



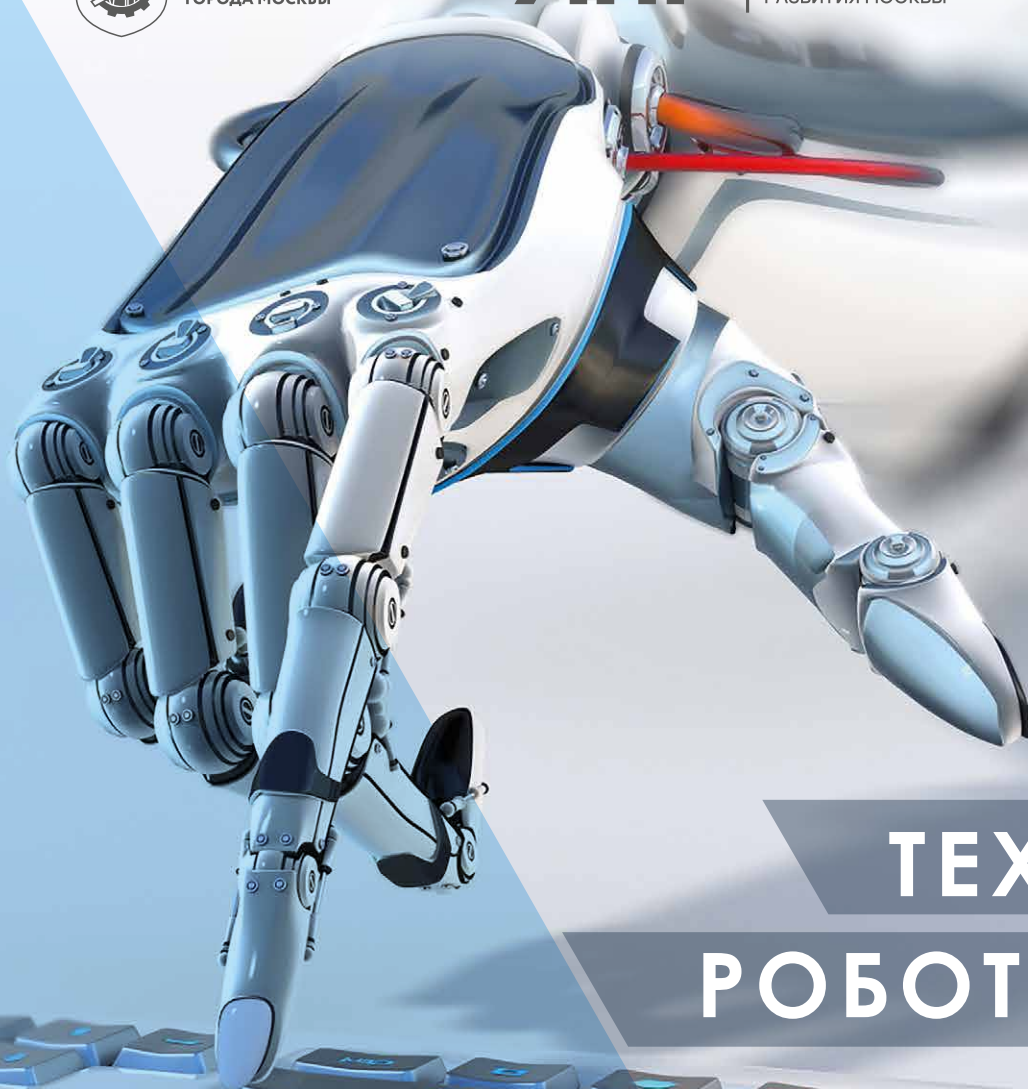
КОМПЛЕКС ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И ИМУЩЕСТВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ
ПРАВИТЕЛЬСТВА МОСКВЫ



ДЕПАРТАМЕНТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ
И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ
ГОРОДА МОСКВЫ

