

Искусство манипуляции

промышленная робототехника
и интеграция технологий



Искусство манипуляции

промышленная робототехника
и интеграция технологий

Искусство манипуляции

промышленная робототехника
и интеграция технологий

Дайджест по робототехнике

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ

ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ:	8
как автоматизация и роботизация производства поможет развитию российской промышленности	
Промышленная робототехника: обзор	12
Классификация промышленных роботов	18
Этапы развития промышленных роботов	22

РЫНОК

Рынок промышленной робототехники	32
Роботы меняют правила игры в мире производства: ключевые тренды промышленной робототехники	42
Экономическая эффективность внедрения робототехники	58

ИНТЕРВЬЮ

Сергей Даллада Университет Иннополис	28
Сергей Моршанский Тесвел	52
Олег Кивокурцев Промобот	68
Евгений Дудоров Мир робототехники	88

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

Искусственный интеллект в промышленной робототехнике	60
Робототехника и аддитивные технологии	74
Робототехника и технологии AR/VR/MR	82
Патентный обзор на тему: промышленная робототехника и интеграция технологий	94

ПОЛЕЗНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Меры государственной поддержки	106
Выставки и конференции	110



Искандер Бариев
Директор Университета Иннополис

Уважаемые читатели!

От лица Университета Иннополис приветствую вас на страницах нашего дайджеста, посвященного актуальным тенденциям и достижениям в области промышленной робототехники.

Робототехника сегодня – важный инструмент для развития российской экономики, повышения ее конкурентоспособности и достижения технологического лидерства страны. Она способствует модернизации производства, повышению его эффективности, а также обеспечению соответствия качества выпускаемой продукции мировым стандартам. Поэтому в 2024 году по инициативе министерства промышленности и торговли РФ на базе нашего Университета был создан первый федеральный Центр развития промышленной робототехники (ЦРР). Мы можем с гордостью заявить, что запуск ЦРР на площадке нашего Университета – это не только большая честь, но и признание нашей многолетней работы и успешной реализации проектов в области робототехники и искусственного интеллекта. А создание таких Центров – важный шаг на пути к дальнейшему развитию отечественной промышленности.

Надеюсь, что наш дайджест позволит вам найти ответы на актуальные вопросы, продемонстрирует возможности и перспективы промышленной робототехники, а также вдохновит вас на поиск и развитие новых идей в вашей профессиональной области!

Приятного чтения!





Валерий Пивень
Директор Департамента
станкостроения и тяжелого
машиностроения Минпромторга России

Дорогие читатели!

Добро пожаловать в мир, в котором роботизация производства становится не просто инновацией, а неотъемлемой частью стратегии достижения технологического лидерства в условиях стремительного прогресса в области промышленного производства.

Промышленные роботы существуют уже несколько десятилетий. Однако последние разработки в области машинного обучения и облачных технологий предоставляют новые возможности: роботы способны адаптироваться к разнообразным условиям работы, обеспечивать высокую точность движений, функционировать в круглосуточном режиме, интегрироваться с технологиями искусственного интеллекта и аддитивного производства. Роботы становятся доступнее благодаря развитию технологий и компонентов – цена базовых моделей в настоящее время может составлять около 2,5 млн рублей, при этом появляются новые форматы внедрения, что позволяет применять промышленную робототехнику в различных отраслях промышленности, расширяя их список.

В 2023 году объем инвестиций в робототехнические компании по всему миру превысил 12 миллиардов долларов, из которых более половины было направлено на развитие стартапов в области робототехники. Дополнительным фактором, стимулирующим развитие робототехники, является кадровый дефицит в промышленности и других приоритетных отраслях. В таких условиях задача Центра развития промышленной робототехники – оказать всестороннюю поддержку и содействие развитию данного направления в Российской Федерации.

Материалы дайджеста подготовлены для широкой аудитории и могут быть интересны как для новичков, начинающих свой путь в робототехнике, так и для опытных специалистов.

Желаю успехов в реализации ваших планов и проектов!



Центр развития промышленной робототехники в Иннополисе:

как автоматизация и роботизация производства поможет развитию российской промышленности

Университет Иннополис – российский ИТ-вуз, который специализируется на образовании, исследованиях и разработках в области информационных технологий, искусственного интеллекта и робототехники. В 2024 году на его базе открылся Центр развития промышленной робототехники – научно-производственное объединение, где создаются актуальные и востребованные решения в области промышленной робототехники и роботизированных мобильных платформ.

Важность автоматизации и роботизации производства подчеркивается на самом высоком уровне. Согласно указу президента Владимира Путина, уже к 2030 году Россия должна войти в топ-25 стран мира по плотности роботизации. Планируется, что к 2030 году количество роботов на 10 000 занятых в промышленности увеличится с 19 до 145, а эксплуатационный парк – с 12 841 до 99 325 роботов.



Центр развития промышленной робототехники, или ЦРР, был создан по инициативе министерства промышленности и торговли РФ в рамках федерального проекта «Развитие производства средств производства». В будущем такие центры появятся и в других регионах. Это позволит сформировать сеть верифицированных участников рынка промышленной робототехники.

ЦРР продолжает работу Центра компетенций по направлению «Технологии компонентов робототехники и мехатроники», созданного в Университете Иннополис в 2018 году. На базе этого Центра проводились научные исследования, разрабатывались образовательные программы и реализовывались проекты по робототехнике. Специалисты Центра компетенций создали и внедрили ряд решений, среди которых:

- роботизированный комплекс на базе промышленного робота-манипулятора с магазином инструментов и поворотным столом для обработки крупногабаритных изделий сложной формы;
- 3D-принтер на базе промышленного робота-манипулятора для печати крупногабаритных изделий;
- программно-аппаратный комплекс для предиктивной аналитики отказов промышленных роботов-манипуляторов;
- робототехническая система на базе промышленных коллаборативных роботов с интеллектуальной системой управления;
- системы интерактивного управления и программирования робототехнических систем через смешанную реальность.



↑ Роботизированный комплекс на базе промышленного робота-манипулятора с магазином инструментов и поворотным столом для обработки крупногабаритных изделий сложной формы





Работа Центра компетенций позволила Университету Иннополис приобрести опыт реализации совместных проектов с компаниями-интеграторами промышленных роботов. А кадровый потенциал и экспертные знания ученых и специалистов, работающих в Университете, стали надежной основой для развития технологий в ЦРР.

По словам директора Центра развития промышленной робототехники Сергея Даллады, цель создания ЦРР – стимулировать внедрение робототехнических проектов и развитие робототехнической отрасли в федеральных округах. Для этого предстоит решить следующие задачи:

- создать инжиниринговую инфраструктуру, которая позволит предприятиям, образовательным организациям, конструкторским бюро и компаниям-интеграторам апробировать технологии, производить собственные продукты и демонстрировать новые решения. Ожидается, что к концу 2026 года пользователями услуг центра станут уже 36 участников рынка;
- разрабатывать и популяризировать экспертные решения в области промышленной робототехники. Согласно целевым показателям Центра, в течение 3 ближайших лет планируется зарегистрировать 23 результата интеллектуальной деятельности;
- формировать необходимые знания, навыки и компетенции специалистов по роботизации;
- участвовать в международных проектах по промышленной роботизации.

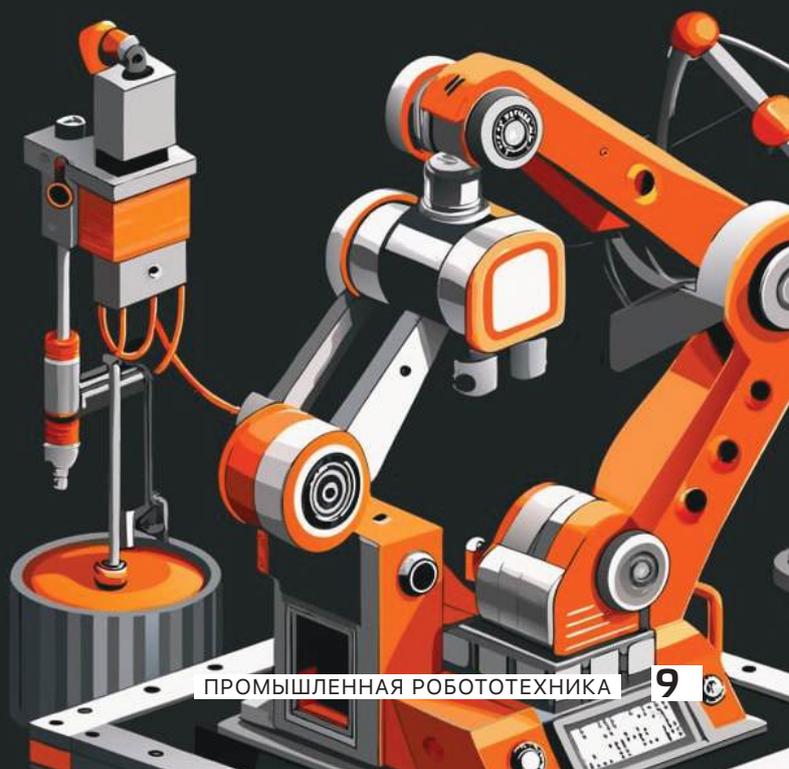


ТАК КАК УНИВЕРСИТЕТ ИННОПОЛИС ЯВЛЯЕТСЯ НАЦИОНАЛЬНЫМ ЦЕНТРОМ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ И МЕХАТРОНИКИ, ЗАДАЧУ ПО СОЗДАНИЮ ЦЕНТРА РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ ПОРУЧИЛИ НАМ



Искандер Бариев,

директор АНО ВО «Университет Иннополис»



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЦЕНТРА РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ ОХВАТЫВАЕТ КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ. ВОТ ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ:

1

РАЗРАБОТКА РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В число решений войдут такие проекты, как:

- решения по роботизированной сварке с использованием исполнительных механизмов разных типов сварки на базе одного промышленного робота;
- комплекс решений, обеспечивающих стандартизированный подход к роботизированному восстановлению изношенных участков штампа;
- программно-аппаратные роботизированные комплексы для неразрушающего контроля изделий, оборудования и систем. Они расширяют возможности контроля за критически значимой инфраструктурой и качеством изделий.

2

СОПРОВОЖДЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Центр предоставит полноценную площадку для трансфера технологий и коммерциализации решений. Специалисты площадки будут заниматься охраной, коммерциализацией и продвижением разработок и результатов интеллектуальной деятельности. Основными результатами работ ЦРР станут робототехнические программно-аппаратные комплексы, их компоненты и документация.

3

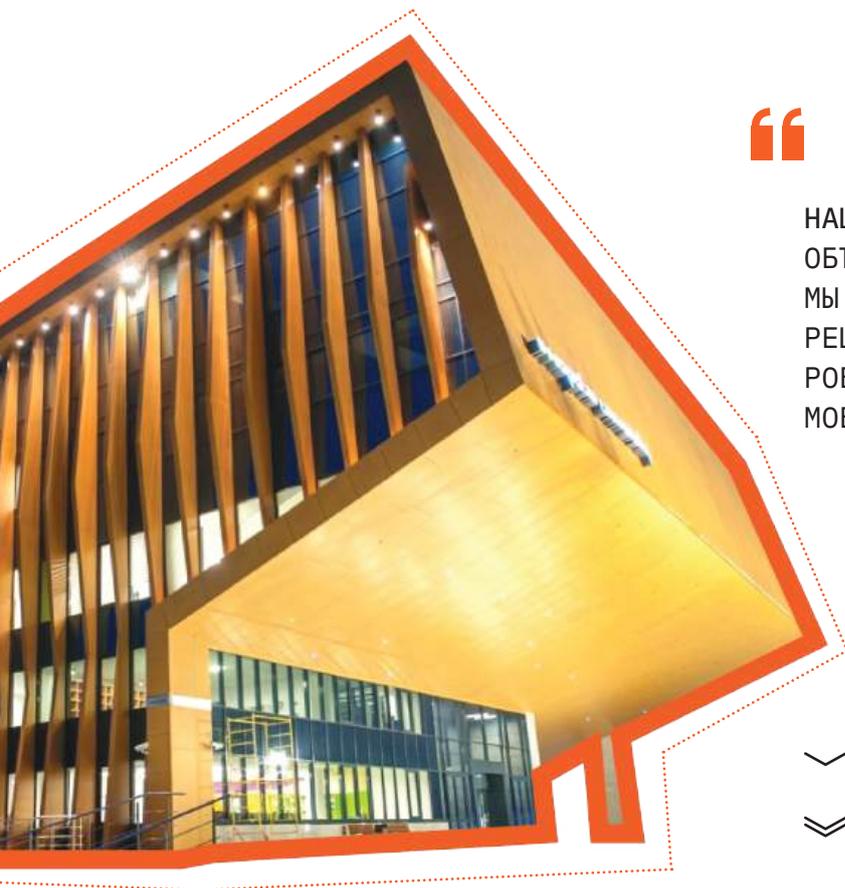
ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ

ЦРР будет проводить технико-технологический аудит промышленных предприятий. Это методика оценки технологического потенциала, которая позволяет сделать производство эффективнее за счет применения новых технологий, автоматизации и роботизации процессов. По результатам технико-технологического аудита разрабатывается дорожная карта – документ, который содержит стратегию развития производства и планы по ее реализации. Дорожная карта помогает компаниям достигнуть целевого уровня роботизации производства.

4

ПЛОЩАДКА КОЛЛЕКТИВНОГО ДОСТУПА

Производственная площадка коллективного пользования позволит пользователям получить доступ к современному специализированному оборудованию, чтобы изготовить прототипы, штучные изделия или малые серии продукции. Также на площадке будет возможность отработать технологии производства и провести исследовательские работы и испытания.



НАШ ЦЕНТР – ЭТО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ, В РАМКАХ КОТОРОГО МЫ СОЗДАЕМ УНИКАЛЬНЫЕ И ВОСТРЕБОВАННЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ И РОБОТИЗИРОВАННЫХ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ



Тимур Сатдаров,
директор центра автоматизации и роботизации
АНО ВО «Университет Иннополис»

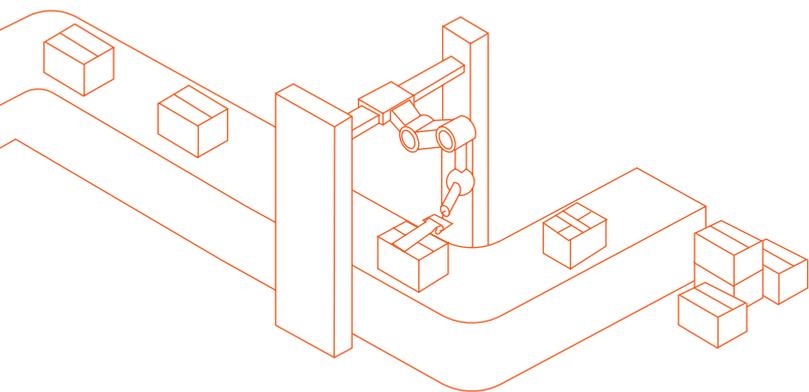


ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА: ОБЗОР



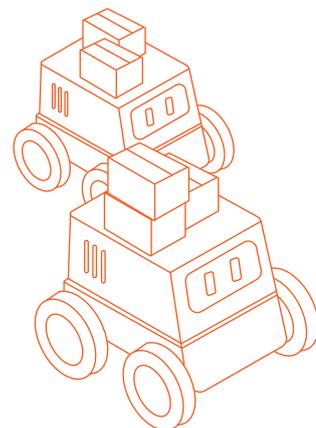
В далеком 1961 году на автоматической линии General Motors в штате Нью-Джерси в США заработало громоздкое полторатонное устройство. Оно состояло из огромного корпуса и подсоединенной к нему механической «руки», которая переносила отливки со сборочной линии и приваривала их к кузову автомобиля. Это был Unimate — первый в истории промышленный робот, который положил начало эпохе **промышленной робототехники**.

Промышленная робототехника — это область техники, которая включает проектирование, разработку, производство и эксплуатацию промышленных роботов, а также создание систем управления и программного обеспечения для них. Сейчас промышленных роботов — то есть роботов, способствующих достижению производственных целей, — используют в самых разных отраслях. Они быстро и точно решают сложные и опасные задачи. Роботы умеют многое: например, промышленный робот на автомобильном заводе красит машину, а на электронном производстве — штампует микрокомпоненты. В результате растет производительность труда и качество продукции, а затраты на производство — снижаются.



С тех пор масштабное и технологичное производство тяжело представить без роботов. Большая их часть — манипуляторы: механизмы, имитирующие движение человеческой руки, и оснащенные рабочим инструментом, который называется концевым эффектором (иногда его также называют эндэфектором). Концевой эффектор позволяет манипуляторам выполнять определенные задачи, например, перемещать грузы, паять, лить, штамповать, варить, фрезеровать и красить.

Видов манипуляторов множество, и классифицировать их можно по-разному: по точности, грузоподъемности, способу установки и так далее. Однако прежде чем выбрать робота с подходящими характеристиками, нужно определиться с его типом, то есть понять, какая конструкция и соединение осей будут эффективнее в том или ином случае. Таких типов несколько — мы расскажем об основных.



1/

**Роботы с декартовой системой координат
(линейные роботы)**

Такие роботы перемещают объекты в прямоугольной или декартовой системе координат – отсюда и название. Это идеальный вариант, чтобы автоматизировать рутинные повторяющиеся задачи, например, транспортно-сборочные операции или загрузку и выемку деталей.

Преимущества:

- обладают высокой точностью позиционирования по сравнению с роботами, работающими в более сложных системах координат;
- часто имеют довольно простую модульную конструкцию, что обеспечивает их адаптивность под различные задачи и упрощает обслуживание.

Недостатки:

- могут требовать дополнительных усилий для интеграции в сложные производственные системы;
- занимают довольно много места.



2/

Цилиндрические роботы

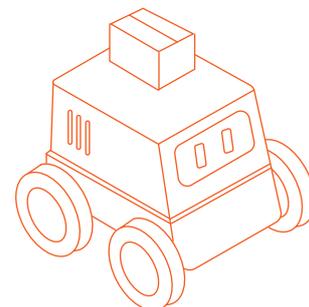
Они получили свое название благодаря цилиндрической рабочей зоне. Обычно такие роботы имеют два подвижных элемента: вращательный и линейный приводы. Это позволяет манипулятору перемещаться по линейной траектории вдоль одной оси (по вертикали или горизонтали) и выполнять вращательные движения вдоль другой оси. Такие роботы могут использоваться для сварки, механической обработки и переноса деталей.

Преимущества:

- как правило, отличаются высокой скоростью работы и занимают меньше пространства по сравнению, например, с декартовыми роботами.

Недостатки:

- имеют ограничения в маневрировании и радиусе движения по сравнению с такими типами роботов, как шарнирные и декартовые.



3/

**Дельта-роботы
(параллельные роботы)**

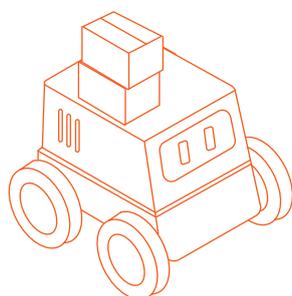
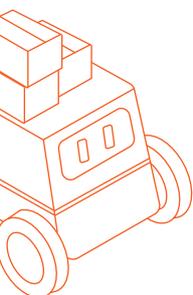
Название этих роботов связано с их формой, напоминающей перевернутую букву греческого алфавита дельта – Δ. Дельта-роботы состоят из нескольких рычагов, соединенных с базовой платформой и конечным исполнительным звеном (эндэффектором). Они часто используются на конвейерных производствах, где упаковывают, перемещают и сортируют детали с конвейера или на него.

Преимущества:

- благодаря малой инерции движущихся частей способны развивать высокую скорость работы.

Недостатки:

- из-за сложной конструкции с несколькими приводами дельта-роботы, как правило, имеют высокую стоимость и сложны в обслуживании.





4/

Шарнирные роботы

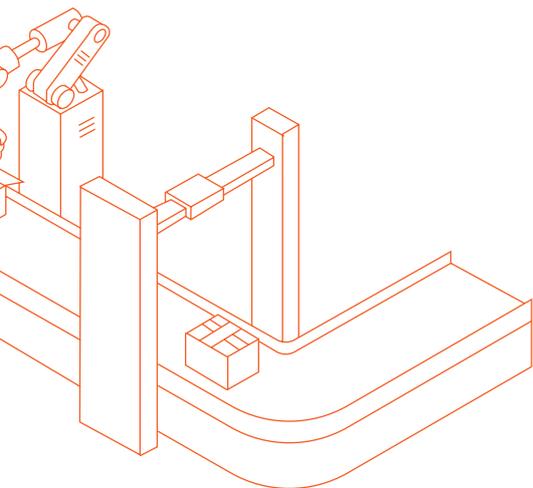
Благодаря наличию нескольких шарниров их движения напоминают движения человеческой руки, что позволяет им выполнять задачи с высокими требованиями к сложности траекторий, например, перемещать детали между различными плоскостями с использованием захвата. Их можно использовать для сварки, покраски, паллетирования, шлифования и так далее.

Преимущества:

- способны выполнять перемещения по сложным траекториям;
- могут быть адаптированы под различные задачи благодаря возможной смене конечного эффектора.

Недостатки:

- сложная кинематика требует разработки алгоритмов для точного расчета траекторий и учета взаимодействий между частями робота, что затрудняет программирование и настройку.



5/

SCARA-роботы (от английского Selective Compliance Articulated Robot Arm – Рука сборочного робота с избирательной податливостью)

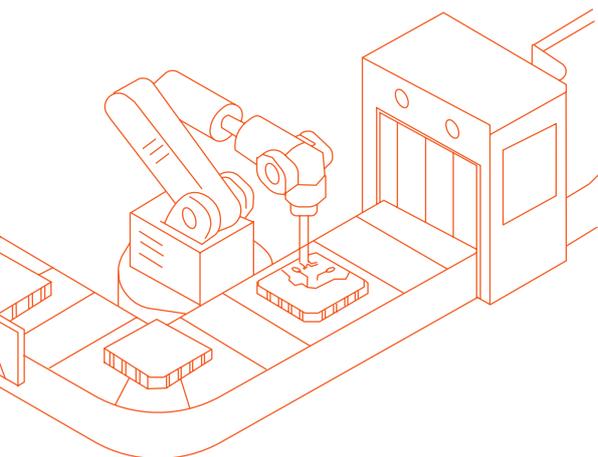
Это шарнирные роботы, которые, как правило, оснащены двумя соединенными друг с другом горизонтальными рычагами и тремя приводами, обеспечивающими движение этих рычагов в горизонтальной плоскости (по осям X и Y) и вертикальном направлении (по оси Z).

Преимущества:

- эффективны в задачах, где требуется высокая точность и скорость, особенно для выполнения простых или повторяющихся манипуляций, например, сборки, перемещения или упаковки;
- обычно занимают меньше пространства по сравнению с другими типами роботов, например, с декартовыми или цилиндрическими роботами.

Недостатки:

- конструкция и сложная электроника делают их более требовательными к обслуживанию и ремонту, например, по сравнению с более простыми декартовыми роботами.



6/

Сферические роботы

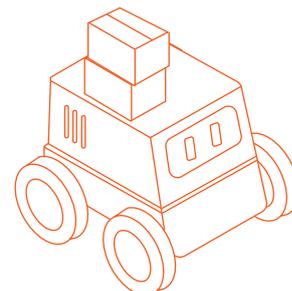
Такие роботы обычно имеют две подвижные оси, которые позволяют им выполнять вращательные движения в пространстве, что обеспечивает возможность перемещения по сферическим траекториям.

Преимущества:

- обладают достаточно высокой точностью позиционирования (в пределах нескольких миллиметров);
- способны выполнять широкий спектр задач, от точной сборки и упаковки до перемещения объектов в ограниченных пространствах.

Недостатки:

- могут быть довольно сложными в управлении из-за возможности многоосевых движений;
- как правило, имеют ограниченную грузоподъемность по сравнению с более крупными роботами.



Еще одно направление в робототехнике, которое становится все более востребованным, — **мобильная робототехника**. Как следует из названия, мобильный робот умеет перемещаться в окружающей среде. Можно выделить два типа таких роботов:

AMR

(автономные мобильные роботы, от англ. Autonomous Mobile Robot) могут перемещаться самостоятельно, для чего используют датчики, камеры и алгоритмы искусственного интеллекта, и выполнять задачи без постоянного контроля со стороны человека.

AGV

(автоматически управляемые тележки, от англ. Automated Guided Vehicle) можно назвать частично автономными, потому что их движение контролируется внешними устройствами навигации. Как правило, они перемещаются по заранее определенным с помощью магнитных лент, лазерных указателей или других направляющих систем маршрутам.



Это те типы роботов, которые сегодня чаще всего используют на производстве. Однако прогресс не стоит на месте. Новые технологии внедряются в том числе и в сферу промышленной робототехники, а значит, роботы становятся более совершенными. Вот что отличает современные устройства:

01

Повышенная автономность — в том числе благодаря использованию искусственного интеллекта. Это позволяет роботам адаптироваться к изменениям в производственной среде.

02

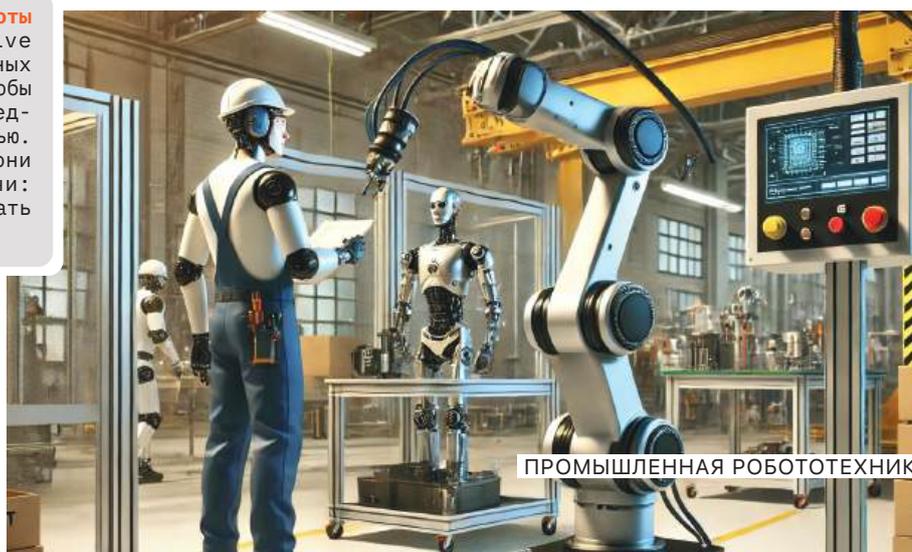
Гибкость и универсальность. Современные роботы могут выполнять широкий спектр задач, что делает их эффективными в различных областях промышленности. Это особенно актуально для высокоадаптивных производственных систем, таких как **матричное производство**, где требуется быстрая настройка и гибкость.

Матричное производство — это производство, состоящее из набора модульных рабочих ячеек. Каждая ячейка оснащена универсальным базовым оборудованием, включающим в себя в том числе и промышленные роботы, у которых можно заменять рабочие инструменты для выполнения различных задач. Это позволяет адаптировать ячейки под различные производственные процессы. При этом сами производственные процессы гибко настраиваются так, чтобы проходить через оптимальные последовательности ячеек. А производительность можно легко увеличить, добавив дополнительные ячейки или платформы.

03

Способность работать рядом с людьми. Современные роботы становятся все более безопасными благодаря развитию сенсорных систем. А, например, **коботы** могут корректировать свое движение, если заметят человека, что минимизирует риск причинения вреда.

Коллаборативные роботы, или коботы (от английского Collaborative robots) — тип роботизированных систем, которые создавались, чтобы работать рядом с людьми, не представляя угрозы жизни и здоровью. Как и многие другие роботы, они могут выполнять разные задачи: собирать, упаковывать, приваривать детали и так далее.



04

Взаимодействие с интернетом вещей. Современные роботы все чаще становятся частью экосистемы Интернета вещей, что позволяет более эффективно управлять производственными процессами и обмениваться данными с другими устройствами в реальном времени.

Интернет вещей (IoT, от английского Internet of things) — это система, которая объединяет устройства, или «вещи», в сеть. В ней устройства могут «общаться» между собой, подключившись к облаку: то есть собирать, анализировать, обрабатывать и передавать данные.

05

Применение во многих сферах: например, их используют в логистике, медицине и сельском хозяйстве.

06

Экологичность и энергоэффективность. Современные роботы все чаще разрабатываются с учетом глобального тренда на снижение экологического вреда и повышение энергоэффективности.

07

Интеграция с другими системами. Это позволяет создавать более сложные и автономные процессы, которые смогут адаптироваться к изменяющимся условиям и требованиям рынка, и открывать новые возможности применения роботов.

РОБОТЫ МОЖНО ИНТЕГРИРОВАТЬ С:

аддитивными технологиями,
чтобы обрабатывать и перемещать сырье и компоненты, готовить платформы для печати, облегчать крупномасштабное аддитивное производство и так далее.

системами автоматизации на складах,
чтобы управлять складированием и отгрузкой товаров.

дополненной и виртуальной реальностью,
чтобы визуализировать и тестировать возможности роботов, а еще обучать их выполнять разные задачи и сценарии.

системами контроля и управления производством,
чтобы следить за качеством продукции, устранять дефекты, планировать производство и анализировать результаты работы.

облачными технологиями,
чтобы роботы могли получать доступ к вычислительным ресурсам современных центров обработки данных.

цифровыми двойниками:
чтобы создавать виртуальные копии роботов или целых роботизированных систем, чтобы моделировать, анализировать и оптимизировать их работу.

В целом роботизация – важная часть успешного и масштабного современного производства. Согласно данным Международной федерации робототехники, в 2023 году средняя плотность роботизации в мире составляла 162 робота на 10 тыс. человек, а общее количество промышленных роботов превысило 4 000 000 единиц. Размер рынка промышленной робототехники оценивается в 42 млрд долларов и, как ожидается, достигнет 79 млрд долларов к 2029 году.

Индустрия робототехники наращивает обороты и в России. На стратегической сессии по национальным проектам в июне 2024 председатель правительства Михаил Мишустин заявил, что



СТАНКИ, ОБОРУДОВАНИЕ И РОБОТОТЕХНИКУ МОЖНО С ПОЛНЫМ ПРАВОМ НАЗВАТЬ БАЗОВЫМИ [СРЕДСТВАМИ] ДЛЯ ЛЮБОГО СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА



ЦЕЛЕВОЙ ПОКАЗАТЕЛЬ 

145

РОБОТОВ

на

10 000

РАБОТНИКОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

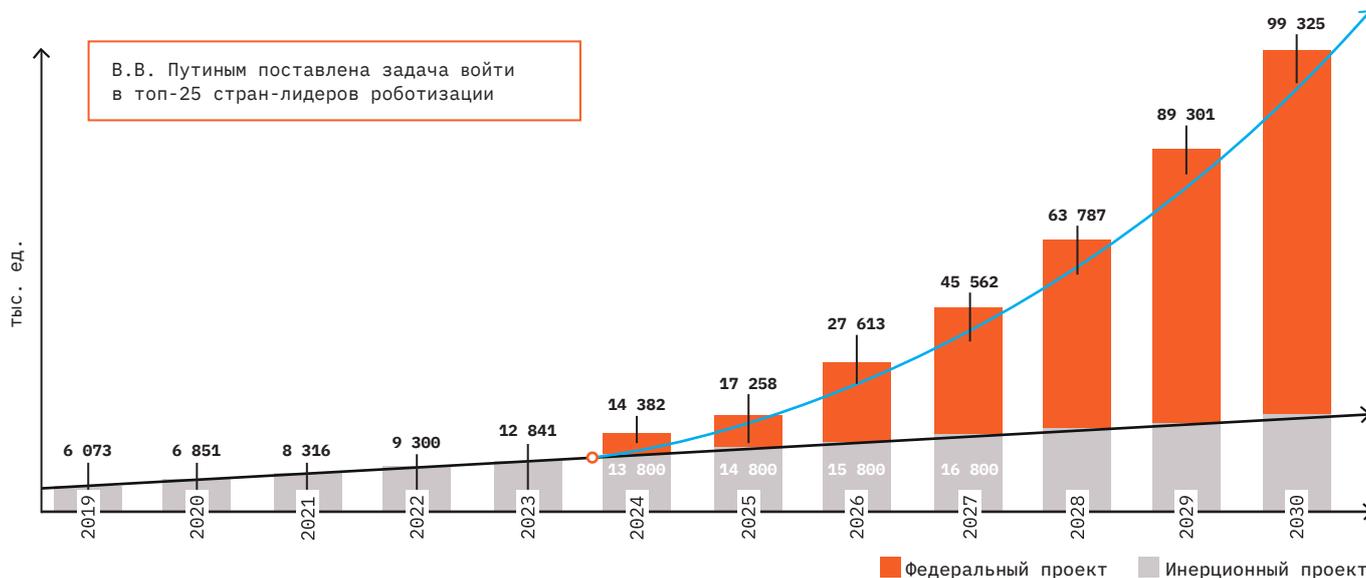
или

≈ 100 000

РОБОТОВ ПО ВСЕЙ СТРАНЕ

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ПАРК ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ В РОССИИ

ВНЕДРЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ В РФ
(2019-2030 ГГ.) ЕД/ГОД



Минпромторг разработал федеральный проект «Развитие промышленной робототехники и автоматизации производства» на период с 2025 по 2027 год. На проект выделяют около 89 млрд рублей.

В рамках проекта заработают несколько направлений мер государственной поддержки. В их числе:

- субсидии производителям робототехники, которые дают покупателям скидку на продукцию;
- льготный лизинг и кредитование для предприятий, которые планируют роботизировать производство. Также такие компании смогут получить субсидии, чтобы покрыть затраты на новое оборудование;
- создание центров развития промышленной робототехники в каждом федеральном округе, первый из которых уже начал работу. Это — **Центр развития робототехники на базе Университета Иннополис**, о котором мы рассказываем на страницах дайджеста.



Сегодня преимущества роботизации для производства очевидны: роботы не ошибаются и работают без усталости — а значит, растет качество продукции и производительность труда и снижаются затраты на рабочую силу. А еще они могут освободить людей от вредной, опасной и тяжелой работы.

Перспективы развития промышленной робототехники — это рост количества роботов, которые станут еще совершеннее и смогут решать более сложные и разнообразные задачи.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

В современном мире процесс автоматизации затронул практически все отрасли, изменяя цепочки создания стоимости и повышая эффективность производства. Уровень развития робототехники стал настолько высоким, что потребовалось создание научно-обоснованной классификационной системы, позволяющей разделить промышленную робототехнику на группы, выделив принципиальные различия каждой.

Мы предлагаем рассмотреть все многообразие промышленных роботов в формате карты в разрезе нескольких критериев (см. стр. 20-21).

На карте представлены классификационные критерии, по которым роботы могут быть объединены в группы по:

- характеру выполняемых технологических операций,
- степени специализации,
- грузоподъемности,
- типу крепления,
- степени участия человека,
- кинематической структуре,
- типу рабочего инструмента,
- сфере применения,
- виду управления,
- типу силового привода.

Также на карте представлены отрасли применения каждого из видов роботов. Будущее развития видов роботов в промышленности представлено в виде иконок на схеме. Ниже приводим краткие комментарии к некоторым критериям.

КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ КРИТЕРИИ И ВИДЫ РОБОТОВ

Классификация промышленных роботов по степени участия человека

Автоматические

Эти устройства могут выполнять задачи с различной степенью автономности и требуют разного уровня вмешательства со стороны человека.



Интерактивные, которые в свою очередь делятся на два вида:

← **Коллаборативные** (коботы) – способные работать совместно с человеком. Отличаются компактностью и безопасностью. В основном применяются в автомобилестроении и производстве электроники.

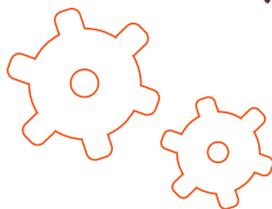


Управляемые оператором. Роботы, управляемые оператором, представляют собой устройства, которые требуют непосредственного контроля со стороны человека для выполнения своих задач. Эти роботы могут быть использованы в различных сферах, где необходима высокая степень точности и контроля.

Классификация промышленных роботов по кинематической структуре и системе координат руки манипулятора

Прямоугольная (декартова)

система координат: роботы, использующие прямоугольную (декартову) систему координат, являются основой для многих современных автоматизированных систем. Эта система координат позволяет точно определять положение и ориентацию робота в трехмерном пространстве, что критически важно для выполнения различных задач, таких как манипуляция с объектами, навигация и взаимодействие с окружающей средой.



← Сферическая система координат:

роботы, использующие сферическую систему координат, демонстрируют интересный подход к управлению движением и манипуляцией в трехмерном пространстве. Сферическая система координат описывает положение объекта с помощью трех параметров: радиуса (r), угла азимута (θ)

и угла наклона (ϕ). Это позволяет более естественно моделировать движения, которые имеют радиальную симметрию, такие как вращение или перемещение по окружности.

Цилиндрическая система координат:

роботы, использующие цилиндрическую систему координат, демонстрируют уникальный подход к управлению движением и манипуляцией в трехмерном пространстве. Цилиндрическая система координат описывает положение объекта с помощью трех параметров: радиуса (r), угла (θ) и высоты (z). Эта система координат особенно полезна для задач, связанных с симметрией вокруг оси, таких как перемещение по круговым траекториям.



← Дельта-роботы

– вид параллельного робота. Состоят из трех рычагов, прикрепленных посредством карданных шарниров к основанию. Ключевой особенностью является использование параллелограммов в конструкции манипулятора, что позволяет сохранять пространственную ориентацию исполнительного устройства робота. Дельта-роботы особенно популярны на линиях упаковки, они достаточно быстры, некоторые осуществляют до 300 захватов в минуту.



Роботы с избирательной податливостью руки:
SCARA-роботы

(от англ. Selective Compliance Articulated Robot Arm) — это кинематические роботы, основанные на рычажной системе, обеспечивающей перемещение конечного звена в плоскости за счет вращательного привода рычагов механизма. Классический SCARA-механизм состоит из двух рычагов, соединенных в одной точке, и двух независимых приводов, один из которых установлен в сочленении двух рычагов и вращает их друг относительно друга, а второй установлен в основании первого рычага и вращает его относительно рабочей плоскости. Частным случаем механизма SCARA является пятирычажный механизм SCARA, в котором для перемещения конечной точки используются 4 рычага и 2 вращающихся привода в основании с несовпадающими осями.



Шарнирные роботы — это общее название роботов-манипуляторов, состоящих из нескольких звеньев, на конце последнего звена которых закрепляется рабочий орган. Шарнирные роботы состоят из вращательных кинематических пар и имеют в среднем от 3 до 6 управляемых осей.



Эффектор может подходить для таких видов работ как:

- / пайка и сварка;
- / погрузка/сортировка;
- / сборка/разборка;
- / очистка/покраска/дозирование;
- / резка/обработка;
- / фрезерование/шлифование.



С захватом

Роботы с универсальным захватом — это автоматизированные системы, которые используют захватные устройства, способные адаптироваться к различным формам и размерам объектов. Эти роботы предназначены для выполнения задач, связанных с перемещением, манипуляцией и обработкой предметов, которые могут варьироваться по своим характеристикам. Универсальные захватные устройства могут быть механическими, пневматическими или электрическими и обеспечивают возможность захвата и удержания объектов с различными геометрическими формами и из различных материалов. Они часто используют технологии, такие как сенсоры и адаптивные механизмы, чтобы эффективно взаимодействовать с окружающей средой.



Роботы с двухпальцевым захватом — это автоматизированные системы, которые используют захватные устройства, состоящие из двух пальцев, предназначенные для манипуляции с различными объектами. Эти роботы часто применяются в производственных и сборочных процессах, где требуется точное и аккуратное захватывание предметов. Двухпальцевые захваты могут быть механическими или пневматическими и обеспечивают надежное удержание объектов благодаря своей конструкции, которая позволяет захватывать предметы с двух сторон. Это делает их особенно эффективными для работы с мелкими и средними деталями, а также для выполнения задач, требующих высокой точности.

Роботы с вилочным захватом — это автоматизированные системы, которые используют захватные устройства в форме вилок, предназначенные для перемещения и манипуляции с предметами, такими как коробки, паллеты и другие грузы. Эти роботы часто применяются в логистике, складировании и производственных процессах, где требуется подъем и перемещение тяжелых или громоздких объектов. Вилочные захваты могут быть механическими или пневматическими и обеспечивают надежное удержание объектов благодаря своей конструкции, которая позволяет захватывать предметы с двух сторон. Это делает их особенно эффективными для работы с паллетами и другими крупногабаритными грузами.



Классификация промышленных роботов по типу рабочего инструмента (эффектора)

Со специализированным рабочим инструментом

Роботы со специализированным эффектором — это автоматизированные системы, которые используют уникальные инструменты или устройства (эффекторы) для выполнения конкретных задач. Эти эффекторы могут быть адаптированы для выполнения различных функций, таких как резка, сварка, сборка и другие операции, в зависимости от требований конкретного применения.

Специализированные эффекторы могут быть механическими, пневматическими, гидравлическими или электрическими и предназначены для выполнения определенных действий, которые требуют высокой точности и эффективности. Например, захватные устройства могут быть разработаны для работы с хрупкими предметами, в то время как резак могут быть настроены для обработки различных материалов.

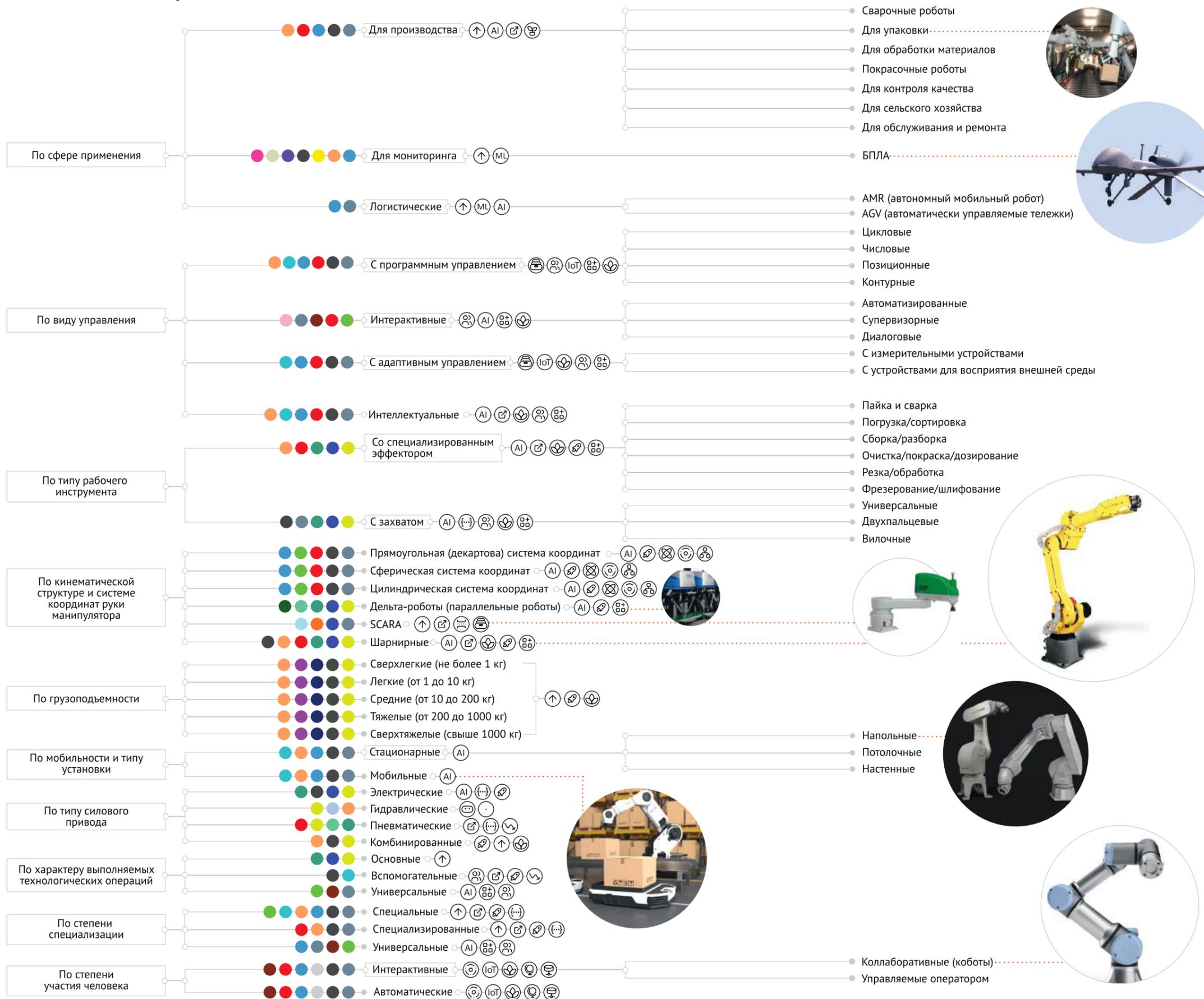
Промышленные роботы играют ключевую роль в современной индустрии, обеспечивая высокую производительность, точность и надежность в выполнении разнообразных задач. Они успешно справляются с операциями, которые ранее считались исключительно прерогативой человека, будь то сборка, сварка, покраска или упаковка. Благодаря своей гибкости и программируемости, промышленные роботы адаптируются к изменениям в производственных процессах, что делает их незаменимым инструментом в условиях глобализированной экономики.

Однако, наряду с преимуществами, существуют и вызовы, связанные с внедрением и эксплуатацией промышленных роботов. Среди них — высокие начальные затраты, сложность настройки и обслуживания, а также необходимость переквалификации кадров для работы с новыми технологиями. Тем не менее, положительные эффекты от использования роботов, такие как повышение производительности, снижение затрат и улучшение качества продукции, перевешивают эти трудности.

Современные технологии, такие как искусственный интеллект, машинное зрение, продолжают трансформировать индустрию робототехники, открывая новые горизонты для автоматизации и оптимизации производства. Роботы становятся все более автономными и самообучающимися, что обещает дальнейшее улучшение их возможностей и расширение сфер применения.

В целом, промышленные роботы — это мощный инструмент для модернизации и повышения конкурентоспособности предприятий, что делает их важным элементом в умных и высокоэффективных производствах будущего.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ



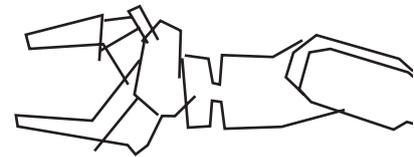
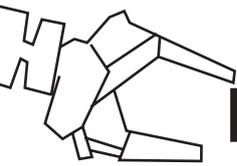
Как читать схему

Отрасли применения

- Автомобилестроение
- Автономные транспортные системы
- Аэрокосмическая промышленность
- Безопасность
- Военная промышленность
- Геодезия и картография
- Кибербезопасность
- Конвейерные системы
- Логистика и складирование
- Медицина
- металлообработка
- Металлургия
- Мониторинг окружающей среды
- Наука
- Образование
- Обслуживание и ремонт
- Обучение и симуляция
- Охрана объектов
- Пищевая промышленность
- Производство
- Развлекательная индустрия
- Сельское хозяйство
- Сервисные услуги
- Строительство
- Сфера 3D-печати
- Упаковочная промышленность
- Электроника
- Энергетика

Будущее

- ⬆ Увеличение автоматизации и интеграций
- ⊞ Улучшенное сотрудничество с людьми
- ⊞ Интеграция с новыми технологиями
- ⊞ Развитие технологий
- ⊞ Снижение затрат
- AI Интеграция с ИИ
- ⊞ Расширение применения
- ⊞ Увеличение гибкости
- ⊞ Устойчивое производство
- ⊞ Повышение автономности
- IoT Интеграция с IoT
- ⊞ Глобальное распространение
- ⊞ Работа с большими данными
- ⊞ Экологические исследования
- ⊞ Персонализация объектов
- ⊞ Разработка новых материалов
- ⊞ Многофункциональность
- ⊞ Гибкость в производственных процессах
- ⊞ Усовершенствование алгоритмов
- ⊞ Сотрудничество с роботами
- ⊞ Миниатюризация
- ML Машинное обучение
- ⊞ Персонализация услуг



ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

До появления промышленных роботов роботизация существовала только на уровне механических устройств, которые имитировали простые действия человека. Первые автоматизированные машины, такие как ткацкий станок XIX века, ускоряли выполнение повторяющихся процессов, но оставались довольно примитивными. С началом индустриализации вырос интерес к более совершенным автоматам, которые могли бы выполнять сложные операции с высокой точностью и скоростью.

История промышленных роботов началась в 1961 году с установки робота Unimate на заводе General Motors. Unimate представляет собой манипулятор, выполняющий одну простую операцию – извлечение деталей из литейной машины.

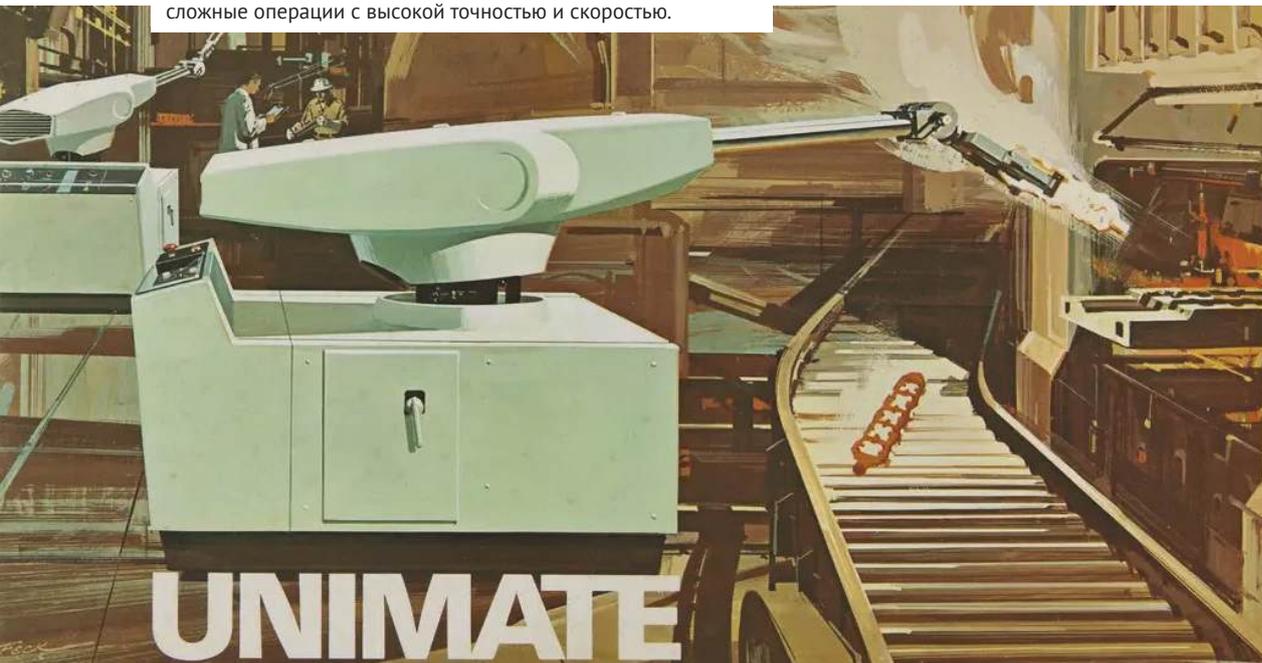


Рисунок из рекламного проспекта, показывающий робот Unimate в работе



Всего за шесть десятилетий индустрия промышленных роботов достигла высот, которые до этого было сложно представить. Сегодня роботы могут принимать самостоятельные решения, способны адаптироваться к окружающим условиям и поддерживать взаимодействие с людьми. Процесс развития робототехники можно разделить на несколько этапов, каждый из которых имеет свои особенности. Хотя такое разделение является условным и может варьироваться в зависимости от расставленных акцентов, этот подход позволит получить представление о том, как появление новых технологий влияло на функциональность и производительность промышленных роботов с течением времени.

Давайте рассмотрим эволюцию промышленных роботов от первых примитивных до передовых технологий, формирующих настоящее и будущее промышленного производства.

1

ПЕРВОЕ ПОКОЛЕНИЕ (1950-1970 ГГ.)

Известно, что наиболее экономически развитые страны стремятся к роботизации производств. Очевидно, основная цель этого – повысить экономическую эффективность, сохранив экономическое и технологическое превосходство. Опыт и предпочтения этих стран, таким образом, можно использовать в качестве ориентира, к которому нужно стремиться.

Характерные особенности роботов первого поколения:

- отсутствие информации об окружающей среде;
- примитивные алгоритмы управления.

Эти роботы не имеют датчиков и не получают обратную связь от окружающей среды, поэтому их относят к **системам с разомкнутым контуром**. Такие системы требуют постоянного контроля со стороны персонала, так как не могут адаптироваться к изменениям условий окружающей среды. Например, для надежного захвата детали роботом, ее нужно строго определенным образом размещать в **накопителе**.

Системы с разомкнутым контуром или с открытой петлей (англ. open-loop systems) не используют обратную связь для регулирования выходного сигнала, в отличие от систем с замкнутым контуром или с закрытой петлей (англ. closed-loop systems), которые постоянно контролируют сигнал на выходе и корректируют его отклонения. Системы с замкнутым контуром обеспечивают более высокую точность и стабильность, так как могут компенсировать помехи и изменения в процессе производства. Однако системы с разомкнутым контуром проще и дешевле, что делает их подходящими для приложений с менее строгими требованиями к точности и стабильности.

Накопитель деталей в промышленной робототехнике – это устройство или система для временного хранения заготовок, деталей или компонентов, используемых в производственных процессах. Накопители обеспечивают подачу деталей в определенном порядке или в требуемом количестве, оптимизируя взаимодействие робота с другими элементами производственной линии.

Из-за того, что роботы первого поколения не получают информацию об окружении и не способны определить присутствие человека в рабочей зоне, они могут представлять серьезную опасность для жизни и здоровья персонала, что подразумевает применение более строгих требований техники безопасности (наличие защитного ограждения, устройств аварийного отключения и т.п.) по сравнению с современными устройствами, способными работать рядом с человеком.

Такие роботы используются на производстве для выполнения однотипных задач с заданной скоростью и точностью (захвата, перемещения, сварки). Несмотря на почтенный возраст, некоторые образцы первых промышленных роботов функционируют до сих пор, преодолев порог в 100 тысяч часов рабочего времени.



Unimate, первый серийный промышленный робот (1961). Работавший образец был показан на выставке Automate 2023

2 ВТОРОЕ ПОКОЛЕНИЕ (1970-1980 ГГ.).

Второе поколение представляют роботы, оснащенные датчиками, – сенсорные роботы. Датчики позволяют собирать информацию о состоянии окружающей среды и работать по более гибкой программе по сравнению с роботами первого поколения, а также выбирать оптимальный алгоритм в зависимости от изменяющихся условий производства. Наличие датчиков позволяет относить такие роботы к системам с замкнутым контуром (роботы могут контролировать и верифицировать результаты своей работы).

Важным этапом в развитии робототехники в этот период стало появление **программируемых логических контроллеров (ПЛК, от англ. programmable logic controller, PLC)**.

ПЛК представляют собой промышленные цифровые компьютеры, работающие в режиме реального времени и адаптированные для управления производственными процессами, которые требуют высокой надёжности выполнения. ПЛК быстро стали основным инструментом для контроля технологических систем и остаются таковыми до сих пор.

Характерные особенности роботов второго поколения:

- значительная осведомленность об окружающей среде;
- наличие продвинутых сенсорных систем, например, датчиков крутящего момента, тактильных датчиков;
- возможность обучения робота путем демонстрации необходимых движений или действий пользователем.

В этот период также начали внедрять электрический привод для шарниров – до этого привод был преимущественно гидравлическим или пневматическим. Использование электродвигателей обеспечивает более точное управление, меньшее потребление энергии и более простое техническое обслуживание. Электроприводы работают тише, состоят из меньшего числа компонентов и, в отличие от гидравлических и пневматических приводов, не подвержены утечкам масла или воздуха, что делает их более экологичными и безопасными в эксплуатации.

Роботы второго поколения уже можно объединять в простые сети и синхронизировать их работу друг с другом, что существенно снижает необходимость в постоянном контроле со стороны человека.

В настоящее время роботы второго поколения используются на автомобильных заводах для сварки, покраски, перемещения и сборки узлов на конвейерах.



Stanford Arm – первый прототип промышленного робота с электроприводом осей

3 ТРЕТЬЕ ПОКОЛЕНИЕ (1980-2000 ГГ.).

Третье поколение роботов представляет собой передовые для своего времени роботизированные системы, с начала 1980-х годов по-настоящему давшие старт эре промышленной автоматизации. Компании по всему миру стали активно вкладываться в роботизацию основных задач на сборочных линиях, что привело к росту продаж новых роботов на 80% по сравнению с роботами предыдущих поколений. Роботы стали еще более широко использоваться на производстве для выполнения разнообразных операций, таких как покраска, пайка, сварка, перемещение и сборка.

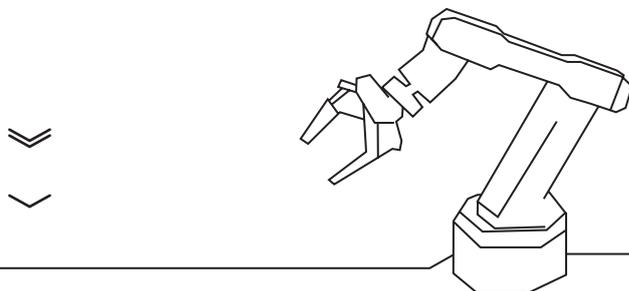
Характерные особенности роботов третьего поколения:

- наличие у каждого робота собственного компьютера (контроллера) для управления движениями и операциями;
- возможность программирования на выполнение различных задач, что делает системы гибкими к изменяющимся условиям производства;
- наличие элементов машинного зрения.

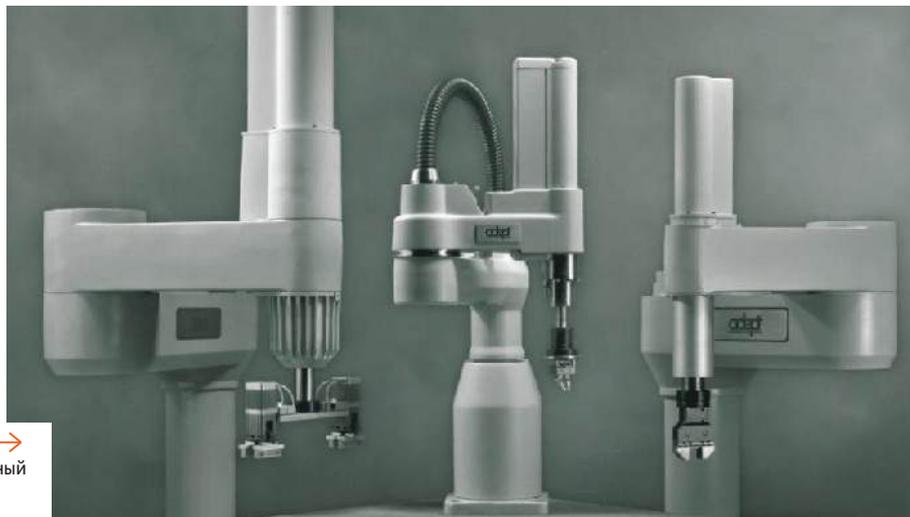
В это время появились ключевые инновации, способствовавшие дальнейшему развитию робототехники: протоколы обмена данными, такие как промышленный Ethernet и CAN (сеть контроллеров, от англ. Controller Area Network), а также первые алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта (ИИ). Программируемые логические контроллеры (ПЛК) становятся стандартным инструментом для управления автоматизированными процессами. В это время разрабатываются специализированные языки программирования для роботов, такие как VAL, Karel и Rapid.

Появляется новая кинематическая структура – SCARA (от англ. Selective Compliance Articulated Robot Arm – рука сборочного робота с избирательной податливостью). Роботы SCARA имеют две или три параллельные вращательные оси для перемещения в горизонтальной плоскости и одну линейную ось для вертикального движения. Роботы SCARA, отличающиеся высокой скоростью и точностью, зарекомендовали себя на производственных линиях, особенно в сборке электроники.

Еще одним значимым усовершенствованием стало внедрение прямого электропривода для шарниров, что позволило обеспечить высокую скорость и точность работы благодаря устранению промежуточных передач между двигателем и рабочим органом.



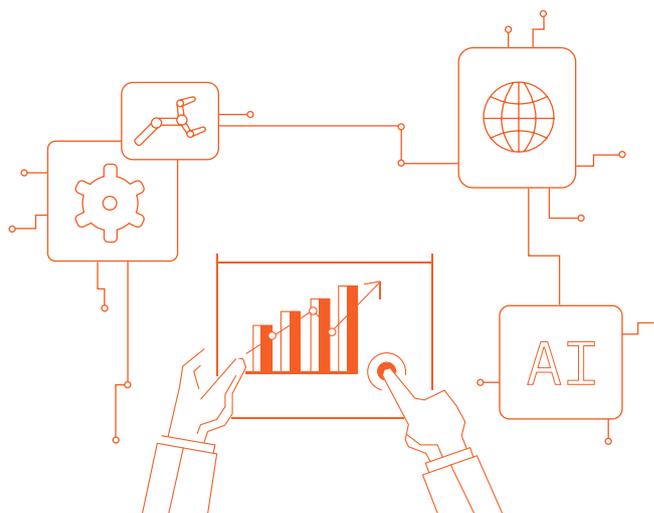
Роботы третьего поколения отличаются широким применением разнообразных датчиков, включая камеры для машинного зрения и распознавания образов. Они могут быть перепрограммированы для выполнения разнообразных задач, которые могут осуществляться без прямого контроля человеком. Кроме того, благодаря развитию промышленных протоколов связи, этих роботов можно объединять в сети, что позволяет легко вносить изменения в их программу, синхронизировать работу нескольких устройств и контролировать производственные процессы в зависимости от изменений условий окружающей среды. Эти системы знаменуют собой начало эры интеллектуальных роботов, способных адаптироваться к производственным требованиям.



→ AdeptOne – первый серийный промышленный SCARA-робот с прямым приводом

4 ЧЕТВЕРТОЕ ПОКОЛЕНИЕ (2000–2017 ГГ.).

Четвертое поколение промышленных роботов ознаменовалось появлением интеллектуальных систем с расширенными вычислительными возможностями. Такие системы позволяют роботам обрабатывать данные, принимать самостоятельные решения, обучаться и обучать другие роботы. Роботы начинают полноценно работать вместе с человеком в одной рабочей зоне. Это время стало периодом активной интеграции искусственного интеллекта и продвинутых сенсорных технологий в робототехнику.



Характерные особенности роботов четвертого поколения:

- первые попытки интеграции систем искусственного интеллекта в робототехнику;
- применение высокотехнологичных датчиков для сбора данных. Примером таких датчиков могут служить лидары, которые с помощью лазерных импульсов создают 3D-карту окружающей среды, «видят» объекты, измеряют расстояния до них и фиксируют их размеры и скорость;
- появление коллаборативных роботов (коботов) – роботов, способных работать рядом с человеком, не требуя специальных ограждений. Примером одного из первых промышленных коботов является 7-осевой робот YuMi от компании ABB, оснащенный высокочувствительными датчиками, распознающими легкие касания для быстрой остановки в случае потенциально опасного контакта и предотвращения травм.

В этот период разработаны новые программные продукты и среды для роботов, такие как операционная система ROS (англ. Robot Operating System) и симуляторы поведения, например, Player Project и Gazebo, упрощающие моделирование и разработку новых алгоритмов.

Значительная демократизация робототехники в это время была возможна благодаря развитию 3D-печати, компактных однокристальных систем (англ. System-on-Chip, SoC) и доступных одноплатных компьютеров (англ. Single Board Computer, SBC), таких как Raspberry Pi. Появляется значительное количество программного обеспечения для робототехники с открытым исходным кодом, что стимулирует развитие образовательных программ. Становятся популярными международные соревнования роботов с существенными призовыми фондами.



↑ Робот YuMi – один из первых промышленных роботов

5

ПЯТОЕ ПОКОЛЕНИЕ (2017 Г. – НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ) ▼

Промышленные роботы пятого поколения нередко оснащаются или могут быть оснащены системами искусственного интеллекта, что отражает ключевую тенденцию в их развитии. Это позволяет роботам более тесно взаимодействовать с человеком и окружающей средой, а также выполнять широкий спектр недоступных ранее задач в самых разнообразных условиях.

Характерные особенности роботов пятого поколения:

- более тесное взаимодействие человека и робота в едином пространстве для решения производственных задач по сравнению с роботами предыдущего поколения. Они оснащены улучшенными системами сенсоров, более сложными алгоритмами ИИ и расширенными функциями обеспечения безопасности, что позволяет повысить эффективность и гибкость совместной работы;
- реконфигурируемые роботы, способные адаптировать свою структуру или рабочие инструменты в зависимости от задачи и среды (например, автоматически менять манипуляторы с помощью специализированных систем), становятся все более гибкими и адаптивными. Это позволяет эффективно перенастраивать их для выполнения различных производственных задач, хотя такая функциональность пока чаще встречается в специализированных или экспериментальных решениях, чем в массовом применении;
- модульные компоненты, которые можно менять, добавлять или удалять для адаптации робота под конкретные задачи. Например, мобильные роботы могут оснащаться самыми разными устройствами хранения материалов и инструментов. Также модульность реализуется в объединении стационарных и мобильных роботов, когда на движущуюся роботизированную платформу могут устанавливаться самые разные типы оборудования и инструментов, включая коботы и манипуляторы. Такие гибриды могут использоваться для выполнения основных технологических операций и вспомогательных работ.



↑ Гибридные конфигурации мобильного робота и кобота

Роботы пятого поколения становятся ключевыми элементами «умных фабрик», внедряясь в производственные процессы для повышения их автоматизации и гибкости. «Умные фабрики» (англ. Smart Factories) — это производственные системы, в которых применяются **промышленный интернет вещей (англ. Industrial Internet of Things, IIoT)**, искусственный интеллект, большие данные, широко используются мобильные роботы. Оборудование и системы в умных фабриках связаны в единую сеть, что позволяет собирать и анализировать данные в реальном времени для автоматизации и повышения точности процессов.

Промышленный интернет вещей (IIoT) — это сеть подключенных устройств и сенсоров, которые собирают и анализируют данные на производственных предприятиях. Эта технология позволяет в режиме реального времени следить за процессами, оптимизировать их и повышать эффективность. Ключевые направления использования включают **предиктивное обслуживание**, контроль качества и удаленное управление, что делает IIoT важным элементом цифровой трансформации в промышленности.

Предиктивное обслуживание — это метод технического обслуживания, при котором используется анализ данных с датчиков, IoT-устройств и других источников для прогнозирования возможных поломок оборудования до их возникновения. Цель предиктивного обслуживания — минимизировать простой, снизить расходы на ремонт и продлить срок службы оборудования за счет своевременного выполнения необходимых мероприятий.

Набирают популярность и концепции «умного роя» или «флота роботов», где несколько роботов, не требуя постоянного участия оператора, могут принимать индивидуальные решения на основе данных от окружающей среды и информации от других роботов. При этом, используя алгоритмы коллективного поведения, они разрабатывают совместную стратегию для выполнения общей задачи.

Развивается подход, получивший название «матричное производство», при котором в гибкой сетевой структуре соединены рабочие станции и модули (ячейки). Такие модули по сути могут рассматриваться как специфические участки производства, на которых выполняются определенные задачи. При этом они могут быть быстро перенастроены под выполнение иных задач в зависимости от потребностей предприятия. Это позволяет производить широкий ассортимент продукции в рамках одной системы.

Другая важная технология, используемая на роботизированных предприятиях, — цифровые двойники. Они применяются для создания цифровых моделей роботов, отдельных систем и даже всего роботизированного предприятия, симулируя их функционирование в различных условиях. При этом между цифровой моделью

и реальным объектом может быть двусторонняя связь: цифровая модель обновляется на основе данных, получаемых с датчиков, а показатели реальной системы корректируются в соответствии с оптимальными значениями, рассчитанными на основе цифровой модели. Однако на практике в настоящее время чаще встречаются системы с односторонней связью или вообще без такой связи.

Использование цифровых двойников позволяет оптимизировать различные этапы производственного процесса, планировать техническое обслуживание и повышать точность выполнения задач. Например, с их помощью можно моделировать траектории движения манипуляторов или прогнозировать износ компонентов оборудования. Такие возможности значительно сокращают временные и финансовые затраты на внедрение и эксплуатацию робототехнических систем, делая их более эффективными и надежными.

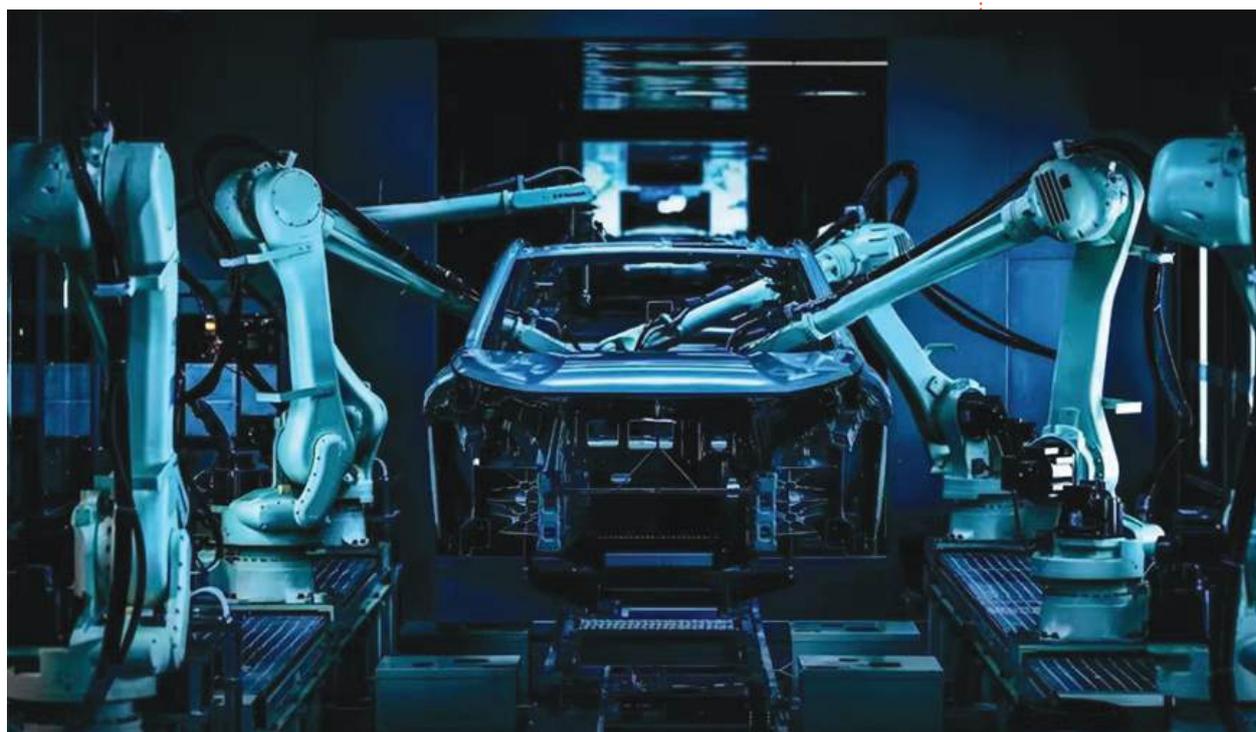
Эти и другие современные технологии позволяют создавать автономные, самообучающиеся системы, которые делают производственные процессы более гибкими и автоматизированными.

Промышленные роботы претерпели значительную трансформацию: от первых простых манипуляторов до современных интеллектуальных систем. С момента появления первого робота Unimate в 1961 году робототехника прошла путь от жестко запрограммированных устройств, ограниченных в возможностях, до сложных интеллектуальных систем, способных адаптироваться к изменяющимся условиям и взаимодействовать с человеком. Каждое поколение роботов добавляло новые возможности — от сенсорных технологий и обратной связи до высокоточных систем управления, ИИ и возможности кооперации с другими устройствами.

Современные роботы обладают такими уникальными характеристиками, как способность к самообучению и адаптивности, что делает их отличным вариантом для сложных и опасных операций. Появление «умных фабрик», внедрение технологий 5G и промышленного интернета вещей, а также использование коллаборативных и модульных роботов все чаще становятся характерными чертами современного производства. Такое положение вещей позволяет предположить, что будущее промышленности также будет тесно связано с роботами.

АВТОКОНЦЕРН CHANGAN И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ HUAWEI ЗАПУСТИЛИ КРУПНЕЙШИЙ «ЦИФРОВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АВТОЗАВОД»

Предприятие располагается в китайском городе Чунцин и занимает площадь 410 тысяч квадратных метров. Завод оснащен более чем 1400 роботами, 650 автономными транспортными средствами (AGV) и свыше 200 автоматизированными рабочими станциями. Это оборудование позволяет эффективно управлять производственными процессами и обеспечивает высокую степень автоматизации. На заводе уже налажен выпуск моделей Avatr 07, Deeral S05 и Changan Qiyuan E07. Основной особенностью завода является его гибкая система производства, которая позволяет клиентам настраивать параметры своих автомобилей, включая модель, цвет и дополнительные опции.



СЕРГЕЙ ДАЛЛАДА



Наши партнеры — практически все отечественные производители роботов, компании-интеграторы, ведущие вузы и научно-исследовательские институты страны, ассоциации и консорциумы робототехники



Компания: Университет Иннополис
Дата основания: 2012 год

Даллада Сергей
Директор центра развития промышленной робототехники

ЦРР :
Расскажите, пожалуйста, как и по чьей инициативе был создан центр развития промышленной робототехники. Какая основная миссия центра?

С . Д . :
 Центр создан по инициативе Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, в рамках исполнения поручения Председателя правительства Российской Федерации М.В. Мишустина. Миссия центра – повышение производительности труда на промышленных предприятиях, а именно: повышение плотности роботизации в промышленности России.

ЦРР :
Расскажите, как связаны центр развития промышленной робототехники и центр компетенций НТИ по направлению «Технологии компонентов робототехники и мехатроники»

С . Д . :
 Университет Иннополис был выбран оператором субсидии именно из-за опыта, полученного в ходе реализации проекта НТИ. Созданный большой задел позволяет нам подходить к задаче не с нуля, а на основе полученного опыта.

ЦРР :
Расскажите про основные направления деятельности центра. Какие из них являются приоритетными?

С . Д . :
 Мы выбрали несколько направлений деятельности – прежде всего, разработка технологических решений в области роботизированной сварки, наплавки и неразрушающего контроля, в продолжение задела НТИ. Во-вторых, технико-технологический аудит промышленных предприятий с целью выявления потенциала роботизации. И в-третьих, конечно, направление образования, просвещения и популяризации.

ЦРР :
Расскажите об услугах центра.

С . Д . :
 Центр ориентирован на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы: разрабатываем и реализуем сложные технические решения, в том числе с использованием технологий машинного зрения и искусственного интеллекта. Также с нового года начнет оказывать услуги центр коллективного пользования, в котором размещено современное оборудование, позволяющее создавать прототипы, обрабатывать технические решения, проводить высокоточные измерения, выпускать мелкосерийные или штучные изделия.

Услуги технико-технологического аудита позволяют промышленным предприятиям не только оценить эффекты роботизации и получить дорожную карту и технико-коммерческие предложения, но и провести оценку экономической эффективности роботизации и получить предложения по применению мер государственной поддержки.

В рамках образовательных услуг Университет предлагает курсы повышения квалификации и переквалификации, услуги аудита компетенций сотрудников предприятий, магистерские программы высшего образования по направлению робототехники.

Кроме того, в телеграм-канале и в группе ВКонтакте мы постоянно публикуем интересные материалы, статьи и интервью с участниками рынка робототехники, проводим мероприятия для представителей промышленности, робототехников, студентов и школьников.





ЦРР:
На сайте центра представлена информация об обучающих курсах. Какие образовательные планы у центра развития промышленной робототехники в будущем?

С.Д.:
 Безусловно, это продолжение реализации текущих и запуск новых программ. Но наша деятельность не ограничивается только обучением. Каждые 2-3 месяца мы будем проводить визионерские лекции, на которых собираемся:

- освещать основные вопросы роботизации;
- участвовать в выставках и форумах;
- организовывать мастер-классы;
- готовить материалы для образовательных учреждений и продвигать промышленную робототехнику в массы.



Основные усилия направлены на разработку уникального решения по металлической наплавке — по восстановлению изделий — и по направлению неразрушающего контроля: создание комплексного решения, роботизированной ультразвуковой установки для выявления дефектов в материалах, в первую очередь, в металлах



ЦРР:
Какие новые технические решения в области робототехники, разработанные в центре, Вы могли бы отметить? В чем уникальность этих разработок?

С.Д.:
 Сейчас мы только начинаем работу и основные усилия направлены на разработку уникального решения по металлической наплавке — по восстановлению изделий — и по направлению неразрушающего контроля: создание комплексного решения, роботизированной ультразвуковой установки для выявления дефектов в материалах, в первую очередь, в металлах.



ЦРР:
Что Вы считаете самым важным достижением центра на данный момент?

С.Д.:
 Сейчас рано говорить о достижениях — мы провели колоссальную подготовительную и организационную работу, оснастили центр коллективного пользования; завершается конкурсный отбор получателя грантовой поддержки на создание центра-спутника; в работе по аудиту более десятка промышленных предприятий; проведены мероприятия по популяризации робототехники — их аудитория составила более 3 000 человек.



Сейчас время объединения — не время «тянуть одеяло на себя» и в одиночку решать поставленные страной задачи



ЦРР:
Какие компании являются основными партнерами центра на текущий момент? С какими компаниями планируется сотрудничество? Какие совместные проекты планируется реализовывать?

С.Д.:
 Мы открыты для сотрудничества со всеми компаниями, вузами, ссузами и институтами. Уже сейчас наши партнеры — практически все отечественные производители роботов, компании-интеграторы, ведущие вузы и научно-исследовательские институты страны, ассоциации и консорциумы робототехники. Направлений сотрудничества множество: перед всеми нами стоит очень важная, сложная и ответственная задача, мы должны консолидировать усилия. Сейчас время объединения — не время «тянуть одеяло на себя» и в одиночку решать поставленные страной задачи.



ЦРР:

Расскажите про краткосрочные и долгосрочные планы центра. В каких направлениях планируется расширять деятельность?

С. Д.:

Сейчас у нас две основные задачи: продолжать реализацию утвержденной программы центра и развивать сеть центров-спутников. В следующем году мы должны провести отбор еще одного центра развития промышленной робототехники.

ЦРР:

Как Вы оцениваете текущее состояние промышленной робототехники в России? Какие ключевые препятствия и возможности для компаний, производящих промышленных роботов, можете выделить?

С. Д.:

В то время как во всем мире, начиная с 2023 года, наблюдается спад внедрения робототехники, в России наблюдалась тенденция к росту внедрения, которая усилилась в 2024 году. Сложившаяся для России ситуация — как внешнеполитическая обстановка, так и внутреннее экономическое давление — позволяют сделать достаточно оптимистичные предположения относительно будущего робототехники и темпов ее внедрения в промышленность.

ЦРР:

В каких отраслях сейчас наблюдается наиболее активное внедрение робототехники? На Ваш взгляд, какие первые шаги должна сделать компания, чтобы начать внедрять роботов на производстве?

С. Д.:

Россия следует мировым трендам, основные отрасли внедрения РТК [робототехнических комплексов] — это металлообработка, пищевая промышленность, электроника, фармацевтика. Есть и некоторые региональные особенности: спрос на робототехнические решения со стороны топливно-энергетического комплекса.

Как и в любом другом бизнесе, компания должна определиться со своими компетенциями, понять, в каком направлении она готова создавать максимально эффективные решения с минимальными затратами. Предприятия понимают необходимость изменений, причем срочных, и готовы, мне кажется, к роботизации.



ЦРР:

Как центры развития робототехники могут помочь в развитии отрасли промышленной робототехники?

С. Д.:

Наша миссия — объединять участников рынка, консолидировать и мягко управлять усилиями всех сторон, просвещать и помогать предприятиям принимать решения о роботизации, помочь с государственной поддержкой. Направлять усилия и формировать спрос на кадры в отрасли, привлекать к этому процессу производителей и интеграторов роботов.

ЦРР:

Что Вы еще хотели бы рассказать о центре?

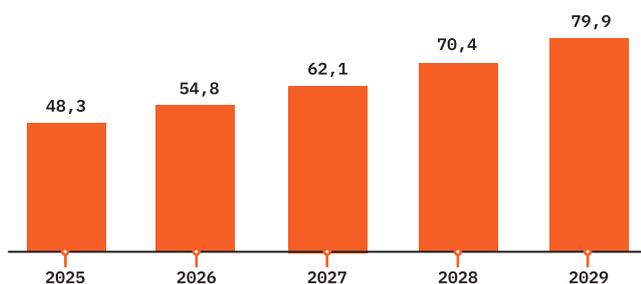
С. Д.:

Я бы хотел поздравить всех с наступающим Новым годом и пригласить следить за развитием центра и нашими мероприятиями в следующем году. Думаю, в 2025 году мы расскажем гораздо больше интересного и нового и о деятельности центра, и о промышленной робототехнике в целом.

РЫНОК ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

По данным аналитической компании Mordor Intelligence (Индия), объем мирового рынка промышленной робототехники в 2025 году может составить 48,3 млрд долларов и, как ожидается, достигнет объема 79,9 млрд долларов в 2029 году. Среднегодовой темп роста составит 13,4% в прогнозируемый период 2025-2029 гг.

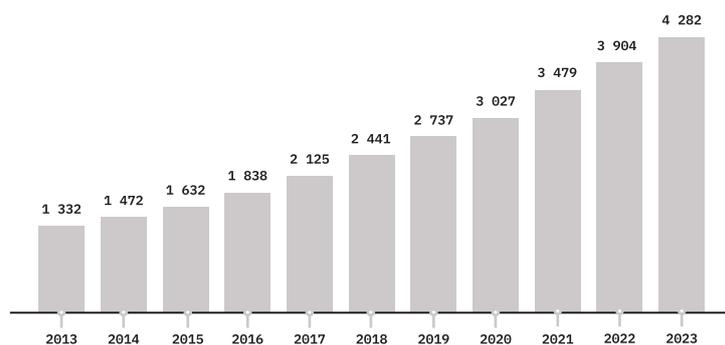
ПРОГНОЗИРУЕМЫЙ ОБЪЕМ РЫНКА ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В 2025-2029 ГГ., МЛРД ДОЛЛ.



Источник: Mordor Intelligence

В 2023 году на производстве по всему миру действовало рекордное количество роботов – 4 281 585 единиц. В среднем ежегодно в мире устанавливается 500 тысяч единиц промышленных роботов, что подтверждает устойчивую тенденцию к повышению уровня автоматизации и роботизации предприятий.

КОЛИЧЕСТВО ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ (МИР), 2013-2023 ГГ., ТЫСЯЧ ЕДИНИЦ



Источник: Международная федерация робототехники

Основные факторы, влияющие на рост рынка, включают расширение зоны применения роботов, снижение стоимости их производства, увеличение спроса на качественную продукцию, требующую строгого контроля в процессе производства, а также повышение внимания к безопасности труда. Кроме того, ожидается, что рынок получит дополнительный импульс благодаря общему технологическому прогрессу, росту производственных мощностей и растущему дефициту кадров на рынке труда.

ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ МИРОВОГО РЫНКА РОБОТОТЕХНИКИ В РАЗРЕЗЕ СЕГМЕНТОВ К 2028 ГОДУ

ПРОМЫШЛЕННАЯ
РОБОТОТЕХНИКА В МИРЕ

>33 млрд долл.
3,3 трлн руб.

СЕРВИСНАЯ
РОБОТОТЕХНИКА В МИРЕ

>42 млрд долл.
4,2 трлн руб.

ОБЩИЙ ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ
В РОБОТОТЕХНИКЕ В МИРЕ

>87 млрд долл.
8,7 трлн руб.

Источник: Консорциум робототехники

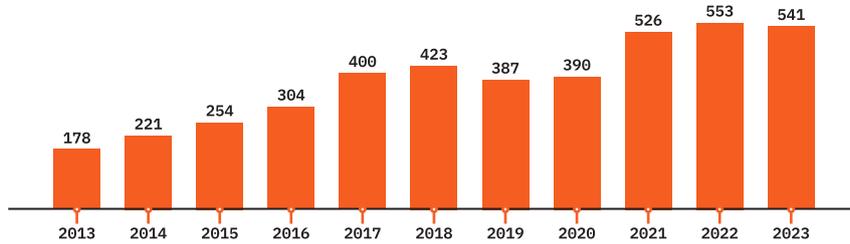
Общий технологический прогресс способствует развитию новых видов промышленных роботов, таких как:

- коллаборативные роботы (по оценкам Международной федерации робототехники, доля коллаборативных роботов в мире в 2025 году составит 34%);
- автономные мобильные роботы;
- промышленные роботы, оснащенные искусственным интеллектом;
- биомиметические роботы (роботы, способные имитировать движения животных или насекомых, что позволяет им эффективно перемещаться в сложных условиях);
- роботы для 3D-печати и другие.

По состоянию на 2024 год крупнейшими потребителями промышленных роботов остаются представители автомобильной промышленности и производители электроники.

По данным Mordor Intelligence, доля промышленных роботов в ближайшие пять лет будет уверенно расти в сфере производства пластмасс, продуктов питания и потребительских товаров, в кластере по производству полупроводников и электроники, а также в медицинской сфере и фармацевтике.

ЕЖЕГОДНОЕ КОЛИЧЕСТВО УСТАНОВЛЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ (МИР), ТЫС. ЕДИНИЦ, 2013–2023 ГГ.



←
Источник: Mordor Intelligence

ДОЛИ ОПЕРАЦИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННЫМИ РОБОТАМИ (МИР), 2024 Г.



Источник: Statista

Согласно данным аналитической платформы Statista (Германия) на 2024 год, наиболее популярными в мире являются промышленные роботы, которые выполняют работы по перемещению и укладке материалов, а также сварочные роботы.

Согласно отчету World Robotics 2024, представленному Международной федерацией робототехники, внедрение роботов на заводах по всему миру продолжается быстрыми темпами: в 2023 году глобальная средняя **плотность роботизации** достигла рекордной отметки в 162 единицы на 10 тысяч сотрудников. При этом, по данным международной федерации робототехники, в 2023 году по показателю средней плотности роботов лидирует Южная Корея (1 012 единиц роботов на 10 тысяч сотрудников). Далее следует Сингапур с показателем 770 роботов на 10 тысяч сотрудников. Китай занял третье место, обогнав Германию и Японию.

Плотность роботизации – величина, позволяющая оценить уровень роботизации. Рассчитывается как количество роботов на 10 тысяч сотрудников

Робототехника – привлекательная сфера для инвесторов. Согласно отчету глобальной венчурной компании F-Prime Capital, с 2019 года в мировую робототехническую отрасль было инвестировано 90 млрд долларов. Эта цифра составляет примерно 10% от общемирового объема инвестиций в технологии. Только в 2023 году инвесторы вложили 12,9 млрд долларов в робототехнические компании. По данным инвестиционной компании F-Prime Capital, есть три основные категории, приносящие прибыль инвесторам. Это автономные транспортные средства для дорог общего пользования, вспомогательные системы (аппаратные и программные компоненты, которые можно использовать для создания комплексных решений) и вертикальная робототехника (направление в области робототехники, которое фокусируется на разработке и применении роботов, работающих в вертикальной плоскости или в вертикальных системах). Вертикальная робототехника может применяться в различных отраслях промышленности, включая логистику, медицину, оборону и безопасность, производство, сельское хозяйство и строительство.



Региональная динамика рынка промышленной робототехники



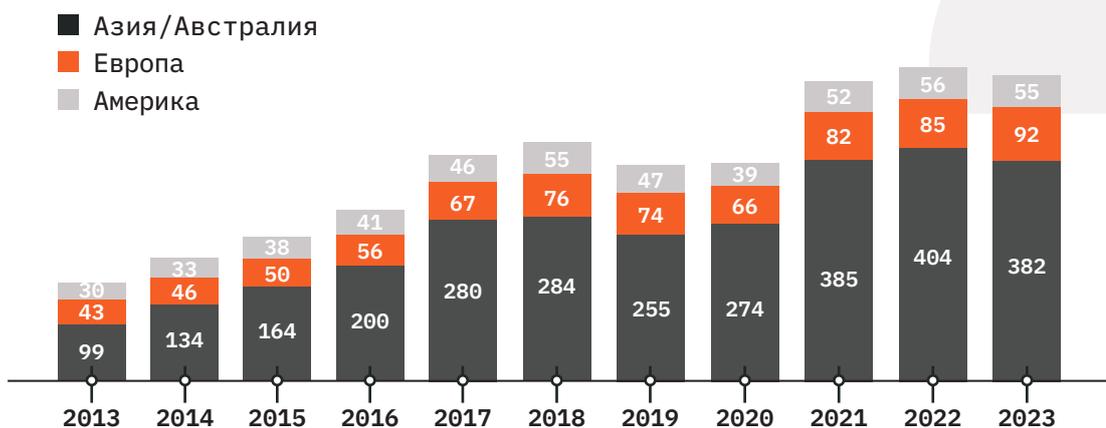
Китай продолжает оставаться ведущим рынком потребления промышленной робототехники. В 2023 году в Китае было установлено 276 288 промышленных роботов, что составляет 51% от всех мировых установок. Доля китайских производителей на внутреннем рынке заметно увеличилась, достигнув в 2023 году уровня в 47%, тогда как за последние десять лет она держалась на уровне 28%.

Япония удерживает позицию второго по величине рынка промышленных роботов в мире, уступая лишь Китаю. В 2023 году количество установленных промышленных роботов составило 46 106 единиц, что на 9% меньше по сравнению с предыдущим годом.

На протяжении последних десяти лет Азиатско-Тихоокеанский регион занимает лидирующие позиции по количеству установок промышленных роботов, составляя около 50% от общемировых показателей.



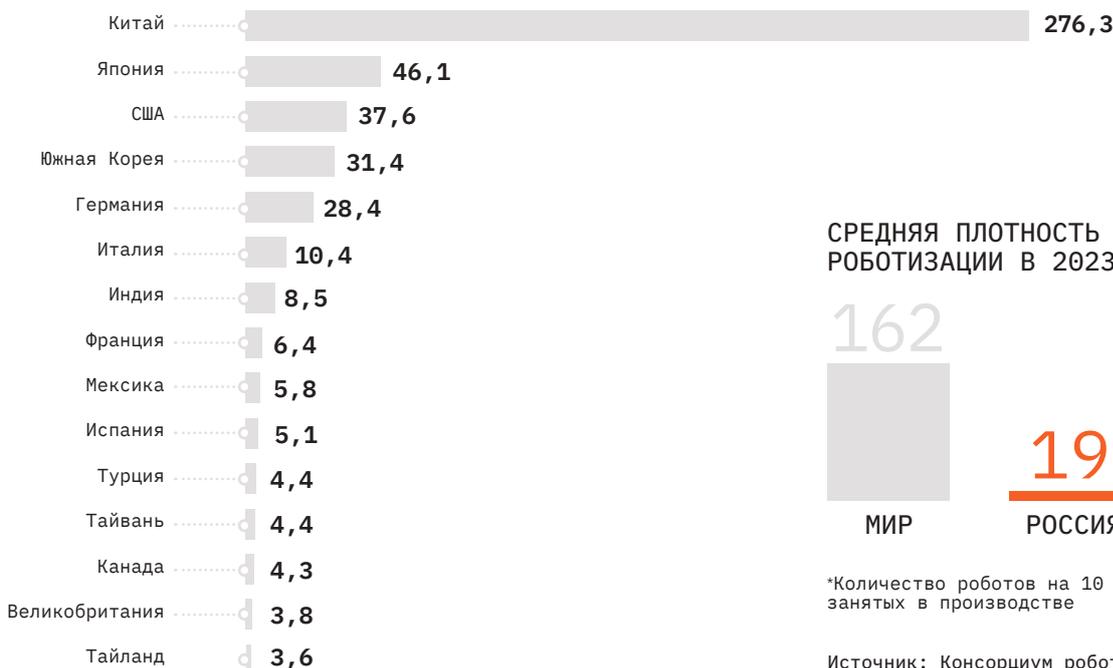
ЕЖЕГОДНОЕ КОЛИЧЕСТВО УСТАНОВЛЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ
В РАЗРЕЗЕ МАКРОРЕГИОНОВ, ТЫС. ЕДИНИЦ, 2013-2023 ГГ.



Источник: Консорциум робототехники

В 2023 году количество установленных промышленных роботов в Европе достигло нового рекорда, увеличившись на 9% и составив 92 393 единицы. Этот рост обусловлен несколькими факторами: завершением отложенных проектов, восполнением накопленного спроса и развитием тренда на «reshoring» – возвращению производства в Европу. В Северной и Южной Америке в 2023 году установки промышленных роботов достигли 55 389 единиц, что на 1% ниже рекордного уровня 2022 года для данного региона.

ТОП-15 СТРАН ПО КОЛИЧЕСТВУ УСТАНОВЛЕННЫХ
ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ, ТЫС. ЕДИНИЦ, 2023 Г.



СРЕДНЯЯ ПЛОТНОСТЬ
РОБОТИЗАЦИИ В 2023 Г.*



*Количество роботов на 10 тыс. занятых в производстве

Источник: Консорциум робототехники

Ведущие мировые производители промышленных роботов

Fanuc

Япония



Количество проданных роботов в 2023 году, тыс шт → 150

Выручка от деятельности в сфере робототехники, млрд долларов, 2023 → 2,54

Промышленные (в том числе коллаборативные) роботы, контроллеры, программное обеспечение, аксессуары для роботов, робототехнические обучающие системы, сервисные услуги автоматизации роботов

Omron

Япония



Количество проданных роботов в 2023 году, тыс шт → 50

Выручка от деятельности в сфере робототехники, млрд долларов, 2023 → 2,57

Стационарные роботы, автономные мобильные роботы, коллаборативные роботы

ABB

Швейцария, Швеция



Количество проданных роботов в 2023 году, тыс шт → 120

Выручка от деятельности в сфере робототехники, млрд долларов, 2023 → 3,64

Роботы (включая мобильных роботов), контроллеры, программное обеспечение и функциональные модули

Kawasaki

Япония



Количество проданных роботов в 2023 году, тыс шт → 45

Выручка от деятельности в сфере робототехники, млрд долларов, 2023 → 1,8

Промышленные (в том числе коллаборативные) роботы, образовательная робототехническая продукция

KUKA

Германия/Китай



Количество проданных роботов в 2023 году, тыс шт → 100

Выручка от деятельности в сфере робототехники, млрд долларов, 2023 → 1,2

Роботизированные системы, промышленные роботы, программное обеспечение, контроллеры, образовательная робототехническая продукция, автономные мобильные роботы

Staubli

Швейцария



Количество проданных роботов в 2023 году, тыс шт → 35

Выручка от деятельности в сфере робототехники, млрд долларов, 2023 → н/д

Промышленные (в том числе коллаборативные) роботы, автономные мобильные роботы, платформы AGV

Yaskawa

Япония



Количество проданных роботов в 2023 году, тыс шт → 80

Выручка от деятельности в сфере робототехники, млрд долларов, 2023 → 1,59

Промышленные роботы, контроллеры, программное обеспечение, периферийные устройства

Comau

Италия



Количество проданных роботов в 2023 году, тыс шт → 30

Выручка от деятельности в сфере робототехники, млрд долларов, 2023 → 0,12

Промышленные роботы, программное обеспечение, экзоскелеты

Mitsubishi Electric

Япония



Количество проданных роботов в 2023 году, тыс шт → 70

Выручка от деятельности в сфере робототехники, млрд долларов, 2023 → 11,81

Промышленные (в том числе коллаборативные) роботы, контроллеры, периферийные устройства, программное обеспечение

Universal Robots

Дания



Количество проданных роботов в 2023 году, тыс шт → 25

Выручка от деятельности в сфере робототехники, млрд долларов, 2023 → 0,3

Коллаборативные роботы, программное обеспечение

Рынок промышленной робототехники в России



Российский рынок промышленной робототехники в 2024 году продолжает демонстрировать уверенный рост, несмотря на внешние экономические вызовы и ограничения. По данным Statista, объем российского рынка в 2025 году может превысить 40 млн долларов, а к 2029 достигнуть 47,44 млн долларов (среднегодовой темп роста рынка в 2025–2029 гг. составит 3,88%). Количество установленных промышленных роботов в России по состоянию на 2024 год – 12,8 тысяч единиц, что составляет 0,2% мирового рынка.



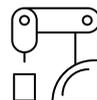
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОТРАСЛИ ДЛЯ РОБОТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ



СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО



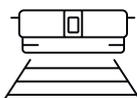
МЕДИЦИНА



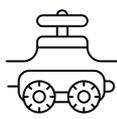
ОБРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



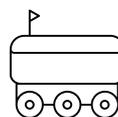
ТРАНСПОРТ



ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА



НЕФТЕГАЗОВАЯ ОТРАСЛЬ



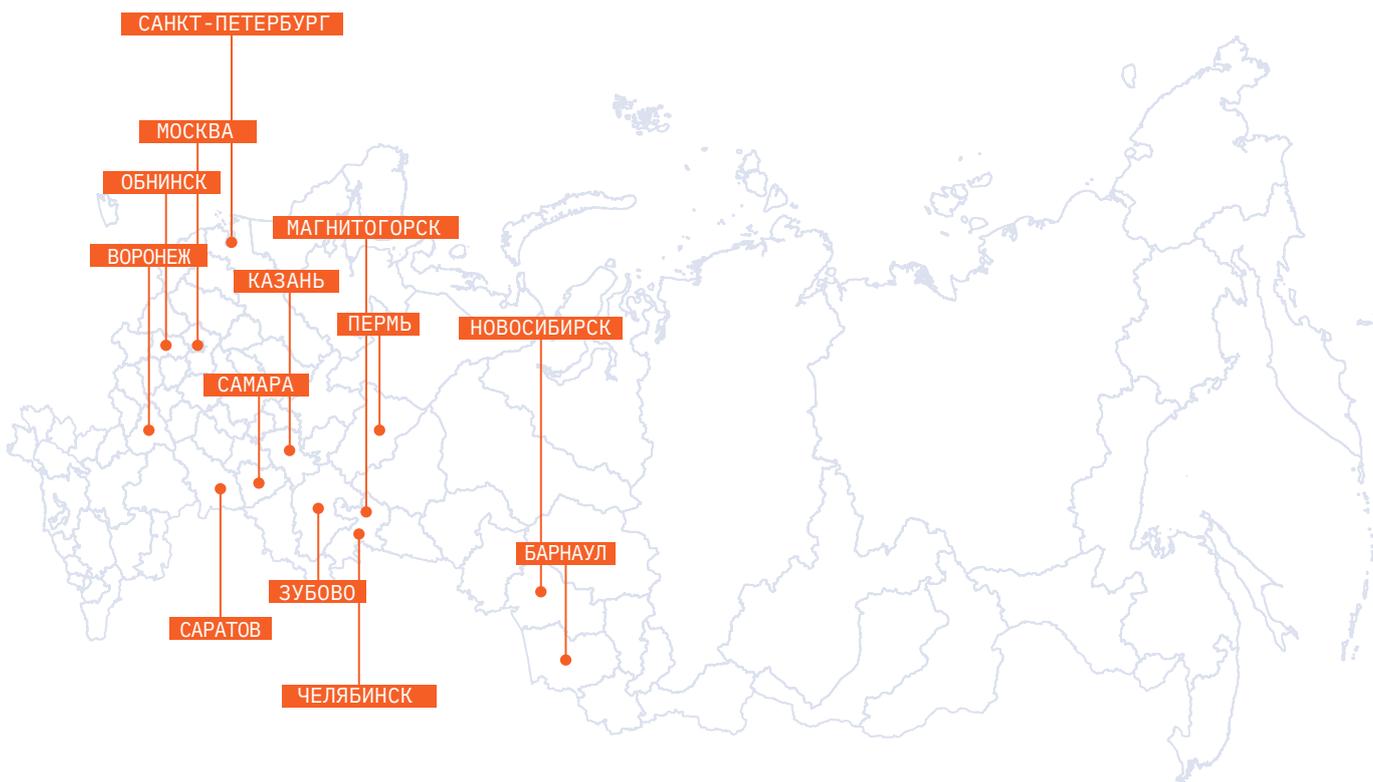
ЛОГИСТИКА



ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ

В России сфера робототехники представлена как минимум 73 компаниями, из которых 19 занимаются производством роботов, применяемых на промышленных предприятиях (из них 8 производят роботов-манипуляторов, в том числе коллаборативных роботов), 56 компаний предоставляют услуги по интеграции, а 5 компаний занимаются производством комплектующих для роботов. При этом показатель локализации производства (размещение производства компонентов для роботов на территории России) составляет 52–70%. Производство основных компонентов промышленных роботов – тела роботов, мотор-редукторов, контроллеров, ПО, смартпадов (пультов управления) – организовано в России, Беларуси и Китае. Например, российские компании ООО «РобоПро» и ООО «Промобот» при производстве роботов используют более 60% компонентов, произведенных на территории России.

ОСНОВНЫЕ РОССИЙСКИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ И ИНТЕГРАТОРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ



ПРОИЗВОДИТЕЛИ →



промышленные роботы и ПО



сервисная робототехника



Внедрение готовых решений



000 «Роботех»

ПЕРМЬ



АО «Эйдос Робототехника»

КАЗАНЬ



000 «Промобот»

ПЕРМЬ



000 «РобоПро»

МОСКВА



ГК «АвангардПЛАСТ»

НОВОСИБИРСК



АО «Росатом сервис»

МОСКВА

Центр робототехники
ПАО «Сбербанк»

МОСКВА



000 «Фора Роботикс»

МОСКВА



000 НПО «Интеллект»

САРАТОВ



000 «Цифра Роботикс»

МОСКВА



000 ЦТО «ТехноСпарк»

ТРОИЦК



АО «Силовые машины»

МОСКВА



ПАО «Газпром нефть»

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



000 «Невлабс»

МОСКВА



АО МГК «Интехрос»

ВОРОНЕЖ



АО НТЦ «РОКАД»

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



АО НПП ПТ «Океанос»

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

000 «Лаборатория новых
продуктов»

МОСКВА



АО «АВТОНОМИКС»

МОСКВА



000 «Завод роботов»

ЧЕЛЯБИНСК



ПРОИЗВОДИТЕЛИ →



ООО «Технорэд»

МОСКВА



АО «ПК НПО «Андроидная Техника»

МАГНИТОГОРСК



ООО «Валдай Роботы»

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



ООО «АРИПИКС РОБОТИКС»

МОСКВА



ИНТЕГРАТОРЫ →



ООО «СМТ»

ОДИНЦОВО



ООО «ДИ РОБОТИКС»

ЗУБОВО



ООО «Юкам-Групп»

МОСКВА



ООО «БЕЛФИН-Роботикс»

МОСКВА



ООО «Авиатех»

УФА



УРТЦ «Альфа-Интех»

ЧЕЛЯБИНСК



ООО «ДС-Роботикс»

МОСКВА



ООО «ВЕКТОР ГРУПП»

МОСКВА



ГК «РЭДИ РОБОТ»

ЧЕЛЯБИНСК



ООО «ФРУКТОНАД ГРУПП»

ДОЛГОПРУДНЫЙ



ООО «ИнКрафт»

НОВОСИБИРСК



АМ Инжиниринг

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



ООО «ФАМ-Роботикс»

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



ООО «Топ 3Д Групп»

МОСКВА



ИНТЕГРАТОРЫ →



ООО НПП «Сварка-74»

ЧЕЛЯБИНСК



ООО «ТД «Русская Броня»
ТМ АМОТЕК

БРЯНСК



ГК «Триз Роботикс»

ЕКАТЕРИНБУРГ



ООО «Метра-Роботикс»

ОБНИНСК



ООО «ROBOTEK»

МОСКВА



Кластер высоких наукоемких
технологий и инжиниринга «Креономика»

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



ООО «Автоматизация
Фабрик»

ПЕРМЬ



ФГАНУ «ЦНИИ робототехники
и технической кибернетики»

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



ООО «ИндуТех»

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



ООО «ТьюБОТ»

НОВОСИБИРСК



ООО «АЙСРОБОТИКС»

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



ООО «СОФПОЛ»

ТОСНО



ООО «Роботикс менеджмент
системс»

ТРОИЦК



ООО «Техэнерджи трейд»

БАРНАУЛ



ООО «Апроботикс»

МОСКВА



ООО «Семаргл»

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



ООО «НПК Специальная
металлургия»

ЕКАТЕРИНБУРГ



ООО ТД «ВЕКПРОМ»

МОСКВА



ООО «ТЕСВЕЛ»

САМАРА



Источники: НАУРР, Атлас робототехники

В России формируется экосистема компаний различной специализации (производители промышленной робототехники, интеграторы, центры разработки и исследований в области робототехники и другие), которые могут осуществлять полный цикл модернизации производства с использованием промышленных роботизированных систем. По данным Консорциума робототехники, в период с 2025 по 2030 гг. в России прогнозируется производство 78 048 единиц промышленных роботов, а совокупное количество внедрений в указанный период может составить более 85 тысяч единиц.

ПРОГНОЗИРУЕМОЕ КОЛИЧЕСТВО ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ В РОССИИ, ШТ.



Источник: Консорциум робототехники

В 2023 году российский рынок промышленных роботов характеризовался значительным присутствием как мировых, так и китайских производителей. Зарубежные бренды, получившие распространение:

Количество проданных роботов в 2023 году в России, шт.

800

700

600

FANUC

KUKA

YASKAWA

Область применения

МАШИНОСТРОЕНИЕ,
ЭЛЕКТРОНИКА,
ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ,
ФАРМАЦЕВТИКА

МАШИНОСТРОЕНИЕ,
МЕТАЛЛУРГИЯ
И МЕТАЛЛООБРАБОТКА,
ЭЛЕКТРОНИКА,
СТАНКОСТРОЕНИЕ,
ФАРМАЦЕВТИКА

ФАРМАЦЕВТИКА,
ЭЛЕКТРОНИКА,
ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ,
МЕТАЛЛУРГИЯ
И МЕТАЛЛООБРАБОТКА

500

400

TURIN
— 图灵机器人 —

卡诺普
CROBOT

МАШИНОСТРОЕНИЕ,
МЕТАЛЛООБРАБОТКА,
ПРОИЗВОДСТВО
ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ

МАШИНОСТРОЕНИЕ,
МЕТАЛЛООБРАБОТКА,
СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

МИНПРОМТОРГ ЗАПУСТИТ ПРОГРАММЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ СПРОСА НА РОБОТИЗАЦИЮ



Минпромторг России планирует в 2025 году запустить программы, направленные на стимулирование спроса на роботизацию в промышленности. Заместитель директора департамента станкостроения и тяжелого машиностроения Александр Львов сообщил, что программы будут включать льготное кредитование и лизинг для покупателей робототехнических решений с эффективной ставкой не более 5%. Также продолжится программа субсидирования, которая позволит предоставлять скидки до 50% от стоимости робота.

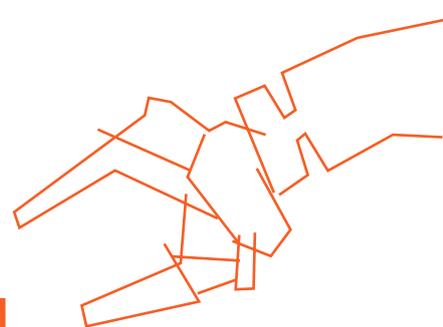
Кроме того, Минпромторг планирует запустить программу проведения аудитов на предприятиях, в рамках которой, как отметил Александр Львов, «на предприятие сможет приехать команда, проанализировать производство, изучить потоки и подсказать, где правильнее будет установить робота вместо людей и как оптимизировать процесс». Также важным является вопрос популяризации робототехники, в связи с чем планируется открыть по три центра развития робототехники в каждом федеральном округе до 2030 года.

Согласно указу президента РФ, следует обеспечить «вхождение к 2030 году Российской Федерации в число 25 ведущих стран мира по показателю плотности роботизации». Для достижения этой цели требуется к 2030 году увеличить количество роботов в промышленности до 100 тысяч, что требует внедрения более 85 тысяч новых роботов, учитывая текущий парк в 12,8 тысячи единиц.



➔ **РОБОТЫ МЕНЯЮТ ПРАВИЛА ИГРЫ
В МИРЕ ПРОИЗВОДСТВА:**

КЛЮЧЕВЫЕ ТРЕНДЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ



На стыке научных открытий и технологических прорывов родилась современная робототехника – область, стремительно развивающаяся под воздействием множества факторов. За ее ростом стоит не только стремление к автоматизации процессов, но и глубокая трансформация производственных и сервисных сфер в ответ на изменение потребительских запросов, экономических условий и технологических возможностей. Старение населения представляет собой значимый фактор, который усиливает необходимость внедрения робототехники.

Особенно ярко эта проблема проявляется в Китае, где количество трудоспособных граждан сократится с 1 миллиарда человек в 2015 году до 800 миллионов к 2050 году. Аналогичная ситуация ожидается и в России: по прогнозам, численность трудоспособного населения, составившая 87,4 миллиона человек в 2020 году, к 2050 году уменьшится до 76 миллионов. В этих условиях роботизация может стать важным инструментом для поддержки требуемого уровня производительности на предприятиях.



Согласно данным, представленным экспертами Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, наблюдается заметный рост инвестиций в исследования и разработки, более известные как R&D (от англ. Research and Development). В 2023 году Россия увеличила внутренние затраты на исследования и разработки (НИОКР) до 1,6 трлн рублей, что на 213,9 млрд рублей больше по сравнению с предыдущим годом. Такой рост подчеркивает растущий интерес к инновациям со стороны государства, промышленности и инвесторов.

1 / **НОВЫЕ РОЛИ РОБОТОВ: ОТ КОЛЛЕГИ ПО ЦЕХУ ДО СОБЕСЕДНИКА**

Сегодня роботы становятся не просто рабочими инструментами, а полноценными «сотрудниками», способными исполнять совершенно новые роли. Робот может подавать детали на сборочной линии или поддерживать беседу – при этом некоторые из них выглядят и ведут себя как люди. Роботы нового поколения, такие как коллаборативные роботы и гуманоиды, уже активно используются, все больше изменяя представление о возможностях роботизации.

Роботы претерпели значительные изменения с течением времени. Если ранее их роль ограничивалась выполнением одной или нескольких задач в производственном процессе, то сегодня они все чаще становятся неотъемлемой частью гибких производственных линий. Современные роботы способны адаптироваться к меняющимся условиям, эффективно взаимодействовать с людьми и обеспечивать высокую степень гибкости для решения сложных задач, с которыми сталкиваются предприятия.



Какие решения применяют промышленные предприятия-лидеры, и в каком направлении развивается рынок робототехники?



Давайте подробнее остановимся на ключевых трендах, которые уже сегодня закладывают основы будущего промышленности.



КОБОТЫ: НОВЫЕ КОЛЛЕГИ ПО ЦЕХУ

Коботы, или коллаборативные роботы, — это уникальные помощники, которые работают бок о бок с людьми. В отличие от промышленных роботов, рабочие зоны которых должны быть отделены от рабочего пространства человека, коботы способны безопасно взаимодействовать с сотрудниками в совместном рабочем пространстве.

Коботы оснащаются оптическими и акустическими сенсорами, сенсорами силы и момента, которые позволяют воспринимать окружающую среду и обеспечивают безопасное взаимодействие с человеком. Благодаря этому коботы могут подать коробку, взять следующую или, например, поднести необходимые элементы для сборки детали, пока человек выполняет свою часть задачи на производственной линии. Такой симбиоз ускоряет выполнение работ, снижает нагрузку на сотрудников и минимизирует ошибки.

Еще одно преимущество коботов — их гибкость. Они легко перенастраиваются для новых задач, будь то сварка, окраска деталей, упаковка или сборка заказов. Такая универсальность, наряду с относительно доступной стоимостью, делает их особенно привлекательными для малого и среднего бизнеса, где бюджеты на автоматизацию зачастую ограничены.

▶ Мир, в котором роботы не только выполняют физическую работу, но и выглядят и двигаются как люди, а также обладают искусственным интеллектом, уже вокруг нас.

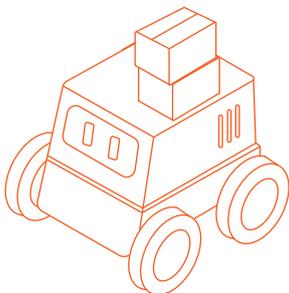
Гуманоидные роботы становятся все более востребованными в промышленности благодаря их способности адаптироваться к существующей инфраструктуре, изначально созданной для людей, и выполнять широкий спектр задач. Их использование особенно актуально в ситуациях, где требуется человеческий облик или поведение, например, для взаимодействия с персоналом, демонстрации технологических возможностей, обучения сотрудников.

В 2024 году компания UBTECH Robotics внедрила роботов в производство автомобилей совместно с FAW-Volkswagen в Китае. Эти роботы не просто переносят детали — они умеют собирать сложные механизмы, а также анализировать данные для оптимизации производственного процесса. Достижения в области взаимодействия человека и робота (англ. Human-Robot Interaction, HRI) позволяют создавать машины, которые становятся все более умными, отзывчивыми и универсальными.

Современные роботы многозадачны и легко настраиваются для выполнения новых действий благодаря применению технологий машинного обучения и компьютерного зрения. Это позволяет им работать в быстро меняющихся условиях, эффективно взаимодействуя с людьми и другими устройствами на производственной линии.

Однако, несмотря на огромный потенциал, высокие первоначальные затраты и необходимость в постоянном обновлении парка роботов остаются основными препятствиями для широкомасштабного внедрения гуманоидных роботов в производство. Стоимость одного такого робота может достигать от \$30 до \$150 тысяч. Тем не менее, с развитием технологий и снижением стоимости производства роботов, а также с развитием рынка услуг по аренде роботов («робот как услуга») — например, компания Agility Robotics предлагает аренду робота Digit за 30 долларов в час — гуманоидные роботы могут стать более доступными для различных предприятий.

РОБОТ DIGIT — это гуманоидный робот, предназначенный для выполнения задач в сфере логистики и производства. Он оснащен подвижными конечностями и торсом, что позволяет ему эффективно перемещаться в сложных условиях и выполнять такие задачи, как доставка посылок.



ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ

С 2017 по 2022 год количество установленных коботов росло в среднем на 50-70% ежегодно. Сейчас они составляют 7,5% всех промышленных роботов, что вдвое больше, чем шесть лет назад. Этот рост обусловлен не только их экономичностью, но и внедрением передовых сенсорных технологий.

Например, сенсоры, разработанные исследователями из Университета Циндао (Китай), позволяют коботам «чувствовать» объекты на расстоянии до 100 миллиметров благодаря изменению электрического поля между объектом и датчиком.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ЛИЦАХ: РОБОТЫ, ПОХОЖИЕ НА НАС

Взаимодействие человека и робота (HRI) — это область исследований и технологий, включающая в себя разработку и оптимизацию способов, с помощью которых человек может взаимодействовать с роботами как физически, так и интеллектуально.

Такие способы могут включать голосовое управление, сенсорные системы, жесты и использование искусственного интеллекта для того, чтобы роботы могли распознавать эмоции и намерения человека, а также адаптировать свое поведение к изменениям в окружающей среде.

СЕРВИСНЫЕ РОБОТЫ И НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ

В то время как коботы стали важной частью производственных процессов, сервисные роботы активно завоевывают новые ниши в коммерческом секторе. Согласно прогнозам аналитиков International Federation of Robotics (IFR), рынок сервисных роботов будет расти со среднегодовым темпом около **18%** в ближайшие пять лет, что создаст значительные возможности для инвестиций.

Сервисные роботы находят применение в различных областях: от розничной торговли и ресторанного бизнеса до здравоохранения и гостиничного обслуживания. Одним из ярких примеров являются кухонные роботы. В 2023 году компании Miso Robotics и Cali Group открыли в Пасадене (Калифорния) полностью автоматизированный ресторан.

Ключевая особенность проекта — использование робота Miso, который способен не только готовить блюда, но и адаптироваться под разные рецепты и процессы. Оснащенный датчиками, камерами и алгоритмами анализа данных, робот может жарить, запекать, собирать сложные блюда и контролировать качество ингредиентов.

РОБОТ MISO:

демонстрирует важное преимущество таких технологий: он не ограничен конкретным типом кухни или блюда, а способен обучаться и выполнять широкий спектр задач, что особенно актуально в быстро меняющихся условиях ресторанного бизнеса.

Благодаря стремительному развитию робототехники, автоматизация становится доступной не только для крупных компаний, но и для малого и среднего бизнеса. Снижение стоимости таких решений и развитие технологий продолжают открывать новые горизонты для внедрения роботов в повседневную жизнь.

2 / ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ДВИГАТЕЛЬ ПРОГРЕССА

Многие считают, что настройка робота требует глубоких знаний в программировании и значительных временных затрат. Однако технологии искусственного интеллекта делают этот процесс гораздо проще и эффективнее. Например, системы компьютерного зрения позволяют роботам учиться новым задачам, наблюдая за действиями человека.

» Кроме того, технологии ИИ позволяют настраивать роботов с помощью голосовых команд. Это значительно упрощает процесс, так как алгоритмы преобразуют устные инструкции в конкретные действия для роботов, избавляя инженеров от необходимости программировать каждую задачу.

Крупные поведенческие модели (англ. Large Behavioral Models, LBM), разработанные Toyota Research Institute, обучают роботов выполнять универсальные задачи, такие как наливание жидкостей или использование инструментов, через анализ человеческих движений. Робот не просто повторяет увиденное, но и адаптирует действия под свои технические возможности.

ПРЕДИКТИВНЫЙ ИИ И ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: КАК РОБОТЫ СТАНОВЯТСЯ УМНЕЕ

Сочетая возможности искусственного интеллекта (ИИ) и технологий интернета вещей, промышленные роботы сегодня способны обучаться, анализировать данные и обмениваться информацией с другими устройствами. Это позволяет им не только адаптироваться к изменениям, но и предупреждать потенциальные неисправности, обеспечивая эффективность и согласованность производственных процессов.

Одно из самых перспективных направлений — использование **предиктивного ИИ**. Эта технология основана на алгоритмах, которые анализируют данные, поступающие с сенсоров, и выявляют отклонения в работе оборудования.

Например, вибрации, температура, степень износа деталей и изменение скорости могут сигнализировать о возможных неисправностях. Такие системы предупреждают специалистов о проблемах задолго до того, как произойдет остановка производственного процесса.

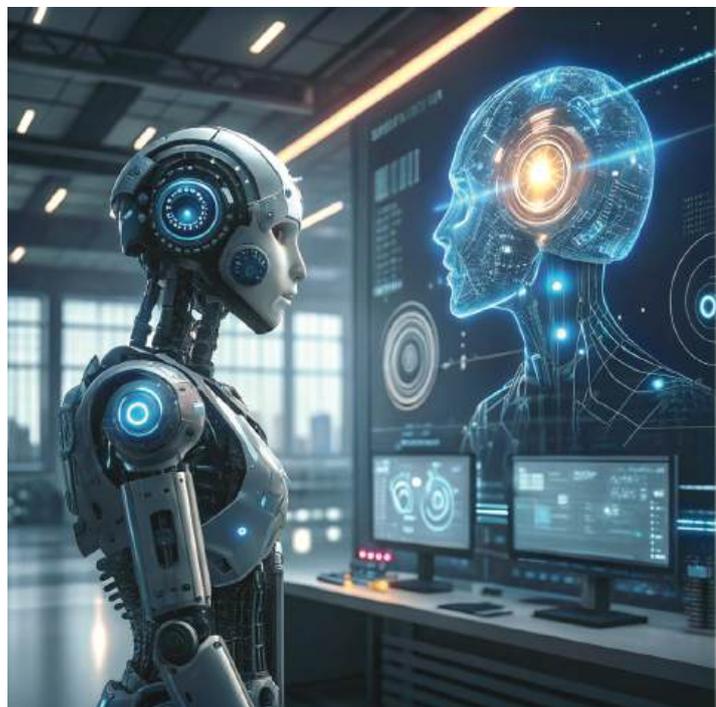
Проект **Zero Downtime**, реализованный General Motors совместно с Cisco и Fanuc, сократил незапланированные простои оборудования на **48%**. Как им удалось этого достичь? Представьте завод, где оборудование обладает «органами чувств».

Сенсоры:

- «чувствую» вибрации;
- «ощущают» температуру;
- «видят», насколько изношены детали;
- «слышат» изменение скорости

Они работают без остановки в отличие от человека и собирают огромные массивы данных о состоянии каждой детали и каждого механизма.

! Такая «медицинская» диагностика позволяет обнаружить первые «симптомы» возможных неисправностей до возникновения критических ошибок.



МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ: РОБОТЫ, КОТОРЫЕ ВИДЯТ МИР

Технология машинного зрения позволяет роботам фиксировать брак, измерять размеры, подсчитывать количество объектов и даже проверять целостность упаковки. Благодаря специальным камерам и алгоритмам обработки изображений машины получают возможность видеть и анализировать мир вокруг себя.

Например, в пищевой промышленности такие системы проверяют, правильно ли расположена упаковка, нет ли на ней повреждений, проблем с печатью или признаков загрязнения.

В фармацевтике камеры контролируют герметичность упаковки таблеток, что особенно важно для обеспечения безопасности продукции. На заводах по производству электроники машинное зрение помогает проверять точность пайки микросхем, заменяя утомительный ручной контроль.

Несмотря на то, что данная технология делает роботов более универсальными и полезными, ее внедрение пока что ограничено высокой стоимостью. В ближайшем будущем машинное зрение станет ключевым инструментом для таких процессов, как автоматическая сварка, сборка сложных компонентов и точная загрузка сырья в оборудование, значительно повышая точность и производительность.

3 /

СНИЖЕНИЕ СРОКА ОКУПАЕМОСТИ РОБОТОВ:
НОВЫЙ ЭТАП В ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИДЕФИЦИТ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И
СНИЖЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУДА ЧЕЛОВЕКА

Современные производства сталкиваются с растущим дефицитом квалифицированных кадров. Особенно остро это ощущается в секторах, где требуются операторы и рабочие на производственных линиях. В условиях роста минимального размера оплаты труда, ужесточения трудового законодательства и недостатка квалифицированных работников на рынке использование роботов для выполнения рутинных задач становится более выгодным, чем найм людей.

Американская компания Polar Manufacturing взяла в лизинг **робот-манипулятор от Foxmics**. Его эксплуатация обходится в **\$8 за час работы**, тогда как минимальная ставка для человека составляет **\$15**.

СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ РОБОТОВ

Развитие технологий, применение более доступных материалов и совершенствование инженерных решений позволяет сокращать расходы на производство роботов. Сегодня цена на базовые модели может составлять около **\$25 тысяч**. Например, в Китае сварочный робот, который ранее окупался почти за **5 лет**, уже к 2017 году начал приносить прибыль через **1 год и 3 месяца** после его установки.

В странах с высокой стоимостью человеческого труда такое замещение еще более эффективно. Так, при средней оплате труда оператора **\$12,5 в час** один робот окупается **за год**.

Кроме того, появляется новый формат внедрения технологий –

«робот как услуга» (англ. **Robot as a Service, Raas**)

Данный подход предполагает, что предприятия арендуют роботов вместо их покупки, что снижает барьер для роботизации. В рамках данной услуги предприятия платят за доступ к роботам, обычно на основе подписки или почасовой оплаты.

Согласно прогнозам поставщика консалтинговых и маркетинговых услуг For Insights Consultancy, рынок робототехники как услуги будет демонстрировать впечатляющий среднегодовой темп роста в 22,8%.

Ожидается, что объем рынка увеличится с \$11,6 миллиарда в 2023 году до \$48,43 миллиарда к 2030 году.



Снижение времени окупаемости роботов знаменует собой начало новой эры в промышленной автоматизации. Роботы становятся не просто альтернативой человеку, а стратегическим ресурсом, способным трансформировать бизнес-модели и производственные процессы. Благодаря снижению стоимости производства роботов и появлению формата «робот как услуга», даже малые предприятия получают доступ к инструментам, которые раньше были привилегией корпораций.

4 /

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ:
ЗАЩИТА УМНЫХ МАШИН

Роботы, как и многие другие устройства, интегрируются в сети. Они обмениваются данными, используют облачные технологии и взаимодействуют с другими устройствами, что повышает их функциональность. Нельзя забывать про риски, которые возникают при такой интеграции. Дело в том, что подобная связность одновременно создает новые векторы кибератак.



Рынок кибербезопасности в сфере промышленного производства стремительно растет: по прогнозам, его объем достигнет \$17,4 млрд к 2030 году, увеличиваясь на 9,2% ежегодно.



ПОЧЕМУ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИИ ИГРАЮТ КЛЮЧЕВУЮ РОЛЬ

Появление 5G-технологий стало настоящим прорывом: они обеспечивают высокую скорость передачи данных и минимальную задержку, открывая новые возможности для предприятий в области автоматизации процессов. Они позволяют управлять системами в реальном времени, обеспечивая их высокую эффективность. Однако использование таких сетей также открывает новые возможности для хакерских атак

К примеру, атаки типа «отказ в обслуживании» (англ. Denial-of-Service, DoS) могут остановить завод, перегружая его системы ненужным трафиком. Еще одна опасность – вредоносное программное обеспечение, способное похитить данные или спровоцировать сбой ключевых производственных процессов. В условиях таких угроз компании вынуждены закупать системы для обеспечения кибербезопасности.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ НА СТРАЖЕ БЕЗОПАСНОСТИ

КИБЕРУГРОЗЫ

В последние годы в борьбе с киберугрозами активно используется искусственный интеллект. Он способен анализировать поведение пользователей и обнаруживать подозрительные действия еще до того, как они причинят вред.

Например, системы, основанные на ИИ, используют поведенческую биометрию: они изучают, как сотрудники взаимодействуют с системами, и блокируют доступ при выявлении подозрительной активности, что снижает вероятность риска несанкционированного доступа.

Глобальное развитие ИИ также поддерживает этот тренд. Согласно новому отчету международной аудит-консалтинговой корпорации KPMG, к 2025 году инвестиции в технологии искусственного интеллекта, машинного обучения и роботизированной автоматизации процессов (англ. Robotic process automation, RPA) достигнут \$232 млрд США, что на 40% больше, чем текущие вложения в эти технологии.

Кибербезопасность — необходимость, а не роскошь

Кибербезопасность в промышленной автоматизации — это не просто тренд, а необходимость в условиях стремительно развивающегося цифрового мира. Действия хакеров могут причинить не только финансовый и репутационный ущерб, но и подвергнуть различным рискам жизнь и здоровье людей. В мире, где роботы помогают нам везде — от фабрик до больниц, — защита умных машин должна стать не просто приоритетом, а неотъемлемой частью стратегии роботизации.

5 /

НОВЫЕ СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОВ: НА СЛУЖБЕ НАУКИ И ПРИРОДЫ

Промышленные роботы, которые когда-то выполняли лишь узкий круг задач, теперь становятся универсальными системами, способными адаптироваться к различным условиям и нуждам. Благодаря снижению стоимости и расширению возможностей, роботы начинают находить применение в ранее недоступных сферах, от биологических наук до сельского хозяйства.

Биологические науки:

роботы в роли помощников ученых

В современных биологических науках все чаще используются роботы для лабораторных процессов. Ярким примером может служить робот, который с высокой точностью может определить дозировку жидких веществ.

Умные устройства берут на себя рутинные, но критически важные задачи: пипетирование, перенос химических веществ и их обработку. Их применение не только ускоряет реализацию исследовательских проектов, но и снижает вероятность ошибок.

Так роботы становятся незаменимыми помощниками как в исследовательских лабораториях, так и в крупных фармацевтических компаниях.

Сельское хозяйство и экология:

роботы помогают заботиться о природе

В последние годы роботы стали незаменимыми помощниками в сельском хозяйстве, в связи с чем трансформировался подход к выращиванию и обработке культур. Вместо трудоемких методов, современные технологии предлагают инновационные решения, которые совмещают высокую точность с заботой об экологии.

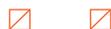
Один из ярких примеров — компания GreenField, которая разрабатывает автономные легковесные роботы, предназначенные для уничтожения сорняков для сети ресторанов Chipotle. Эти роботы используют технологии, позволяющие удалять сорные растения с высокой точностью, не повреждая культурные посевы. Такое решение имеет двойной эффект: оно сокращает необходимость в применении химических гербицидов, что делает производство более экологически безопасным и увеличивает эффективность обработки полей.

Возможно, в недалеком будущем робототехника станет не просто инструментом для автоматизации процессов, а фактором, стимулирующим разработку прорывных решений для науки, природы и общества в целом.



РОБОТОТЕХНИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: РЕВОЛЮЦИЯ ИЛИ УГРОЗА ДЛЯ РАБОЧИХ МЕСТ?

Производства во всем мире оснащаются высокотехнологичными машинами. Работники в производственных цехах постепенно уступают место роботам, а промышленность меняется до неузнаваемости. Как изменится рынок труда в условиях роста автоматизации?



Мы уже выяснили, что роботы, оснащенные искусственным интеллектом и высокотехнологичными сенсорами, способны выполнять множество задач, от сборки до контроля качества. На этом фоне актуальной становится проблема замещения рабочих мест.

Автоматизация и роботизация могут вызывать опасения по поводу утраты рабочих мест, особенно в сферах с высокими темпами замены человеческого труда машинами. Однако в то же время эти процессы создают новые возможности для развития. Происходит перераспределение ролей: вместо выполнения рутинных задач, люди могут найти себя в творческих, аналитических или высокотехнологичных профессиях, где требуются креативность и стратегическое мышление. Ключевым решением в данной ситуации является развитие и популяризация образовательных программ и программ по переквалификации сотрудников.



С точки зрения мировой экономики роботизация повышает эффективность, снижает затраты и создает новые возможности и продукты на рынке. Одновременно она увеличивает разрыв между странами с высоким и низким уровнем индустриализации, что может усугубить ситуацию с экономическим неравенством и затруднить доступ менее развитых стран к новым рынкам и технологиям.

Таким образом, если говорить о России, возникает необходимость в своевременной адаптации нашей экономики и общества к меняющимся условиям. В конечном итоге успех будет зависеть от того, насколько быстро мы сможем интегрировать российскую экономику в новую реальность, где технологии и человек будут работать совместно. Это потребует не только подготовки людей к этим изменениям, но и активной поддержки со стороны государства, что станет основой для успешной трансформации.



DIGITAL AUTOSYSTEMS

Компания **Digital Auto Systems** специализируется на разработке комплексных решений для автоматизации производственных процессов. Основное направление деятельности компании — инжиниринг производств с применением промышленных роботов с адаптированным программным обеспечением

0 компании

DigitalAutoSystems реализует проекты по роботизации и разрабатывает эффективные решения для авиастроения, автомобильной промышленности, транспорта и машиностроения, легкой и пищевой промышленности. Сотрудники компании — высококвалифицированные специалисты из ведущих IT-компаний России, среди которых — инженеры, программисты, эксперты по машинному обучению и интеграторы в области промышленной робототехники. Вместе с заказчиками они создают решения, соответствующие не только потребностям бизнеса, но и высоким стандартам качества и безопасности.

Партнеры DigitalAutoSystems — крупнейшие российские корпорации, такие как ВТБ, Газпром, Татнефть, а также зарубежные компании — например, KUKA и Siasun, крупнейшие производители роботов.



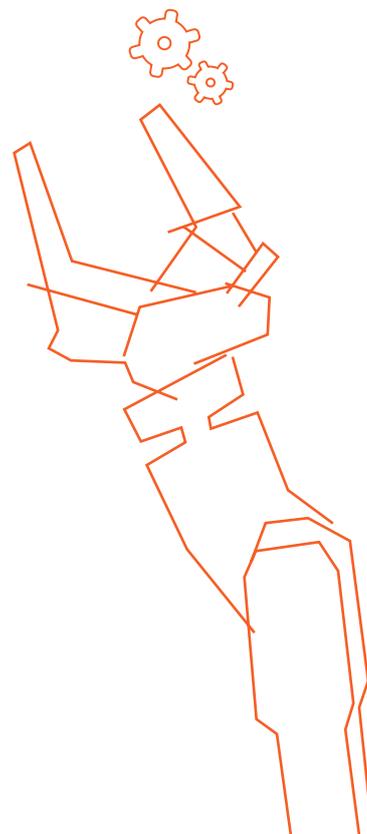
Тимур Сатдаров

руководитель
DigitalAutoSystems



Мы рады расширению зарубежных связей и пополнению нашего портфеля решений роботами, которые не уступают по качеству европейским аналогам KUKA и FANUC. Для партнеров наша совместная работа — ключ к дополнительным ресурсам: базам данных, сети профессиональных контактов, современному оборудованию, техническому персоналу. И, наконец, заказчики — промышленные предприятия — получают роботизированные решения отличного качества по доступной цене, с понятным, адаптированным, интерфейсом

С партнерами из Китая DigitalAutoSystems планирует открыть на территории Татарстана совместное предприятие по производству отечественных роботов. Для производства будут использоваться российские комплектующие, а софт будет русифицирован. Планируется, что к 2026 году на заводе изготовят первую тысячу роботов.



ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ



1 РОБОТИЗИРОВАННАЯ СВАРКА

Какие роботы используются:

SIASUN
FANUC
KUKA

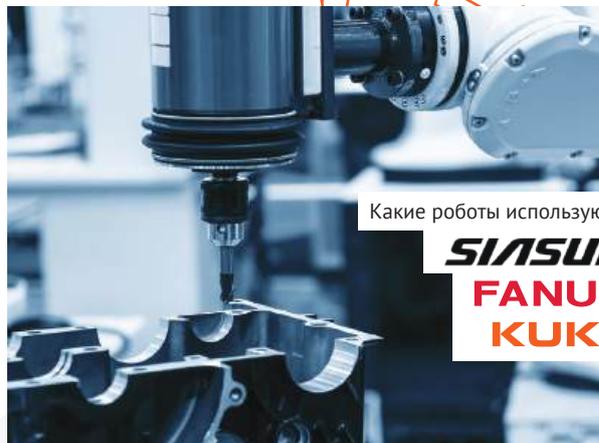


Реализация робототехнического комплекса (РТК) возможна как на базе роботов указанных марок, так и на базе роботов, предоставленных заказчиком.

2 РОБОТИЗИРОВАННАЯ ФРЕЗЕРОВКА

Какие роботы используются:

SIASUN
FANUC
KUKA



Реализация РТК возможна как на базе роботов указанных марок, так и на базе роботов, предоставленных заказчиком.

3 РОБОТИЗИРОВАННАЯ СВАРКА

Какие роботы используются:

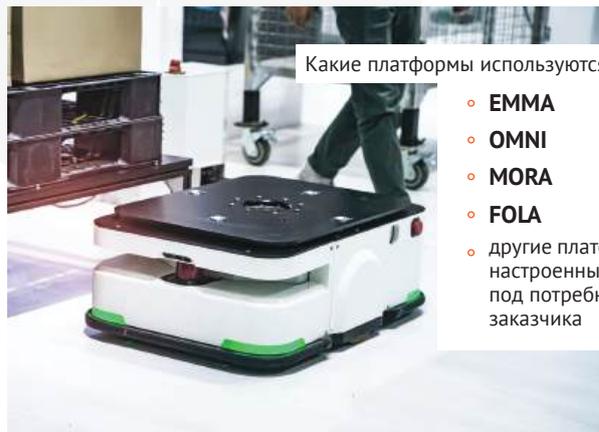
EFORT
FANUC



4 РОБОТИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Какие платформы используются:

- EMMA
- OMNI
- MORA
- FOLA
- другие платформы, настроенные под потребности заказчика



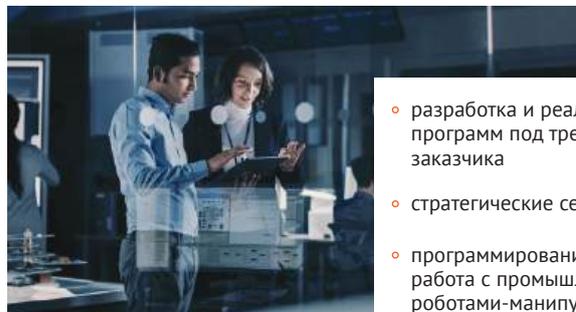
5 СПЕЦПРОЕКТЫ

НИОКР по разработке уникальных решений и технологий в промышленности с учетом функционально-технических требований заказчика.



6 ОБУЧЕНИЕ В РАЗНЫХ ФОРМАТАХ

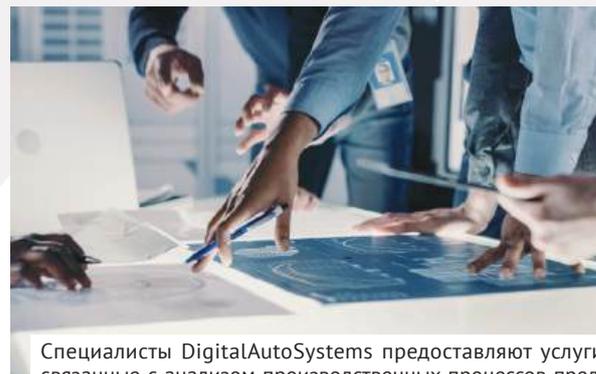
- разработка и реализация программ под требования заказчика
- стратегические сессии
- программирование и работа с промышленными роботами-манипуляторами
- обучение в симуляционном пакете программного обеспечения (ПО)



7 АРЕНДА И ЛИЗИНГ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА



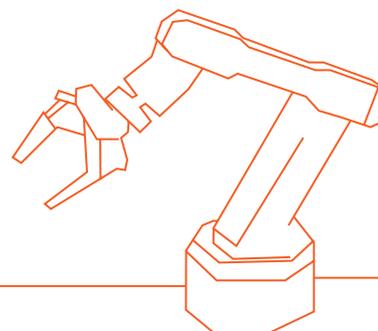
8 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНЖИНИРИНГ



Специалисты DigitalAutoSystems предоставляют услуги, связанные с анализом производственных процессов предприятия с целью выявления «узких мест» и перспективных направлений для автоматизации, в том числе для интеграции робототехнических ячеек на базе роботов-манипуляторов в технологические процессы предприятия.

9 ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ

Еще одно направление работы компании – интеграция новых технологий в существующие производственные системы. DigitalAutoSystems обеспечивает полное сопровождение на всех этапах: от проектирования до обучения персонала – что позволяет заказчикам быстро адаптироваться к новым условиям работы и эффективно использовать роботизированные системы.



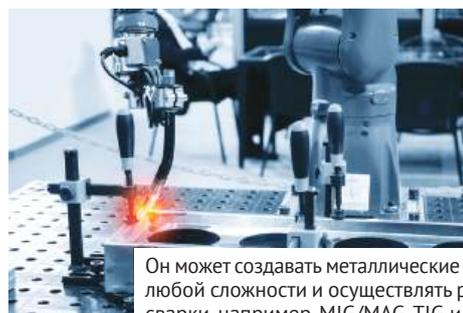
ПРОДУКТЫ КОМПАНИИ

1 Фрезеровочный комплекс, предназначенный для механической обработки крупногабаритных изделий из различных материалов, включая древесину и металлы низкой твердости

Такой комплекс способен:

- изготавливать сложные детали по заданным чертежам
- резать и обрабатывать материалы разной твердости и плотности
- работать с различными материалами, включая металл, пластик, дерево и композитные материалы

2 Сварочный комплекс, предназначенный для сварки изделий любой сложности с использованием различных материалов



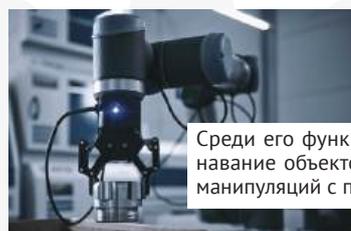
Он может создавать металлические конструкции любой сложности и осуществлять разные виды сварки, например, MIG/MAG, TIG и Laser.

3 Мобильные роботизированные платформы: автоматизированное средство транспортировки для оптимизации логистических операций

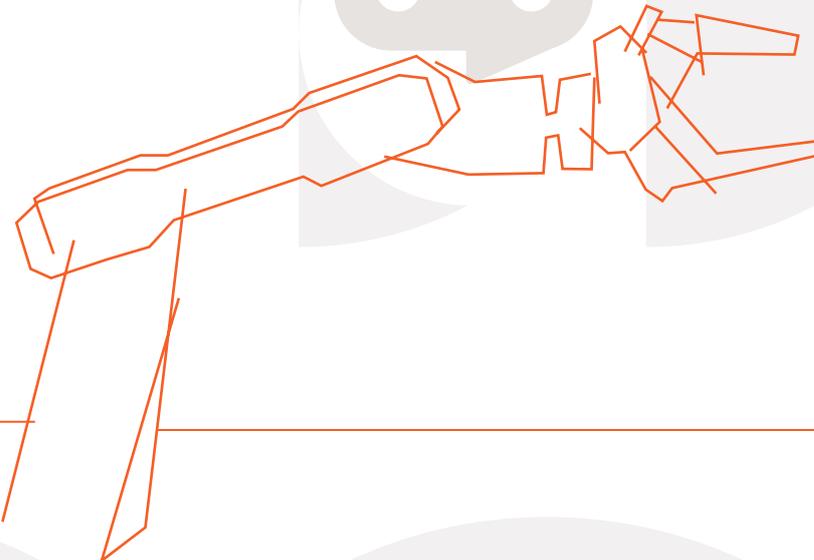
Такие платформы могут:

- осуществлять комплексную автономную транспортировку товаров и грузов
- проводить динамическую транспортировку в смешанной среде с участием транспортных средств и человека
- разрабатывать конвейеры с использованием автоматизированных транспортных средств

4 Сортировочный комплекс на базе CV (Computer Vision) для сортировки объектов, находящихся в случайных позициях согласно заданным критериям



Среди его функций – сортировка и распознавание объектов и отработка новых видов манипуляций с предметом или объектом.



DigitalAutoSystems: будущее компании

В планах DigitalAutoSystems расширять ассортимент продукции и укреплять позиции на рынке – как в России, так и за рубежом. Компания активно участвует в международных форумах, таких как Kazan Digital Week и Digital Innopolis Days для обмена опытом с коллегами из других стран и поиска новых векторов сотрудничества. Также компания планирует развивать образовательные проекты, направленные на подготовку специалистов в области робототехники.



СЕРГЕЙ МОРШАНСКИЙ

« Мы, как и многие другие интеграторы, участвуем в разработке национальных проектов по развитию рынка робототехники, в рамках которых предусмотрены льготные кредиты, лизинг и компенсация затрат на покупку отечественных роботов »



Компания: ООО «Тесвел»
Дата основания: 2021 год

Сергей Моршанский
Директор ООО «Тесвел»

ЦРР:

Вы предлагаете комплексные решения в области автоматизации и роботизации производственных процессов. Какие цели и приоритеты определяют стратегию вашей компании в текущих условиях?

С. М.:

Наша стратегия заключается в создании безопасного и устойчивого бизнеса. Мы развиваем несколько направлений работы: **во-первых**, это проектная деятельность, которая включает разработку, проектирование и изготовление технологических установок и линий с использованием промышленных и коллаборативных роботов. **Второе направление** — поставка промышленных и коллаборативных роботов на российский рынок для интеграторов и компаний, которые организовали внутренние отделы автоматизации. Для них важно иметь надежного партнера, который сможет поставлять оборудование, аксессуары и оказывать технологическую поддержку.

Третье направление связано с серийным производством станций генерации азота под нашим брендом «Тесвел». Воздухоразделительные установки позволяют выделять молекулы кислорода и азота из сжатого воздуха. Азот используется в различных технологических процессах, например, для предотвращения окисления металлов при лазерной резке или увеличения срока хранения продуктов.



Мы вынуждены быстро адаптироваться к меняющимся условиям



ЦРР:

Какие изменения произошли в вашей компании за последний период с точки зрения технологий и экономики?

С. М.:

В последние годы ситуация на рынке динамично меняется как политически, так и экономически. Уход известных вендоров заставляет компании решать проблемы самостоятельно. Мы вынуждены быстро адаптироваться к меняющимся условиям. Так, чтобы увеличить объемы производства, мы планируем построить завод по сборке роботов. В первую очередь это будут системы управления: шкафы управления и контроллеры, в дальнейшем планируем также производить редукторы и моторы — все будет зависеть от серийности производства и количества заказов. Для нас локализация — это важный шаг вперед.



ЦРР:

Как Вы оцениваете текущее состояние рынка промышленной робототехники в России?

С. М.:

Рынок роботизации в России сейчас активно растет. Одна из причин этого — увеличение зарплат. Оно привело к тому, что соотношение зарплат сотрудников и стоимости робота стало сопоставимо с европейскими показателями. Например, средняя зарплата квалифицированного работника в Европе составляет около 3 500 евро, а стоимость промышленного робота — порядка 35 000 евро. В России же цены на китайские роботы варьируются от полутора до двух миллионов рублей, а зарплаты квалифицированных сотрудников могут достигать 200 000 рублей. Это делает внедрение внедрение робототехники на производство экономически целесообразным.

Я хотел бы отметить, что на рынке появляются и новые игроки — около 100 компаний-интеграторов начали внедрять роботизированные технологии на предприятиях. Появляются производители комплектующих для промышленных роботов — раньше таких компаний не было. Разрабатываются национальные проекты по поддержке рынка робототехники, которые начнут действовать со следующего года. Это позволяет новым компаниям выйти на рынок и участвовать в производстве комплектующих. При этом на рынок выходят и крупные компании, например, «Росатом», что делает рынок более конкурентным.

Актуальными остаются вопросы ценообразования и поддержки отечественного производителя. Необходимо также учитывать и кадровые проблемы, которые будут возникать по мере роста рынка робототехники.

ЦРР:

Как, на Ваш взгляд, изменится рынок робототехники в ближайшие годы, и какие трудности, по Вашему мнению, могут повлиять на деятельность вашей компании?

С. М.:

На мой взгляд, один из главных факторов неопределенности — возможность полной блокировки платежей и логистики, что может привести к дефициту комплектующих для производства роботов. Я сомневаюсь, что в ближайшие два-три года мы сможем полностью перейти на отечественные компоненты. Импорт все еще будет играть значительную роль. Мы видим примеры, когда нехватка комплектующих вызывает серьезные проблемы. К тому же крупные компании могут начать демпинговать, что создаст дополнительные сложности для мелких производителей. В таких условиях важно дифференцировать бизнес и быть гибкими, чтобы успешно адаптироваться к изменениям на рынке.

ЦРР:
Какие типы промышленных роботов вы предлагаете и чем они отличаются друг от друга?

С.М.:
 В нашей продуктовой линейке представлены несколько типов роботов. Во-первых, это премиальные роботы от известных зарубежных производителей, таких как KUKA, ABB, Fanuc и Kawasaki, которые уже эксплуатируются многими компаниями и пользуются заслуженным доверием. Во-вторых, у нас есть собственные роботы под маркой «Тесвел». Сейчас они производятся в Китае, но мы планируем их локализацию. Это четыре модели роботов: один — паллетайзер с грузоподъемностью 180 кг, второй — 80 кг, который также подходит для работы со станками для фрезеровки и лазерной резки. А также две сварочные модели.

Кроме того, мы предлагаем коллаборативные роботы, которые становятся все более востребованными благодаря своей простоте в интеграции и низким требованиям к безопасности. Эти роботы хорошо подходят для разных производственных процессов и пользуются спросом на рынке. Мы постоянно корректируем нашу линейку в зависимости от спроса, добавляя новые модели по мере необходимости.



ЦРР:
Расскажите, пожалуйста, об особенностях роботов, которые работают с композитными материалами. Что их отличает?

С.М.:
 Мы уже давно работаем с композитными материалами и используем различные технологии. Во-первых, это механическая обработка: в этом случае на роботе установлен шпиндель, который выполняет операции по сверлению и фрезерованию. Также у нас есть технологии лазерной резки композитов и лазерной порошковой наплавки.

С помощью порошков мы можем наплавлять материал на поверхность композита, а затем применять термоупрочнение для улучшения механических характеристик.

Наша компания накопила значительный опыт в этой области с 2018 года и готова предложить решения для различных задач обработки композитных материалов.



« Мы активно развиваем направление мобильной робототехники »

ЦРР:
Какова ваша стратегия по расширению ассортимента продукции и услуг на ближайшие годы?

С.М.:
 В настоящее время мы активно развиваем направление мобильной робототехники. Этот рынок растет быстрее, чем сегменты промышленных и коллаборативных роботов. Мы замечаем увеличение спроса на мобильные тележки с различными системами навигации для складской логистики и перемещения готовой продукции. Это новая ниша, которая становится все актуальнее.

Мы уже реализовали пилотный проект на базе сборки спутников с использованием мобильных роботов и получили множество запросов на подобные решения.

Кроме того, мы планируем расширение серийного производства промышленных станций генерации технических газов. Это направление также заложено в нашем стратегическом планировании, и мы видим в нем большие перспективы для роста и развития нашей компании.

ЦРР:
Какие примеры наиболее успешных проектов, реализованных Вашей компанией, вы можете привести? Может быть, самым запоминающимся был проект по роботизации сборки наноспутников или робот-художник?

С.М.:
 Действительно, у нас есть несколько интересных проектов. Один из них связан с коллаборативными роботами, которые используются для сборки наноспутников формата CubeSat. Фактически это «умная фабрика», которая не требует участия человека и самостоятельно контролирует качество сборки. Все необходимые элементы хранятся на автоматизированном складе. Робот собирает комплектующие, проверяет их с помощью технического зрения и автоматически собирает платы в нужной последовательности. Этот процесс исключает ошибки и обеспечивает стабильное качество.





ЦРР:
А что, на Ваш взгляд, стало причиной популярности коллаборативных и мобильных роботов? Производите ли вы AMR-роботов?

С. М.:

Коллаборативные роботы становятся популярными благодаря нескольким ключевым факторам. Во-первых, они более доступные, так как не требуют установки дорогостоящих систем безопасности при определенных условиях. Во-вторых, их проще и быстрее внедрять в производственные процессы.

Что касается мобильных роботов, то их популярность основана на большом количестве складских и транспортных задач на любом производстве. Для этого используются разные типы навигации мобильных тележек. Наиболее востребованы сейчас AMR-тележки (от англ. Autonomous Mobile Robot). Сегодня мы эти тележки не производим, используем оборудование зарубежного производства. Но в среднесрочной перспективе такие намерения у нас есть.

ЦРР:
Если говорить о времени внедрения, какова разница между коллаборативными и обычными промышленными роботами?

С. М.:

Мы проводим экскурсии для студентов и школьников, чтобы показать им, как работают промышленные роботы. Чтобы запрограммировать промышленного робота, требуется пройти специальную подготовку. Это необходимо для того, чтобы понять, как робот движется и какие команды ему давать. В то же время коллаборативный робот можно освоить гораздо быстрее: если дать пульт управления подростку, через 15 минут он уже интуитивно поймет, как его запрограммировать и управлять им. Таким образом получается, что разница колоссальная.

ЦРР:
Можете ли вы оценить, какие тенденции прослеживаются в запросах на мобильных роботов?

С. М.:

Сейчас есть тенденция к усложнению решений. Из 10 запросов только 1 касается простых тележек, остальные связаны с более сложными системами. Это можно объяснить тем, что заказчики стремятся к более эффективным решениям, которые могут выполнять сложные задачи. При этом следует понимать, что иногда простые системы навигации могут быть более эффективными.

ЦРР:
Как обстоит ситуация с модульными роботами на тележках? Есть ли на них спрос, или чаще требуются стационарные и мобильные роботы по отдельности?

С. М.:

Модульные роботы на мобильных тележках пользуются спросом, но по нашей статистике такие решения востребованы для использования в лабораториях, обслуживания контрольного, измерительного оборудования. Они подходят для операций с низким темпом работы, где не требуется высокая интенсивность перемещения.

ЦРР:
Какие передовые технологии, по Вашему мнению, являются наиболее перспективными для интеграции в робототехнику? И какие технологии уже применяются в проектах компании «Тесвел»?

С. М.:

Сейчас в робототехнике активно используются различные технологические пакеты для выполнения таких задач, как дуговая и лазерная сварка. Они помогают не только упростить процесс программирования робота, но и сделать работу программиста эффективнее.

Еще одно перспективное направление – компьютерное зрение, которое позволяет определять дефекты сборки и корректировать сварочные режимы. Это требует минимальных навыков от оператора: достаточно просто положить деталь в зону сварки и нажать кнопку старта. Учитывая дефицит кадров, создание более интеллектуальных решений становится критически важным. Это особенно актуально, например, в строительной отрасли, где много мелкосерийных изделий, – в этом случае использование искусственного интеллекта поможет сократить время программирования и улучшить качество сборки. Я считаю, что такие технологии будут востребованы в ближайшее время и будут активно развиваться.



ЦРР :
Какие передовые технологии, по Вашему мнению, являются наиболее перспективными для интеграции в робототехнику? И какие технологии уже применяются в проектах компании «Тесвел»?

С. М. :
Да, мы используем алгоритмы на основе нейросетей и технологии обработки данных для задач применения компьютерного зрения. Это направление становится все более интересным и актуальным. Но стоит отметить, что мы не являемся узкими специалистами в области компьютерного зрения или разработки алгоритмов на базе нейронных сетей. Поэтому мы привлекаем таких партнеров, как Университет Иннополис, которые могут разработать для нас кастомизированные решения. Мы сосредоточены на более широком подходе и реализуем решения на уровне оборудования для предприятий, а для узких компетенций привлекаем субподрядчиков.

ЦРР :
Есть ли у компании проекты или идеи по интеграции робототехники и, например, технологий цифрового двойника или дополненной и виртуальной реальности?

С. М. :
Я несколько скептически отношусь к концепции цифровых двойников. Виртуальные модели часто не совпадают с реальностью, и даже технологии, реализованные в цифровом формате, могут иметь погрешности. В реальных условиях всегда есть дополнительные факторы, которые не учитываются в виртуальных моделях. Например, никто не может точно предсказать скачки напряжения в сети или поведение оборудования в сложных условиях.

Тем не менее, мы используем программное обеспечение для офлайн-программирования, которое позволяет нам заранее настраивать параметры и режимы работы роботов. Это значительно упрощает процесс перепрограммирования без остановки основного производства. Мы также применяем лазерные сканеры для улучшения точности и эффективности работы. Таким образом, хотя мы и не полностью интегрируем технологию цифрового двойника, мы используем аналогичные решения для оптимизации наших процессов.



В России мы можем ожидать темпы роста рынка робототехники на уровне 30–40% в год, что значительно выше общемировых 7–8%, а мы только начинаем этот путь



ЦРР :
С какими трудностями сталкиваются ваши клиенты при внедрении новых технологий, и как вы помогаете их преодолевать?

С. М. :
Одна из главных трудностей – сила привычки. Даже если предприятие решает внедрить робота, не все готовы изменить существующие процессы или технологии. Часто клиенты думают, что установка робота автоматически решит все проблемы. Например, в 2010 году один из наших клиентов был уверен, что немецкий робот будет работать идеально без каких-либо настроек. Однако он не учел, что для успешного выполнения задач робота необходимо кастомизировать под свои изделия и технологии.

К сожалению, такие клиенты часто становятся самыми сложными, так как им приходится объяснять, почему их ожидания не оправдались, и возвращаться к основам, чтобы найти и устранить проблемы. Это требует времени и усилий, потому что нужно «размотать клубочек» и заново объяснить, как правильно организовать процесс роботизации.

Среди прочих трудностей я могу выделить высокие затраты на внедрение, необходимость обучения персонала и адаптацию существующей инфраструктуры под новые технологии.

ЦРР :
Каким Вы видите будущее робототехники в мире и в России, и какие факторы будут способствовать его развитию?

С. М. :
Будущее робототехники как в России, так и в мире, будет определяться схожими тенденциями. Молодые люди все меньше хотят работать на производстве, предпочитая более легкий заработок. Это создает дефицит рабочей силы, что делает роботизацию необходимой для многих предприятий. Я знаю, что есть компании, которые стоят перед выбором: либо закрывать бизнес, либо автоматизироваться.

В России мы можем ожидать темпы роста рынка робототехники на уровне **30–40%** в год, что значительно выше общемировых **7–8%**, а мы только начинаем этот путь. В течение 10–15 лет у нас также будет развиваться рынок промышленных роботов, и мы увидим появление отечественных решений.

С точки зрения технологий, будущее включает в себя развитие андроидных роботов и программного обеспечения. Такие крупные компании, как Сбер и Яндекс, активно работают в этом направлении, что также будет способствовать росту рынка. Важно отметить, что несмотря на текущие вызовы, рынок продолжает развиваться, и спрос на роботов будет расти во всех сегментах.



ЦРР:
Какие шаги, на Ваш взгляд, необходимо предпринять для увеличения числа квалифицированных специалистов в робототехнике? Как можно справиться с недостатком таких специалистов?

С.М.:

Недавно я выступал на круглом столе в Государственной Думе, темой которого была кадровая политика в сфере роботизации. Существуют системные подходы, реализацию которых нужно начинать в школе и продолжать в средних и высших учебных заведениях. Необходимо разработать специальные программы и выделить средства на оснащение лабораторий, чтобы студенты могли не только теоретически, но и практически работать с роботами. Студенты последних курсов могут быстро пополнить ряды квалифицированных специалистов, если будут выходить из учебных заведений уже подготовленными к работе с конкретными технологиями.

Однако моя основная мысль в том, что нам нужно решать проблемы здесь и сейчас. Нам не хватает около 60 000 специалистов, поэтому нужны экспресс-курсы для подготовки специалистов по конкретным технологиям. Если мы сможем быстро подготовить квалифицированные кадры с учетом специфики сферы, это поможет решить проблему нехватки специалистов в краткосрочной перспективе.

ЦРР:
Какие меры поддержки со стороны государства, по Вашему мнению, наиболее важны для развития отрасли? Опыт каких стран следует учитывать?

С.М.:

Наиболее объективный и результативный пример — опыт Китая. За последние 15 лет в стране появилось множество производителей и развился рынок компонентов и комплектующих. Благодаря кластерной политике государству удалось снизить логистические затраты и повысить эффективность этой сферы.

Что касается России, мы, как и многие другие интеграторы, участвуем в разработке национальных проектов по развитию рынка робототехники, в рамках которых предусмотрены льготные кредиты, лизинг и компенсация затрат на покупку отечественных роботов. Эти меры делают условия для конечных заказчиков более привлекательными.

В ближайшие годы на поддержку производителей и внедрение робототехники будет выделено около 350 миллиардов рублей. Эта сумма включает субсидии на техническое перевооружение, компенсацию скидок для заказчиков и программы льготного кредитования. Такие меры помогут сделать отечественную робототехнику более конкурентоспособной и популяризировать отрасль в России.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

В последние десятилетия роботизация производства стала ключевым элементом стратегии модернизации промышленных предприятий. Сегодня ее применение выходит далеко за пределы традиционных отраслей, а современные роботы становятся все более универсальными, демонстрируя способность адаптироваться к самым разнообразным условиям и задачам.

Однако основной вопрос, который волнует руководителей компаний и инвесторов, – насколько оправданы вложения в роботизацию с точки зрения экономической эффективности.

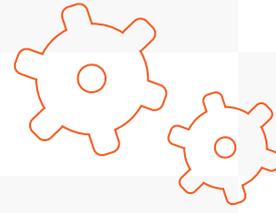
Экономические эффекты от внедрения промышленных роботов включают не только прямые финансовые выгоды, но и косвенные преимущества, такие как повышение конкурентоспособности компании на рынке и ее устойчивости перед вызовами глобальной экономики. Успешное внедрение роботизированных технологий требует не только современного оборудования, но и грамотного планирования, анализа потребностей бизнеса и качественной подготовки персонала.



ОСНОВНЫЕ ЭФФЕКТЫ РОБОТИЗАЦИИ

Эффекты	Описание	Метрики
Повышение производительности	<p>Автоматические линии могут работать круглосуточно, без выходных и перерывов</p> <p>Роботы могут выполнять несколько операций одновременно</p>	<p>Рост производительности. Показывает, насколько увеличилось количество произведенной продукции за единицу времени</p> <p>Уменьшение времени производственного цикла. Показывает, насколько снизилось время, необходимое для завершения всех этапов производственного процесса, начиная от получения сырья или заказа и заканчивая доставкой готового продукта конечному потребителю</p> <p>Рост выручки от реализации продукции. Показывает, насколько выросла выручка в результате увеличения объемов производства продукции</p>
Сокращение численности производственных рабочих	<p>При роботизации производства происходит замещение труда производственных рабочих роботами</p>	<p>Количество высвобожденных штатных единиц (от англ. Full-Time Equivalent, FTE). Показывает, какой объем работы, эквивалентный полной занятости сотрудников, выполняет робот</p>
Снижение производственных затрат	<p>Автоматизированные системы способны функционировать в оптимальном режиме без влияния человеческого фактора, что уменьшает вероятность ошибок и снижает дополнительные нагрузки на оборудование</p> <p>Использование технологий предиктивного обслуживания для роботов позволяет выявлять и предотвращать возможные неисправности до отказа оборудования</p> <p>Благодаря отсутствию требований к условиям труда, роботы способны функционировать в самых различных внешних условиях (системы отопления, кондиционирования, освещения и других)</p> <p>Роботы могут оптимизировать расход сырья и материалов в производственных процессах</p> <p>Современные роботы можно легко настроить под различные задачи. Это делает их идеальным инструментом для производства, работающего по принципу «точно в срок» (just-in-time)</p>	<p>Среднее время безотказной работы системы. Показывает, сколько времени система может проработать без сбоев</p> <p>Среднее время ремонта/восстановления оборудования. Показывает, сколько времени требуется на ремонт/восстановление оборудования</p> <p>Коэффициент использования оборудования. Показывает, насколько эффективно используется оборудование в производственном процессе</p> <p>Уровень потребления энергетических ресурсов. Показывает количество ресурсов для обеспечения работы оборудования, систем и процессов</p> <p>Производственные запасы. Показывает количество сырья, материалов, хранящихся на складах компании</p>
Повышение качества продукции	<p>Высокая точность и повторяемость робота обеспечивает стабильное качество продукции</p> <p>Исключение человеческого фактора уменьшает количество возможных ошибок, а также брака и дефектов</p> <p>Стандартизация процессов позволяет обеспечить единообразие продукции и повысить эффективность работы</p>	<p>Индекс удовлетворенности клиентов (от англ. Customer Satisfaction Score, CSAT). Показывает насколько клиенты довольны продуктом.</p> <p>Клиентская лояльность. Показывает количество повторных покупок одним клиентом. Отношение количества возвратов к общему количеству продаж.</p> <p>Доля дефектной/бракованной продукции. Показывает процентное соотношение некачественных товаров к общему объему произведенной продукции</p>
Уменьшение травматизма	<p>Роботы могут выполнять задачи в опасных условиях, включая зоны с повышенным уровнем шума, вибрации, воздействием химических веществ или экстремальных температур</p>	<p>Снижение травматизма. Показывает, насколько снижается количество инцидентов на производстве после внедрения роботов</p>
Оптимизация логистики и складских операций	<p>Автоматические системы хранения и транспортировки товаров позволяют оптимизировать пространство склада, ускорить процесс поиска нужных товаров и уменьшить количество ошибок при комплектации заказов.</p>	<p>Уменьшение количества ошибок при комплектации заказов. Показывает, насколько снижается количество ошибок при комплектации заказов</p> <p>Сокращение времени сборки заказов. Показывает, насколько снижается время сборки заказа</p>

Внедрением робототехники в производство занимаются специализированные компании-интеграторы. Компания-интегратор промышленных роботов – это организация, которая проектирует, внедряет и обслуживает роботизированные системы на производствах. Главная задача интеграторов – адаптировать промышленные роботы под конкретные задачи клиентов и обеспечить их эффективное функционирование в рамках существующих производственных линий.



Интеграция промышленных роботов в производство – это сложный процесс, включающий несколько этапов. Основные из них представлены ниже:

1. АНАЛИЗ ПОТРЕБНОСТЕЙ И ЦЕЛЕЙ

На этом этапе компания определяет, какие задачи можно автоматизировать и какие цели планируется достичь.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

После определения целей разрабатывается план интеграции и создается техническое задание.

3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Выбираются наиболее оптимальные роботизированные системы с учетом особенностей производства. Проводится технико-экономическое обоснование (ТЭО) внедрения роботизированных установок.

4. УСТАНОВКА И ИНТЕГРАЦИЯ

Оборудование доставляется на производство и интегрируется в существующую инфраструктуру.

5. ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА

Для успешной работы с роботами необходимо обучить и подготовить сотрудников.

6. ТЕСТИРОВАНИЕ И ОТЛАДКА

Перед вводом в эксплуатацию робота/ов тестируют и отлаживают его/их работу.

7. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Если тестирование прошло успешно, система вводится в эксплуатацию.

8. ОПТИМИЗАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

После начала работы системы проводится мониторинг и оптимизация ее функционирования.



Внедрение робототехнических решений оказывает глубокое влияние не только на отдельные предприятия, но и на экономику страны в целом. Одной из главных выгод от масштабной роботизации является повышение общей производительности труда на национальном уровне. Чем выше уровень автоматизации и роботизации в различных сферах экономики, тем эффективнее используются ресурсы, и тем больше товаров и услуг производится в единицу времени. Это, в свою очередь, ведет к увеличению валового внутреннего продукта (ВВП). Кроме того, автоматизация и роботизация создают новые рабочие места в сфере разработки, обслуживания и программирования роботов, что стимулирует развитие высокотехнологичных отраслей экономики.



ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ



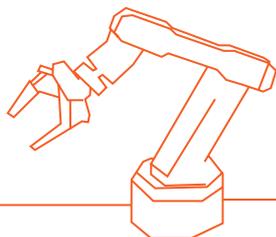
В последние десятилетия наблюдается стремительное технологическое развитие и одно из важных направлений этого прогресса – развитие технологий искусственного интеллекта и их применение в промышленности. Промышленные роботы, оснащенные

ИИ, все чаще становятся неотъемлемой частью современных производственных процессов, трансформирующих способы работы и взаимодействия человека и машины. Эти высокотехнологичные устройства способны не только выполнять рутинные задачи с высокой точностью и скоростью, но и адаптироваться к изменяющимся условиям, обучаться на основе полученного опыта и даже предсказывать возможные неисправности. С развитием концепции «умных» фабрик и внедрением принципов четвертой промышленной революции (Индустрии 4.0) промышленным роботам с искусственным интеллектом отводится все более значимая роль. Они уже не ограничиваются выполнением механических задач.

Промышленные роботы становятся активными участниками производственного процесса и частью процессов, направленных на повышение эффективности, снижение затрат и улучшение качества продукции.

В статье рассматривается роль ИИ в развитии промышленной робототехники.

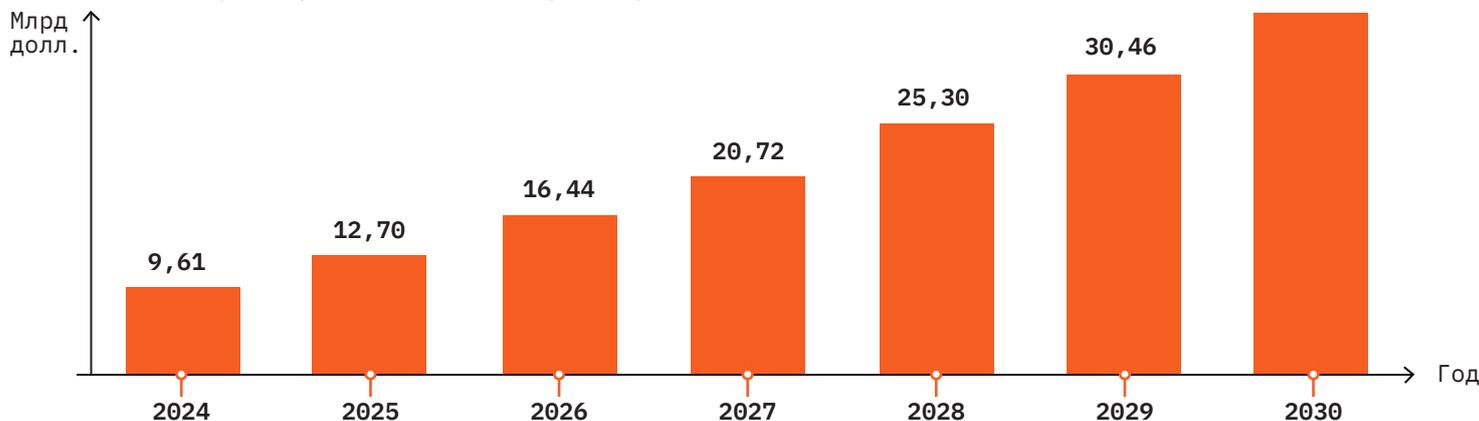
Термин «Индустрия 4.0» возник в Европе в 2011 году на одной из промышленных выставок в Ганновере, где немецкое правительство озвучило необходимость более активного внедрения информационных технологий в производственный процесс. Для реализации этой идеи была сформирована группа официальных лиц и экспертов, которая разработала стратегию преобразования производственных предприятий страны в «умные». Другие страны также начали активно осваивать новые технологии, и термин «Индустрия 4.0» стал ассоциироваться с четвертой промышленной революцией. Основная идея заключается в том, что материальный мир соединяется с виртуальным, что приводит к созданию новых киберфизических систем, объединенных в единую цифровую экосистему. Одним из аспектов этой трансформации являются роботизированные производства и «умные» заводы. Четвертая промышленная революция подразумевает всеобъемлющую автоматизацию всех процессов и этапов производства: цифровое проектирование продуктов, создание их виртуальных моделей, совместная работа инженеров и дизайнеров в едином цифровом конструкторском бюро, удаленная настройка оборудования в соответствии с техническими требованиями для выпуска конкретного «умного» продукта, автоматизированный заказ необходимых компонентов, контроль их доставки, а также мониторинг пути готового товара от фабричного склада до магазина и конечного потребителя. Кроме того, производитель продолжает следить за своим продуктом даже после его продажи, что отличается от традиционной модели: он контролирует условия эксплуатации, может удаленно изменять настройки, обновлять программное обеспечение и предупреждать клиента о возможных неисправностях, а в конце жизненного цикла – принимать продукт на утилизацию.



МИРОВОЙ РЫНОК ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ, ОСНАЩЕННЫХ ИИ



Объем мирового рынка промышленных роботов, оснащенных ИИ, в 2025 году по прогнозу специализирующейся на рыночных и потребительских данных немецкой компании Statista, может составить **12,7 млрд долларов**, и при ожидаемом среднегодовом темпе роста **24,69%** в прогнозируемом периоде (2024 – 2030 гг.) к 2030 году объем рынка достигнет **36,11 млрд долларов**.

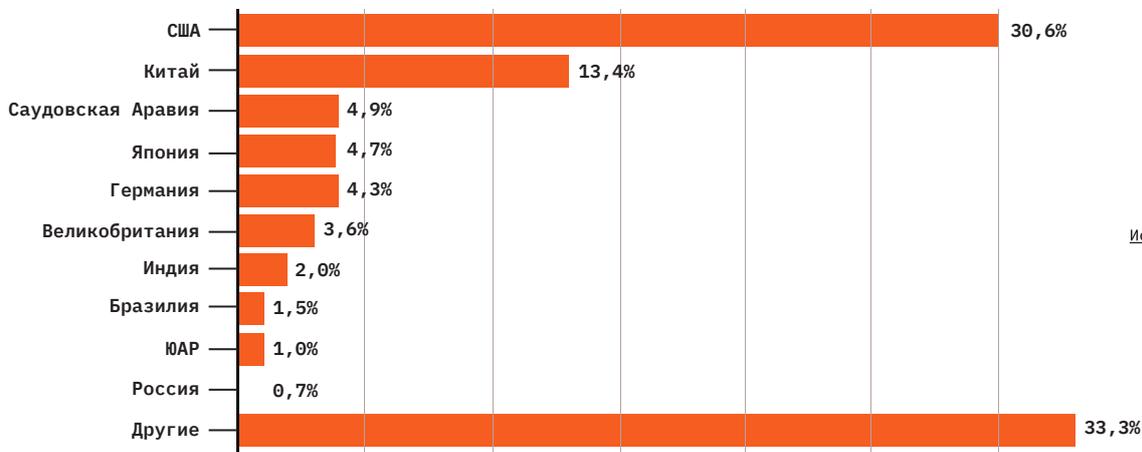


Источник: Statista

ОБЪЕМ РЫНКА ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ, ОСНАЩЕННЫХ ИИ, В 2024–2030 ГГ., МЛРД ДОЛЛАРОВ



Рынок промышленных роботов, оснащенных ИИ, стремительно расширяется, чему способствуют такие факторы, как общий тренд мировой экономики на внедрение технологий ИИ, повышение осведомленности производителей и потребителей о преимуществах ИИ в различных отраслях промышленности и удобство эксплуатации роботизированных решений на основе ИИ. В то же время рынок находится под сильным влиянием макроэкономических факторов – страны с благоприятной нормативной средой и высоким уровнем инвестиций в промышленность показывают более активный рост рынка.



Источник: Statista

Доля рынков промышленных роботов, оснащенных ИИ, стран развитых и развивающихся экономик, 2024 г., млрд долларов



Рынок оснащенных ИИ промышленных роботов США является крупнейшим и может составить по данным Statista (Германия) 30,6% от мирового объема рынка по итогам 2024 года. Вторым (13,4%) является рынок Китая, который растет, в первую очередь, за счет поддержки государства. По данным информационного портала Inbusiness.kz (Казахстан) китайское правительство взяло курс на развитие робототехники и автоматизации промышленности в рамках национальной стратегии развития Made in China 2025. Ежегодно в Китае появляется более двухсот новых робототехнических компаний, при этом в 2024 году на каждые 10 тысяч рабочих мест в Китае приходится почти 400 промышленных роботов. Например, в начале августа 2024 года по данным UBTECH (Китай) китайская компания Geely Holding Group начала применять оснащенных ИИ человекоподобных роботов Walker S Lite на заводе по производству электромобилей марки Zeekr.

Источник: UBTECH
Робот Walker S Lite

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СТЕКА ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ И ИИ



Область пересечения между ИИ и робототехникой, известная как «умные машины» или автономные вещи (от английского Autonomous Things, AuT), которая относится к понятию Интернета автономных вещей (от английского Internet of Autonomous Things, IoAT), включает промышленных роботов, оснащенных ИИ. «Умные машины» могут не только выполнять рутинные операции, но и справляться с более сложными задачами, требующими более высокого уровня «интеллекта».

Одна из самых известных «умных машин» – человекоподобный робот Sophia, разработанный гонконгской компанией Hanson Robotics в виде женщины (гиноида). Sophia также является первым роботом в мире, получившим гражданство (в октябре 2017 году роботу было предоставлено гражданство Саудовской Аравии). При этом понятие «умных машин» выходит за пределы гуманоидных роботов: роботы с поддержкой ИИ могут быть различной формы и выполнять различные задачи. Сегодня промышленные роботы, оснащенные ИИ, являются одним из компонентов технологического производства, способным выполнять задачи с точностью, адаптивностью и эффективностью, которые были недоступны еще несколько десятилетий назад.

Первым роботом, в котором были реализованы элементы ИИ, стал Шейки (от английского Shakey), разработанный Центром искусственного интеллекта при Стэндфордском Университете (в настоящее время SRI International, США) в 1972 году. Шейки сочетал логический анализ с физическими действиями, при этом робот был универсального назначения.

Дальнейшая разработка знаменуется несколькими ключевыми вехами.



1980-е годы

Внедрение датчиков: интеграция датчиков в промышленные роботы позволила собирать данные из окружающей среды, заложив основу для более автономных роботизированных систем.

1990-е годы

Появление машинного обучения: внедрение машинного обучения позволило роботам улучшить производительность, обучаясь на основе данных, а не полагаясь исключительно на заранее запрограммированные инструкции.

2000-е годы

Разработка коллаборативных роботов (коботов): в коботах, предназначенных для работы вместе с людьми, начали использовать технологию ИИ для обеспечения безопасного и эффективного взаимодействия человека и робота. Это стало важным шагом от изолированных роботизированных систем к более интегрированным, гибким решениям по автоматизации.

2010-е годы

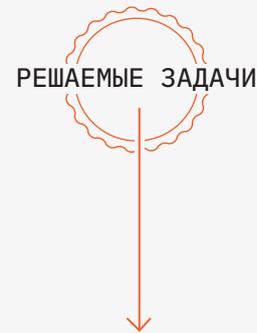
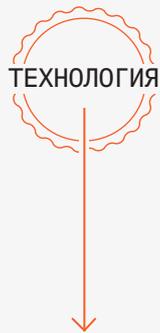
Достижения в области глубокого обучения и компьютерного зрения: эти технологии позволили роботам выполнять более сложные задачи, такие как визуальный осмотр и принятие решений в режиме реального времени, что еще больше повысило эффективность промышленных роботов в различных отраслях.



Источник фото: ultralytics.com ←

Технология промышленных роботов с поддержкой ИИ включает ряд субтехнологий ИИ, которые могут использоваться как по отдельности, так и совместно для получения наилучших производственных характеристик промышленных роботов.

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТАХ



МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ



роботы могут анализировать огромные объемы данных с датчиков для выявления закономерностей и повышения производительности. Например, сварочный робот может научиться корректировать свою работу на основе качества предыдущих сварных швов, что приведет к повышению точности и последовательности;

машинное обучение позволяет роботам адаптироваться к новым задачам или изменениям в окружающей среде. Например, если производственная линия меняется, робот может скорректировать свои операции без необходимости перепрограммирования.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ



роботы с компьютерным зрением могут идентифицировать и классифицировать объекты. Это особенно полезно в контроле качества, где роботы могут точно проверять продукцию на наличие дефектов;

в динамических средах роботы используют компьютерное зрение для обнаружения и избегания препятствий. Например, автономные роботы на складе могут обходить людей, погрузчики и другие препятствия в режиме реального времени;

роботы могут выполнять задачи, требующие высокой точности, такие как сборка небольших компонентов или сбор предметов с конвейерной ленты, визуально определяя точное положение и ориентацию объектов.

ОБРАБОТКА ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА



в заводских условиях рабочие могут давать устные инструкции роботам, которые затем их интерпретируют и выполняют команды. Это снижает потребность в сложных интерфейсах и обеспечивает более эффективное взаимодействие робота и человека.

ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА



отслеживая производительность роботизированных систем и анализируя закономерности, ИИ может предсказать, когда элементам роботизированной системы может потребоваться техническое обслуживание. Это позволяет компаниям проводить техническое обслуживание заблаговременно, сокращая время простоя и предотвращая дорогостоящие поломки;

предиктивная аналитика также может использоваться для оптимизации производительности робота путем выявления областей для улучшения.



КЛЮЧЕВЫЕ ИГРОКИ НА РЫНКЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ, ОСНАЩЕННОЙ ИИ

На мировом рынке промышленных роботов с поддержкой ИИ выделяется ряд ключевых игроков.



FANUC

Япония →



FANUC внедрила ИИ в ряд своих продуктов для улучшения обслуживания роботизированных систем, оптимизации производственного процесса в реальном времени и адаптивных функций обучения роботов. Их роботы, управляемые ИИ, могут обучаться для повышения производительности и сокращения простоев, что делает их высокоэффективными в динамических производственных средах.

Основные продукты: серия коллаборативных роботов (коботов) серии CRX и промышленные роботы серии M – являются примерами моделей, которые предлагают расширенные возможности с точки зрения точности и адаптивности.



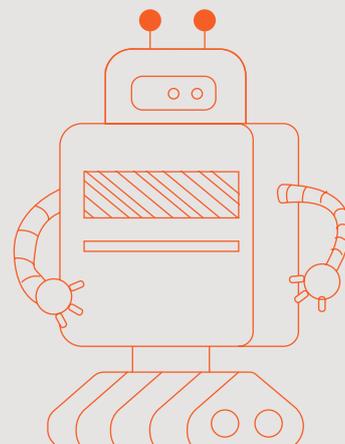
ABB Robotics

Швейцария/Швеция →



ABB Robotics интегрирует ИИ в свои роботизированные системы для обеспечения интеллектуальной автоматизации. Роботы, управляемые ИИ, преуспевают в принятии решений в режиме реального времени, контроле качества и совместных операциях. Решения на базе ИИ от ABB Robotics также направлены на повышение энергоэффективности и снижение производственных затрат.

Основные продукты: YuMi – коллаборативный робот с двумя руками, и серия промышленных роботов IRB, оснащенных технологиями ИИ, которые повышают точность, скорость и гибкость производственного процесса.



KUKA Robotics

Германия/Китай →



KUKA Robotics интегрирует ИИ в свои роботы для обеспечения выполнения сложных производственных задач и успешного взаимодействия человека и робота на производстве. Роботы KUKA Robotics, управляемые ИИ, способны к обучению в режиме реального времени, что позволяет им подстраиваться под новые задачи и оптимизировать процессы проактивно. Они также имеют расширенные функции безопасности при взаимодействии с людьми.

Ключевые продукты – KUKA LBR iiwa (интеллектуальный промышленный помощник) и серия промышленных роботов KR QUANTEC, которые отличаются упрощенным вводом в эксплуатацию, удобством обслуживания и оптимизированными под технологические процессы цифровыми режимами движения.

Yaskawa Electric Corporation

Япония



Производитель интегрирует ИИ в свои роботизированные системы для повышения точности операций, эффективности производственных процессов и адаптивности к условиям производства. Промышленные роботы Yaskawa Electric, оснащенные ИИ, способны обучаться и предназначены для решения сложных задач, таких как сварка, обработка материалов и сборка.

Siemens

Германия



Siemens использует ИИ для оптимизации роботизированных операций, повышения точности производства и упрощения аналитики данных в реальном времени. Промышленные роботы Siemens, управляемые ИИ, используются для сборки, контроля качества и предиктивного обслуживания, обеспечивая эффективные и надежные производственные процессы.

Ключевые продукты: SIMATIC Robot Integrator и серия SINUMERIK компании Siemens являются примерами систем с поддержкой ИИ, которые обеспечивают расширенное управление и оптимизацию для промышленной робототехники.

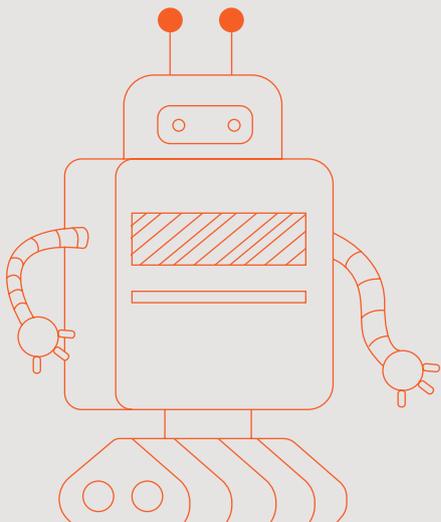
Mitsubishi Electric

Япония



Mitsubishi Electric интегрирует ИИ в свои робототехнические системы для повышения гибкости, точности и эффективности работы. Роботы Mitsubishi Electric, управляемые ИИ, особенно эффективны в сборке, упаковке и контроле качества.

Основные продукты: Серия MELFA, включая модели RV-FR и RH-FR, представляет собой примеры роботов на базе искусственного интеллекта, которые обладают передовыми функциями, такими как высокоскоростная работа и точное управление.



Ниже представлены примеры использования промышленных роботов, оснащенных ИИ, в производстве.

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ (АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ)

Tesla
США



Tesla использует роботизированные руки-манипуляторы, оснащенные ИИ, производства FANUC и KUKA Robotics на сборочных линиях автомобилей для выполнения сварки, покраски и сборки компонентов. Интегрированные системы ИИ непрерывно оптимизируют производственный процесс, внося коррективы в режиме реального времени для обеспечения его точности и последовательности.

Эффекты:

- увеличение скорости производства автомобилей и комплектующих на 25%;
- снижение количества производственных дефектов на 20%;
- снижение затрат на рабочую силу примерно на 30% за счет минимизации человеческого вмешательства и количества ошибок.

BMW AG
Германия



BMW AG использует на производственных линиях роботов Universal Robots для обеспечения бесперебойного производства автомобилей различных моделей на одной линии. Роботы способны адаптироваться к сборке различных моделей автомобилей без перепрограммирования, что также позволяет выполнять индивидуальные заказы потребителей.

Эффекты:

- улучшение производственной гибкости на 30% — на одной сборочной линии производятся различные модели и конфигурации автомобилей;
- сокращение сроков производства автомобилей по индивидуальным заказам потребителей на 25%;
- снижение количества ошибок на производстве на 20%;
- снижение эксплуатационных расходов на роботизированные линии на 15%, поскольку ИИ сводит к минимуму необходимость частой переналадки и ручной настройки.

ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ

Foxconn
(Hon Hai Precision Industry Co., Ltd.), Китай (Тайвань)



Foxconn использует промышленных роботов, оснащенных ИИ, от производителей Yamaha Corporation (Япония) и ABB Robotics для сборки продукции Apple (США), включая iPhone. Роботы выполняют размещение микрокомпонентов на печатных платах, требующее чрезвычайно высокой точности. Системы ИИ обеспечивают точность и согласованность производственного процесса.

Эффекты:

- повышение точности размещения микрокомпонентов на печатных платах на 40%;
- сокращение времени сборки одной единицы продукции на 20%;
- экономия затрат на рабочую силу до 35% за счет автоматизации сложных задач по сборке.

Siemens Electronics Manufacturing
Германия



Siemens Electronics Manufacturing интегрирует роботов с искусственным интеллектом от производителей KUKA Robotics и ABB Robotics на заводах по производству электроники. Роботы выполняют высокоточные задачи, такие как пайка и размещение компонентов, помогая обеспечить согласованность и точность в сложных электронных сборках.

Эффекты:

- сокращение количества ошибок при пайке и размещении компонентов на 35%;
- сокращение производственного цикла на 20%, что позволяет производить больше единиц продукции за меньшее время;
- сокращение количества отходов производства на 15%;
- снижение эксплуатационных расходов на 18% за счет автоматизации производственного процесса.

РИТЕЙЛ

Amazon
США



Центры обработки заказов Amazon оснащены роботами Kiva (Amazon Robotics, США) с поддержкой ИИ, которые управляют запасами товаров и обрабатывают заказы.

Роботы автономно перемещаются по складским помещениям, извлекают предметы и доставляют их на упаковочные станции. ИИ позволяет оптимизировать их пути и сокращает время простоя.

Эффекты:

- увеличение скорости обработки и отправки заказов на 40%;
- повышение эффективности использования складских помещений на 50% за счет способности промышленных роботов работать в более тесных пространствах;
- экономия расходов на 20% за счет снижения потребности в рабочей силе и повышения автоматизации процессов.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

The Coca-Cola Company
США



На предприятиях по розливу The Coca-Cola Company для упаковки и контроля качества используются роботы Mitsubishi Electric и Yaskawa, оснащенные ИИ. Роботы проверяют целостность тары перед розливом напитков, выполняют задачи по непосредственному розливу напитков в тары и упаковку.

Эффекты:

- увеличение производительности на 30%;
- сокращение количества дефектов на линии розлива напитков на 40%;
- сокращение затрат на рабочую силу на 25% за счет автоматизации повторяющихся задач;
- сокращение отходов производства на 20%.

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Adidas AG
Германия



Adidas AG использует роботов KUKA, оснащенных ИИ, на фабрике по производству обуви Speedfactory. Промышленные роботы выполняют резку материала, пошивочные работы с высокой точностью, а также упаковку. Системы ИИ обеспечивают высокую скорость производства и позволяют индивидуализировать производство моделей товаров по запросу потребителя.

Эффекты:

- компания расширила свои возможности по пошиву обуви по индивидуальным заказам на 50% благодаря внедрению роботов, оснащенных ИИ;
- сокращение производственного цикла на 30%, что позволило сократить время выпуска новых моделей обуви на рынок.

АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Boeing
США



Boeing использует оснащенные ИИ роботизированные системы от компании Electroimpact (США). Роботы выполняют такие задачи, как сверление отверстий и установка креплений, с чрезвычайной точностью, что имеет решающее значение в аэрокосмическом производстве.

Эффекты:

- повышение точности сверления отверстий в конструкционных элементах самолетов и качества крепежа компонентов на 40%;
- сокращение времени сборки самолета на 20%;
- сокращение производственных отходов на 15% за счет использования промышленных роботов, оснащенных ИИ.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

AI

Agribotix
США



Компания Agribotix использует дроны, оснащенные ИИ, для мониторинга состояния посевов. Дроны делают снимки полей с высоким разрешением, которые затем анализируются алгоритмами ИИ для оценки состояния растений, выявления факторов стресса и прогнозирования урожайности. Эти данные помогают фермерам принимать обоснованные решения по управлению урожаем.

Эффекты:

- повышение точности мониторинга посевов и сельскохозяйственных угодий;
- повышение урожайности за счет использования точного земледелия.

AI

Промышленные роботы, оснащенные ИИ, позволили сделать большой шаг вперед на пути к совершенствованию производственных процессов. Их способность к самообучению, адаптации и взаимодействию с окружающей средой открывают новые горизонты для повышения эффективности, качества и безопасности на предприятиях. Интеграция ИИ в робототехнику не только оптимизирует производственные операции, но и способствует снижению затрат и улучшению условий труда для работников.

Тем не менее, внедрение таких технологий также влечет некоторые проблемы, включая вопросы этики, безопасности и необходимости переквалификации персонала. Важно, чтобы компании и общество в целом активно работали над решением этих проблем, создавая сбалансированную экосистему, в которой технологии служат на благо человечества.

В будущем можно ожидать дальнейшего развития промышленных роботов, оснащенных ИИ, что приведет к еще более глубоким изменениям в производственной среде. Исследования и инновации в этой области будут продолжать формировать облик промышленности, открывая новые возможности для роста и устойчивого развития. Понимание этих изменений и адаптация к ним станут ключевыми факторами успеха для предприятий в эпоху цифровой трансформации.

AI

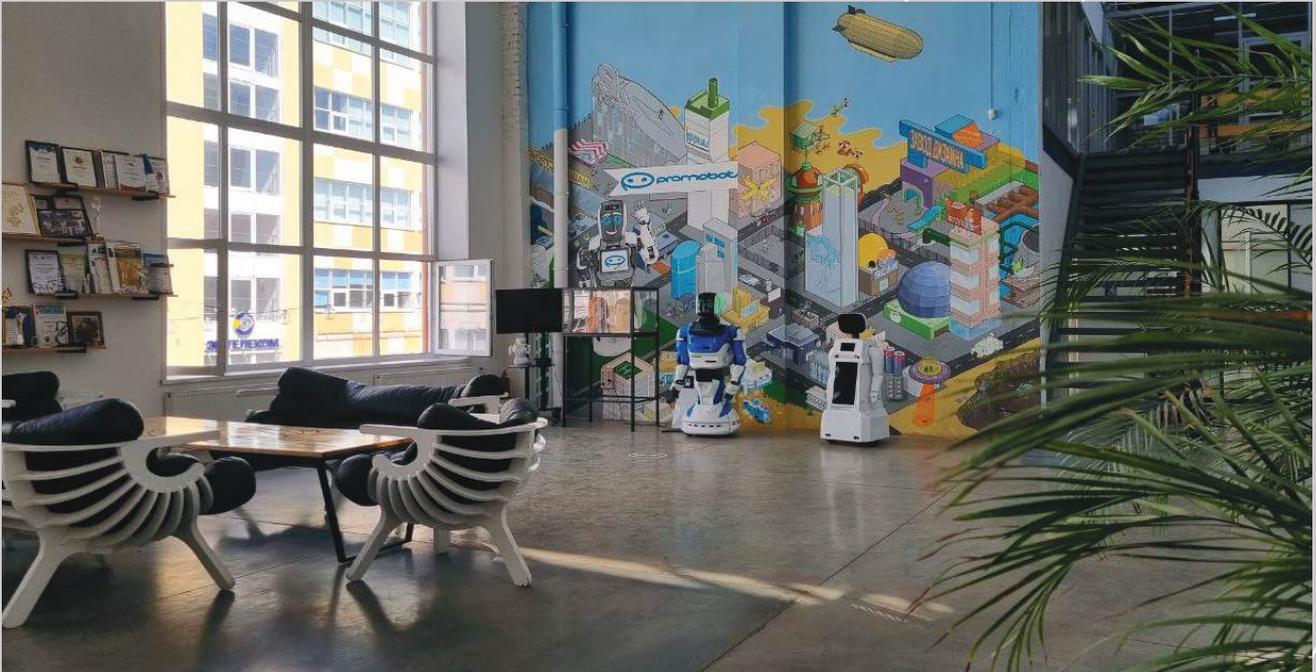
ОЛЕГ КИВОКУРЦЕВ

« Популяризация робототехники может вдохновить новое поколение инженеров и предпринимателей, способствуя развитию экономики и технологического прогресса в стране »



Компания: ООО «ПРОМОБОТ»
Дата основания: 2013 год

Олег Кивокурцев
Сооснователь и директор по развитию бизнеса ООО «ПРОМОБОТ»



ЦРР:
Расскажите, пожалуйста, о своем профессиональном пути. Как Вы познакомились с Алексеем Южаковым и Максимом Чугуновым? Каков был ваш опыт работы в сфере робототехники до основания компании?

О.К.:
 На старших курсах университета мы с ребятами занимались разработкой различных проектов в области робототехники и активно участвовали в форумах, выставках и мероприятиях. На одной из конференций нам посчастливилось познакомиться с серийным предпринимателем Алексеем Южаковым, и мы предложили ему сотрудничество по внедрению наших решений в его бизнес. Алексей поддержал нашу идею, мы организовали встречу, на которой он отметил, что сервисные роботы стремительно развиваются и именно в этом направлении стоит попробовать свои силы. Для более эффективного взаимодействия и оперативного погружения в процесс Алексей предложил подключить Максима Чугунова, который на тот момент работал руководителем в одной из его компаний. Максим активно включился во все процессы и стал незаменимым членом команды. Так и началось наше сотрудничество.

ЦРР:
Как возникла идея создания компании Promobot? Какой момент в истории компании Promobot Вы считаете самым значимым?

О.К.:
 Алексей Южаков первым обратил внимание на то, что сервисные роботы будут активно развиваться в ближайшее время. Когда мы встретились, робототехника стремительно входила в нашу жизнь: на рынке начали появляться роботы-пылесосы, мойщики окон и устройства для очистки бассейнов. Однако в сфере услуг предложений было значительно меньше. Именно встреча с Алексеем на конференции стала переломным моментом в развитии нашей компании.

ЦРР:
Какой Вы видите роль компании в развитии робототехники в России?

О.К.:
 На сегодняшний день наша компания является крупнейшим производителем сервисных роботов. Мы поставляем наши решения в 45 стран мира и занимаем лидирующие позиции по внедрению технологий. С 2022 года активно выходим на рынок промышленной робототехники, и я уверен, что сможем успешно реализовать себя и в этой сфере.



ЦРР:
Расскажите, какие современные технологии используются в роботах Promobot. Какие инновации или новые технологии компания планирует внедрить в продукты в ближайшие годы?

О.К.:
 Роботы Promobot используют искусственный интеллект для обработки естественного языка, компьютерное зрение для распознавания лиц и объектов, а также мобильность для маневренного перемещения. Они оснащены интерактивными интерфейсами и интегрированы с облачными сервисами для удаленного обновления. В ближайшие годы компания планирует внедрить улучшенные алгоритмы машинного обучения, расширенные возможности автономной навигации, интеграцию с IoT [от англ. Internet of Things – интернет вещей] и разработку специализированных решений для различных отраслей, что позволит ей оставаться лидером в робототехнической индустрии.





ЦРР :
Какова роль искусственного интеллекта в продуктах компании? Какие основные технологии искусственного интеллекта используются в роботах компании?

О.К. :
 Искусственный интеллект играет ключевую роль в продуктах компании Promobot, обеспечивая возможность обработки естественного языка для ведения диалогов с пользователями, распознавания лиц и объектов с помощью компьютерного зрения, а также адаптации поведения роботов в зависимости от предпочтений и действий пользователей. AI [от англ. Artificial Intelligence – искусственный интеллект] позволяет роботам обучаться на основе взаимодействий, улучшая качество обслуживания и повышая эффективность выполнения задач, что делает их более интеллектуальными и полезными в различных сферах применения.

ЦРР :
Как Вы оцениваете влияние искусственного интеллекта на производительность роботов и на развитие робототехники в целом?

О.К. :
 Влияние искусственного интеллекта на производительность роботов и развитие робототехники в целом значительно. Искусственный интеллект позволяет роботам адаптироваться к изменяющимся условиям работы, улучшая их эффективность и точность выполнения задач. Это приводит к снижению затрат на производство и повышению качества продукции. Кроме того, AI способствует развитию автономных систем, которые могут самостоятельно принимать решения и оптимизировать процессы без человеческого вмешательства. В результате интеграция искусственного интеллекта в робототехнику открывает новые возможности для инноваций, увеличивает скорость и гибкость производственных процессов, а также расширяет области применения роботов в различных отраслях.



ЦРР :
Какие конкретно задачи могут выполнять промышленные роботы с искусственным интеллектом?

О.К. :
 Промышленные роботы с искусственным интеллектом способны выполнять широкий спектр задач, включая автоматизацию сборочных процессов, что значительно ускоряет и упрощает производство. Они также осуществляют контроль качества продукции с помощью компьютерного зрения, автоматизируют упаковку и маркировку товаров, оптимизируют логистику и складирование. Кроме того, такие роботы могут взаимодействовать с клиентами, предоставляя информацию и поддержку, мониторить состояние оборудования для диагностики и предсказания сбоев, а также выполнять операции по обработке материалов, включая резку и сварку, что делает их незаменимыми в современных производственных процессах.

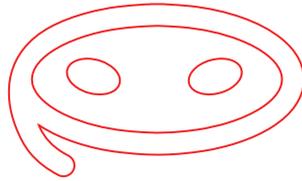


Этические принципы должны быть учтены на всех этапах разработки и внедрения технологий, чтобы обеспечить их безопасное и справедливое использование



ЦРР :
Расскажите о своем отношении к этическим вопросам, связанным с использованием искусственного интеллекта в робототехнике.

О.К. :
 Этические вопросы, связанные с использованием искусственного интеллекта в робототехнике, крайне важны и требуют внимательного рассмотрения. Ключевые аспекты включают безопасность, ответственность и прозрачность. Необходимо обеспечить безопасность функционирования роботов, чтобы они не причиняли вред людям или окружающей среде. Вопросы ответственности возникают в случае ошибок или аварий, связанных с действиями роботов, что требует четкого определения, кто несет ответственность – разработчики, операторы или сами машины. Прозрачность алгоритмов AI также критична, чтобы пользователи могли понимать, как принимаются решения и на каких данных они основаны. Кроме того, важно учитывать влияние автоматизации на рабочие места и общество в целом, чтобы минимизировать негативные последствия для трудящихся. В целом, этические принципы должны быть учтены на всех этапах разработки и внедрения технологий, чтобы обеспечить их безопасное и справедливое использование.



В образовании роботы могут стать интерактивными помощниками, предлагая персонализированные учебные планы и поддержку учащимся



ЦРР:
Каким Вы видите будущее робототехники в различных отраслях, таких как медицина, образование и сервисные услуги?

О.К.:

Будущее робототехники в различных отраслях выглядит многообещающе.

В медицине роботы будут играть ключевую роль в хирургии, реабилитации и уходе за пациентами, обеспечивая более высокую точность операций и улучшая качество ухода. Использование роботов для доставки медикаментов и выполнения рутинных задач освободит медицинский персонал для более сложных взаимодействий с пациентами.

В образовании роботы могут стать интерактивными помощниками, предлагая персонализированные учебные планы и поддержку учащимся. Они смогут проводить занятия, помогать в изучении языков и развивать навыки через игровые методы.

В сервисных услугах роботы будут активно использоваться для автоматизации процессов, таких как обслуживание клиентов, доставка товаров и уборка. Это повысит эффективность и снизит затраты, а также улучшит качество обслуживания.

В целом, интеграция робототехники в эти отрасли приведет к повышению производительности, улучшению качества услуг и созданию новых возможностей для взаимодействия между людьми и технологиями.



« **Раннее знакомство с технологиями AI и робототехники стимулирует креативность и инновационное мышление, что может привести к новым идеям и решениям** »

ЦРР:

Компания Promobot и Университет Иннополис сотрудничают в областях продвижения и популяризации технологий искусственного интеллекта и робототехники среди школьников, студентов, предпринимателей и др. Почему, на Ваш взгляд, важно развивать интерес к робототехнике среди молодежи и студентов?

О.К.:

Развитие интереса к робототехнике среди молодежи и студентов важно по нескольким причинам. Во-первых, это способствует формированию навыков, необходимых для работы в высокотехнологичных отраслях, что увеличивает конкурентоспособность на рынке труда. Во-вторых, раннее знакомство с технологиями AI и робототехники стимулирует креативность и инновационное мышление, что может привести к новым идеям и решениям. В-третьих, вовлечение молодежи в эти области помогает формировать осознание этических и социальных аспектов технологий, что важно для ответственного их использования в будущем. Наконец, популяризация робототехники может вдохновить новое поколение инженеров и предпринимателей, способствуя развитию экономики и технологического прогресса в стране.

ЦРР:

Расскажите, пожалуйста, об экскурсиях по производству роботов, которые проводит компания. Как экскурсии помогают в популяризации робототехники? Какова реакция посетителей на экскурсии?

О.К.:

Экскурсии по производству роботов, проводимые компанией, я считаю важным инструментом для популяризации робототехники. Во время таких мероприятий участники имеют возможность увидеть процесс разработки и сборки роботов, что позволяет им лучше понять технологии и принципы работы. Это создает представление о том, как теоретические знания применяются на практике.

Экскурсии помогают развивать интерес к робототехнике, вдохновляя молодежь на изучение STEM-дисциплин (наука, технологии, инженерия и математика) [от англ. Science, Technology, Engineering and Mathematics]. Участники могут задавать вопросы, взаимодействовать с экспертами и даже тестировать роботов, что делает опыт более увлекательным и запоминающимся.

Реакция посетителей на экскурсии, как правило, положительная. Многие выражают восхищение технологиями и возможностями, которые открывает робототехника. Участники часто отмечают, что экскурсии расширяют их горизонты и побуждают к дальнейшему изучению этой области. В целом, такие мероприятия способствуют формированию положительного имиджа робототехники и вдохновляют новое поколение на карьеру в этой сфере.

ЦРР:

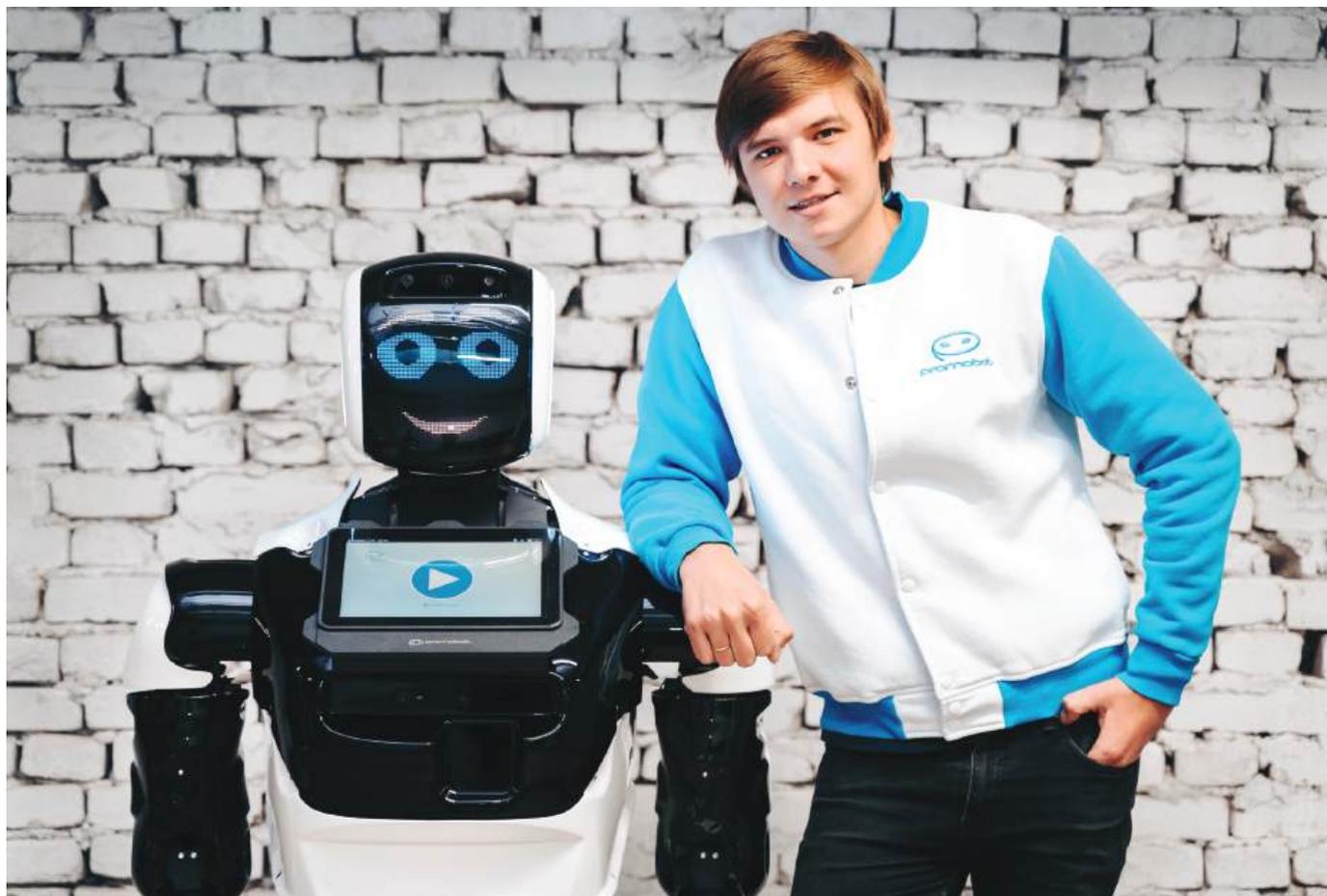
Что вдохновляет Вас в работе? Какие советы Вы могли бы дать молодым предпринимателям в технологических стартапах?

О.К.:

В работе меня вдохновляет возможность создавать инновационные решения, которые могут изменить жизнь людей к лучшему. Увидеть, как идеи воплощаются в жизнь и приносят пользу, — это мощный мотиватор. Я верю, что технологии могут решать актуальные проблемы и улучшать повседневную жизнь, а это делает каждую задачу значимой и увлекательной.

Молодым предпринимателям в технологических стартапах я бы посоветовал сосредоточиться на реальных проблемах и тщательно изучить рынок, чтобы понять потребности целевой аудитории. Важно собирать обратную связь от пользователей и быть готовыми к неудачам, рассматривая их как возможность для обучения. Наконец, создание сильной команды и активное участие в сетевых мероприятиях помогут расширить возможности и связи, что является ключом к успешному развитию стартапа.



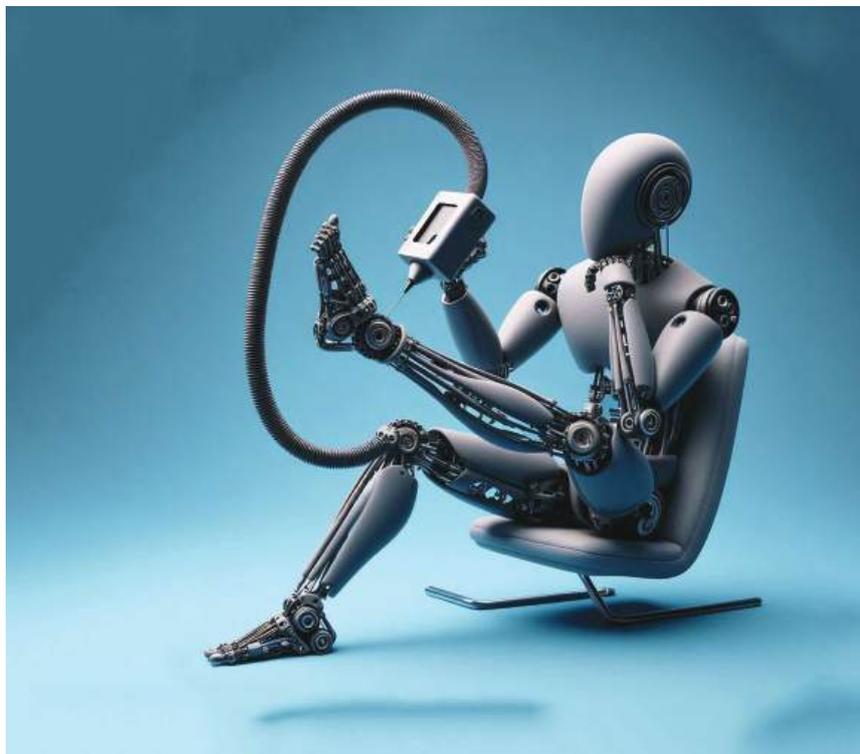


РОБОТОТЕХНИКА И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Современные технологии становятся все более совершенными. Их использование помогает оптимизировать производственные процессы, повышая качество продукции и производительность предприятий. Среди множества таких технологий свой большой потенциал независимо друг от друга показали аддитивные технологии, широко известные как 3D-печать, и робототехника. А их взаимодействие привело к замечательному синергетическому эффекту, который способствует движению в новую эру производства и автоматизации.

Аддитивные технологии позволяют изготавливать сложные конструкции с уникальным набором свойств. Послойный подход не только сокращает отходы материалов, но и открывает новые возможности для **быстрого прототипирования**, **производства по требованию**, создания сложных конструкций и многого другого. Благодаря тому, что количество материалов, подходящих для 3D-печати, постоянно растет (например, появилась возможность печатать изделия из композитов, биоматериалов, полимеров), увеличивается и количество отраслей применения аддитивных технологий: они используются в

аэрокосмической промышленности / здравоохранении / автомобилестроении / строительстве зданий и сооружений и во многих других областях.



Все картинки в статье сгенерированы с помощью ИИ [↑](#)

Быстрое прототипирование – это способ быстрого создания примерных образцов или рабочих моделей системы для показа заказчику или проверки возможности воплощения идеи на практике.

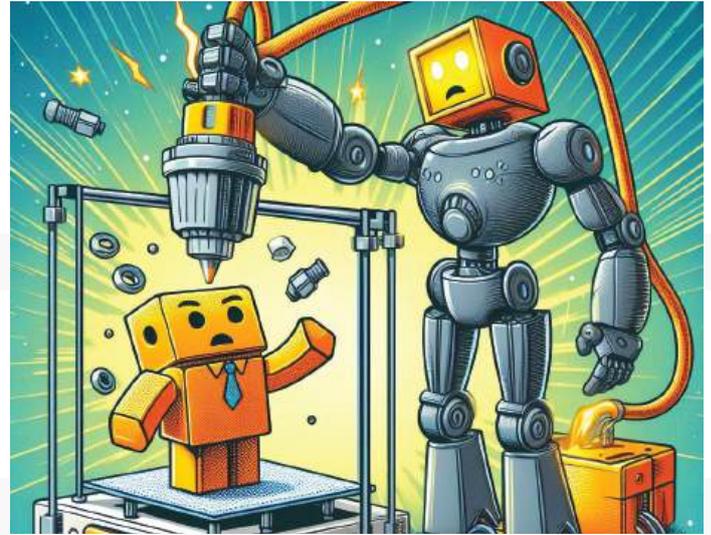
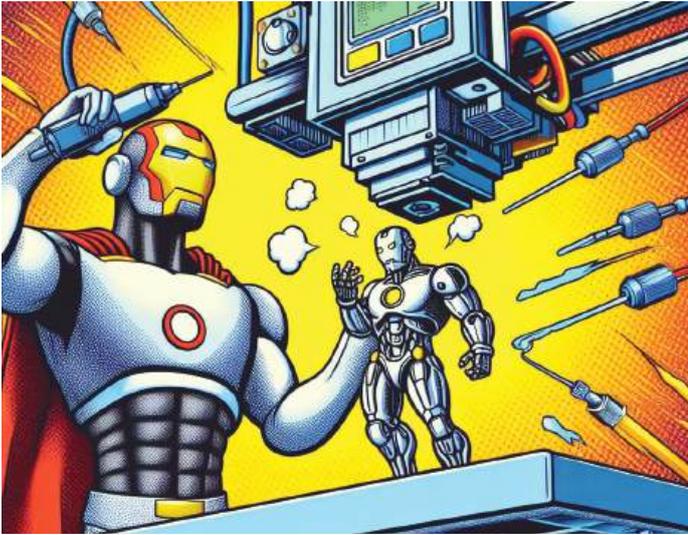
Производство по требованию – это метод организации производства, при котором продукция создается не заранее, а только тогда, когда на нее есть фактический спрос от потребителя. Этот подход обеспечивает оптимизацию ресурсов, уменьшение издержек и увеличение гибкости производственных процессов.

В то же время робототехника неуклонно развивалась и продолжает развиваться от простых автоматизированных машин до очень сложных и интеллектуальных систем. Роботы продемонстрировали свою способность расширять возможности человека, а также повышать эффективность и безопасность рабочих процессов. Недавние достижения в области искусственного интеллекта и машинного обучения позволили роботам учиться на собственном опыте, адаптироваться к меняющимся условиям и значительно повысили результативность сотрудничества с людьми.

Однако настоящее волшебство происходит, когда аддитивные технологии и робототехника объединяются. Это объединение не только оптимизирует производственные процессы, но и открывает новые горизонты для инноваций и творческого решения проблем. Точность 3D-печати в сочетании с надежностью и повторяемостью роботов позволяют достичь новых высот сложности и эффективности и добиться недоступных, или крайне тяжело доступных, для традиционных методов результатов.



Таким образом, фантазия нас приводит к образу циклического процесса, где робот-манипулятор активно участвует в процессе 3D-печати, и при этом сам робот создается с использованием аддитивных технологий. Однако на практике могут возникать более глубокие взаимодействия между этими двумя областями. Давайте рассмотрим более подробно, как робототехника может способствовать дальнейшему развитию аддитивных технологий, а аддитивные технологии, в свою очередь, могут усовершенствовать робототехнику.



ИНТЕГРАЦИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

позволяет повысить эффективность и расширить возможности процессов аддитивного производства. Вот несколько способов использования робототехники в аддитивных технологиях:

Подготовка платформы для печати.

Роботы могут применяться для подготовки **платформы для печати**. Они используются для выравнивания поверхности, ее очистки, нанесения специальных покрытий и создания **поддерживающих структур**. Это позволяет достичь оптимальной поверхности для 3D-печати и улучшает общее качество аддитивного производства.

Платформа для печати (или печатная платформа) — поверхность, на которой происходит непосредственно 3D-печать объектов. Эта платформа может иметь различные характеристики и требования к подготовке.

Поддерживающие структуры — это временные элементы, создаваемые во время 3D-печати для поддержания формы и стабильности деталей или изделий. Они выполняют функцию поддержки во время процесса печати, чтобы предотвратить деформацию или обрушение элементов и могут быть удалены после завершения печати.

Мониторинг в процессе печати.

Роботы, оборудованные датчиками и камерами, способны в режиме реального времени отслеживать процесс аддитивного производства. Они могут обнаруживать дефекты, несоответствия или отклонения от заданных параметров и автоматически вносить необходимые коррективы. Это существенно улучшает контроль качества производства. Использование роботов для мониторинга может являться ценным дополнением к встроенной в аддитивное производство системе контроля качества, например, когда установка датчиков непосредственно на оборудовании затруднительна.

Постобработка.

После завершения процесса печати роботы могут выполнять задачи постобработки. Этот этап включает в себя удаление поддерживающих структур, шлифование поверхностей, полировку, нанесение различных покрытий. Роботизированная и автоматизированная постобработка сокращает время и ресурсы, необходимые для изготовления изделия, упрощает процесс отделки, а также обеспечивает более высокое качество и надежность конечного продукта.

Многоосевая печать.

Роботы могут использоваться, когда требуется многоосевая печать, например, при создании сложных геометрических форм и выступов. Применение роботов обеспечивает возможность движения **платформы сборки** в нескольких направлениях одновременно, что позволяет более гибко управлять процессом.

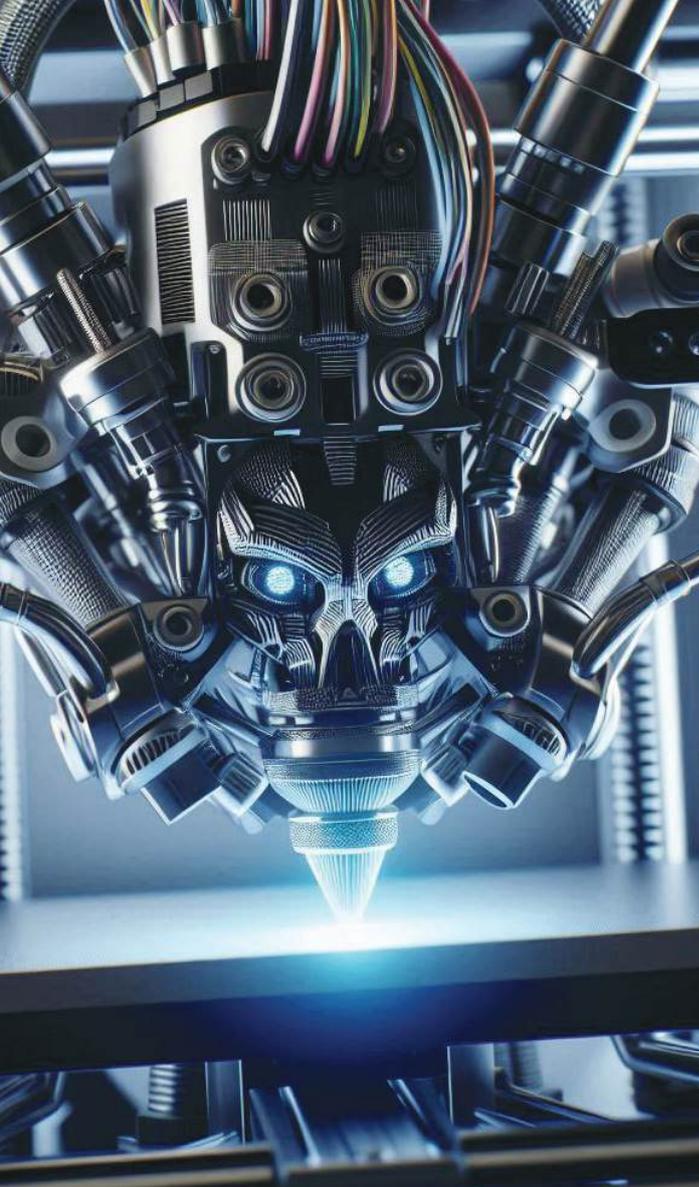
Платформой сборки обычно называют поверхность или стол, на котором происходит процесс 3D-печати. Это место, где создается конечное изделие или деталь. Платформа сборки может иметь разные характеристики в зависимости от конкретной технологии и оборудования, но обычно она представляет собой рабочую область, на которой происходит процесс постепенного наслаивания материала для создания трехмерных объектов.

Манипуляции с печатающей головкой.

Роботы могут использоваться при манипулировании **печатающей головкой или соплом**, что позволяет печатать сложные узоры. Это может быть особенно ценно, например, в случае многоцветной печати, когда возникает необходимость создавать плавные переходы между различными материалами или цветами. Однако на данный момент эта функция обычно выполняется самими 3D-принтерами благодаря встроенным автоматизированным системам перемещения и манипулирования печатающей головкой или соплом. Поэтому в промышленных масштабах роботы в таком качестве сегодня используются крайне редко.

Печатающая головка — это компонент 3D-принтера, который управляет процессом нанесения материала на печатающую платформу и контролирует перемещение этого материала для создания трехмерных объектов.

Сопло — это часть печатающей головки, через которую материал выдавливается и точно наносится на печатающую платформу. Сопло определяет диаметр и характеристики выдаваемого материала, влияя на точность и детализацию печати.



Гибридное производство.

Роботы могут расширить возможности 3D-печати, добавляя к ней дополнительные этапы обработки, такие как фрезерование или механическая обработка. В отличие от обычной постобработки, где роботы работают с уже напечатанными деталями, гибридное производство включает эти этапы прямо в процесс 3D-печати. Это позволяет создавать более сложные и качественные изделия, позволяя добиться еще большего соответствия конечного продукта заданным характеристикам.

Настройка «на лету».

Применение роботов позволяет изменять параметры печати или состав материала в режиме реального времени в зависимости от текущих ситуации и требований. Это означает, что в процессе 3D-печати роботы могут автоматически корректировать такие параметры, как скорость печати, температура печати, количество используемого материала, чтобы обеспечить оптимальное качество и точность изделия (то есть степень его соответствия заранее установленному образцу). Настройка «на лету» особенно полезна для производства персонализированных продуктов или продуктов по требованию, так как она позволяет адаптировать процесс печати под конкретные запросы и требования каждого заказчика. Это делает производство более гибким.

Крупномасштабная печать.

Промышленные роботы могут использоваться для облегчения крупномасштабного аддитивного производства, где сам робот становится движущейся платформой для печати. Это делает возможным эффективное и точное создание массивных конструкций, таких как архитектурные элементы или даже целые здания, что актуально в строительстве и архитектуре.

Совместная печать.

Коллаборативные роботы (коботы) могут работать вместе с людьми-операторами в аддитивных производственных процессах. Они могут выполнять задачи, требующие точности или повторяющихся однотипных движений, позволяя операторам сосредоточиться на более творческих и сложных аспектах процесса.

Автоматизированная обработка и транспортировка материалов.

Роботы в аддитивном производстве находят применение в обработке и перемещении сырья, компонентов и готовой продукции. Они могут быть задействованы в загрузке и разгрузке различных устройств для перемещения грузов, а также в упорядочивании материалов.

Таким образом, благодаря использованию робототехники в аддитивных технологиях, производители могут достичь более высокого уровня эффективности, воспроизводимости и расширения возможностей. Роботы позволяют ускорить процесс аддитивного производства, а также **увеличивают разнообразие используемых материалов**, повышают допустимый предел сложности конструкций и общее качество продукции.

Применение роботов в аддитивных технологиях позволяет значительно увеличить количество используемых материалов. Это становится возможным, в частности, благодаря обеспечиваемому роботами высокому уровню точности и контроля – в роботизированном производстве такого уровня невозможно или крайне сложно достичь. Например, роботы могут сочетать металлические и пластиковые материалы в одной детали, что актуально, когда требуется сочетание прочности и легкости.



Следует отметить, что перечисленные способы использования робототехники в аддитивных технологиях доступны уже сегодня. Будущее же таит в себе потенциал для целого спектра удивительных возможностей, о некоторых из которых мы не можем даже помыслить. Давайте пофантазируем и, исходя из имеющихся данных, рассмотрим варианты применения роботов в аддитивном производстве, которые могут появиться в ближайшие годы:

ГРУППОВАЯ ПЕЧАТЬ.

Концепция групповой печати предполагает использование скоординированного роя миниатюрных роботизированных принтеров, работающих вместе над одним проектом. Эти роботы могут совместно создавать сложные крупномасштабные конструкции одновременно, ускоряя производство и открывая новые уровни сложности. Реализация такой системы может зависеть от нескольких факторов и действий, таких как разработка специальных роботизированных принтеров, программного обеспечения для их синхронизации, проведение исследований по материалам и процессам. Уже сегодня существуют роботизированные системы для аддитивного производства, и инженеры и исследователи продолжают работать над улучшением этих технологий.

САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЕСЯ СТРУКТУРЫ.

Роботизированные системы могут быть запрограммированы на внедрение механизмов самовосстановления в материалы, напечатанные на 3D-принтере. Такие роботы будут выявлять и устранять дефекты или слабые места в процессе печати, что приведет к созданию более устойчивых и долговечных конечных продуктов. Исследования в области самовосстанавливающихся материалов активно ведутся, и некоторые прототипы уже существуют.

АДАПТИВНЫЕ И ОБУЧАЮЩИЕСЯ СИСТЕМЫ.

Развитие систем машинного обучения и искусственного интеллекта позволяет создавать роботов с возможностью адаптации и обучения в режиме реального времени. Эти системы могут анализировать данные и оптимизировать свои действия в соответствии с изменяющимися условиями. В контексте аддитивных технологий это может означать, что роботы будут способны учиться на основании опыта каждой задачи печати, чтобы увеличить эффективность, уменьшить количество ошибок и улучшить качество продукции. Компании и ученые уже работают в этом направлении, и такие возможности становятся все более реальными.

НАНОТЕХНОЛОГИИ В 3D-ПЕЧАТИ.

Нанороботы в процессах аддитивного производства могут использоваться при работе с наноразмерными материалами. Это может способствовать созданию сложных наноструктур с широким спектром применения. Такое направление наиболее перспективно в микроэлектронике при создании более мощных и эффективных компонентов; в медицине, например, для создания биосенсоров и диагностических устройств; в материаловедении для улучшения свойств материалов; в энергетике при создании более эффективных солнечных батарей, катализаторов и энергосохраняющих материалов; а также, разумеется, в нанороботике.

БИОАДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО.

Роботы могут быть разработаны для работы с биологическими материалами, такими как живые клетки, для создания сложных биологических структур, тканей и органов. Эта технология имеет огромный потенциал в области регенеративной медицины и тканевой инженерии.

КОСМИЧЕСКОЕ АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО.

Роботы, оснащенные аддитивными технологиями, могут использоваться для создания необходимых объектов, инструментов и инфраструктуры на других планетах или в самом космосе. Это может значительно уменьшить потребность в транспортировке материалов с Земли и улучшать возможности для будущих космических миссий и исследований.

УМНАЯ ПЕЧАТЬ НА МЕСТЕ.

Умная печать с использованием роботов, оснащенных датчиками и искусственным интеллектом для анализа окружающей среды и адаптации процесса печати, позволяет настраивать процесс печати в зависимости от различных факторов. Роботы могут, например, регулировать параметры печати в зависимости от температуры, влажности, структурных параметров, что значительно улучшает точность и эффективность производства.

БИОРАЗЛАГАЕМАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ПЕЧАТЬ.

В аддитивном производстве все более популярным становится использование экологически чистых и биоразлагаемых материалов, а также применение технологий и процессов, снижающих негативное воздействие на окружающую среду. Роботизированные системы в таком производстве имеют целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами, поскольку, например, обеспечивают повторяемость в выполнении задач, эффективное использование более дорогих по сравнению с традиционными биоразлагаемых материалов, увеличение производительности, снижение человеческого фактора.

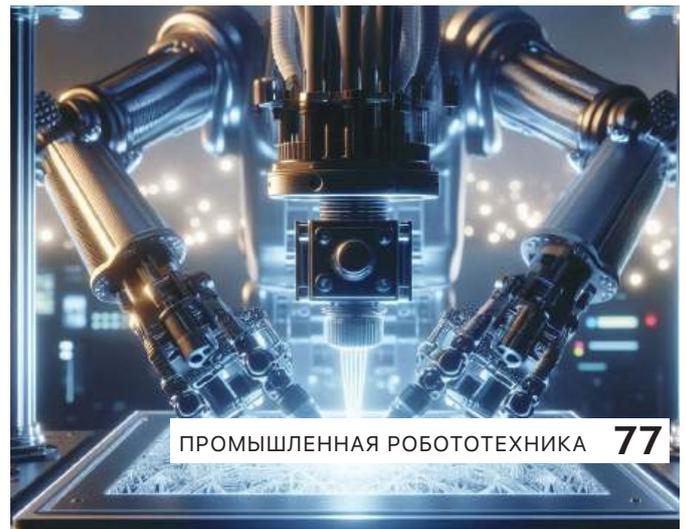
ГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПЕЧАТЬ.

Такая печать предполагает применение голографических методов для создания трехмерных объектов в воздушном пространстве – она использует свет, чтобы «рисовать» объект в воздухе. 3D-принтер видит голографическую проекцию и создает объект в соответствии с ее формой и размерами. Роботизация процесса голографической печати может быть полезной для повышения точности и стабильности при создании объектов по голографическим проекциям, для эффективного управления операциями в реальном времени, при создании сложных 3D-структур, а также для быстрой перенастройки оборудования. Роботизированная голографическая печать, таким образом, позволит резко увеличить скорость аддитивного производства и сложность создаваемых объектов.

ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМАЯ ПЕЧАТЬ.

В современных условиях часто используются технологии удаленного управления. В частности, роботизированные системы и 3D-принтеры могут управляться издалека при помощи специализированного программного обеспечения. Однако телеуправляемая печать предполагает намного более широкий спектр возможностей удаленного контроля и управления, чем тот, который существует сегодня. Этот подход не только обеспечивает гибкость и доступность управления производством из любой точки мира, но и позволяет обмениваться знаниями и опытом между экспертами из различных стран. При этом роботизированные системы способны существенно усилить основные преимущества телеуправляемой печати.

Необходимо отметить, что широкое внедрение упомянутых концепций зависит от множества факторов, включая их экономическую окупаемость, уровень сложности при внедрении. Все эти концепции обладают значительным потенциалом, однако прогнозирование будущих достижений и основных направлений развития в области аддитивных технологий представляется сложной задачей. Возможно, появится принципиально новый подход, который окажется настолько перспективным, что привлечет повышенное внимание значительного количества ученых и инженеров в данной области.



Неизменным фактом остается значимое повышение эффективности при роботизации 3D-печати. Так какие роботы могут использоваться в области аддитивного производства?

» > ДАВАЙТЕ ПРИВЕДЕМ
НЕСКОЛЬКО ПРИМЕРОВ. <



ПО ТИПУ КОНСТРУКЦИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ВОЗМОЖНОСТЯМ ЧАЩЕ ВСЕГО ВЫДЕЛЯЮТ
СЛЕДУЮЩИЕ ВИДЫ РОБОТОВ В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ:

01- АНТРОПОМОРФНЫЕ РОБОТЫ-МАНИПУЛЯТОРЫ.

Эти роботы характеризуются конструкцией, напоминающей человеческие руки. Они используются для обработки материалов в процессе 3D-печати, например, для добавления или удаления материала или контроля равномерности его нанесения. Кроме того, роботы-манипуляторы могут управлять подачей материала, обеспечивать автоматическую замену расходных деталей в 3D-принтере, помогать в калибровке и точной настройке системы печати, а также выполнять ряд других важных функций, обеспечивающих эффективность и надежность процесса печати.

Калибровка системы печати в контексте роботизированного аддитивного производства обычно включает в себя настройку координат и параметров движения робота-манипулятора, чтобы гарантировать правильное положение и перемещение инструмента (например, сопла для печати) в пространстве. Калибровка может также включать выравнивание и коррекцию других параметров, таких как температура печати и скорость движения инструмента, чтобы обеспечить точность и стабильность процесса.

02- ПОРТАЛЬНЫЕ РОБОТЫ.

Эти роботы имеют порталную конструкцию. Они используются в аддитивном производстве для управления печатающей головкой 3D-принтера. Благодаря моторам и датчикам, они способны перемещать печатающую головку по всему рабочему пространству принтера, обеспечивая ее точное и предсказуемое позиционирование в процессе печати. Портальные роботы могут двигаться в трех измерениях, что позволяет печатать сложные трехмерные объекты. Высокая скорость хода таких роботов помогает сократить время печати и повысить общую производительность. Кроме этого, они способны участвовать в калибровке и настройке 3D-принтера, а также управлять печатным процессом, обеспечивая правильное нанесение материала.

03- ДЕЛЬТА-РОБОТЫ.

Они имеют легкую конструкцию, основанную на параллельной архитектуре, и применяются для выполнения задач, требующих высокой скорости и точного позиционирования. В аддитивном производстве дельта-роботы могут также использоваться для выполнения специализированных задач, например, для нанесения материала на определенные участки, в том числе нанесения дополнительных материалов, компонентов или элементов на уже созданные детали, а также для обработки поверхностей. Параллельная архитектура дельта-роботов позволяет им поддерживать стабильность и точность в условиях высокой динамики, что особенно важно для создания высококачественных деталей при высоких скоростях печати, для создания сложных структур, а также в целях обеспечения эффективного производства в условиях динамичного производственного процесса.

04- SCARA-РОБОТЫ.

В аддитивном производстве они могут применяться для точного позиционирования печатающей платформы или стола 3D-принтера, для дополнительной обработки деталей и поверхностей (шлифовка, нанесение дополнительных отделочных элементов, удаление излишков материалов), для управления дополнительными инструментами, такими как лазерные головки или дополнительные насадки. Помимо этого, они могут быть задействованы в процессе автоматизированной смены инструментов, а также использоваться для выполнения операций сборки, включая соединение нескольких деталей. Хотя SCARA-роботы способны выполнять операции в различных плоскостях, они наиболее эффективны в горизонтальной плоскости, что определяет их основное применение, в том числе и в аддитивном производстве. Эти роботы, как правило, довольно компактны, что делает их также удобными для использования в ограниченных пространственных условиях.

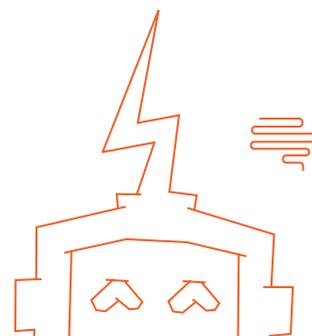
05- МОБИЛЬНЫЕ РОБОТЫ.

Такие способные перемещаться в пространстве роботы могут использоваться для транспортировки материалов или дополнительных компонентов. Это актуально как для аддитивного производства, так и для промышленности в целом. Кроме того, мобильные роботы, оснащенные специализированным оборудованием, способны выполнять другие разнообразные задачи, например, осуществлять мониторинг качества и контроль процесса производства.

06- КОЛЛАБОРАТИВНЫЕ РОБОТЫ (КОБОТЫ).

Благодаря контролируемому положению людей датчикам, эти роботы способны безопасно работать совместно с человеком, что определяет их основное применение. Они используются для выполнения задач, которые нельзя полностью автоматизировать, например, таких задач, где требуется недоступная для автоматизации точность или сложность, а также когда необходимо чувствительное взаимодействие с объектами. В аддитивном производстве коботы могут применяться, например, для вставок компонентов в детали, для тонкой обработки деталей, для контроля качества, для выполнения операций по упаковке, размещению и перемещению деталей. Коллаборативные роботы, как правило, имеют ограниченные грузоподъемность и скорость по сравнению с другими роботами, выполняющими схожие задачи, но не предназначены для безопасного взаимодействия с людьми. Поэтому их чаще используют для работы с мелкими компонентами.

В зависимости от способа классификации, к отдельным типам роботов, перспективным для их применения в аддитивном производстве, можно также отнести биопечатающие роботы для создания живых тканей и органов; телеуправляемые роботы для их использования в сложных и опасных средах; нанороботы, выполняющие функции на наноуровне. Такие инновационные подходы способны вывести производство на новый уровень, повысив его эффективность в разы.



Однако, несмотря на существующие и потенциальные преимущества, роботизация трехмерной печати также сопряжена с определенными барьерами и недостатками. Давайте рассмотрим некоторые из них.



ПРОБЛЕМЫ, БАРЬЕРЫ И НЕДОСТАТКИ, СВЯЗАННЫЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ РОБОТОТЕХНИКИ В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ:

Высокая стоимость.

Инновационные технологии имеют тенденцию к удешевлению и часто окупаются, но роботизация производства сегодня все еще остается довольно дорогой технологией и может привести к высоким первоначальным затратам. Покупка, проектирование, внедрение и техническое обслуживание роботизированных систем, таким образом, могут быть недоступны для небольших предприятий по аддитивному производству. Роботизация сопутствует также целый ряд последующих затрат, например, на обучение и переобучение персонала, рост заработных плат (хотя за счет возможного сокращения персонала этого аспекта может и не быть), инфраструктурные изменения, техническое обслуживание и ремонт.

может быть технически сложной задачей. Обеспечение бесперебойной связи и синхронизации между роботами, датчиками и принтерами может потребовать значительных инженерных усилий.

Повышенные требования к безопасности.

Внедрение робототехники требует продвинутых систем безопасности: сенсоры для обнаружения людей, автоматическое торможение, технологии предотвращения столкновений. Обучение персонала и строгие протоколы безопасности являются важными условиями для минимизации возникновения небезопасных для человека ситуаций в рабочей среде.

Зависимость от обслуживающих компаний.

Если предприятие полностью или в большой степени зависит от конкретных обслуживающих компаний, повышается вероятность возникновения проблем, связанных с задержкой в обслуживании, недоступностью необходимых ресурсов, ограниченным контролем над системой. Кроме того, в условиях отсутствия альтернативы, увеличивается риск появления финансовой зависимости от поставщика услуг.

Ограниченная адаптивность.

Некоторые свойства материалов, такие как хрупкость, могут создавать трудности для роботов, особенно если они не были предварительно обучены для работы с такими материалами. Чтобы роботы успешно работали с нетрадиционными материалами или технологиями, могут потребоваться дополнительное обучение или разработка новых алгоритмов, что усложняет процесс внедрения и адаптации роботизированных систем.

Комплексное программирование.

Задачи в аддитивном производстве могут требовать высокой точности и сложных движений, что делает процесс программирования трудоемким. Это требует значительных усилий, мощностей и времени. С развитием технологий в области программирования роботов появляются все более эффективные инструменты для решения этой проблемы, однако ее актуальность в ближайшей перспективе не вызывает сомнений.

Увеличение сложности системы.

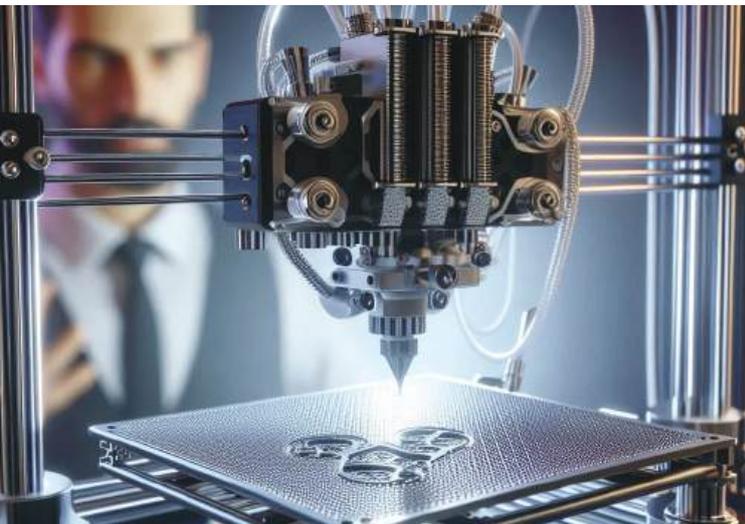
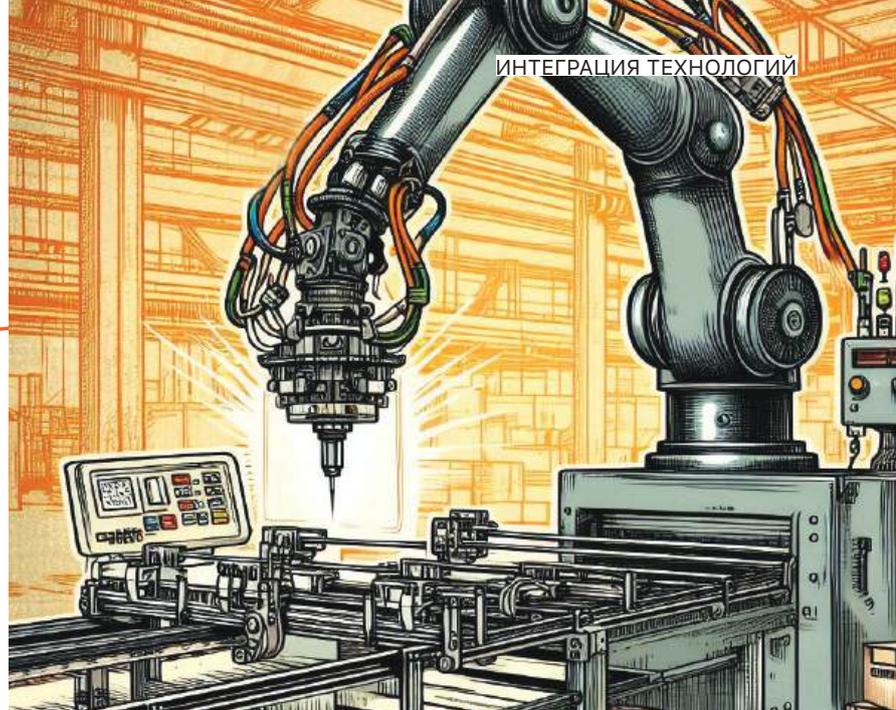
Внедрение робототехники усложняет производственные процессы, что приводит к повышению технической сложности технологических процессов. Поддержание работоспособности роботизированных систем, таким образом, становится более сложной задачей, что требует дополнительных усилий и ресурсов на разных этапах производства.

Повышенные требования к квалификации персонала.

Применение робототехники предполагает наличие высококвалифицированного персонала, что, в свою очередь, создает дополнительные сложности при поиске, привлечении и обучении сотрудников.

Сложность интеграции робототехнических систем в производственные процессы.

Интеграция роботов с существующими оборудованием и программным обеспечением для аддитивного производства





АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОБОТОТЕХНИКЕ

С точки зрения совмещения инновационных подходов, эффективным является не только внедрение роботов в аддитивное производство, но и наоборот – аддитивных технологий в роботостроение.



Преимущества 3D-печати компонентов роботов в значительной степени схожи с **преимуществами, которые предоставляют аддитивные технологии** в различных других отраслях промышленности:



- **Улучшенные свойства готовой** продукции благодаря возможности использования широкого спектра материалов и их комбинаций.
- **Возможность изготовления изделий со сложной геометрией** благодаря послойному нанесению материала, а также высокой точности и разрешению.

- **Большая экономия сырья** благодаря минимизации отходов, повышенной эффективности использования материала, возможности легкой модификации деталей.
- **Мобильность производства и ускорение обмена данными**, благодаря быстрому прототипированию, производству по требованию и цифровому моделированию.



Однако аддитивные технологии в робототехнике имеют и ряд своих **особенностей**, не свойственных для других производств. Давайте рассмотрим некоторые из них:



Сложность обеспечения точности и надежности.

В робототехнике требуется высокая точность и надежность компонентов, поскольку даже небольшие дефекты могут повлиять на производительность и безопасность робота. При правильном проектировании, настройке процессов и контроле качества аддитивные технологии позволяют быстро и эффективно достигать этих показателей, легко подстраиваясь под определенные потребности и условия эксплуатации. Однако, чтобы стабильно добиваться высокой точности при аддитивном производстве, требуется приложить значительные усилия. Сегодня такие усилия могут быть чрезмерны с точки зрения полученного результата, но ситуация постепенно улучшается.

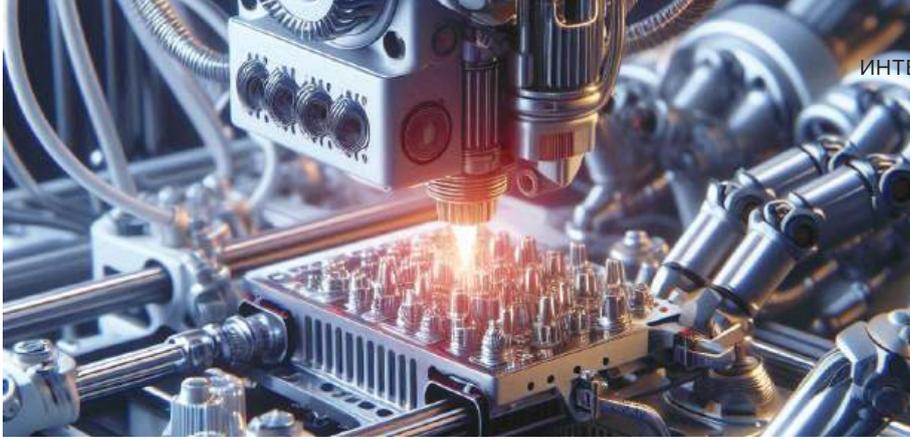
Особенности материалов и их свойств.

Материалы, из которых изготавливаются роботы, должны обладать определенными механическими и термическими свойствами, чтобы обеспечивать нужные прочность, жесткость и стабильность конструкции компонентов. 3D-принтер должен быть настроен на работу с такими материалами. Это не всегда возможно, поскольку некоторые необходимые в робототехнике материалы могут быть трудны в обработке или несовместимы с технологией 3D-печати. В ряде случаев проблема решается дополнительной настройкой или модификацией 3D-принтера.

Наличие электроники и сложной механики.

Взаимодействие с механическими и электронными компонентами – одна из причин, по которой требования к точности изготовления деталей роботов с помощью аддитивных технологий являются такими высокими. Однако, помимо этого, необходимо обеспечить надежность и совместимость материалов. Например, применяемые в 3D-печати материалы не должны создавать помех для электронных сигналов или вызывать коррозию механических частей роботов. Это значительно усложняет процесс проектирования и повышает важность тестирования, поскольку приходится учитывать большое количество факторов на этих этапах.





ИТАК, ЧТО МЫ УЗНАЛИ ИЛИ МОЖНО БЫЛО СРАЗУ СЮДА

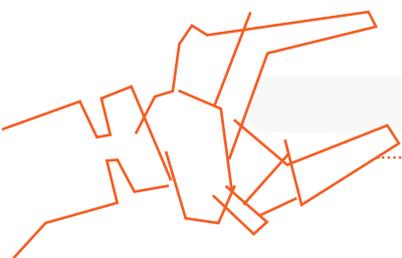
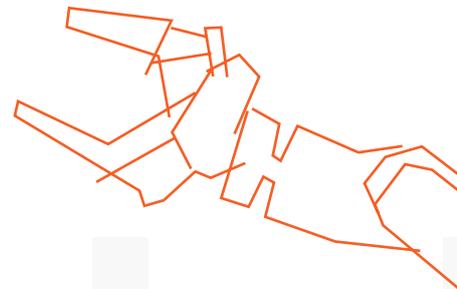
Аддитивные технологии и робототехника стремительно развиваются. Однако их объединение может стать намного более перспективным, чем использование каждой из этих технологий по отдельности. Так, роботы могут использоваться в таких процессах 3D-печати, как автоматизированная обработка и транспортировка материалов, подготовка платформы для печати, постобработка и отделка.

Помимо уже существующих технологий, можно предположить целый ряд потенциальных применений: групповая печать, самовосстанавливающиеся структуры, голографическая печать и многое другое.

В аддитивном производстве могут быть использованы роботы различных конструкций и функциональных возможностей, включая антропоморфные, портальные и дельта-роботы, а также коботы и мобильные роботы.

Мы можем не только внедрять робототехнику в аддитивные технологии, но и, наоборот, создавать роботов при помощи 3D-печати. Это требует учета специфики обеих технологий и преодоления ряда барьеров, однако современный уровень развития технологий позволяет решать такие задачи.

В будущем нас ждут новые открытия и возможности, которые изменят как производство, так и повседневную жизнь. И объединение перспективных технологий позволяет нам совершать такие открытия и использовать такие возможности быстрее и эффективнее.



РОБОТОТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ AR/VR/MR

На сегодняшний день наблюдаются заметные достижения в области устройств дополненной (англ. Augmented Reality, AR), виртуальной (англ. Virtual Reality, VR) и смешанной (англ. Mixed Reality, MR) реальности. Производители стремятся создавать легкие, компактные и эргономичные устройства для повышения комфорта пользователя и облегчения реалистичного взаимодействия с виртуальным миром.

Технологии AR/VR/MR можно успешно интегрировать с другими технологиями, например, с робототехникой, искусственным интеллектом, интернетом вещей и др. Подобная синергия открывает новые перспективы для бизнеса, образования и науки. В данной статье рассмотрены различные аспекты такой интеграции.

Например, в производственных цехах «умные» очки с поддержкой AR/MR позволяют работникам ознакоми́ваться с виртуальными моделями производственных процессов, инструкциями и контекстной информацией в режиме реального времени, что повышает эффективность обучения и устранения неполадок. VR-симуляторы позволяют производителям проектировать, создавать прототипы и оптимизировать продукты в виртуальной среде. Это приводит к минимизации затрат, сокращению времени выхода на рынок и способствует инновациям. Используя устройства AR/VR/MR, производители могут преодолеть ограничения традиционных методов производства, открывая новые возможности для проектирования, сотрудничества и привлечения клиентов.



ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ AR/VR/MR В РОБОТОТЕХНИКЕ



Обучение роботов выполнению рутинных задач

Создание управляющей программы для робота представляет собой сложный и трудоемкий процесс, в значительной степени определяемый конкретной задачей, которую должен выполнять робот. В связи с этим широкое распространение получила практика применения технологий AR/VR/MR в сочетании с искусственным интеллектом для разработки управляющих программ для роботов. Например, использование VR-гарнитуры в сочетании с контроллерами движения и машинным обучением с подкреплением позволяет операторам демонстрировать роботу выполнение задач без необходимости программирования. Виртуальная среда служит платформой, где робот обучается и адаптируется к действиям оператора, имитируя его стиль работы. Это значительно упрощает процесс обучения и перенастройки роботов на новые задачи, делая его доступным даже для тех, кто не имеет навыков программирования.



Обучение роботов распознаванию объектов

Сбор и подготовка данных, необходимых для обучения роботов с искусственным интеллектом распознаванию объектов, а также процесс обучения модели искусственного интеллекта требуют значительных временных затрат. Однако применение VR позволяет с новой силой подойти к задаче обучения модели искусственного интеллекта. При использовании VR обучающему требуется лишь несколько трехмерных моделей объекта, который требуется распознать. Это значительно упрощает процесс обучения, так как VR предоставляет возможность создавать разнообразные сценарии и условия для тренировки модели. Например, можно легко изменять освещение, фон или даже добавлять шумы, что помогает повысить устойчивость алгоритма к различным внешним факторам. Такой подход позволяет минимизировать усилия, необходимые на сбор и подготовку данных на основе реальных объектов.



Дистанционное управление роботами

Дистанционное управление роботами с применением технологий VR/MR позволяет операторам взаимодействовать с роботами в интерактивной и интуитивно понятной среде, что значительно улучшает эффективность и точность выполнения задач. Системы VR и MR создают трехмерные модели окружающей среды и робота, позволяя оператору видеть и взаимодействовать с ними в реальном времени. Это особенно полезно в ситуациях, когда робот выполняет задачи в опасных или труднодоступных местах, таких как зоны стихийных бедствий или опасные промышленные объекты. Также дистанционное управление роботами с помощью VR может применяться при выполнении научных исследований, например, при исследовании глубин океана или поверхностей планет.



Хирургические операции

Виртуальная хирургия представляет собой один из наиболее ярких примеров применения VR и робототехники в медицине. Совместное использование роботов и VR позволяет улучшить процесс обучения хирургов, проводить удаленные операции и отработать сценарии проведения сложных хирургических операций и выбирать стратегию для каждого случая. Специалистов, которые проводят удаленные операции с использованием VR-технологий, называют виртуальными хирургами. Они управляют высокоточными инструментами на расстоянии и работают с детализированными трехмерными изображениями органов, которые заранее создают специалисты по медицинской визуализации. Также виртуальная хирургия находит широкое применение в образовательном процессе для медиков. С помощью технологии VR моделируются операции, что позволяет врачам оттачивать свои навыки на трехмерных моделях и лучше понимать анатомию будущих пациентов.



Производственные процессы

Роботы, оснащенные AR-системами, способны отслеживать физические объекты и проецировать на них инструкции, что позволяет рабочим получать необходимую информацию в реальном времени. Это не только снижает вероятность ошибок, но и ускоряет процесс освоения новых навыков. Например, при сборке сложных механизмов такие системы могут визуализировать последовательность действий, выделяя ключевые этапы и инструменты, что делает обучение более интуитивно понятным и эффективным. В результате, интеграция роботов с дополненной реальностью способствует повышению производительности и качества работы на сборочных площадках.



ПРИМЕРЫ ИНТЕГРАЦИИ РОБОТОТЕХНИКИ И AR/VR/MR



Open-TeleVision – система для управления роботами с помощью VR

Объединив усилия, исследователи из Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology, MIT) и Калифорнийского университета в Сан-Диего (University of California, San Diego, UCSD) разработали инновационную систему дистанционного управления роботами под названием Open-TeleVision, позволяющую операторам управлять роботами в режиме виртуальной реальности.

Open-TeleVision использует шлем виртуальной реальности, через который оператор может видеть то, что видит робот, и манипулировать его конечностями, имитируя собственные движения. В системе применяются датчики для отслеживания движений головы, рук и запястий оператора. В результате оператор получает ощущение присутствия на удаленном объекте, управляя роботом так, будто сам находится на месте действия. В дальнейшем Open-TeleVision может найти применение в дистанционной хирургии, поисково-спасательных операциях и даже в исследованиях на других планетах.

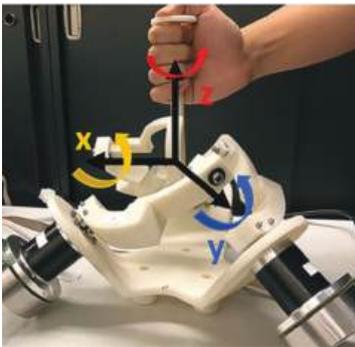


Fourier представила второе поколение гуманоидного робота GR

Китайская компания Fourier Intelligence представила гуманоидного робота GR-2. По сравнению с предыдущей моделью GR-1 робот теперь имеет обновленный дизайн и увеличенные размеры: его рост составляет 175 см, а вес – 63 кг. Он оснащен антропоморфными руками с 12 степенями свободы, что позволяет ему выполнять более сложные задачи и манипуляции. Интеграция шести тактильных датчиков позволяет роботу определять форму и материал объектов, а также точно подбирать силу захвата.

GR-2 также получил новые электроактуаторы с пиковым крутящим моментом до 380 Ньютон-метров и быстросъемную батарею с удвоенной емкостью, которой хватает на два часа автономной работы.

Одной из ключевых особенностей GR-2 является возможность телеуправления через VR-систему. Оператор может вручную задавать траектории движения робота, что значительно упрощает процесс обучения новым действиям. Для разработчиков программного обеспечения представлен улучшенный набор инструментов для разработки, содержащий дополнительные модули для машинного обучения, планирования пути и других функций робота. Платформа совместима с такими популярными инструментами, как ROS, NVIDIA Isaac Lab и MuJoCo.



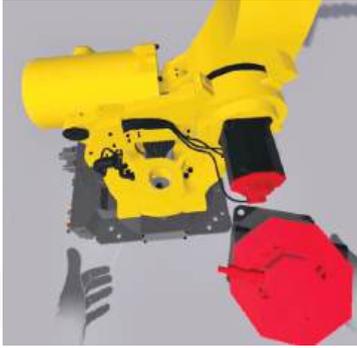
Система SPINDLE

Система SPINDLE, разработанная в Институте науки и техники Кванджу, представляет собой роботизированную реабилитационную систему для пациентов, страдающих от тремора.

Тремор, или непроизвольные ритмичные движения, часто испытывают люди с неврологическими расстройствами. Это серьезно ухудшает способность человека выполнять повседневные задачи.

SPINDLE разработана на основе интеграции робототехники и VR, и, в отличие от традиционных методов реабилитации, позволяет имитировать повседневные действия в реалистичной и адаптируемой среде. Например, перелистывание книги, закручивание винта с помощью отвертки, переключение передач в автомобиле, откручивание и закручивание крышки банки, наливание воды из кувшина в чашку и другие. Система позволяет устранить разрыв в сложности воссоздания реальных повседневных задач для пациентов в процессе реабилитации.

SPINDLE предлагает индивидуализированные программы упражнений, которые адаптируются под потребности каждого пациента, а геймификация занятий способствует повышению мотивации и вовлеченности в процесс реабилитации.



— Университет Иннополис разработал VR-тренажер для работы с роботами

Виртуальный тренажер, разработанный Центром автоматизации и роботизации Университета Иннополис, предлагает студентам интерактивные уроки с различными режимами обучения, используя одну из трех 3D-моделей робота Fanuc. В режиме «обучение» студенты выполняют практические задания по сборке и разборке робота, такие как установка двигателя или сборка мотора оси, при этом имеют возможность изучать конструкцию и получать подсказки. Виртуальная среда позволяет пользователям взаимодействовать с компонентами робота, используя инструменты, такие как гаечные ключи и шуруповерт. Режим «экзамен» требует выполнения заданий без подсказок за ограниченное время. Для работы с тренажером достаточно автономных VR-очков, например, Oculus Quest 2, Oculus Quest3 или Pico 4. Приложение было разработано с использованием игрового движка Unity и платформы Android, а 3D-модели созданы в программе Blender на основе реальных измерений робота Fanuc. Разработчики уделили внимание логике взаимодействия пользователя с виртуальным миром и интеграции физических эффектов. Тренажер уже используется студентами Чусовского индустриального техникума для обучения сборке и обслуживанию роботов в безопасной виртуальной среде, что делает процесс обучения более экономичным и эффективным по сравнению с работой с реальными роботами.

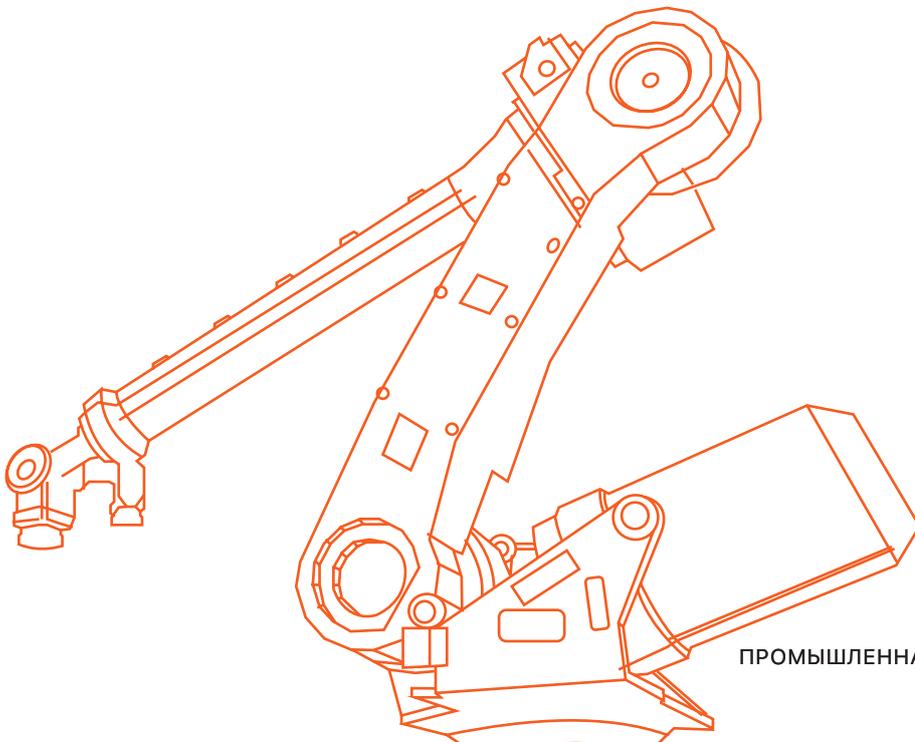
Тимур Сатдаров, директор Центра автоматизации и роботизации Университета Иннополис: «Использование VR-тренажеров в обучении специалистов по робототехнике – это безопасно, экономически выгодно и эффективно. Реальный робот в руках неопытного студента может привести к травмам и чрезвычайным ситуациям. Не каждая учебная организация может себе позволить дорогостоящего робота, выделить для него свободную площадь или обеспечить ремонт в случае поломки во время обучения. А VR-тренажер стоит дешевле, и для работы с ним достаточно всего лишь 2 кв. м. При этом виртуальное обучение достаточно точно имитирует реальные процессы сборки и разборки робота, позволяет проверить навыки студентов в условиях, максимально приближенных к реальным, а также ускорить обучение за счет тренировки большего количества студентов».



— Робот-аватар iCub-3

iCub-3 – это новая версия робота-аватара, разработанная итальянскими учеными. Он предназначен для взаимодействия с окружающей средой через VR и перчатки с тактильной обратной связью, что позволяет оператору видеть и ощущать объекты, находясь на расстоянии сотен километров.

Этот робот, весом 52 кг и высотой 125 см, обладает 54 точками артикуляции и оснащен двумя камерами в голове, а также компьютером, который обрабатывает данные от датчиков, расположенных по всему его телу. Эти данные передаются оператору через перчатки с тактильной обратной связью и VR-гарнитуру, создавая эффект присутствия на удаленных мероприятиях. При управлении роботом может возникнуть задержка до 100 миллисекунд в передаче визуальной информации, но оператор может компенсировать ее, регулируя скорость своих движений.





ПРОБЛЕМЫ И ВЫЗОВЫ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ РОБОТОТЕХНИКИ И AR/VR/MR

1

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ

Пропускная способность является критическим фактором для обеспечения качественного взаимодействия пользователей с цифровыми средами, так как любая задержка между действием пользователя и откликом виртуального мира может вызвать неприятные ощущения у пользователей. Также возможны ситуации, когда операторы, погруженные в VR/MR-среду, могут потерять связь с роботом, что может быть причиной серьезных аварий. Эту проблему позволяет решить использование высокоскоростных сетевых технологий и оптимизация объема передаваемых данных с применением новых алгоритмов сжатия.

2

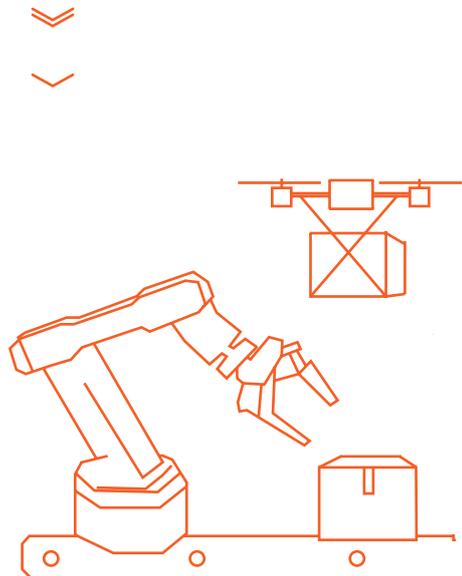
СОВМЕСТИМОСТЬ И ИНТЕГРАЦИЯ

Достижение совместимости между системами VR/MR и рядом роботизированных платформ требует адаптации программного и аппаратного обеспечения. Для решения этой проблемы в значительной степени помогает разработка стандартизированных интерфейсов и модульных архитектур.

3

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И ТОЧНОСТЬ

Проблемы производительности и точности в AR/VR/MR-системах представляют собой значительные препятствия для их эффективного применения. Основные трудности заключаются в необходимости оптимизации графики и обеспечения высокой точности отслеживания движений пользователей, что требует значительных вычислительных ресурсов. Неправильная настройка отслеживания может вызывать дискомфорт и ухудшать восприятие виртуального пространства, в то время как низкая частота обновления кадров в AR/VR/MR-системе и различные артефакты изображения снижают точность управления роботами.





Робототехника стремительно развивается и становится ключевым элементом в промышленности, медицине и повседневной жизни. Ее будущее заключается не только в улучшении существующих технологий, но и в разработке новых гибких и интеллектуальных решений.



ТЕХНОЛОГИЯ VR позволяет пользователям погрузиться в трехмерные миры, созданные с помощью компьютерной графики, AR позволяет взаимодействовать с виртуальными объектами в реальном мире, а MR позволяет создать среду, в которой можно взаимодействовать как с реальными, так и с виртуальными объектами. Применение этих технологий не ограничивается только развлечениями, но также охватывает медицину, образование, инженерию и архитектуру. Например, решения на основе AR/VR используются для обучения врачей сложным хирургическим техникам и создания цифровых прототипов в инженерии, что подчеркивает ее значимость как инструмента для повышения эффективности обучения и разработки в разных сферах. Эти технологии открывают новые возможности для практического применения в науке и технике, обеспечивая интерактивное взаимодействие с учебным материалом и проектами.



ИНТЕГРАЦИЯ AR/VR/MR и робототехники открывает новые перспективы для взаимодействия с роботами, что может значительно повысить качество обучения и эффективность работы в различных отраслях. В настоящее время ведутся исследования в этой области, и ожидается, что появление инновационных решений изменит подход к работе, предлагая эффективные и безопасные методы взаимодействия с технологиями.



ЕВГЕНИЙ ДУДОРОВ



Поддержка промышленной робототехники важна не только для самой отрасли, но и для всей экономики страны



Компания: АО «НПО Андроидная техника», Консорциум робототехники и систем интеллектуального управления, журнал «Мир робототехники»

Евгений Дудоров
Исполнительный директор АО «НПО Андроидная техника», председатель правления, Консорциум робототехники и систем интеллектуального управления, редактор редакционной коллегии журнала «Мир робототехники»

« Мы рассматриваем робототехнику как сквозную технологию, которая охватывает множество компонентов и направлений »

ЦРР:

Как возникла идея создания журнала «Мир робототехники»?

Е. Д.:

Идея создания журнала появилась в прошлом году после одного из мероприятий, посвященных микроэлектронике России. Мы обсуждали, как развивать рынок робототехники и помогать участникам быть более заметными. Тогда мы пришли к выводу, что было бы здорово создать электронный ресурс для популяризации этой темы. Нам было важно, чтобы этот электронный ресурс позволял воспринимать информацию так, как мы ее хотим передать.

В итоге мы к электронному ресурсу еще решили создать печатный журнал. Учитывая существующие ресурсы и опыт Виктора Александровича Толмачева в этой области, у которого уже был свой журнал «Стратегия», мы обсудили возможность выпуска собственного издания по робототехнике. Виктор Александрович предложил через месяц запустить журнал. Сначала это показалось нам невозможным, но затем мы начали набрасывать контуры журнала, что должно туда входить. На этой же встрече определились с названием журнала «Мир робототехники».

Мы определили, что журнал должен предоставлять доступную информацию о происходящем в мире робототехники. Он не должен быть ориентирован только на узкую аудиторию; мы хотели сделать его доступным как для чиновников, так и для всех, кто интересуется данной тематикой. Материалы должны быть написаны простым языком и содержать графики и фотографии, чтобы читатели могли легко понять, что такое российская робототехника и какую пользу она приносит.

Мы рассматриваем робототехнику как сквозную технологию, которая охватывает множество компонентов и направлений. Создание такого издания — задача непростая, но мы уверены в его значимости. Интересно отметить, что все обложки нашего журнала были сгенерированы искусственным интеллектом ChatGPT. Это решение позволило нам сосредоточиться на содержании и концепции журнала, а не на отдельных личностях или организациях, размещаемых на обложке. Мы генерируем множество изображений и проводим голосование для выбора наиболее подходящей обложки.



Виктор Толмачев
Главный редактор журнала «Мир робототехники»

МИР РОБОТОТЕХНИКИ

СТАНОВЛЕНИЕ РЫНКА

- Федеральные проекты и господдержка
- Консорциум робототехники: результаты
- RUBOT — отраслевой маркетплейс
- Презентация Атласа робототехники РФ
- Форум «Микроэлектроника»: вновь рекорд!
- БРИКС: развиваем технологии вместе

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

- Иннополис — в центре роботизации
- IFR: глобальная статистика и тренды
- Роботы в ритейле и фаст-фуде
- Как инвестировали в «ТермоЛазер»
- ИИ-агенты встряхнут рынок труда
- Наша победа в «Битве роботов»

ТЕМЫ НОМЕРА

РОБОТЫ И ЛЮДИ ИТОГИ ГОДА

Сейчас у нас уже сформировался редакционный коллектив, который активно участвует в верстке журнала и анализе присланных материалов.

ЦРР:

Почему популяризация промышленной робототехники – важная задача?

Е. Д.:

Популяризация робототехники, в частности промышленной, имеет огромное значение. В рамках нашего журнала и консорциума робототехники и систем интеллектуального управления мы стремимся освещать все аспекты этой области, не делая акцента только на сервисной или промышленной робототехнике. Наша цель — предоставить актуальную информацию и аналитику для всех сегментов отрасли робототехники.

Робототехника охватывает широкий спектр применений: от подводных до воздушных и космических решений. Тем не менее, мы предпочитаем не выделять отдельные области применения, хотя, безусловно, уделяем значительное внимание промышленной робототехнике по нескольким причинам.

Во-первых, эта область наиболее структурирована и хорошо интегрирована в государственную повестку. Существуют международные метрики уровня для роботизации, которые показывают количество роботов на 10 тысяч занятых в производстве. Во-вторых, промышленная робототехника является объектом бизнеса, направленным на повышение производительности труда на промышленных предприятиях.



Наша цель — предоставить актуальную информацию и аналитику для всех сегментов отрасли робототехники



Сейчас мы сталкиваемся с серьезными кадровыми проблемами. Если раньше роботизацию рассматривали как замену человеческого труда, то сегодня ситуация изменилась: найти человека на штатную позицию становится все сложнее. Таким образом, применение робототехники становится необходимым, а иногда безальтернативным.

Кроме того, в России на промышленную робототехнику делается ставка в рамках национальных проектов. Появился федеральный проект по развитию этой области, который начнет работать с 2025 года и предоставит множество мер поддержки. На данный момент возникают вопросы о том, достаточно ли этих мер. Я считаю, что запланированные меры — это отличный шаг со стороны государства. Меры поддержки стимулируют бизнес инвестировать в робототехнику и развивать соответствующие технологии.

Государственные субсидии создают стимулы для бизнеса, позволяя ему расходовать средства с учетом возможной компенсации затрат. Это ключевой момент. Поддержка промышленной робототехники важна не только для самой отрасли, но и для всей экономики страны. Мы должны показывать достижения российских команд и проводить более детальный анализ компонентов и технологий робототехники, чтобы стимулировать направления разработки, такие как производство электроприводов, редукторов, кабельной продукции, электронных модулей и микроэлектроники.

Таким образом, мы стремимся осветить все аспекты робототехники, чтобы подчеркнуть ее значимость и роль в будущем.



Государственные субсидии создают стимулы для бизнеса, позволяя ему расходовать средства с учетом возможной компенсации затрат



ЦРР:
Пожалуйста, расскажите про целевую аудиторию журнала.

Е.Д.:
Что касается целевой аудитории нашего журнала, то, как я уже упоминал, это в основном чиновники, руководители предприятий и просто обычные люди, которые интересуются данной тематикой. Наш журнал выглядит презентабельно, что делает его привлекательным для размещения в приемных различных учреждений. Люди, приходящие в гости, могут его полистать, и получить полезную информацию о российских разработках, которых у нас много. Мы замечаем, что, куда бы мы ни приходили — будь то Министерство промышленности и торговли или какое-либо предприятие, — наш журнал там присутствует. Более того, мы вывели его на торговую площадку Ozon, так что любой желающий может заказать его с доставкой.

ЦРР:
Какие темы, освещаемые в журнале, пользуются повышенным интересом?

Е.Д.:
Как только мы начинаем публиковать информацию о мерах поддержки или статистические данные, эти публикации сразу же привлекают внимание читателей. Материалы, связанные с финансами, пользуются особенно высоким спросом.

Вообще, можно выделить три основных блока тем, которые наиболее востребованы. Первый блок касается финансов и мер поддержки: что было сделано, какие компании представляют интерес и какие финансовые данные можно привести. Второй блок охватывает конкретные решения в компании, их объемы работы и цели, с примерами применения. Третий блок включает статистические данные — как мировые, так и российские.

Стремимся предоставлять читателям актуальную и полезную информацию, основанную на цифрах и фактах.





ЦРР :

Как Вы оцениваете текущее состояние рынка промышленной робототехники в России и какие основные тренды Вы могли бы выделить?

Е. Д. :

Текущее состояние рынка промышленной робототехники в России можно охарактеризовать как непростое и нестабильное. В первую очередь, необходимо отметить, что на данный момент отсутствуют четко сформированные игроки на этом рынке. В стране существует около 8-10 коллективов, но лишь 4-5 из них можно считать полноценными участниками рынка. В настоящее время только один завод, расположенный в Челябинске, способен производить роботов в серийных масштабах. Однако и у этого завода, как и у других производителей, есть множество вопросов, связанных с компонентами, — как по стране происхождения, так и по качеству. Решение этих вопросов является первоочередной задачей для отрасли.

Второй важный аспект заключается в отсутствии законченных программных решений для промышленных роботов. На данный момент количество доступного программного обеспечения ограничено, и каждая компания разрабатывает свои собственные решения. Также не хватает стандартов взаимодействия между роботами и другим оборудованием. Это создает необходимость в разработке новых программных комплексов и в определенной степени требует их регулирования.

Третья проблема заключается в том, что рынок промышленной робототехники в России еще не сформирован. Запросы со стороны рынка нестабильны, и существует устойчивая ментальность среди руководителей, которые считают, что задачи можно решить с помощью людей, а не роботов. Хотя ситуация меняется, темпы изменений остаются недостаточно быстрыми. Важно донести до людей информацию о преимуществах использования робототехники.

Четвертый момент, который стоит упомянуть, заключается в том, что робот — это не завершенная единица. Для его эффективной работы необходимы различные инструменты и устройства, такие как захватные механизмы, системы технического зрения и пневматические распределители для вакуумных захватов и многое другое. Роботизация представляет собой комплексную систему, включающую в себя множество компонентов и технологий.

Кроме того, существует проблема интеграции. На рынке отсутствуют сильные интеграторы, которые могут массово, например, сотнями, интегрировать роботов на производства, что затрудняет активное развитие робототехники. Компании, работающие с импортными

решениями, могут испытывать трудности во взаимодействии с отечественными производителями. Это требует серьезной работы по улучшению сотрудничества между всеми участниками рынка. Консорциум робототехники активно работает по задаче объединения рынка робототехники в России.

Наконец, следует отметить, что российский рынок робототехники имеет свои уникальные особенности, отличающие его от европейского и азиатского рынков. В частности, хорошо развиты такие направления, как железнодорожный транспорт и автоматизация металлообрабатывающего производства. В рамках национального проекта «Средства производства и автоматизации» основное внимание уделяется станкам, которые играют ключевую роль в развитии решений для этих секторов.

Таким образом, текущее состояние рынка промышленной робототехники в России требует комплексного подхода к решению существующих проблем и активного взаимодействия между всеми участниками процесса.

ЦРР :

Каковы основные вызовы, с которыми сталкивается робототехника в России сегодня? Что необходимо сделать для их преодоления?

Е. Д. :

Сегодня российская робототехника сталкивается с рядом серьезных вызовов, но стоит отметить, что первые серьезные шаги мы уже сделали.

Первое, что следует отметить, — это необходимость формирования спроса на робототехнику. Без устойчивого спроса все усилия по развитию этой области будут напрасными.

Второй важный аспект — это создание качественного продукта. Для успешного функционирования рынка необходимо, чтобы производимые роботы соответствовали высоким стандартам качества и требованиям потребителей.

Третье, что стоит подчеркнуть, — это вовлечение частного бизнеса в сферу робототехники. В последнее время мы наблюдаем, как крупные компании начинают активно инвестировать в эту область, что свидетельствует о росте интереса и укрупнении рынка. Это, в свою очередь, может привести к усилению конкуренции.

Однако существуют и негативные факторы. Активное проникновение китайских компаний на российский рынок может привести к демпингу цен, что создаст риски для отечественных производителей. Если мы не успеем развить свои решения, будем вынуждены закупать китайские.

Также важным аспектом является ментальность руководителей и работников предприятий. Необходимо проводить работу с ними, чтобы они понимали преимущества робототехники и не воспринимали роботов как угрозу. Руководители должны осознавать экономическую целесообразность внедрения робототехники, а сотрудники — не бояться передавать рутинные задачи роботам. Для достижения этих целей нужны различные курсы дополнительного профессионального образования, а также внедрение робототехники в образовательные программы высших учебных заведений, колледжей и даже школ. Мы должны начинать обучение детей с раннего возраста, чтобы сформировать кадры, способные работать с роботами. Примером может служить успешное внедрение IT-образования, которое начинается практически с детского сада.

Важно, чтобы в учебных заведениях использовались российские промышленные роботы. Это позволит создать искусственный спрос на отечественные разработки, оснастить вузы современным оборудованием и подготовить специалистов, которые будут работать на российских машинах. Кроме того, это создаст возможности для научных исследований в области робототехники. Необходимы не только роботы, но и компоненты, технологии и программное обеспечение. Реализация этих инициатив поможет закрыть множество вопросов, стоящих перед промышленностью и страной.

Что касается конкуренции, то в некоторых случаях может потребоваться введение ограничительных мер, вплоть до запрета на импорт роботов и комплектующих, пока мы не сможем нарастить собственное производство. Это не должно вызывать опасений — многие страны, такие как Китай, успешно проходили через подобные этапы, активно скупая активы ведущих европейских компаний в области робототехники.

«**Руководители должны осознавать экономическую целесообразность внедрения робототехники, а сотрудники — не бояться передавать рутинные задачи роботам**»

ЦРР:
Что необходимо для достижения технологического суверенитета в области робототехники? Как можно сократить зависимость от импортных технологий?

Е. Д.:

Для достижения технологического суверенитета в России необходимо обеспечить преемственность в производстве технологий и компонентов. Пока мы не сможем самостоятельно разработать и произвести большую часть необходимых технологий, говорить о реальных результатах импортозамещения в области робототехники будет сложно. Без этого мы всегда будем находиться в зависимости от зарубежных поставок.

Необходимы меры поддержки, такие как субсидии не только на разработку и изготовление промышленных роботов, но и на создание компонентов. Обратная связь от производителей также имеет важное значение: они должны сообщать, какие решения необходимы и в каком формате. Важно структурировать эту информацию и договориться с производителями о снижении разнообразия номенклатуры. В настоящее время существует так называемый «зоопарк» робототехнических решений, что затрудняет процесс проектирования универсальных узлов и комплексов.

Кроме того, необходимо подготовить специалистов не только для производства робототехники, но и для разработки компонентов. Создание унифицированных производственных процессов также является важной задачей. Центр развития робототехники, который был создан на базе Университета Иннополис, является первым и крупнейшим в этом направлении. Мы считаем крайне важным развивать подобные центры в других регионах, что позволит существенно увеличить количество вовлеченных специалистов и стимулировать развитие отрасли робототехники.

«**Необходимы меры поддержки, такие как субсидии не только на разработку и изготовление промышленных роботов, но и на создание компонентов**»





ЦРР :
Что Вы думаете об интеграции робототехники с прочими технологиями, например, с искусственным интеллектом, AR/VR, интернетом вещей? Как это может повлиять на эффективность производства и на развитие промышленной робототехники в целом?

Е. Д. :

На мой взгляд, эти технологии представляют собой звенья одной цепи. Сегодня невозможно говорить о серьезном развитии робототехники, не учитывая их влияние. Следующий шаг в этом направлении будет значительным и комплексным. Это не просто установка робота в цех для выполнения определенной функции, например, сварки. Внедрение локального робота или роботизированной ячейки может обеспечить относительную выгоду, но если мы создадим целый роботизированный участок, синергетический эффект может увеличиться в 2-10 раз. Однако это потребует значительных затрат, так как необходимо будет пересмотреть и изменить множество технологических решений и потоков на производстве.

Полностью автономные решения возможны только при оснащении роботов системами технического зрения, такими как камеры и лидары. Это усложняет разработку и делает ее дороже, но зачастую это единственный путь к повышению эффективности. Роботы способны выполнять монотонные задачи гораздо лучше человека и в режиме 24/7, что в современных условиях крайне важно. Существуют примеры заводов, особенно в Китае, где на производстве, требующем большого количества однотипной работы, задействовано всего несколько человек, а остальные функции выполняют роботы, интегрированные в общую систему. Такие предприятия строятся с учетом роботизации и минимизируют участие человека в процессах.

Для достижения этих целей необходимо на уровне проектирования и строительства заводов законодательно закрепить обязательное применение средств автоматизации и роботизации. Это позволит структурировать рынок под высокие технологии и создавать продукты с высокой добавленной стоимостью при минимальном влиянии человеческого фактора и низких издержках. Внедрение таких заводов будет способствовать комплексному развитию робототехники. Вместо того чтобы создавать одного, двух или сто роботов для различных заказчиков, мы сможем разрабатывать крупные объемы робототехнических решений для одного клиента. Это, в свою очередь, значительно стимулирует спрос на технические решения в области робототехники.

ЦРР :

Каковы основные факторы, способствующие росту интереса к робототехнике среди молодежи? Какие инициативы или проекты могли бы помочь в этом?

Е. Д. :

Одним из ключевых факторов является государственная программа по развитию робототехники, которая значительно стимулирует интерес к этой области. Преимущество робототехники заключается в ее осязаемости. Робот выступает как функциональная живая единица, визуально подтверждая технологические и программные решения, которые создает человек. Это высокоинтеллектуальная структура, которая демонстрирует, насколько мы способны создавать сложные и совершенные вещи. Многие молодые люди заинтересованы в робототехнике, потому что она позволяет им создавать что-то своими руками, что затем оживает и выполняет полезные функции. Я постоянно общаюсь с детьми и молодыми людьми, и многие из них видят себя в этой области. Поэтому необходимо поощрять этот интерес, создавая специализированные кружки, подобные тем, которые раньше существовали для разработки авиамоделей. Важно развивать как робототехнику, так и беспилотные технологии.

На недавнем совещании в Государственной Думе было предложено сформировать образовательные стандарты, включающие профессии, такие как оператор-робототехник, техник-робототехник и инженер-робототехник. Это позволит молодым людям ассоциировать себя с конкретной деятельностью. Например, вместо инженера-механика у нас будет инженер-робототехник, который разбирается как в механике, электронике, так и в программном обеспечении многозвенных машин. Также следует рассмотреть возможность стажировок для студентов с первого курса в компаниях, занимающихся производством или интеграцией робототехнических решений. Это нормальная практика, которая поможет студентам получить практический опыт. Кроме того, стоит разрешить детям с 12-летнего возраста выполнять легкие работы при определенных условиях, чтобы они могли вовлекаться в процессы и получать навыки.

Мы периодически проводим эксперименты, создавая рабочие условия, где молодые люди могут взаимодействовать с реальным оборудованием. Например, они могут выполнять задачи, такие как замена смазочного материала или сборка узлов. Это не только дает им возможность увидеть результаты своей работы, получить навыки, вовлечься в процесс, но и немного заработать. Важно стимулировать молодежь, чтобы они видели в робототехнике реальные возможности для развития. Давайте вместе создавать и развивать робототехнику!

ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА И ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

В данном обзоре представлены сведения о ключевых тенденциях развития исследуемой отрасли, ведущих компаниях-разработчиках, а также анализ по ведущим странам, периодам разработок и областям применения технологий и продуктов, относящихся к сфере промышленной робототехники.

Для выявления тенденций развития промышленной робототехники был проведен патентный поиск и анализ полученных данных с целью определения патентной активности в данной сфере.

Поиск осуществлялся по названиям, рефератам и формулам патентов на изобретения и полезные модели. При проведении поиска, кроме ключевых слов, описывающих предметную область, учитывались коды Международной патентной классификации (далее – МПК). Коды МПК присваиваются каждому техническому решению в ходе экспертизы, проводимой патентным экспертом. Поскольку многие решения носят комплексный характер, одному изобретению может быть одновременно присвоено несколько кодов МПК.

В данном исследовании патентный поиск выполнен с использованием профессиональной информационно-поисковой аналитической системы Questel Orbit. Глубина поиска составила 10 лет, таким образом, в коллекцию вошли патентные документы с датой подачи первой заявки – 01.01.2014 г.

Патентный поиск включал следующие ключевые слова, характеризующие вид робота/манипулятора:

- Industrial/ Промышленный
- Orthogonal/ Ортогональный
- SCARA/ Шарнирно-сочлененный робот с избирательной податливостью манипулятора
- Cylindrical/ Цилиндрический
- Delta/ Дельта
- Collaborative/ Коллаборативный
- Articulated/ Шарнирный

В качестве единицы анализа выбрано **патентное семейство** (patent family).

Патентное семейство представляет собой все патентные публикации, относящиеся к одному изобретению. Одно патентное семейство может включать несколько заявок, патентов и других патентных документов (иногда более 100 публикаций). Патентные семейства обладают рядом преимуществ: они исключают дублирование, помогают устранить разночтения в патентах на разных языках, указывают на географию изобретения и раскрывают технологические тренды.

Анализируемая патентная коллекция включает 60 598 патентных документов, объединенных в 22 993 патентных семейства.

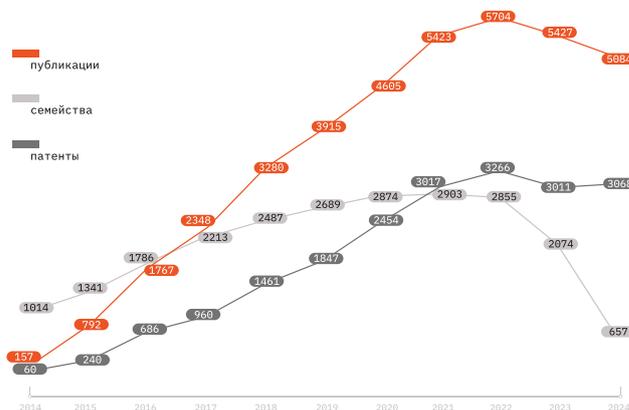
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим общую динамику патентования в области промышленной робототехники за последние 10 лет. Анализ общей динамики развития исследуемой области базируется на данных о ключевых этапах патентования: датах первого приоритета, публикации и выдачи патентов.

Высокие показатели числа патентных семейств на начальном этапе периода исследования объясняются спецификой временных рамок анализа. Исследование охватывает документы с датой первого приоритета, начиная с 2014 года, что приводит ко включению значительного количества патентных семейств, созданных в этот период. Однако важно учитывать, что 2014 год не является началом развития данной области, а лишь точкой отсчета исследования.

Дата первого приоритета семейства (на графике обозначена как «Семейства») отражает момент, с которого начинается отсчет срока действия патента. По общему правилу, это дата подачи заявки на патент на изобретение или полезную модель. График, основанный на датах первого приоритета, наиболее точно отражает динамику появления новых технологий.

Даты публикации (обозначенные как «Публикации») представлены для каждой публикации во всех патентных семействах коллекции. Как правило, новые публикации появляются, когда компании выводят свои разработки на новые рынки.



↑ Общая динамика патентования технологий в сфере промышленной робототехники во всем мире

Даты выдачи патентов (обозначенные как «Патенты») показывают, сколько патентов было выдано по заявкам семейства. Небольшое количество опубликованных патентных документов и выданных патентов в 2014–2016 годах связано с временной задержкой на делопроизводство по поданным заявкам.

РОСТ ПАТЕНТНЫХ СЕМЕЙСТВ КАК ИНДИКАТОР ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ

Число новых патентных семейств увеличилось с 1 014 в 2014 году до пика в 2 903 в 2021 году, что соответствует росту на 186,29% за исследуемый период. Среднегодовой темп роста (англ. Compound Annual Growth Rate, CAGR) за 2014–2021 годы составил 16,21%, что свидетельствует об активном развитии отрасли и росте изобретательской активности. Однако начиная с 2020 года динамика замедлилась и перешла в состояние плато, что может быть связано с последствиями пандемии COVID-19. Международный рост патентных заявок снизился на 11% в период с марта 2020 года по сентябрь 2021 года, согласно исследованию «Resilience and Ingenuity: Global Innovation Responses to Covid-19» Центра исследований экономической политики. Тем не менее, активность китайских заявителей частично компенсировала спад, поддерживая глобальный уровень патентования.

Снижение числа патентных семейств в последние два года исследования (2023–2024 годы) связано с временным лагом между подачей заявки и ее публикацией. По общему правилу, патентные заявки публикуются через 18 месяцев после подачи, хотя в некоторых странах этот срок может быть сокращен. Таким образом, часть заявок, поданных в 2023 году, и большинство заявок, поданных в 2024 году, еще не вошли в статистику. Это временное явление характерно для патентной статистики и не указывает на реальное снижение инновационной активности в сфере промышленной робототехники.

КОЛИЧЕСТВО ПУБЛИКАЦИЙ – ИНДИКАТОР КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ.

Количество патентных публикаций демонстрирует значительное превышение над количеством патентных семейств. Это связано с тем, что одно патентное семейство может включать несколько заявок и патентов, описывающих разные аспекты одной разработки.

	JP2019093533 A JP2020073302 A JP6669713 B2 JP6923688 B2		CN109834710 A CN109834710 B
	US11565421 B2 US11992962 B2 US20190160681 A1 US20220024043 A1		DE102018129166 A1

↑ Пример патентного семейства с несколькими публикациями

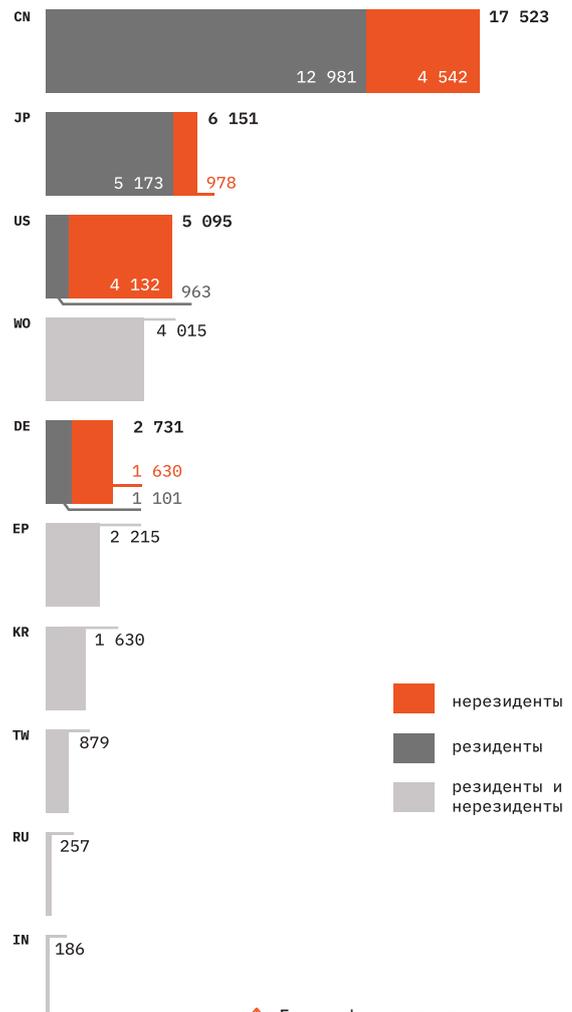
В среднем на одно патентное семейство в коллекции приходится 2,64 публикации, что подтверждает активность компаний в расширении правовой охраны своих технологий. Рост числа публикаций до пика в 5 704 в 2022 году отражает стратегию компаний, направленную на выход на новые рынки и укрепление позиций в различных регионах.

ВЫДАННЫЕ ПАТЕНТЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗРЕЛОСТИ РЕШЕНИЙ

Динамика числа выданных патентов демонстрирует устойчивый рост: со 157 в 2014 году до максимума в 3 266 в 2022 году. В период с 2022 по 2024 годы наблюдается снижение числа выданных патентов относительно максимума, что коррелирует с аналогичным замедлением темпов роста числа новых патентных семейств.

Для более полного понимания динамики развития исследуемой области важно рассмотреть территориальные аспекты патентования. Анализ географии патентной активности позволяет выявить страны, играющие ключевую роль в развитии технологий, а также оценить, где наблюдается наибольшая концентрация разработок и как компании распределяют свои усилия на различных рынках.

Следующий график иллюстрирует распределение стран по количеству патентных семейств с публикациями в данных странах. Для стран с самыми большими патентными портфелями – Китай, Япония, США и Германия – дополнительно проведено разделение патентных семейств на публикации, принадлежащие национальным заявителям, и публикации, принадлежащие иностранным заявителям. Такое разделение помогает более детально оценить вклад местных разработчиков и уровень интереса международных компаний к патентованию в этих странах.



↑ География патентования в сфере промышленной робототехники

Распределение патентной коллекции по странам публикаций характеризуется значительной долей патентных семейств, опубликованных в Китае, на втором и третьем местах с отставанием больше чем в 2,5 раза находятся Япония и США. Сумма столбцов на рисунке 3 больше общего числа исследованных патентных семейств, что связано с тем, что заявки одного семейства могут быть поданы в несколько стран.

Почти 13 тысяч патентных семейств, имеющих публикации в Китае, принадлежит китайским разработчикам. Этот показатель отражает масштаб изобретательской активности в Китае, обусловленной государственной поддержкой НИОКР (научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ) и активным продвижением роботизации.

Китай также подтверждает статус крупнейшего рынка промышленной робототехники. Согласно данным Международной Федерации робототехники (International Federation of Robotics, IFR), на Китай приходится более 50% всех установленных промышленных роботов в мире, что подчеркивает высокий уровень внедрения роботизированных решений на внутренних предприятиях страны.

Также необходимо отметить, что Китай лидирует в мире по числу патентных заявок с 2011 года, согласно отчету World Intellectual Property Indicators 2024 Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС), что свидетельствует о его значимой роли в области технологического развития и защиты интеллектуальной собственности.

Однако важно отметить, что значительное число китайских патентных документов не всегда представляет собой разработки высокой коммерческой ценности. Среди китайских заявителей преобладают университеты и исследовательские центры, которые не являются крупными промышленными игроками. Это объясняет ограниченный уровень коммерциализации многих патентов и их фокусировку преимущественно на внутренний рынок.

Дополнительно стоит учитывать, что значительная часть китайских разработок охраняется в виде полезных моделей. Для таких патентов не требуется соответствие критерию изобретательского уровня, что упрощает процедуру их получения, но ограничивает их признание за пределами Китая. Этот фактор, наряду с низкой степенью представленности патентов китайских заявителей в других странах, затрудняет выход китайских технологий на зарубежные рынки.

Примечательно, что, несмотря на общее лидерство китайских заявителей по количеству патентов, 7 из 10 лидирующих компаний по объему патентного портфеля в области промышленной робототехники являются японскими корпорациями (FANUC, Epson, KAWASAKI, Omron, Denso, Yaskawa, Mitsubishi), две компании представляют Европу (KUKA, ABB), одна – Китай (GREE). Поскольку в 2016 года KUKA была куплена китайской компанией Midea group, это уже не полностью европейская компания, однако в рамках данного исследования с учетом ее истории она отнесена к европейским компаниям. С учетом того, что единственной в списке лидеров исключительно китайской компании принадлежит около 1% семейства из 12 981, а семи японским компаниям – львиная доля от всех японских патентных семейств, можно утверждать, что патенты китайских заявителей широко распределены, а японских – очень сильно сконцентрированы по компаниям-заявителям.

Согласно исследованиям ResearchAndMarkets.com и Statzon, ведущие японские компании, такие как FANUC, Kawasaki Heavy Industries, Yaskawa и Nachi-Fujikoshi, занимают ключевые позиции на мировом рынке промышленных роботов. Их разработки характеризуются высокой степенью технологической

проработанности, качеством и международной востребованностью, что подтверждается активной коммерциализацией решений и доминирующими позициями на глобальном рынке.

Среди стран-лидеров по числу патентных публикаций Япония выделяется самой высокой концентрацией национальных разработок: из 6 151 патентного семейства, зарегистрированного в стране, почти 85% принадлежат японским заявителям. Япония активно развивает внутренние технологические инициативы, включая государственные программы по автоматизации и внедрению роботизированных систем на промышленных предприятиях, а также сотрудничество между государством, частными корпорациями и академическими институтами.

Японское правительство реализует долгосрочные стратегии, направленные на поддержку робототехники, такие как программы «Society 5.0» и инициативы по внедрению роботов в производственные и сервисные отрасли. Эти усилия делают Японию одним из ведущих центров инновационной активности и технологического развития на мировом уровне.

Незначительное число патентных семейств зарубежных заявителей (978 семейств) может свидетельствовать о сложности выхода зарубежными конкурентами на рынок Японии, насыщенный патентами высокотехнологичных лидирующих в мире компаний.

Таким образом, Япония демонстрирует уникальный пример страны с небольшим числом компаний-разработчиков, которые успешно удерживают лидирующие позиции на конкурентном международном рынке.

Ситуация с патентной активностью в США отражает их роль как одного из ключевых центров внедрения и адаптации технологий в сфере промышленной робототехники. В США зарегистрировано 5 095 патентных семейств, из которых подавляющее большинство (4 132) принадлежит зарубежным заявителям. Это подчеркивает стратегическую важность американского рынка для международных компаний, стремящихся закрепить свои технологии в одной из крупнейших экономик мира.

В то же время, только 963 семейства принадлежат американским заявителям, что может быть связано с фокусом местных компаний не столько на разработке новых технологий, сколько на их интеграции в производственные процессы. Примечательно, что США занимают второе место в мире по объему рынка промышленной робототехники, согласно докладу Международной Федерации робототехники (International Federation of Robotics, IFR) за 2024 год. Этот рост обусловлен активными инвестициями в автоматизацию со стороны крупных корпораций, таких как Tesla, General Motors и Ford, которые внедряют передовые робототехнические решения для повышения эффективности производства.

Высокая доля публикаций зарубежных заявителей и статус крупнейшего рынка указывают на то, что США остаются крайне привлекательными для иностранных разработчиков, несмотря на значительные затраты, связанные с патентованием. Страна играет важную роль как центр коммерциализации робототехнических технологий и их адаптации для глобальных рынков.

Компании активно используют международные и региональные системы патентования для вывода своих разработок на зарубежные рынки. В частности, 4 015 патентных семейств зарегистрировано через Всемирную организацию интеллектуальной собственности (англ. World Intellectual Property Organization, WIPO), а 2 215 – через Европейское патентное ведомство (англ. European Patent Office, EPO). Эти данные подчеркивают стратегическое значение международной и региональной защиты разработок для компаний, которые стремятся обеспечить охват сразу нескольких рынков и укрепить свои позиции в глобальной конкуренции.

На семейства с публикациями на территории Российской Федерации приходится 1,12% от общей коллекции, что указывает на относительно небольшую долю России в глобальном патентном ландшафте промышленной робототехники.

Более подробно динамика патентования технологий в сфере промышленной робототехники в России будет рассмотрена на следующем графике.

В исследуемый период на территории России были опубликованы патентные документы в рамках 257 патентных семейств, из которых 191 семейство принадлежит российским заявителям. График иллюстрирует особенности патентной активности, разделенной на два ключевых показателя: число семейств и число публикаций.

Число новых разработок (показатель «Семейства») постепенно росло до пика в 31 семейство в 2021 и 2023 году. Число публикаций достигло максимума в 80 в 2020 году, что указывает на активную патентную деятельность российских разработчиков в предыдущие годы.

Среди наиболее активных российских разработчиков выделяются такие организации, как Университет Иннополис, ИМАШ РАН (Институт машиноведения им. А.А. Благонравова), Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ДС-Роботикс и ТермоЛазер.

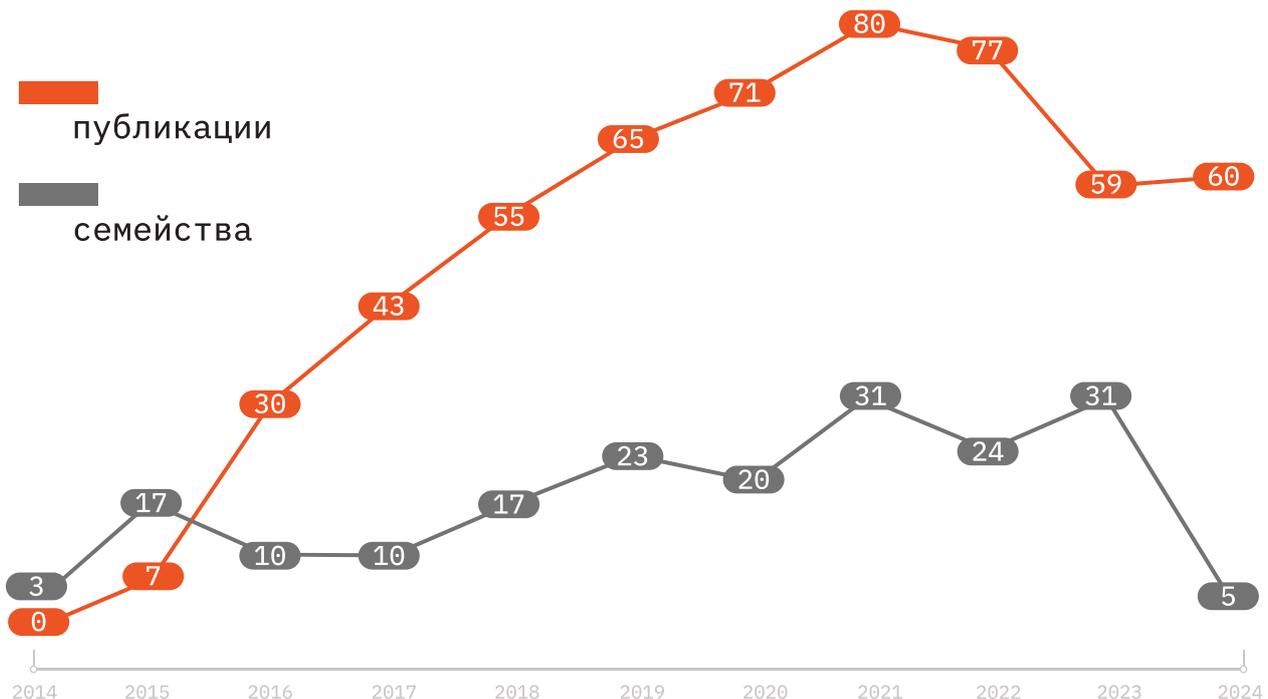
Из 257 патентных семейств, зарегистрированных в России, только 12 имеют международные заявки. Для некоторых из них международные заявки уже перешли на национальные

фазы в других странах, что демонстрирует усилия отдельных российских организаций по выходу на зарубежные рынки. Среди таких компаний можно выделить Университет Иннополис, ООО «ТЕРЦИАРМ», ООО «Молодая, динамично развивающаяся компания» (ООО «МДРК») и ПАО Сбербанк.

В рамках исследования выявлено 66 патентных семейств, принадлежащих иностранным заявителям и имеющих публикации в России, что отражает их интерес к российскому рынку. Лидером среди них является итальянская компания Comau, специализирующаяся на разработке решений в области промышленной автоматизации и робототехники. Компания имеет 18 патентных семейств, из которых 10 включают уже опубликованные патенты в России, а оставшиеся 8 – содержат заявки, по всем из которых делопроизводство прекращено. Последняя заявка Comau в России (RU2024119425) была опубликована в октябре 2024 года. Другим значимым иностранным игроком является немецкая компания Broetje-Automation GmbH, представленная 7 патентными семействами. Эта компания занимается разработкой автоматизированных систем для авиационной промышленности и интеграцией сборочных линий.

В целом, патентная активность в России в области промышленной робототехники характеризуется доминированием публикаций от национальных заявителей. Однако присутствие иностранных компаний свидетельствует о заинтересованности международных разработчиков в российском рынке, несмотря на его относительно небольшую долю в глобальном патентном ландшафте.

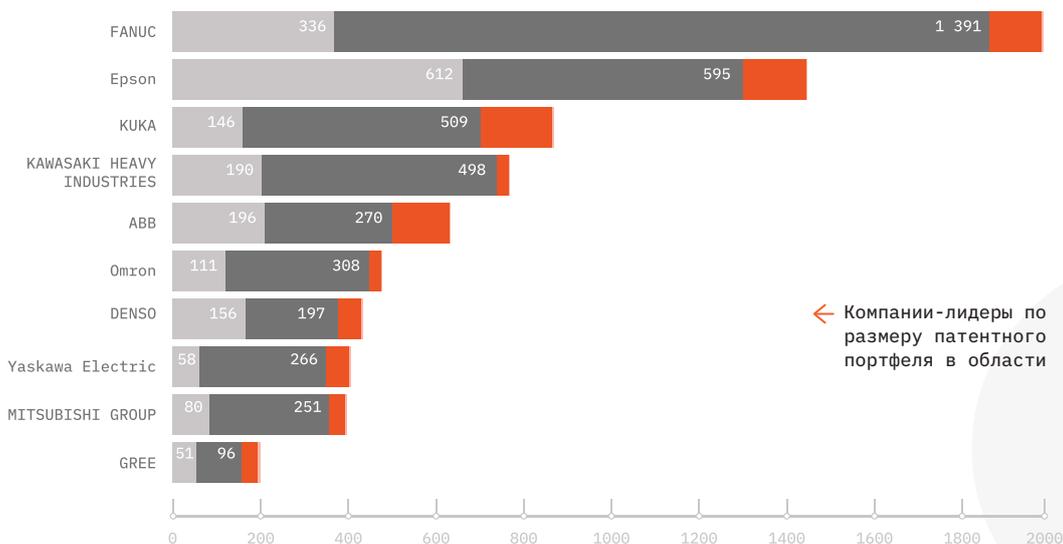
↓ Общая динамика патентования технологий в сфере промышленной робототехники в России



Далее будет проведен анализ патентных портфелей топ-10 компаний в области промышленной робототехники. Исследование патентных портфелей ведущих игроков рынка имеет ключевое значение, поскольку позволяет выявить не только масштабы их инновационной активности, но и особенности стратегий управления интеллектуальной собственностью. Компании-лидеры определяют направление развития отрасли, формируют ключевые технологические тренды и задают стандарты для всей индустрии. Изучение их патентных портфелей дает возможность понять, как распределяются усилия между созданием новых технологий и поддержанием действующих патентов.

Патентные семейства компаний распределены по правовым статусам в соответствии со следующими правилами:

- «заявка на рассмотрении» – семейство состоит только из заявок на разных стадиях рассмотрения;
- «действующий патент» – семейство, в составе которого есть хотя бы один выданный и действующий на момент исследования патент;
- «патент прекратил действие» – ни один из документов семейства не является действующим, при этом все патенты прекратили действие до окончания их срока действия.
- «другие»



Структура патентных портфелей ведущих компаний характеризуется преобладанием действующих патентов. Это объясняется тем, что анализ охватывает патентные семейства, сформированные за последние 10 лет, тогда как максимальный срок действия патента составляет 20 лет. Таким образом, большинство рассмотренных разработок остаются актуальными и поддерживаются компаниями для коммерческого использования.

Лидером является японская компания Fanuc с портфелем из 1 829 патентных семейств. Доля семейств с действующими патентами и заявками на рассмотрении превышает 80%. Fanuc предоставляет продукты и услуги автоматизации, такие как робототехника и беспроводные системы с числовым программным управлением.

Компания Epson занимает второе место среди лидеров по количеству патентных семейств в области промышленной робототехники. Ее патентный портфель насчитывает 1 337 патентных семейств. Согласно корпоративной стратегии Epson, интеллектуальная собственность является ключевым фактором, поддерживающим инновации и рост. Компания стремится к формированию устойчивой IP-экосистемы, где патентная деятельность не только защищает разработки, но и способствует созданию ценности для бизнеса и общества. Такой подход подчеркивает долгосрочную ориентацию Epson на технологическое лидерство и коммерциализацию решений в сфере промышленной робототехники.

На третьем месте находится немецкая KUKA с 801 патентным семейством, значительная часть которых содержит действующие патенты.

Далее будет проведен анализ динамики возникновения патентных семейств у ведущих компаний, чтобы оценить изменения изобретательской активности в течение исследуемого периода. Для этого используются данные о ведущих патентообладателях и датах подачи первых заявок в рамках их патентных семейств. Такой подход позволяет не только выявить общее количество разработок, но и оценить их распределение во времени, что важно для понимания стратегий и темпов инновационного развития компаний.

← Компании-лидеры по размеру патентного портфеля в области

Представленный на графике рейтинг патентообладателей позволяет выделить компании, которые формируют основу инновационного ландшафта промышленной робототехники. На долю десяти ведущих компаний приходится 7 017 патентных семейств, что составляет 30% от всей патентной коллекции. Это свидетельствует о значительном числе средних и небольших компаний, а также университетов и исследовательских центров, которые вносят весомый вклад в развитие отрасли.

Ведущими игроками по размеру патентного портфеля в исследуемой области являются крупные промышленные компании. При этом 7 из 10 компаний-лидеров являются японскими, что подчеркивает значимость Японии как центра разработок технологий в сфере промышленной робототехники.

	первый год заявок	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
FANUC		106	129	173	249	231	279	58	326	204	73	1
Epson		153	141	153	196	138	148	124	114	124	44	2
KUKA		73	106	101	66	66	57	66	78	107	63	18
KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES		40	38	68	106	92	85	98	85	69	22	7
ABB		45	43	73	54	72	66	74	70	58	30	
Omron		7	8	22	43	108	66	63	60	47	15	
DENSO		36	56	30	43	34	52	38	36	59	13	
Yaskawa Electric		59	51	25	39	33	32	40	32	39	15	4
MITSUBISHI GROUP		20	29	26	44	45	46	40	45	47	20	4
GREE		1	3	16	5	24	25	27	26	36	16	4

На представленном графике отражена динамика появления патентных семейств у ведущих компаний в сфере промышленной робототехники, что позволяет оценить изобретательскую активность каждого из заявителей в течение исследуемого периода с 2014 по 2024 годы. Все компании, входящие в топ-10, проявляли активность уже в начале периода, что подчеркивает их устойчивые позиции на рынке и накопленный опыт в области инноваций. Динамика возникновения новых патентных семейств демонстрирует особенности стратегий патентования каждой компании, а также влияние внешних факторов, таких как пандемия COVID-19.

Fanuc демонстрирует стабильный рост изобретательской активности с 2014 года, достигая пика в 2019 году с подачей 326 новых заявок. Однако в 2020 году компания подала лишь 58 заявок, что стало минимальным показателем за десятилетие. Это снижение, вероятно, связано с последствиями пандемии COVID-19, которая привела к сокращению расходов на исследования и разработки в Японии. Например, совокупные расходы на НИОКР в стране в 2020 году сократились на 1,7% впервые за четыре года. Тем не менее, это снижение оказалось временным, так как уже в 2021 году Fanuc вновь увеличила подачу заявок, что подтверждает ее способность адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям.

Период наиболее активной изобретательской активности у компании Epson приходится на начальный период исследования, с пиками в 2014–2016 годах, когда ежегодно подавалось более 140 заявок. В последующие годы количество заявок снизилось, но Epson продолжает демонстрировать стабильную активность, подчеркивая долгосрочный интерес компании к данной области. Компания Kuka достаточно активно подавала заявки на протяжении всего исследуемого периода, при этом обращает на себя внимание достаточно сильное увеличение подачи, начавшееся в 2020 году, что может говорить о разработке компанией новых технологий или большом продвижении в развитии существующих.

Активность Kawasaki Heavy Industries отличается более равномерным распределением заявок в течение рассматриваемого периода. Основная концентрация патентных заявок приходится на центральную часть временного промежутка, с пиками в 2017 и 2020 годах. Это указывает на последовательную стратегию развития технологий, направленную на поддержание инновационного портфеля без значительных спадов.

↑ Динамика патентования изобретений по годам за последние 10 лет

Стоит отметить, что данные о заявках за 2023 и 2024 годы являются неполными из-за 18-месячной задержки публикации патентных заявок. Этот временной лаг затрудняет оценку текущей активности компаний, но предварительные данные указывают на продолжение заявительной активности.

Пандемия COVID-19 оказала двойственное влияние на патентование в отрасли. С одной стороны, в 2020 году произошло временное снижение числа заявок у лидера области из-за экономических и логистических трудностей. С другой стороны, увеличившийся интерес к автоматизации производств во время пандемии стимулировал компании к разработке новых решений. Это хорошо отражено в восстановлении активности ряда компаний после спада 2020 года.

Для более глубокого понимания стратегий патентования ведущих компаний важно рассмотреть не только временные аспекты подачи заявок, но и географическое распределение патентных семейств.

Получение патентов в отдельных юрисдикциях отражает стратегию выхода на те или иные рынки. Получение патентов в конкретной стране обычно указывает на стремление компании защитить свои технологии и закрепить позиции на данном рынке. Этот процесс сопровождается значительными экономическими, организационными и юридическими затратами, связанными как с подачей и поддержанием патентов, так и с их коммерческим использованием.

Территориальные стратегии компаний-лидеров ↓

	CN	JP	US	WO	DE	EP	KR	TW	RU	IN
FANUC	1557	1532	1327	542	1379	11	9	361	0	1
Epson	670	1322	725	7	0	132	10	23	1	1
KUKA	452	7	147	328	530	257	89	3	0	3
KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES	448	672	403	551	57	171	265	262	0	3
ABB	348	36	328	456	29	327	8	0	0	13
Omron	266	425	270	258	10	259	21	15	0	0
DENSO	49	394	80	13	28	10	0	2	0	0
Yaskawa Electric	208	295	228	98	12	125	50	11	0	7
MITSUBISHI GROUP	130	342	131	227	65	47	18	26	0	7
GREE	183	2	1	8	0	2	0	0	0	0

Компания FANUC, обладающая крупнейшим патентным портфелем, сосредоточила большую часть своих публикаций в Китае, Японии, США и Европе. Такая стратегия тесно связана с географическим распределением ее подразделений: FANUC активно представлена в Европе через FANUC Europe Corporation и в США через FANUC America Corporation. В Китае ее деятельность поддерживается совместным предприятием с Shanghai Electric Group.

Компания Epson, занявшая второе место по числу патентов, сосредоточила свои разработки преимущественно на национальном рынке Японии, хотя значительная часть ее операций также связана с Китаем, США и Европой. Это подчеркивает стратегический фокус Epson на укреплении своих позиций в ключевых регионах, а также высокую ориентацию на внутренний рынок для поддержки и развития робототехнических решений.

Компания имеет 1 семейство с публикацией в России: семейство с номером базовой публикации JP2016068226 и датой приоритета 30.09.2014, описывающее робота и робототехническую систему. В состав патентного семейства входят заявки и патенты в следующих юрисдикциях: Китай, Япония (2 патента), США, Тайвань. Заявка в России имеет номер RU2017106187 A, 07.08.2018, было принято решение о признании заявки отозванной.

KUKA, немецкая компания, входящая в состав китайской Midea Group, демонстрирует равномерное распределение патентов между Китаем и Германией. Это объясняется не только ее исторической базой в Европе, но и активным продвижением на китайский рынок через ресурсы Midea Group. Ключевая роль этих двух стран в ее патентной стратегии подчеркивает двойной фокус компании на европейских и азиатских рынках.

Швейцарская ABB выделяется наибольшим охватом различных юрисдикций, несмотря на относительно небольшой общий портфель патентов. Активное патентование в Китае связано с наличием исследовательских центров и производственных мощностей в этой стране. Открытие робототехнического мегазавода

в Шанхае в 2022 году свидетельствует о стратегическом интересе ABB к китайскому рынку, на который приходится более половины всех мировых установок роботов.

Mitsubishi, несмотря на меньший по объему патентный портфель, демонстрирует обширное присутствие в различных юрисдикциях, что подчеркивает ее стратегическую гибкость и стремление закрепиться на глобальных рынках. Примечательно, что 250 из 366 патентных семейств компании имеют публикации за пределами Японии. Это высокий показатель, который свидетельствует о том, что Mitsubishi активно патентует свои разработки в ключевых регионах, включая Китай, Европу, США и Южную Корею, наряду с крупнейшими игроками рынка.

Компании-лидеры активно используют международные инструменты патентования, такие как процедура, предусмотренная договором о патентной кооперации (англ. Patent Cooperation Treaty, PCT), что отражается в публикациях Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) на графике, а также подают заявки в Европейское патентное ведомство (ЕПВ). Это свидетельствует о стремлении компаний защитить свои технологии на глобальном уровне, охватывая сразу несколько ключевых рынков. При этом активность компаний в наименее представленных юрисдикциях, как правило, связана с наличием в этих странах потенциальных потребителей, проектов или исследовательских центров, что объясняет их интерес к таким рынкам. В то же время практически полное отсутствие публикаций на территории России и Евразии демонстрирует низкий приоритет данных регионов в стратегиях территориального расширения компаний-лидеров.

Далее внимание будет сосредоточено на анализе технологических направлений патентования в сфере промышленной робототехники у компаний-лидеров. Изучение технологических трендов позволяет не только выявить перспективные области применения технических решений в рассматриваемой области, но и сделать вывод о применимости этих технологий в смежных отраслях.

Источником данных для анализа служат коды Международной патентной классификации (МПК), которые указывают на конкретные технологии и группы технологий с различной степенью детализации.

Тренды патентования в сфере промышленной робототехники

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Манипуляторы	26	289	696	975	1407	1815	1936	2045	2231	2368	2167
Системы контроля	7	63	188	288	485	586	630	687	719	736	690
Компьютерные технологии	1	30	81	116	225	307	307	358	347	323	293
Станки	1	35	104	141	203	261	269	264	228	245	208
Измерение	2	26	64	92	156	219	204	207	228	196	168
Электрическое оборудование, аппараты, энергия	2	16	68	85	116	156	159	177	188	186	146
Механические элементы	1	15	37	51	85	123	137	149	147	159	125
Полупроводники	1	6	45	60	80	98	111	118	122	125	108
Аудио-визуальные технологии	0	2	17	29	45	77	89	87	73	67	49
Химическое производство	1	4	18	22	34	49	37	55	64	70	54

Базовой технологической областью для патентных документов в данной сфере являются «Манипуляторы», на долю которых приходится 99% коллекции. Эта категория охватывает такие коды МПК, как B25J, B41, B65B и другие, отражая основную функциональность промышленных роботов – выполнение механических задач, связанных с перемещением, ориентацией и обработкой объектов. Подкласс МПК B25J, основной для анализируемой коллекции, использовался также при проведении поиска. Следует учитывать, что каждому патентному документу может быть присвоено несколько кодов МПК. Это не только демонстрирует разнообразие применений, но и подчеркивает стремление компаний к созданию комплексных решений.

Помимо базовых категорий, таких как «Манипуляторы», значительный интерес представляют дополнительные технологические области: «системы контроля», «компьютерные технологии», «станки» и «измерения». Их присутствие подчеркивает, что компании-лидеры адаптируют свои разработки под конкретные потребности отраслевых рынков. Например, категории «станки» и «измерения» играют ключевую роль в металлообработке и машиностроении, где критически важны точность и контроль качества. Эти технологии способствуют внедрению роботов в процессы, связанные с инспекцией и контролем качества, что востребовано в автомобильной, аэрокосмической и электронной промышленности.

Категории «системы контроля» и «компьютерные технологии» указывают на развитие интеллектуальных систем управления роботами. Эти технологии используются в задачах автономного управления производственными линиями, интеграции с Интернетом вещей (англ. internet of things, IoT) и машинном обучении. Это позволяет компаниям создавать роботов для высокоинтеллектуальных производственных процессов, таких как сборка электроники, процессы в фармацевтике или медицинской технике, где требуется высокая степень автоматизации.

Присутствие таких областей, как «электрическое оборудование и аппараты» и «полупроводники», свидетельствует о стремлении адаптировать робототехнику к специфическим задачам, включая задачи энергетики и микроэлектроники. Эти

технологии способствуют расширению использования роботов в специализированных отраслях, таких как солнечная энергетика, логистика и производство электроники.

Несмотря на широкую сферу применения промышленных роботов в целом, компании-лидеры часто избегают излишней детализации в указании конкретных областей применения своих решений. Такой подход позволяет расширить потенциальный объем охраны патентов, оставляя возможности для использования технологий в различных отраслях. Патентование без указания узкой специализации способствует созданию универсальных решений, которые могут быть адаптированы к различным потребностям и рынкам. Это укрепляет позиции компаний на глобальном уровне и увеличивает коммерческую привлекательность их разработок.



КЛЮЧЕВЫЕ ВЫВОДЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ



РОСТ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ И СВЯЗЬ С РЫНКОМ

Анализ 22 993 патентных семейств в области промышленной робототехники выявил тесную корреляцию между динамикой патентования и общим развитием рынка. Рост числа патентных семейств и публикаций в период с 2014 по 2021 годы отражает развитие технологий и высокий спрос на робототехнические решения в различных отраслях. Это подчеркивает не только значимость инноваций, но и их адаптацию для решения задач, стоящих перед промышленностью.

ГЛОБАЛЬНАЯ КОНКУРЕНЦИЯ И ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ

Компании-лидеры активно патентуют свои разработки на зарубежных рынках, таких как Китай, Япония, США и Европа. Территориальные стратегии компаний различаются, некоторые ориентируются на глобальный охват, тогда как GREE и DENSO сосредоточены преимущественно на национальных рынках.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПАТЕНТОВАНИЮ

Компании придерживаются стратегий комплексного патентования, подавая заявки на группы изобретений с несколькими независимыми пунктами. Это позволяет снизить затраты на патентование и одновременно расширить объем охраны. Такая стратегия особенно эффективна при выходе на зарубежные рынки, обеспечивая компаниям гибкость и экономическую эффективность.



ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

Компании-лидеры не ограничиваются базовыми технологиями, такими как «Манипуляторы» (99% коллекции), но активно развивают дополнительные направления: «системы контроля», «компьютерные технологии», «станки» и «измерения». Это свидетельствует о диверсификации областей применения разработок компаниями-лидерами.

УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ РЕШЕНИЙ И ОБЪЕМ ОХРАНЫ

Компании часто избегают указания узких областей применения своих разработок в патентных документах. Такой подход позволяет заявлять универсальные решения, которые могут быть адаптированы для широкого спектра задач и рынков. Это увеличивает объем правовой охраны и коммерческую привлекательность патентов, укрепляя позиции компаний на глобальном уровне.

ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ COVID-19

Пандемия оказала временное влияние на динамику патентования: в 2020 году у ряда компаний наблюдалось снижение активности из-за экономических и логистических трудностей. Однако уже в 2021 году темпы восстановления подачи заявок показали, что отрасль обладает высокой устойчивостью.

ПОТЕНЦИАЛ РОБОТОТЕХНИКИ ДЛЯ СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЕЙ

Роботы становятся не только инструментами автоматизации производства, но и адаптируются для решения задач в смежных отраслях, таких как машиностроение, медицина, пищевая промышленность, энергетика, микроэлектроника и другие. Появление новых технологических направлений в патентных документах подтверждает расширяющийся потенциал робототехники для глобальной экономики, обеспечивая новые возможности для ее применения.

Обзор подготовлен
Межотраслевым центром
трансфера технологий
Университета Иннополис



ИНТЕГРАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ И ИНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Раздел посвящен анализу интеграции промышленной робототехники с другими передовыми технологиями, что позволяет выявить новые возможности и направления их совместного использования.

В рамках этого исследования рассматриваются пересечения патентов, относящихся к промышленной робототехнике, с четырьмя ключевыми областями, которые имеют высокий потенциал для трансформации отрасли:

- Промышленная робототехника и аддитивные технологии
- Промышленная робототехника и искусственный интеллект
- Промышленная робототехника и цифровые двойники
- Промышленная робототехника и дополненная/виртуальная реальность

Каждая из этих областей анализируется на основе патентных данных, сформированных путем пересечения двух групп технологий. Первая группа включает патентные документы, относящиеся к промышленной робототехнике, а вторая – документы, раскрывающие решения, связанные с соответствующей дополнительной областью (аддитивные технологии, искусственный интеллект, цифровые двойники или дополненная/виртуальная реальность). Такой подход позволяет выявить патенты, описывающие разработки на стыке двух областей.

1 ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Распределение коллекции по правовым статусам ↓



Юрисдикция	CN	US	WO	JP	EP	KR	DE	RU	CA	IN
Число патентных семейств	223	145	98	91	87	34	33	21	16	15

↑ Публикационная активность в странах

Область интеграции промышленной робототехники и аддитивных технологий демонстрирует значительный потенциал для трансформации производственных процессов, объединяя возможности автоматизации и гибкость послойного производства. В рамках исследования было выявлено 385 патентных семейств, в которых нашли отражение решения, касающиеся применения промышленных роботов в контексте аддитивного производства. Основными участниками данной области являются компании Seiko Group (41 семейство) и ABB (23 семейства), а также такие организации, как Mitsubishi Group, Kuka, Fanuc, NUAU Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Comau, Chongqing University и Festo, портфели которых содержат менее 10 патентных семейств.

Динамика публикационной активности ↓



Большая часть патентной коллекции (86%) представлена семействами, содержащими действующие патенты или заявки на рассмотрении, что подчеркивает активность разработчиков в данной области. Публикации в этой области наиболее широко представлены в Китае и США, что отражает значимость этих рынков для развития технологий аддитивного производства в сочетании с промышленной робототехникой.

Анализ Международной патентной классификации (МПК) показывает, что основным кодом для рассматриваемой коллекции является B25J, который охватывает технологии, связанные с роботами и манипуляторами. Этот код присвоен большинству патентов, что подтверждает ключевую роль робототехники в данных решениях. Однако, несмотря на то, что тексты многих патентов содержат упоминания об их применении в области аддитивных технологий, соответствующие коды МПК, такие как B33Y (послойный синтез, 3D-печать) и B29C (обработка пластмасс), указаны лишь у 64 патентных семейств. В частности, код B33Y встречается в 52 патентных семействах, а код B29C – в 48.

2 ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Распределение коллекции по правовым статусам



Область интеграции промышленной робототехники и технологий искусственного интеллекта (ИИ) демонстрирует высокий потенциал для повышения автоматизации и интеллектуализации производственных процессов. В рамках исследования было выявлено 1 677 патентных семейств, которые охватывают решения на пересечении робототехники и ИИ. Лидером по числу патентных семейств является компания Fanuc (242 патентных семейства), которая значительно опережает остальных участников. Второе и третье место занимают Omron и KUKA, имея 72 и 66 патентных семейств в области. Fanuc активно развивает ИИ-технологии для роботизированных систем, внедряя такие разработки, как функция управления траекторией на основе искусственного интеллекта, которая улучшает точность операций резки и сварки. Кроме того, компания разработала концепции для машинного обучения и глубокого обучения для целей оптимизации.

Большая часть патентной коллекции (86%) представлена семействами, содержащими действующие патенты или заявки на рассмотрении, что подчеркивает активность и актуальность этой области для разработчиков. Основная географическая активность сосредоточена в Китае, Японии и США.

Анализ Международной патентной классификации (МПК) показывает, что основным подклассом для коллекции также является B25J, он присвоен 1 660 патентным семействам, что подчеркивает ведущую роль функциональных особенностей устройств в описаниях патентов. Несмотря на то, что во многих патентах указывается использование ИИ, лишь 606 семейств получили дополнительные индексы, относящиеся к вычислительным и управляющим технологиям. Среди них:

- 305** — **G05B** – Регулирующие и управляющие системы общего назначения
- 261** — **G06N** – Компьютерные устройства, основанные на специфических вычислительных моделях, включая нейронные сети
- 238** — **G06T** – Обработка или генерация данных изображения

Таким образом, интеграция промышленных роботов и технологий ИИ представляет собой активно развивающееся направление, которое способствует интеллектуализации производственных процессов, улучшению точности и адаптивности роботов.

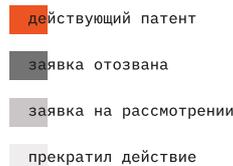
Динамика публикационной активности



Юрисдикция	CN	JP	US	WO	DE	EP	KR	TW	IN	RU
Число патентных семейств	1220	563	561	436	342	237	140	72	34	18

Публикационная активность в странах

3 ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА И ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ



Распределение коллекции по правовым статусам

Публикационная активность в странах

Юрисдикция	CN	US	WO	EP	JP	DE	KR	CA	IN	AU	RU
Число патентных семейств	355	130	106	76	59	48	43	8	8	6	6

Интеграция промышленной робототехники с технологиями цифровых двойников представляет собой динамично развивающееся направление, которое позволяет значительно повысить эффективность производственных процессов.

В рамках исследования было выявлено 483 патентных семейства, относящихся к решениям на стыке данных технологий. Основным кодом Международной патентной классификации (МПК) для этой коллекции является B25J, охватывающий технологии, связанные с роботами и манипуляторами, и встречающийся в 475 патентных семействах.

Динамика публикационной активности



Другие значимые коды включают:

- 65 — **G05B** – регулирование и управление процессами, что указывает на важность систем управления в разработке цифровых двойников
- 47 — **G06F** – вычислительные технологии общего назначения, обеспечивающие основу для цифрового моделирования
- 46 — **G06T** – обработка и визуализация изображений, что связано с моделированием, симуляцией и визуализацией процессов
- 19 — **G06N** – вычислительные модели и нейронные сети, применяемые для интеллектуального управления роботами

Ключевыми участниками в области являются KUKA, ABB, FANUC, SoftBank, Boston Dynamics, а также такие академические организации, как NUAA Nanjing University of Aeronautics and Astronautics. Важно отметить сотрудничество Boston Dynamics и Google, которые имеют 7 совместных патентных семейств в данной области. Это партнерство подчеркивает синергию их компетенций: Boston Dynamics специализируется на робототехнике, тогда как Google обладает уникальными ИТ-наработками. Вместе они разрабатывают более мощные и конкурентоспособные решения для рынка, объединяя робототехнические инновации с передовыми вычислительными технологиями.

Эти компании активно развивают технологии цифрового моделирования и оптимизации роботизированных систем, внедряя решения для мониторинга, диагностики и прогнозирования отказов, а также для симуляции и обучения.

Таким образом, интеграция цифровых двойников и промышленной робототехники охватывает широкий спектр приложений, включая оптимизацию процессов управления, снижение затрат на разработку, повышение надежности и адаптивности роботизированных систем. Постоянный рост числа патентов в этой области подтверждает высокий интерес разработчиков к созданию интеллектуальных производственных систем нового поколения.

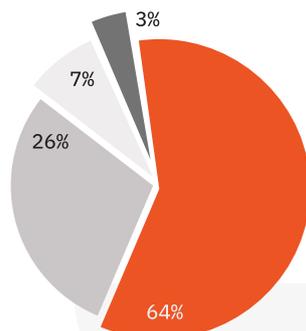
4 ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА И ДОПОЛНЕННАЯ/ ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Юрисдикция	CN	US	JP	WO	EP	DE	KR	TW	CA	IN	RU
Число патентных семейств	372	90	267	201	139	109	86	18	14	13	12

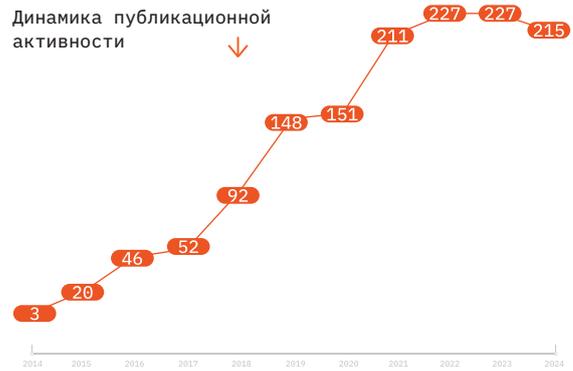
Публикационная ↑ активность в странах

Распределение коллекции по правовым статусам →

- действующий патент
- заявка отозвана
- заявка на рассмотрении
- прекратил действие



Динамика публикационной активности



В рамках исследования было выявлено 608 патентных семейств, описывающих использование технологий дополненной и виртуальной реальности (англ. Virtual Reality/ Augmented Reality, VR/AR) в контексте промышленной робототехники. Эти технологии находят применение в обучении операторов, удаленном управлении, визуализации операций и моделировании сложных производственных процессов.

Лидерами по числу патентных семейств являются FANUC (68 семейств), SEIKO GROUP (56 семейств) и ABB (34 семейства). Компании FANUC и ABB активно внедряют виртуальные технологии для создания симуляционных платформ, которые позволяют тестировать роботизированные системы до их реального запуска, а также для повышения точности операций. Seiko Group специализируется на разработке дополненной реальности для мониторинга и управления роботами. Среди других значимых участников – Nidec Sankyo (25 семейств), KUKA (21 семейство) и Mitsubishi Group (20 семейств), которые развивают решения на основе VR для оптимизации взаимодействия с роботизированными установками.

Отдельного внимания заслуживают компании, традиционно фокусирующиеся на ИТ-решениях, такие как Google (9 семейств) и SoftBank (7 семейств). Их участие подчеркивает межотраслевой характер инноваций. Google активно работает над интеграцией ИТ-платформ с роботизированными системами, что позволяет объединять их вычислительные возможности с технологиями дополненной реальности, тогда как SoftBank исследует использование VR в сервисной робототехнике.

Большая часть патентной коллекции (90%) представлена семействами с действующими патентами и заявками на рассмотрении. Основная географическая активность сосредоточена в Китае (372 патентных семейства), США (290) и Японии (267).

Анализ Международной патентной классификации (МПК) показывает, что основным подклассом для данной коллекции также является B25J, охватывающий технологии, связанные с роботами и манипуляторами, и он встречается в 605 патентных семействах. Среди других значимых кодов:

- 156 — **G05B** – регулирование и управление процессами
- 89 — **G06T** – обработка изображений, связанная с визуализацией в VR
- 24 — **H04N** – технологии передачи изображений, критически важные для создания реалистичной виртуальной среды

Таким образом, интеграция дополненной и виртуальной реальности с промышленной робототехникой активно способствует улучшению взаимодействия с роботизированными системами, оптимизации проектирования и управления, а также снижению затрат на производство.

МЕРЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОТРАСЛИ

ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

В последние годы промышленная робототехника становится одним из ключевых факторов, способствующих модернизации и повышению конкурентоспособности отечественной экономики. В условиях глобальной конкуренции и стремительного технологического прогресса Россия осознает необходимость активного внедрения автоматизации и роботизации в производственные процессы. Это не только позволяет повысить эффективность работы предприятий, но и решает проблему нехватки квалифицированных кадров, что особенно актуально в условиях растущего спроса на высокотехнологичную продукцию.

Правительство России разработало ряд мер государственной поддержки, направленных на стимулирование развития отрасли. Согласно **Атласу робототехники**, меры поддержки можно разделить на **2** категории:

1 / НЕФИНАНСОВЫЕ МЕРЫ
направлены на создание благоприятных условий для развития инновационных предприятий и продвижения технологий;

2 / ФИНАНСОВЫЕ МЕРЫ
направлены на развитие отраслей робототехники и микроэлектроники.

Российское правительство активно внедряет различные инициативы для поддержки промышленных и технологических секторов, с целью повышения их конкурентоспособности и интеграции в мировую экономику.

К НЕФИНАНСОВЫМ МЕРАМ ОТНОСЯТСЯ:

01 Создание центров компетенций и инновационных площадок

Развитие промышленных парков, технопарков и центров компетенций для содействия обмену опытом и разработке новых технологий в рамках кластера.

03 Налоговые льготы

Применение налоговых преференций, таких как ускоренная амортизация и налоговые льготы на прибыль, для предприятий, участвующих в робототехнических проектах.

06 Директивы для госкомпаний

Установление четких правил для госкомпаний способствует внедрению лучших практик и улучшению отраслевых норм.

02 Специальные инвестиционные контракты (СПИК)

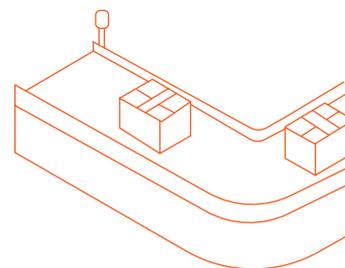
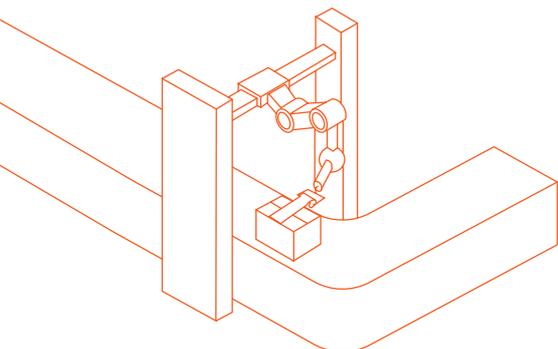
Контракты, которые обеспечивают стабильные условия для ведения бизнеса.

04 Подготовка и повышение квалификации кадров

Развитие профессиональных навыков работников и создание новых образовательных программ, которые соответствуют потребностям производителей и потребителей в области робототехники.

05 Информационная и консультационная поддержка

Предоставление компаниям необходимых знаний о мерах государственной поддержки, программах и актуальной информации о развитии отрасли.



**СОГЛАСНО ДАННЫМ МИНПРОМТОРГА РФ И АТЛАСА РОБОТОТЕХНИКИ,
К ФИНАНСОВЫМ МЕРАМ ПОДДЕРЖКИ МОЖНО ОТНЕСТИ СЛЕДУЮЩЕЕ:**



- Субсидии НИОКР (Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы);
- Предоставление грантов;
- Компенсация затрат, связанных с популяризацией промышленной робототехники;

- Программы льготного кредитования;
- Программы льготного лизинга;
- Проведение аудитов промышленных предприятий;



- Компенсация скидки на приобретение робототехники;
- Программа льготных займов ФРП (Фонда развития промышленности) на техническое перевооружение с возможностью погашения займа;
- Субсидирование процентной ставки на комплектующие по оборотным кредитам.

**ДАННЫЕ МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ ОХВАТЫВАЮТ
ТРИ КЛЮЧЕВЫХ НАПРАВЛЕНИЯ:**

1

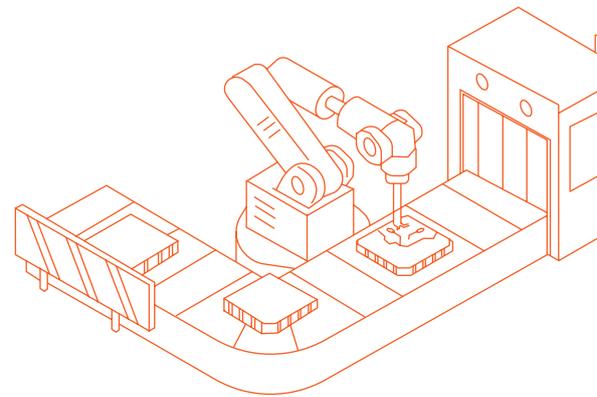
Поддержку производителей робототехнического оборудования;

2

Помощь интеграторам, которые внедряют эти технологии в производственные процессы;

3

Поддержку конечных потребителей, заинтересованных в автоматизации своих бизнес-процессов.



ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ

**АТЛАС РОБОТОТЕХНИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

На Русском экономическом форуме, проходившем с 7 по 9 ноября 2024 года в городе Челябинске, был представлен Атлас робототехники Российской Федерации – проект Консорциума робототехники и систем интеллектуального управления, реализуемый по поручению Минпромторга России.

Атлас создан в целях информационно-аналитической поддержки роботизации и автоматизации предприятий Российской Федерации для разработчиков, интеграторов и потребителей робототехники.



ПРОИЗВОДИТЕЛИ

1 СУБСИДИИ НА НИОКР

Компенсация составляет до **70%** затрат

Срок предоставления субсидии – **3** года

Сумма зависит от технологии и приоритетности

Пути для получения меры поддержки

- После начала приема заявок на портале **ГИСП** необходимо подать заявление; [1]
- Затем, после старта конкурсного отбора, следует представить документы; [2]
- Победитель конкурса заключит соглашение. [3]

Государственная информационная система промышленности (ГИСП) – сервис Минпромторга РФ для получения мер поддержки



2 СУБСИДИЯ НА НИОКР В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Компенсация может достигать до **90%** затрат

Размер сусидии от **500** млн рублей в год до **2,5** млрд рублей на весь период реализации проекта

Срок реализации не установлен

Пути для получения меры поддержки

- После начала приема заявок на портале ГИСП необходимо подать заявление; [1]
- Затем, после отбора заявок Экспертным советом Минпромторга России, утверждается протокол экспертной оценки, формируется рейтинг заявок; [2]
- Заключается соглашение с победителем отбора. [3]

Государственная информационная система промышленности (ГИСП) – сервис Минпромторга РФ для получения мер поддержки



3 ГРАНТЫ ДЛЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Размер гранта до **30** млн рублей

Размер внебюджетного финансирования **>=15%**

Срок реализации проекта составляет **1-2** года

Пути для получения меры поддержки

- После начала приема заявок на сайте **ФСИ** необходимо подать заявку; [1]
- После чего проводится экспертиза на соответствие формальным требованиям конкурса, независимая заочная экспертиза и выборочный выездной мониторинг; [2]
- Затем заявки рассматриваются, и дирекция ФСИ утверждает итоги конкурса, определяя победителей. [3]
- Победитель конкурса заключит соглашение. [4]

Фонд содействия инновациям (ФСИ)



4 СУБСИДИЯ ЗАКАЗЧИКАМ НА ПРОВЕДЕНИЕ НИОКР

Максимальный размер гранта составляет до **2** млрд рублей

Срок реализации комплексного проекта – **5** лет

Пути для получения меры поддержки

- После начала приема заявок на портале ГИСП необходимо подать заявку; [1]
- Затем, после определения победителя отбора и размера субсидии, участники получают уведомление о результатах отбора; [2]
- Заключение соглашений в системе «Электронный бюджет» и направление отчета в системе «Электронный бюджет» об использовании субсидии. [3]

Требуется включение в реестр российских производителей ППРФ 719 от 17.07.2015



5 ЛЬГОТНОЕ КРЕДИТОВАНИЕ

Льготная процентная ставка составляет **9,3%**

Период льготного кредитования с момента заключения соглашения до завершения инвестиционной фазы **2** года

Сумма кредита может достигать **100** млрд рублей

Пути для получения меры поддержки

- 1. Обращение в банк, подача заявки через портал ГИСП; [1]
- 2. Получение экспертизы ФРП; [2]
- 3. Получение решения межведомственной комиссии (МВК) о включении проекта в перечень приоритетных; [3]
- 4. Последующее получение льготного кредита. [4]

Фонд развития промышленности (ФРП)



6 КОМПЕНСАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЮ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА СКИДКИ, ПРЕДОСТАВЛЕННОЙ ПОКУПАТЕЛЮ

Размер скидки до 50% на станки, инструменты ручные и электрические, текстильное и аддитивное оборудование, промышленные роботы и сварочное оборудование

Пути для получения меры поддержки

- 1. Подача заявок через портал ГИСП, рассмотрение заявок; [1]
- 2. Заключение соглашений с победителями в системе «Электронный бюджет»; [2]
- 3. Подача заявки на рассмотрение портфолио, получение поддержки. [3]

7 ЛЬГОТНЫЙ КРЕДИТ НА ПОПОЛНЕНИЕ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ

Компенсация части затрат на уплату процентов по кредиту на пополнение оборотных средств, если он увеличивает эффективность производства на 10% по сравнению с предыдущим годом

8 СПИСЫВАЕМЫЕ ЗАЙМЫ ФРП

Субсидия на погашение займов, предоставленных Фондом развития промышленности российским производителям робототехники и комплектующих

9 ПРОВЕДЕНИЕ АУДИТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ РОБОТИЗАЦИИ

Проведение аудита на базе федерального центра компетенций (ФЦК). В рамках аудита выявляются процессы/операции на предприятиях для приоритетной роботизации. По итогам аудита подбираются решения и поставщики под задачи предприятия

10 СУБСИДИЯ ЗАТРАТ НА УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКАХ И РЕКЛАМУ

Компенсация до 70% расходов на конгрессно-выставочную деятельность, а также на рекламу в телевидении и интернете для субъектов малого и среднего предпринимательства

ПРОИЗВОДИТЕЛИ

+ИНТЕГРАТОРЫ

1 ГОСУДАРСТВЕННАЯ АККРЕДИТАЦИЯ ИТ-КОМПАНИЙ

Налог на прибыль – **0%**

Пониженный тариф страховых взносов – **7,6%**

ПОТРЕБИТЕЛИ

1 ЛЬГОТА ПО НАЛОГУ НА ПРИБЫЛЬ

Учет расходов на приобретение промышленного робота с коэффициентом 2, начиная с 1 января 2025 года, при определении первоначальной стоимости основного средства

2 ПРОГРАММА ЛЬГОТНОГО КРЕДИТОВАНИЯ НА ПОКУПКУ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

Льготная процентная ставка – 5% годовых. Получателями средств являются кредитные организации России, которым компенсируются недополученные доходы от предоставления льготных кредитов

3 ПРОГРАММА ЛЬГОТНОГО ЛИЗИНГА ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

Льготная процентная ставка – 5% годовых. Получателями средств являются лизинговые организации России, которым компенсируются недополученные доходы от предоставления льготных кредитов

4 ПРОМЫШЛЕННЫЙ «КЭШБЭК» ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

Компенсация до 20% от стоимости промышленного робота и его оснастки. Субсидия предоставляется предприятиям обрабатывающей промышленности, на которых установлены промышленные роботы

КАЛЕНДАРЬ КОНФЕРЕНЦИЙ / МЕРОПРИЯТИЙ

<p>1</p> <p>ICMCR 2025 – The 3rd International Conference on Mechtronics, Control and Robotics 2025</p> <p>14.02–16.02.2025 Сингапур</p> 	<p>2</p> <p>HRI 2025 – The 20th Annual ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction</p> <p>04.03–06.03.2025 Мельбурн, Австралия</p> 
<p>3</p> <p>ERF 2025 – European Robotics Forum</p> <p>25.03–27.03.2025 Штутгарт, Германия</p> 	<p>4</p> <p>XX международная научно-техническая конференция по электромеханике и робототехнике «Завалишинские чтения 2025»</p> <p>15.04–16.04.2025 Санкт-Петербург, Россия</p> 
<p>5</p> <p>AIR 2025 – International Conference on AI and Robotics (AIR) 2025</p> <p>09.05–11.05.2025 Астана, Казахстан</p> <p>Дедлайн для подачи статей: 28 февраля 2025</p> 	<p>6</p> <p>ICRA – IEEE International Conference on Robotics and Automation</p> <p>19.05–23.05.2025 Атланта, США</p> 
<p>7</p> <p>AAMAS 2025 – The 24nd International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems</p> <p>19.05–23.05.2025 Детройт, США</p> 	<p>8</p> <p>CVPR 2025 – Conference on Computer Vision and Pattern Recognition</p> <p>11.06–15.06.2025 Нэшвилл, США</p> <p>Дедлайн для подачи статей: 23 января 2025</p> 
<p>9</p> <p>ECC 2025 – The 23st European Control Conference</p> <p>24.06–27.06.2025 Салоники, Греция</p> 	<p>10</p> <p>JCRAI 2025 – 5rd International Joint Conference on Robotics and Artificial Intelligence</p> <p>11.07–13.07.2025 Иньчуань, Китай</p> <p>Дедлайн для подачи статей: 14 мая 2025</p> 
<p>11</p> <p>ICML 2025 – International Conference on Machine Learning</p> <p>13.07–19.07.2025 Ванкувер, Канада</p> <p>Дедлайн для подачи статей: 31 января 2025</p> 	<p>12</p> <p>ICoSR 2025 – 4th International Conference on Service Robotics</p> <p>25.07–27.07.2025 Гуанчжоу, Китай</p> <p>Дедлайн для подачи статей: 25 июня 2025</p> 

- 13** **IEEE IRCE 2025 – The 8th International Conference on Intelligent Robotics and Control Engineering**
18.08–21.08.2025
Кунминг, Китай
- 
- 
- 14** **Konferens Robotbaserad Automation**
03.09–04.09.2025
Йенчепинг, Швеция
- 
- 
- 15** **Международный технологический конгресс 2025**
16.09–18.09.2025
Московская область, Россия
- 
- 
- 16** **ICRSA 2025 – 8th International Conference on Robot Systems and Applications**
19.09–21.09.2025
Ухань, Китай
- 
- 
- Дедлайн для подачи статей:**
1 мая 2025
- 17** **CORA 2025 – Conference on Robots and Automation**
23.09–24.09.2025
Вена, Австрия
- 
- 
- 18** **ICACAR 2025 – 4th International Conference on Advanced Control, Automation and Robotics**
17.10–19.10.2025
Кассино, Италия
- 
- 
- Дедлайн для подачи статей:**
1 сентября 2025
- 19** **IROS 2025 – 2025 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems**
19.10–25.10.2025
Ханчжоу, Китай
- 
- 
- Дедлайн для подачи статей:**
1 марта 2025
- 20** **RCAE 2025 – 8th International Conference on Robotics, Control and Automation Engineering**
24.10–26.10.2025
Сиань, Китай
- 
- 
- Дедлайн для подачи статей:**
10 июня 2025
- 21** **ISR Asia 2025 – International Symposium on Robotics, Asia**
05.11–08.11.2025
Сеул, Южная Корея
- 
- 
- 22** **International Robot Safety Conference**
03.11–05.11.2025
Хьюстон, США
- 
- 
- 23** **ACIRS 2025 – 10th Asia-Pacific Conference on Intelligent Robot Systems**
14.11–16.11.2025
Хайкоу, Китай
- 
- 
- Дедлайн для подачи статей:**
23 января 2025
- 24** **Российская неделя роботизации**
17.11–21.11.2025
Санкт-Петербург, Россия
- 
- 

КАЛЕНДАРЬ ВЫСТАВОК

- | | | |
|---|---|--|
| <p>1</p> <p>RoboDEX 2025 – Robot Development & Application Expo</p> <p>22.01–24.01.2025
Токио, Япония</p>  | <p>2</p> <p>Ежегодный международный научно-технологический форум «Робототехника, интеллект машин и механизмов»</p> <p>07.02.2025
Москва, Россия</p>  | <p>3</p> <p>Artificial Intelligence & Data Science</p> <p>13.02–15.02.2025
Дубай, ОАЭ</p>  |
| <p>4</p> <p>Indumation Network Event 2025</p> <p>20.02.2025
Левен, Бельгия</p>  | <p>5</p> <p>Mach Auto Expo 2025</p> <p>21.02–24.02.2025
Луиджиана, Индия</p>  | <p>6</p> <p>All About Automation, Friedrichshafen 2025</p> <p>25.02–26.02.2025
Фридрихсхафен, Германия</p>  |
| <p>7</p> <p>SPS – Smart Production Solutions Guangzhou</p> <p>25.02–27.02.2025
Гуанчжоу, Китай</p>  | <p>8</p> <p>Asia Vending & Smart Retail Expo 2025</p> <p>26.02–28.02.2025
Гуанчжоу, Китай</p>  | <p>9</p> <p>AW 2025 – Asia's Leading Smart Factory & Automation Show 2025</p> <p>12.03–14.03.2025
Сеул, Южная Корея</p>  |
| <p>10</p> <p>ITES China 2025</p> <p>26.03–29.03.2025
Шэньчжэнь, Китай</p>  | <p>11</p> <p>Empack and Logistics & Automation Porto</p> <p>09.04–10.04.2025
Порту, Португалия</p>  | <p>12</p> <p>ExpoElectronica</p> <p>15.04–17.04.2025
Москва, Россия</p>  |
| <p>13</p> <p>The 13th Africa Automation Technology Fair</p> <p>06.05–08.05.2025
Йоханнесбург, Южная Африка</p>  | <p>14</p> <p>Automate 2025</p> <p>12.05–15.05.2025
Детройт, США</p>  | <p>15</p> <p>SPS Italia – Smart Production Solutions</p> <p>13.05–15.05.2025
Парма, Италия</p>  |
| <p>16</p> <p>Робототехника и Искусственный Интеллект</p> <p>14.05–15.05.2025
Москва, Россия</p>  | <p>17</p> <p>AutoMEX 2025</p> <p>14.05–17.05.2025
Куала-Лумпур, Малайзия</p>  | <p>18</p> <p>Balttechnika 2025</p> <p>14.05–16.05.2025
Вильнюс, Латвия</p>  |
| <p>19</p> <p>Robotics & Automation 2025</p> <p>20.05–21.05.2025
Тель-Авив, Израиль</p>  | <p>20</p> <p>MD&M East Automation & Robotics Sector</p> <p>20.05–22.05.2025
Нью Йорк, США</p>  | <p>21</p> <p>China Robot Show 2025</p> <p>21.05–23.05.2025
Пекин, Китай</p>  |
| <p>22</p> <p>Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности</p> <p>26.05–29.05.2025
Москва, Россия</p>  | <p>23</p> <p>Smart Manufacturing Week</p> <p>04.06–05.06.2025
Бирмингем, Великобритания</p>  | <p>24</p> <p>All About Automation, Hamburg 2025</p> <p>03.06–04.06.2025
Гамбург, Германия</p>  |

- 25 **IAMD Shenzhen 2025**
04.06–06.06.2025
Шэньчжэнь, Китай

- 26 **Vision, Robotics & Motion 2025**
11.06–12.06.2025
Велдховен, Нидерланды

- 27 **Assembly & Automation 2025**
18.06–21.06.2025
Бангкок, Таиланд

- 28 **automatica 2025**
24.06–27.06.2025
Мюнхен, Германия

- 29 **The 14th edition of India Warehousing Show**
26.06–28.06.2025
Нью Дели, Индия

- 30 **Иннопром 2025**
07.07–10.07.2025
Екатеринбург, Россия

- 31 **AHTE 2025**
09.07–11.07.2025
Шанхай, Китай

- 32 **Advanced Manufacturing Expo 2025**
06.08–07.08.2025
Мичиган, США

- 33 **Международный военно-технический форум «АРМИЯ»**
11.08–14.08.2025
Кубинка, Россия

- 34 **Automation India Expo 2025**
11.08–14.08.2025
Мумбай, Индия

- 35 **Taiwan Automation International Intelligence and Robot Show 2025**
20.08–23.08.2025
Тайбэй, Тайвань

- 36 **Indonesia Technology & Innovation**
02.09–04.09.2025
Джакарта, Индонезия

- 37 **CeMAT RUSSIA 2025**
16.09–18.09.2025
Москва, Россия

- 38 **Industrial Automation Show 2025**
23.09–27.09.2025
Шанхай, Китай

- 39 **Transport logistic China 2025**
24.09–26.09.2025
Шанхай, Китай

- 40 **Logistics & Automation Stockholm 2025**
01.10–02.10.2025
Стокгольм, Швеция

- 41 **Motek 2025**
07.10–09.10.2025
Штутгарт, Германия

- 42 **Международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий**
07.10–10.10.2025
Москва, Россия

- 43 **N-PLUS 2025**
15.10–17.10.2025
Токио, Япония

- 44 **IREx 2025**
20.11.2025
Токио, Япония

- 45 **Электроника России**
25.11–27.11.2025
Москва, Россия


НАД ДАЙДЖЕСТОМ РАБОТАЛИ

Главный редактор
Низамова Гузель

Редакторы
Муфлиханова Анастасия
Шакирзянова Диляра

Научное руководство
Галиханова Екатерина
Малолетов Александр
Образцова Мария

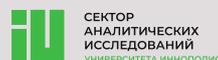
Авторский коллектив
Бурылина Галина
Василова Лейсан
Евсеев Константин
Исаев Михаил
Кадиров Алмаз
Коптев Олег
Нуретдинова Алсу
Текоева Дана
Хуснутдинов Айрат

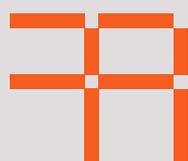
Дизайн
Еремеева Екатерина
Минкаева Амина
Нуретдинова Алсу
Павлова Галина
Тюльпанова Наталья

Корректор
Ушакова Наталья

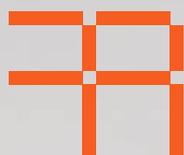
Патентная экспертиза
Абдрахманова Марина
Галимов Айрат

Благодарим за помощь в проведении интервью
Рагозину Сабину





Центр развития
промышленной
робототехники



Центр развития
промышленной
робототехники