал Procedia CIRP / М. Карл Мэй [и др.] // Applying Natural Language Processing in Manufacturing. – 2022. – № 115. – С. 184–189.

401. Проект исследований и экспертного взаимодействия в сфере понятийного аппарата и предметной рамки CDTOWiki. Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений [Электронный ресурс]. – URL: [https://cdto.wiki/Нейротехнологии_и_Искусственный_интеллект_\(ИИ\)/Системы_поддержки_принятия_решений](https://cdto.wiki/Нейротехнологии_и_Искусственный_интеллект_(ИИ)/Системы_поддержки_принятия_решений) (дата обращения: 10.03.2023).
402. Сайт инжиниринговой компании Ennomotive. Artificial Intelligence and Robotics in the Manufacturing Industry [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ennomotive.com/artificial-intelligence-robotics/> (дата обращения: 09.03.2023).
403. Новостное агентство EEWb. Artificial Intelligence for Industry 4.0 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.eeweb.com/artificial-intelligence-for-industry-4-0/> (дата обращения: 09.03.2023).
404. Сайт компании-интегратора цифровых решений Tulip. Machine Learning in Manufacturing: An Introduction to Industrial AI [Электронный ресурс]. – URL: <https://tulip.co/blog/machine-learning-in-manufacturing-an-introduction-to-industrial-ai/> (дата обращения: 13.03.2023).
405. А. Джамвал. Международный журнал управления информацией Data Insights / А. Джамвал, Р. Агравал, М. Шарма // Deep learning for manufacturing sustainability: Models, applications in Industry 4.0 and implications. – 2022. – Т. 2. – № 2. – С. 1-13.
406. Сайт компании IBM. What is a neural network? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ibm.com/topics/neural-networks> (дата обращения: 13.03.2023).
407. Отчет исследовательской, консультационной и аналитической компании Markets and Markets. Artificial Intelligence in Manufacturing Market [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-manufacturing-market-72679105.html> (дата обращения: 13.03.2023).
408. Исследование консалтинговой компании McKinsey & Company. The state of AI in 2022 – and a half decade in review [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2022-and-a-half-decade-in-review> (дата обращения: 13.03.2023).
409. Опрос консалтинговой и аудиторской компании Deloitte. Deloitte Survey on AI Adoption in Manufacturing [Электронный ресурс]. – URL: <https://www2.deloitte.com/cn/en/pages/consumer-industrial-products/articles/ai-manufacturing-application-survey.html> (дата обращения: 13.03.2023).
410. Автономная некоммерческая организация «Цифровая экономика». АНО «Цифровая экономика» изучила лучшие практики внедрения ИИ в российскую обрабатывающую промышленность [Электронный ресурс]. – URL: <https://data-economy.ru/news/tpost/zfbdoavnco1-ano-tsifrovaya-ekonomika-izuchila-luchsh> (дата обращения: 14.03.2023).
411. Аналитический отчет Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации и МГУ имени М.В.Ломоносова. Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: <https://ai.gov.ru/upload/iblock/c16/xyvmsh4hgi850ninjqh90xi4t6yggu8c.pdf> (дата

обращения: 14.03.2023).

412. Московский Центр Карнеги. Развитие технологий искусственного интеллекта в России: цели и реальность [Электронный ресурс]. – URL: <https://carnegiemoscow.org/2020/07/07/ru-pub-82173> (дата обращения: 14.03.2023).
413. Агентство новостей и финансовой информации Reuters. Южная Корея первой развернула услуги 5G, опередив США и Китай [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.reuters.com/article/southkorea-5g-idUSL3N21K114> (дата обращения: 06.03.2023).
414. Европейская обсерватория 5G. Обзор коммерческих запусков 5G [Электронный ресурс]. – URL: <https://5gobservatory.eu/overview-5g-commercial-launches/> (дата обращения: 06.03.2023).
415. Портал EE, Times. Частные сети будут способствовать развитию промышленного интернета вещей [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.eetimes.com/private-5g-networks-expected-to-boost-industrial-iot/> (дата обращения: 06.03.2023).
416. Электронный журнал ZDNET. Цифровая трансформация: руководство CXO [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.zdnet.com/article/survey-despite-steady-growth-in-digital-transformation-initiatives-companies-face-budget-and-buy-in/> (дата обращения: 06.03.2023).
417. Корпорация Microsoft. Промышленные тренды 2019 [Электронный ресурс]. – URL: <https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/EN-US-CNTNT-Report-2019-Manufacturing-Trends.pdf> (дата обращения: 06.03.2023).
418. Компания Nexus Integra. Последние тренды промышленной трансформации [Электронный ресурс]. – URL: <https://nexusintegra.io/the-latest-trends-in-industrial-digital-transformation/> (дата обращения: 06.03.2023).
419. База данных Orbit Intelligence. Patent Metrics – Value metrics [Электронный ресурс]. – URL: <https://intelligence.help.questel.com/en/support/solutions/articles/77000473131-patent-metrics-value-metrics> (дата обращения: 25.04.2023).
420. Институт региональных исследований Силиконовой долины. Венчурные инвестиции: Силиконовая долина и Сан-Франциско [Электронный ресурс]. – URL: <https://siliconvalleyindicators.org/data/economy/innovation-entrepreneurship/private-equity/venture-capital-investment/> (дата обращения: 06.03.2023).
421. Новостной портал РБК. Дефицит ИТ-мозгов: как Россия решает проблему кадрового голода в отрасли [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rbc.ru/economics/28/07/2022/62e12c929a794747597da279> (дата обращения: 23.06.2023).
422. Деловая газета The Korea Economic Daily. В Fortune 500 всего 16 корейских компаний: исследование [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kedglobal.com/leadership-management/newsView/ked202212230007> (дата обращения: 06.03.2023).

423. Российская Федерация. ГК РФ Статья 1350. Условия патентоспособности изобретения [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629/4b30fa7ca4e5733597a1bc9b2b12351cc5c430e6/.
424. Деловая газета Ведомости. Еще один крупнейший авиаконцерн откажется от российского титана [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/12/02/953409-aviakontsern-otkazhetsya-titana> (дата обращения: 06.03.2023).
425. Содружество авиационных экспертов Aviation Explorer. О партнёрстве России с Airbus [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.aex.ru/docs/6/2011/8/8/1388/> (дата обращения: 06.03.2023).
426. Счетная палата Российской Федерации. Анализ государственной программы «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», 2021 год [Электронный ресурс]. – URL: <https://ach.gov.ru/upload/pdf/budget/gp-2020/ГП-16%20Развитие%20промышленности%20и%20повышение%20ее%20конкурентоспособности.pdf> (дата обращения: 27.03.2023).
427. Правительство РФ. Постановление Правительства РФ от 24 ноября 2022 года №2131 [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/docs/47148/> (дата обращения: 20.04.2023).
428. Реестр НТИ1000. Профиль компании ООО «АЛАН ИТ» [Электронный ресурс]. – URL: <https://nti1000.leader-id.ru/companies/7606074282/> (дата обращения: 20.04.2023).
429. Реестр «НТИ 1000». ООО «АДЕПТИК ПЛЮС» [Электронный ресурс]. – URL: <https://web.archive.org/web/20210923022108/https://nti1000.leader-id.ru/companies/3017062650/> (дата обращения: 30.05.2023).
430. Реестр «НТИ 1000». ООО «ИЭС» [Электронный ресурс]. – URL: <https://web.archive.org/web/20210926032131/https://nti1000.leader-id.ru/companies/7703431363/> (дата обращения: 30.05.2023).
431. Реестр НТИ1000. Профиль компании ООО «ИНТЕЛЛИДЖЕНТ АЙДИАС» [Электронный ресурс]. – URL: <https://nti1000.leader-id.ru/companies/7704792718/> (дата обращения: 20.04.2023).
432. Информационное агентство РБК Компании. Развитие рынка дополненной реальности: взгляд в будущее [Электронный ресурс]. – URL: <https://companies.rbc.ru/news/ugOUllbnZf/razvitie-ryinka-dopolnenoj-realnosti-vzglyad-v-budushee/> (дата обращения: 29.05.2023).
433. Новостной портал РБК. Минпромторг задумался о создании консорциума для экспорта ИТ-решений [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/10/02/2023/63e4e7ec9a7947261c2dbd65?from=newsfeed?utm_source=telegram&utm_medium=messenger (дата обращения: 24.04.2023).

434. КАИРИС: Качество, аудиты и риски [Электронный ресурс]. – URL: <https://finexcons.ru/kairis/> (дата обращения: 29.06.2023).
435. ИНТЕЛЛИДЖЕНТ АЙДИАС | Участник проекта «Сколково» [Электронный ресурс]. – URL: <https://navigator.sk.ru/orn/1123316> (дата обращения: 29.06.2023).
436. THE RACE FOR DIGITAL OPERATIONS TRANSFORMATION. The time for experimenting is over [Электронный ресурс]. – URL: www.accenture.com/_acnmedia/PDF-139/Accenture-The-Race-for-Digital-Operations-Transformation.pdf (дата обращения: 06.06.2023).
437. Постановление Правительства Российской Федерации от 19.09.2022 г. № 1658 «О типовых условиях контрактов, заключаемых в целях выполнения государственного оборонного заказа, и о внесении изменений в Положение о примерных условиях государственных контрактов (контрактов) по государственному оборонному заказу» [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/docs/all/143182/> (дата обращения: 06.06.2023).
438. ISO/IEC TR 24028:2020 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/67138> (дата обращения: 29.04.2023).
439. ISO/IEC TR 24027:2021 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/71949> (дата обращения: 29.04.2023).
440. ISO/IEC TR 24372:2021 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/72859> (дата обращения: 29.04.2023).
441. ISO/IEC TR 24372:2021 Информационная технология. Искусственный интеллект (AI). Обзор вычислительных методов для систем искусственного интеллекта – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=6878182> (дата обращения: 29.04.2023).
442. ISO/IEC TR 24030:2021 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/68996>.
443. ISO/IEC TR 24030:2021 Информационная технология. Искусственный интеллект (AI). Варианты использования – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=6854401> (дата обращения: 29.04.2023).
444. ISO/IEC TR 24029-1:2021 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/68715> (дата обращения: 29.04.2023).
445. ISO/IEC TS 4213:2022 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/79567> (дата обращения: 29.04.2023).
446. ISO/IEC TS 4213:2022 Информационная технология. Искусственный интеллект. Оценка эффективности классификации машинного обучения – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=7069081> (дата обращения: 29.04.2023).
447. Artificial intelligence: getting ML classification models right | IEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iec.ch/blog/artificial-intelligence-getting-ml-classification-models-right> (дата

обращения: 29.04.2023).

448. ISO/IEC 22989:2022 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/77839> (дата обращения: 29.04.2023).
449. ISO/IEC TR 24368:2022 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/78464> (дата обращения: 29.04.2023).
450. ISO/IEC TR 24368:2022 Информационная технология. Искусственный интеллект. Обзор этических и социальных проблем – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=7068074> (дата обращения: 29.04.2023).
451. ISO/IEC 23053:2022 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/77056> (дата обращения: 29.04.2023).
452. AR/VR | IEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iec.ch/taxonomy/term/349> (дата обращения: 29.04.2023).
453. ISO/IEC 24668:2022 - Information technology — Artificial intelligence — Process management framework for big data analytics [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/78368.html> (дата обращения: 28.04.2023).
454. ГОСТ Р ИСО/МЭК 24668-2022 Информационные технологии. Искусственный интеллект. Структура управления процессами аналитики больших данных – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=7069637> (дата обращения: 28.04.2023).
455. ISO/IEC 23894:2023 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/82914> (дата обращения: 29.04.2023).
456. ISO/IEC 18039:2019 - Information technology — Computer graphics, image processing and environmental data representation — Mixed and augmented reality (MAR) reference model | ISO [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/30824.html> (дата обращения: 29.04.2023).
457. ISO/IEC 18039 Information technology — Computer graphics, image processing and environmental data representation — Mixed and augmented reality (MAR) reference model | IEC [Электронный ресурс]. – URL: https://webstore.iec.ch/preview/info_isoiec18039%7Bed1.0%7Den.pdf (дата обращения: 29.04.2023).
458. ISO/IEC 18039:2019 Информационная технология. Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде. Эталонная модель смешанной и дополненной реальности (MAR) – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=6447710> (дата обращения: 29.04.2023).
459. ISO/IEC 18040:2019 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/65241> (дата обращения: 29.04.2023).

460. ISO/IEC 18040:2019 Информационная технология. Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде. Представление реальных актеров и объектов в смешанной и дополненной реальности (MAR) – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=6453642> (дата обращения: 29.04.2023).
461. ISO/IEC 18038:2020 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/66911> (дата обращения: 29.04.2023).
462. ISO/IEC 18038:2020 Информационные технологии. Компьютерная графика обработка изображений и представление данных об окружающей среде. Представление сенсоров в смешанной и дополненной реальности – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=6527603> (дата обращения: 29.04.2023).
463. ISO/IEC TS 23884:2021 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/72704> (дата обращения: 29.04.2023).
464. ISO/IEC TS 23884:2021 Информационная технология. Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде. Представление свойств материала и параметров для тактильного моделирования объектов на основе моделей в виртуальной, смешанной и дополненной реальности (VR/MAR) – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=6877783> (дата обращения: 29.04.2023).
465. ISO/IEC 23488:2022 | IEC Webstore [Электронный ресурс]. – URL: <https://webstore.iec.ch/publication/75941> (дата обращения: 29.04.2023).
466. ISO/IEC 23488:2022 Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде. Представление объектов/окружающей среды для рендеринга на основе изображений в виртуальной/смешанной и дополненной реальности (VR/MAR) – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=6900264> (дата обращения: 29.04.2023).
467. ISO/IEC 23000-13:2017 – Information technology – Multimedia application format (MPEG-A) — Part 13: Augmented reality application format [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/69465.html> (дата обращения: 29.04.2023).
468. ISO/IEC 23000-13:2017 Информационная технология. Формат мультимедиа-приложений (MPEG-A). Часть 13. Формат приложений расширенной реальности – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=6342208> (дата обращения: 29.04.2023).
469. ISO/IEC 14772-2:2004 – Information technology — Computer graphics and image processing — The Virtual Reality Modeling Language (VRML) — Part 2: External authoring interface (EAI) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iso.org/standard/30893.html> (дата обращения: 29.04.2023).
470. ISO/IEC 14772-2:2004 Информационные технологии. Компьютерная графика и обработка

- изображений. Язык моделирования виртуальной реальности (VRML). Часть 2. Авторский интерфейс внешнего устройства(EAI) – ФГБУ «Институт стандартизации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=3618028> (дата обращения: 29.04.2023).
471. U4SSC - Deliverable - Accelerating city transformation using frontier technologies | ITU [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/pub/T-TUT-SMARTCITY-2020-53> (дата обращения: 25.04.2023).
 472. Proceedings of ITU Kaleidoscope 2018: Machine learning for a 5G future [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/pub/T-PROC-KALEI-2018> (дата обращения: 25.04.2023).
 473. ITU-T Focus Groups [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/Pages/default.aspx> (дата обращения: 25.04.2023).
 474. AI Repository | ITU [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/en/ITU-T/AI/Pages/ai-repository.aspx> (дата обращения: 25.04.2023).
 475. FG-AI4EE D.WG2-03 - Requirements on energy efficiency measurement models and the role of AI and big data | ITU [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/pub/T-FG-AI4EE-2021-D.WG2.03> (дата обращения: 25.04.2023).
 476. FG-AI4EE D.WG3-03 - Data centre energy-saving: Application of AI technology in improving energy efficiency of telecom equipment rooms and Internet data centre infrastructure | ITU [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/pub/T-FG-AI4EE-2021-D.WG3.03> (дата обращения: 25.04.2023).
 477. XSTR-SEC-AI - Guidelines for security management of using artificial intelligence technology | ITU [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/pub/T-TUT-ICTS-2022> (дата обращения: 25.04.2023).
 478. FIGI - DFS - Big data machine learning consumer protection and privacy | ITU [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/pub/T-TUT-DFS-2022-1> (дата обращения: 25.04.2023).
 479. FGA14AD-01 - Automated driving safety data protocol - Specification | ITU [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/pub/T-FG-AI4AD-2022> (дата обращения: 25.04.2023).
 480. FG-AI4EE-D.WG2-04 - Effective use cases on artificial intelligence for smart sustainable cities | ITU [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/pub/T-FG-AI4EE-2022-D.WG2.04> (дата обращения: 25.04.2023).
 481. FG-AI4EE-D.WG1-08 - Driving AI-IoT design towards the UN sustainable development goals (SDGs) | ITU [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/pub/T-FG-AI4EE-2022-D.WG1.08> (дата обращения: 25.04.2023).
 482. FG-AI4EE D.WG1-10 - Guidelines on the use of digital twins of cities and communities for better climate change mitigation solutions | ITU [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/pub/T-FG-AI4EE-2022-D.WG1.10> (дата обращения: 25.04.2023).
 483. CEN-CENELEC Focus Group Report: Road Map on Artificial Intelligence (AI) [Электронный

- ресурс]. – URL: https://www.cencenelec.eu/media/CEN-CENELEC/AreasOfWork/CEN-CENELEC_Topics/Artificial%20Intelligence/Quicklinks%20General/Documentation%20and%20Materials/cen-clc_fgreport_roadmap_ai.pdf (дата обращения: 23.03.2023).
484. CEN-CENELEC response to the EC White Paper on AI [Электронный ресурс]. – URL: https://www.cencenelec.eu/media/CEN-CENELEC/Areas%20of%20Work/CEN%20sectors/Digital%20Society/Emerging%20technologies/cen-clc_ai_fg_white-paper-response_final-version_june-2020.pdf (дата обращения: 23.03.2023).
485. Artificial Intelligence – CEN-CENELEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cencenelec.eu/areas-of-work/cen-cenelec-topics/artificial-intelligence/> (дата обращения: 23.03.2023).
486. White Paper on Artificial Intelligence: a European approach to excellence and trust | European Commission [Электронный ресурс]. – URL: https://commission.europa.eu/document/d2ec4039-c5be-423a-81ef-b9e44e79825b_en (дата обращения: 23.03.2023).
487. Work Programme 2023 CEN-CENELEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cencenelec.eu/media/CEN-CENELEC/News/Publications/2023/workprog2023.pdf> (дата обращения: 23.03.2023).
488. CEN and CENELEC Work Programme 2023 – CEN-CENELEC [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.cencenelec.eu/news-and-events/news/2023/publications/2023-02-01-cen-and-cenelec-work-programme-2023/?Sectors\[\]=6899](https://www.cencenelec.eu/news-and-events/news/2023/publications/2023-02-01-cen-and-cenelec-work-programme-2023/?Sectors[]=6899) (дата обращения: 23.03.2023).
489. Emerging technologies – CEN-CENELEC [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cencenelec.eu/areas-of-work/cen-sectors/digital-society-cen/emerging-technologies/> (дата обращения: 23.03.2023).
490. CEN – CEN/CLC/JTC 21 Structure [Электронный ресурс]. – URL: https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=205:29:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:2916257,25&cs=1827B89DA69577BF3631EE2B6070F207D#1 (дата обращения: 23.03.2023).
491. CEN – CEN/CLC/JTC 21 Work programme [Электронный ресурс]. – URL: https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=205:22:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:2916257,25&cs=1827B89DA69577BF3631EE2B6070F207D (дата обращения: 23.03.2023).
492. ETSI – Artificial Intelligence | AI | Standards [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etsi.org/technologies/artificial-intelligence> (дата обращения: 27.03.2023).
493. ETSI – ETSI launches specification group on Securing Artificial Intelligence [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etsi.org/newsroom/press-releases/1650-2019-10-etsi-launches-specification-group-on-securing-artificial-intelligence> (дата обращения: 27.03.2023).
494. ETSI White Paper No. #34 Artificial Intelligence and future directions for ETSI 2020 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi_wp34_Artificial_Intelligence_and_future_directions_for_ETSI.pdf (дата обращения: 27.03.2023).
495. ETSI – Our group Securing Artificial Intelligence (SAI) [Электронный ресурс]. – URL:

- <https://www.etsi.org/committee/1640-sai> (дата обращения: 27.03.2023).
496. ETSI - Best Security Standards | ETSI Security Standards [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etsi.org/technologies/securing-artificial-intelligence> (дата обращения: 07.06.2023).
 497. ETSI - ETSI Releases first Report on the Role of Hardware in the Security of AI [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etsi.org/committee?id=2061> (дата обращения: 27.03.2023).
 498. ETSI - ETSI releases Mitigation Strategy Report on Securing Artificial Intelligence [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etsi.org/committee?id=1927> (дата обращения: 27.03.2023).
 499. ETSI - ETSI Report Paves the Way for First World Standards in Securing Artificial Intelligence [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etsi.org/newsroom/press-releases/1871-2021-01-etsi-report-paves-the-way-for-first-world-standards-in-securing-artificial-intelligence> (дата обращения: 27.03.2023).
 500. GR SAI 006 - V1.1.1 - Securing Artificial Intelligence (SAI); The role of hardware in security of AI [Электронный ресурс]. – URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_gr/SAI/001_099/006/01.01.01_60/gr_SAI006v010101p.pdf (дата обращения: 27.03.2023).
 501. ETSI - ETSI's Activities in Artificial Intelligence: Read our New White Paper [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etsi.org/newsroom/press-releases/2167-etsi-s-activities-in-artificial-intelligence-read-our-new-white-paper> (дата обращения: 27.03.2023).
 502. ETSI - ETSI Technology Radar [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etsi.org/technologies/technology-radar> (дата обращения: 27.03.2023).
 503. ETSI - Our group Augmented Reality Framework (ARF) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etsi.org/committee/1420-arf> (дата обращения: 27.03.2023).
 504. ETSI - Augmented Reality (AR) - Augmented Reality Solutions [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etsi.org/technologies/augmented-reality> (дата обращения: 27.03.2023).
 505. ETSI - ETSI signs MoUs with Khronos and OARC for Augmented Reality [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etsi.org/newsroom/news/1771-2020-06-etsi-signs-mous-with-khronos-and-oarc-for-augmented-reality> (дата обращения: 27.03.2023).
 506. ETSI - Activity Report ARF [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etsi.org/committee-activity/activity-report-arf> (дата обращения: 27.03.2023).
 507. Artificial Intelligence - SAE Standards Works [Электронный ресурс]. – URL: <https://standards-works.sae.org/standards-committees/artificial-intelligence> (дата обращения: 24.04.2023).
 508. G-34 Artificial Intelligence in Aviation - SAE Standards Works [Электронный ресурс]. – URL: <https://standardsworks.sae.org/standards-committees/g-34-artificial-intelligence-aviation> (дата обращения: 24.04.2023).
 509. AIR6988: Artificial Intelligence in Aeronautical Systems: Statement of Concerns - SAE

- International [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sae.org/standards/content/air6988/> (дата обращения: 24.04.2023).
510. Draft Standards National Action Plan 2022 Bureau of Indian Standards [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bis.gov.in/wp-content/uploads/2022/11/SNAP-2022-Ver-1-with-Annex-A.pdf> (дата обращения: 24.04.2023).
511. SABS - Standards - Technical committees [Электронный ресурс]. – URL: https://www.sabs.co.za/Standardss/standards_tech1.asp (дата обращения: 03.04.2023).
512. Информационный портал ICT.Moscow. Перспективы и проблемы использования технологий Искусственного интеллекта в регионах Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <https://ict.moscow/research/perspektivy-i-problemy-ispolzovaniia-tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-v-regionakh-rossiiskoi-federatsii/> (дата обращения: 19.04.2023).
513. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Вовлечение регионов в разработку цифровых технологий [Электронный ресурс]. – URL: <https://issek.hse.ru/news/513322514.html> (дата обращения: 19.04.2023).
514. «Киберфизические системы», отчет, 2022 год [Электронный ресурс]. – URL: <https://technet-nti.ru/article/otchet-kiberfizicheskie-sistemy> (дата обращения: 19.04.2023).