АПР

АГЕНТСТВО
ПРОМЫШЛЕННОГО
РАЗВИТИЯ МОСКВЫ



ТЕХНОЛОГИИ РОБОТОТЕХНИКИ

2020



ABB

Automatisch erfolgreich
Roboterlösungen für die Metallverarbeitung

ABB

ABB

ABB

CAN-M210

IEP

СОДЕРЖАНИЕ

1	МОСКОВСКИЕ КОМПАНИИ-ПОСТАВЩИКИ ТЕХНОЛОГИЙ РОБОТОТЕХНИКИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	2
2	ИСТОРИЯ РОБОТОТЕХНИКИ	4
3	КЛАССИФИКАЦИЯ РОБОТОВ.....	8
	Классификация промышленных роботов	9
	Классификация сервисных роботов	10
4	ОСНОВНЫЕ ИГРОКИ РЫНКА РОБОТОТЕХНИКИ	12
	Промышленная робототехника	13
	Yaskawa Electric	13
	Kuka AG.....	16
	Fanuc.....	20
	Kawasaki Heavy Industries Group.....	25
	Epson Robots.....	30
	Stäubli Международная корпорация	34
	Nachi Fujikoshi.....	38
	Comau.....	44
	Корпорация Omron.....	47
	ABB	51
	Сервисная робототехника	54
	Intuitive Surgical	54
	iRobot	54
	Neato Robotics	55
	GeckoSystems Intl. Corp.....	55
	Northrop Grumman Corporation	55
	ECA-Robotics.....	56
	Kongsberg Maritime (KM)	56
	ReWalk Robotics	56
	Honda	57
	Boston Dynamics	57

5	ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РОБОТОТЕХНИКИ.....	58
	Использование датчиков положения в робототехнике	59
	Основы безопасности при работе человека с роботом.....	63
	Машинное зрение.....	65
	Использование искусственного интеллекта (ИИ) в робототехнике.....	67
	Взаимодействие человек – робот	70
	Биомехатронные системы	74
	Микророботы.....	78
	Источники питания автономных роботов	80
	Мягкие роботы	83
	Нанороботы	85
6	ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОВ (ОСНОВНЫЕ РЫНКИ)	88
	Использование роботов в медицине.....	89
	Автономные роботы	94
	Навигация	96
	Применение роботов в машиностроительном производстве.....	98
	Применение роботов в аддитивном производстве	104
	Применение роботов в пищевой промышленности.....	108
	Применение роботов в космическом пространстве	110
	Использование роботов в боевых действиях	114
7	ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	120
	В мире	121
	В России	126
	Ссылки	129
	Глоссарий.....	130

МОСКОВСКИЕ КОМПАНИИ-ПОСТАВЩИКИ ТЕХНОЛОГИЙ РОБОТОТЕХНИКИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1. ООО БИТ РОБОТИКС

2. ООО «ВЕБЕР КОМЕХАНИКС»

3. ООО «ВЕГА-ПОСТАВКА»

4. ООО «ВЕКТОР ГРУПП»

5. ООО «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ ВСЕЛУГ»

6. ООО «ВУЛФХАН»

7. ООО «ДС-РОБОТИКС»

8. ООО «ГЕО-НДТ»

9. ООО «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РОБОТ СИСТЕМЫ»

10. ООО «РУТЕКТОР»

11. ООО «СОЛАН-Д»

12. ООО «ТЕРМАЛ-СПРЕЙ-ТЕК»

13. ООО «НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ «ТЕХНОВОТУМ»

14. ООО «СТАНКИН-ТПО»

15. АО «НПО «АНДРОИДНАЯ ТЕХНИКА»

16. ООО «ЦИФ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

17. ООО «МОТОРИКА»

18. ООО «ЭЛЕКТРОРЕШЕНИЯ»

19. ООО «АКСИТЕХ»

20. ООО «МОВИКОМ»

21. ООО «АРС»

22. ООО «ВИСТ МАЙНИНГ ТЕХНОЛОДЖИ»

23. ООО ИП«НЦВО - ФОТНИКА»

24. ООО «КЛАЙБЕР БИОНИКС»

25. ООО «ЛАБОРАТОРИЯ КЬЮТУ»

26. ООО «МАРВЕЛМАЙНД2»

27. ООО «МОБИН»

28. ООО «НТП «ГОРИЗОНТ-М»

29. ООО «ОСБ»

30. ООО «ПРИНТЭЛТЕХ»

31. ООО «РМТ ЭЛЕКТРОНИКС»

32. ООО «РОБОСИВИ»

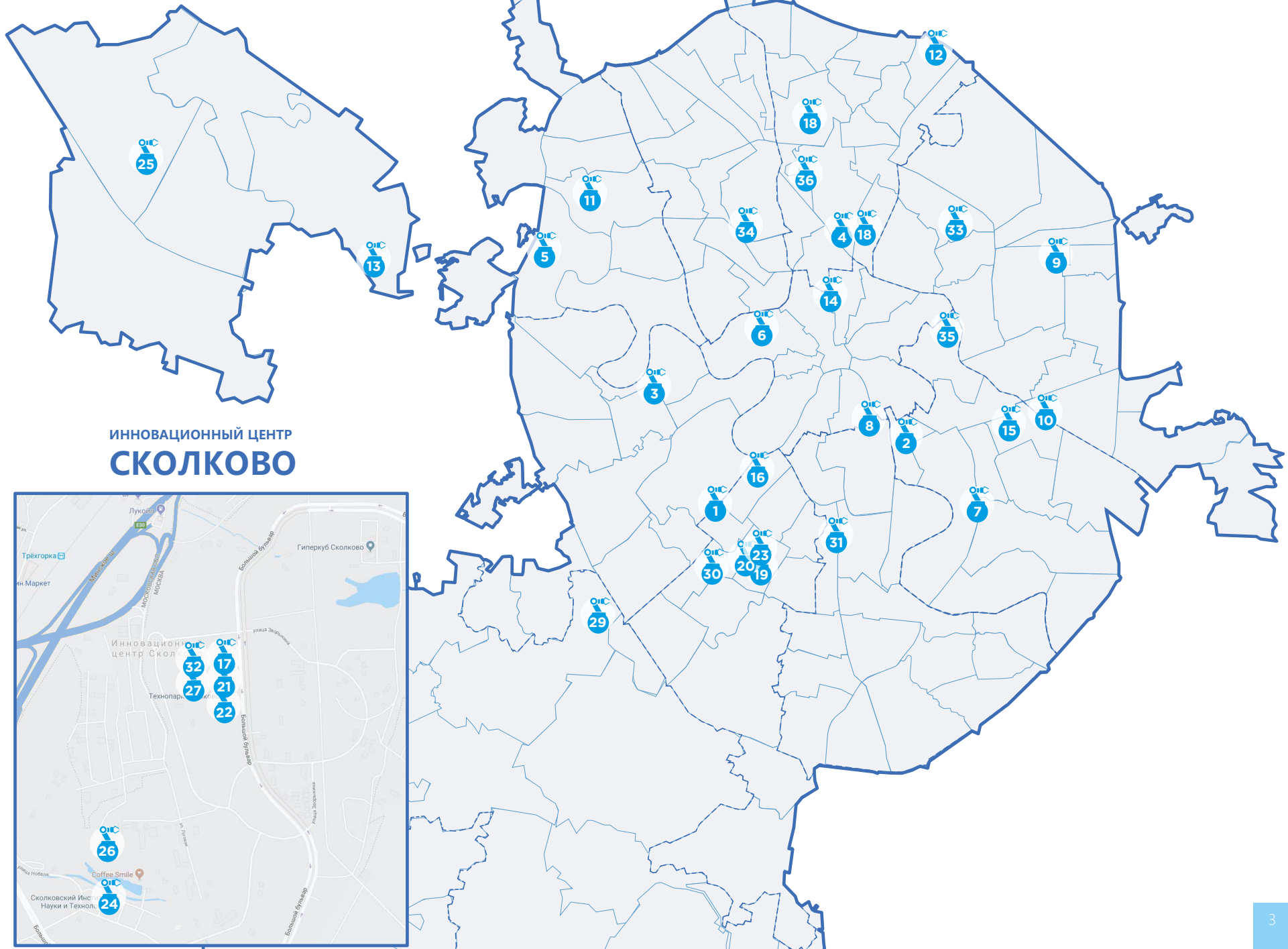
33. ООО «Т8 СЕНСОР»

34. ЗАО НТЦ «МОДУЛЬ»

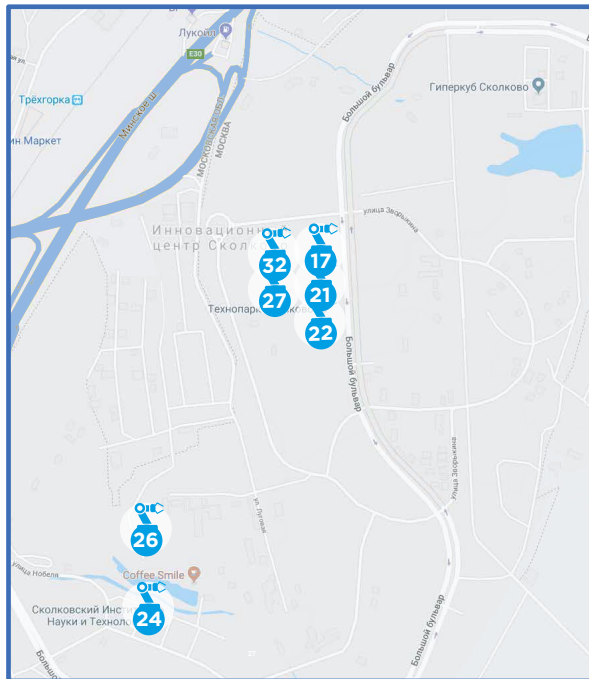
35. ABAGY ROBOTIC SYSTEMS

36. АО «КОНЦЕРН «АВТОМАТИКА»

ЗЕЛЕНОГРАД



ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР СКОЛКОВО



ИСТОРИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

1959-1980

1959

Разработка первого промышленного робота Джорджем Деволом и Джозефом Энджелбергером

1961

Компания Unimation установила первый промышленный робот на предприятии GM

1962

Первый цилиндрический робот Versatran от компании AMF

1967

Первый промышленный робот в Европе

1968

Роботизированная рука, подобная щупальце осьминога была разработана Марвином Мински

1974

Hitachi (Япония) разработала первый робот для точной установки компонентов «HIT-HAND Expert»

Первый полностью электрический, управляемый от микропроцессора промышленный робот IRB 6 от ASEA

Первые роботы для электродуговой сварки начинают работать в Японии

Первый промышленный робот с управлением от мини-компьютера выходит на рынок

Hitachi (Япония) разработала робот для автоматического крепления на болтовое соединение элементов бетонных свай и столбов

1975

Робот SIGMA от компании Olivetti, работающий в декартовой системе координат является одним из первых, используемых в сборочных операциях

ABB разработала промышленного робота с грузоподъемностью до 60 кг

Hitachi (Япония) разработала первый робот для электродуговой сварки «Mr. AROS», основанный на использовании датчиков зазора

1976

Роботизированная рука используется на космических зондах Viking 1 и Viking 2

1977

Hitachi (Япония) разработала производственную ячейку для сборки пылесосов с 8 телекамерами и двумя роботизированными руками

1969

Компания GM установила первый роботизированный комплекс для точечной сварки на своем сборочном производстве в Лордстауне

Технология «Robot vision», используемая для ориентирования мобильного робота, была продемонстрирована Стэнфордским научно-исследовательским институтом

Trallfa (Норвегия) предлагает первый коммерческий робот для покраски

Роботы Unimate входят на японский рынок

Hitachi (Япония) разработала первый в мире полностью автоматизированный «умный» робот, который собирает объекты по чертежам

1973

Scheinemann начал производство роботизированной руки Vicarm / Stanford в Vicarm Inc, США

Первый робот, имеющий шесть осей с электромеханическим приводом

1972

Роботизированные производственные линии устанавливаются в Европе и Азии

1971

Основание Японской ассоциации роботов (JIRA, позже JARA)

Первый конвейер оснащенный роботами с гидравлическим приводом на Daimler Benz, г. Зиндельфинген

1978

Программируемая универсальная машина для сборки (Programmable Universal Machine for Assembly - PUMA) была разработана компанией Unimation / Vicarm в США, при поддержке General Motors

Хироши Макино, Университет Яманаси, Япония, разработал робот-манипулятор SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm)

1979

Первый шести-осевой робот с собственной системой управления RE 15 от Reis, Обернбург, Германия

Nachi, Япония, разработала первые роботы с приводом от двигателя

1980

Впервые было использовано машинное зрение

ИСТОРИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

1980-2011

1981

GM установил «CONSIGHT», систему машинного зрения

1982

PaR Systems, США, представила свой первый промышленный порталый робот

1983

Гибкие автоматизированные сборочные линии

1984

Adept, США, представил AdeptOne, первый робот SCARA с прямым приводом

2006

Soma, Италия, представила первую беспроводную консоль управления WiTP

2004

Компания Motoman (Япония) представила усовершенствованную систему управления роботами NX100, которая обеспечивает синхронное управление четырьмя роботами, до 38 управляемых осей

2003

Роботы отправляются на Марс

Reis представляет систему лазерного позиционирования, интегрированную в робот

2006

KUKA, Германия представила первый легкий робот

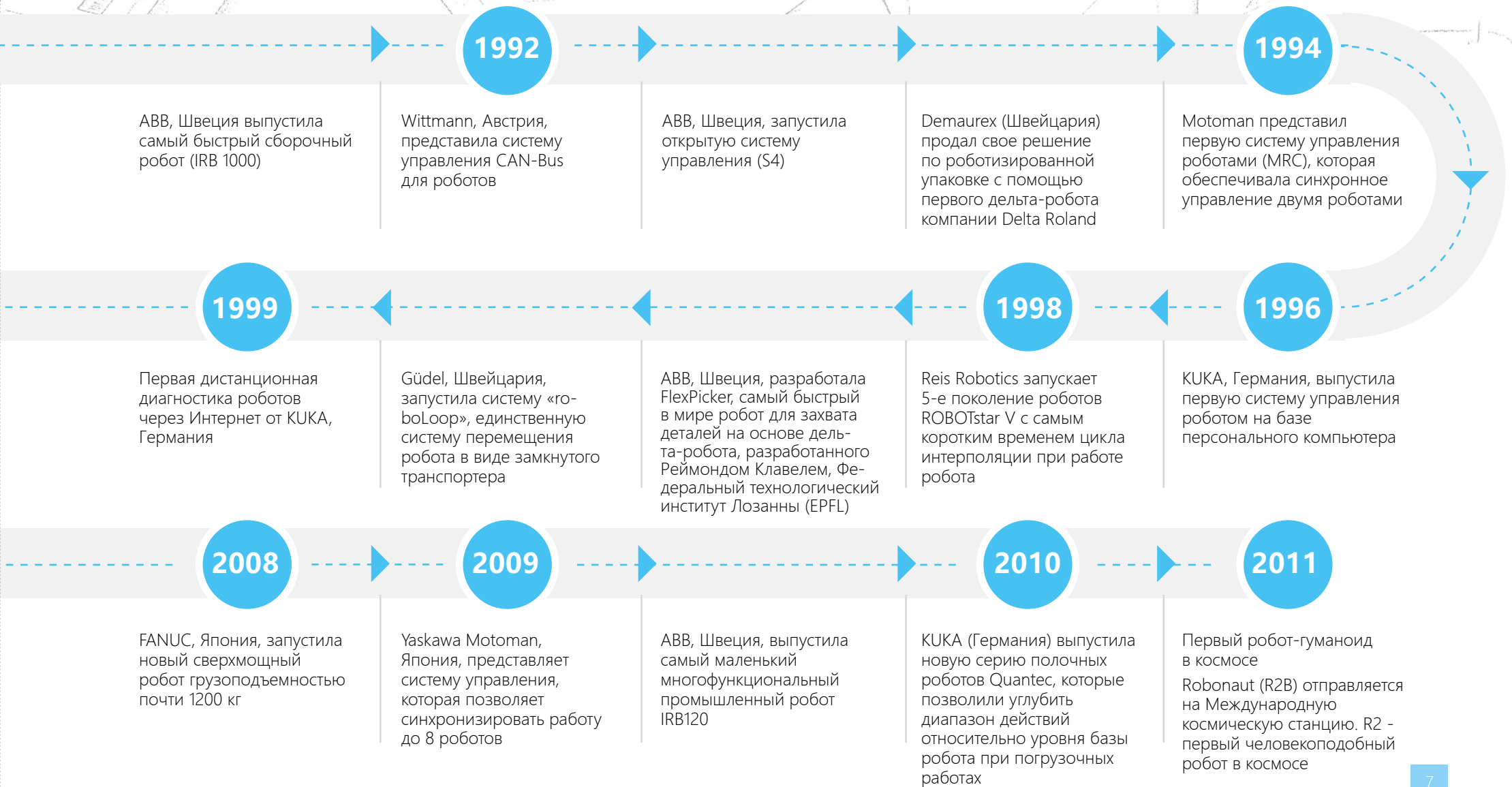
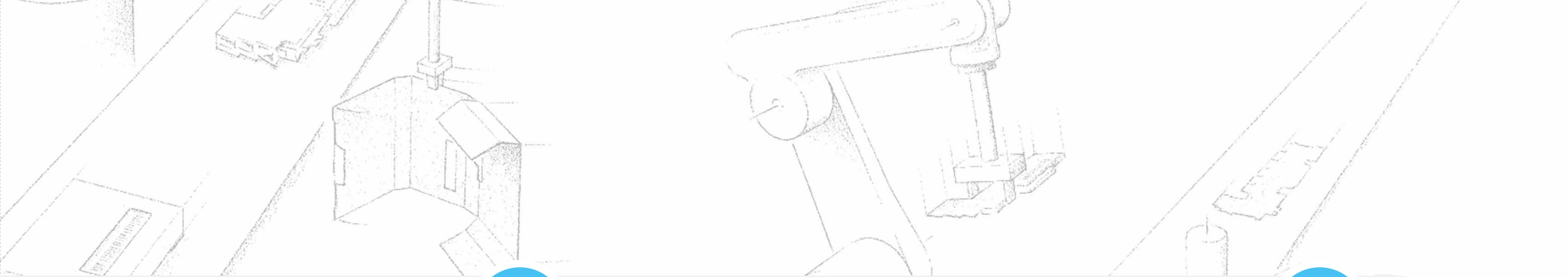
2007

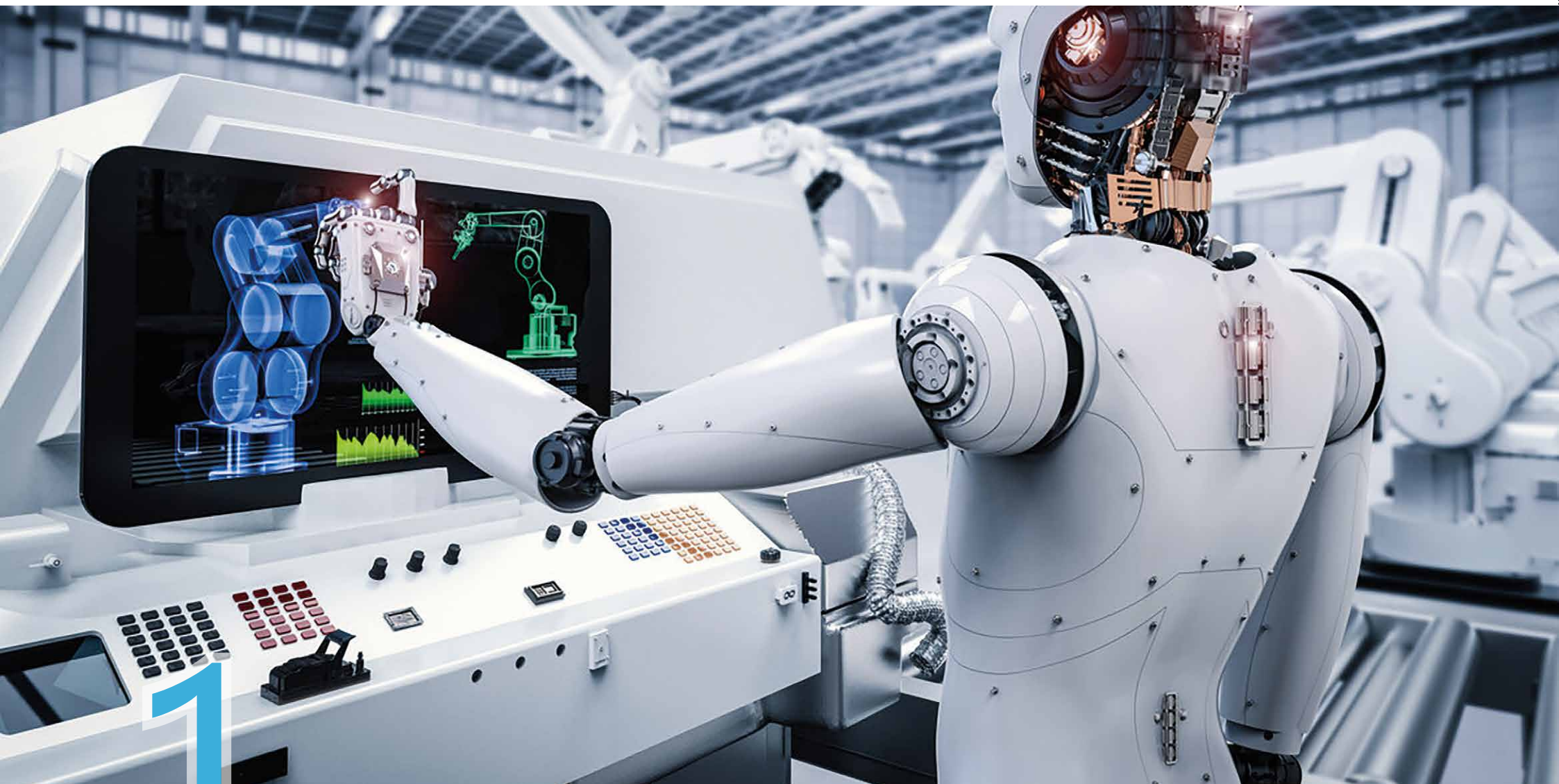
Компания Motoman, Япония, запустила человекоподобного робота с одной рукой (7 осей) и с двумя руками (13 осей). Все кабели питания были скрыты внутри корпуса руки робота

Компания Motoman выпустила сверхскоростные роботы для электродуговой сварки, которые сокращают время цикла на 15%, что является самым быстрым показателем для роботов из существующих в 2007 году

KUKA, Германия, выпустила первый робот с увеличенным диапазоном работы и сверхмощный робот с грузоподъемностью 1000 кг

Используя системы позиционирования, разработанные ранее Reis Robotics стала лидером на рынке линий по производству солнечных батарей





1

КЛАССИФИКАЦИЯ РОБОТОВ

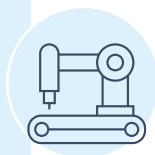
РОБОТ – программируемое устройство с двумя или более степенями подвижности, обладающее определенным уровнем автономности и способное перемещаться во внешней среде с целью выполнения поставленных задач.

В мировом сообществе принято разделять роботов на две большие подгруппы:

- 1 **Промышленные**
- 2 **Сервисные**

ПРОМЫШЛЕННЫЙ РОБОТ – автоматически управляемый, перепрограммируемый манипулятор, программируемый по трем или более степеням подвижности, который может быть установлен стационарно или на мобильной платформе для применения в целях промышленной автоматизации.

СЕРВИСНЫЙ РОБОТ – робот, выполняющий нужную для человека или оборудования работу, за исключением применений в целях промышленной автоматизации.



КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Промышленные роботы подразделяют на:

Промышленные манипуляционные роботы, выполняющие основные технологические операции

- **Универсальные роботы** - роботы, осуществляющие разные технологические операции в зависимости от установленного рабочего органа
- **Сборочные роботы** - роботы, осуществляющие сборочные операции
- **Сварочные роботы** - роботы, осуществляющие сварочные операции
- **Окрасочные роботы** - роботы, осуществляющие окрасочные операции
- **Перегрузочные роботы** - роботы, осуществляющие загрузо-разгрузочные операции
- **Упаковочные роботы** - роботы, осуществляющие упаковочные операции
- **Измерительные роботы** - роботы, осуществляющие измерительные операции
- **Обрабатывающие роботы** - роботы, осуществляющие операции механообработки (шлифовка, удаление заусениц, резка и т.п.)



Промышленные транспортные роботы*, осуществляющие внутрицеховые и межцеховые перемещения грузов

** На транспортном роботе могут быть установлены манипуляционный робот или иное устройство для выполнения погрузо-разгрузочных операций.*

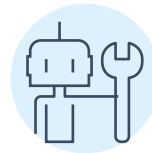
КЛАССИФИКАЦИЯ СЕРВИСНЫХ РОБОТОВ

Сервисные роботы для профессионального использования подразделяют на:



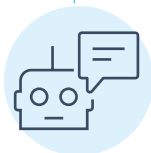
Сервисные роботы для профессиональной уборки

- Роботы для уборки полов
- Роботы для очистки окон и стен
- Роботы для очистки цистерн, бочек и труб
- Роботы для очистки крупных корпусов (самолетов, автомобилей и т.п.)
- Другие виды сервисных роботов для уборки



Сервисные роботы для обследования и технического обслуживания

- Роботы для обследования и технического обслуживания производственных помещений и оборудования
- Роботы для обследования и технического обслуживания резервуаров, трубопроводов и коллекторов
- Другие виды сервисных роботов для обследования и технического обслуживания



Сервисные роботы для работы в общественных местах

- Роботы для обслуживания гостиниц и ресторанов
- Роботы для указания маршрута, сопровождения и информирования
- Роботы для рекламы и маркетинга
- Роботы для развлечения
- Другие виды сервисных роботов для работы в общественных местах



Сервисные роботы для строительства и сноса

- Роботы для демонтажа и сноса атомных, химических и других опасных объектов
- Роботы для строительства зданий
- Роботы для земляных работ
- Другие виды сервисных роботов для строительства и сноса



Сервисные роботы для логистических систем

- Мобильные роботы для работы внутри помещений
- Мобильные роботы для работы на открытом воздухе
- Роботы для обработки и сортировки грузов
- Другие виды сервисных роботов для логистических систем



Медицинские роботы

- Роботы для проведения диагностики
- Роботы для проведения хирургических операций
- Роботы для терапии заболеваний и травм
- Роботы для реабилитации пациентов
- Другие виды медицинских роботов



Сервисные роботы для выполнения технологических операций вне помещений

- Роботы для сельскохозяйственных полевых работ
- Роботы для дойки
- Роботы для других видов работ в животноводстве
- