



**ПОЛИТЕХ**  
Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого



**Технет**  
Национальная  
технологическая  
инициатива | Передовые  
производственные  
технологии



**НЦМУ**  
ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ



**ЦИФРОВОЙ  
ИНЖИНИРИНГ**  
ПИШ СПбПУ



**ПОЛИТЕХ**  
Центр Национальной  
технологической инициативы  
Новые производственные технологии

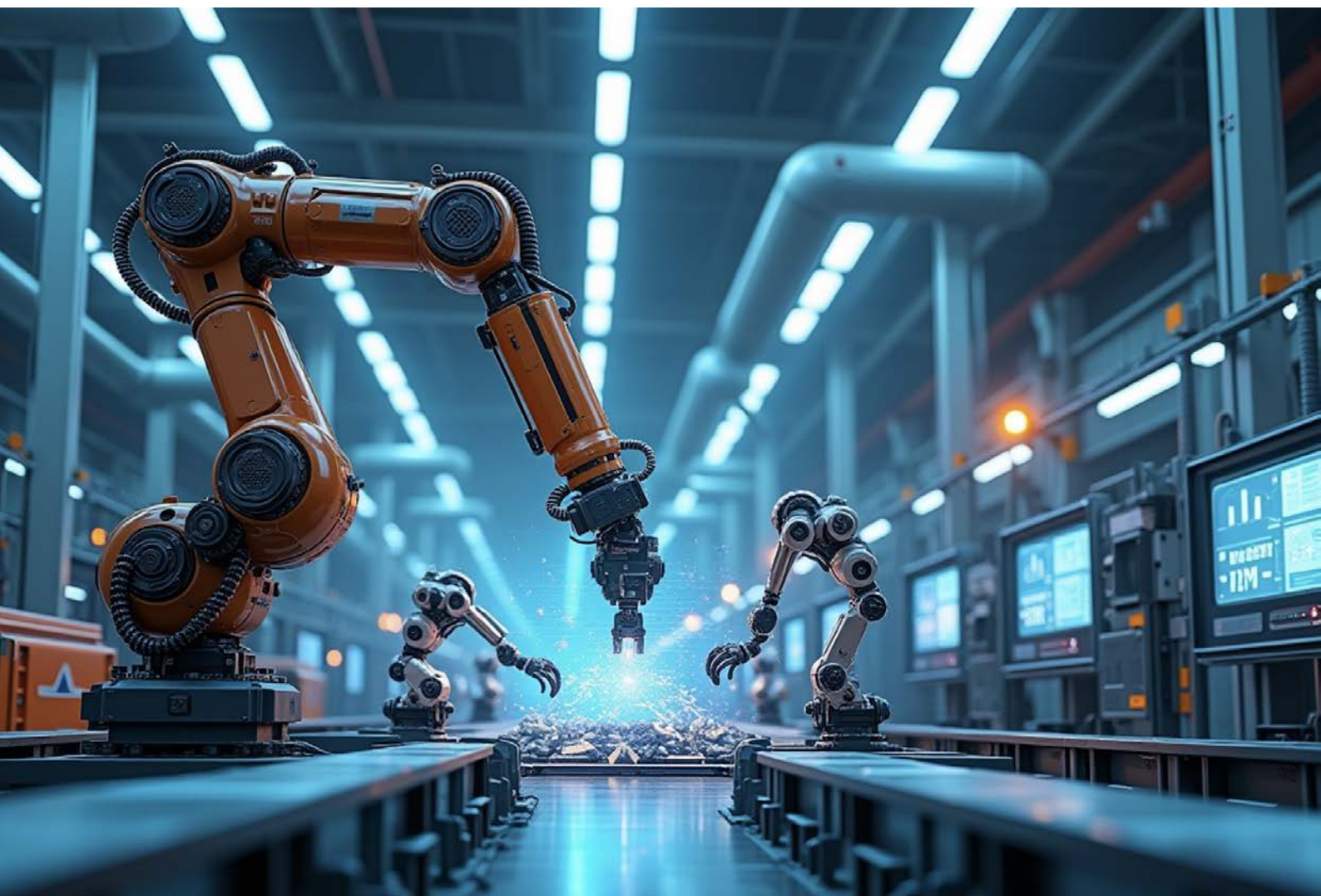


**CML**  
ЦЕНТР  
КОМПЬЮТЕРНОГО  
ИНЖИНИРИНГА СПбПУ

**CompMechLab**

# ПЕРСПЕКТИВЫ И СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ В 2024 ГОДУ

ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД





**ПОЛИТЕХ**  
Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого



**Технет**  
Национальная  
технологическая  
инициатива | Передовые  
производственные  
технологии



**НЦМУ**  
ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ



**ЦИФРОВОЙ  
ИНЖИНИРИНГ**  
ПИШ СПбПУ



**ПОЛИТЕХ**  
Центр Национальной  
технологической инициативы  
Новые производственные технологии



**CML** ЦЕНТР  
КОМПЬЮТЕРНОГО  
ИНЖИНИРИНГА СПбПУ  
**CompMechLab**

ПЕРСПЕКТИВЫ И СЦЕНАРИИ  
РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ  
В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ  
В 2024 ГОДУ

ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД

Монография



**ПОЛИТЕХ-ПРЕСС**  
Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

Санкт-Петербург  
2024

ББК 32.816  
П26

Рецензенты:

Заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор,  
профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

*И. Л. Туккель*

Доктор физико-математических наук,  
директор Института робототехники и компьютерного зрения Университета Иннополис

*А. В. Малолетов*

Авторы:

А. И. Боровков, Л. А. Щербина, Е. Р. Мартынец, Ю. А. Рябов,  
К. В. Кукушкин, А. М. Трапезникова, Л. А. Нездоймышапко

**Перспективы и сценарии развития промышленной робототехники в рамках направления «Технет» НТИ в 2024 году. Экспертно-аналитический доклад :** монография / А. И. Боровков [и др.] ; под ред. А. И. Боровкова. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 122 с.

Содержит результаты исследования, посвященного трендам и сценариям развития рынка промышленной робототехники в 2024 году. В монографии рассмотрены общие характеристики изучаемого рынка, основные игроки и их новые крупные проекты, а также ключевые технологии, применяемые мировыми лидерами, и направления научных исследований и разработок. Представлен анализ нормативного правового регулирования развития рынка промышленной робототехники, а также национального и международного нормативно-технического ландшафта.

Подготовлена Инфраструктурным центром «Технет» (передовые производственные технологии) Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

На обложке – изображение, созданное на основе запроса с ключевыми словами «industrial robots», «manufacturing processes», «robotic arms» с помощью приложения Midjourney, которое позволяет генерировать уникальные рисунки по фотографиям и ключевым словам с помощью нейросети.

Печатается по решению  
Совета по издательской деятельности Ученого совета  
Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

ISBN 978-5-7422-8877-0

© Боровков А. И., научное редактирование, 2024  
© Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого, 2024



# NTI TECHNET'S INDUSTRIAL ROBOTICS MARKET IN 2024: PROSPECTS AND SCENARIOS

AN EXPERT AND RESEARCH REPORT

Monograph



Saint Petersburg  
2024

Reviewed by:

*I. L. Tukkel*, Professor of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
Doctor of Sciences in Engineering, holder of the Honored Scientist  
of the Russian Federation honorary title

*A. V. Maloletov*, Director of the Innopolis University Institute of Robotics and Computer Vision,  
Doctor of Sciences in Physics and Mathematics

Authored by:

A. I. Borovkov, L. A. Shcherbina, E. R. Martynets, Yu. A. Ryabov,  
K. V. Kukushkin, A. M. Trapeznikova, L. A. Nezdoinyshapko

**NTI Technet's Industrial Robotics Market in 2024: Prospects and Scenarios.  
An Expert and Research Report** : monograph / A. I. Borovkov [et al.] ; ed. by A. I. Borovkov. –  
St. Petersburg : POLYTECH-PRESS, 2024. – 122 p.

This monograph provides analysis and insight on the industrial robotics market in 2024. It gives a general market description and features key market players, their products and services, as well as their business models and M&A transactions. A separate section explores industrial robotics R&D, highlighting key technologies employed by leading global companies. The authors also examine the relevant legislative and regulatory framework together with national and international standards.

This monograph has been prepared by the National Technology Initiative's Technet Infrastructure Center at Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.

Front cover image: Created using the Midjourney app, which employs neural networks to generate unique artwork from photos and keywords. The image was generated using the keywords "industrial robots", "manufacturing processes", and "robotic arms".

Approved for printing by the Publishing Council of the  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University Academic Council.

**ISBN 978-5-7422-8877-0**

© Borovkov A. I., scientific editing, 2024  
© Peter the Great  
St. Petersburg Polytechnic University, 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК РИСУНКОВ .....	7
СПИСОК ТАБЛИЦ.....	9
ВВЕДЕНИЕ .....	10
<b>ГЛАВА 1. РЫНОК ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНЕТ» НТИ.....</b>	<b>12</b>
1.1. Основные сегменты рынка.....	12
1.2. Емкость рынка/сегмента.....	13
1.3. Темпы роста рынка/сегмента.....	14
1.4. Жизненный цикл отрасли/рынка, стадия зрелости.....	15
1.5. Тренды.....	15
<b>ГЛАВА 2. БАРЬЕРЫ, РИСКИ И НОРМАТИВНОЕ ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РЫНКА ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНЕТ» НТИ .....</b>	<b>23</b>
2.1. Барьеры.....	23
2.2. Риски.....	24
2.3. Нормативное правовое регулирование, в том числе анализ государственных программ поддержки по НИР и НИОКР.....	25
2.4. Национальный и международный нормативно-технический ландшафт.....	34
<b>ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ИГРОКИ И ПРОЕКТЫ НА РЫНКЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ.....</b>	<b>44</b>
3.1. Основные игроки: количество, рыночные доли, описание продуктов и разработок.....	44
3.2. Оценка успешных бизнес-моделей и лучших практик.....	49
3.3. Инвестиции, сделки M&A, кооперация.....	53
3.4. Новые крупные проекты: участники, планы, суммы привлеченных инвестиций.....	58
3.5. Причины закрытия неудавшихся проектов.....	60
<b>ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ НА РЫНКЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ.....</b>	<b>63</b>
4.1. Основные технологии, применяемые на рынке.....	63
4.2. Обзор ключевых научных разработок в России и мире по результатам библиометрического и патентного анализа.....	65

<b>ГЛАВА 5. ПОКАЗАТЕЛИ ПО КОМПАНИЯМ «ТЕХНЕТ» НТИ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИМСЯ НА РАЗРАБОТКЕ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ, ВОВЛЕЧЕННЫМ В РЕАЛИЗАЦИЮ НАПРАВЛЕНИЯ НТИ .....</b>	<b>75</b>
5.1. Количество компаний НТИ.....	75
5.2. Краткое описание продуктов и услуг компаний НТИ.....	76
5.3. Объемы выручки от продажи продуктов и услуг компаний НТИ в рамках сегментов направления НТИ.....	82
5.4. Количество компаний НТИ, имеющих экспортную выручку по направлению.....	83
5.5. Объем экспортной выручки компаний НТИ.....	83
5.6. Количество прав на РИД, зарегистрированных компаниями НТИ.....	84
5.7. Количество реализуемых проектов по отдельному направлению НТИ.....	85
<b>БИБЛИОГРАФИЯ .....</b>	<b>87</b>

## СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 1. Показатели рынка промышленной робототехники в 2023 году.....	10
Рисунок 2. Сегментация мирового рынка промышленной робототехники по типу роботов, 2022 год.....	12
Рисунок 3. Объем мирового рынка промышленной робототехники по оценкам аналитических компаний в 2023 году, млрд долл. ....	13
Рисунок 4. Прогноз развития мирового рынка промышленной робототехники в 2022–2034 гг., млрд долл. ....	14
Рисунок 5. Географическая сегментация мирового рынка промышленной робототехники, 2023 год.....	16
Рисунок 6. Прогноз географической сегментации рынка промышленной робототехники по странам Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) на 2029 год.....	17
Рисунок 7. Плотность роботов: количество установленных роботов на 10 000 сотрудников по странам, 2022 год.....	18
Рисунок 8. Плотность роботов: количество установленных роботов по отраслям на 1000 сотрудников в мире в период с 2021 по 2023 год.....	19
Рисунок 9. Основные характеристики рынка промышленной робототехники в странах-лидерах и странах-участницах межгосударственного объединения БРИКС.....	26
Рисунок 10. Объем общей выручки и выручки по направлению робототехники основных игроков рынка промышленной робототехники за 2022–2023 гг. (млрд долл.).....	49
Рисунок 11. Основные бизнес-модели деятельности компаний на рынке промышленной робототехники.....	50
Рисунок 12. Количество действующих патентов в области промышленной робототехники, ед., 2015–2024 гг. ....	65
Рисунок 13. Количество действующих патентов в области промышленной роботизации по странам, ед., 2015–2024 гг.....	66
Рисунок 14. Количество действующих патентов в области промышленной робототехники по компаниям по миру, ед. 2015–2024 гг.....	66
Рисунок 15. Наиболее часто встречающиеся коды международной патентной классификации в области промышленной робототехники.....	67
Рисунок 16. Топ-5 доминирующих тематик в патентах по промышленной робототехнике, полученных по результатам применения BERT-модели, ед., 2015–2024 гг. ....	68
Рисунок 17. Динамика изменения количества научных публикаций в области промышленной робототехники, ед., 2015–2024 гг. ....	70
Рисунок 18. Количество научных публикаций в области промышленной робототехники по странам, ед., 2015–2024 гг.....	71



Рисунок 19. Топ-5 доминирующих тематик научных публикаций по промышленной робототехнике, полученных по результатам применения BERT-модели, ед., 2015–2024 гг.....	72
Рисунок 20. Общая выручка компаний НТИ, специализирующихся на разработке решений в области промышленной робототехники (2019–2023 гг., млрд руб.).....	82
Рисунок 21. Средняя выручка компаний НТИ, специализирующихся на разработке решений в области промышленной робототехники (2019–2023 гг., млн руб.).....	83
Рисунок 22. Количество прав на РИД, зарегистрированных компаниями НТИ, реализующими деятельность в области промышленной робототехники.....	85

## СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Отраслевая сегментация мирового рынка промышленной робототехники, 2022–2023 гг. ....	16
Таблица 2. Прогнозные значения объема рынка и темпов роста рынка промышленной робототехники в отдельных странах к 2033 году.....	18
Таблица 3. Перечень глобальных трендов в области промышленной робототехники согласно Международной федерации робототехники за период 2022–2024 гг. ....	20
Таблица 4. Краткое описание государственных программ поддержки НИР и НИОКР в области промышленной робототехники .....	26
Таблица 5. Описание деятельности международных, зарубежных и отечественных организаций, осуществляющих нормативно-техническое регулирование в области промышленной робототехники.....	34
Таблица 6. Обзор основных игроков рынка промышленной робототехники.....	45
Таблица 7. Обзор основных соглашений о партнерстве и кооперации основных игроков рынка промышленной робототехники .....	56
Таблица 8. Описание новых крупных проектов на рынке промышленной робототехники.....	58
Таблица 9. Основные технологии, применяемые на рынке промышленной робототехники.....	63
Таблица 10. Наиболее цитируемые и актуальные зарегистрированные в 2015–2024 годах международные и российские патенты в области промышленной робототехники... ..	68
Таблица 11. Научные статьи в области промышленной робототехники, опубликованные иностранными и российскими исследователями в 2015–2024 годах.....	72
Таблица 12. Краткое описание продуктов и услуг компаний НТИ, специализирующихся на разработке решений в области промышленной робототехники.....	76

## ВВЕДЕНИЕ

Экспертно-аналитический доклад «Перспективы и сценарии развития промышленной робототехники в рамках направления «Технет» НТИ в 2024 году» подготовлен Инфраструктурным центром по развитию направления Национальной технологической инициативы «Технет» (передовые производственные технологии) Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ). В рамках деятельности Инфраструктурного центра «Технет» СПбПУ предусмотрено проведение экспертно-аналитических исследований, посвященных отдельным передовым производственным технологиям, в частности, промышленной робототехнике.

Автоматизация всегда имела значение для промышленных предприятий с точки зрения производительности и экономической эффективности. Постепенное внедрение промышленной робототехники во многих отраслях промышленности позволило обеспечить стабильное качество работы и гибкость производственных процессов, минимизировать сроки изготовления деталей / изделий и сократить производственные расходы, а кроме того, минимизировать участие человека на вредных производствах и опасных участках.

Рисунок 1. Показатели рынка промышленной робототехники в 2023 году



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Международной федерации робототехники и аналитических компаний, 2024

Принимая во внимание важность робототехники для развития промышленности, разные страны мира реализуют государственные программы поддержки (в Китае «Robot +» [1], National Key R&D Program «Intelligent Robots» [2], в Республике Корея 4<sup>th</sup> Intelligent Robot Basic Plan [3], в Европейском союзе European Partnership on Artificial Intelligence, Data and Robotics [4] и другие). В России также поддерживается развитие промышленной робототехники на государственном уровне.

В целях достижения одной из национальных целей «Устойчивая и динамичная экономика» обозначена задача по вхождению Российской Федерации к 2030 году в число 25 ведущих стран мира по показателю плотности роботизации (Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года») [5]. Реализации данной задачи будет способствовать национальный проект «Развитие промышленной робототехники и автоматизации производства» [6], который проходит заключительные согласования в федеральных органах власти.

Экспертно-аналитический доклад состоит из пяти глав и отражает особенности рынка промышленной робототехники. Так, в первой главе отчета представлен анализ рынка промышленной робототехники, включая анализ географической и отраслевой сегментации и трендов, а также приведена оценка стадии зрелости рынка.

Во второй главе особое внимание уделено барьерам и рискам развития рынка промышленной робототехники, а также приведены результаты обзора основных направлений мировых и отечественных государственных программ поддержки научных исследований и разработок в рассматриваемой области и представлен национальный и международный нормативно-технический ландшафт.

В третьей главе рассмотрены рыночные игроки и проекты, реализуемые на рынке промышленной робототехники, проведен анализ бизнес-моделей основных игроков рынка. Кроме того, представлены новые проекты, выполняемые на рынке промышленной робототехники, в том числе в рамках реализации государственных инициатив и коопераций совместно с научно-исследовательскими институтами, а также выявлены причины закрытия неудавшихся проектов в области промышленной робототехники.

В перечень стран, рассмотренных в ходе анализа рынка и нормативно-правового регулирования, вошли Япония, Республика Корея, США, страны Европейского союза и некоторые страны, входящие в межгосударственное объединение БРИКС, в частности, Россия, Китай, Индия, ОАЭ.

Четвертая глава доклада содержит обзор основных технологий и разработок в области промышленной робототехники. Также представлены результаты библиометрического и патентного анализа разработок в мире и в России в рамках выявления ключевых тематик профильных исследований.

В пятой главе отчета представлен анализ показателей по компаниям «Технет» НТИ, специализирующимся на разработке решений в области промышленной робототехники.

Также экспертно-аналитический доклад содержит дайджест ключевых событий по тематике промышленной робототехники в рамках направления «Технет» НТИ в мире и в России.

Таким образом, каждая из пяти глав доклада отражает определенные аспекты развития рынка промышленной робототехники и содержит актуальные рыночные, нормативно-правовые и научно-технологические особенности рынка.

## ГЛАВА 1. РЫНОК ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНЕТ» НТИ

В данной главе представлен комплексный обзор мирового рынка промышленной робототехники, уровень развития которого является важным показателем, определяющим перспективы развития одного из сегментов направления «Технет» НТИ.

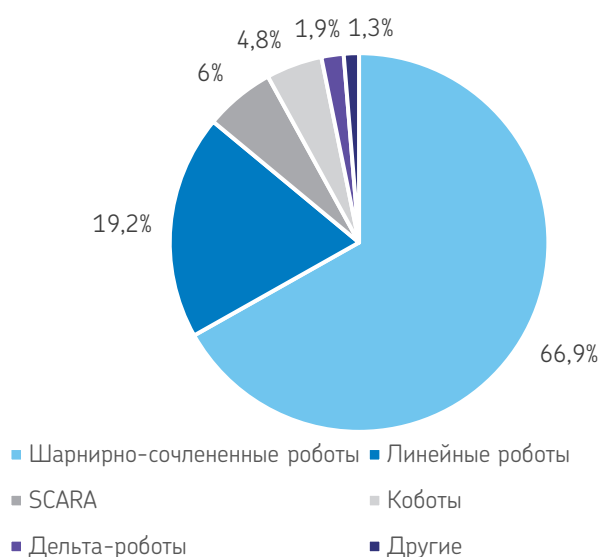
Глава содержит подробное описание мирового рынка промышленной робототехники, а также сегментов рынка, подлежащих анализу в ходе подготовки экспертно-аналитического доклада. Фокус исследования сосредоточен на описании таких характеристик рынка промышленной робототехники, как объем, темпы роста и ключевые тренды развития в мире на 2024 год и в среднесрочной перспективе до 2034 года.

### 1.1. Основные сегменты рынка

Раздел посвящен описанию сегментов рынка в области промышленной робототехники. Согласно результатам исследования Statzon [7], а также аналитических и консалтинговых компаний, к основным сегментам рынка промышленной робототехники можно отнести:

- Шарнирно-сочлененные роботы (Articulated robots);
- SCARA (Selective Compliance Articulated Robot Arm);
- Дельта-роботы (один из типов параллельных роботов);
- Линейные (декартовы) роботы (Cartesian or Linear robots);
- Коллаборативные роботы, или коботы (Collaborative robots);
- Другие типы роботов, к которым можно отнести мобильные роботы, цилиндрические роботы, прочие манипуляторы.

Рисунок 2. Сегментация мирового рынка промышленной робототехники по типу роботов, 2022 год



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Statzon [7], 2024

Наибольшую долю рынка промышленных роботов занимают шарнирно-сочлененные роботы (66,9%). Ожидается, что этот сегмент сохранит доминирующее положение до 2030 года, темпы роста данного сегмента оцениваются в 8,8% ежегодно. Второе место занимают линейные (декартовы) роботы с долей рынка, равной 19,2%. Прочие типы роботов занимают существенно меньшие доли на рынке. Согласно оценкам Statzon, наиболее быстрорастущим сегментом рынка промышленной робототехники является сегмент коботов, что подтверждает высокую эффективность их внедрения в производственные процессы в целях оптимизации работы персонала [7].

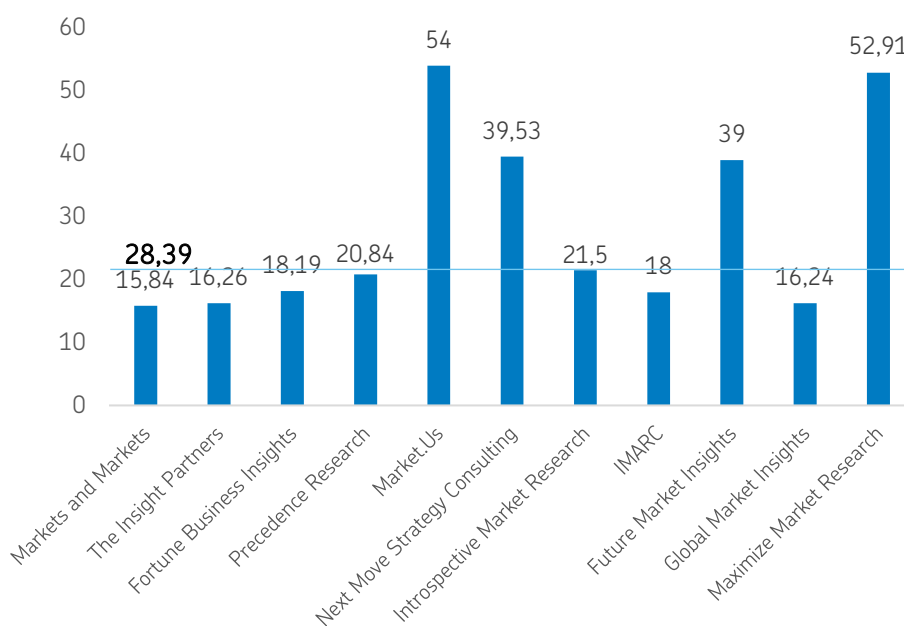
В соответствии с классификацией, приведенной Международной федерацией робототехники (International Federation of Robotics, IFR), продукты и услуги в области промышленной робототехники можно разделить на пять основных групп, среди которых манипуляторы, компоненты для роботов, программное обеспечение, сервисное обслуживание и вспомогательное оборудование. Подробнее о видах продуктов и услуг на рынке промышленной робототехники см. в Разделе 3.1.

## 1.2. Емкость рынка/сегмента

Раздел посвящен одному из ключевых показателей развития рынка – объему рынка. Исследование сфокусировано на оценке фактического объема рынка промышленной робототехники в мире по итогам 2023 года.

В рамках исследования был проанализирован объем рынка промышленной робототехники на основании оценок 11 аналитических и консалтинговых агентств, таких как MarketsandMarkets, The Insight Partners, Fortune Business Insights, Precedence Research, Market.U.S, Next Move Strategy Consulting, Introspective Market Research, IMARC, Future Market Insights, Global Market Insights, Maximize Market Research [8–18].

Рисунок 3. Объем мирового рынка промышленной робототехники по оценкам аналитических компаний в 2023 году, млрд долл.



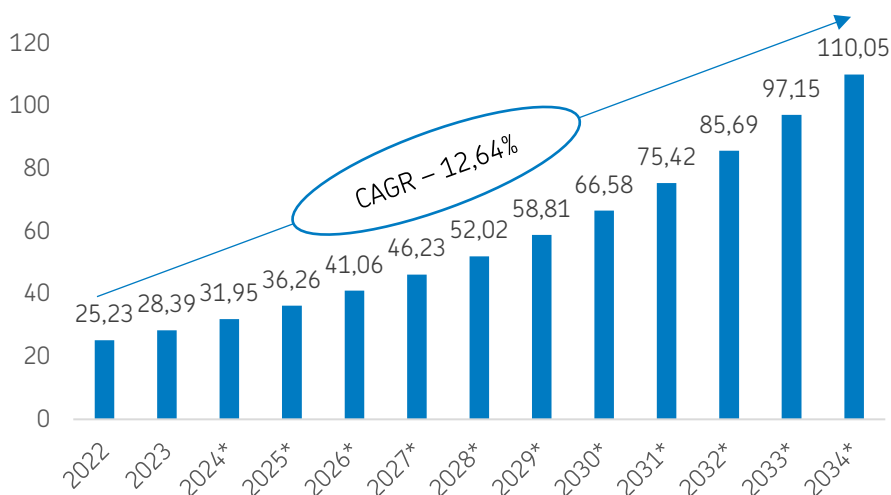
Согласно результатам исследований, в 2023 году объем мирового рынка промышленной робототехники оценивался в диапазоне от 15,84 млрд до 54 млрд долл. Наиболее высокие оценки даны компаниями Market.Us (54 млрд долл.) и Maximize Market Research (52,91 млрд долл.), что существенно превышает средний уровень оценок аналитиков [12; 18]. В то же время некоторые компании, такие как MarketsandMarkets, The Insight Partners и Global Market Insights, оценивают рынок на уровне 15–16 млрд долл., что значительно ниже среднего уровня оценок [8; 9; 17]. Таким образом, по результатам 2023 года среднее значение объема рынка промышленной робототехники составило 28,39 млрд долл.

### 1.3. Темпы роста рынка/сегмента

Раздел посвящен анализу темпов роста рынка – важного показателя, отражающего динамику и направление развития рынка. Фокус исследования сосредоточен на оценке фактического совокупного среднегодового темпа роста (Compound annual growth rate, CAGR) мирового рынка промышленной робототехники в период с 2022 по 2023 год и прогнозируемого совокупного среднегодового темпа роста данного рынка до 2034 года.

Совокупный среднегодовой темп роста мирового рынка промышленной робототехники в период 2022–2023 годов составил 12,53% согласно средней оценке аналитических компаний. Эксперты ряда аналитических компаний прогнозируют, что значение темпов роста данного рынка будет варьироваться от 9,39% до 18,9% в период с 2022 по 2034 год, что, по разным оценкам, приведет к увеличению объема мирового рынка промышленной робототехники до 43,63–261,58 млрд долл. Таким образом, среднее значение объема рынка промышленной робототехники в 2034 году будет составлять 110,05 млрд долл. при значении среднегодового темпа роста, равного 12,64% в указанном периоде согласно усредненной оценке таких консалтинговых компаний, как MarketsandMarkets, The Insight Partners, Fortune Business Insights, Precedence Research, Market.Us, Next Move Strategy Consulting, Introspective Market Research, IMARC, Future Market Insights, Global Market Insights, Maximize Market Research [8–18].

Рисунок 4. Прогноз развития мирового рынка промышленной робототехники в 2022–2034 гг., млрд долл.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам [8–18], 2024

Стоит отметить, что, согласно оценке ABI Research, к 2030 году почти в два раза увеличится количество ежегодных поставок промышленных роботов в сравнении с 2022 годом – с 436 000 до 815 000 роботов [19]. Таким образом, прогнозируется существенное увеличение объема рынка как в денежном, так в натуральном выражении, что свидетельствует о значительных возможностях и прогнозируемом высоком спросе на рынке промышленной робототехники.

#### 1.4. Жизненный цикл отрасли/рынка, стадия зрелости

В рамках раздела представлено описание жизненного цикла мирового рынка промышленной робототехники. В рамках проведенного исследования под жизненным циклом рынка подразумевается последовательность стадий развития, через которые проходит рынок с течением времени [20–22].

В ходе исследования выявление стадии зрелости рынка осуществлялось на основе анализа данных об объемах и темпах роста рынка, описанных в разделах 1.1–1.3. На основе совокупности описанных параметров, с учетом показателей деятельности компаний-лидеров (подробнее в Главе 3) в рассматриваемой области и результатов патентного и библиометрического анализа (подробнее в Главе 4) в соответствии с моделью жизненного цикла (industry life-cycle model), предложенной Институтом CFA (Chartered Financial Analyst Institute), а также на основе инновационного цикла и цикла новых технологий с высоким потенциалом Gartner [20–23], можно заключить, что рынок промышленной робототехники находится в стадии роста, отличающейся стабильными темпами роста рынка и повышением рентабельности, а также приближением к стадии вытеснения конкурентов и консолидации производителей, то есть приближением к стадии зрелости.

#### 1.5. Тренды

Раздел посвящен актуальным трендам развития рынка промышленной робототехники. Основной фокус исследования сосредоточен на анализе тенденций географического и отраслевого развития мирового рынка промышленной робототехники в 2022 и 2023 годах, а также технологических трендах мирового и отечественного рынка промышленной робототехники.

Промышленная робототехника внедряется и активно применяется предприятиями различных отраслей промышленности. По данным консалтинговой компании Global Market Insights, *основными отраслями*, в которых применяются промышленные роботы и системы, в 2022 году стали электронная промышленность (38,2%) и автомобилестроение (30%) [17]. Кроме того, значимая доля мирового рынка промышленной робототехники пришлась на металлургию и машиностроение (15%).

Согласно оценкам другой консалтинговой компании Market.U.S, по состоянию на 2023 год ключевыми сегментами мирового рынка промышленной робототехники также являются отрасли электронной промышленности (26,3%) и автомобилестроения (21,7%) [12], а кроме того, значительную долю рынка промышленной робототехники заняли химическая промышленность, производство резины и пластмасс (17,1%), металлургия и машиностроение (17%). Таким образом, можно отметить расширение спроса на промышленные роботы со стороны различных отраслей.



Таблица 1. Отраслевая сегментация мирового рынка промышленной робототехники, 2022–2023 гг.

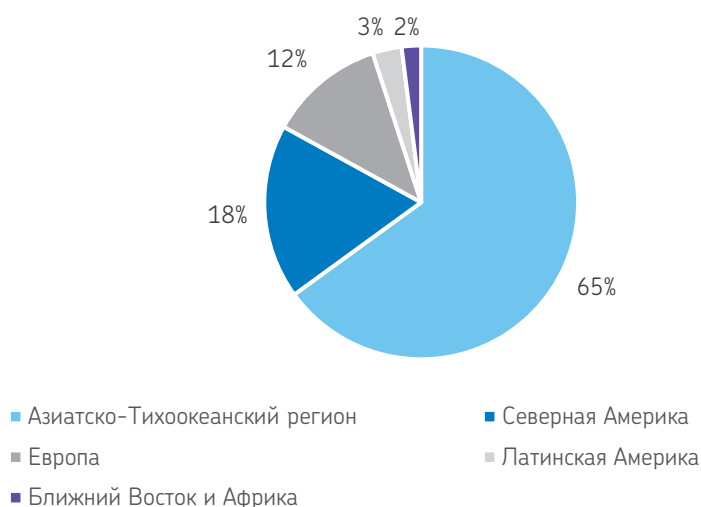
Отрасли	2022 год (по материалам Global Market Insights), %	2023 год (по материалам Market.U.s), %
Электронная промышленность	38,2	26,3
Автомобилестроение	30	21,7
Металлургия и машиностроение	15	17
Химическая промышленность, производство резины и пластмасс	5,1	17,1
Продукты питания	2,7	10,9
Потребительские товары	2,3	–
Фармацевтическое и медицинское оборудование	1,7	–
Другое	5	6,5

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Global Market Insights [17], Market.U.s [12], 2024

Среди *географических трендов* развития рынка промышленной робототехники можно отметить, что по итогам 2023 года Азиатско-Тихоокеанский регион занял основную долю на мировом рынке промышленной робототехники. Согласно оценкам компании Precedence Research, доля Азиатско-Тихоокеанского региона на мировом рынке промышленной робототехники в 2023 году составила 65% [11]. На втором месте на мировом рынке промышленной робототехники – страны Северной Америки, доля этого региона составляет 18%, что более чем в 3,5 раза меньше доли лидера – Азиатско-Тихоокеанского региона.

Наименьшие доли рынка промышленной робототехники по результатам 2023 года занимали регионы Латинской Америки, а также Ближнего Востока и Африки, доля которых не превысила 3% и 2% соответственно.

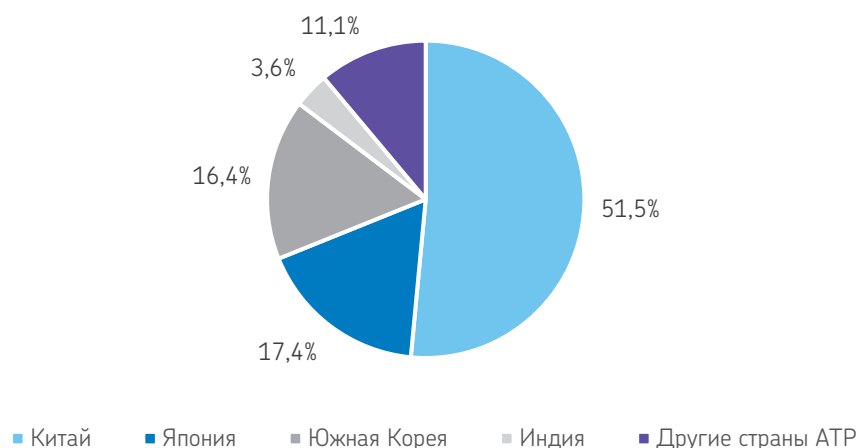
Рисунок 5. Географическая сегментация мирового рынка промышленной робототехники, 2023 год



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Precedence Research [11], 2024

Как отмечают эксперты, Азиатско-Тихоокеанский регион будет продолжать лидировать на рынке промышленной робототехники в перспективе 10 лет. Согласно прогнозу Maximize Market Research, лидером по объему рынка промышленной робототехники среди стран Азиатско-Тихоокеанского региона в 2029 году будет Китай с долей рынка, равной 51,5% [18]. В тройке лидеров также упомянуты Япония (17,4%) и Южная Корея (16,4%).

Рисунок 6. Прогноз географической сегментации рынка промышленной робототехники по странам Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) на 2029 год



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Maximize Market Research [18], 2024

По данным другой консалтинговой компании, Future Market Insights (FMI), лидером среди государств на рынке промышленной робототехники станут США с объемом рынка в 2033 году, равным 77,9 млрд долл. [15] В США также ожидается самый высокий среднегодовой темп роста рынка с 2023 по 2033 год (18,7%). Отмечается, что росту продаж промышленной робототехники в США способствует рост спроса на высококачественную продукцию, что приводит к применению инновационных робототехнических устройств, таких как коботы, в различных отраслях промышленности для повышения точности и качества работы.

Прогнозируется, что Китай также станет одной из ведущих стран на рынке промышленной робототехники. К 2033 году объем китайского рынка достигнет 15,8 млрд долл., темпы роста рынка составят 18,2%. Ожидается, что в Китае будет наблюдаться высокий спрос со стороны компаний, специализирующихся на автоматизации, что внесет значительный вклад в объем продаж промышленных роботов в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

Также среди стран Азиатско-Тихоокеанского региона высокие темпы роста рынка промышленной робототехники прогнозируются в Японии и Южной Корее. Так, согласно прогнозам FMI, Япония к 2033 году достигнет объема рынка промышленной робототехники, равного 12,9 млрд долл., а темпы роста рынка составят 17,2%. К 2033 году объем рынка промышленной робототехники Южной Кореи достигнет 7,6 млрд долл., темпы роста в период с 2023 по 2033 год составят 16,4%. Ожидается, что прогнозируемый рост рынка в Южной Корее будет обусловлен повышенным вниманием к робототехнике со стороны крупных предприятий, таких как LG, Samsung, Doosan, Hyundai и Hanwha, которые активно развивают данное направление.

По прогнозам FMI, рынок промышленной робототехники Великобритании достигнет объема, равного 9,3 млрд долл. к 2033 году. В период до 2033 года прогнозируется рост рынка на 17,9%. В последние годы основным потребителем промышленной робототехники в Великобритании является автомобильная промышленность, на нее приходится более 40% всех установок промышленных роботов в стране.

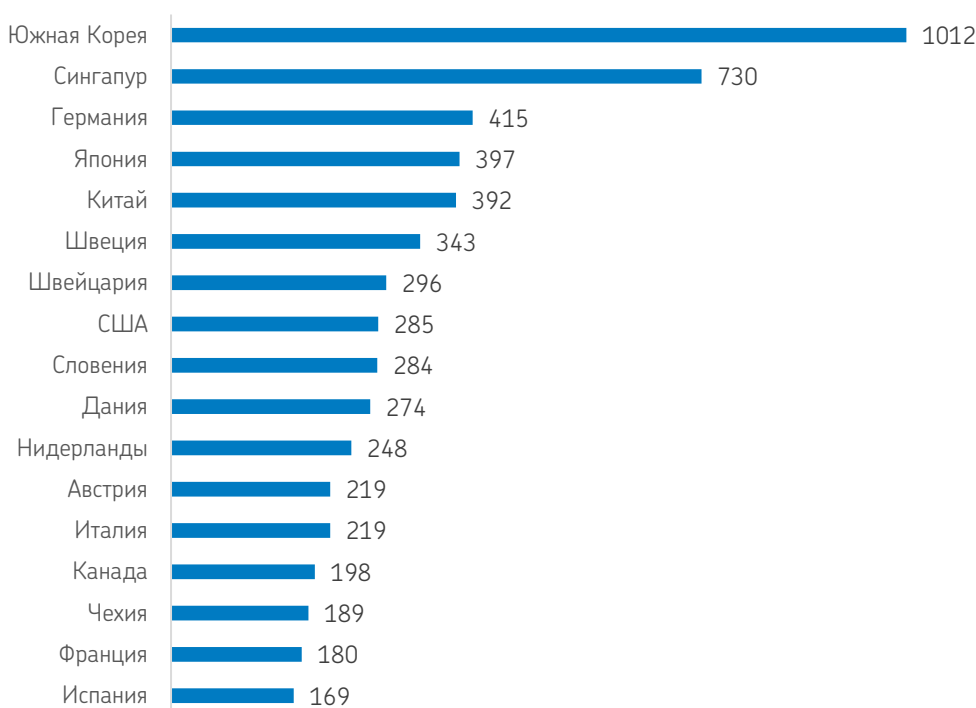
Таблица 2. Прогнозные значения объема рынка и темпов роста рынка промышленной робототехники в отдельных странах к 2033 году

Показатель	Страна				
	США	Великобритания	Китай	Япония	Южная Корея
Объем рынка промышленной робототехники в 2033 году, млрд долл.	77,9	9,3	15,8	12,9	7,6
Среднегодовой темп роста рынка с 2023 по 2033 год	18,7%	17,9%	18,2%	17,2%	16,4%

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Future Market Insights [15], 2024

Согласно статистике, приведенной Международной федерацией робототехники, в 2022 году средняя плотность роботов по миру составляла 151 установленный робот на 10 000 сотрудников, в то время как в Европейском регионе – 136 роботов, в Европейском союзе – 208 роботов, в Северной Америке – 188 роботов, в Азиатском регионе – 168 роботов [24].

Рисунок 7. Плотность роботов: количество установленных роботов на 10 000 сотрудников по странам, 2022 год



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Международной федерации робототехники [24], 2024

По состоянию на 2022 год Южная Корея занимает первое место в мире по внедрению промышленных роботов (1012 роботов). С 2017 года плотность роботов в стране увеличивается в среднем на 6% каждый год. Южнокорейская экономика выигрывает от двух крупных потребителей промышленных роботов – электронной промышленности и развитого автомобилестроения.

На втором месте по плотности установленных роботов – Сингапур со значением 730 роботов на 10 000 работников. Германия (415 роботов) занимает третье место в данном рейтинге. С 2017 года плотность роботов в стране увеличивается в среднем на 5% каждый год.

Международная федерация робототехники также проводит анализ плотности установленных промышленных роботов на 1000 сотрудников в различных отраслях [25]. Так, с 2021 по 2023 год наиболее значительный рост внедрения роботов наблюдается в автомобилестроении – увеличение с 117 до 135 роботов за три года. В электронной промышленности произошло снижение плотности роботов с 157 роботов в 2022 году до 126 установленных роботов в 2023 году. В металлургии и машиностроении количество роботов незначительно колебалось, оставаясь на уровне 66–77 единиц. Наименьшая доля установленных роботов на 1000 сотрудников, согласно статистике, приходится на химическую промышленность, производство продуктов питания и другие отрасли.

Рисунок 8. Плотность роботов: количество установленных роботов по отраслям на 1000 сотрудников в мире в период с 2021 по 2023 год



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Международной федерации робототехники [25], 2024

На развитие рынка промышленной робототехники оказывают широкое влияние экономические, политические, технологические тренды и тенденции в научно-технических разработках. Возрастающая тенденция автоматизации промышленности и все большее внедрение инновационных технологий стимулируют ключевых игроков рынка к разработке передовых робототехнических технологий.

Согласно оценке Международной федерации робототехники и других аналитических и консалтинговых агентств, в 2024 году глобальными *технологическими трендами* развития рынка робототехники являются [25–28]:

- Внедрение технологий искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, AI) и машинного обучения (Machine Learning, ML) в целях оптимизации процессов, обучения реагирования на окружающую среду, повышения адаптивности, анализа данных о производительности и др.;
- Применение коботов в новых областях в связи с простотой их программирования, управления и использования, расширением производственных сред и др.;
- Развитие манипуляторов на мобильных шасси в целях повышения автоматизации задач и увеличения возможностей при интеграции с другими системами;
- Внедрение технологий цифрового проектирования и моделирования, цифровых двойников (Digital Twins, DT) в целях повышения интеграции робототехнических систем с цифровой экосистемой производства, проведения цифровых испытаний при различных эксплуатационных режимах, прогнозного моделирования и др.;
- Разработка роботов-гуманоидов<sup>1</sup>, позволяющих выполнять рутинные задачи без привлечения персонала в условиях нехватки рабочей силы и фокусировки на автоматизации процессов.

Стоит отметить высокое влияние технологий искусственного интеллекта на развитие рынка промышленной робототехники. Как отмечают в Международной федерации робототехники и консалтинговых агентствах, от 50% до 70% стоимости эксплуатации робота составляют затраты на интеграцию робота и его программирование, при этом внедрение технологий искусственного интеллекта может снизить эти расходы в 2 раза, а также сократить время на программирование и перенастройку системы (выдачу нового задания) [29; 30].

Если провести анализ ключевых трендов, выделенных Международной федерацией робототехники за период 2022–2024 гг., то можно отметить увеличение количества трендов, связанных с цифровыми технологиями, среди которых – цифровое проектирование и моделирование, цифровые двойники, искусственный интеллект и др.

Таблица 3. Перечень глобальных трендов в области промышленной робототехники согласно Международной федерации робототехники за период 2022–2024 гг.

№ п/п	Тренды на 2022 год	Тренды на 2023 год	Тренды на 2024 год
1	Применение роботов в новых отраслях промышленности	Повышение энергоэффективности	Внедрение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения
2	Роботы становятся проще в эксплуатации	Решоринг (возврат ранее вы-	Применение коботов в новых областях

<sup>1</sup> В связи с тем, что терминология в области промышленной робототехники в научных, исследовательских, экспертно-аналитических работах и нормативно-правовых документах окончательно не устоялась, в данном отчете термин «робот-гуманоид» аналогичен термину «человекоподобный робот».

№ п/п	Тренды на 2022 год	Тренды на 2023 год	Тренды на 2024 год
		веденного за рубеж производства)	
3	Повышение квалификации людей и расширение возможностей роботов	Роботы становятся проще в эксплуатации	Развитие мобильных манипуляторов
4	Роботы обеспечивают безопасность производства	Внедрение технологий искусственного интеллекта и цифровой автоматизации	Внедрение технологий цифрового проектирования и моделирования, цифровых двойников
5	Роботы поддерживают цифровую автоматизацию [31]	Повторное использование промышленных роботов [32]	Разработка роботов-гуманоидов [27]

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Международной федерации робототехники, 2024

Кроме того, одним из трендов развития рынка робототехники выступает формирование сферы услуг «Robot-as-a-Service» («Робот как услуга»), в рамках которой возможно арендовать робота у производителя за небольшую плату, что облегчает внедрение роботов в промышленность и позволяет сэкономить ресурсы (см. подробнее в Разделе 3.2).

Среди трендов развития рынка промышленной робототехники в России, помимо вышеуказанных, можно дополнительно выделить [33]:

- Импортозамещение – вместо массового внедрения промышленных роботов импортного производства становится все более масштабным локальное производство роботов на территории Российской Федерации. Потребность в импортозамещении промышленных роботов увеличивает спрос на отечественном рынке робототехники.
- Формирование отрасли беспилотного транспорта – повышенный спрос на беспилотные летательные аппараты гражданского и военного назначения, а также беспилотный автомобильный транспорт и безэкипажные катера стимулирует проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области робототехники и интеграции робототехнических систем с программными средствами, что способствует расширению рынка робототехники, появлению разработок и технологий, направленных на повышение автономности робототехнических систем.
- Активное развитие программных систем – недостаточность материально-технической и электронной базы, а также высокая конкуренция с разработками из других стран, преимущественно стран Азии [34], способствует росту отечественных решений в области программного обеспечения для интеграции робототехнических систем и автономного управления.

Кроме того, специфичным драйвером развития отечественного рынка промышленной робототехники является значительно более высокий уровень износа оборудования на предприятиях и недостаточный уровень модернизации отечественных производств, в связи с чем потребность в совершенствовании производственных мощностей стимулирует внедрение промышленных роботов и систем в отечественной промышленности.

Таким образом, в рамках обзора мирового рынка промышленной робототехники были выделены основные сегменты, среди них – шарнирно-сочлененные роботы, SCARA, дельта-роботы, линейные роботы и коботы. Шарнирно-сочлененные роботы занимают наибольшую долю рынка (66,9%) и, по прогнозам, сохраняют лидерство до 2030 года.

По оценкам различных агентств, в среднем объем мирового рынка в 2023 году составил 28,39 млрд долл., а среднегодовой темп роста в период с 2022 по 2034 год прогнозируется на уровне 12,64%.

Согласно оценкам экспертов, основными отраслями на мировом рынке промышленной робототехники являются электронная промышленность и автомобилестроение. Азиатско-Тихоокеанский регион стал лидирующим по объему рынка в 2023 году и, согласно прогнозам, будет лидировать до 2034 года. Ожидается значительный рост объема рынка к 2033 году в Китае, Японии, Южной Корее, США и Великобритании. При этом в перечне стран по количеству установленных промышленных роботов на 10 000 сотрудников лидируют Южная Корея, Сингапур, Германия.

Среди ключевых технологических трендов, влияющих на развитие рынка промышленной робототехники, можно выделить масштабное внедрение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения, внедрение технологий цифрового проектирования и моделирования, а также цифровых двойников. Кроме того, значимыми тенденциями выступает разработка и совершенствование отдельных типов роботов – коботов, мобильных манипуляторов, а также роботов-гуманоидов, преимущества которых будут способствовать увеличению производительности и автоматизации процессов. В России особо выделяют тенденции, направленные на импортозамещение средств автоматизации производств, формирование отрасли беспилотного транспорта, а также рост количества решений в области программирования и управления робототехническими системами.

Рынок промышленной робототехники демонстрирует значительный рост и потенциал дальнейшего развития, что также подтверждается высокой применимостью промышленных роботов в ряде высокотехнологичных отраслей. Цифровые технологии, программные средства и решения на базе искусственного интеллекта обеспечат высокую эффективность разработок и будут способствовать расширению областей применения промышленных роботов.

## ГЛАВА 2. БАРЬЕРЫ, РИСКИ И НОРМАТИВНОЕ ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РЫНКА ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНЕТ» НТИ

В главе представлены основные барьеры и риски на рынке промышленной робототехники, результаты анализа международных и отечественных государственных программ, реализуемых в целях поддержки проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по направлению промышленной робототехники, а также анализа международного и национального нормативно-технического ландшафта в данной области.

### 2.1. Барьеры

Автоматизация, достижения в совершенствовании технологических процессов и оборудовании являются одним из ключевых направлений развития производства. Минимизируя участие человека в повторяющихся и опасных задачах за счет внедрения промышленных роботов, предприятия повышают безопасность, экономическую эффективность и производительность. Несмотря на это, существует ряд барьеров, препятствующих устойчивому внедрению промышленных роботов в производство.

*Значительные капитальные вложения по сравнению с выгодами [35].* Инвестиции в оборудование также предполагают вложения в привлечение или развитие персонала, работающего с установленными промышленными роботами, расходы на переоборудование помещения и совершенствование системы кибербезопасности предприятия, а также на техническое обслуживание. Кроме того, важна оценка того, насколько возможно перенастроить / модифицировать выбранный робототехнический комплекс в случае, если деятельность компании будет изменена в дальнейшем [36]. В связи с этим рентабельность затрат на автоматизацию производственных процессов стоит рассматривать в долгосрочной перспективе [37].

*Уровень технологической готовности оборудования, комплексности оказываемых услуг и потенциала автоматизации не очевиден промышленным предприятиям, особенно компаниям малого и среднего бизнеса.* Производственные компании ожидают решения, которые будут экономически эффективными, быстро внедряемыми, надежными, безопасными и масштабируемыми, а кроме того, требуется, чтобы поставщики смогли обеспечить не только установку и интеграцию, но и обслуживание и поддержку робототехнических систем на протяжении всего жизненного цикла [35]. Для разработки решений, отвечающих потребностям промышленных компаний, необходимо более тесное сотрудничество и оценка потенциала технологий автоматизации для удовлетворения конкретных потребностей предприятия. Особенно это важно для компаний малого и среднего предпринимательства (МСП), где доля автоматизации невелика, в том числе из-за непонимания возможностей и последующей выгоды [38]. Среди причин, из-за которых компании МСП отказываются от внедрения роботов, выделяют:

- небольшой объем заказов;
- отсутствие узких специалистов, в том числе владеющих навыками программирования, или повышенная оплата их труда;
- невозможность автоматизации каких-либо задач из-за отсутствия крупных серий;
- нехватка места в цеху или другом помещении [39].



Ожидается, что решить данные вопросы возможно благодаря внедрению коллаборативных роботов, которые могут работать с мелкими сериями и производить единичную продукцию, быстро переключаются между операциями и перенастраиваются на другие задачи, не требуют много места или специального ограждения и безопасны, так как оснащены специальными датчиками, которые предотвращают столкновение с работником.

*Дефицит квалифицированных кадров.* При внедрении промышленных роботов возникает необходимость поиска или переобучения сотрудников для работы с новым оборудованием. Кроме того, велика вероятность *непринятия сотрудниками внедрения промышленной робототехники на производстве* в связи с рисками потери работы и травматизации. Преодоление данного барьера требует от промышленной компании не только поиска нужных людей, но и создания среды, в которой будет обеспечено непрерывное обучение, адаптация сотрудников и постепенная интеграция новых технологий [40; 41].

Помимо барьеров, представленных выше, эксперты выделяют еще несколько характерных для России:

- отставание России от мирового уровня в разработках робототехники и компонентов, зависимость от иностранных технологий;
- незаинтересованность российских частных инвесторов в этой отрасли [42];
- незавершенный процесс поиска новых поставщиков в связи с уходом иностранных компаний, а импортозамещение в данной области на низком уровне;
- неразвитость маркетинга у российских производителей робототехники, вследствие чего потенциальные компании-потребители не знают об отечественных технологических решениях;
- существенное количество разработок, которые сложно интегрировать на предприятии [43];
- недостаточный опыт компаний-интеграторов по внедрению роботов в промышленность; в связи с низким спросом на установку роботов компаниям сложно понять все тонкости разных технологических процессов (116 компаний-интеграторов устанавливают 1 500 роботов в год) [44];
- недостаточное количество государственных программ стимулирования [33].

## 2.2. Риски

Рассматривая рынок промышленной робототехники, можно выделить несколько рисков, препятствующих развитию рынка, одним из которых является риск *масштабной безработицы*. По мере того как роботы становятся все более совершенными и способны выполнять больше задач, они, вероятно, могут заменить человеческий труд во многих отраслях. Исследования, посвященные данному вопросу, отмечают, что роботизация производства увеличивает профессиональное неравенство (неравенство в уровне квалификации) между различными группами работников [45].

Второй риск связан со *снижением государственной поддержки развития робототехники*. Корректировка государственных технологических приоритетов может существенным образом влиять на научно-исследовательский потенциал страны и привести к отставанию в рассматриваемой области.

Компании, занимающиеся разработкой и поставкой промышленной робототехники, а также компании, применяющие данные технологии на своих производствах, сталкиваются с рядом рисков, которые могут существенно повлиять на их деятельность в краткосрочной и долгосрочной перспективе. И компании-поставщики, и компании-потребители сталкиваются с *риском операционных сбоев, включая сбой цепочек поставок*, который существенным образом взаимосвязан с изменениями логистики, геоэкономическими факторами, геополитическими конфликтами, несостоятельностью поставщиков. Это в свою очередь ставит под *угрозу финансовое благополучие* компаний и может привести к *недостижению стратегических целей*. Кроме того, поставщики промышленных роботов могут столкнуться с *репутационными рисками* из-за невыполнения заказов в срок, а компании-потребители рискуют не получить ожидаемые выгоды от внедрения новых технологий (*риски, связанные с развитием, а также масштабированием технологий*) в той степени или в те сроки, которые были заложены изначально.

Также существует *риск кибератак*. Поскольку промышленные роботы все больше подключаются к интернету, они становятся более уязвимыми для взлома и киберпреступности. Это может привести к остановке или сбою работы производств, а также к потере конфиденциальных данных [41].

Перечисленные риски могут привести к *снижению конкурентоспособности* как поставщиков, так и пользователей промышленной робототехники.

Любая производственная компания, устанавливающая промышленных роботов, должна учитывать *риски безопасности*, связанные как с перебоями электроэнергии, так и с системными сбоями или ошибками программирования, а также с отсутствием системы регулярного технического обслуживания и мониторинга [46], в результате чего роботы могут стать причиной травм сотрудников.

Также следует учитывать *воздействие на окружающую среду* [47; 48]. Производство промышленных роботов требует использования редкоземельных металлов (для компонентов) и других материалов, которые могут нанести вред окружающей среде. Содержание опасных материалов может вызвать сложности с утилизацией роботов [49].

### 2.3. Нормативное правовое регулирование, в том числе анализ государственных программ поддержки по НИР и НИОКР

Раздел посвящен результатам исследования зарубежной и отечественной государственной политики в области поддержки развития промышленной робототехники. В ходе анализа были рассмотрены государственные инициативы стран, занимающих лидирующие позиции на мировом рынке промышленной робототехники (Китай, Япония, Южная Корея, страны Европейского союза, США) и ряда стран-участниц межгосударственного объединения БРИКС.

Рисунок 9. Основные характеристики рынка промышленной робототехники в странах-лидерах и странах-участницах межгосударственного объединения БРИКС

	Количество установленных роботов за год (шт., 2023 г.)	Плотность: количество установленных роботов (шт. на 10 000 сотрудников, 2023 г.)	Прогнозируемая выручка на рынке промышленной робототехники (на конец 2024 г., млн долл.)
 КНР	276 288	392	1 624
 Европейский союз	92 393	208	4 180
 Япония	46 106	397	1 241
 США	37 587	285	740
 Республика Корея	31 444	1 012	377
 Индия*	8 510	11	39
 Российская Федерация**	2 000	148	165
 Бразилия*	1 858	16	72
 Иран (вся робототехника)	н/д	н/д	103
 ЮАР	н/д	н/д	27
 ОАЭ	н/д	н/д	16
 Египет	н/д	н/д	4
 Эфиопия	н/д	н/д	1

\* – данные по Индии представлены по состоянию на 2021 год, данные по Бразилии представлены по состоянию на 2022 год.

\*\* – согласно экспертным оценкам количество установленных новых роботов в 2023 году составляет около 2000

**2 051 млн долл.**

Совокупная выручка стран БРИКС на рынке промышленной робототехники (на конец 2024 г.)

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Международной федерации робототехники [50], Statista [51], 2024

Таблица 4. Краткое описание государственных программ поддержки НИР и НИОКР в области промышленной робототехники

Страна, наименование документа (ов)	Краткое описание государственных программ поддержки НИР и НИОКР
Китайская Народная Республика (Китай, КНР)	Принятые в последние несколько лет государственные программы являются продолжением десятилетней промышленной политики Китая в том числе по поддержке разработки и внедрения промышленных роботов в различных отраслях: 12 <sup>th</sup> Five-Year Plan for Intelligent Manufacturing (2011 г.), Guideline on Promoting the Development of the Industrial Robot Industry (2013 г.),

Страна, наименование документа (ов)	Краткое описание государственных программ поддержки НИР и НИОКР
<p>Robotics Industry Development Plan (2021–2025) в рамках 14<sup>th</sup> Five-Year Plan [52]</p> <p>National Key R&amp;D Program «Intelligent Robots» (2024 г.) [2]</p> <p>Robot + Application Action Plan (2023–2025) [1]</p>	<p>Made in China 2025 initiative (2015 г.), Robotics Industry Development Plan (2016–2020) [53].</p> <p>В 2021 году в Китае был представлен второй пятилетний план развития робототехники (<b>Robotics Industry Development Plan (2021–2025)</b>), целью которого является укрепление позиций Китая в качестве лидера в области робототехники и промышленного развития [54]. Параллельно реализуется национальный план исследований и разработок (<b>National Key R&amp;D Program</b>) по 16 направлениям, включая «умные» роботы [2].</p> <p>В 2022 году был опубликован план действий по применению робототехники (<b>Robot + Application Action Plan</b>), реализация которого позволит ускорить внедрение робототехники в 10 отраслях: обрабатывающей промышленности, сельском хозяйстве, архитектуре, логистике, энергетике, здравоохранении, образовании, сфере услуг для пожилых людей, бытовых услугах (например, сервисные роботы), а также в условиях чрезвычайных ситуаций. Согласно прогнозу, представленному в документе, к 2025 году на 10 000 работников будет приходиться 500 роботов [55] (на конец 2024 года этот показатель равен 392 роботам).</p> <p>В 2023 году Шанхай и Пекин представили свои планы по развитию робототехники. Согласно плану по развитию интеллектуальной робототехники в Шанхае (Shanghai Action Plan to Promote High-Quality Innovation and Development of the Intelligent Robot Industry 2023–2025), будет создано 10 ведущих брендов робототехники и разработано 100 сценариев применения роботов. Также план включает создание трех платформ государственных услуг: инновационного центра испытаний и тестирования интеллектуальной робототехники, инновационного центра производства человекоподобных роботов и научно-исследовательского института робототехники общего назначения [56; 57].</p> <p>В рамках плана по развитию робототехники в Пекине (Beijing Robot Industry Innovation and Development Action Plan 2023–2025) создан инвестиционный фонд для содействия развитию робототехнических технологий в размере 1,4 млрд долл. Деятельность фонда направлена на субсидии с целью ускорения формирования цепочки поставок компонентов и оборудования в сфере робототехники, содействие перспективным коммерческим проектам и поддержку сделок по слияниям и поглощениям компаний в отрасли [58]. В настоящее время Пекинская зона технико-экономического развития насчитывает 110 робототехнических компаний. В 2024 году было объявлено о создании первого в стране инновационного центра по разработке человекоподобных роботов в Пекине, целью которого является создание универсального робота (аппаратной платформы) и системы управления операциями с открытым исходным кодом (программной платформы) [59].</p>
<p><b>Япония</b></p> <p>Science, Technology, and Innovation Basic Plan (2021–2025) [60]</p> <p>Integrated Innovation Strategy 2024 [61]</p>	<p>Япония является лидером производства в области робототехники, обеспечивая 45% поставок мирового рынка робототехники (по состоянию на 2020 год) [63], чему способствовали ранее принятые государственные программы, в том числе стратегия «Japan Revitalization Strategy» (2014 г.), стратегия «New Robot Strategy» (2016–2020), Robotics for Social Transformation Promotion Plan (2019 г.) [64].</p> <p>Основной целью принятых ранее стратегических документов является расширение и развитие отрасли робототехники, а также решение с ее помощью ряда демографических и кадровых проблем, с которыми сталкивается Япония.</p>

Страна, наименование документа (ов)	Краткое описание государственных программ поддержки НИР и НИОКР
Moonshot R&D Program (2020–2050) [62]	<p>Эти цели лежат в основе принятых и актуализированных в последние несколько лет государственных программ: Integrated Innovation Strategy 2024, Science, Technology and Innovation Basic Plan (2021–2025), Moonshot R&amp;D Program (2020–2050) [65].</p> <p>В рамках 6-го плана развития науки, технологий и инноваций (<b>Science, Technology and Innovation Basic Plan</b>) в течение 5 лет государством будет выделено 273,2 млрд долл., а также 1,09 трлн долл. в рамках частного финансирования на исследования и разработки, в том числе на развитие технологий робототехники и искусственного интеллекта [60]<sup>2</sup>.</p> <p>Среди проектов последних нескольких лет в области разработки роботов, в том числе применяемых в промышленности, представлены проекты, курируемые агентствами по содействию исследованиям New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) и Japan Science and Technology Agency (JST) [66].</p> <p>Японское агентство по науке и технологиям (JST) реализует научно-исследовательскую программу «<b>Moonshot</b>», направленную на поддержку прорывных инноваций (высокоэффективных НИОКР) в Японии и решение сложных социальных проблем, например, старение населения, а также изучение возможностей в области науки и технологий, которые могут улучшить будущее человечества [67]. В рамках программы заявлена одна из целей, которая посвящена робототехнике – создание к 2050 году роботов с искусственным интеллектом, которые самостоятельно обучаются, адаптируются к окружающей среде, развивают интеллект и действуют наравне с людьми.</p>
<p><b>Европейский союз (ЕС)</b></p> <p>European Partnership on Artificial Intelligence, Data and Robotics (Horizon Europe, 2021–2027) [4]</p> <p>Топ-3 стран-лидеров по внедрению роботов в ЕС: Германия, Италия, Франция [68]</p> <p><b>Германия</b></p> <p>Robotics Research Action Plan (2024 г.) [69]</p>	<p>В Европейском союзе поддержка развития робототехники осуществляется в рамках партнерства в области искусственного интеллекта, больших данных и робототехники (<b>Artificial Intelligence, Data And Robotics, ADR</b>), финансируемого за счет средств рамочной программы по научным исследованиям и инновациям Horizon Europe. Объем финансирования данного направления составляет 3 млрд долл. (общий бюджет Horizon Europe на 6 лет составляет 113 млрд долл. [70]) [71; 72].</p> <p>Деятельность партнерства направлена на достижение мирового лидерства в исследованиях, разработке и внедрении надежных технологий в области ИИ, больших данных и робототехники, учитывающих фундаментальные европейские права, принципы и ценности.</p> <p>Проекты, реализуемые в рамках партнерства в основном посвящены интеграции искусственного интеллекта и робототехники в виде систем управления (программного обеспечения), разработке методов самоконфигурации роботизированных процессов на производстве (например, SeConRob, COROB), созданию систем совместной работы роботов и людей (например, MAGICIAN, ARISE, FORTIS и другие) [73; 74].</p> <p>В странах ЕС реализуются собственные стратегические документы по поддержке индустриальной робототехники. Например, в Германии, являющейся одним из самых крупных рынков робототехники, в 2024 году выпущен План действий по исследованиям в области робототехники (<b>Robotics Research Action Plan</b>) [69], направленный на укрепление национальной и европейской</p>

<sup>2</sup> Перевод японских иен в доллары осуществляется по среднегодовому курсу за 2022 год: 1 японская иена = 0,007651 долл. США.

Страна, наименование документа (ов)	Краткое описание государственных программ поддержки НИР и НИОКР
	<p>экосистемы робототехники на основе искусственного интеллекта. План основан на концепции Индустрии 4.0 и дополняет существующие стратегии и программы, в частности стратегию по искусственному интеллекту (Artificial Intelligence Strategy) и программы по микроэлектронике (Microelectronics. Trustworthy and sustainable. For Germany and Europe), системам связи (Sovereign. Digital. Networked), по инновациям (Together through Innovation), в области производства, услуг и работы (Future of value creation program).</p>
<p><b>США</b></p> <p>Advanced Robotics for Manufacturing institute (в рамках сети институтов производственных инноваций Manufacturing USA, 2012 г.) [75]</p> <p>A Roadmap for US Robotics. Robotics for a Better Tomorrow (2024 г.) [76]</p>	<p>На протяжении 12 лет в США действовала регулярно актуализируемая Национальным научным фондом (National Science Foundation, NSF) инициатива по робототехнике (National Robotics Initiative, 2011–2022 гг. [77]), в рамках которой за этот период было поддержано 300 проектов на сумму более 250 млн долл. [78]. В развитие данной инициативы в 2020 году была принята программа фундаментальных исследований в области робототехники (Foundational Research in Robotics, FRR), которая действует по настоящее время. Также существует ряд других программ NSF, имеющих отношение к робототехнике [79].</p> <p>С 2017 года в стране действует институт передовой робототехники для производства (<b>Advanced Robotics for Manufacturing Institute, ARM Institute</b>) [80], созданный по инициативе Министерства обороны США в 2017 году и входящий в сеть институтов Manufacturing USA [81]. Деятельность института ARM направлена на создание и последующее внедрение робототехнических технологий путем интеграции разнообразного набора отраслевых практик и институциональных знаний по многим дисциплинам (сенсорные технологии, разработка концевых эффекторов, программное обеспечение и искусственный интеллект, материаловедение, моделирование поведения человека и машины, а также обеспечение качества изделий) для реализации потенциала надежной экосистемы производственных инноваций. Институтом поддержано 150 проектов по робототехнике и искусственному интеллекту, а также по развитию кадров [82].</p> <p>Другими ведомствами также реализуются программы и инициативы в области робототехники, например NASA (Artemis) [83], Office of Naval Research (2024 Young Investigator Program [84], Science and technology for shipboard robotic repair and maintenance [85]), но они предполагают решение отдельных задач [86].</p> <p>С целью координации государственных программ и инициатив была предложена дорожная карта по развитию робототехники в США (<b>A Roadmap for US Robotics. Robotics for a Better Tomorrow</b>) [76], разработанная университетами и исследовательскими организациями, осуществляющими работу в области робототехники, во главе с Калифорнийским университетом в Сан-Диего [87]. Разработчики документа отмечают, что для возвращения стране лидерских позиций по данному технологическому направлению требуется более централизованное управление имеющимися программами, четкая расстановка приоритетов, формирование целостного видения представителей промышленности, академических кругов и правительства. Также в дорожной карте прописаны наиболее актуальные для страны направления разработок в области робототехники, которые схожи с технологическими приоритетами других стран в рассматриваемой области.</p>

Страна, наименование документа (ов)	Краткое описание государственных программ поддержки НИР и НИОКР
<p><b>Республика Корея</b></p> <p>4<sup>th</sup> Intelligent Robot Basic Plan (2024–2028) [88]</p>	<p>Среди актуальных государственных документов по поддержке развития робототехники в Республике Корея можно выделить принятый в 2024 году 4-й базовый план по развитию интеллектуальной робототехники (<b>Fourth Intelligent Robot Basic Plan</b>), который предполагает инвестирование более 2,24 млрд долл. в государственный и частный секторы к 2030 году. Каждые 5 лет Министерство торговли, промышленности и энергетики (Ministry of Trade, Industry and Energy, MOTIE) будет актуализировать данный план [3].</p> <p>План направлен на усиление конкурентных позиций в области технологий, человеческих ресурсов и компаний (бизнеса), расширение присутствия страны на глобальном рынке интеллектуальной робототехники, создание инфраструктуры для промышленной робототехники.</p> <p>В рамках плана к 2030 году предполагается: повысить уровень локализации производства основных компонентов роботов с нынешних 44% до 80%, создать 30 новых компаний в области робототехники, поставить на глобальный рынок в общей сложности 1 миллион роботов в обрабатывающую промышленность и сферу услуг, открыть не менее 5 глобальных центров робототехники, ориентированных на экспорт в стратегически важные страны (США и Ближний Восток), разработать 51 документ в сфере регулирования в четырех основных областях (мобильность, безопасность, сотрудничество/помощь и среда, благоприятная для роботов), построить национальный полигон для испытаний роботов, находящихся на стадии разработки, что приведет к быстрой коммерциализации [88].</p>
<p><b>Российская Федерация</b></p> <p>Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (скорректирована в 2024 г.) [89]</p> <p>Указ Президента РФ от 07.05.2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»</p> <p>Федеральный проект «Развитие промышленной робототехники и автоматизации производства» (по состоянию на сентябрь 2024 г. документ на согласовании)</p> <p>Постановление Правительства РФ от 12 декабря 2019 г. № 1649</p>	<p>В России на текущий момент актуализируется и формируется система поддержки развития промышленной робототехники. В феврале 2024 года была скорректирована стратегия научно-технологического развития России (<b>Указ Президента России от 28.02.2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»</b>), в рамках которой одним из приоритетов на ближайшие 10 лет обозначен переход к передовым технологиям проектирования и создания высокотехнологичной продукции, основанным на применении интеллектуальных производственных решений, роботизированных и высокопроизводительных вычислительных систем, новых материалов и химических соединений, результатов обработки больших объемов данных, технологий машинного обучения и искусственного интеллекта [89].</p> <p>В мае 2024 года Президент России подписал <b>Указ № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»</b>, в рамках которого одной из задач по достижению устойчивой экономики является «вхождение к 2030 году Российской Федерации в число 25 ведущих стран мира по показателю плотности роботизации» [5]. В связи с чем была активизирована деятельность государственных органов власти по данному вопросу на федеральном и региональном уровне.</p> <p>С целью развития промышленной робототехники был подготовлен <b>федеральный проект «Развитие промышленной робототехники и автоматизации производства»</b>, который по состоянию на октябрь 2024 года находится на согласовании в Правительстве Российской Федерации. Объем финансирования федерального проекта составляет около 350 млрд руб. до 2030 года.</p> <p>В рамках проекта предполагается выделение субсидий производителям роботизированных систем и производственным компаниям [92], поддержка механизма льготного лизинга и кредитования для внедрения промышленной робототехники [93].</p>

Страна, наименование документа (ов)	Краткое описание государственных программ поддержки НИР и НИОКР
<p>«Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на финансовое обеспечение затрат на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по современным технологиям в рамках реализации такими организациями инновационных проектов и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [90]</p> <p>Постановление Правительства РФ от 16.12.2020 г. № 2136 (ред. от 30.12.2023 г.) «Об утверждении Правил предоставления в 2023 году из федерального бюджета субсидий российским организациям на финансовое обеспечение мероприятий по проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области средств производства электроники» [91]</p>	<p>На текущий момент действуют такие меры государственной поддержки, как субсидирование затрат на проведение НИОКР по современным технологиям в рамках реализации инновационных проектов [90], а также субсидии на финансовое обеспечение мероприятий по проведению НИОКР в области средств производства электроники [94]. Также оказывается поддержка по снижению ставок по кредитам [95].</p> <p>С 2025 года планируется запустить новый формат специального инвестиционного контракта (СПИК 3.0) для стимулирования роботизации и автоматизации действующих производств. Для таких соглашений снижен порог минимальных инвестиций в проект с 750 млн руб. до 100 млн руб., а также продолжают действовать остальные меры поддержки (налоговые льготы, особые условия по аренде земельных участков). Данным форматом поддержки могут воспользоваться, в том числе, небольшие предприятия, не требующие крупных инвестиций [96].</p> <p>В регионах также разрабатывают собственные меры поддержки, направленные на внедрение роботизированных систем. Так, в Санкт-Петербурге в 2025 году планируется инициировать поддержку в формате субсидии на возмещение затрат на внедрение роботизированных систем и комплексов, которая покрывает от 30 до 80% стоимости купленного оборудования с предельным лимитом не более 5 млн рублей на юридическое лицо. Предположительный объем финансирования всей программы на начальном этапе составит около 100 млн рублей [97].</p> <p>Также в регионах до 2026 года будет открыто 3 федеральных центра промышленной робототехники, целью которых станет развитие и внедрение робототехнических решений на промышленных предприятиях страны. В 2024 году Министерство промышленности и торговли Российской Федерации открыло первый Центр развития промышленной робототехники на базе Университета Иннополис. Еще два центра будут открыты в других федеральных округах. Центры создаются для популяризации роботизации промышленных предприятий, создания и доработки образовательных программ, проведения технических аудитов и непосредственно самой интеграции роботов в производство [98].</p>
<p><b>Индия</b></p> <p>Initiative «Make in India 2.0» (2014 г.) [99]</p> <p>Draft «National Strategy on Robotics» (2023 г.) [100]</p>	<p>В рамках инициативы «Сделано в Индии 2.0» (<b>Make in India 2.0</b>) робототехника выделена в качестве одного из 27 подсекторов для дальнейшего усиления интеграции Индии в глобальную цепочку создания стоимости. Учитывая это, в 2023 году был разработан проект Национальной стратегии робототехники (<b>National Strategy for Robotics</b>), целью которой является достижение страной мирового лидерства в области робототехники к 2030 году [100]. Данный документ был представлен для общественного обсуждения и в настоящий момент дорабатывается.</p> <p>В проекте стратегии предложены меры поддержки НИОКР, тестирования технологий, коммерциализации инноваций, стимулирования спроса (содействие распространению информации). В рамках направления по поддержке НИОКР</p>



Страна, наименование документа (ов)	Краткое описание государственных программ поддержки НИР и НИОКР
	<p>предложено создавать центры компетенций (Centres of Excellence) и реализовывать проекты по таким направлениям, как: разработка собственных аппаратных и программных компонентов промышленных и сервисных роботов для использования в секторах производства, сельского хозяйства, здравоохранения и национальной безопасности; улучшение конфигурации роботов; создание коллаборативных роботов; искусственный интеллект [100].</p> <p>Также в Индии запущена программа по созданию в стране полупроводников (India Semiconductor Mission, 2022 г.) [101], предполагается, что наличие собственных технологий ускорит развитие и других технологических областей, таких как робототехника.</p>
<p><b>Объединенные Арабские Эмираты</b></p> <p>Operation 300 bn (2022 г.) [102]</p> <p>National Programme to Transform Technology (2024 г.) [103]</p> <p>Dubai Robotics and Automation (R&amp;A) Program (2023 г.) [104]</p>	<p>В стране принята Стратегия Министерства промышленности и передовых технологий (Ministry of Industry and Advanced Technology, MoIAT) – <b>Operation 300 bn</b>, представляющая собой всеобъемлющий план развития промышленного сектора ОАЭ и повышения его роли в стимулировании национальной экономики. Стратегия сфокусирована на 11 важнейших промышленных секторах (включая производственное оборудование, материалы, космические технологии и др.) и предполагает увеличение вклада промышленного сектора в ВВП вдвое до 300 млрд дирхамов (82 млрд долл.) к 2031 году [102].</p> <p>В развитие данной стратегии в 2024 году была принята программа технологической трансформации промышленного сектора (<b>National Programme to Transform Technology</b>), в рамках которой до 2031 года планируется реализовать 1000 технологических проектов, инвестировать 3 млрд долл. в передовые технологии, увеличить чистый внутренний продукт (NDP) на 30 млрд долл., ежегодно экспортировать передовую технологическую продукцию на сумму 4 млрд долл. [103]<sup>3</sup>.</p> <p>Помимо рамочных программ по технологическому развитию секторов промышленности, в 2023 году была принята программа по развитию робототехники и автоматизации в Дубае (<b>Dubai Robotics and Automation Program</b>) [104], которая направлена на увеличение вклада сектора робототехники в ВВП Дубая до 9% в течение 10 лет.</p> <p>Программа сосредоточена на ускорении исследований и разработок в пяти областях: промышленность и обрабатывающее производство, потребительские услуги и туризм, подключенная мобильность и логистика, здравоохранение, экстремальные условия окружающей среды.</p> <p>В рамках программы в течение следующих 10 лет будет внедрено 200 000 роботов для повышения эффективности и производительности в различных отраслях, включая услуги, логистику и промышленный сектор. В ходе реализации программы будут приняты меры по совершенствованию нормативно-правового поля, выделены инвестиции в научно-исследовательскую сферу и образование, а также осуществлена поддержка внедрения технологий промышленной робототехники на предприятиях [104].</p>

<sup>3</sup> Перевод дирхамов ОАЭ в доллары осуществляется по среднегодовому курсу за 2024 год:

1 дирхам ОАЭ = 0.2723 долл. США.

Страна, наименование документа (ов)	Краткое описание государственных программ поддержки НИР и НИОКР
<p><b>Бразилия</b></p> <p>Missão 4 da Nova Indústria Brasileira (NIB, 2024–2026 г.) [105]</p>	<p>В сентябре 2024 года в Бразилии был принят стратегический документ по реиндустриализации страны (<b>Missão 4 da Nova Indústria Brasil, NIB</b>), который подразумевает государственное и частное финансирование и нацелен на укрепление производственных цепочек страны в таких ключевых областях, как полупроводники, промышленная робототехника и передовые технологии (искусственный интеллект и Интернет вещей (IoT)). В рамках плана к 2026 году предполагается провести цифровую трансформацию 25% бразильских промышленных компаний, а к 2033 году – 50% компаний [106]. Общий объем инвестиций составит 35,4 млрд долл., из которых 16,3 млрд долл. будет выделено компаниями на поддержку НИОКР, развитие инфраструктуры и строительство новых заводов [106]<sup>4</sup>.</p> <p>Одновременно с этим планом была запущена программа поддержки развития сектора полупроводников и информационно-коммуникационных технологий (Brasil Semicon, 2024–2026 гг.), общий объем финансирования которой составит 4 млрд долл. в течение 3 лет<sup>5</sup>. В рамках программы будут поддержаны исследования в области технологий, непосредственно связанных с Индустрией 4.0 [105].</p>

Промышленная робототехника остается одним из ключевых технологических приоритетов многих стран. Развитие данного направления существенным образом влияет на экономическую конкурентоспособность государства, в том числе на решение кадрового вопроса. Принимая это во внимание, ряд государств (Китай, Япония, Германия) на протяжении длительного времени осуществляет скоординированную промышленную политику, направленную на повышение эффективности производства. Другие страны также постепенно формируют структуру поддержки робототехники, выстраивая систему взаимодействия между научным сообществом, государством и бизнесом.

Чаще всего государственные программы предполагают меры по совершенствованию нормативно-правового регулирования, финансирование научно-исследовательской сферы и образования, а также внедрение технологий промышленной робототехники на предприятиях.

В рамках инициатив страны фокусируются преимущественно на следующих приоритетных направлениях в рассматриваемой области:

- разработка коллаборативных роботов,
- изготовление робототехнических систем, в которых используются мягкие материалы и структуры, подобные тканям живых организмов, и создание систем управления ими;
- разработки в области интеграции искусственного интеллекта и робототехнических систем, в том числе для последующего применения в решении социальных проблем (сокращение трудоспособного населения);

<sup>4</sup> Перевод бразильских реалов в доллары осуществляется по среднегодовому курсу за 2024 год: 1 бразильский реал = 0.1815 долл. США.

<sup>5</sup> Перевод бразильских реалов в доллары осуществляется по среднегодовому курсу за 2024 год: 1 бразильский реал = 0.1815 долл. США.

- создание человекоподобных роботов, способных как заменить человеческий труд, так и работать совместно с человеком на производстве или в социальной сфере.

## 2.4. Национальный и международный нормативно-технический ландшафт

В разделе представлены основные направления формирования нормативно-технического ландшафта в области промышленной робототехники как на международном уровне, так и на уровне отдельных стран. В ходе анализа рассмотрены следующие институты стандартизации:

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

Таблица 5. Описание деятельности международных, зарубежных и отечественных организаций, осуществляющих нормативно-техническое регулирование в области промышленной робототехники

Название организации	Описание деятельности организации, принятых стандартов и нормативных документов
<b>Международные и региональные организации</b>	
<b>Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO, ИСО)</b>	В 2015 году в структуре ИСО создан технический комитет ISO/TC 299 «Робототехника» (Robotics) [107]. Целью технического комитета выступает разработка стандартов по безопасности в области промышленной робототехники, по терминологии и оценке производительности робототехнических систем. Изначально технический комитет с 1983 года функционировал в качестве подкомитета SC 2 «Роботы для промышленной среды» (Robots for manufacturing environment) в рамках технического комитета ISO/TC 184 «Автоматизация промышленности» (Industrial automation) [108]. После этого название и содержание

Название организации	Описание деятельности организации, принятых стандартов и нормативных документов
	<p>вопросов подкомитета менялось и уточнялось несколько раз, в 2006 году к области, подведомственной подкомитету, добавили сервисную робототехнику. В связи с увеличением активности и развитием рынка промышленной робототехники в 2015 году было принято решение о выделении подкомитета в отдельный технический комитет по робототехнике для улучшения координации деятельности и повышения прозрачности работы.</p> <p>На текущий момент структура технического комитета ISO/TC 299 включает 14 рабочих групп, основные из которых:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO/TC 299/JWG 5 «Совместная рабочая группа «Безопасность медицинских роботов» между ISO/TC 299, IEC/SC 62A «Общие положения медицинского оборудования, программного обеспечения и систем», IEC/SC 62D «Конкретное медицинское оборудование, программное обеспечение и системы» (Joint ISO/TC 299 – IEC/SC 62A – IEC/SC 62D WG: Medical robot safety);</li> <li>• ISO/TC 299/SG 1 «Исследовательская группа в области стандартизации безопасности общей робототехники» (Study group on common robotics safety standard);</li> <li>• ISO/TC 299/WG 1 «Словарь и характеристики» (Vocabulary and characteristics);</li> <li>• ISO/TC 299/WG 2 «Безопасность сервисных роботов» (Service robot safety);</li> <li>• ISO/TC 299/WG 3 «Промышленная безопасность» (Industrial safety);</li> <li>• ISO/TC 299/WG 4 «Производительность сервисных роботов» (Service robot performance);</li> <li>• ISO/TC 299/WG 6 «Модульные принципы для сервисных роботов» (Modularity for service robots);</li> <li>• ISO/TC 299/WG 7 «Системы управления для сервисных роботов» (Management system for service robots);</li> <li>• ISO/TC 299/WG 8 «Биомеханические данные и методы валидации для физического взаимодействия человек-робот» (Biomechanical Data and Validation Methods for Physical Human-Robot Interactions);</li> <li>• ISO/TC 299/WG 9 «Электрические интерфейсы для рабочих органов промышленных роботов» (Electrical interfaces for industrial robot end-effectors);</li> <li>• ISO/TC 299/WG 10 «Интероперабельность и взаимодействие промышленных мобильных роботов» (Industrial mobile robot interoperability and communication);</li> <li>• ISO/TC 299/WG 11 «Измерение энергопотребления промышленными роботами» (Measuring energy consumption for industrial robots).</li> </ul> <p>Так, например, рабочая группа 3 по контролю промышленной безопасности сфокусирована на разработке стандартов, технических спецификаций и отчетов в области безопасности промышленной среды [109]. Стандарты могут быть применимы к рабочим местам – промышленным предприятиям, складам, рабочим зонам, где установлены промышленные роботы, робототехнические системы, роботизированные ячейки и другие элементы, доступ к которым ограничен для рабочего персонала.</p>

Название организации	Описание деятельности организации, принятых стандартов и нормативных документов
	<p>Важно отметить, что деятельность рабочей группы 7 по системам управления сервисными роботами предусматривает также обеспечение безопасности при эксплуатации роботов, в том числе в рамках сервиса «робот как услуга» (Robot-as-a-Service, RaaS)<sup>6</sup>, поскольку, как отмечают в техническом комитете, необходимо создать условия для регулирования вопросов безопасности в процессе эксплуатации роботов неподготовленными людьми [109].</p> <p>Технический комитет ISO/TC 299 по состоянию на октябрь 2024 года опубликовал 32 стандарта в области робототехники [110]. Применительно к промышленной робототехнике техническим комитетом рассмотрены вопросы терминологии, критериев эффективности и методов испытаний, механических элементов для манипуляторов, системы координат и управления движением, характеристики и показатели управляемости, требования безопасности, в том числе в условиях интеграции с другими промышленными системами, вопросы испытательного оборудования и метрологии и др.</p> <p>Кроме того, в разработке и на пересмотре по состоянию на октябрь 2024 года находится 12 стандартов технического комитета [111], посвященных вопросам безопасности, интероперабельности и др.</p>
<p><b>Международная электротехническая комиссия (International Electrotechnical Commission, IEC, МЭК)</b></p>	<p>МЭК участвует в разработке стандартов в области промышленной робототехники в рамках консорциума с ИСО, а также отдельными зарубежными национальными организациями по стандартизации.</p> <p>В структуре МЭК функционирует технический комитет IEC TC 129 «Робототехника для систем производства, передачи и распределения электроэнергии» (Robotics for electricity generation, transmission and distribution systems). В разработке техническим комитетом по состоянию на октябрь 2024 года находится 2 стандарта, посвященных вопросам терминологии в области электроботов, а также общим техническим требованиям к беспилотным авиационным системам, предназначенным для осмотра линий электропередач. В перечне стандартов, уже разработанных техническим комитетом, не приведено принятых документов [112].</p>
<p><b>Европейский комитет по стандартизации (Comité Européen de Normalisation / European Committee for Standardization, CEN) и Европейский комитет по стандартизации в области электротехники и электроники (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique / European Committee for Electrotechnical Standardization, CENELEC)</b></p>	<p>В структуре CEN функционирует технический комитет CEN/TC 310 «Передовые производственные технологии» (Advanced Manufacturing Technologies), к деятельности которого относится регулирование вопросов в области робототехники и роботизированных систем для промышленного и непромышленного назначения, управления и интеграции систем, взаимодействия человек-робот и др. Среди стандартов CEN/TC 310 преимущественно представлены стандарты в области робототехники, разработанные совместно с ИСО и адаптированные под особенности Европейского региона [113].</p> <p>Отдельно CEN опубликованы стандарты, посвященные рекомендациям по проектированию производственных ячеек для совместной работы людей и роботов [114], вопросам испытаний безопасности эксплуатации при совместной работе людей и роботов [115], вопросам оценки соответствия требованиям жесткости роботов и методам ее измерения [116] и др.</p> <p>В структуре CENELEC, в свою очередь, можно выделить технический комитет CLC/SR 129 «Робототехника для систем производства, передачи и распределения электроэнергии» (Robotics for electricity generation, transmission and distribution systems), функционирующий для совместной работы с аналогичным техническим комитетом IEC TC 129 [117].</p>

<sup>6</sup> Подробнее о сервисе «робот как услуга» (Robot-as-a-Service, RaaS) см. в разделе 3.2.

Название организации	Описание деятельности организации, принятых стандартов и нормативных документов
<b>Соединенные Штаты Америки</b>	
<b>ASTM International (ранее – Американское общество испытаний и материалов, American Society for Testing and Materials, ASTM)</b>	<p>ASTM International проводит нормативно-техническое регулирование в области робототехники и сопутствующих направлений. В структуре ASTM действует технический комитет F45 «Робототехника, автоматизация и автономные системы» (Robotics, Automation, and Autonomous Systems). Стандарты направлены на регулирование терминологии, классификаций, методов испытаний и других аспектов промышленной и коммерческой робототехники [118]. Стандарты технического комитета F45 могут быть применены к автоматизированным и автономным транспортным средствам, роботизированным манипуляторам и датчикам, интеллектуальным системам, логистической инфраструктуре и другим средствам автоматизации.</p> <p>Технический комитет F45 включает 9 подкомитетов [119]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• F45.01 «Условия и воздействие окружающей среды» (Environmental Conditions and Effects);</li> <li>• F45.02 «Стыковка и навигация автоматизированных беспилотных наземных аппаратов (A-UGV)» (Automated Unmanned Ground Vehicle (A-UGV) Docking and Navigation);</li> <li>• F45.03 «Обнаружение и защита элементов беспилотных наземных аппаратов (A-UGV)» (A-UGV Object Detection and Protection);</li> <li>• F45.04 «Интероперабельность и взаимодействие систем» (System Communication and Interoperability);</li> <li>• F45.05 «Захват и манипулирование» (Grasping and Manipulation);</li> <li>• F45.06 «Шагающие роботизированные системы» (Legged Robot Systems);</li> <li>• F45.07 «Применимость» (Applications);</li> <li>• F45.90 «Исполнительный подкомитет» (Executive Subcommittee);</li> <li>• F45.91 «Терминология» (Terminology).</li> </ul> <p>По состоянию на октябрь 2024 года техническим комитетом F45 разработано 10 стандартов в области промышленной робототехники и автономных устройств, 14 стандартов находится в разработке.</p> <p>Так, в 2023 году опубликован стандарт ASTM F3200–23 «Терминология в области робототехники, автоматизации и автономных систем» (Terminology for Robotics, Automation, and Autonomous Systems), содержащий термины и определения для специалистов в области разработок, исследований, внедрения и эксплуатации робототехнических и автономных устройств для различных областей применения [120].</p>
<b>Американский национальный институт стандартов (American National Standards Institute, ANSI)</b>	<p>В ANSI функционирует два подкомитета в структуре технического комитета R15, регулирующих вопросы безопасности промышленных роботов: R15.06 «Редакционный подкомитет по безопасности промышленных роботов» (Drafting Subcommittee on Industrial Robot Safety), R15.08 «Редакционный подкомитет по безопасности промышленных мобильных роботов» (Drafting Subcommittee on Industrial Mobile Robot Safety) [121]. Среди разработанных стандартов ANSI: RIA TR R15.606–2016 в области требований к безопасности роботов [122]; RIA TR R15.706–2019, сфокусированный на обязанностях пользователей и эксплуатантов для обеспечения безопасности при работе промышленных роботов [123]; RIA TR R15.806–2018 в области безопасности и проведения испытаний промышленных роботов для измерения давления и силы [124]; ANSI/RIA R15.06–2012 в области снижения рисков при использовании промышленных роботов [125]; ANSI/RIA R15.08–1–2020 в области требований по безопасности промышленных мобильных роботов [126].</p>

Название организации	Описание деятельности организации, принятых стандартов и нормативных документов
Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)	IEEE ведет нормативно-техническую деятельность в области промышленной робототехники, в частности, в рамках деятельности технического комитета IEEE RAS – Общества по робототехнике и автоматизации (Robotics and Automation Society) [127]. Например, опубликован стандарт IEEE 1872.2–2021 по онтологии автономной робототехники, содержащий основные положения, необходимые для однозначного описания элементов автономных роботов при проектировании, унифицированного представления архитектуры системы и пр. [128] Кроме того, можно выделить стандарты IEEE 1872.1–2024 по унификации представления задач робота [129], IEEE 7007–2021 по этическим вопросам проектирования роботов [130], IEEE 1873–2015 по представлению картографических данных для роботов, осуществляющих задачи навигации [131], и др.
<b>Великобритания</b>	
Британский институт стандартов (British Standards Institution, BSI)	BSI активно участвует в нормативно-техническом регулировании в области промышленной робототехники. Так, в BSI действует технический комитет AMT/10 «Робототехника» (Robotics), который отвечает за представление Великобритании в технических комитетах ISO/TC 299 и CEN/TC 310. При участии AMT/10 по состоянию на октябрь 2024 года разработан 21 стандарт, еще 26 стандартов находятся в стадии разработки [132]. Кроме того, в BSI действует отдельный подкомитет AMT/10/1 «Этика в области роботов и автономных систем» (Ethics for Robots and Autonomous Systems), среди разработанных стандартов подкомитета – стандарт, определяющий этические принципы проектирования и эксплуатации роботов [133].
<b>Страны Азии</b>	
Управление по стандартизации Китая (Guobiao Standards / Standardization Administration of China, GB, SAC)	Управление по стандартизации Китая проводит активную нормативно-техническую деятельность в области промышленной робототехники. Начиная с 2006 года в Китае принято более 160 стандартов в области робототехники. Часть принятых в Китае стандартов относится к серии «Промышленные роботы» (Industrial robots) и серии «Роботы и робототехнические устройства» (Robots and robotic devices) разработки ИСО, в том числе словарь терминов [134]. Стандарты собственной разработки Китая в области робототехники посвящены ряду технических и организационных вопросов, среди которых: требования к функциональным компонентам [135–141], вопросы проектирования и моделирования роботов, в том числе с применением платформы [142–144], вопросы безопасности [145–147], классификации и терминологии [148; 149], применения и обслуживания роботов [150–154] различных типов, например, роботов для проведения испытаний [155], роботов для паллетирования для загрузки и разгрузки товаров [156], роботов для сборки деталей [157], сварки [158; 159], лазерной обработки [160] и прочие стандарты [161–172]. Кроме того, опубликована серия стандартов по вопросам программирования роботов [173; 174], а также стандарты по автоматизации процессов и управления [175–177], обмену данными [178], экологическим аспектам [179] и др. Отдельно можно отметить стандарт, сфокусированный на вопросах интероперабельности оборудования на роботизированных производственных участках [180].
Японский комитет по промышленной стандартизации (Japanese Industrial Standards Committee, JISC)	JISC ведет нормативно-техническое регулирование по направлению промышленной робототехники и участвует в совместной работе с ИСО и другими организациями по стандартизации. По состоянию на октябрь 2024 года в процессе разработки JISC находится 12 стандартов по теме промышленного оборудования, из них 1 стандарт посвящен вопросам безопасности сервисных роботов [181]. Кроме того, в процессе пересмотра находится 44 стандарта, среди них – заимствованный стандарт ИСО по терминологии в области робототехники [181]. Среди заимство-

Название организации	Описание деятельности организации, принятых стандартов и нормативных документов
	<p>ванных стандартов по теме робототехники приводится 34 стандарта ИСО, 16 стандартов МЭК, а также ряд стандартов ASTM, BSI и др.</p> <p>Суммарно в области робототехники JISC приводит 30 стандартов собственной разработки. В частности, JISC разработаны (в том числе переведены заимствованные стандарты ИСО и др.) стандарты по направлению промышленной робототехники, например, серии «Роботы и робототехнические устройства» (Robots and robotic devices) [182–185], «Промышленные роботы-манипуляторы» (Manipulating industrial robots) [186–191], «Промышленные роботы» (Industrial robots) [192–194], «Интеллектуальные роботы» (Intelligent robots) [195], «Мобильные роботы» (Mobile robots) [196] и др. Стоит отметить, что большинство стандартов являются разработками 1990–2000-х гг.</p>
<b>Российская Федерация</b>	
<p><b>Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)</b></p>	<p>В Российской Федерации ведется масштабная работа в области стандартизации по направлению робототехники. Так, в России действует технический комитет по стандартизации «Робототехника» (ТК 141) [197; 198], созданный на базе Государственного научного центра Российской Федерации федерального государственного автономного научного учреждения «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК). В перечне опубликованных стандартов в области робототехники приведено около 100 национальных и межгосударственных стандартов [199]. Так, можно выделить более 30 стандартов, разработанных в СССР и в настоящее время имеющих статус межгосударственных стандартов, а также ряд стандартов в области смежных направлений робототехники, например, беспилотных авиационных систем (подробнее о стандартах по данной тематике см. [20]).</p> <p>По состоянию на октябрь 2024 года действует новый комплекс национальных стандартов «Роботы и робототехнические устройства», а также стандарты серии «Роботы промышленные манипуляционные», среди которых применительно к промышленной робототехнике можно выделить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.1–2016 Роботы и робототехнические устройства. Общие положения;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.2–2016 Роботы и робототехнические устройства. Классификация;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.3–2016/ИСО 9787:2013 Роботы и робототехнические устройства. Системы координат и обозначение перемещений;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.4–2023 Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.5–2019 Роботы и робототехнические устройства. Мобильные роботы. Термины и определения;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.6–2023 Роботы и робототехнические устройства. Жизненный цикл. Основные положения;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.7–2023 Роботы и робототехнические устройства. Жизненный цикл. Общие требования;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.8–2023 Роботы и робототехнические устройства. Онтологии робототехники. Общие положения, основные понятия, термины и определения;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.9–2023 Роботы и робототехнические устройства. Онтологии робототехники. Понятия и отношения, описывающие составные части робота;</li> </ul>



Название организации	Описание деятельности организации, принятых стандартов и нормативных документов
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.10–2023 Роботы и робототехнические устройства. Онтологии робототехники. Понятия и отношения, описывающие действия и взаимодействие в физической среде;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.11–2023 Роботы и робототехнические устройства. Онтологии робототехники. Понятия и отношения, описывающие функциональность и поведение;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.12–2023 Роботы и робототехнические устройства. Онтологии робототехники. Понятия и отношения, описывающие групповое взаимодействие;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.0.13–2023 Роботы и робототехнические устройства. Групповое управление роботами. Общие положения, основные понятия, термины и определения;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.2.1–2016 Роботы и робототехнические устройства. Общие требования по безопасности;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.3.1–2016 Роботы и робототехнические устройства. Виды испытаний;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.7.1–2016 Роботы и робототехнические устройства. Методы программирования и взаимодействия с оператором;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.7.2–2020 Роботы и робототехнические устройства. Технология математического моделирования и виртуализации испытаний базовых элементов робототехнических комплексов на внешние воздействующие факторы на всех этапах жизненного цикла;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.7.3–2020 Роботы и робототехнические устройства. Метод математического моделирования показателей надежности и виртуализации испытаний на надежность базовых элементов робототехнических комплексов при проектировании;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.7.4–2020 Роботы и робототехнические устройства. Методы математического моделирования и виртуализации испытаний базовых элементов робототехнических комплексов на электромагнитные воздействия при проектировании;</li> <li>• ГОСТ Р 60.0.7.5–2020 Роботы и робототехнические устройства. Методы построения баз данных электрорадиоизделий и конструкционных материалов для математического моделирования и виртуализации испытаний базовых элементов робототехнических комплексов на внешние воздействующие факторы на всех этапах жизненного цикла;</li> <li>• ГОСТ Р 60.1.2.1–2016/ИСО 10218–1:2011 Роботы и робототехнические устройства. Требования по безопасности для промышленных роботов. Часть 1. Роботы;</li> <li>• ГОСТ Р 60.1.2.2–2016/ИСО 10218–2:2011 Роботы и робототехнические устройства. Требования по безопасности для промышленных роботов. Часть 2. Робототехнические системы и их интеграция;</li> <li>• ГОСТ Р 60.1.2.3–2021 Роботы и робототехнические устройства. Требования безопасности для роботов, работающих совместно с человеком;</li> <li>• ГОСТ Р 60.1.2.4–2020 Роботы и робототехнические устройства. Проектирование промышленных робототехнических комплексов с учетом требований безопасности. Часть 1. Рабочие органы;</li> </ul>

Название организации	Описание деятельности организации, принятых стандартов и нормативных документов
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ГОСТ Р 60.1.2.5–2020 Роботы и робототехнические устройства. Проектирование промышленных робототехнических комплексов с учетом требований безопасности. Часть 2. Позиции ручной загрузки/разгрузки;</li> <li>• ГОСТ Р 60.2.0.4–2023 Роботы и робототехнические устройства. Роботы космические. Общие технические требования;</li> <li>• ГОСТ Р 60.2.0.5–2023 Роботы и робототехнические устройства. Роботы космические. Общие технические условия;</li> <li>• ГОСТ Р 60.2.3.3–2023 Роботы и робототехнические устройства. Роботы космические. Методы оценки соответствия предъявляемым техническим требованиям;</li> <li>• ГОСТ Р 60.3.0.1–2017 Роботы и робототехнические устройства. Промышленные манипуляционные роботы. Системы автоматической смены рабочего органа. Термины, определения и представление характеристик;</li> <li>• ГОСТ Р 60.3.0.2–2020 Роботы и робототехнические устройства. Роботы промышленные манипуляционные. Перемещение объектов с помощью захватного устройства зажимного типа. Термины, определения и представление характеристик;</li> <li>• ГОСТ Р 60.3.1.1–2016 Роботы промышленные манипуляционные. Представление характеристик;</li> <li>• ГОСТ Р 60.3.3.1–2016 Роботы промышленные манипуляционные. Рабочие характеристики и соответствующие методы тестирования;</li> <li>• ГОСТ Р 60.3.3.2–2020 Роботы и робототехнические устройства. Роботы промышленные манипуляционные. Методы и средства оценки рабочих характеристик роботов;</li> <li>• ГОСТ Р 60.3.4.1–2017 Роботы и робототехнические устройства. Промышленные манипуляционные роботы. Механические интерфейсы. Круглые фланцы;</li> <li>• ГОСТ Р 60.3.4.2–2017 Роботы и робототехнические устройства. Промышленные манипуляционные роботы. Механические интерфейсы. Стержни;</li> <li>• ГОСТ Р 60.4.3.1–2023 Роботы и робототехнические устройства. Промышленные транспортные роботы. Метод навигационных испытаний в заданной области;</li> <li>• ГОСТ Р 60.5.0.1–2023 Роботы и робототехнические устройства. Экзоскелеты. Термины и определения;</li> <li>• ГОСТ Р 60.6.0.2–2023 Роботы и робототехнические устройства. Мобильные дистанционно управляемые системы для применения на объектах использования атомной энергии. Общие требования;</li> <li>• ГОСТ Р 60.6.1.1–2023 Роботы и робототехнические устройства. Транспортные логистические роботы. Функциональные требования;</li> <li>• ГОСТ Р 60.6.8.1–2023 Роботы и робототехнические устройства. Представление картографических данных для навигации роботов;</li> <li>• ГОСТ Р 60.7.0.1–2020 Роботы и робототехнические устройства. Робототехнические комплексы морского назначения. Классификация;</li> <li>• ГОСТ Р 60.7.0.2–2022 Роботы и робототехнические устройства.</li> </ul>

Название организации	Описание деятельности организации, принятых стандартов и нормативных документов
	<p>Комплекс телеуправляемого необитаемого подводного аппарата рабочего класса. Основные требования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ГОСТ Р 60.7.0.3–2023 Роботы и робототехнические устройства. Аппараты необитаемые подводные. Классификация.</li> </ul> <p>В перечне планируемых к разработке стандартов по направлению промышленной робототехники можно выделить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ПНСТ Роботы и робототехнические устройства. Жизненный цикл. Термины и определения [200];</li> <li>• ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Наземные робототехнические комплексы. Классификация [201];</li> <li>• ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Онтология роботов. Понятия и отношения, описывающие взаимодействие роботов [202];</li> <li>• ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Онтология роботов. Понятия и отношения, описывающие навигацию роботов [203];</li> <li>• ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Промышленные транспортные роботы. Термины и определения [204];</li> <li>• ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Система менеджмента качества для изготовителей, интеграторов и сервисных организаций мехатронных и робототехнических комплексов для нефтегазовой отрасли. Общие требования [205];</li> <li>• ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Транспортные логистические роботы. Требования безопасности и методы оценки соответствия [206];</li> <li>• ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Транспортные логистические роботы. Функциональные требования и требования безопасности [207].</li> </ul>

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ, 2024

Кроме того, в ходе анализа была рассмотрена деятельность зарубежных национальных организаций по стандартизации, в частности, Немецкого института по стандартизации (Deutsches Institut für Normung e.V. / German Institute for Standardization, DIN), Французской ассоциации по стандартизации (Association Française de Normalisation / French Standardization Association, AFNOR) и др. Указанные организации по стандартизации принимают участие в деятельности ИСО, МЭК и CEN по нормативно-техническому регулированию в области промышленной робототехники, в связи с чем среди принятых стандартов указанных организаций приведены заимствованные стандарты международных и региональных организаций по стандартизации.

Международный нормативно-технический ландшафт по направлению промышленной робототехники включает комплекс стандартов, разработанных Международной организацией по стандартизации (ИСО) совместно с Европейским комитетом по стандартизации (CEN) и другими организациями по стандартизации. Кроме того, можно выделить большое количество оригинальных стандартов ASTM International (ранее – Американское общество испытаний и материалов, ASTM) и Управления по стандартизации Китая (GB). Ряд других стран активно принимает участие в деятельности международных организаций по стандартизации и проводит совместную разработку стандартов в области промышленной робототехники.

Среди ключевых направлений стандартизации в области промышленной робототехники – вопросы терминологии, безопасности при использовании промышленных роботов [19; 208; 209], производительности и функциональных требований, взаимодействия человека и робота, взаимодействия роботов и промышленной инфраструктуры, программирования и управления, проведения испытаний роботов, их интеграции друг с другом и с промышленной средой, а также особенности применения разных типов роботов в разных промышленных средах.

В Российской Федерации промышленной робототехнике также уделяется значительное внимание – так, действует ряд межгосударственных стандартов по промышленной робототехнике, разработанных в 1980–1990-е гг., а также разработан масштабный комплекс стандартов серии «Роботы и робототехнические устройства», часть из которых является адаптированным переводом зарубежных стандартов на русский язык. В России насчитывается более 100 стандартов по направлению робототехники, при этом национальный нормативно-технический ландшафт, несмотря на высокий уровень зрелости, основывается как на заимствованных стандартах ИСО и СЕН, так и на нормативно-технических документах собственной разработки.

Кроме того, в разработке находится ряд стандартов в области промышленной робототехники. Тем не менее следует отметить менее интенсивное развитие в сравнении с международными организациями по стандартизации по направлению промышленной робототехники – часть стандартов принята на 3–5 лет позже стандартов, опубликованных ИСО, при этом собственные разработки стандартов в данном направлении ведутся по ограниченному числу направлений.

## ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ИГРОКИ И ПРОЕКТЫ НА РЫНКЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

В главе рассмотрены ключевые игроки рынка промышленной робототехники, представлены результаты анализа их основных разработок и предоставляемых услуг, рассмотрен объем выручки компаний. Кроме того, проанализированы основные бизнес-модели и направления деятельности ключевых игроков рынка, рассмотрены проекты с другими участниками рынка, проанализированы направления инвестиций, сделки по слиянию и поглощению. Также проведен анализ основных причин закрытия проектов на рынке промышленной робототехники.

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

В ходе анализа основных игроков рынка промышленной робототехники было выделено 10 компаний, рассмотрены объем их выручки, а также ключевые продукты и разработки.

В соответствии с классификацией, приведенной Международной федерацией робототехники и представленной в материалах аналитического и консалтингового агентства McKinsey [210; 211], основные продукты и услуги в области промышленной робототехники можно разделить на пять групп. На эти же пять групп были разделены некоторые ключевые разработки основных игроков рынка промышленной робототехники:

- Манипуляторы, роботизированные устройства;
- Компоненты для роботов, дополнительное оборудование (например, инструменты для манипуляторов, захваты, системы технического зрения и компоненты систем технического зрения);
- Программное обеспечение и сопутствующие программы для роботов;
- Монтаж, сервисное обслуживание для внедрения и подключения роботизированного оборудования;
- Вспомогательное, дополнительное оборудование (например, защитные ограждения, приспособления, конвейеры).

Таблица 6. Обзор основных игроков рынка промышленной робототехники<sup>7</sup>

№	Название компании, страна	Общая выручка компании, млрд долл.		Выручка компании по направлению робототехники, млрд долл.		Описание основных разработок и продуктов компании				
		2022	2023	2022	2023	Роботы и манипуляторы	Компоненты	Программное обеспечение	Монтаж и обслуживание	Дополнительное оборудование
1	ABB, Швеция и Швейцария <sup>8</sup> [212–214]	29,45	32,24	3,18	3,64	Крупногабаритные модульные роботы различного назначения [215]  Серии шарнирных роботов IRB, коботов CRB и IRB, роботов для покраски IRB, дельта-роботов IRB, серия SCARA IRB и AMR Flexley и др. [216]	Линейка контроллеров для управления движением [217]	Платформа управления робототехникой нового поколения OmniCore [218]	Пакет услуг по обслуживанию роботов [219]	Устройства для отслеживания качества обработки изделий [220; 221]
2	Mitsubishi Electric Corporation <sup>9</sup> , Япония [222]	38,03	37,42	12,62	12,17	Роботы для подъема грузов [223; 224]  Промышленные роботы Mitsubishi Electric MELFA [225]	Контактные датчики изображений [227]  Контроллеры движения, датчики позиционирования и	Программное обеспечение RT ToolBox3 для роботов Mitsubishi Electric  Программа RT VisualBox для программирования MELFA	•	Устройства для контроля энергопотребления [231]

<sup>7</sup> Знаком «•» в таблице обозначены продукты и услуги, которые предлагаются компанией в соответствии с выделенным в таблице типом, однако на официальном сайте не представлены существенные пояснения о данной деятельности.

<sup>8</sup> Выручка по направлению робототехники приведена в соответствии с сегментом «Робототехника и дискретная автоматизация» (Robotics & Discrete Automation), выделенным компанией ABB в годовом отчете.

<sup>9</sup> Здесь и далее расчет объема выручки приведен в долларах США по среднегодовому курсу:

1 долл. США = 131,56 иен за 2022 год, 1 долл. США = 140,53 иен за 2023 год (для расчета выручки компаний Mitsubishi Electric Corporation, Denso Robotics (входит в Denso Corporation), Yaskawa Electric Corporation, Omron Corporation, Fanuc, Kawasaki Robotics (входит в Kawasaki Heavy Industries)),

1 долл. США = 0,9497 евро за 2022 год, 1 долл. США = 0,9243 евро за 2023 год (для расчета выручки компании KUKA).

Отчетность Mitsubishi Electric Corporation, Denso Robotics (входит в Denso Corporation), Omron Corporation, Fanuc и Kawasaki Robotics (входит в Kawasaki Heavy Industries) приводится в соответствии с фискальным годом, который, как правило, заканчивается 31 марта (у Yaskawa Electric Corporation фискальный год заканчивается 28 (29) февраля).

Выручка Mitsubishi Electric Corporation по направлению робототехники приведена в соответствии с сегментом «Промышленность и транспорт» (Industry & Mobility), который включает «Бизнес по автоматизации систем производства» (Factory Automation Systems Business), выделенным компанией Mitsubishi Electric Corporation в годовом отчете.

№	Название компании, страна	Общая выручка компании, млрд долл.		Выручка компании по направлению робототехники, млрд долл.		Описание основных разработок и продуктов компании				
		2022	2023	2022	2023	Роботы и манипуляторы	Компоненты	Программное обеспечение	Монтаж и обслуживание	Дополнительное оборудование
						Кобот-манипулятор MELFA ASSISTA [226]	пр. [228]	ASSISTA [229] и др. [230]		
3	Denso Robotics, Япония (входит в Denso Corporation, Япония) [232; 233]	48,66	50,84	–	–	Серия коботов COBOTTA PRO [234; 235] Робот SCARA HSR для захвата и перемещения Серия роботов ESD для обработки печатных плат [236]	Серия контроллеров [237] Модули для отслеживания, перемещения и др. [238]	Серия программных продуктов для управления роботом, моделирования движения, технического зрения и др. [239]	Центр по ремонту роботов [240], доставка запчастей и др. [241]	Функция виртуального ограждения [242] Устройства для обучения роботов [243]
4	Yaskawa Electric Corporation, Япония <sup>10</sup> [244]	4,23	4,1	1,7	1,67	Серия коботов HC [245] Серии Motoman GP, MotoMINI, Motoman SDA и Motoman SIA для погружно-разгрузочных работ и сборки [246] Серия MPX для покрасочных работ [247] Серия Motoman PL для паллетирования Серии SG, MPP и MPK для перемещений [248] Серии AR, GA и SP для сварки и резки [249]	Процессоры и контроллеры [250]	Программное обеспечение для управления и прочих задач [251] Платформа Motoman NEXT на основе искусственного интеллекта для линейки манипуляторов [252]	Сервисные продукты на протяжении всего жизненного цикла робота [253]	Роботизированные системы для различных типов сварки [254]
5	Omron Corporation, Япония <sup>11</sup> [47]	6,66	5,83	3,69	2,8	Линейки манипуляторов, коботов и AMR [255; 256]	Контроллеры и устройства автоматизации, конструкции для подключения, удаленного доступа и пр. [257] Датчики, таймеры, устройства управления, контроля состояния и пр. [258]	Программируемые устройства [259]	Техническая поддержка на протяжении всего жизненного цикла, ремонтный центр и др. [260]	Конструкция для подачи материала на сборку [261] Устройства для контроля качества [262]

<sup>10</sup> Выручка по направлению робототехники приведена в соответствии с сегментом «Робототехника» (Robotics), выделенным компанией Yaskawa Electric Corporation в годовом отчете.

<sup>11</sup> Выручка по направлению робототехники приведена в соответствии с сегментом «Бизнес по автоматизации промышленности» (Industrial Automation Business), выделенным компанией Omron Corporation в годовом отчете.

№	Название компании, страна	Общая выручка компании, млрд долл.		Выручка компании по направлению робототехники, млрд долл.		Описание основных разработок и продуктов компании				
		2022	2023	2022	2023	Роботы и манипуляторы	Компоненты	Программное обеспечение	Монтаж и обслуживание	Дополнительное оборудование
6	Fanuc, Япония [263]	5,57	6,06	–	–	Линейка роботов и роботов CRX, SR, CR и др. [264; 265]	Датчики зрения, изображения, регулировки и др. контроллеры [266] Контроллер для отслеживания траектории и сигналов [267]	Программное обеспечение для моделирования движений и команд [268]	Система профилактического обслуживания и гарантии [269; 270]	Обработывающие станки с ЧПУ [271]
7	Kawasaki Robotics, США (входит в Kawasaki Heavy Industries, Япония) <sup>12</sup> [272; 273]	12,28	13,16	0,76	0,62	Роботы для сварки, паллетирования, сборки, покраски, обслуживания станков, перемещения, обработки и пр. [274; 275] Коботы серии CL [275–277]	Линейка контроллеров различного функционала [278]	Программное обеспечение для отслеживания за работой, прогнозирования отказов, устранения неполадок [279] Три языка программирования – Kawasaki Block-Step Language, Kawasaki AS Language и KRNX – для программирования роботов и интеграции с внешними программами [280]	•	Система технического зрения, позиционеры, линейные направляющие и др. [281]
8	KUKA, Германия (входит в холдинг Midea, Китай) [282]	4,1	4,39	–	–	Линейки промышленных роботов серии KR и LBR [283]	Линейка контроллеров и систем управления [284]	Программное обеспечение с возможностями искусственного интеллекта для управления комплексом роботов [285] Программное обеспечение на основе смешанной реальности для визуализации рабочего пространства [286] Облачное, системное и прикладное программное обеспечение [287]	Поддержка на протяжении всего жизненного цикла – от планирования до утилизации / модернизации [288]	Системы энергоснабжения, позиционеры, линейные направляющие и др. [289]

<sup>12</sup> Общая выручка компании приведена для головной компании Kawasaki Heavy Industries. Выручка по направлению робототехники приведена в соответствии с сегментом «Высокоточное оборудование и роботы» (Precision Machinery & Robot), который включает «Робототехника» (Robotics), выделенным компанией Kawasaki Heavy Industries в годовом отчете.



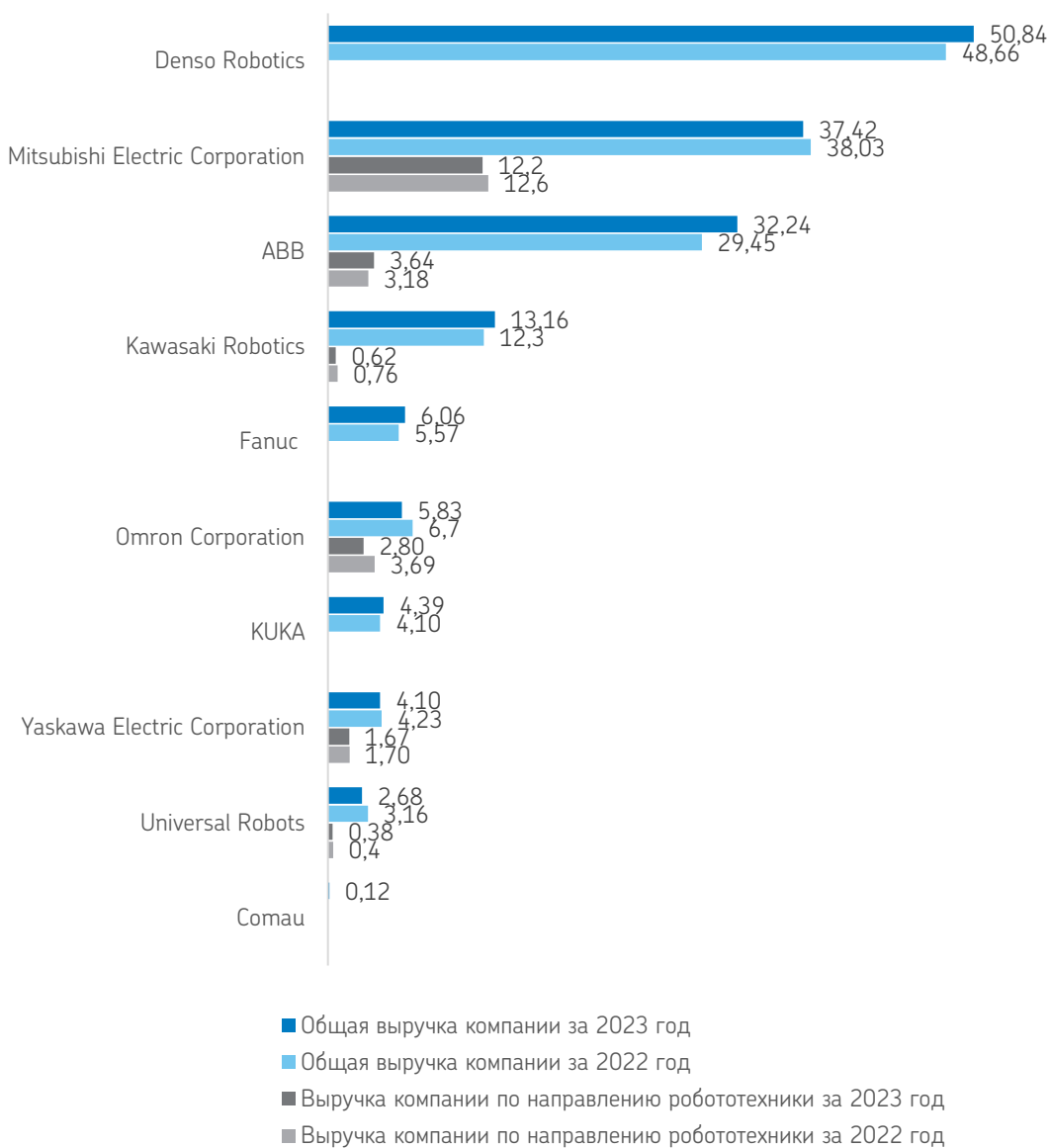
№	Название компании, страна	Общая выручка компании, млрд долл.		Выручка компании по направлению робототехники, млрд долл.		Описание основных разработок и продуктов компании				
		2022	2023	2022	2023	Роботы и манипуляторы	Компоненты	Программное обеспечение	Монтаж и обслуживание	Дополнительное оборудование
9	Comau, Италия (входит в Stellantis N.V., Нидерланды) [290]	–	0,12	–	–	Роботы-гуманоиды и манипуляторы [291]	Семейство систем технического зрения MI.RA [292] Устройства для сварки [293]	Программное обеспечение для моделирования и управления контроллерами, др. [294]	•	Позиционеры, линейные направляющие и др. [295]
10	Universal Robots, Дания (входит в Teradyne Inc., США) <sup>13</sup> [296–300]	3,16	2,68	0,4	0,38	Линейка коботов UR [301]	Линейка устройств и контроллеров для роботов [302]	Программное обеспечение PolyScore для управления [303]	Система технической поддержки UR Care [304]	Наборы и устройства для расширения функционала роботов, линейные направляющие и пр. [305; 306]

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ, 2024

В ходе анализа рассмотрена выручка основных игроков рынка в разрезе 2022 и 2023 годов. Отдельно некоторые игроки рынка в структуре общей выручки выделяют выручку по направлению робототехники (пояснения к сегментам робототехники, выделенным компаниями, приведены в соответствующих строках таблицы), которая занимает от 1% до 38%. Можно отметить стабильность развития основных игроков рынка промышленной робототехники.

<sup>13</sup> Общая выручка компании приведена для головной компании Teradyne Inc. Выручка по направлению робототехники приведена в соответствии с сегментом «Робототехника» (Robotics), выделенным компанией Teradyne Inc. в годовом отчете за 2023 год; в соответствии с сегментом «Автоматизация промышленности» (Industrial Automation), выделенным компанией Teradyne Inc. в годовом отчете за 2022 год.

Рисунок 10. Объем общей выручки и выручки по направлению робототехники основных игроков рынка промышленной робототехники за 2022–2023 гг. (млрд долл.)<sup>14</sup>



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ, 2024

### 3.2. Оценка успешных бизнес-моделей и лучших практик

В ходе анализа бизнес-моделей были рассмотрены экспертно-аналитические материалы в области робототехники и открытые интернет-ресурсы, а также проанализирована деятельность основных игроков рынка. Обзор бизнес-моделей позволяет выявить ключевые этапы цепочки создания стоимости, особенности функционирования компаний на данном рынке, а также потенциальные направления и тренды развития рынка.

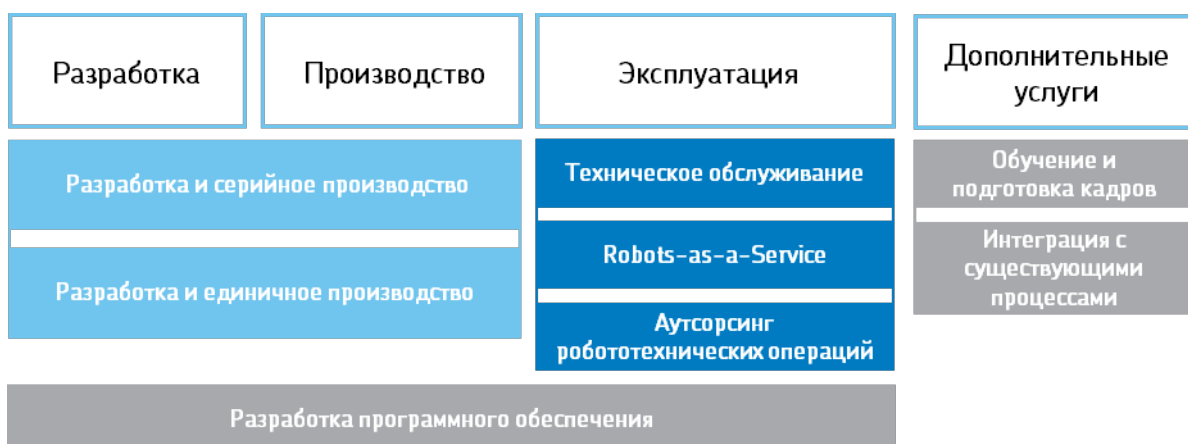
<sup>14</sup> Некоторые игроки рынка не выделяют выручку по направлению робототехники в структуре доходов, в связи с чем на графике у ряда компаний приведена только общая выручка за 2022 и 2023 годы.

Деятельность в области робототехники может проходить в рамках следующих направлений и бизнес-моделей [307; 308]:

- Серийное производство роботов и их последующая реализация – распространенная бизнес-модель;
- Создание уникальных роботов, то есть разработка и производство единичных изделий или мелкой серии, как правило, в интересах крупных промышленных компаний или государственных организаций, в том числе в рамках реализации прорывных НИОКР;
- Разработка программного обеспечения для роботизированных систем, включая разработку операционных систем для управления роботом, разработку пользовательского интерфейса, а также специализированных решений, например, алгоритмов для обучения робота;
- Техническое обслуживание роботов, включая продажу дополнительных инструментов и аксессуаров, что предполагает заключение длительных контрактов на плановое обслуживание промышленных роботов, замену отдельных деталей и сопровождение робота на протяжении жизненного цикла, а также ремонтные работы;
- Реализация услуг в области интеграции роботов и программных решений в производственные цепочки и существующие бизнес-процессы;
- Обучение, проведение образовательных и тренинговых мероприятий по применению и обслуживанию роботов;
- Предоставление роботов в аренду (лизинг), или реализация Robot-as-a-Service («Робот как услуга»);
- Аутсорсинг робототехнических операций.

Выделенные бизнес-модели деятельности компаний на рынке промышленной робототехники можно разделить на основные группы – деятельность на стадии разработки, производства, эксплуатации, дополнительные услуги в области робототехники.

Рисунок 11. Основные бизнес-модели деятельности компаний на рынке промышленной робототехники



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ, 2024

Robot-as-a-service (RaaS) облегчает внедрение промышленных роботов, особенно для малого и среднего бизнеса, поскольку предполагает низкий барьер для входа и невысокие инвестиции на начальном этапе [309–312]. Данный подход реализуется в формате регулярных платежей по подписке на краткосрочный период или на длительность реализации проекта. Кроме того, возможна оплата за аренду по фактическому использованию промышленного робота – так, одна из компаний на рынке робототехники предлагает автономных мобильных роботов для применения на складах, при этом непрерывный сбор данных позволяет анализировать производительность робота в режиме реального времени и тем самым оценивать фактическую загрузку, на основании которой формируется счет за аренду [29].

Стоит отметить, что, как правило, реализация данной бизнес-модели требует со стороны арендодателя не только тщательного планирования предоставления услуги, но и непрерывного сбора данных, который позволит оперативно отреагировать на сбой в работе и принять необходимые действия. Для эффективной реализации процедур сбора данных должны быть предусмотрены датчики, измерительное оборудование и устройства для сбора данных, интегрированные в конструкцию робота, а также платформенные решения, позволяющие производителю осуществлять сбор и анализ данных. Кроме того, данная бизнес-модель также требует регулярного проведения технического обслуживания, что должно быть предусмотрено договором с заказчиком. Поставщики могут включать поддержку, техническое обслуживание и модернизацию оборудования в качестве элементов полного пакета обслуживания, что также позволяет снизить затраты на обслуживание [313]. Согласно оценкам, объем рынка RaaS составил 1,8 млн долл. в 2023 году и, как ожидается, будет продолжать расти и достигнет 4 млн долл. к 2028 году [313].

Крупнейший игрок рынка промышленной робототехники **ABB** специализируется преимущественно на разработке и серийном производстве промышленных роботов, а также разработке программных решений [314]. Однако деятельность ABB включает и широкое техническое и сервисное обслуживание проданных товаров [219], в том числе услуги по вводу робота в эксплуатацию, услуги по утилизации робота или его модернизации, поставке и установке запасных частей. Кроме того, компания предлагает осуществить возврат устаревшего оборудования, после чего ABB отремонтирует и реализует восстановленные модели [315]. Отдельный вид деятельности компании – обучение по эксплуатации роботов, которое возможно как на территории заказчика, так и в учебном центре ABB и даже онлайн [316].

Аналогичную бизнес-модель реализует один из крупнейших игроков рынка – производитель автокомпонентов и роботизированных систем **Denso Robotics** [317]. Так, компания производит роботов для собственных нужд в автомобилестроении, а также реализует линейки роботов другим промышленным компаниям. Отдельно компания уделяет внимание разработке программного обеспечения для повышения эффективности применения и обслуживания роботов [318], проводит необходимое техническое обслуживание своей продукции. Важно отметить, что компания в рамках контрактов с клиентами обязуется в течение 10 лет после прекращения производства отдельных линеек роботов проводить техническое обслуживание и модернизацию данной модели, что повышает надежность Denso Robotics как поставщика, снижает риски устаревания модели и сокращает издержки на замену модели. Кроме того, компания проводит обучение эксплуатации роботизированных систем в собственном учебном центре и на территории заказчика [319].

Схожую бизнес-модель реализует **Yaskawa** – компания предоставляет широкий перечень роботизированной продукции и соответствующего программного обеспечения, обучающих курсов [320] и услуг технического обслуживания. Среди предложений компании – персональная система обслуживания на всем жизненном цикле оборудования [321], проведение планового технического обслуживания, предоставление аналогичных продуктов для эксплуатации на период ремонта основного оборудования, фиксированная стоимость ремонта, модернизация моделей роботов при необходимости [253]. Также компания предлагает внедрение роботизированной системы ремонта поддонов – робот серии Motoman снимает необходимые детали поддона, оператор выбирает на сенсорном экране повреждённые детали, и машина автоматически их демонтирует [322].

Не менее интересный сервис предлагает компания **Omron Corporation**. Так, в компании действует услуга «подтверждения обоснованности концепции» (Proof of Concept) [323], в соответствии с которой профильная служба заранее протестирует предлагаемый вариант автоматизации производственного процесса, инженеры оценят уровень применимости решения и соответствие требованиям клиента, проведут оценку в соответствии с требуемыми показателями производительности и оформят отчет по итогам исследования для ознакомления клиента с результатами внедрения. На основании проведенной работы клиент сможет принять решение об эффективности предлагаемого варианта и целесообразность инвестиций в данный проект по роботизации процесса.

**Kawasaki**, один из крупнейших мировых производителей роботизированных систем, наладил широкую сеть научно-образовательных и производственных центров. Одним из примеров является Научно-образовательный центр промышленной робототехники Kawasaki-Политех на базе Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого – это совместный проект, который реализуется в тесном сотрудничестве СПбПУ, Корпорации Kawasaki Heavy Industries и компании ROBOWIZARD [324; 325]. Особенностью технологического центра выступает возможность проведения испытаний различных технологий как на реальном оборудовании, так и в цифровом пространстве, а также обучение навыкам программирования и обслуживания промышленных роботов. Центр функционирует в целях проведения образовательных мероприятий, научно-исследовательских и прикладных работ как студентами и исследователями университета, так и представителями промышленности в рамках соглашений.

В рамках образовательной деятельности Kawasaki также выпустил в 2024 году обучающего робота Astorino для внедрения в технические вузы. К преимуществам роботизированной системы компания относит простоту использования, доступную стоимость и прикладную направленность, что позволит студентам приобрести необходимые навыки в области промышленной робототехники [326]. В основе Astorino лежит 6-осевой робот, встроенная система управления и программирования, система датчиков, функции захвата и др. Кроме того, робот прост в обслуживании и не требует регулярного обновления лицензий или запасных частей, поскольку 99% деталей роботов могут быть напечатаны студентами с применением 3D-принтеров.

Аналогично в 2022 году **KUKA** внедрили шесть роботизированных ячеек в образовательный процесс колледжа Gewerbliche Schule в Германии, оснастив студенческую лабораторию [327]. Стоит отметить, что KUKA в рамках своей бизнес-модели, кроме стандартных услуг по обслуживанию роботов, также предлагает систему возврата роботов, бывших в эксплуатации, или приобретение такого робота после проведения ремонтных работ и обязательной сертификации.

К приобретению также доступны практически новые модели, которые использовались в качестве демонстрационных образцов на экспозициях и не находились в активном употреблении. Данный подход позволяет экономить на инвестициях в роботизацию и активно используется в малом и среднем бизнесе [328]. Помимо приобретения бывших в эксплуатации роботов KUKA предлагает услуги аренды для краткосрочного пользования роботом.

**Comau** так же имеет налаженную сеть производственных площадок, сервисов и ремонтных центров. Comau предоставляет широкий ассортимент робототехнических устройств для головной компании Stellantis N.V. – крупного автопроизводителя. Около трети производимой продукции Comau поставляет головному предприятию. Тем не менее в 2024 году было подписано соглашение о продаже Comau частной инвестиционной компании [329].

Таким образом, анализ деятельности основных игроков рынка промышленной робототехники свидетельствует о налаженной системной работе крупных компаний в части разработки и производства промышленных роботов. Ключевые игроки на рынке также диверсифицируют свою деятельность и большое внимание уделяют процессам разработки программных решений для управления роботами и их интеграции с другими элементами промышленной среды. Также значительный вклад в конкурентоспособность и доходность основных игроков рынка вносит деятельность по техническому обслуживанию и ремонту продукции, передаче роботов в аренду и продаже для вторичного использования. Тем самым компании удовлетворяют большую часть запросов потребителей и обеспечивают лидерские позиции на рынке.

### 3.3. Инвестиции, сделки M&A, кооперация

Одним из важных показателей функционирования компаний является анализ инвестиционных соглашений, сделок по слиянию и поглощению компаний (Mergers & Acquisitions), а также реализация соглашений в рамках сотрудничества, партнерства и коопераций.

В ходе анализа рассмотрены наиболее значимые *инвестиционные проекты* основных игроков рынка робототехники за последние годы.

Так, в августе 2024 года **Yaskawa America Inc.** завершила масштабное расширение своей производственной площадки в Майамисбурге (шт. Огайо), практически вдвое увеличив площадь. Дополнительные производственные площади будут использоваться для проектирования, разработки, интеграции и сборки роботизированных систем, а также для дооснащения и восстановления ранее внедренных роботов и систем [330]. Данное расширение является первым этапом масштабного проекта по расширению производственных площадок и увеличению присутствия компании в Северной Америке, общий объем инвестиций запланирован в размере 200 млн долл. Кроме того, в 2023 году компания начала строительство новой производственной площадки и центра дистрибуции в Словении. Новый центр станет единой точкой для получения и выполнения заказов на робототехнику в регионе Европы, Ближнего Востока и Африки (EMEA) [331].

Аналогично компания **Fanuc** значительно расширила производственные мощности на территории Северной Америки. В США в 1986 году была открыта первая производственная площадка в этом регионе, в 2019 году было завершено строительство Северного производственного подразделе-

ния в штате Мичиган, в 2023 году были построены новые производственные помещения в Мексике и Канаде [332]. В 2024 году компания закончила строительство Западного производственного подразделения в штате Мичиган. Инвестиции в строительство площадки составили 110 млн долл., площадь застройки составила около 270 000 м<sup>2</sup>. Площадка включает складские помещения для хранения более чем 6000 роботов. С 2019 года суммарные инвестиции Fanuc в развитие производственных и научных площадок на территории Северной Америки составляют 250 млн долл., включая проект по открытию Академии Fanuc, начало которого запланировано на ближайшее время.

Кроме того, в 2024 году компания Fanuc перенесла подразделение Fanuc IBERIA в Испании в новый офис [333]. Как отмечают в компании, данное решение было вызвано мерами, направленными на повышение экологичности и минимизацию воздействия на окружающую среду. Fanuc уделяет много внимания своему бизнесу в Европе, о чем свидетельствует усовершенствование и расширение европейских площадок Fanuc. Так, за последние несколько лет было расширено десять филиалов на территории Германии, Италии, Франции, Великобритании, Швеции, Венгрии, Чехии, Австрии, Бельгии и Словакии, в настоящее время расширение ведется в Турции и Польше.

В 2024 году также два дочерних предприятия Teradyne – **Universal Robots**, производитель роботов, и MiR, производитель автономных мобильных роботов (AMR), – открыли совместную штаб-квартиру в Дании [334]. Совместная площадка станет инновационным центром, в котором объединятся усилия обеих компаний по созданию высокоэффективных роботизированных систем.

В 2023 году **Mitsubishi Electric**, в свою очередь, объявила о том, что внесла стратегические инвестиции в канадскую компанию Clearpath Robotics, которая разрабатывает и продает автономных мобильных роботов (AMR) [335]. Тем самым корпорация Mitsubishi Electric стремится усилить свою позицию на рынке по оптимизации и автоматизации производства с помощью систем AMR и продолжать вносить вклад в дальнейшее развитие технологий автоматизации производства за счет инвестиций в компании с разнообразными инновациями и передовыми технологиями. Данное решение об инвестициях продиктовано стремлением Mitsubishi Electric поддерживать инновационных игроков на рынке с целью укрепления партнерских отношений [336].

В 2022 году компания **Kawasaki** запустила Future Lab HANEDA для разработки продуктов и услуг по направлению робототехники и демонстрации их потенциального практического применения в Haneda Innovation City – многофункциональном центре, расположенном в Токио [337]. Лаборатория создана консорциумом, в который входят Kawasaki, Intellectual Capital Management Group (ICMG), Kiraboshi Bank, Ltd., аэропорт Ханэда (Japan Airport Terminal Co., Ltd. и Haneda Future Research Institute Inc.) и Ota City.

Таким образом, инвестиционные проекты на рынке промышленной робототехники преимущественно направлены на увеличение производственных мощностей и масштабирование деятельности на территории других стран, за счет чего возможно расширение охвата рынка отдельными игроками и обеспечение высокого уровня продаж, а также облегчение доступа к разработкам и услугам компаний со стороны потребителей.

Кроме того, в рамках исследования проанализированы сделки по *слиянию и поглощению* компаний основными игроками рынка промышленной робототехники. Наибольшее число слияний и поглощений за последние годы осуществлено **ABB**, крупнейшей компанией на рынке – на официальном сайте компании за период с 2015 по 2024 годы указано более 50 сделок по продаже и приобретению компаний, преимущественно специализирующихся в области электрификации, энергетики и передовых производственных технологий [338].

Так, в январе 2024 года ABB заявила о приобретении научно-исследовательской инжиниринговой компании Meshmind для развития искусственного интеллекта и программных систем [339]. Компания Meshmind насчитывает около 50 сотрудников, компетентных в области искусственного интеллекта, машинного обучения, Интернета вещей и интеллектуальных технологий. Как полагают в компании, данная сделка позволит ABB ускорить разработку программных систем на базе искусственного интеллекта для повышения эффективности решений для автоматизации.

Кроме того, в январе 2024 года ABB объявила о приобретении швейцарского стартапа Sevensense, основанного в 2018 году как дочернее предприятие Швейцарского технического университета ETH Zurich и специализирующегося в области искусственного интеллекта. Решения компании позволят увеличить автономность и адаптивность мобильных роботов, а также улучшить технологии распознавания объектов и картографирования для автономного перемещения роботов [340].

Другим примером выступает деятельность **Mitsubishi Electric** в области слияний и поглощений. В январе 2024 года Mitsubishi Electric объявила о сотрудничестве с HACARUS Corporation в части разработки приложений для визуального контроля на основе технологий искусственного интеллекта [341]. В рамках соглашения Mitsubishi Electric приобретает долю в HACARUS. Данное соглашение направлено на расширение бизнеса HACARUS в Японии и интеграцию решений обеих компаний – решения для визуального контроля HACARUS Check и презентованной Mitsubishi Electric в 2023 году программной системы MELSOFT VIXIO для автоматизации задач в области визуализации на основе искусственного интеллекта.

В мае 2023 года Mitsubishi Electric увеличила долю в Realtime Robotics – американском стартапе, специализирующемся на технологиях планирования движений и расчета траекторий для автономных систем [342; 343]. Данные технологии повышают эффективность программных систем для моделирования, вследствие чего Mitsubishi Electric планирует интегрировать данные решения в контроллеры и другие системы автоматизации производства. Как отмечают в компании, программное обеспечение Realtime используется ключевыми производителями роботов, такими как ABB, Denso Robotics, Fanuc, Kawasaki, KUKA, Mitsubishi Electric, Universal Robots и Yaskawa Electric.

Другие игроки рынка промышленной робототехники не раскрывают подробностей в части проведения сделок по слиянию и поглощению компаний по направлению робототехники, что может быть связано с высокой диверсификацией деятельности крупных игроков и реализацией взаимовыгодных партнерств, в связи с чем для руководства компаний более выгодным представляется заключение соглашений с предприятиями высокотехнологичной промышленности [344] и приобретение компаний в смежных отраслях.



Не менее важным направлением деятельности для крупных компаний является заключение взаимовыгодных *партнерских соглашений*, в том числе в целях создания консорциумов и научно-исследовательских объединений. В ходе исследования рассмотрены соглашения о партнерствах и кооперации игроков рынка промышленной робототехники с различными компаниями.

Таблица 7. Обзор основных соглашений о партнерстве и кооперации основных игроков рынка промышленной робототехники

№	Название компании	Партнерства и соглашения
1	ABB	ABB в 2024 году заключила соглашение с Vention о реализации трех моделей коботов ABB GoFa, специализирующихся на сборке, транспортировке, сварке и др., для малых и средних предприятий через платформу Vention MAP [345]. Данное соглашение позволит заказчикам коботов получить преимущества от интеграции обеих компаний, поскольку ABB специализируется на разработке и производстве роботизированных решений, а Vention – на внедрении роботов в промышленность и автоматизации процессов с применением программных систем, в частности, платформ MachineBuilder, MachineLogic и MachineAnalytics собственной разработки.
2	Mitsubishi Electric	Mitsubishi Electric в 2024 году заключила соглашение о сотрудничестве с компанией Extend Robotics [346]. Среди продуктов компании – система Advanced Mechanics Assistance System (AMAS), позволяющая реализовать задачи по программированию и дистанционному управлению роботами за счет интеграции с решениями дополненной реальности. Данное решение по реализации взаимодействия оператор-робот интегрировано с линейкой роботов MELFA и позволит оперативно реагировать на возникшие неполадки, проводить перепрограммирование и выполнять нестандартные рабочие задачи.
3	Omron	В 2024 году Omron Robotics, дочерняя компания Omron Corp., и NEURA Robotics GmbH объявили о партнерстве в целях интеграции технологий искусственного интеллекта и робототехнических устройств [344]. Так, «когнитивные роботы» (cognitive robots) за счет внедрения датчиков и интеллектуальных технологий смогут обучаться на основе данных об окружении, самостоятельно принимать решения и адаптироваться к изменяющимся производственным условиям. Тем самым возможно расширение рабочих функций роботов в части сборки, оценке качества и обработки материалов.
4	Fanuc	В 2023 году Fanuc и Volvo Cars подписали масштабный контракт о поставке роботов Fanuc на производственные площадки Volvo по всему миру [347]. Fanuc предоставит более 700 единиц на площадку по производству электромобилей в Словакии в течение первого этапа соглашения.
5	Kawasaki	Kawasaki и Olis Robotics в 2024 году заключили соглашение о совместной работе в части совершенствования системы удаленного мониторинга и восстановления работоспособности роботизированных систем [348; 349]. Olis Robotics представит решение, направленное на удаленное устранение неполадок, которое будет интегрировано в робототехнические устройства для паллетирования Kawasaki и станет доступным в будущем для любой модели робота Kawasaki. Данное решение позволит снизить возможные последствия выхода робота из строя или наступления неполадок в его работе, а также снизить затраты на техническую поддержку роботов на производстве. Kawasaki Robotics и Hurco Companies, Inc., специализирующаяся в области станков с ЧПУ и производственных технологий, объявили о стратегическом партнерстве, направленном на внедрение инноваций и развертывание роботизированных систем для обслуживания станков с ЧПУ на производственных площадках [350].

№	Название компании	Партнерства и соглашения
		Данное сотрудничество направлено на снижение трудозатрат, связанных с интеграцией роботов и промышленного оборудования, а также на развитие роботизированных промышленных систем без необходимости сложного программирования и обучения роботов.
6	KUKA	<p>KUKA и Viam, Inc. объявили о партнерстве в рамках развития платформенных решений для управления роботизированными системами [351]. Манипуляторы KUKA интегрированы с платформой Viam, за счет чего возможно более эффективное управление манипуляторами, в том числе управление движением и координация работы с другими роботами, анализ данных в режиме реального времени, машинное обучение и бесшовная интеграция устройств промышленного Интернета вещей в целях реализации комплексных интеллектуальных операций.</p> <p>KUKA Nordic, дочерняя компания KUKA, и OEM Automatic, дистрибьютор систем автоматизации производства, заключили партнерское соглашение. Сотрудничество компаний направлено на расширение присутствия коботов KUKA на рынке робототехники и увеличение числа продаж [352].</p> <p>KUKA и Volkswagen заключили соглашение на поставку более 700 единиц роботов KUKA в течение 2024–2026 годов на производственные площадки Volkswagen в Испании [353]. Роботы будут использоваться для производства кузовов автомобилей.</p>
7	Comau	В 2024 году Comau и RoboDK объявили о сотрудничестве в области интеграции программного обеспечения для робототехнических систем. Так, программная система Comau Roboshop интегрирована с RoboDK, что позволяет моделировать и программировать роботов в целях создания и уточнения траекторий движения, обнаружения препятствий, интеграции с направляющими движениями и др. [354]
8	Universal Robots	Universal Robots в 2024 году расширило партнерство с MathWorks, присоединившись к программе Connections [355]. В 2023 году компании совместно разработали пакет поддержки Robotics System Toolbox™, с помощью которого можно проектировать, моделировать, проводить испытания и внедрять программные решения на базе MATLAB для коботов Universal Robots. Расширение сотрудничества в 2024 году направлено на повышение эффективности процессов обучения работе с программами, распространение продуктов и обеспечение совместимости с другими решениями MATLAB.

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ, 2024

Рассмотренные соглашения между организациями на рынке промышленной робототехники преимущественно направлены на совершенствование интеграции роботизированных систем с программными решениями, повышение эффективности эксплуатации роботов за счет внедрения технологий искусственного интеллекта, а также улучшения систем мониторинга, управления и обслуживания. Кроме того, важно отметить два партнерских соглашения с крупнейшими автопроизводителями – на поставку роботов Fanuc в интересах Volvo Cars и поставку роботов KUKA на производственные площадки Volkswagen, что свидетельствует о сохраняющемся высоком спросе на робототехнические системы среди предприятий автомобилестроения и высокой эффективности данных систем.

Приведенные в данном разделе примеры инвестиций основных игроков рынка промышленной робототехники, направленные преимущественно на расширение производственных мощностей и увеличение присутствия в регионах Северной Америки и Европы, рассмотренные соглашения о кооперации и партнерстве с разработчиками программных решений, а также примеры сделок

по слиянию и поглощению компаний, преимущественно специализирующихся в области искусственного интеллекта, подтверждают существующий тренд на повышение интеллектуальности роботизированных систем и демонстрируют стабильность роста компаний на рынке промышленной робототехники.

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

На рынке промышленной робототехники реализуется ряд новых проектов, направленных на развитие инноваций в сфере робототехнических устройств. Большинство компаний не раскрывает данные о новых разработках и инновационных решениях ввиду высокой конкуренции на рынке, однако данные по некоторым проектам, реализуемым в том числе в рамках научных исследований с другими организациями, представлены в открытом доступе.

Таблица 8. Описание новых крупных проектов на рынке промышленной робототехники

№	Наименование компаний	Описание проекта
1	<b>Fanuc</b> , Loop Technology, Центр передовых производственных исследований Шеффилдского университета (University of Sheffield Advanced Manufacturing Research Centre, AMRC)	<p>Отделение Fanuc в Великобритании и Loop Technology, компания в области автоматизации авиастроения, заключили договор на поставку семи роботов Fanuc [356–358]. В состав поставки включены пять самых больших промышленных робота в Великобритании Fanuc M–2000iA/1700L, а также Fanuc M–2000iA/1200L и Fanuc M–2000iA/900L. Поставки будут осуществлены для нового инновационного Центра передовых производственных исследований Шеффилдского университета.</p> <p>Соглашение заключено в рамках части проекта Compass – «Композиты быстро и в требуемом масштабе» (Composites at Speed and Scale), реализуемого в области аэрокосмических исследований консорциумом, который включает Boeing, Loop Technology, Spirit AeroSystems и AMRC. Роботы Fanuc станут частью запатентованной компанией Loop высокоскоростной установки для осаждения, названной FibreLINE – системы производства заготовок, позволяющей подготовить композитные профили сложной формы для последующего производства. Кроме того, система FibreLINE будет развернута для крупной аэрокосмической компании из Северной Америки в рамках отдельного проекта.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Объем инвестиций: 80 млн фунтов стерлингов (99,5 млн долл.)<sup>15</sup>.</li> <li>• Сроки реализации: 2023–2024 гг.</li> <li>• Отрасль применения: авиастроение, ракетно-космическая техника.</li> </ul>
2	<b>Comau</b> , LMS, TECNALIA, Prima, Pilz Netcompany, Ford и др.	<p>Программа CONVERGING направлена на разработку и развертывание интеллектуальной производственной системы, которая включает в том числе робота Comau Racer-5-0.80 COBOT и автономные транспортные средства [359; 360]. В качестве интеллектуальной составляющей используется многоуровневая система на основе искусственного интеллекта, когнитивные функции которой распространяются на производственные линии, станции</p>

<sup>15</sup> Расчет объема инвестиций приведен в долларах США по среднегодовому курсу:

1 долл. США = 0,8042 британского фунта стерлингов за 2023 год.

№	Наименование компаний	Описание проекта
		<p>производства и уровень ресурсов. Система направлена на интеграцию производственных единиц с возможностью взаимодействия между ними.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Объем инвестиций: 9,96 млн евро (10,49 млн долл.)<sup>16</sup>.</li> <li>• Сроки реализации: 2022–2026 гг.</li> <li>• Отрасль применения: автомобилестроение, авиастроение, приборостроение, аддитивное производство.</li> </ul>
3	<p><b>Comau</b>, LMS, Tekniker, IIT, RWTH, EIT-M, Decathlon, Aernnova, KLEEMAN и др.</p>	<p>Проект MASTERLY направлен на разработку гибких роботизированных решений, состоящих из модульных захватов в сочетании с мобильными промышленными роботами разной грузоподъемности, коботами, интеллектуальными подъемными кранами (smart cranes) [359; 361; 362]. Роботизированные решения предоставляют возможности управления и анализа окружающей среды на основе искусственного интеллекта, что позволяет им действовать автономно, выполнять погрузочно-разгрузочные работы и сборку большого количества деталей, различающихся по размеру, форме и материалу.</p> <p>Проект сфокусирован на следующих направлениях:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Инновационные, эффективные и экономичные системы хранения, поиска и перемещения грузов;</li> <li>2. Надежные манипуляционные устройства и системы, оснащенные искусственным интеллектом для повышения управляемости;</li> <li>3. Удобные интерфейсы для программирования и управления роботом / оборудованием;</li> <li>4. Совместимые интерфейсы программного и аппаратного обеспечения;</li> <li>5. Промышленные испытания обработки заготовок на полномасштабной производственной линии.</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Объем инвестиций: 5,68 млн евро (6,15 млн долл.)<sup>17</sup>.</li> <li>• Сроки реализации: 2023–2026 гг.</li> <li>• Отрасль применения: авиастроение, производство лифтового оборудования, логистика, легкая промышленность.</li> </ul>
4	<p><b>Universal Robots</b>, Siemens, Zivid</p>	<p>Universal Robots, корпорация Siemens и Zivid, норвежская компания, специализирующаяся на технологиях машинного зрения, разрабатывают решение для внутрискладской логистики с целью упрощения комплектации товаров разного размера, формы и наполнения [363]. В разрабатываемом решении применяются три ключевые технологии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Искусственный интеллект SIMATIC Robot Pick от Siemens – программное решение для визуализации и позиционирования предметов на основе глубокого обучения, позволяющее роботам выполнять широкий спектр задач;</li> <li>2. Роботы UR20 компактной конструкции с увеличенным радиусом действия позволяют автоматизировать выполнение задач, требующих подъема тяжелых предметов;</li> <li>3. Камера Zivid 2+ M130 – 3D-датчик, позволяющий сканировать окружающие предметы.</li> </ol>

<sup>16</sup> Расчет объема инвестиций приведен в долларах США по среднегодовому курсу: 1 долл. США = 0,9497 евро за 2022 год.

<sup>17</sup> Расчет объема инвестиций приведен в долларах США по среднегодовому курсу: 1 долл. США = 0,9243 евро за 2023 год.

№	Наименование компаний	Описание проекта
		Решение увеличит производительность промышленной линии и снизит долю участия человека в процессах сборки и сортировки. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Объем инвестиций: нет данных.</li> <li>• Сроки реализации: нет данных.</li> <li>• Отрасль применения: логистика.</li> </ul>
5	КУКА, GROPYUS	КУКА и GROPYUS, немецко-австрийская компания в области модульного строительства, объявили о начале проекта, направленного на запуск цифровой, полностью автоматизированной производственной площадки [364]. В рамках проекта запланирована интеграция 45 роботов КУКА и 12 автоматизированных транспортных средств на заводе GROPYUS для автоматизированного производства квартирных модулей. Данный проект позволит выпускать до 3500 модулей в год, что увеличит производительность компании в разы. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Объем инвестиций: более 10 млн долл.</li> <li>• Сроки реализации: с 2023 г.</li> <li>• Отрасль применения: строительство.</li> </ul>

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ, 2024

Кроме того, новые крупные проекты могут быть реализованы в формате инвестиционного проекта или стартапа. Так, например, в 2024 году стартапы, представленные на крупный американский конкурс в области промышленной робототехники Pitchfire, преимущественно сфокусированы на развитии систем искусственного интеллекта для робототехнических систем, повышении эффективности процесса разработки роботов, а также улучшении функциональных возможностей роботов, применяемых в целях пожаротушения [365].

Другой пример – американский стартап Figure в области робототехники и искусственного интеллекта, основанный в 2022 году [366]. В рамках стартапа разработан универсальный робот-гуманоид Figure 01, предназначенный для выполнения небезопасных для людей задач. Области применения Figure 01 включают производство, логистику, розничную торговлю и др.

Таким образом, участие игроков рынка промышленной робототехники в совместных исследовательских проектах, а также деятельность стартапов направлены на интеграцию технологий искусственного интеллекта, совершенствование функциональных возможностей роботов, расширение сфер применения промышленных роботов, что подтверждает основные тенденции развития рынка промышленной робототехники.

### 3.5. Причины закрытия неудавшихся проектов

В разделе рассмотрены основные причины закрытия или приостановления проектов в области промышленной робототехники. Среди них можно выделить следующие:

1. *Текущий уровень развития технологий.* Некоторые компании сталкиваются с технологическими трудностями, возникающими в связи с конструктивными особенностями роботов, преимущественно роботов-гуманоидов. Так, в 2024 году Boston Dynamics, дочерняя компания корпорации Hyundai, заявила о прекращении проекта по разработке человекоподобного робота Atlas, длившегося с 2013 года [367].

Как отмечают некоторые источники, у компании возникли сложности с гидравлическими элементами робота, и разработку отложили на некоторое время. Стоит отметить, что спустя недолгое время после объявления о прекращении проекта по разработке гидравлического робота Atlas компания Boston Dynamics представила обновленную модель полностью электрического робота Atlas [368]. В отличие от предыдущей, гидравлической версии, новый Atlas создан для реальных промышленных задач, при этом робот дополнительно оснащён системой искусственного интеллекта. В начале 2025 года компания планирует начать испытания роботов на заводах Hyundai.

2. *Нехватка данных для совершенствования интеллектуальных систем.* В 2021 году компания OpenAI, ведущий разработчик систем искусственного интеллекта, таких как семейство больших языковых моделей GPT, заявила о закрытии подразделения, специализирующегося на разработке интеллектуальных решений для робототехнических устройств [369; 370]. Как пояснили в компании, это вызвано нехваткой данных для обучения интеллектуальной системы, что тормозит достижение требуемого уровня интеллекта и сдерживает исследования в области робототехники. В связи с этим компания решила сосредоточиться на более перспективных направлениях искусственного интеллекта. Тем не менее OpenAI продолжает активно участвовать в совместных проектах в области промышленной робототехники, например в рассмотренном в разделе 3.4 проекте по разработке робота-гуманоида Figure 01 [371].
3. *Высокая конкуренция на рынке.* По причине большого числа игроков на рынке, в том числе крупных корпораций с диверсифицированным перечнем продукции, некоторые стартапы и небольшие предприятия на рынке промышленной робототехники не выдерживают конкуренции и вынуждены закрываться. Подобные ситуации регулярно происходят на рынке робототехники, например, в 2018 году стартап Rethink Robotics вынужден был прекратить свою деятельность и продать имеющиеся активы, в том числе патенты и интеллектуальную собственность [372]. Стоит отметить, что United Robotics Group, дочерняя компания немецкого конгломерата в области робототехники и автоматизации HANH Group, выкупившего активы Rethink Robotics, в сентябре 2024 года заявила о новой линейке коботов Reacher от Rethink Robotics и поиске помещений для масштабирования деятельности [373].
4. *Смена приоритетов в деятельности компании.* Одна из распространенных причин закрытия проектов в инновационных областях исследований – переход к более приоритетным направлениям в связи с решением руководства и формирующимися рыночными трендами. Так, Alphabet, материнская компания Google, в 2023 году объявила о закрытии проекта по разработке роботов и распределила сотрудников между другими подразделениями компании [374; 375].

Стоит отметить, что, как правило, игроки рынка промышленной робототехники также прекращают производство некоторых моделей в связи с их устареванием – как отмечают сами производители, новинки в данной области появляются каждые несколько лет, и игроки вынуждены своевременно обновлять ассортимент продукции. Однако крупные игроки на рынке некоторое время продолжают поддерживать использование устаревших моделей, проводят их техническое обслуживание, производят и поставляют запасные части для проведения ремонта.

При прекращении производства отдельных линеек компании продолжают осуществлять гарантийные работы и формируют запас необходимых деталей на своих складах для осуществления поддержки клиентов в течение определенного времени.

Таким образом, рассмотренные причины закрытия проектов в области робототехники вызваны, как правило, технологическими особенностями разработок, в том числе связанными со сложностью разрабатываемых решений, а также спецификой рыночной конъюнктуры.

Тем не менее активное развитие рынка способствует реализации крупных совместных проектов в области робототехники, программных решений и интеллектуальных систем, слиянию и поглощению компаний, а также интеграции игроков на рынке промышленной робототехники. Существующие тенденции, связанные с увеличением автономности робототехнических систем и расширением их функциональных задач, значительно способствуют развитию компаний промышленной робототехники и предотвращению рисков, возникающих при реализации масштабных проектов.

## ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ НА РЫНКЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ

В главе рассмотрены основные технологии, применяемые на рынке промышленной робототехники, а также представлен обзор разработок в России и мире по результатам библиометрического и патентного анализа.




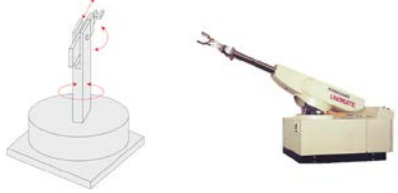

### 4.1. Основные технологии, применяемые на рынке

На рынке промышленной робототехники преобладает 5 типов роботов, о чем свидетельствуют данные, представленные в главе 1 отчета, а также информация по поставкам промышленных роботов разного типа в 2020–2023 годах [376]: шарнирные роботы, линейные роботы, SCARA-роботы, коллаборативные роботы, дельта-роботы. Международная федерация робототехники (IFR) также выделяет еще два типа роботов: цилиндрические и полярные [377].

Таблица 9. Основные технологии, применяемые на рынке промышленной робототехники

Тип промышленного робота	Механическая конфигурация и кинематика роботов
<p><b>Шарнирный робот</b> (articulated robot) манипулятор, имеющий три или более вращательных шарнира.</p> <p>По своему строению и функционированию робот напоминает человеческую руку. Такая конструкция позволяет выполнять движения по разным траекториям практически неограниченно. Шарнирно-сочлененные роботы используются в различных областях, например, для сборки, покраски, дуговой или точечной сварки, укладки на поддоны и перемещения материалов.</p>	
<p><b>Линейный (декартов) робот</b> (linear or cartesian robot) манипулятор, имеющий три призматических шарнира, оси которых образуют декартову систему координат.</p> <p>Этот робот сравнительно прост в использовании: его оси не вращаются, механизмы робота движутся по прямым линиям, что упрощает управление им. Линейные роботы не нуждаются в постаментов, поэтому их удобно использовать в условиях ограниченного пространства, так как они могут быть расположены сверху. Чаще всего такой тип роботов применяется для перемещения деталей или инструментов.</p>	

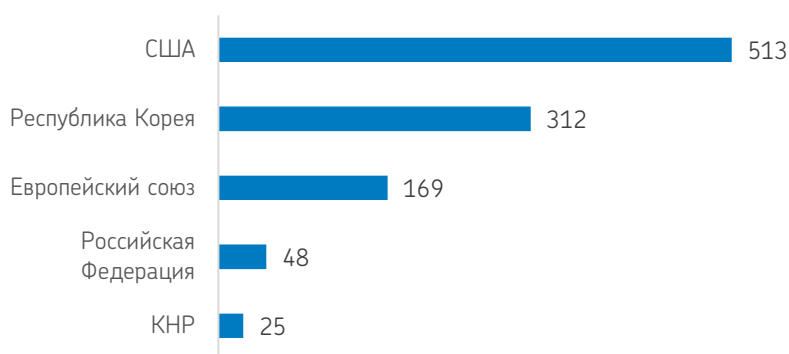


Тип промышленного робота	Механическая конфигурация и кинематика роботов
<p><b>SCARA-робот</b> (селективно податливая рука для роботизированной сборки, Selective Compliance Assembly Robot Arm)</p> <p>манипулятор, имеющий два параллельных вращательных шарнира для обеспечения податливости в выбранной плоскости.</p> <p>Робот используется для быстрых, повторяющихся и точных перемещений от точки к точке, таких как укладка на поддоны, загрузка машин и сборка.</p>	
<p><b>Дельта-робот</b> (один из типов параллельных роботов, delta robot)</p> <p>манипулятор, рычаги которого имеют звенья, образующие структуры с замкнутым контуром.</p> <p>Руки робота расположены в виде параллелограмма или другой фигуры, при этом звенья расположены, как правило, на одинаковом отдалении друг от друга. Приводы расположены на базовой платформе, поэтому руки робота могут легко двигаться с большой скоростью. Дельта-роботы используются в областях, требующих высокой точности и скорости, например, упаковка, высокоточная сборка и обработка материалов.</p>	
<p><b>Цилиндрический робот</b> (робот с цилиндрической системой координат, cylindrical robot)</p> <p>манипулятор, имеющий по крайней мере один вращательный шарнир и по меньшей мере один призматический шарнир, оси которого образуют цилиндрическую систему координат</p>	
<p><b>Полярный робот</b> (сферический робот с полярной системой координат, polar / spherical robot)</p> <p>манипулятор, имеющий два вращательных шарнира и один призматический шарнир, оси которого образуют полярную систему координат</p>	
<p><b>Коллаборативный робот</b> (кобот, collaborative robot)</p> <p>робот, предназначенный для безопасной работы вместе с человеком в общем рабочем пространстве во время производства изделия.</p> <p>Большинство коботов разработаны с учетом эргономики, с использованием легких материалов и имеют закругленные края, а также оснащены датчиками для обеспечения безопасности при контакте с человеком. Они используются для усиления и повышения</p>	



Пятерку стран-лидеров по количеству патентов в области промышленной робототехники возглавляют США – 513 патентов. Также в пятерку входит Российская Федерация – 48 патентов. Стоит отметить, что в международной базе патенты КНР отражены частично. Согласно данным, озвученным публично представителями Министерства промышленности и информационных технологий Китая, количество активных патентов по робототехнике составляет 190 000 ед. [383]. Согласно данным китайской платформы по защите интеллектуальной собственности *WaYueGua* в области промышленной робототехники в период 2015–2024 годов действует 30 395 патентов, 48 466 являются заявками на получение патентов [384].

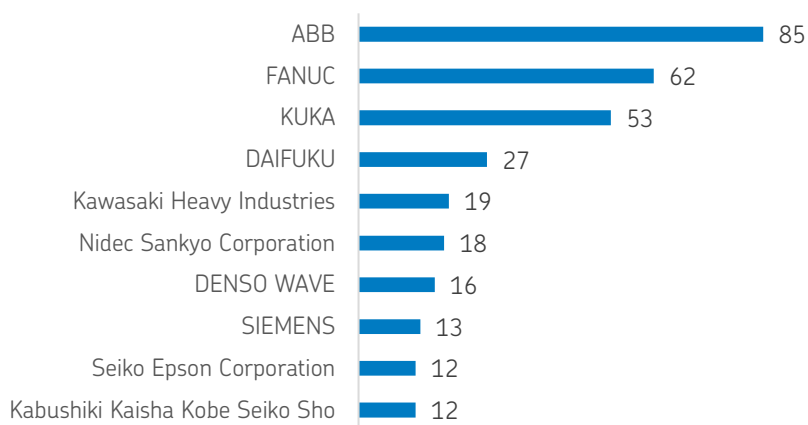
Рисунок 13. Количество действующих патентов в области промышленной роботизации по странам, ед., 2015–2024 гг.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе данных платформы поиска патентной и научной литературы The Lens, 2024

Действующие патенты принадлежат компаниям, являющимся лидерами рынка промышленной робототехники (ABB, KUKA, FANUC), а также промышленным корпорациям, имеющим несколько направлений деятельности (например, Siemens, Seiko Epson Corporation).

Рисунок 14. Количество действующих патентов в области промышленной робототехники по компаниям по миру, ед. 2015–2024 гг.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе данных платформы поиска патентной и научной литературы The Lens, 2024

Рисунок 15. Наиболее часто встречающиеся коды международной патентной классификации в области промышленной робототехники

<p><b>125*</b> В25J 9/06 Манипуляторы с программным управлением, характеризующиеся многошарнирным сочленением рук</p>	<p><b>82</b> В25J 9/1664 Манипуляторы с программным управлением, характеризующиеся движением, путем, планированием траектории</p>	<p><b>67</b> В25J 19/0075 Вспомогательные устройства в манипуляторах, например для контроля, для визуального наблюдения. Устройства для защиты манипулятора от окружающей среды и наоборот</p>	<p><b>65</b> В25J 19/00 Вспомогательные устройства в манипуляторах, например для контроля, для визуального наблюдения; предохранительные приспособления...</p>
<p><b>124</b> В25J 9/042 Манипуляторы с программным управлением, включающие шарнирную руку</p>	<p><b>81</b> В25J 9/1674 Манипуляторы с программным управлением, характеризующиеся безопасностью, мониторингом, диагностикой</p>	<p><b>65</b> В25J 19/0025 Вспомогательные устройства в манипуляторах, например для контроля, для визуального наблюдения. Устройства для подачи энергии на концевой эффектор</p>	<p><b>63</b> В25J 9/1697 Манипуляторы с программным управлением. Системы визуального наблюдения</p>
		<p><b>64</b> В25J 9/126 Манипуляторы с программным управлением. Роторные приводы</p>	<p><b>58</b> В25J 9/0009 Манипуляторы с программным управлением. Элементы конструкции, например, опоры манипуляторов, основания</p>

\* – количество патентов, отнесенных к коду международной патентной классификации

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе данных платформы поиска патентной и научной литературы The Lens, 2024

Также для патентного анализа применялась библиотека «Двунаправленный кодировщик на основе искусственного интеллекта» (Bidirectional Encoder Representations from Transformers, BERT), разработанная компанией Google в 2018 году и используемая для обработки естественного языка, в том числе для классификации, генерации, суммаризации текстов. Кроме этого, использовалась производная от BERT модель BERTopic, предполагающая получение векторных представлений текста, или эмбеддингов. BERT-модель учитывает контекст употребления слов, то есть слова, которые встречаются в похожих контекстах и имеют близкие значения [385]. С помощью BERT-модели из 1 196 рассматриваемых патентов в области промышленной робототехники были проанализированы 534 патента, которые оформлены на английском языке и содержат аннотацию. Наиболее популярными тематиками патентов являются:

- разработки элементов (деталей) промышленных роботов и методов управления роботами;
- методы обучения коллаборативных роботов и управление ими;
- применение робототехнических систем в медицине для выполнения определенных операций.

Рисунок 16. Топ-5 доминирующих тематик в патентах по промышленной робототехнике, полученных по результатам применения BERT-модели, ед., 2015–2024 гг.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе данных платформы поиска патентной и научной литературы The Lens, 2024

В рамках анализа были выделены наиболее цитируемые и актуальные, то есть последние зарегистрированные в 2024 году, международные и российские патенты. Содержание данных патентов соответствует представленным выше тематикам.

Таблица 10. Наиболее цитируемые и актуальные зарегистрированные в 2015–2024 годах международные и российские патенты в области промышленной робототехники

Международные патенты (2015–2024 гг.)	Патенты, зарегистрированные в России (2015–2024 гг.)
<b>Топ-3 наиболее цитируемых патентов</b>	
<p><b>Патент № US 8958912 B2 «Training and operating industrial robots» [386]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>выдан в 2015 году Rethink Robotics Inc.;</li> <li><b>99</b> цитирований.</li> </ul> <p>В патенте представлено описание системы обучения и управления промышленным роботом посредством взаимодействия с человеком-инструктором.</p>	<p><b>Патент № RU 2671787 C1 «Method for increasing accuracy of positioning industrial robots» [387]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>выдан в 2020 году ООО «Эйдос – Робототехника»;</li> <li><b>3</b> цитирования.</li> </ul> <p>Изобретение относится к области робототехники, а именно к способам позиционирования промышленных роботов. Изобретение направлено на повышение точности позиционирования робота с учетом рабочей нагрузки.</p>
<p><b>Патент № US 10471597 B1 «Adaptive perception for industrial robotic systems» [388]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>выдан в 2019 году Amazon Technologies Inc.;</li> <li><b>38</b> цитирований.</li> </ul> <p>В патенте представлено описание системы управления роботизированными системами и мониторинга отказов устройства при выполнении операций (подъем одного или нескольких предметов в течение определенного промежутка времени).</p>	<p><b>Патент № RU 2641604 C1 «Method of measuring absolute position of end link of industrial robot multilink mechanism» [389]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>выдан в 2018 году ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»;</li> <li><b>2</b> цитирования.</li> </ul> <p>Изобретение относится к способам управления положением конечного звена многосвязного механизма промышленного робота. Техническим результатом заявленного способа является повышение</p>

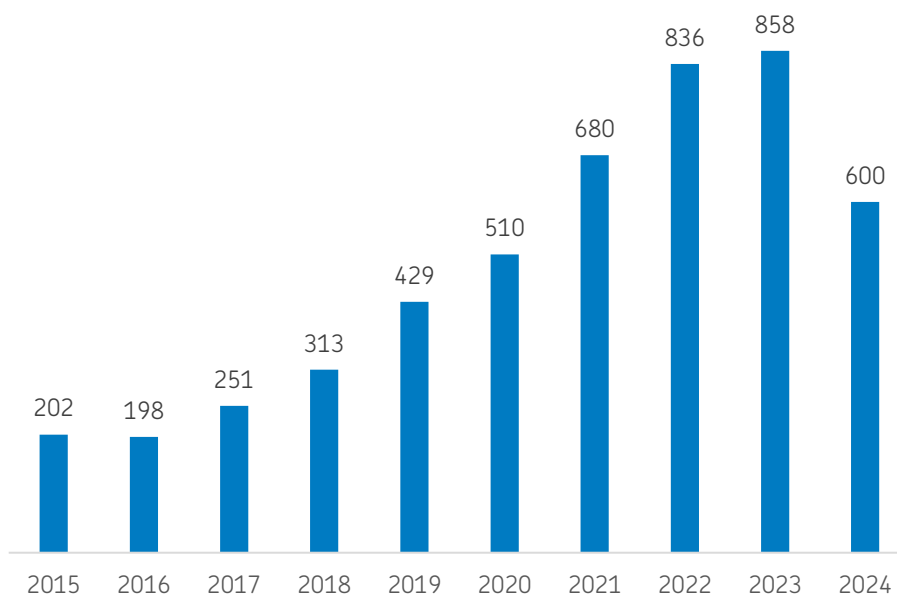
Международные патенты (2015–2024 гг.)	Патенты, зарегистрированные в России (2015–2024 гг.)
	ние точности при увеличении рабочей зоны, повышение быстродействия за счет высокой контрастности светового пятна на экране, позволяющей выделять точечный объект с минимальным объемом вычислений.
<p>Патент № US 9434558 B2 «Automated truck unloader for unloading/unpacking product from trailers and containers» [390]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>выдан в 2016 году Wynright Corporation (дочерней компании Daifuku Intralogistics America Corporation);</li> <li>35 цитирований</li> </ul> <p>В патенте описана система автоматизированной разгрузки и распаковки ящиков и коробок из автомобильных прицепов и контейнеров.</p>	<p>Патент № RU 2679860 C1 «Method for processing easy-deformable products» [391]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>выдан в 2019 году ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»;</li> <li>2 цитирования.</li> </ul> <p>Изобретение относится к области обработки, а именно обрезки, технологических припусков, краев, заусенцев, легкодеформируемых изделий из металлов, конструкционных материалов, пластмасс и др. Способ включает произвольное закрепление изделия в пространстве и обработку рабочим инструментом многостепенного промышленного робота-манипулятора, снабженного системой управления, управляющей ЭВМ и системой технического зрения. Изобретение позволяет сохранить заданную точность обработки путем коррекции траекторий движения рабочего инструмента многостепенного промышленного робота-манипулятора при наличии заранее неизвестных смещений некоторых частей обрабатываемого изделия.</p>
<b>Актуальные (последние опубликованные) патенты</b>	
<p>Патент № AU 2023/200930 B2 «Apparatus and methods for reel handling» выдан Kraft Foods Schweiz Holding GmbH (2024 г.) и описывает многофункциональный инструмент для смены рулонов пленки на упаковочном оборудовании с использованием роботизированной руки [392].</p>	<p>Патент № RU 2768793 C1 «Device for gripping and transporting fuel element having annular groove» выдан Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» (2022 г.) и описывает устройство для захвата тепловыделяющих элементов, устанавливаемых на промышленных роботах-манипуляторах для выполнения транспортно-технологических операций, фиксации и передачи тепловыделяющего элемента в процессе его сборки и контроля [393].</p>
<p>Патент № EP 3792014 B1 «Articulated robot and method for estimating reduced state of gas in gas spring thereof» выдан Kawasaki Heavy Ind Ltd (2024 г.) и описывает разработку шарнирно-сочлененного робота, способного с высокой точностью оценивать состояние газа в собственной газовой пружине [394].</p>	<p>Патент № RU 2766916 C1 «Method for determining deformation of structural elements of delta robot which is manifested only during movement thereof» выдан ООО «МОЛОДАЯ, ДИНАМИЧНО РАЗВИВАЮЩАЯСЯ КОМПАНИЯ» (ООО «МДРК») (2022 г.) и описывает способ определения деформации рычага дельта-робота при его движении. Использование изобретения позволяет упростить процесс определения деформации рычага во время движения и повысить точность измерения деформации [395].</p>
<p>Патент № US 12064885 B2 «Robot hand controller» выдан Denso Wave (2024 г.) и описывает</p>	<p>Патент № RU 2763908 C2 «Functional assembly for an industrial object, such as a robot, contain-</p>

Международные патенты (2015–2024 гг.)	Патенты, зарегистрированные в России (2015–2024 гг.)
разработку контроллера для управления рукой робота (например, промышленного робота), выполняющей определенные операции захвата (открытое / закрытое положение руки) [396].	<b>ing a working unit equipped with a protective casing»</b> выдан Comau S.p.A (2022 г.) и описывает функциональный узел для промышленного робота, содержащий рабочий блок, оснащенный защитным кожухом [397].

#### *Библиометрический анализ промышленной робототехники*

Библиометрический анализ был также проведен на основе данных платформы поиска патентной и научной литературы The Lens (lens.org) и аналогичного запроса. За рассматриваемый период (2015–2024 гг.) в области промышленной робототехники было опубликовано 4 877 статей в различных журналах.

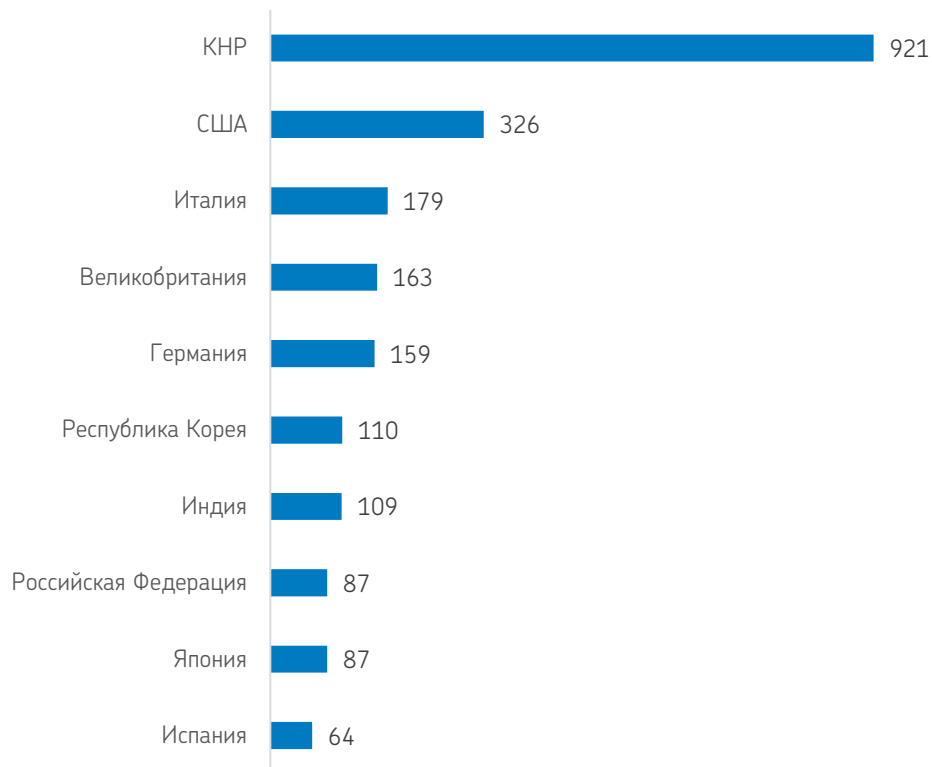
Рисунок 17. Динамика изменения количества научных публикаций в области промышленной робототехники, ед., 2015–2024 гг.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе данных платформы поиска патентной и научной литературы The Lens, 2024

Существенное количество статей опубликовано исследователями из Китая – 921 статья, почти в 3 раза опережая по данному показателю США (326 статей). В топ-10 стран по количеству публикаций в рассматриваемой области также входит Россия – 87 статей за период 2015–2024 гг.

Рисунок 18. Количество научных публикаций в области промышленной робототехники по странам, ед., 2015–2024 гг.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе данных платформы поиска патентной и научной литературы The Lens, 2024

Для анализа доминирующих тематик научных публикаций, так же как и в патентном обзоре, была использована BERT-модель. Из 4 877 статей было отобрано 4058 статей, которые содержат аннотации. По итогам анализа было выделено 5 наиболее популярных тематик, среди которых:

- способы повышения точности движения робота;
- интеллектуальное производство, управление производственными системами со станками и роботами;
- система диагностики неисправностей промышленных роботов;
- совершенствование способов роботизированной обработки;
- совершенствование системы машинного зрения в роботизированных установках.

Также в рассматриваемом перечне представлены обзорные статьи по промышленной робототехнике в целом или по отдельному направлению, статьи, посвященные разработке механизмов, деталей / узлов и конструкций робототехнических систем.



Рисунок 19. Топ-5 доминирующих тематик научных публикаций по промышленной робототехнике, полученных по результатам применения BERT-модели, ед., 2015–2024 гг.



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ на основе данных платформы поиска патентной и научной литературы The Lens, 2024

Таблица 11. Научные статьи в области промышленной робототехники, опубликованные иностранными и российскими исследователями в 2015–2024 годах

Научные статьи, опубликованные иностранными исследователями (2015–2024 гг.)	Научные статьи, опубликованные российскими исследователями (2015–2024 гг.)
<b>Топ-3 наиболее цитируемых статей</b>	
<p><b>Lu Huimin, Li Yujie, Min Chen, Hyoungseop Kim, Seiichi Serikawa «Brain Intelligence: Go beyond Artificial Intelligence» [398]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опубликована в 2017 году в Mobile Networks and Applications (том 23, выпуск 2, с. 368–375);</li> <li><b>947</b> цитирований.</li> </ul> <p>Статья посвящена описанию модели интеллектуального обучения «Интеллектуальный мозг» (Brain Intelligence, BI), которая сочетает технологии искусственного интеллекта и искусственной жизни (ALife), генерируя новые идеи о событиях без непосредственного опыта их переживания. В статье также рассмотрены современные инструменты искусственного интеллекта для отдельных областей применения, в том числе для робототехники, и недостатки актуальных моделей ИИ.</p>	<p><b>Rinat Galin, Roman Meshcheryakov «Automation and robotics in the context of Industry 4.0: the shift to collaborative robots» [399]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опубликована в 2019 году в IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (том 537, выпуск 3, номер статьи 032073);</li> <li><b>52</b> цитирования.</li> </ul> <p>В данной обзорной статье рассматривается взаимодействие человека и робота в промышленности, а также требования и возможные риски, существующие при распространении данных технологий.</p>

Научные статьи, опубликованные иностранными исследователями (2015–2024 гг.)	Научные статьи, опубликованные российскими исследователями (2015–2024 гг.)
<p>Guoying Gu, Jian Zhu, Li-Min Zhu, Xiangyang Zhu «A survey on dielectric elastomer actuators for soft robots» [400]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опубликована в 2017 году в Bioinspiration &amp; Biomimetics (том 12, номер 1, номер статьи 011003);</li> <li><b>366</b> цитирований.</li> </ul> <p>В данной статье представлен обзор диэлектрических эластомерных приводов и их применения в мягких роботах (soft robots) различного типа (гуманоидные роботы, ползающие, летающие, плавающие).</p>	<p>Elena Pivarčiová, Pavol Božek, Yuri Turygin, Ivan Zajačko, Aleksey Shchenyatsky, Štefan Václav, Miroslav Císar, Boris Gemela «Analysis of control and correction options of mobile robot trajectory by an inertial navigation system» [401]<sup>19</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опубликована в 2018 году в International Journal of Advanced Robotic Systems (том 15, выпуск 1);</li> <li><b>42</b> цитирования.</li> </ul> <p>Статья посвящена анализу решений в области управления и коррекции траектории движения мобильного робота с помощью инерциальной навигационной системы.</p>
<p>Eloise Matheson, Riccardo Minto, Emanuele G. G. Zampieri, Maurizio Faccio, Giulio Rosati «Human-Robot Collaboration in Manufacturing Applications: A Review» [402]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опубликована в 2019 году в Robotics (том 8, выпуск 4, номер статьи 100);</li> <li><b>362</b> цитирования.</li> </ul> <p>Статья посвящена обзору технологических и рыночных тенденций в области коллаборативной робототехники (коботов), а также современных стандартов, касающихся совместной работы человека и робота. Авторы отмечают, что по итогам анализа литературы выявлены основные области исследований – электронная и автомобильная промышленность. Также ожидается, что по мере удешевления и упрощения интеграции коботов в рабочие ячейки можно ожидать их внедрения на малых и средних предприятиях различных отраслей промышленности.</p>	<p>Aleksandr Zelensky, Marina Zhdanova, Viacheslav Voronin, Andrey Alepko, Nikolay Gapon, K. Egiazarian, Oksana Balabaeva «Control System of Collaborative Robotic Based on the Methods of Contactless Recognition of Human Actions» [403]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опубликована в 2019 году в EPJ Web of Conferences (том 224, номер статьи 4006);</li> <li><b>13</b> цитирований.</li> </ul> <p>Данная статья посвящена описанию системы управления коллаборативными роботизированными системами для повышения производительности, безопасности и эргономики в процессе взаимодействия человека и робота. Система основана на бесконтактном распознавании действий человека с применением технологии глубокого обучения для определения основных точек скелета и анализа их взаимного расположения, что позволяет отслеживать несколько гипотез для различных сценариев распознавания жестов при взаимодействии человека и робота.</p>
<p><b>Топ-3 статей, опубликованных в июле – августе 2024 года</b></p>	
<p>Zhen Yu, Wan Junhe, Hao Zongrui, Kou Lei «Measuring the pose repeatability accuracy of the industrial robot end-effector based on the ISSA-IGCF-IHT method» [404]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опубликована в Measurement Science and Technology (том 35, выпуск 11, номер статьи 115022).</li> </ul> <p>Статья описывает теоретическую модель измерения точности повторяемости положения концевой эффектора промышленного робота. Предложенный</p>	<p>Mikhail Vladimirovich Vartanov, Van Linh Nguyen, Efim Alexandrovich Kogan, Van Luu Dao «Intelligent control algorithm for industrial robots when performing the assembly operation of cylindrical non-rigid parts» [405]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опубликована в Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering (том 46, номер статьи 524).</li> </ul>

<sup>19</sup> Статья подготовлена российскими авторами в соавторстве с исследователями из других стран.

Научные статьи, опубликованные иностранными исследователями (2015–2024 гг.)	Научные статьи, опубликованные российскими исследователями (2015–2024 гг.)
<p>авторами метод может обеспечить многоточечное измерение в больших пространствах.</p>	<p>Статья описывает разработку адаптивного алгоритма управления роботом для сборки нежестких цилиндрических деталей. Данный алгоритм реализует корректировку траектории на основе измерения угла смещения осей деталей и координат датчика силы и крутящего момента.</p>
<p><b>Sakshi Taori, Sunwook Kim, Sol Lim «Cognitive Workload Evaluation of Onsite Workers Collaborating with a Teleoperated Robot during Assembly Tasks Using Heart Rate» [406]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опубликована в Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (том 68, выпуск 1, с. 1369–1371).</li> </ul> <p>Статья посвящена исследованию когнитивной нагрузки рабочих в рамках совместной работы с телеуправляемым роботом во время сборочных задач. В статье представлены результаты сравнения нагрузок в процессе взаимодействия человек-человек и телеоператор-робот-человек, в результате которого существенных когнитивных трудностей не было выявлено. Исходя из этого авторы предполагают, что включение телеуправляемого робота в совместный рабочий процесс не приведет к дополнительным когнитивным проблемам, несмотря на отсутствие у работников личного общения между собой.</p>	<p><b>N. A. Sazonnikova, V. N. Ilyukhin, S. V. Surudin, D. A. Mezentsev «Improving the accuracy of industrial robot movements in the process of incremental shaping» [407]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опубликована в VESTNIK of Samara University. Aerospace and Mechanical Engineering (выпуск: 2, с. 143–156).</li> </ul> <p>В статье описано использование лазерного трекера в составе автоматизированного технологического комплекса для повышения точности перемещений промышленного робота-манипулятора в процессе инкрементального формообразования.</p>
<p><b>Hakan Kayan, Ryan Heartfield, Omer Rana, Pete Burnap, Charith Perera «CASPER: Context-Aware IoT Anomaly Detection System for Industrial Robotic Arms» [408]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опубликована в ACM Transactions on Internet of Things (том 5, выпуск 3, с. 1–36).</li> </ul> <p>Статья описывает контекстно-ориентированную систему обнаружения аномалий (CASPER). Разработчикам удалось достичь точности обнаружения более 97%. Данная система действует на основе машинного обучения и контролирует движения роботизированной руки по заданной траектории.</p>	<p><b>N. A. Evstifeeva, S. A. Gurdiumov, A. A. Kleimenov, A. A. Gerasimova «Methods of automated detection of travel points when training a collaborative robot» [409]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>опубликована в BIO Web of Conferences (том 84, номер статьи 02002).</li> </ul> <p>В статье описан алгоритм, позволяющий автоматизировать процесс формирования и управления сценариями движения коллаборативного робота («кобота») по базе данных точек без специфических интерфейсов, сервисов и программных средств, характерных для каждой модели кобота. Выбранный подход и графический интерфейс позволили реализовать классический набор промышленных задач управления движением кобота.</p>

## ГЛАВА 5. ПОКАЗАТЕЛИ ПО КОМПАНИЯМ «ТЕХНЕТ» НТИ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИМСЯ НА РАЗРАБОТКЕ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ, ВОВЛЕЧЕННЫМ В РЕАЛИЗАЦИЮ НАПРАВЛЕНИЯ НТИ

В настоящей главе экспертно-аналитического отчета рассматривается деятельность компаний, вовлеченных в реализацию направления НТИ и специализирующихся на разработке решений в области промышленной робототехники. Данная область является одной из ключевых составляющих «сквозной» технологии «Новые производственные технологии», поддержку и развитие которой обеспечивает кросс-рыночное и кросс-отраслевое направление «Технет» НТИ. В главе представлены показатели деятельности компаний, а также краткое описание их проектов.

### 5.1. Количество компаний НТИ

Перечень компаний, вовлеченных в реализацию направления НТИ и специализирующихся на разработке решений в области промышленной робототехники, сформирован на основе анализа данных Единой витрины поиска компаний, экспертов, инвестиций и мер поддержки, объединяющей сервисы НТИ «RADAR» [410; 411]<sup>20</sup>. На основе проведенного анализа выделено 24 компании НТИ в рассматриваемой области, которые оказывают услуги по автоматизации производства, предлагая решения под запрос предприятия с применением имеющегося на рынке оборудования (системные интеграторы), самостоятельно создают и производят промышленных роботов и комплектующие, а также разрабатывают программное обеспечение. Также в перечень рассматриваемых компаний попали те организации, которые в процессе своей деятельности расширили пакет продуктов и начали разрабатывать робототехнические решения для промышленности. Среди рассмотренных компаний 8 организаций созданы в период 2019–2022 гг., 6 организаций существуют более 6 лет (созданы в период 2013–2018 гг.), 6 организаций основаны в период 2007–2012 гг., 2 организации ведут свою деятельность уже около 20 лет (основаны в 2004–2006 гг.) и 2 организации представлены на рынке более 30 лет (основаны в 1992–1993 гг.).

Как отмечает исполнительный директор Национальной ассоциации участников рынка робототехники (НАУРР) Ольга Мудрова, «количество компаний, которые занимаются производством промышленных роботов, не превышает двух десятков, а число компаний-интеграторов промышленных роботов – в районе 140» [412]. Таким образом, можно говорить о том, что компании НТИ в рассматриваемой области составляют около 15% от всех компаний, действующих в стране в области промышленной робототехники.




---

<sup>20</sup> Сервис запущен в августе 2023 года

## 5.2. Краткое описание продуктов и услуг компаний НТИ

По итогам изучения материалов, представленных на сайте Единой витрины поиска компаний, экспертов, инвестиций и мер поддержки, объединяющей сервисы НТИ «RADAR», сайтах компаний и в открытых источниках сети интернет, был проведен анализ деятельности компаний, их продуктов и услуг, краткое описание которых представлено в таблице ниже.

Таблица 12. Краткое описание продуктов и услуг компаний НТИ, специализирующихся на разработке решений в области промышленной робототехники

Название компании НТИ	Краткое описание продуктов и услуг компании НТИ
 <b>ДИАКОНТ</b> АО «ДИАКОНТ»	<p>Предприятие производит широкий спектр технологического оборудования для различных сфер промышленности. Компания производит и поставляет роботизированные диагностические комплексы для атомной и нефтегазовой отрасли, а также ТЭК [413].</p>
 АО «НПО «Андроидная техника»	<p>Компания специализируется на разработке, производстве, обслуживании робототехнических комплексов различного назначения, в том числе биоморфных и человекоподобных. Разработки предприятия применяются в сферах образования, медицины, промышленности, освоения космоса и военной сфере.</p> <p>Компания в том числе разрабатывает электродвигатели постоянного тока, которые применяются в робототехнике – AT Drive [414].</p>
 Инновационная компания ООО «БиАйДи Технолджис Рус» (BID Technologies)	<p>Компания специализируется на технологиях искусственного интеллекта и робототехнике для малого, среднего и крупного бизнеса. В состав соучредителей компании входит Фонд развития интернет-инициатив (ФРИИ). Среди партнеров компании – крупнейшие корпорации страны, в их числе ОАО «РЖД», ПАО «Газпром нефть», АО «ТМХ», ПАО «Кировский завод» и т. д. [415]</p> <p>Среди продуктов компании представлены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• промышленный робот-манипулятор Birbi M,</li> <li>• коллаборативный робот-манипулятор с ИИ Birbi M-1,</li> <li>• промышленный робот-манипулятор портального типа Birbi P-1,</li> <li>• промышленный дельта-робот (Delta robot) Birbi D-1,</li> <li>• SCARA-робот Birbi S-1 [416].</li> </ul>



ООО «АРКОДИМ»

Многопрофильная конструкторско-производственная компания осуществляет деятельность в области производства и внедрения промышленных роботов собственной разработки, а также поставки для станкостроения гибкого кабельного канала собственного производства.

Среди продукции промышленной робототехники компанией представлены 3–7-осевые промышленные роботы-манипуляторы ARKODIM (декартовы промышленные роботы-манипуляторы консольного типа линейной архитектуры) [417].



ООО «АВАН-ГАРДПЛАСТ»

Компания была основана в 2007 году, а с 2014 года занимается автоматизацией производств при помощи робототехнических комплексов собственной разработки и производства под брендом GRINIK ROBOTICS. В рамках своей деятельности компания производит таких промышленных роботов, как:

- робот-манипулятор для термопластавтоматов и станков с ЧПУ (извлечение продукции/работа с закладными деталями),
- робот-паллетайзер (для паллетирования продукции любой сложности),
- робот-манипулятор по технологии In-Mould Labeling, или IML (применяется для декорирования пластиковой упаковки и тары, получаемой методом литья под давлением) и другие [418].



ООО «АРИПИКС РОБОТИКС»

Компания, специализирующаяся на разработке, производстве и внедрении промышленных роботов и программного обеспечения для них.

Компания предлагает следующие модели промышленных роботов:

- робот-манипулятор ARIPIX A1,
- робот ARIPIX DELTA [419].



ООО «ГЕРЦ РОБОТИКС»

С 2022 года компания разрабатывает промышленные роботы (ранее разрабатывала робототехнические решения для образования), а также наладила мелкосерийное производство роботов-манипуляторов. Компания предлагает следующие продукты:

- промышленный четырехосевой робот HRI-300 (INDUSTRIAL),
- конвейер для роботизированного участка,
- система технического зрения CV500,
- адаптивное захватное устройство AG50,
- робот для склада DIFF500,
- трехосевой манипулятор HR-400-SCARA [420].



ООО «ДС-Роботикс»

Инновационная инжиниринговая компания-интегратор в области роботизации промышленных предприятий. Компания специализируется на реализации проектов полного цикла – от экспертизы производства и оценки потенциала роботизации до запуска и сервисного обслуживания, включая все этапы.

Компания оказывает услуги по модернизации роботизированных линий, техническому обслуживанию, а также услуги инжиниринга [421].

ООО «ИНТРЭД»  
(ООО «ТЕХНОРЭД»)

Компания является разработчиком и производителем роботизированных систем и компонентов. Среди решений компании в области промышленной робототехники представлены:

- роботизированный сварочный комплекс на базе промышленного манипулятора,
- роботизированный оператор станка REDLOAD,
- роботизированные системы паллетирования и укладки REDCARGO [422].

ООО «МАКРО  
СОЛЮШНС»

Компания является официальным интегратором ведущих робототехнических систем российских и международных производителей, совместно реализующих инновационные решения и образовательные проекты. Компания предлагает:

- роботизированный комплекс для селективной пайки «РКРСР-2023-К»,
- многофункциональную роботизированную мобильную ячейку SOL-1,
- SoM модуль на базе ARM Cortex-A53 [423].



ООО «МДРАЙВ»

Компания ООО «МДрайв» с июня 2018 г. занимается разработкой и производством электроприводов под торговой маркой KUBO для робототехнических и мехатронных систем промышленного назначения. Компания производит:

- бесколлекторные встраиваемые синхронные электродвигатели с постоянными магнитами (вентильные электродвигатели),
- индукционные датчики углового положения (индуктосины),
- сервоусилители (контроллеры) [424].



ООО «Норматив»

Основным направлением деятельности является автоматизация производственных процессов на основе конвейерных систем.

Вместе с тем компания предлагает комплексные решения по роботизированной укладке и упаковке на конвейере – весь комплекс оборудования: от робота с захватом и конвейеров до систем управления и безопасности [425].

	<p>Совместно с компанией VOLK осуществляется разработка высокопроизводительного погрузочно-разгрузочного коллаборативного робота.</p>
 <p>ООО «Промобот»</p>	<p>Компания является производителем робототехнических решений для различных отраслей экономики: сервиса, медицины, образования и промышленности. Компания популяризирует образование в области робототехники и экспортирует роботов по всему миру. В 2022 году компания объявила о старте производства манипуляторов и робототехнических решений для промышленности [426]. В основную линейку войдут манипуляторы, а также комплектующие для промышленных роботов.</p> <p>Сейчас в перечне продуктов компании представлен шестиосевой коллаборативный манипулятор Promobot M13 [427].</p>
 <p>ООО «ПРОМТЕХ»</p>	<p>Компания осуществляет поставки оборудования ведущих современных мировых и отечественных производителей, оказывает услуги в сфере автоматизации технологических процессов и смежных областях [428].</p>
 <p>ООО «Промышленная робототехника» (ранее ООО «КУКА РОБОТИКС»)</p>	<p>Компания обладает международной экспертизой во внедрении и обслуживании роботов Kuka. В январе 2024 года компания сменила название на ООО «Промышленная робототехника» в результате сделки по передаче данного дочернего предприятия его руководителям на территории России. После передачи управления топ-менеджменту компанией будет продолжена операционная деятельность с сохранением существующих бизнес-процессов и будут выполняться обязательства перед заказчиками, в том числе поддержка пользователей промышленных роботов [429].</p>
 <p>ООО «РОБОВИ-ЗАРД»</p>	<p>Компания является системным интегратором в области промышленной робототехники и осуществляет следующие услуги: поставка роботов и дополнительного оборудования; сервисное и техническое обслуживание; ремонт и поставка запасных частей; программирование и разработка управляющих программ; проектирование и внедрение робототехнических комплексов или их модернизация; обучение безопасному управлению промышленными роботами и их программирование. Компания предлагает технологические решения таких компаний, как: Kawasaki Robotics, ROKAE, Kemppi, Schunk, Schmalz, PALOMAT, Global AGV, Kyodo Yushi, Universal Robots, Rochu, On robot [430].</p>





ООО «РОБОКОМПОНЕНТ»

В 2018 году на базе ФГАОУ ВО «СПбПУ» в тесном сотрудничестве с Корпорацией Kawasaki Heavy Industries и компанией ROBOWIZARD был открыт Технологический центр промышленной робототехники Kawasaki-Политех, который ведет активную работу по разработке роботизированных технологий на базе реальных запросов производственных предприятий [324].

Компания осуществляет разработку и производство компонентов для роботизированных систем, в том числе импортозамещение серийных компонентов европейских и американских производителей. Также компанией ведутся собственные разработки компонентов для востребованных в России применений промышленных и коллаборативных роботов.

Среди продуктов компании:

- захватные устройства,
- системы смены инструмента,
- сенсорные системы,
- прочие компоненты для роботизации и автоматизации производств [431].



ООО «Роботех»

Компания производит промышленные роботы и 3D-принтеры, а также проектирует, внедряет и обслуживает робототехнические комплексы (РТК). Технологические решения строятся на базе собственных роботов и роботов ведущих производителей [432].

Компания предлагает услуги по разработке роботов, а также 4- и 6-осевые роботы-манипуляторы с грузоподъемностью 10–100 кг:

- робот 6-осевой RX-5,
- робот 6-осевой RX-50,
- робот-паллетайзер RP-65M,
- робот-паллетайзер RP-110M.



ООО «Р-ПРО РОБОТИКС»

Компания входит в состав группы компаний «Концерн R-Про» и является системным интегратором промышленной робототехники. Среди услуг компании – поставка промышленной робототехники и прочих систем автоматизации таких брендов, как KUKA, Fanuc, ABB, Effort, STEP, CNGBS, Rokaе, Techman, Elite, Peitian и других, а также услуги монтажа, тестирования, обучения персонала, технического обслуживания [433].



ООО «ТАРИС»

Компания разрабатывает и производит робототехнические комплексы и системы видеоинспекции для экстремальных сред: от различных городских коммуникаций до условий высокой радиации на атомных электростанциях.

Продукция компании:

- роботы для телеинспекции трубопроводов (SIGMA 100D, SIGMA 150, SIGMA 200, Плавающий модуль W350),
- автономные роботы для трубопроводов (SIGMA 250A, TRF 500, TP 250),
- проталкиваемые камеры для диагностики трубопроводов,
- камеры для диагностики скважин,
- диагностические автолаборатории,
- радиационно-стойкие системы видеонаблюдения,
- программное обеспечение [434].



УНИКАЛЬНЫЕ  
РОБОТЫ

ООО «Уникальные  
роботы»

Компания осуществляет разработку роботов для производства и складской логистики, а также программного обеспечения для их управления. В продуктовой линейке компании есть автоматизированные решения на основе манипуляторов и логистических роботов:

- роботы-манипуляторы RA-10,
- логистические роботы [435].



METRA  
ROBOTICS

ООО «Центр роботизации  
промышленности Метра-Роботикс»

Компания разрабатывает и внедряет роботизированные решения для автоматизации производства. Осуществляет услуги как по оценке целесообразности, так и по созданию корпоративного отраслевого центра компетенций. Предоставляет полный комплекс услуг в режиме одного окна – от технологического аудита и разработки отраслевых решений до запуска и обслуживания роботизированных комплексов под ключ.

Компания проводит разработку и внедрение следующих робототехнических комплексов:

- роботизированная ячейка для укладки продукции в короба,
- автоматизация процесса паллетирования,
- упаковочные роботы,
- роботизированная сварка,
- роботизированная ячейка для тестирования,
- роботизированные центры контроля качества,
- роботизированное обслуживание термопластавтомата (ТПА),
- роботизированная система контроля геометрии,
- роботизированная сборка [436].



ООО «ЭЙАРСИ»

Компания осуществляет разработку инновационных робототехнических комплексов для внутритрубной диагностики. Решения разработаны для применения



ООО «Эйдос  
Робототехника»

в нефтегазовой и химической промышленности, а также в атомной энергетике и теплоснабжении [437].

Малое предприятие по разработке и производству робототехники и автоматизации производств. Компания реализует исследования при грантовой поддержке Фонда «Сколково» и Фонда содействия инновациям.

В рамках своей деятельности компания предлагает следующие продукты и услуги:

- промышленный робот-манипулятор A12,
- готовое решение для линий розлива в ПЭТ-кеги,
- разработка технологических решений: специализированные машины и автоматические линии.
- программное обеспечение Единая экосистема, объединяющая авторские программные решения в области промышленной робототехники и автоматизации [438].

Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Единой витрины поиска компаний, экспертов, инвестиций и мер поддержки, объединяющей сервисы НТИ «RADAR», сайтов компаний и открытых источников, 2024

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

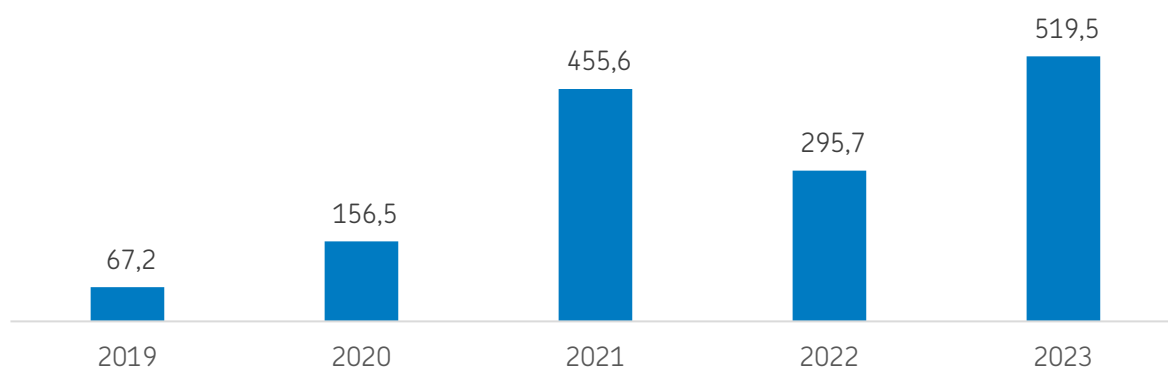
В рамках поиска финансовой информации по объемам выручки от продажи продуктов и услуг компаний НТИ были проанализированы данные, представленные на государственном информационном ресурсе бухгалтерской отчетности (ресурс БФО, формируемый ФНС России [439]). За пятилетний период деятельности компаний (2019–2023 гг.) были найдены финансовые данные по 19 организациям, в некоторых случаях информация представлена частично, в том числе по причине того, что компании осуществляют деятельность менее пяти лет.

Рисунок 20. Общая выручка компаний НТИ, специализирующихся на разработке решений в области промышленной робототехники (2019–2023 гг., млрд руб.)



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Единой витрины поиска компаний, экспертов, инвестиций и мер поддержки, объединяющей сервисы НТИ «RADAR», ресурса БФО и отчетов компаний, 2024

Рисунок 21. Средняя выручка компаний НТИ, специализирующихся на разработке решений в области промышленной робототехники (2019–2023 гг., млн руб.)



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам Единой витрины поиска компаний, экспертов, инвестиций и мер поддержки, объединяющей сервисы НТИ «RADAR», ресурса БФО и отчетов компаний, 2024

#### 5.4. Количество компаний НТИ, имеющих экспортную выручку по направлению

В открытых источниках информации, а также в материалах Единой витрины поиска компаний, экспертов, инвестиций и мер поддержки, объединяющей сервисы НТИ «RADAR», отсутствует информация об экспортной выручке рассматриваемых компаний НТИ, осуществляющих деятельность в области промышленной робототехники. Тем не менее на сайте ООО «Промобот» указано, что компания поставляет роботы в 44 страны [440].

Отчасти отсутствие информации по рассматриваемым компаниям может объясняться ориентацией компаний на внутренний рынок в связи с необходимостью замещения оборудования иностранных марок, а также с введением государственных ограничений на экспорт ряда товаров до 31 декабря 2025 г. включительно – Постановление Правительства РФ от 09.03.2022 г. № 311 (ред. От 15.10.2024 г.) «О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 8 марта 2022 г. № 100». К данным товарам в том числе могут относиться промышленные роботы, представленные в таких категориях товаров, как: «Машины и механические устройства, имеющие индивидуальные функции, в другом месте данной группы не поименованные или не включенные», «Машины для сборки электрических или электронных ламп, трубок или электронно-лучевых трубок или газоразрядных ламп в стеклянных колбах; машины для изготовления или горячей обработки стекла или изделий из стекла» [441].

#### 5.5. Объем экспортной выручки компаний НТИ

В открытых источниках информации, а также в материалах Единой витрины поиска компаний, экспертов, инвестиций и мер поддержки, объединяющей сервисы НТИ «RADAR», отсутствует информация об экспортной выручке рассматриваемых компаний НТИ, осуществляющих деятельность в области промышленной робототехники.

Согласно Товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности промышленные роботы относятся к группе товаров «Машины, оборудование и транспортные средства и другие товары».

По данным, опубликованным на официальном сайте Федеральной таможенной службы (ФТС) России, экспорт данной категории товаров за период январь – август 2023 года составил 13,8 млрд долл., за этот же период 2024 года экспорт составил 13,1 млрд долл. [442].

Результаты опроса 51 компании в области робототехники, представленные в совместном исследовании RoboJobs с PRO Роботов и Национальной ассоциацией участников рынка робототехники (НАУРР), свидетельствуют о низком уровне экспортной ориентированности: 58,8% респондентов не экспортируют свои решения и пока не планируют выходить на зарубежные рынки, 21,6% компаний уже экспортируют свои товары и услуги за рубеж, а 19,6% – намереваются развивать экспортное направление в 2024 году. Такая ситуация, скорее всего, связана с тем, что «компании еще находятся на стадии разработки и коммерциализации, и также не имеют достаточно ресурсов и компетенций, чтобы осваивать экспортное направление» [443].

Также в исследовании отмечено, что для развития экспортного направления и продолжения осуществления поставок оборудования за рубеж некоторые компании открыли юридические лица в других странах, находящихся в следующих наиболее перспективных регионах:

- Юго-Западная Азия (ОАЭ, Саудовская Аравия, Турция, Иран, Ирак, Сирия, Азербайджан, Армения и др.);
- Центральная Азия (Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан, Туркменистан, Таджикистан);
- Юго-Восточная Азия (Сингапур, Малайзия, Индонезия, Вьетнам, Таиланд и др.).

## 5.6. Количество прав на РИД, зарегистрированных компаниями НТИ

В рамках анализа результатов интеллектуальной деятельности (РИД), зарегистрированных компаниями НТИ, представленных в Единой государственной информационной системе учета результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (ЕГИСУ НИОКТР), было выявлено, что у 10 рассматриваемых организаций зарегистрированы РИД. Всего зарегистрировано 25 РИД по 6 категориям (программы для ЭВМ, базы данных, изобретения, полезные модели, промышленные образцы, секрет производства (ноу-хау)), среди которых представлены РИД по программам управления робототехническими системами, созданию непосредственно самих роботов, баз данных результатов работы робототехнических систем.

Рисунок 22. Количество прав на РИД, зарегистрированных компаниями НТИ, реализующими деятельность в области промышленной робототехники



Источник: ИЦ «Технет» СПбПУ по материалам системы ЕГМСУ НИОКТР, 2024

Также 9 из 24 компаний имеют действующие патенты. Всего в области промышленной робототехники компаниями зарегистрировано 39 патентов.

## 5.7. Количество реализуемых проектов по отдельному направлению НТИ

Многие компании не раскрывают данные о новых разработках и инновационных решениях ввиду высокой конкуренции на рынке, тем не менее по итогам анализа информации в открытых источниках были выделены некоторые актуальные проекты компаний НТИ. Например, компания *ООО «БИ-АЙДИ ТЕХНОПОДЖИС РУС»* реализует проект по созданию промышленных полуавтономных роботов (роботы-аватары) с удаленным управлением через интернет из любой точки мира. В первую очередь данное оборудование будет востребовано в сельском хозяйстве для сбора урожая, а также для упаковки различной продукции [444].

В целях развития одного из перспективных направлений робототехники, в том числе промышленной робототехники, АО «НПО «Андройдная техника» ведет разработку программно-аппаратного комплекса управления коллаборативным шестистепенным манипулятором. Предполагается, что совместно человек и робот, который служит в качестве многофункционального инструмента для человека, могут обеспечивать большую производительность и качество работы [445].

Коллаборативная робототехника лежит также в зоне интересов компании *ООО «Р-ПРО РОБОТИКС»*, которая реализовала проект по разработке цифровой платформы VR-тренингов работы с коллаборативной робототехникой [446], в результате которого была зарегистрирована программа для ЭВМ (РИД).

Создание робота для совместной работы с человеком является важным направлением также и для компании *ООО «АРКОДИМ»*, которая разработала программно-аппаратный комплекс с силовой обратной связью для автономного роботизированного участка сборки. Используемый робот может успешно применяться для выполнения работ по сборке твердых и хрупких изделий [447; 448]. В настоящий момент разработан прототип робота.

Компания *АО «Диаконт»* участвует в реализации масштабного атомного проекта по созданию инновационного энергокомплекса и ведет разработку роботизированного производства по изготовлению уран-плутониевого топлива. Согласно данным ЕГИСУ НИОКТР, в рамках работ 2024 года проведена унификация узлов и механизмов оборудования, а также удалось достичь снижения применения импортного оборудования, материалов и комплектующих [449; 450].

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. 工业和信息化部等十七部门关于印发《“机器人+”应用行动实施方案》的通知 (2022). – URL: [https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/tz/art/2023/art\\_c2a9bacca5114e42b5e16ed5277923a8.html](https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/tz/art/2023/art_c2a9bacca5114e42b5e16ed5277923a8.html) (дата обращения: 08.11.2024)
2. 郭倩 工信部发布国家重点研发计划16个重点专项2024年度项目申报指南. – URL: <https://news.cctv.com/2024/08/09/ARTIdUX4R6xEeAuW0qKNggva240809.shtml> (дата обращения: 08.11.2024)
3. Korean Gov't Finalizes 4th Robot Plan. – URL: <https://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=209659> (дата обращения: 08.11.2024)
4. AI, Data and Robotics Association (Adra). – URL: <https://adr-association.eu/> (дата обращения: 08.11.2024)
5. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/73986> (дата обращения: 08.11.2024)
6. Михаил Мишустин дал поручения по итогам стратегической сессии по национальному проекту «Средства производства и автоматизации». – URL: <http://government.ru/news/52141/> (дата обращения: 08.11.2024)
7. Global Industrial Robot Market // Statzon. – URL: <https://statzon.com/insights/global-industrial-robot-market> (дата обращения: 01.10.2024)
8. Industrial Robotics Market Size, Share, Industry Report, Revenue Trends and Growth Drivers, 2032 // MarketsandMarkets Research. – URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/Industrial-Robotics-Market-643.html> (дата обращения: 02.10.2024)
9. Industrial Robotics Market Trends and Scope by 2030 // The Insight Partners. – URL: <https://www.theinsightpartners.com/reports/industrial-robotics-market> (дата обращения: 02.10.2024)
10. Industrial Robots Market Size, Share & Growth Report [2030] // Fortune Business Insights. – URL: <http://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/industrial-robots-market-100360> (дата обращения: 02.10.2024)
11. Industrial Robotics Market Size, Industry Report 2024-2034 // Precedence Research. – URL: <https://www.precedenceresearch.com/industrial-robotics-market> (дата обращения: 02.10.2024)
12. Industrial Robotics Market Size, Share // Market.Us. – URL: <https://market.us/report/industrial-robotics-market/> (дата обращения: 02.10.2024)
13. Industrial Robots Market Size and Share. Statistics – 2030 // NMSC. – URL: <https://www.nextmsc.com/report/industrial-robotics-market> (дата обращения: 02.10.2024)
14. Industrial Robotics Market Size, Share, Report 2024-2032 // IMARC Services. – URL: <https://www.imarcgroup.com/industrial-robotics-market> (дата обращения: 02.10.2024)
15. Industrial Robotics Market Demand, Share & Trends 2033 // FMI. – URL: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/industrial-robotics-market> (дата обращения: 02.10.2024)
16. Industrial Robotics Market-Global Industry Growth and Trend Analysis // Introspective Market Research. – URL: <https://introspectivemarketresearch.com/reports/industrial-robotics-market/> (дата обращения: 02.10.2024)
17. Industrial Robotics Market Trends, Analysis & Forecast – 2032 // Global Market Insights. – URL:



- <https://www.gminsights.com/industry-analysis/industrial-robotics-market> (дата обращения: 02.10.2024)
18. Industrial Robotics Market – Global Industry Analysis and Forecast // Maximize Market Research. – URL: <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-industrial-robotics-market/24917/> (дата обращения: 02.10.2024)
  19. Industrial Robot Safety Standards: A Short Rundown // Allied Business Intelligence. – URL: <https://www.abiresearch.com/blogs/2022/12/15/industrial-robot-safety-standards/> (дата обращения: 01.10.2024)
  20. Тренды и сценарии развития рынка авиационных двигателей, включая двигатели беспилотных летательных аппаратов, в 2023 году. Экспертно-аналитический доклад : монография / А. И. Боровков, Е. Р. Мартынец, Л. А. Щербина, Н. И. Прытков, А. А. Корчевская, А. Т. Хуторцова, Ю. А. Рябов, К. В. Кукушкин; ред. А. И. Боровков. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – 204 с. – URL: [https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2024/01/29/2023\\_1229\\_ЭАД.pdf](https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2024/01/29/2023_1229_ЭАД.pdf) (дата обращения: 21.11.2024)
  21. Перспективы и сценарии развития новых материалов в рамках направления «Технет» НТИ в 2023 году. Экспертно-аналитический доклад : монография / А. И. Боровков, Л. А. Щербина, Е. Р. Мартынец, Ю. А. Рябов, К. В. Кукушкин, Н. И. Прытков, А. М. Трапезникова, О. В. Толочко, И. А. Кобышно, Е. В. Бобрынина; ред. А. И. Боровков. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 184 с. – URL: <https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2024/06/28/otchety/perspectivy-i-scenarii-razv-materialov.pdf> (дата обращения: 21.11.2024)
  22. Strategic Analysis of an Industry // AnalystPrep. – URL: <https://analystprep.com/cfa-level-1-exam/equity/strategic-analysis-industry/> (дата обращения: 03.10.2024)
  23. Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности: монография / А. И. Боровков, Ю. А. Рябов, Л. А. Щербина, Е. Р. Мартынец, А. А. Корчевская, А. Т. Хуторцова, К. В. Кукушкин, А. А. Гамзикова; ред. А. И. Боровков. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – 492 с. – URL: [https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2024/01/29/2023\\_1129\\_Монография\\_ЦД\\_в\\_высокотехнологичной\\_промышленности\\_Small.pdf](https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2024/01/29/2023_1129_Монография_ЦД_в_высокотехнологичной_промышленности_Small.pdf) (дата обращения: 22.07.2024)
  24. Global Robotics Race: Korea, Singapore and Germany in the Lead // International Federation of Robotics. – URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/global-robotics-race-korea-singapore-and-germany-in-the-lead> (дата обращения: 03.10.2024)
  25. World Robotics 2024 // International Federation of Robotics. – URL: [https://ifr.org/downloads/press2018/Press\\_Conference\\_2024.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/Press_Conference_2024.pdf) (дата обращения: 04.10.2024)
  26. The Trends & Technologies Driving the Industry in 2024 // International Federation of Robotics. – URL: [https://ifr.org/downloads/press2018/2024\\_05\\_08\\_IFR\\_Executive\\_Roundtable.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/2024_05_08_IFR_Executive_Roundtable.pdf) (дата обращения: 04.10.2024)
  27. Top 5 Robot Trends 2024 // International Federation of Robotics. – URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/top-5-robot-trends-2024> (дата обращения: 04.10.2024)
  28. Robot sales poised for recovery in mid-2024 due to labor shortages, reshoring // Quality Magazine. – URL: <https://www.qualitymag.com/articles/97857-robot-sales-poised-for-recovery-in-mid-2024-due-to-labor-shortages-reshoring-ai> (дата обращения: 04.10.2024)
  29. 3 tailwinds for robotics adoption in 2024 and beyond // EY - Global. – URL: [https://www.ey.com/en\\_gl/insights/innovation/three-tailwinds-for-robotics-adoption-in-2024-and-beyond](https://www.ey.com/en_gl/insights/innovation/three-tailwinds-for-robotics-adoption-in-2024-and-beyond) (дата обращения: 29.10.2024)

30. AI in robotics // International Federation of Robotics. – URL: <https://ifr.org/post/ai-in-robotics-blog> (дата обращения: 04.10.2024)
31. Top 5 Robot Trends 2022 // International Federation of Robotics. – URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/top-5-robot-trends-2022> (дата обращения: 04.10.2024)
32. Top 5 Robot Trends 2023 // International Federation of Robotics. – URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/top-5-robot-trends-2023> (дата обращения: 04.10.2024)
33. Краткий обзор российского рынка робототехники // kept. – URL: <https://assets.kept.ru/upload/pdf/2023/04/ru-russian-robotics-market-brief-kept-overview.pdf> (дата обращения: 08.11.2024)
34. Федюнина А. А., Городный Н. А., Симачев Ю. В. Рынок промышленной робототехники в России под санкциями: в поиске драйверов спроса и предложения // ЭКО. – 2024. – Т. 54. – Вып. 2. – С. 91-107. – ISSN 0131-7652, 2686-7605. – DOI 10.30680/ECO0131-7652-2024-2-91-107. – URL: <https://publications.hse.ru/articles/publications.hse.ru/articles/870125254> (дата обращения: 25.12.2024)
35. Unlocking the industrial potential of robotics and automation // McKinsey. – URL: <https://www.mckinsey.com/industries/industrials-and-electronics/our-insights/unlocking-the-industrial-potential-of-robotics-and-automation> (дата обращения: 08.11.2024)
36. Advantages & disadvantages of using industrial robots in manufacturing // Wipfli. – URL: <https://www.wipfli.com/insights/articles/mad-pros-and-cons-of-using-industrial-robots-in-manufacturing> (дата обращения: 08.11.2024)
37. 4 Barriers to implementing automation and robotic technology and how to overcome them. – URL: <https://www.chg-meridian.co.uk/resource-centre/blog/industrial-automation-and-robotics.html> (дата обращения: 08.11.2024)
38. How Connected Robots are Transforming Manufacturing // International Federation of Robotics. – URL: <https://www.automate-uk.com/media/iO4ceyuf/informationpaperhowrobotsaretransformingmanufacturingv01oct2020.pdf> (дата обращения: 08.11.2024)
39. Промышленные роботы для производства. – URL: <https://3dtool.ru/stati/promyshlennye-roboty-dlya-proizvodstva/> (дата обращения: 08.11.2024)
40. What Are The Regulations And Compliance Issues In Robotics?. – URL: [https://www.indmall.in/faq/what-are-the-regulations-and-compliance-issues-in-robotics/?srsltid=AfmB0oqf\\_uH782kK0AxDlpX1G-cy2XSBWg3lIN79gUhprSdWQIQ-MnbY](https://www.indmall.in/faq/what-are-the-regulations-and-compliance-issues-in-robotics/?srsltid=AfmB0oqf_uH782kK0AxDlpX1G-cy2XSBWg3lIN79gUhprSdWQIQ-MnbY) (дата обращения: 08.11.2024)
41. 5 Challenges of Implementing Industrial Robots. – URL: <https://qviro.com/blog/challenges-of-implementing-industrial-robots/> (дата обращения: 08.11.2024)
42. Минпромторг разрабатывает стратегию развития робототехники до 2030 года. Меры поддержки отрасли могут быть расширены. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0\\_\(%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA\\_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0_(%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8)) (дата обращения: 08.11.2024)
43. Как российская робототехника переживает кризис и санкции?. – URL: <https://spark.ru/user/152684/blog/112968/kak-rossijskaya-robototehnika-perezhivaet-krizis-i-sanktsii> (дата обращения: 08.11.2024)

44. «Войти в топ-25 стран по количеству промышленных роботов к 2030 году – для нас это очень амбициозная задача». – URL: <https://robotunion.ru/glavnaya/tpost/8ldvv2ki71-voiti-v-top-25-stran-po-kolichestvu-prom> (дата обращения: 08.11.2024)
45. Damelang A., Otto M. Who is Replaced by Robots? Robotization and the Risk of Unemployment for Different Types of Workers // *Work and Occupations*. – 2023. – Vol. 51. – Issue 2. – P. 181–206. – DOI <https://doi.org/10.1177/07308884231162953>. – URL: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/07308884231162953> (дата обращения: 08.11.2024)
46. Industrial robot safety considerations, standards and best practices to consider // *Control Engineering* – 6.06.2024. – URL: <https://www.controleng.com/articles/industrial-robot-safety-considerations-standards-and-best-practices-to-consider/> (дата обращения: 08.11.2024)
47. Annual Securities Report 2023 // Omron Corporation. – URL: [https://www.omron.com/global/en/assets/file/ir/irlib/annual\\_securities\\_report\\_2023e.pdf](https://www.omron.com/global/en/assets/file/ir/irlib/annual_securities_report_2023e.pdf) (дата обращения: 18.10.2024)
48. Are Robots Bad for The Environment? Full Analysis. – URL: <https://provenrobotics.ai/are-robots-bad-for-the-environment/> (дата обращения: 08.11.2024)
49. What are some potential risks associated with the use of industrial robots in manufacturing? // *FasterCapital*. – URL: <https://fastercapital.com/keyword/what-are-some-potential-risks-associated-with-the-use-of-industrial-robots-in-manufacturing.html> (дата обращения: 08.11.2024)
50. I. Record of 4 Million Robots in Factories Worldwide // *International Federation of Robotics*. – URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-of-4-million-robots-working-in-factories-worldwide> (дата обращения: 08.11.2024)
51. Industrial Robotics – Worldwide // *Statista Market Forecast*. – URL: <https://www.statista.com/outlook/tmo/robotics/industrial-robotics/worldwide> (дата обращения: 08.11.2024)
52. Understanding the new five-year development plan for the robotics industry in China // *International Federation of Robotics*. – URL: <https://ifr.org/post/understanding-the-new-five-year-development-plan-for-the-robotics-industry-in-china> (дата обращения: 08.11.2024)
53. China's robot revolution. – URL: <https://orcasia.org/article/562/chinas-robot-revolution> (дата обращения: 08.11.2024)
54. China unveils five-year plan for robotics. – URL: <https://www.therobotreport.com/china-unveils-five-year-plan-for-robotics/> (дата обращения: 08.11.2024)
55. 10 industries China is focusing on automating – 2.02.2023. – URL: <https://www.therobotreport.com/china-plans-to-put-more-robots-into-these-10-industries/> (дата обращения: 08.11.2024)
56. Shanghai makes great strides in intelligent robot industry. – URL: <https://stcsm.sh.gov.cn/english/News/20231204/bb3e673c330c4ed187cd0ccb2c978770.html> (дата обращения: 11.11.2024)
57. Building A Globally Influential Innovation Highland For The Robot Industry, Shanghai Has Released An Action Plan To Promote High-Quality Innovation And Development In The Intelligent Robot Industry (2023-2025). – URL: <https://www.borunte.net/news/building-a-globally-influential-innovation-hig-72166907.html> (дата обращения: 11.11.2024)
58. Beijing announces \$1.4B robotics fund. – URL: <https://www.therobotreport.com/beijing-announces-1-4b-robotics-fund/> (дата обращения: 11.11.2024)

59. 北京人形机器人创新中心专家委员会在北京经开区成立 ——100亿北京机器人产业发展投资基金注册落地 (01.2024). – URL: <https://bj.china-daily.com.cn/a/202401/13/WS65a218a3a310af3247ffbd56.html> (дата обращения: 11.11.2024)
60. Science, Technology, and Innovation Basic Plan. – URL: [https://www8.cao.go.jp/cstp/english/sti\\_basic\\_plan.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/english/sti_basic_plan.pdf) (дата обращения: 11.11.2024)
61. Integrated Innovation Strategy 2024. – URL: [https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/togo2024\\_honbun\\_eiyaku.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/togo2024_honbun_eiyaku.pdf) (дата обращения: 11.11.2024)
62. Moonshot R&D. – URL: <https://www.jst.go.jp/moonshot/en/about.html> (дата обращения: 11.11.2024)
63. Japan is World's number one Robot Maker // International Federation of Robotics. – URL: <https://ifr.org/news/japan-is-worlds-number-one-robot-maker> (дата обращения: 11.11.2024)
64. Robotics for Social Transformation Promotion Plan. – URL: <https://www.eu-japan.eu/eubusiness-injapan/sectors/electronics/robotics> (дата обращения: 11.11.2024)
65. Moonshot Research and Development Program. – URL: <https://www8.cao.go.jp/cstp/english/index.html> (дата обращения: 11.11.2024)
66. Major Robot Projects in Japan. – URL: [https://www.jara.jp/e/various/projects/img/Major\\_Robot\\_Projects\\_in\\_Japan\\_\(as\\_of\\_July\\_2024\).pdf](https://www.jara.jp/e/various/projects/img/Major_Robot_Projects_in_Japan_(as_of_July_2024).pdf) (дата обращения: 11.11.2024)
67. Japan's Moonshot Research Program Is Taking On The Biggest Challenges. – URL: <https://www.forbes.com/sites/japan/2020/11/20/japans-moonshot-research-program-is-taking-on-the-biggest-challenges/> (дата обращения: 11.11.2024)
68. I. European Union: Industries Invest Heavily in Robotics // International Federation of Robotics. – URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/eu-industries-invest-heavily-in-robotics> (дата обращения: 11.11.2024)
69. Aktionsplan Robotikforschung. Innovationspotenziale der KI-basierten Robotik erschließen. – URL: [https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/5/846858\\_Aktionsplan\\_Robotikforschung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/5/846858_Aktionsplan_Robotikforschung.pdf?__blob=publicationFile&v=7) (дата обращения: 11.11.2024)
70. Horizon Europe: EU research and innovation programme 2021–27. – URL: [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-06/ec\\_rtd\\_he-investing-to-shape-our-future\\_0.pdf](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-06/ec_rtd_he-investing-to-shape-our-future_0.pdf) (дата обращения: 11.11.2024)
71. Partnership on AI, Data, and Robotics – Communications of the ACM. – URL: <https://cacm.acm.org/research/partnership-on-ai-data-and-robotics/> (дата обращения: 11.11.2024)
72. AI, Data and Robotics (ADR) partnership: key facts and figures. – URL: None (дата обращения: 11.11.2024)
73. Horizon Europe: New Projects in AI, Data and Robotics 2024. – URL: [https://adra-e.eu/sites/default/files/2024-03/CNECT\\_ERF2024\\_LR\\_002\\_6HTEUZvrKcJgbWlqwk9jbeTXHQ\\_103116\\_0.pdf](https://adra-e.eu/sites/default/files/2024-03/CNECT_ERF2024_LR_002_6HTEUZvrKcJgbWlqwk9jbeTXHQ_103116_0.pdf) (дата обращения: 11.11.2024)
74. CORDIS – EU research results "robot". – URL: [https://cordis.europa.eu/search?q=contenttype%3D%27project%27%20AND%20frameworkProgramme%3D%27HORIZON%27%20AND%20%2Fproject%2Frelations%2Fcategories%2FeuroSciVoc%2Fcode%3D%27%2F25%2F%27%20AND%20\(%27robot%27\)&p=1&num=10&srt=Relevance:decreasing](https://cordis.europa.eu/search?q=contenttype%3D%27project%27%20AND%20frameworkProgramme%3D%27HORIZON%27%20AND%20%2Fproject%2Frelations%2Fcategories%2FeuroSciVoc%2Fcode%3D%27%2F25%2F%27%20AND%20(%27robot%27)&p=1&num=10&srt=Relevance:decreasing) (дата обращения: 11.11.2024)

75. ARM – The Advanced Robotics for Manufacturing Institute. – URL: <https://www.dodman-tech.mil/About-Us/Manufacturing-Innovation-Institutes-MIIs/video/919729/dvpcc/false/#DVIDSVideoPlayer44626> (дата обращения: 11.11.2024)
76. A Roadmap for US Robotics. Robotics for a Better Tomorrow (2024). – URL: <https://www.erva-community.org/wp-content/uploads/Robotics-roadmap-2024.pdf> (дата обращения: 11.11.2024)
77. National Robotics Initiative 3.0: Innovations in Integration of Robotics (NRI-3.0) // National Science Foundation. – URL: <https://new.nsf.gov/funding/opportunities/nri-30-national-robotics-initiative-30-innovations-integration/503641/nsf21-559> (дата обращения: 11.11.2024)
78. NRI Sunset Announcement // National Science Foundation. – URL: <https://www.nsf.gov/pubs/2022/nsf22081/nsf22081.jsp> (дата обращения: 11.11.2024)
79. Foundational Research in Robotics // National Science Foundation. – URL: <https://new.nsf.gov/focus-areas/robotics> (дата обращения: 11.11.2024)
80. Manufacturing in Motion: The Mission & Vision of the ARM Institute // ARM Institute. – URL: <https://arminstitute.org/about/why-the-arm-institute/> (дата обращения: 11.11.2024)
81. ARM (Advanced Robotics for Manufacturing) // Manufacturing USA. – URL: <https://www.manufacturingusa.com/institutes/arm> (дата обращения: 11.11.2024)
82. ARM Institute: 2023 Year in Review // ARM Institute. – URL: <https://arminstitute.org/news/2023-year-in-review/> (дата обращения: 11.11.2024)
83. NASA Sets Coverage for ULA, Astrobotic Artemis Robotic Moon Launch. – URL: <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-sets-coverage-for-ula-astrobotic-artemis-robotic-moon-launch/> (дата обращения: 11.11.2024)
84. Best and Brightest: ONR's 2024 Young Investigators // Office of Naval Research – 28.09.2023. – URL: <https://p74l1103a01.dc3n.navy.mil/media-center/news-releases/best-and-brightest-onrs-2024-young-investigators> (дата обращения: 11.11.2024)
85. Science and technology for shipboard robotic repair and maintenance // Office of Naval Research. – URL: <https://www.onr.navy.mil/work-with-us/funding-opportunities/science-and-technology-shipboard-robotic-repair-and-maintenance> (дата обращения: 11.11.2024)
86. The CCC Releases Mid-cycle Update to the US National Robotics Roadmap – 12.04.2023. – URL: <https://cccblog.org/2023/04/12/the-ccc-releases-mid-cycle-update-to-the-us-national-robotics-roadmap/> (дата обращения: 11.11.2024)
87. 2024 edition of U.S. robotics roadmap points to need for more federal coordination. – URL: <https://www.therobotreport.com/2024-edition-of-u-s-robotics-roadmap-points-to-need-for-more-federal-coordination/> (дата обращения: 11.11.2024)
88. 로봇신문사 (2024-2028). – URL: <https://www.irobotnews.com/news/quickViewArticleView.html?idxno=33794> (дата обращения: 11.11.2024)
89. «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»: Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 г. № 145. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 11.11.2024)
90. «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на финансовое обеспечение затрат на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по современным технологиям в рамках реализации такими ор-

- ганизациями инновационных проектов и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» : Постановление Правительства РФ от 12 декабря 2019 г. № 1649. – URL: <https://base.garant.ru/73229392/> (дата обращения: 11.11.2024)
91. «Об утверждении Правил предоставления в 2023 году из федерального бюджета субсидий российским организациям на финансовое обеспечение мероприятий по проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области средств производства электроники» (с изменениями и дополнениями) : Постановление Правительства РФ от 16.12.2020 № 2136. – URL: <https://base.garant.ru/75092088/> (дата обращения: 11.11.2024)
92. Роботы потянут ляжку // Коммерсантъ – 16.09.2024. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7144555> (дата обращения: 11.11.2024)
93. «Таких адресных мер, направленных на стимулирование развития промышленной робототехники и автоматизации, раньше не было», – Ольга Мудрова о поддержке федерального проекта промышленной робототехники. – URL: <https://robotunion.ru/glavnaya/tpost/887pl9ljc1-takih-adresnih-mer-napravlennih-na-stimu> (дата обращения: 11.11.2024)
94. Субсидии на финансовое обеспечение мероприятий по проведению НИОКР в области средств производства электроники. – URL: <https://gisp.gov.ru/nmp/measure/12446641> (дата обращения: 11.11.2024)
95. «Робототехника — это драйвер инновационного развития и технологического суверенитета», – Ольга Мудрова, исполнительный директор НАУРР. – URL: <https://robotunion.ru/glavnaya/tpost/1k0ujdpqc1-robototehnika-eto-draiver-innovatsionnog> (дата обращения: 11.11.2024)
96. Белый дом поддержит роботов // Коммерсантъ – 17.08.2024. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6903647> (дата обращения: 11.11.2024)
97. Петербург доплатит за роботов // Коммерсантъ – 16.09.2024. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7083075> (дата обращения: 11.11.2024)
98. В РФ до 2026 года создадут два центра промышленной робототехники // ТАСС. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/21910997> (дата обращения: 11.11.2024)
99. MAKE IN INDIA 2.0. – URL: <https://pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1694804> (дата обращения: 11.11.2024)
100. Draft «National strategy on robotics» – 2023. – URL: <https://static.mygov.in/innovateindia/2023/09/04/mygov-1000000000643330490.pdf> (дата обращения: 11.11.2024)
101. India Semiconductor Mission. – URL: <https://pib.gov.in/pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1885367> (дата обращения: 11.11.2024)
102. Operation 300bn, the UAE's industrial strategy // UAE Government. – URL: <https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/industry-science-and-technology/the-uae-industrial-strategy> (дата обращения: 11.11.2024)
103. National Programme to Transform Technology // UAE Government. – URL: <https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/government-services-and-digital-transformation/national-programme-to-transform-technology> (дата обращения: 11.11.2024)
104. Dubai Robotics and Automation Program // UAE Government. – URL: <https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/industry-science-and-technology/dubai-robotics-and-automation-program> (дата обращения: 11.11.2024)

105. Chips, nuvens, robôs: Brasil avança na transformação digital da indústria com R\$ 186,6 bilhões. – URL: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2024/09/chips-nu-vens-robos-brasil-avanca-na-transformacao-digital-da-industria-com-r-186-6-bi> (дата обращения: 11.11.2024)
106. Brazil Invested R\$ 186.6 Billion in Digital Transformation. – URL: <https://brazilianr.com/2024/09/11/brazil-invested-r-186-6-billion-in-digital-transformation/> (дата обращения: 11.11.2024)
107. ISO/TC 299 – Robotics. – URL: <https://www.iso.org/committee/5915511.html> (дата обращения: 07.10.2024)
108. About ISO/TC 299 Robotics. – URL: <https://committee.iso.org/home/tc299> (дата обращения: 07.10.2024)
109. Working groups ISO/TC 299. – URL: <https://committee.iso.org/sites/tc299/home/projects.html> (дата обращения: 07.10.2024)
110. Published standards by ISO/TC 299. – URL: <https://www.iso.org/committee/5915511/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0> (дата обращения: 07.10.2024)
111. Standards under development by ISO/TC 299. – URL: <https://www.iso.org/committee/5915511/x/catalogue/p/0/u/1/w/0/d/0> (дата обращения: 07.10.2024)
112. IEC TC 129 Work programme. – URL: [https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:23:310561470505183:::FSP\\_ORG\\_ID,FSP\\_LANG\\_ID:27570,25](https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:23:310561470505183:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:27570,25) (дата обращения: 08.10.2024)
113. CEN/TC 310 – Advanced Manufacturing Technologies. – URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/tc/cen/bcf2a459-0feb-47a7-b978-5eb71e95627b/cen-tc-310> (дата обращения: 08.10.2024)
114. CWA 17967:2023 Guidelines for design of advanced Human-Robot Collaborative cells in personalized HRC systems. – URL: [https://standards.cen-cenelec.eu/dyn/www/f?p=205:110:0:::FSP\\_PRO-JECT:76876&cs=13CE6CD231567AF73EA17F636893DB756](https://standards.cen-cenelec.eu/dyn/www/f?p=205:110:0:::FSP_PRO-JECT:76876&cs=13CE6CD231567AF73EA17F636893DB756) (дата обращения: 08.10.2024)
115. CWA 17835:2022 Guidelines for the development and use of safety testing procedures in human-robot collaboration. – URL: [https://standards.cen-cenelec.eu/dyn/www/f?p=205:110:0:::FSP\\_PRO-JECT:73939&cs=17E5AFF67C4010DBC576EB346E857951B](https://standards.cen-cenelec.eu/dyn/www/f?p=205:110:0:::FSP_PRO-JECT:73939&cs=17E5AFF67C4010DBC576EB346E857951B) (дата обращения: 08.10.2024)
116. CWA 17384:2019 Articulated industrial robots – Elastostatic compliance calibration. – URL: [https://standards.cen-cenelec.eu/dyn/www/f?p=205:110:0:::FSP\\_PRO-JECT:68719&cs=13AB478C7542BADE9C396AF07AC05D32F](https://standards.cen-cenelec.eu/dyn/www/f?p=205:110:0:::FSP_PRO-JECT:68719&cs=13AB478C7542BADE9C396AF07AC05D32F) (дата обращения: 08.10.2024)
117. CLC/SR 129 Work programme. – URL: [https://standards.cen-cenelec.eu/dyn/www/f?p=305:22:0:::FSP\\_ORG\\_ID,FSP\\_LANG\\_ID:3028760,25&cs=1101A8EFF00D859D3434E0B63832FAF74](https://standards.cen-cenelec.eu/dyn/www/f?p=305:22:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:3028760,25&cs=1101A8EFF00D859D3434E0B63832FAF74) (дата обращения: 08.10.2024)
118. Committee F45 on Robotics, Automation, and Autonomous Systems. – URL: <https://www.astm.org/get-involved/technical-committees/committee-f45> (дата обращения: 08.10.2024)
119. Committee F45 Subcommittees. – URL: <https://www.astm.org/get-involved/technical-committees/committee-f45/subcommittee-f45> (дата обращения: 08.10.2024)
120. F3200 Standard Terminology for Robotics, Automation, and Autonomous Systems. – URL: <https://www.astm.org/f3200-23.html> (дата обращения: 08.10.2024)

121. Global Robotic Standards from A3 Robotics. – URL: <https://www.automate.org/robotics/robotic-standards/global-robotic-standards> (дата обращения: 08.10.2024)
122. RIA TR R15.606-2016 – Technical Report – Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements – Collaborative Robots. – URL: <https://webstore.ansi.org/standards/ria/riatrr156062016> (дата обращения: 08.10.2024)
123. RIA TR R15.706-2019 – Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements – User Responsibilities. – URL: <https://webstore.ansi.org/standards/ria/riatrr157062019> (дата обращения: 08.10.2024)
124. RIA TR R15.806-2018 – Technical Report – Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements – Testing Methods for Power & Force Limited Collaborative Applications. – URL: <https://webstore.ansi.org/standards/ria/riatrr158062018> (дата обращения: 08.10.2024)
125. ANSI/RIA R15.06-2012 – Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements (CONTAINS CORRIGENDUM). – URL: <https://webstore.ansi.org/standards/ria/ansiriar15062012> (дата обращения: 08.10.2024)
126. ANSI/RIA R15.08-1-2020 – Industrial Mobile Robots – Safety Requirements – Part 1: Requirements for the Industrial Mobile Robot. – URL: <https://webstore.ansi.org/standards/ria/ansiriar15082020> (дата обращения: 08.10.2024)
127. Technical Committees – IEEE Robotics and Automation Society. – URL: <https://www.ieee-ras.org/technical-committees> (дата обращения: 09.10.2024)
128. IEEE 1872.2-2021 Standard for Autonomous Robotics (AuR) Ontology. – URL: <https://standards.ieee.org/ieee/1872.2/7094/> (дата обращения: 09.10.2024)
129. IEEE 1872.1-2024 Standard for Robot Task Representation. – URL: <https://standards.ieee.org/ieee/1872.1/6993/> (дата обращения: 09.10.2024)
130. IEEE 7007-2021 Ontological Standard for Ethically Driven Robotics and Automation Systems. – URL: <https://standards.ieee.org/ieee/7007/7070/> (дата обращения: 09.10.2024)
131. IEEE 1873-2015 Standard for Robot Map Data Representation for Navigation. – URL: <https://standards.ieee.org/ieee/1873/5355/> (дата обращения: 09.10.2024)
132. AMT/10 – Robotics. – URL: <https://standardsdevelopment.bsigroup.com/committees/50129752#3> (дата обращения: 09.10.2024)
133. AMT/10/1 – Ethics for Robots and Autonomous Systems. – URL: <https://standardsdevelopment.bsigroup.com/committees/50285034> (дата обращения: 09.10.2024)
134. GB/T 12643-2013 Robots and robotic devices – Vocabulary. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2012643-2013](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2012643-2013) (дата обращения: 07.11.2024)
135. GB/T 35144-2017 Specifications of modular functional components of robot mechanism. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2035144-2017](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2035144-2017) (дата обращения: 07.11.2024)
136. GB/T 33264-2016 Framework of real-time robot operating system on multi-core processor. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT33264-2016> (дата обращения: 07.11.2024)
137. GB/T 30819-2014 (GB/T 30819-2024) Harmonic drive gear reducers for robots. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT30819-2014> (дата обращения: 07.11.2024)



138. GB/T 39402-2020 Design specification of collaborative industrial robot. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT39402-2020> (дата обращения: 07.11.2024)
139. GB/T 37392-2019 General specifications of stamping robots. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT37392-2019> (дата обращения: 07.11.2024)
140. GB/T 39005-2020 General technical requirements of vision integrated system for industrial robots. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT39005-2020> (дата обращения: 07.11.2024)
141. GB/T 39590.1-2020 Robot reliability – Part 1: General guidelines. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT39590.1-2020> (дата обращения: 07.11.2024)
142. GB/T 35127-2017 Integrated data exchange specification for robot design platform. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT35127-2017> (дата обращения: 07.11.2024)
143. GB/T 35116-2017 Integrated system architecture for robot design platform. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT35116-2017> (дата обращения: 07.11.2024)
144. GB/T 33267-2016 The interface of robot simulation environment. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT33267-2016> (дата обращения: 07.11.2024)
145. GB 11291.1-2011 Robots for industrial environments – Safety requirements – Part 1: Robot. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF.aspx/GB11291.1-2011> (дата обращения: 07.11.2024)
146. GB/T 39404-2020 Information security general requirement for control unit of industrial robot. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT39404-2020> (дата обращения: 07.11.2024)
147. GB/Z 43065.1-2023 Robotics – Safety design for industrial robot systems – Part 1: End-effectors. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBZ43065.1-2023> (дата обращения: 07.11.2024)
148. GB/T 39405-2020 Classification of robot. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT39405-2020> (дата обращения: 07.11.2024)
149. GB/T 42830-2023 Mobile robots – Vocabulary. – URL: <https://codeofchina.com/standard/GBT42830-2023.html> (дата обращения: 07.11.2024)
150. GB/Z 43202.2-2023 Robotics – Application of GB/T 36530 – Part 2: Application guidelines. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBZ43202.2-2023> (дата обращения: 07.11.2024)
151. GB/T 42983.1-2023 Industrial robots – Operation and maintenance – Part 1: Online monitoring. – URL: <https://codeofchina.com/standard/GBT42983.1-2023.html> (дата обращения: 07.11.2024)
152. GB/T 42983.2-2023 Industrial robots – Operation and maintenance – Part 2: Fault diagnosis. – URL: <https://codeofchina.com/standard/GBT42983.2-2023.html> (дата обращения: 07.11.2024)
153. GB/T 42983.3-2023 Industrial robots – Operation and maintenance – Part 3: Health assessment. – URL: <https://codeofchina.com/standard/GBT42983.3-2023.html> (дата обращения: 07.11.2024)
154. GB/T 42983.4-2023 Industrial robots – Operation and maintenance – Part 4: Predictive maintenance. – URL: <https://codeofchina.com/standard/GBT42983.4-2023.html> (дата обращения: 07.11.2024)

- 07.11.2024)
155. GB/T 34892-2017 Non-destructive testing – Test method for robotic ultrasonic testing. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT34892-2017> (дата обращения: 07.11.2024)
  156. GB/T 34038-2017 General technical specifications for palletizing robot. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT34038-2017> (дата обращения: 07.11.2024)
  157. GB/T 26154-2010 General specifications of assembly robots. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT26154-2010> (дата обращения: 07.11.2024)
  158. GB/T 14283-2008 General specifications of spot-welding robots. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT14283-2008> (дата обращения: 07.11.2024)
  159. GB/T 20723-2006 General specifications of arc welding robots. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT20723-2006> (дата обращения: 07.11.2024)
  160. GB/T 20722-2006 General specifications of laser processing robots. – URL: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT20722-2006> (дата обращения: 07.11.2024)
  161. JB/T 14109-2020 General technical requirements for articulated handling robots for packaging. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=JB/T%2014109-2020](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=JB/T%2014109-2020) (дата обращения: 08.11.2024)
  162. JB/T 14107-2020 General technical requirements for large flatbed handling robots. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=JB/T%2014107-2020](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=JB/T%2014107-2020) (дата обращения: 08.11.2024)
  163. JB/T 14108-2020 General Specifications for Delta Parallel Robots for Packaging. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=JB/T%2014108-2020](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=JB/T%2014108-2020) (дата обращения: 08.11.2024)
  164. GB/T 40014-2021 Dual arm industrial robots – Performance and related test methods. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2040014-2021](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2040014-2021) (дата обращения: 08.11.2024)
  165. GB/T 40574-2021 General specification of inspection robot for large industrial pressure equipments. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2040574-2021](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2040574-2021) (дата обращения: 08.11.2024)
  166. GB/T 40576-2021 Evaluation methodology for operation efficiency of industrial robots. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2040576-2021](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2040576-2021) (дата обращения: 08.11.2024)
  167. GB/T 39006-2020 Requirements and test methods of special climate conditions reliability for industrial robots. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2039006-2020](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2039006-2020) (дата обращения: 08.11.2024)
  168. GB/T 38870-2020 General specifications of slicing robots system. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2038870-2020](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2038870-2020) (дата обращения: 08.11.2024)
  169. GB/T 38871-2020 General specifications of mobile manipulator hybrid robots for industrial environment. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2038871-2020](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2038871-2020) (дата обращения: 08.11.2024)
  170. GB/T 38890-2020 General specifications for 3-degree of freedom parallel robots. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2038890-2020](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2038890-2020) (дата обращения: 08.11.2024)

171. GB/T 38873-2020 General specifications of sorting robots. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2038873-2020](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2038873-2020) (дата обращения: 08.11.2024)
172. GB/T 39266-2020 Mechanical environment reliability requirements and test methods for industrial robots. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2039266-2020](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2039266-2020) (дата обращения: 08.11.2024)
173. GB/T 26153.1-2010 Flexible manufacturing system of off-line programming robots – Part 1: General requirements. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2026153.1-2010](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2026153.1-2010) (дата обращения: 08.11.2024)
174. GB/T 26153.3-2015 Flexible manufacturing system of off-line programming robots – Part 3: Spraying system. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2026153.3-2015](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2026153.3-2015) (дата обращения: 08.11.2024)
175. YD/T 4391.1-2023 Robotic Process Automation Capability Assessment System Part 1: Systems and Tools. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=YD/T%204391.1-2023](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=YD/T%204391.1-2023) (дата обращения: 08.11.2024)
176. GB/T 38839-2020 General technical requirements of flexible control for industrial robots. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2038839-2020](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2038839-2020) (дата обращения: 08.11.2024)
177. GB/T 38559-2020 Specification of industrial robots force control. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2038559-2020](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2038559-2020) (дата обращения: 08.11.2024)
178. GB/T 39401-2020 The data exchange of cloud service platform for industrial robot. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2039401-2020](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2039401-2020) (дата обращения: 08.11.2024)
179. GB/T 37242-2018 Robot noise test method. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2037242-2018](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2037242-2018) (дата обращения: 08.11.2024)
180. GB/T 41256-2022 Specification for interconnection and interoperability of equipment in digital workshops for robotic manufacturing. – URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2041256-2022](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2041256-2022) (дата обращения: 08.11.2024)
181. Japanese Industrial Standards Committee: JIS Work Programme. – URL: <https://www.jisc.go.jp/app/jis/general/GnrWorkScheduleCreationInfEng?show&pubNoticeCD=001&jiscCmtID=1000000938&jiscCmtNM=Industrial%20machinery%20technology> (дата обращения: 10.10.2024)
182. TS B 0033:2017 Robots and robotic devices – Collaborative robots. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=TS+B+0033%3A2017](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=TS+B+0033%3A2017) (дата обращения: 10.10.2024)
183. JIS B 8433-1:2015 Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Part 1: Robots. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+8433-1%3A2015](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+8433-1%3A2015) (дата обращения: 10.10.2024)
184. JIS B 8433-2:2015 Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Part 2: Robot systems and integration. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+8433-2%3A2015](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+8433-2%3A2015) (дата обращения: 10.10.2024)
185. JIS B 8437:2016 Robots and robotic devices – Coordinate systems and motion nomenclatures. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+8437%3A2016](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+8437%3A2016)

- (дата обращения: 10.10.2024)
186. JIS B 8431:1999 Manipulating industrial robots – Presentation of characteristics. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+8431%3A1999](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+8431%3A1999) (дата обращения: 10.10.2024)
  187. JIS B 8432:1999 Manipulating industrial robots – Performance criteria and related test methods. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+8432%3A1999](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+8432%3A1999) (дата обращения: 10.10.2024)
  188. JIS B 8436:2005 Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces – Part 1: Plates. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+8436%3A2005](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+8436%3A2005) (дата обращения: 10.10.2024)
  189. JIS B 8441:2005 Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces – Part 2: Shafts. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+8441%3A2005](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+8441%3A2005) (дата обращения: 10.10.2024)
  190. JIS B 8442:1997 Manipulating industrial robots – Automatic end effector exchange systems – Vocabulary and presentation of characteristics. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+8442%3A1997](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+8442%3A1997) (дата обращения: 10.10.2024)
  191. JIS B 8443:2000 Manipulating industrial robots – Object handling with grasp-type grippers – Vocabulary and presentation of characteristics. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+8443%3A2000](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+8443%3A2000) (дата обращения: 10.10.2024)
  192. JIS B 0138:1996 Industrial robots – Graphical symbols of mechanism. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+0138%3A1996](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+0138%3A1996) (дата обращения: 10.10.2024)
  193. JIS B 8439:1992 Industrial robots – Programming language SLIM. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+8439%3A1992](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+8439%3A1992) (дата обращения: 10.10.2024)
  194. JIS B 8440:1995 Industrial robots – Intermediate code STROLIC. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+8440%3A1995](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+8440%3A1995) (дата обращения: 10.10.2024)
  195. JIS B 0185:2002 Intelligent robots – Vocabulary. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+0185%3A2002](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+0185%3A2002) (дата обращения: 10.10.2024)
  196. JIS B 0186:2020 Mobile robots – Vocabulary. – URL: [https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+B+0186%3A2020](https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+B+0186%3A2020) (дата обращения: 10.10.2024)
  197. Разработка стандартов ГНЦ РФ ЦНИИ РТК // Центральный научно-исследовательский институт робототехники и технической кибернетики. – URL: <https://rtc.ru/standarts/> (дата обращения: 11.10.2024)
  198. Технический комитет по стандартизации 141 «Робототехника». – URL: <https://tk141.rtc.ru/> (дата обращения: 11.10.2024)
  199. Стандарты ТК 141 "Робототехника". – URL: <https://tk141.rtc.ru/index.php/dokumenty/standarty-tk-141> (дата обращения: 11.10.2024)

200. Проект ПНСТ Роботы и робототехнические устройства. Жизненный цикл. Термины и определения. – URL: <https://normacs.net/Doclist/doc/25Q30.html> (дата обращения: 11.10.2024)
201. Проект ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Наземные робототехнические комплексы. Классификация. – URL: <https://normacs.net/Doclist/doc/25RDF.html> (дата обращения: 11.10.2024)
202. Проект ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Онтологии робототехники. Понятия и отношения, описывающие взаимодействие роботов. – URL: <https://normacs.net/Doclist/doc/25V7E.html> (дата обращения: 11.10.2024)
203. Проект ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Онтологии робототехники. Понятия и отношения, описывающие навигацию роботов. – URL: <https://normacs.net/Doclist/doc/25VCD.html> (дата обращения: 11.10.2024)
204. Проект ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Промышленные транспортные роботы. Термины и определения. – URL: <https://normacs.net/Doclist/doc/21BAT.html> (дата обращения: 11.10.2024)
205. Проект ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Система менеджмента качества для изготовителей, интеграторов и сервисных организаций мехатронных и робототехнических комплексов для нефтегазовой отрасли. Общие требования. – URL: <https://normacs.net/Doclist/doc/262US.html> (дата обращения: 11.10.2024)
206. Проект ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Транспортные логистические роботы. Требования безопасности и методы оценки соответствия. – URL: <https://normacs.net/Doclist/doc/24PP9.html> (дата обращения: 11.10.2024)
207. Проект ГОСТ Р Роботы и робототехнические устройства. Транспортные логистические роботы. Функциональные требования и требования безопасности. – URL: <https://normacs.net/Doclist/doc/22USH.html> (дата обращения: 11.10.2024)
208. Robot Safety Standards 101: Developing a Safe Environment with Industrial Robots. – URL: <https://blog.airlinehyd.com/robot-safety-standards-101-developing-a-safe-environment-with-industrial-robots> (дата обращения: 11.10.2024)
209. The Latest Industrial Robot Safety Standards. – URL: <https://www.eletimes.com/the-latest-industrial-robot-safety-standards> (дата обращения: 11.10.2024)
210. Industrial robotics – Insights into the sector’s future growth dynamics // McKinsey & Company. – URL: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/advanced%20electronics/our%20insights/growth%20dynamics%20in%20industrial%20robotics/industrial-robotics-insights-into-the-sectors-future-growth-dynamics.pdf> (дата обращения: 14.10.2024)
211. Передовые производственные технологии: возможности для России. Экспертно-аналитический доклад: монография / А. И. Боровков, К. В. Кукушкин, А. А. Корчевская, А. Т. Хуторцова, Л. А. Щербина, Ю. А. Рябов, С. В. Салкуцан, Е. О. Касяненко, И. С. Метревели, К. О. Вишневский, Ю. В. Туровец, М. С. Липецкая, Д. В. Санатов, Н. С. Андреева, Е. А. Римских, В. А. Пастухов, Н. В. Гоголь, М. А. Королькова; ред. А. И. Боровков. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – 436 с. – URL: [https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2022/07/08/ppt\\_vozmoznosty\\_dlya\\_rossii\\_.pdf](https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2022/07/08/ppt_vozmoznosty_dlya_rossii_.pdf) (дата обращения: 12.11.2024)
212. Q4 2023 results // ABB. – URL: <https://new.abb.com/news/detail/112166/q4-2023-results> (дата обращения: 11.11.2024)

213. Q4 2023 results – Solid finish to a record year // ABB. – URL: [https://resources.news.e.abb.com/attachments/published/112166/en-US/F8493AD3A2E7/ABB-Q4-2023\\_Group\\_presentation.pdf](https://resources.news.e.abb.com/attachments/published/112166/en-US/F8493AD3A2E7/ABB-Q4-2023_Group_presentation.pdf) (дата обращения: 14.10.2024)
214. Key Figures // ABB Group. – URL: <https://global.abb/group/en/investors/investor-and-shareholder-resources/divisional-re-reporting> (дата обращения: 14.10.2024)
215. ABB expands modular large robot portfolio // ABB. – URL: <https://new.abb.com/news/detail/115342/prsr-abb-expands-modular-large-robot-portfolio> (дата обращения: 14.10.2024)
216. Browse all ABB robots // ABB. – URL: <https://new.abb.com/products/robotics/robots> (дата обращения: 14.10.2024)
217. Industrial Robot Controllers // ABB. – URL: <https://new.abb.com/products/robotics/controllers> (дата обращения: 14.10.2024)
218. ABB launches next-generation Robotics control platform OmniCore // ABB. – URL: <https://new.abb.com/news/detail/116279/abb-launches-next-generation-robotics-control-platform-omnicore> (дата обращения: 14.10.2024)
219. Customer service // ABB Robotics. – URL: <https://new.abb.com/products/robotics/service> (дата обращения: 14.10.2024)
220. Ultrasonic Spot Welding Quality Inspection // ABB. – URL: <https://new.abb.com/products/robotics/functional-modules/ultrasonic-spot-welding-quality-inspection> (дата обращения: 14.10.2024)
221. 3DQI In-line (functional module) // ABB Robotics. – URL: <https://new.abb.com/products/robotics/functional-modules/3dqi-in-line> (дата обращения: 14.10.2024)
222. Mitsubishi Electric Announces Consolidated Financial Results for Fiscal 2024 // Mitsubishi Electric. – URL: <https://www.mitsubishielectric.com/news/2024/pdf/0426-1.pdf> (дата обращения: 15.10.2024)
223. Mitsubishi Electric unveils higher payload, longer reach robots – The Robot Report. – URL: <https://www.therobotreport.com/mitsubishi-electric-unveils-higher-payload-longer-reach-robots/> (дата обращения: 15.10.2024)
224. Products // Mitsubishi Electric Factory Automation. – URL: <https://www.mitsubishielectric.com/fa/products/> (дата обращения: 15.10.2024)
225. Industrial Robots MELFA // Mitsubishi Electric Factory Automation. – URL: <https://ie.mitsubishielectric.com/fa/products/rbt/robot> (дата обращения: 15.10.2024)
226. MELFA ASSISTA cobot // Mitsubishi Electric Factory Automation. – URL: <https://ie.mitsubishielectric.com/fa/lp/COBOT> (дата обращения: 15.10.2024)
227. Contact Image Sensors – Line Scan Bar // Mitsubishi Electric Factory Automation. – URL: <https://ie.mitsubishielectric.com/fa/products/cis/line-scan-bar> (дата обращения: 15.10.2024)
228. Motion Controllers // Mitsubishi Electric Factory Automation. – URL: <https://ie.mitsubishielectric.com/fa/products/cnt/ssc> (дата обращения: 15.10.2024)
229. Industrial Robots MELFA – Robot engineering software // Mitsubishi Electric Factory Automation. – URL: <https://ie.mitsubishielectric.com/fa/products/rbt/robot/robot-engineering-software> (дата обращения: 15.10.2024)
230. Software Overview // Mitsubishi Electric Factory Automation. – URL: <https://ie.mitsubishielectric.com/fa/products/software-overview> (дата обращения: 15.10.2024)
231. Power Monitoring Products // Mitsubishi Electric Factory Automation. – URL: [https://ie.mitsubishielectric.com/fa/products/p\\_manage](https://ie.mitsubishielectric.com/fa/products/p_manage) (дата обращения: 15.10.2024)

232. Industrial Robotics Company // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics.com/about/> (дата обращения: 16.10.2024)
233. Financial Report 2024 // DENSO Corporation. – URL: <https://www.denso.com/global/en/-/media/secure-investors/settlement/2024/financial-report2024.pdf?la=en&rev=4cc3d125f3fe4234a9baf6820a51a026&hash=C28D0EFCB24B51FC00A27B57940E49B9> (дата обращения: 16.10.2024)
234. ROBOTBRAG 2024 in Denmark // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics-europe.com/news-events/news-single/denso-robotics-europe-at-robotbrag/> (дата обращения: 16.10.2024)
235. Collaborative Robot COBOTTA PRO (Cobot) // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics-europe.com/product-overview/products/collaborative-robots/cobotta-pro> (дата обращения: 16.10.2024)
236. DENSO Robotics at Motek 2024 // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics-europe.com/news-events/news-single/denso-robotics-at-motek-2024/> (дата обращения: 16.10.2024)
237. Robot Controllers Product Overview // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics-europe.com/product-overview/products/controllers/> (дата обращения: 16.10.2024)
238. Product Overview Robotics Functions // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics-europe.com/product-overview/products/robotics-functions/> (дата обращения: 16.10.2024)
239. Product Overview Software // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics-europe.com/product-overview/products/software/> (дата обращения: 16.10.2024)
240. Robot Repair Center // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics-europe.com/customer-support/support-maintenance/robot-repair-centre/> (дата обращения: 16.10.2024)
241. Robots Spare Parts Delivery // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics-europe.com/customer-support/support-maintenance/spare-parts-delivery/> (дата обращения: 16.10.2024)
242. Robot Function Virtual Fence // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics-europe.com/product-overview/products/robotics-functions/virtual-fence/> (дата обращения: 16.10.2024)
243. Product Overview of Accessories // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics-europe.com/product-overview/products/accessories/> (дата обращения: 16.10.2024)
244. Consolidated Results for the Fiscal Year Ended February 29, 2024 // Yaskawa Electric Corporation. – URL: [https://www.yaskawa-global.com/wp-content/uploads/2024/04/20240405\\_en.pdf](https://www.yaskawa-global.com/wp-content/uploads/2024/04/20240405_en.pdf) (дата обращения: 17.10.2024)
245. HC Cobots – your new work assistant // Yaskawa. – URL: <https://www.yaskawa.eu.com/products/robots/cobot> (дата обращения: 17.10.2024)
246. Handling & Assembly Robots // Yaskawa. – URL: <https://www.yaskawa.eu.com/products/robots/handling-mounting> (дата обращения: 17.10.2024)
247. Painting Robots // Yaskawa. – URL: <https://www.yaskawa.eu.com/products/robots/painting> (дата обращения: 17.10.2024)
248. Pick & Place // Yaskawa. – URL: <https://www.yaskawa.eu.com/products/robots/pick-place> (дата обращения: 17.10.2024)
249. Welding & Cutting Robots // Yaskawa. – URL: <https://www.yaskawa.eu.com/products/robots/welding-cutting> (дата обращения: 17.10.2024)

250. profichip Embedded Solutions // Yaskawa. – URL: <https://www.yaskawa.eu.com/products/profichip> (дата обращения: 17.10.2024)
251. Software // Yaskawa. – URL: <https://www.yaskawa.eu.com/products/software> (дата обращения: 17.10.2024)
252. Yaskawa Announces Next-Gen Platform for Robotic Automation // Supply & Demand Chain Executive. – URL: <https://www.sdexec.com/software-technology/robotics/news/22919545/yaskawa-motoman-yaskawa-announces-nextgen-platform-for-robotic-automation> (дата обращения: 17.10.2024)
253. Robotics Customer Support // Yaskawa. – URL: <https://www.yaskawa.eu.com/services/robotics-support> (дата обращения: 17.10.2024)
254. Robotic Systems // Yaskawa. – URL: <https://www.yaskawa.eu.com/systems/robotic-systems> (дата обращения: 17.10.2024)
255. Medium-Payload Autonomous Mobile Robots From Omron. – URL: <https://www.packworld.com/secondary-packaging/robotics/product/22887812/omron-mediumpayload-autonomous-mobile-robots> (дата обращения: 18.10.2024)
256. Industrial Robots – Robotics for Smart Automation // Omron Corporation. – URL: <https://industrial.omron.eu/en/products/robotics> (дата обращения: 18.10.2024)
257. Automation Systems // Omron Corporation. – URL: <https://industrial.omron.eu/en/products/automation-systems> (дата обращения: 18.10.2024)
258. Control Components // Omron Corporation. – URL: <https://industrial.omron.eu/en/products/control-components> (дата обращения: 18.10.2024)
259. Software // Omron Corporation. – URL: <https://industrial.omron.eu/en/products/software> (дата обращения: 18.10.2024)
260. Services & Support // Omron Corporation. – URL: <https://industrial.omron.co.uk/en/services-support> (дата обращения: 18.10.2024)
261. Industrial Part Feeder // Omron Corporation. – URL: <https://industrial.omron.eu/en/products/industrial-part-feeder> (дата обращения: 18.10.2024)
262. Quality control & Inspection // Omron Corporation. – URL: <https://industrial.omron.eu/en/products/quality-control-inspection> (дата обращения: 18.10.2024)
263. Integrated report 2023 // Fanuc Corporation. – URL: [https://www.fanuc.co.jp/en/ir/annualreport/pdf/integratedreport2023\\_e.pdf](https://www.fanuc.co.jp/en/ir/annualreport/pdf/integratedreport2023_e.pdf) (дата обращения: 21.10.2024)
264. Fanuc launches explosion-proof painting cobot – The Robot Report. – URL: <https://www.therobotreport.com/fanuc-launches-explosion-proof-painting-cobot/> (дата обращения: 21.10.2024)
265. Robot Products // Fanuc Global. – URL: <https://fanuc.com/product/robot.html> (дата обращения: 21.10.2024)
266. iRVision // Fanuc Corporation. – URL: <https://www.fanuc.co.jp/en/product/robot/function/irvision.html> (дата обращения: 21.10.2024)
267. Fanuc's new robot controller offers cybersecurity, remote maintenance functions – The Robot Report. – URL: <https://www.therobotreport.com/fanucs-new-robot-controller-offers-cybersecurity-remote-maintenance-functions/> (дата обращения: 21.10.2024)
268. Интеллектуальная трехмерная симуляция с использованием ROBOGUIDE // Fanuc. – URL: <https://fanuc-rus.ru/roboguide> (дата обращения: 21.10.2024)



269. Service // Fanuc Corporation. – URL: <https://fanuc.com/service/index.html> (дата обращения: 21.10.2024)
270. Гарантия на продукцию Fanuc // Fanuc. – URL: <https://ru-fanuc.com/garantiya/> (дата обращения: 21.10.2024)
271. ROBO MACHINE Products // Fanuc Corporation. – URL: <https://fanuc.com/product/robomachine.html> (дата обращения: 21.10.2024)
272. Kawasaki Report 2023 // Kawasaki Heavy Industries. – URL: [https://global.kawasaki.com/en/corp/sustainability/report/2023/pdf/23\\_houkokusyo.pdf](https://global.kawasaki.com/en/corp/sustainability/report/2023/pdf/23_houkokusyo.pdf) (дата обращения: 22.10.2024)
273. Consolidated Financial Statements 2023 // Kawasaki Heavy Industries. – URL: [https://global.kawasaki.com/en/corp/ir/library/pdf/etc\\_240627-1e.pdf](https://global.kawasaki.com/en/corp/ir/library/pdf/etc_240627-1e.pdf) (дата обращения: 22.10.2024)
274. Промышленные роботы Kawasaki // Kawasaki. – URL: <https://kawasakirobot.ru/> (дата обращения: 22.10.2024)
275. Industrial Robots – Robots // Kawasaki Robotics. – URL: <https://kawasakirobotics.com/products-robots/> (дата обращения: 22.10.2024)
276. Kawasaki Robotics gives first look at its collaborative robots – The Robot Report. – URL: <https://www.therobotreport.com/kawasaki-robotics-gives-first-look-collaborative-robots/> (дата обращения: 22.10.2024)
277. 7 cobots released so far in 2024 – The Robot Report. – URL: <https://www.therobotreport.com/7-cobots-released-so-far-in-2024/> (дата обращения: 22.10.2024)
278. Industrial Robots – Controllers // Kawasaki Robotics. – URL: <https://kawasakirobotics.com/products-controllers/> (дата обращения: 22.10.2024)
279. Industrial Robots – Software Tools // Kawasaki Robotics. – URL: <https://kawasakirobotics.com/others-category/software/> (дата обращения: 22.10.2024)
280. Robot Automation FAQs // Kawasaki Robotics. – URL: <https://kawasakirobotics.com/robot-automation-faqs/> (дата обращения: 22.10.2024)
281. Industrial Robots – Other Products // Kawasaki Robotics. – URL: <https://kawasakirobotics.com/products-others/> (дата обращения: 22.10.2024)
282. Annual Report 2023 // KUKA. – URL: <https://www.kuka.com/-/media/kuka-corporate/documents/ir/reports-and-presentations/en/annual-report/annual-report-2023.pdf?rev=ef16c89c54ae4ba6b7d04541d26638ab&hash=74604BD1175B4BAF84383EC D6BCE802E> (дата обращения: 23.10.2024)
283. Industrial robot // KUKA. – URL: <https://www.kuka.com/en-de/products/robot-systems/industrial-robots> (дата обращения: 23.10.2024)
284. Robot controllers // KUKA. – URL: <https://www.kuka.com/en-de/products/robot-systems/robot-controllers> (дата обращения: 23.10.2024)
285. AMR fleet management: AI as a driver of efficiency // KUKA. – URL: <https://www.kuka.com/en-de/products/amr-autonomous-mobile-robotics/amr-fleet-management-software> (дата обращения: 23.10.2024)
286. KUKA unveils KR FORTEC industrial robot – The Robot Report. – URL: <https://www.therobotreport.com/kuka-unveils-kr-fortec-industrial-robot/> (дата обращения: 23.10.2024)
287. Software // KUKA. – URL: <https://www.kuka.com/en-de/products/robot-systems/software> (дата обращения: 23.10.2024)

288. Customized services for robots and machines // KUKA. – URL: [https://www.kuka.com/en-de/services/service\\_robots-and-machines](https://www.kuka.com/en-de/services/service_robots-and-machines) (дата обращения: 23.10.2024)
289. Robot periphery – additional modules for robots // KUKA. – URL: <https://www.kuka.com/en-de/products/robot-systems/robot-periphery> (дата обращения: 23.10.2024)
290. Comau LLC Revenue: Annual, Quarterly, and Historic – Zippia. – URL: <https://www.zippia.com/comau-careers-19700/revenue/> (дата обращения: 24.10.2024)
291. Industrial Robot, Robotic Arms, Anthropomorphic Robotics // Comau. – URL: <https://www.comau.com/en/our-offer/products-and-solutions/robot-team/> (дата обращения: 24.10.2024)
292. Unlock Cognitive Automation with Robotic Vision Systems // Comau. – URL: <https://www.comau.com/en/our-offer/products-and-solutions/vision-systems/> (дата обращения: 24.10.2024)
293. Automation Products // Comau. – URL: <https://www.comau.com/en/our-offer/products-and-solutions/automation-products/> (дата обращения: 24.10.2024)
294. Robotic Control and Software // Comau. – URL: <https://www.comau.com/en/our-offer/products-and-solutions/robotic-control-and-software/> (дата обращения: 24.10.2024)
295. Auxiliary Equipment for Integrated Automation // Comau. – URL: <https://www.comau.com/en/our-offer/products-and-solutions/controls-auxiliary-equipment/> (дата обращения: 24.10.2024)
296. Financial Results for Q4 and Full Year 2023 // Teradyne. – URL: <https://investors.teradyne.com/media/document/Off2389e-14c6-4704-b360-6346248a2c27/assets/Teradyne%20Q423%20EC%20Slides%20Final.pdf?disposition=inline> (дата обращения: 25.10.2024)
297. Financial Results for Q1 2022 // Teradyne. – URL: <https://investors.teradyne.com/media/document/d156880a-859b-4091-8106-e61e9c1d3f41/assets/8786eff9-dacb-43a3-a20f-58eaa0949618.pdf?disposition=inline> (дата обращения: 25.10.2024)
298. Financial Results for Q2 2022 // Teradyne. – URL: <https://investors.teradyne.com/media/document/f07cb0d8-4afd-48a5-84f6-15bd66c2a6a2/assets/1b7ac8b6-ecba-47c3-8231-0ac519b75e9f.pdf?disposition=inline> (дата обращения: 25.10.2024)
299. Financial Results for Q3 2022 // Teradyne. – URL: <https://investors.teradyne.com/media/document/105d93eb-d094-45f6-ae15-59d9d2825516/assets/25547a15-c5c2-4be6-ab86-5253095fece3.pdf?disposition=inline> (дата обращения: 25.10.2024)
300. Financial Results for Q4 and Full Year 2022 // Teradyne. – URL: <https://investors.teradyne.com/media/document/8a68540d-93fc-423f-aba5-17ab58a4396a/assets/45dc23eb-c80f-4797-b416-c931cacfc7ee.pdf?disposition=inline> (дата обращения: 25.10.2024)
301. Collaborative robotic automation // Universal Robots. – URL: <https://www.universal-robots.com/> (дата обращения: 28.10.2024)
302. Products for your cobot – UR plus – Components // Universal Robots. – URL: <https://www.universal-robots.com/plus/products/?filters=9164164:3615056> (дата обращения: 28.10.2024)
303. Softwares – PolyScope // Universal Robots. – URL: <https://www.universal-robots.com/products/polyscope/> (дата обращения: 28.10.2024)
304. Training & Support // Universal Robots. – URL: <https://www.universal-robots.com/products/services-and-support/> (дата обращения: 28.10.2024)
305. Products for your cobot – UR plus – Application Kits // Universal Robots. – URL: <https://www.universal-robots.com/plus/products/?page=2&pagesize=12&filters=9164164%3A2119720> (дата обращения: 28.10.2024)

306. Products for your cobot – UR plus – Solutions // Universal Robots. – URL: <https://www.universal-robots.com/plus/products/?type=solutions> (дата обращения: 28.10.2024)
307. Потенциал российских инноваций на рынке систем автоматизации и робототехники: экспертно-аналитический отчет. – URL: [https://media.rbcdn.ru/media/reports/роботы\\_Otchet\\_robot-FINAL\\_291014.pdf](https://media.rbcdn.ru/media/reports/роботы_Otchet_robot-FINAL_291014.pdf) (дата обращения: 29.10.2024)
308. Starting a Robotics Company: Key Steps to Consider. – URL: <https://atouchofbusiness.com/startup-ideas/robotics/> (дата обращения: 29.10.2024)
309. How To Realize the Benefits of the Robot-as-a-Service Business Model – Dassault Systèmes blog. – URL: <https://blog.3ds.com/topics/cloud/how-to-realize-the-benefits-of-the-robot-as-a-service-business-model/> (дата обращения: 29.10.2024)
310. Towards industrial robots as a service (IRaaS): Flexibility, usability, safety and business models / A. Buerkle, A. Yacoub, P. Kinnell, M. Henshaw, M. Coombes, W. Chen, W. Eaton, M. Zimmer, N. Lohse // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. – 2023. – Article 20. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/365434118\\_Towards\\_industrial\\_robots\\_as\\_a\\_service\\_IRaaS\\_Flexibility\\_usability\\_safety\\_and\\_business\\_models](https://www.researchgate.net/publication/365434118_Towards_industrial_robots_as_a_service_IRaaS_Flexibility_usability_safety_and_business_models) (дата обращения: 29.10.2024)
311. Is Robotics As A Service The New Business Model? – Sastra Robotics. – URL: <https://sastrarobotics.com/is-robotics-as-a-service-the-new-business-model/> (дата обращения: 29.10.2024)
312. How The Robotics Business Model Is Shifting To Meet Manufacturers Where They're At. – URL: <https://www.forbes.com/sites/ethankarp/2023/06/27/how-the-robotics-business-model-is-shifting-to-meet-manufacturers-where-theyre-at/> (дата обращения: 29.10.2024)
313. Industrial Robotics Trends for 2024 // Hokuyo USA. – URL: [https://hokuyo-usa.com/application/files/3017/0308/6118/Hokuyo-USA\\_-\\_2024\\_Robotics\\_Trends\\_-\\_WHITEPAPER.pdf](https://hokuyo-usa.com/application/files/3017/0308/6118/Hokuyo-USA_-_2024_Robotics_Trends_-_WHITEPAPER.pdf) (дата обращения: 29.10.2024)
314. Software and digital // ABB Robotics. – URL: <https://new.abb.com/products/robotics/software-and-digital> (дата обращения: 30.10.2024)
315. Buy-back. ABB Robotics – Remanufacturing and Workshop Repair. – URL: <https://new.abb.com/products/robotics/service/remanufacturing-and-workshop-repair/buy-back> (дата обращения: 30.10.2024)
316. Training // ABB Robotics. – URL: <https://new.abb.com/products/robotics/training> (дата обращения: 30.10.2024)
317. The DENSO Difference // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics.com/about/difference/> (дата обращения: 31.10.2024)
318. Robot Control Software. WINCAPS, EMU, and Other Software // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics.com/products/software/> (дата обращения: 31.10.2024)
319. Product Training // DENSO Robotics. – URL: <https://www.densorobotics.com/training/> (дата обращения: 31.10.2024)
320. Training // Yaskawa. – URL: <https://www.yaskawa.eu.com/services/training> (дата обращения: 31.10.2024)
321. Drives Motion Controls Aftersales Customer Support // Yaskawa. – URL: <https://www.yaskawa.eu.com/services/dmc-support> (дата обращения: 31.10.2024)
322. Pallet Repair Systems // Yaskawa. – URL: [https://www.yaskawa.eu.com/systems/robotic-systems/seriesdetail/serie/pallet-repair-systems\\_774](https://www.yaskawa.eu.com/systems/robotic-systems/seriesdetail/serie/pallet-repair-systems_774) (дата обращения: 31.10.2024)
323. Proof of concept // Omron Corporation. – URL: <https://industrial.omron.co.uk/en/services-support/proof-of-concept> (дата обращения: 31.10.2024)

324. Kawasaki-Политех. – URL: <https://kawasakirobot.ru/kawasaki-polytech> (дата обращения: 12.11.2024)
325. «Kawasaki-Политех»: технологии, которые изменяют мир. – URL: <https://www.spbstu.ru/media/smi/partnership/kawasaki-polytech-technologies-change-world/> (дата обращения: 31.10.2024)
326. Kawasaki Robotics' New Education Robot Makes Hands-On Experiences Accessible for Educators and Students in North America // Kawasaki Robotics. – URL: <https://kawasakirobotics.com/news/kawasaki-robotics-new-education-robot-makes-hands-on-experiences-accessible-for-educators-and-students-in-north-america/> (дата обращения: 31.10.2024)
327. New technologies in school education: KUKA robot cells at the Göppingen Vocational School // KUKA. – URL: [https://www.kuka.com/en-de/company/press/news/2022/11/kuka-ready2\\_educate-gs-goeppingen](https://www.kuka.com/en-de/company/press/news/2022/11/kuka-ready2_educate-gs-goeppingen) (дата обращения: 30.10.2024)
328. KUKA used robots directly from the manufacturer // KUKA. – URL: <https://www.kuka.com/en-de/services/kuka-used-robots> (дата обращения: 30.10.2024)
329. Robot maker Comau spins out from Stellantis to private equity firm – The Robot Report. – URL: <https://www.therobotreport.com/comau-robot-maker-spins-stellantis-one-equity-partners/> (дата обращения: 30.10.2024)
330. Yaskawa Announces Opening of HQ Expansion in Miamisburg, Ohio to Meet Increasing Automation Demand // Yaskawa. – URL: <https://www.motoman.com/en-us/about/media-center/news/august-2024/yaskawa-announces-hq-expansion> (дата обращения: 30.10.2024)
331. Yaskawa to Invest to New Robot Assembly and Distribution Facilities in Slovenia // Yaskawa Global. – URL: <https://www.yaskawa-global.com/newsrelease/news/171644> (дата обращения: 01.11.2024)
332. FANUC America Completion of New Campus: Part of Strategic Investment Plan in North America totaling \$250 Million // Fanuc Corporation. – URL: <https://www.fanuc.co.jp/en/profile/pr/news-release/2024/notice20240712.html> (дата обращения: 01.11.2024)
333. FANUC Iberia Office Expansion in Spain – Strengthening FANUC's Business in Europe // Fanuc Corporation. – URL: <https://www.fanuc.co.jp/en/profile/pr/newsrelease/2024/notice20240221.html> (дата обращения: 01.11.2024)
334. Universal Robots and MiR open new robotics hub in Denmark // Universal Robots. – URL: <https://www.universal-robots.com/about-universal-robots/news-centre/universal-robots-and-mir-open-new-robotics-hub-in-denmark/> (дата обращения: 01.11.2024)
335. Investment in Clearpath Robotics supports full factory automation // Mitsubishi Electric. – URL: <https://www.mitsubishielectric.com/news/2023/0512.html> (дата обращения: 01.11.2024)
336. Mitsubishi Electric Announces Strategic Investment in OTTO Motors to Accelerate Industrial Automation // OTTO by Rockwell Automation. – URL: <https://ottomotors.com/company/newsroom/press-releases/mitsubishi-electric-announces-strategic-investment-in-otto-motors-to-accelerate-industrial-automation/> (дата обращения: 01.11.2024)
337. Kawasaki Opens “Future Lab HANEDA” — An Open-Innovation Hub for Robotics Development // Kawasaki Robotics. – URL: [https://kawasakirobotics.com/asia-oceania/news/future-lab-haneda-open\\_en/?\\_ga=2.57089193.263037840.1727956978-1384544514.1727787624](https://kawasakirobotics.com/asia-oceania/news/future-lab-haneda-open_en/?_ga=2.57089193.263037840.1727956978-1384544514.1727787624) (дата обращения: 01.11.2024)
338. Acquisitions and disposals // ABB Group. – URL: <https://global.abb/group/en/investors/overview/acquisitions-and-disposals> (дата обращения: 01.11.2024)

339. ABB acquires R&D engineering company to further advance AI and software-driven automation // ABB. – URL: <https://new.abb.com/news/detail/111640/abb-acquires-rd-engineering-company-to-further-advance-ai-and-software-driven-automation> (дата обращения: 01.11.2024)
340. ABB acquires Sevensense, expanding leadership in next-generation AI-enabled mobile robotics // ABB. – URL: <https://new.abb.com/news/detail/111398/abb-acquires-sevensense-expanding-leadership-in-next-generation-ai-enabled-mobile-robotics> (дата обращения: 01.11.2024)
341. Mitsubishi Electric, HACARUS to Expand AI Visual-inspection Business // Mitsubishi Electric. – URL: <https://www.mitsubishielectric.com/news/2024/pdf/0122.pdf> (дата обращения: 01.11.2024)
342. Mitsubishi Electric Corp. buys stake in Realtime Robotics. – URL: <https://www.dvvelocity.com/articles/60863-mitsubishi-electric-corp-buys-stake-in-realtime-robotics> (дата обращения: 01.11.2024)
343. Mitsubishi Electric to Increase Stake in Realtime Robotics to Support Expanded Use of Motion-planning Technology in FA Products // Mitsubishi Electric. – URL: <https://www.mitsubishielectric.com/news/2024/0527.html> (дата обращения: 01.11.2024)
344. NEURA and Omron Robotics partner to offer cognitive factory automation – The Robot Report. – URL: <https://www.therobotreport.com/neura-omron-robotics-partner-offer-cognitive-factory-automation/> (дата обращения: 01.11.2024)
345. ABB, Vention bring GoFa cobots to small & midsize manufacturers. – URL: <https://www.therobotreport.com/abb-vention-bring-gofa-cobot-small-midsize-manufacturers/> (дата обращения: 02.11.2024)
346. Mitsubishi Electric partners with Extend Robotics to scale-up remotely controlled robots |. – URL: <https://www.roboticsandautomationmagazine.co.uk/news/manufacturing/mitsubishi-electric-partners-with-extend-robotics-to-scale-up-remotely-controlled-robots.html> (дата обращения: 02.11.2024)
347. FANUC and Volvo Cars sign global contract // Fanuc. – URL: <https://www.fanuc.eu/be/en/who-we-are/news/volvo-news> (дата обращения: 02.11.2024)
348. Olis Robotics and Kawasaki partner to offer remote troubleshooting – The Robot Report. – URL: <https://www.therobotreport.com/olis-robotics-and-kawasaki-partner-to-offer-remote-troubleshooting/> (дата обращения: 02.11.2024)
349. Kawasaki Robotics and Olis Robotics Partner on Remote Monitoring and Control. – URL: <https://www.automationworld.com/factory/robotics/article/33039443/kawasaki-robotics-and-olis-robotics-partner-on-remote-monitoring-and-control> (дата обращения: 02.11.2024)
350. Hurco announces strategic collaboration with Kawasaki Robotics to deliver turnkey, industrial-grade, robotic machine-tending solutions // Kawasaki Robotics. – URL: <https://kawasakirobotics.com/news/hurco-announces-strategic-collaboration-with-kawasaki-robotics-to-deliver-turnkey-industrial-grade-robotic-machine-tending-solutions/> (дата обращения: 02.11.2024)
351. Viam and KUKA Announce Partnership to Accelerate Digital Solutions in Robotics and Automation. – URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/viam-and-kuka-announce-partnership-to-accelerate-digital-solutions-in-robotics-and-automation-302118406.html> (дата обращения: 02.11.2024)
352. OEM Automatic and KUKA Nordic partnership // OEM Automatic. – URL: <https://www.oem.ee/info/company-news/strategic-agreement-between-oem-automatic-and-kuka-nordic> (дата обращения: 02.11.2024)

353. Major order for KUKA: More than 700 robots for Volkswagen in Spain // KUKA. – URL: <https://www.kuka.com/en-de/company/press/news/2024/04/vw-pamplona> (дата обращения: 02.11.2024)
354. RoboDK and Comau Collaboration. – URL: <https://robodk.com/blog/robodk-comau-partnership/> (дата обращения: 02.11.2024)
355. Universal Robots Expands Partnership with MathWorks by Joining Connections Program – MATLAB & Simulink. – URL: <https://www.mathworks.com/company/newsroom/universal-robots-expands-partnership-with-mathworks-by-joining-connections-program.html> (дата обращения: 02.11.2024)
356. Fanuc and Loop Technology Sign Deal for Largest Robots Ever Ordered in UK – Loop Technology. – URL: <https://www.looptechnology.com/fanuc-and-loop-technology-sign-deal-for-largest-robots-ever-ordered-in-uk/> (дата обращения: 05.11.2024)
357. FANUC & Loop Technology sign aerospace deal for largest robots ever ordered in the UK. – URL: <https://www.pmmda.org.uk/2024/04/22/fanuc-loop-technology-sign-aerospace-deal-for-largest-robots-ever-ordered-in-the-uk/> (дата обращения: 11.11.2024)
358. Aerospace receives £80m boost with new University of Sheffield AMRC innovation facility and Boeing research programme. – URL: <https://www.amrc.co.uk/pages/compass-composites-at-speed-and-scale> (дата обращения: 05.11.2024)
359. Robotics Funded Projects // Comau. – URL: <https://www.comau.com/en/about-us/funded-projects/robotics/> (дата обращения: 05.11.2024)
360. CONVERGING. Social industrial collaborative environments integrating AI, Big Data and Robotics for smart manufacturing. – URL: <https://portal.effra.eu/project/15645> (дата обращения: 06.11.2024)
361. Home – Masterly Project. – URL: <https://masterly-project.eu/> (дата обращения: 05.11.2024)
362. MASTERLY. Nimble Artificial Intelligence driven robotic solutions for efficient and self-determined handling and assembly operations. – URL: <https://portal.effra.eu/project/15687> (дата обращения: 06.11.2024)
363. Cobots: Solution for Intra-Logistics Fulfillment // Universal Robots. – URL: <https://www.universal-robots.com/about-universal-robots/news-centre/next-generation-solution-for-intra-logistics-fulfillment/> (дата обращения: 05.11.2024)
364. Setting a new standard in the construction sector: GROPYUS enters collaboration with automation specialist KUKA // KUKA. – URL: <https://www.kuka.com/en-de/company/press/news/2023/09/gropyus> (дата обращения: 05.11.2024)
365. 6 robotics startups competing in RoboBusiness Pitchfire. – URL: <https://www.therobotreport.com/6-robotics-startups-competing-in-robobusiness-pitchfire/> (дата обращения: 05.11.2024)
366. 10 Top Robotics Startups to Watch in 2024. – URL: <https://startupsavant.com/startups-to-watch/robotics> (дата обращения: 05.11.2024)
367. «Прощай, Atlas»: Boston Dynamics свернула разработку антропоморфного робота и показала его лучшие моменты. – URL: <https://3dnews.ru/1103375/boston-dynamics-svernula-razrabotku-antropomorfno-go-robota-atlas-opublikovano-proshchalnoe-video-s-luchshimi-momentami> (дата обращения: 06.11.2024)
368. An Electric New Era for Atlas // Boston Dynamics. – URL: <https://bostondynamics.com/blog/electric-new-era-for-atlas/> (дата обращения: 06.11.2024)

369. OpenAI закрыла подразделение по ИИ-робототехнике. – URL: <https://forklog.com/news/ai/openai-zakryla-podrazdelenie-po-ii-robototehnike> (дата обращения: 06.11.2024)
370. OpenAI disbands its robotics research team // VentureBeat. – URL: <https://venturebeat.com/business/openai-disbands-its-robotics-research-team/> (дата обращения: 06.11.2024)
371. ChatGPT обрёл тело — OpenAI и Figure сделали умного робота-гуманоида, который полноценно общается с людьми. – URL: <https://3dnews.ru/1101678/chatgpt-obryol-telo-openai-i-figure-sdelali-umnogo-robotagumanoida-kotoriy-polnotsenno-obshchaetsya-s-lyudmi> (дата обращения: 06.11.2024)
372. Rethink Robotics, pioneering creator of collaborative cobots, shuts down – The Verge. – URL: <https://www.theverge.com/2018/10/4/17935820/rethink-robotics-shuts-down-baxter-sawyer-robot-cobots> (дата обращения: 06.11.2024)
373. Rethink Robotics relaunches with cobots, AMRs, mobile manipulation. – URL: <https://www.therobotreport.com/rethink-robotics-relaunches-with-cobots-amrs-mobile-manipulation/> (дата обращения: 06.11.2024)
374. Google parent Alphabet shuts down yet another robot project – The Verge. – URL: <https://www.theverge.com/2023/2/24/23613214/everyday-robots-google-alphabet-shut-down> (дата обращения: 06.11.2024)
375. Google is closing a bipedal-robot project, but the robot revolution is far from over // MIT Technology Review. – URL: <https://www.technologyreview.com/2018/11/15/1856/google-is-closing-a-bipedal-robot-project-but-the-robot-revolution-is-far-from/> (дата обращения: 06.11.2024)
376. К.В. Кукушкин , Н.И. Прытков , Д.И. Зайцева , А.А. Корчевская , А.Т. Хуторцова Экспертно-аналитический доклад "Прогноз развития рынков, включенных в направление "Технет" НТИ" – 31.12.2022. – URL: [https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2022/12/31/2022\\_1220\\_Prognoz\\_razvitiya\\_rynkov\\_PP\\_T\\_zashchishchennyj.pdf](https://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2022/12/31/2022_1220_Prognoz_razvitiya_rynkov_PP_T_zashchishchennyj.pdf) (дата обращения: 06.05.2023)
377. Industrial Robots // International Federation of Robotics. – URL: <https://ifr.org/industrial-robots> (дата обращения: 11.11.2024)
378. Каковы возможности России в производстве полупроводниковых устройств // Экономика и Жизнь. – URL: <https://www.eg-online.ru/article/455603/> (дата обращения: 22.12.2023)
379. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения : ГОСТ Р 60.0.0.4-2023/ИСО 8373:2021. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1301394978> (дата обращения: 11.11.2024)
380. Какими бывают промышленные роботы? Шесть основных типов.. – URL: <https://www.robotwizard.ru/blog/vidi-promishlennih-robotov> (дата обращения: 11.11.2024)
381. What is a Collaborative Robot?. – URL: <https://www.yaskawa-global.com/hc10/collaborative> (дата обращения: 11.11.2024)
382. Working together without barriers: collaborative robotics and the growing appeal of cobots // ABB. – URL: <https://new.abb.com/news/detail/103697/prsrl-working-together-without-barriers-collaborative-robotics-and-the-growing-appeal-of-cobots> (дата обращения: 11.11.2024)

383. China Holds Two-Thirds of Global Robotics Patent. – URL: <https://www.so-ipr.com/S-0-IP-I-HOME/insight/publications/china-holds-two-thirds-global-robotics-patent> (дата обращения: 11.11.2024)
384. 检索结果-创新大脑 (BaYueGua). – URL: <https://www.bayuegua.com/#/resultList> (дата обращения: 11.11.2024)
385. Систематический обзор научной литературы на основе анализа данных и тематического моделирования по цифровым двойникам: статья Алексея Боровкова, Кузьмы Кукушкина и Юрия Рябова опубликована в журнале Data (MDPI) // Fea.ru : Новости. – Fea.ru, 2023. – URL: <https://fea.ru/news/8375> (дата обращения: 28.12.2023)
386. Patent № 8958912, Int. Cl. B25 3/00 (2006.01). Training and operating industrial robots: № 13/621,657: register 17.09.2015 : published 17.02. 2015 / Blumberg B., etc. – URL: <https://patents.google.com/patent/US8958912B2/ko> (дата обращения: 11.11.2024)
387. Патент на изобретение № 2671787, Российская Федерация, МПК В25J 9/16 (2006.01). Способ повышения точности позиционирования промышленного робота: № 2017124571: заявл. 10.07.2017: опубл. 06.11.2018 / Андрияшин В.А., Смахов А. Н., Орлов В.О., Андрияшин И.А., Сурьянинов А. Е., Хачатурян Ж.Г., Николаев Д.Н.; заявитель ООО «Эйдос – Робототехника». – 16 с.: ил. – URL: <https://patents.google.com/patent/RU2671787C1/ru?q=%C2%ABMethod+For+Increasing+Accuracy+Of+Positioning+Industrial+Robots%C2%BB+RU+2671787+C1> (дата обращения: 11.11.2024)
388. Murphy S., Gorumkonda G., Xu T. Adaptive perception for industrial robotic systems // US 10471597 B1. 2019. – 12.11.2019. – URL: <https://patents.google.com/patent/US10471597B1/en?q=+US+10471597+B1> (дата обращения: 11.11.2024)
389. Патент на изобретение № 2 641 604 Российская Федерация, МПК В25J 19/00 (2006.01). Способ измерения абсолютного положения конечного звена многозвенного механизма промышленного робота: № 2016151656: заявл. 28.12.2016: опубл. 18.01.2018 / Бобошко С.В.; заявитель ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет». – 9 с.: ил. – URL: <https://patents.google.com/patent/RU2641604C1/ru?q=%E2%84%96+RU+2641604+C1+%C2%ABMethod+of+Measuring+Absolute+Position+of+End+Link+of+Industrial+Robot+Multilink+Mechanism%C2%BB> (дата обращения: 11.11.2024)
390. Patent № 9434558, Int. Cl. G06F 7/00 (2006.01), B65G 67/24 (2006.01), B65G 67/08 (2006.01), B25, 5/00 (2006.01), B25, 5/06 (2006.01). Automated truck unloader for unloading/unpacking product from trailers and containers : № 14/159.297 : register 20.01.2014 : published 6.09.2016 / Criswell T. – URL: <https://patents.google.com/patent/US9434558B2/en?q=US+9434558+B2+%C2%ABAutomated+truck+unloader+for+unloading%2funpacking+product+from+trailers+and+containers%C2%BB> (дата обращения: 11.11.2024)
391. Патент на изобретение № 2 679 860 Российская Федерация, МПК В25J 13/08 (2018.08); В25J 9/1671 (2018.08); В23Q 15/12 (2018.08). Способ обработки легкодеформируемых изделий: № 2018119558: заявл. 29.05.2018: опубл. 13.02.2019/ Филаретов В.Ф., Юхимец Д.А., Зуев А.В., Губанков А.С.; заявитель ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет». – 11 с.: ил. – URL: <https://patents.google.com/patent/RU2679860C1/ru?q=RU+2679860+C1+%C2%ABMethod+f>



- or+Processing+Easy-Deformable+Products%C2%BB (дата обращения: 11.11.2024)
392. Patent № 2023200930, Int. Cl. B65H 19/12 (2006.01). Apparatus and methods for reel handling: № 2023200930 : register 17.02.2023 : published 29.08.2024 / Beckmann J. – URL: <https://patents.google.com/patent/AU2023200930B2/en?q=AU+2023%2f200930+B2+%C2%ABApparatus+and+methods+for+reel+handling%C2%BB> (дата обращения: 11.11.2024)
393. Патент на изобретение № 2 768 793 Российская Федерация, МПК G21C 19/105 (2006.01), G21C 19/18 (2006.01). Устройство для захвата и транспортировки тепловыделяющего элемента, имеющего кольцевую проточку: 2021100259: заявл. 11.01.2021: опубл. 24.03.2022/ Дунаев В.И., Руденко В.О.; заявитель Госкорпорация «Росатом». – 20 с.: ил. – URL: <https://patents.google.com/patent/RU2768793C1/ru?q=%E2%84%96+RU+2768793+C1+%C2%ABDevice+for+Gripping+and+Transporting+Fuel+Element+Having+Annular+Groove%C2%BB+> (дата обращения: 11.11.2024)
394. Patent № 3792014, Int. Cl. B25J 19/00 (2006.01). Articulated robot and method for estimating reduced state of gas in gas spring thereof : № 19798845.4 : register 09.05.2019 : published 28.08.2024 / Fujii Yusuke. – URL: <https://patents.google.com/patent/EP3792014B1/de?q=%E2%84%96+EP+3792014+B1+> (дата обращения: 11.11.2024)
395. Патент на изобретение № 2 766 916 Российская Федерация, B25J 19/00 (2021.08); G01B 11/16 (2021.08) Способ определения деформации элементов конструкции дельта-робота, которая проявляется только в процессе его движения: 2020141901: заявл. 17.12.2020 : опубл. 16.03.2022 / Неволин А. О.; заявитель ООО «МДПК», – 6 с.: ил. – URL: <https://patents.google.com/patent/RU2766916C1/ru?q=RU+2766916+C1+%C2%ABMethod+For+Determining+Deformation+Of+Structural+Elements+Of+Delta+Robot+Which+Is+Manifested+Only+During+Movement+There-of%C2%BB> (дата обращения: 11.11.2024)
396. Patent № 12064885, Int. Cl. B25J 9/16 (2006.01), B25J 15/08 (2006.01). Robot hand controller : № 16/825,300: 20.03.2020 : published 20.08.2024 / Takafumi Fukuoka. – URL: <https://patents.google.com/patent/US12064885B2/en?q=US+12064885+B2> (дата обращения: 11.11.2024)
397. Патент на изобретение № 2 763 908 Российская Федерация, МПК B25J 19/06 (2006.01), B25J 15/00 (2006.01). Функциональный узел для промышленной установки, такой как робот, содержащий рабочий блок, оснащенный защитным кожухом: № 2018122241: заявл. 19.06.2018 : опубл. 11.01.2022 / Беччяни Д., Ди С.Д., Ардуино С.; заявитель Комау С.п.А. – 28 с.: ил. – URL: <https://patents.google.com/patent/RU2763908C2/ru?q=RU+2763908+C2+%C2%ABFunctional+Assembly+for+an+Industrial+Object%2c+Such+as+a+Robot%2c+Containing+a+Working+Unit+Equipped+With+a+Protective> (дата обращения: 11.11.2024)
398. Brain Intelligence: Go beyond Artificial Intelligence / H. Lu, Y. Li, M. Chen, H. Kim, S. Serikawa // Mobile Networks and Applications. – 1.04.2018. – Vol. 23. – Issue 2. – P. 368–375. – ISSN 1383-469X. – DOI 10.1007/s11036-017-0932-8. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11036-017-0932-8> (дата обращения: 11.11.2024)
399. Galin R., Meshcheryakov R. Automation and robotics in the context of Industry 4.0: the shift to collaborative robots // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – Vol. 537. – Issue 3. – Article 032073. – ISSN 1757-899X. – DOI 10.1088/1757-899X/537/3/032073. – URL: <https://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/537/3/032073> (дата обращения: 11.11.2024)
400. Gu G., Zhu J., Zhu L., Zhu X. A survey on dielectric elastomer actuators for soft robots // Bioinspiration & Biomimetics. – 23.01.2017. – Vol. 12. – Article 011003. – DOI 10.1088/1748-

- 3190/12/1/011003.
401. Analysis of control and correction options of mobile robot trajectory by an inertial navigation system / E. Pivarčiová, P. Božek, Y. Turygin, I. Zajačko, A. Shchenyatsky, Š. Václav, M. Cíсар, B. Gemela // *International Journal of Advanced Robotic Systems*. – 31.01.2018. – DOI 10.1177/1729881418755165. – URL: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1729881418755165> (дата обращения: 11.11.2024)
402. Human–Robot Collaboration in Manufacturing Applications: A Review. – URL: <https://www.mdpi.com/2218-6581/8/4/100> (дата обращения: 11.11.2024)
403. Control System of Collaborative Robotic Based on the Methods of Contactless Recognition of Human Actions / A. Zelensky, M. Zhdanova, V. Voronin, A. Alepko, N. Gapon, K. Egiazarian, O. Balabaeva // *EPJ Web of Conferences*. – 1.01.2019. – Vol. 224. – Article 04006. – DOI 10.1051/epjconf/201922404006. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/337838575\\_Control\\_System\\_of\\_Collaborative\\_Robotic\\_Based\\_on\\_the\\_Methods\\_of\\_Contactless\\_Recognition\\_of\\_Human\\_Actions](https://www.researchgate.net/publication/337838575_Control_System_of_Collaborative_Robotic_Based_on_the_Methods_of_Contactless_Recognition_of_Human_Actions) (дата обращения: 11.11.2024)
404. Zhen Y., Wan J., Hao Z., Kou L. Measuring the pose repeatability accuracy of the industrial robot end-effector based on the ISSA-IGCF-IHT method // *Measurement Science and Technology*. – 29.08.2024. – Vol. 35. – DOI 10.1088/1361-6501/ad6e0a. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/383069980\\_Measuring\\_the\\_pose\\_repeatability\\_accuracy\\_of\\_the\\_industrial\\_robot\\_end-effector\\_based\\_on\\_the\\_ISSA-IGCF-IHT\\_method](https://www.researchgate.net/publication/383069980_Measuring_the_pose_repeatability_accuracy_of_the_industrial_robot_end-effector_based_on_the_ISSA-IGCF-IHT_method) (дата обращения: 11.11.2024)
405. Vartanov M., Nguyen V., Kogan E., Dao V. Intelligent control algorithm for industrial robots when performing the assembly operation of cylindrical non-rigid parts – 30.11.2023. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/377131504\\_Intelligent\\_control\\_algorithm\\_for\\_industrial\\_robots\\_when\\_performing\\_the\\_assembly\\_operation\\_of\\_cylindrical\\_non-rigid\\_parts](https://www.researchgate.net/publication/377131504_Intelligent_control_algorithm_for_industrial_robots_when_performing_the_assembly_operation_of_cylindrical_non-rigid_parts) (дата обращения: 11.11.2024)
406. Taori S., Kim S., Lim S. Cognitive Workload Evaluation of Onsite Workers Collaborating with a Tele-operated Robot during Assembly Tasks Using Heart Rate. – URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/10711813241260321> (дата обращения: 11.11.2024)
407. Sazonnikova N., Ilyukhin V., Surudin S., Mezentsev D. Improving the accuracy of industrial robot movements in the process of incremental shaping // *VESTNIK of Samara University. Aerospace and Mechanical Engineering*. – 10.07.2024. – Vol. 23. – Issue 2. – P. 143-156. – ISSN 2541-7533. – DOI 10.18287/2541-7533-2024-23-2-143-156. – URL: <https://doi.org/10.18287/2541-7533-2024-23-2-143-156> (дата обращения: 11.11.2024)
408. CASPER: Context-Aware IoT Anomaly Detection System for Industrial Robotic Arms / H. Kayan, R. Heartfield, O. Rana, P. Burnap, C. Perera // *ACM Transactions on Internet of Things*. – Vol. 5. – Issue 3. – P. 1-36. – ISSN 2691-1914, 2577-6207. – DOI 10.1145/3670414. – URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3670414> (дата обращения: 24.12.2024)
409. Evstifeeva N., Gurdiumov S., Kleimenov A., Gerasimova A. Methods of automated detection of travel points when training a collaborative robot // *BIO Web of Conferences*. – 5.01.2024. – Vol. 84. – DOI 10.1051/bioconf/20248402002. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/377183184\\_Methods\\_of\\_automated\\_detection\\_of\\_travel\\_points\\_when\\_training\\_a\\_collaborative\\_robot](https://www.researchgate.net/publication/377183184_Methods_of_automated_detection_of_travel_points_when_training_a_collaborative_robot) (дата обращения: 11.11.2024)
410. Единая витрина поиска компаний, экспертов, инвестиций и мер поддержки, объединяющая сервисы НТИ «RADAR» // *RADAR Leader-ID : Общая информация*. – RADAR Leader-ID, 2023.. – URL: <https://radar.leader-id.ru/> (дата обращения: 02.11.2023)

411. Платформа НТИ запустила RADAR // ComNews : Новости / ComNews. – 2023.. – URL: <https://www.comnews.ru/content/228323/2023-08-23/2023-w34/platforma-nti-zapustila-radar> (дата обращения: 02.11.2023)
412. «Развитие промышленной робототехники в России носит стихийный характер», – Ольга Мудрова, исполнительный директор НАУРР. – URL: <https://robotunion.ru/glavnaya/tpost/0hs2ym0eo1-gazvitie-promishlennoi-robototekniki-v-r> (дата обращения: 11.11.2024)
413. Роботизированные диагностические комплексы – Диаконт – 14.08.2022. – URL: [https://www.diakont.ru/services/robotic\\_diagnostic\\_systems/](https://www.diakont.ru/services/robotic_diagnostic_systems/) (дата обращения: 12.11.2024)
414. НПО «Андроидная техника». – URL: <https://нпо-at.com/> (дата обращения: 12.11.2024)
415. BID Technologies. – URL: <https://bid.life/index.php#about-company> (дата обращения: 12.11.2024)
416. Промышленные роботы Birbi. – URL: <https://bid.life/index.php#birbi> (дата обращения: 12.11.2024)
417. ООО «АРКОДИМ». – URL: <https://www.arkodimpro.ru/proizvodstvo/> (дата обращения: 12.11.2024)
418. GRINIK ROBOTICS. – URL: <https://grinik.ru/o-kompanii/> (дата обращения: 12.11.2024)
419. Промышленные роботы Aripix. – URL: <https://aripix.ru> (дата обращения: 12.11.2024)
420. Hertz Robotics. – URL: <https://hertzrobotics.ru/catalog/promyshlennye/> (дата обращения: 12.11.2024)
421. ООО «ДС-Роботикс» // <https://ds-robotics.ru/>. – URL: <https://ds-robotics.ru/our-production> (дата обращения: 12.11.2024)
422. ООО «ТЕХНОРЭД» // TECHNORED - ведущий разработчик роботизированных систем в России. – URL: <https://technored.ru/solutions/> (дата обращения: 12.11.2024)
423. ООО «МАКРО СОЛЮШНС». – URL: <https://macrosolutions.ru> (дата обращения: 12.11.2024)
424. KUBO (ООО «МДРАЙВ»). – URL: <https://kubomc.com/o-kompanii> (дата обращения: 12.11.2024)
425. О производственной компании «Норматив». – URL: <https://normativ.spb.ru/services/robotizaciya-proizvodstva-i-sklada/ukladka-i-urakovka-robotom-na-konvejere/> (дата обращения: 12.11.2024)
426. Компания Промобот начала выпускать промышленных роботов // PROMOBOT – 23.03.2022. – URL: <https://promo-bot.ru/news/kompaniya-promobot-nachala-vyuskat-promyshlennyh-robotov/> (дата обращения: 12.11.2024)
427. Шестиосевой коллаборативный манипулятор Promobot M13. – URL: <https://promobot.ru/production/promobot-m13/> (дата обращения: 12.11.2024)
428. ООО «Промышленные Технологии». – URL: <http://prtech.ru/> (дата обращения: 12.11.2024)
429. Руководители российской «дочки» производителя промышленных роботов Кука стали ее владельцами. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:Промышленная\\_робототехника\\_\(ранее\\_КУКА\\_Роботикс\)?cache=no&ptype=case#.2A\\_2024:\\_.D0.9F.D0.B5.D1.80.D0.B5.D1.85.D0.BE.D0.B4\\_.D0.B2.D0.BB.D0.B0.D0.B4.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D1.8F\\_.D0.BA\\_.D1.80.D1.83.D0.BA.D0.BE.D0.B2.D0.BE.D0.B4.D0.B8.D1.82.D0.B5.D0.BB.D1.8F.D0.BC\\_.D1.80.D0.BE.D1.81.D1.81.D0.B8.D0.B9.D1.81.D0.BA.D0.BE.D0.B9\\_.C2.AB.D0.B4.D0.BE.D1.87.D0.BA.D0.B8.C2.BB](https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:Промышленная_робототехника_(ранее_КУКА_Роботикс)?cache=no&ptype=case#.2A_2024:_.D0.9F.D0.B5.D1.80.D0.B5.D1.85.D0.BE.D0.B4_.D0.B2.D0.BB.D0.B0.D0.B4.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D1.8F_.D0.BA_.D1.80.D1.83.D0.BA.D0.BE.D0.B2.D0.BE.D0.B4.D0.B8.D1.82.D0.B5.D0.BB.D1.8F.D0.BC_.D1.80.D0.BE.D1.81.D1.81.D0.B8.D0.B9.D1.81.D0.BA.D0.BE.D0.B9_.C2.AB.D0.B4.D0.BE.D1.87.D0.BA.D0.B8.C2.BB) (дата обращения: 12.11.2024)
430. ООО «РОБОВИЗАРД». – URL: <https://www.robotwizard.ru/brands> (дата обращения: 12.11.2024)
431. ООО «РОБОКОМПОНЕНТ». – URL: <https://robocomponent.ru/aboutus/> (дата обращения: 12.11.2024)
432. ООО «Роботех». – URL: <https://robotech.digital/company/> (дата обращения: 12.11.2024)
433. ООО «Р-ПРО РОБОТИКС». – URL: <https://robotics.r-pro.ru/#product> (дата обращения: 12.11.2024)

434. ТАРИС – разработка и производство оборудования для экстремальных сред. – URL: <https://taris.ru> (дата обращения: 12.11.2024)
435. ООО «Уникальные роботы». – URL: <https://uniqerobotics.ru> (дата обращения: 12.11.2024)
436. MetraRobotics. – URL: [https://metrarobotics.ru/catalog\\_cat/promyshlennye-roboty/](https://metrarobotics.ru/catalog_cat/promyshlennye-roboty/) (дата обращения: 12.11.2024)
437. ООО «ЭЙАРСИ». – URL: <https://arc-innovative.ru/#features> (дата обращения: 12.11.2024)
438. ООО «Эйдос Робототехника». – URL: <https://eidos-robotics.ru> (дата обращения: 12.11.2024)
439. Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности (БФО). – URL: <https://bo.nalog.ru/> (дата обращения: 26.04.2024)
440. О компании Promobot. – URL: <https://promo-bot.ru/about-us/> (дата обращения: 12.11.2024)
441. Приложение № 1 «Перечень отдельных видов товаров, в отношении которых вводится временный запрет на вывоз» : Постановление Правительства РФ от 09.03.2022 № 311 (ред. от 15.10.2024) «О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 8 марта 2022 г. № 100». – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_411231/c0660e794fde96b0833efd4257e0fd3205096d4/#dst100026](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_411231/c0660e794fde96b0833efd4257e0fd3205096d4/#dst100026) (дата обращения: 12.11.2024)
442. Федеральная таможенная служба: Итоги внешней торговли со всеми странами. – URL: <https://customs.gov.ru/statistic/vneshn-torg/vneshn-torg-countries> (дата обращения: 12.11.2024)
443. Исследование о развитии робототехники в России // RoboJobs. – URL: <https://robojobs.ru/#rec813314961> (дата обращения: 12.11.2024)
444. Промышленные полуавтономные роботы с удаленным управлением (Роботы-аватары). – URL: <https://pt.2035.university/project/promyshlennye-poluavtonomnye-roboty-s-udalennym-upravleniem-roboty-avatory> (дата обращения: 12.11.2024)
445. Разработка программно-аппаратного комплекса управления коллаборативными шестистепенным манипулятором. – URL: <https://pt.2035.university/project/razrabotka-programmno-apparatnogo-kompleksa-upravleniya-kollaborativnymi-sestistepennym-manipulatorom> (дата обращения: 12.11.2024)
446. Разработка цифровой платформы VR-тренингов работы с коллаборативной робототехникой. – URL: <https://pt.2035.university/project/razrabotka-cifrovoj-platforny-vr-treningov-raboty-s-kollaborativnoj-robototekhnikoj> (дата обращения: 12.11.2024)
447. Разработка программно-аппаратного комплекса с силомоментной обратной связью для автономного роботизированного участка сборки.. – URL: <https://pt.2035.university/project/razrabotka-programmno-apparatnogo-kompleksa-s-silomomentnoj-obratnoj-svazu-dla-avtonomnogo-robotizirovannogo-uchastka-sborki> (дата обращения: 12.11.2024)
448. Промышленный робот ARKODIM с силомоментной обратной связью. – URL: [https://www.arkodimpro.ru/katalog/izgotovlenie\\_oborudovaniya/robosenseemotion/](https://www.arkodimpro.ru/katalog/izgotovlenie_oborudovaniya/robosenseemotion/) (дата обращения: 12.11.2024)
449. Домен наука и инновации. – URL: <https://gisnauka.ru/global-search> (дата обращения: 12.11.2024)
450. «Прорыв» сегодня. – URL: <https://atomvestnik.ru/2022/08/03/proryv-segodnja/> (дата обращения: 12.11.2024)

## ИЗДАНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СПБПУ



**Тренды и сценарии развития рынка систем расширенного планирования производства (APS-систем) в рамках направления «Технет» НТИ.** Экспертно-аналитический доклад: монография / А.А. Корчевская, А.Т. Хуторцова, С.Н. Гудырин, А.В. Морозов, А.В. Чеславский, И.Б. Гиндин, А.М. Шакин, А.Р. Залыгин, Н.И. Прытков, А.М. Трапезникова, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 112 с.



**Исследование рынка цифровых платформ для оптовой торговли в странах БРИКС и Ближнего Востока.** Экспертно-аналитический доклад: монография / А.Т. Хуторцова, А.А. Корчевская, Е.Н. Дьяченко, Н.И. Прытков, А.М. Трапезникова, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 144 с.



**Перспективы и сценарии развития новых материалов в рамках направления «Технет» НТИ в 2023 году.** Экспертно-аналитический доклад: монография / А.И. Боровков, Л.А. Щербина, Е.Р. Мартынец, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин, Н.И. Прытков, А.М. Трапезникова, О.В. Толочко, И.А. Кобычно, Е.В. Бобрынина; под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 184 с.



**Функциональные характеристики отечественных систем автоматизированного проектирования (САД-систем).** Экспертно-аналитический доклад (по состоянию на март 2024 года): монография / А.И. Боровков, О.И. Рождественский, Е.И. Павлова [и др.] – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 214 с.





**Функциональные характеристики отечественных систем инженерного анализа (CAE-систем). Экспертно-аналитический доклад (по состоянию на март 2024 года):** монография / А.И. Боровков, О.И. Рождественский, Е.И. Павлова [и др.]. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 228 с.



**Функциональные характеристики отечественных систем управления оборудованием с числовым программным управлением (CAM-систем). Экспертно-аналитический доклад (по состоянию на март 2024 года):** монография / А.И. Боровков, О.И. Рождественский, Е.И. Павлова [и др.]. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 188 с.



**Функциональные характеристики отечественных систем управления жизненным циклом изделия (PLM-систем). Экспертно-аналитический доклад (по состоянию на март 2024 года):** монография / А.И. Боровков, О.И. Рождественский, Е.И. Павлова [и др.]. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 174 с.



**Направления и формы сотрудничества отечественных разработчиков промышленного программного обеспечения с системой образования. Экспертно-аналитический доклад (по состоянию на апрель 2024 года):** монография / А.И. Боровков, О.И. Рождественский, Е.И. Павлова [и др.]. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 132 с.





**Тренды и сценарии развития рынка авиационных двигателей, включая двигатели беспилотных летательных аппаратов, в 2023 году. Экспертно-аналитический доклад:** монография / А.И. Боровков, Е.Р. Мартынец, Л.А. Щербина, Н.И. Прытков, А.А. Корчевская, А.Т. Хуторцова, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин; под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – 204 с.



**Тренды и сценарии развития рынков решений в области цифровой трансформации промышленных компаний в рамках направления «Технет» НТИ в 2023 году. Экспертно-аналитический доклад:** монография / А.И. Боровков, Л.А. Щербина, Е.Р. Мартынец, А.А. Корчевская, А.Т. Хуторцова, Н.И. Прытков, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин; под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – 116 с.



**Тренды и сценарии развития рынков, относящихся к «цифровой фабрике», по направлению «Технет» НТИ в условиях новой экономической реальности. Экспертно-аналитический доклад:** монография / А.И. Боровков, Л.А. Щербина, Е.Р. Мартынец, А.А. Корчевская, А.Т. Хуторцова, Н.И. Прытков, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин; под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – 108 с.





**Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности:** монография / А.И. Боровков, Ю.А. Рябов, Л.А. Щербина, Е.Р. Мартынец, А.А. Корчевская, А.Т. Хуторцова, К.В. Кукушкин, А.А. Гамзикова; под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – 492 с.



**Цифровые двойники: вопросы терминологии /** А.И. Боровков, А.А. Гамзикова, К.В. Кукушкин, Ю.А. Рябов. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – 28 с.



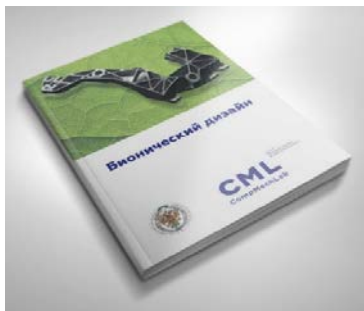
**Передовые производственные технологии: возможности для России. Экспертно-аналитический доклад:** монография / А.И. Боровков, К.В. Кукушкин, А.А. Корчевская, А.Т. Хуторцова, Л.А. Щербина, Ю.А. Рябов, С.В. Салкуцан, Е.О. Касяненко, И.С. Метревели, К.О. Вишнеvский, Ю.В. Туровец, М.С. Липецкая, Д.В. Санатов, Н.С. Андреева, Е.А. Римских, В.А. Пастухов, Н.В. Гоголь, М.А. Королькова под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – 436 с.



**Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности. Краткий доклад (сентябрь 2019 года):** монография / А.И. Боровков, А.А. Гамзикова, К.В. Кукушкин, Ю.А. Рябов. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 62 с.







**Бионический дизайн:** монография / А.И. Боровков, В.М. Марусева, Ю.А. Рябов, Л.А. Щербина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – 92 с.



**Современное инженерное образование** / А.И. Боровков, С.Ф. Бурдаков, О.И. Клявин, М.П. Мельникова, В.А. Пальмов, Е.Н. Силина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 80 с.



**Компьютерный инжиниринг** / А.И. Боровков, С.Ф. Бурдаков, О.И. Клявин, М.П. Мельникова, А.А. Михайлов, А.С. Немов, В.А. Пальмов, Е.Н. Силина – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 93 с.



## ОБ ИНФРАСТРУКТУРНОМ ЦЕНТРЕ НТИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНЕТ» СПбПУ

Инфраструктурный центр НТИ по направлению «Технет» СПбПУ (далее – Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ) создан в ноябре 2022 года по итогам конкурсного отбора инфраструктурных центров направлений Национальной технологической инициативы (НТИ).

Деятельность Инфраструктурного центра «Технет» СПбПУ направлена на поддержку проектов, популяризацию технологий, разработку нормативных правовых актов, а также проведение аналитических исследований, в том числе в области цифровой трансформации промышленных компаний.

Программа Инфраструктурного центра «Технет» СПбПУ реализуется с целью формирования и развития институциональной среды, обеспечивающей устойчивое формирование комплекса ключевых компетенций, обеспечивающих интеграцию отечественных передовых производственных технологий (ППТ) и бизнес-моделей для их распространения в качестве «Фабрик Будущего» первого и последующего поколений и нацеленных на создание глобально конкурентоспособной кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения для рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности в контексте национальных стратегических приоритетов импортонезависимости и технологического суверенитета РФ.

Достижению поставленной цели способствует выполнение следующих задач:

1. Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения.
2. Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы.
3. Организационно-техническая и экспертно-аналитическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы.
4. Создание механизмов акселерации компаний Национальной технологической инициативы и механизмов экспортного продвижения создаваемых продуктов.



*Боровков Алексей Иванович  
Щербина Людмила Александровна  
Мартынец Екатерина Романовна  
Рябов Юрий Александрович  
Кукушкин Кузьма Викторович  
Трапезникова Анна Михайловна  
Нездоймышапко Людмила Андреевна*

**ПЕРСПЕКТИВЫ И СЦЕНАРИИ  
РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ  
В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ  
В 2024 ГОДУ**

**ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД**

Монография

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции  
ОК 005-93, т. 2; 95 3004 – научная и производственная литература

---

Подписано в печать 27.12.2024. Формат 60×84/8. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 15,25. Тираж 100. Заказ 0558.

---

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного авторами,  
в Издательско-полиграфическом центре Политехнического университета.

195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14.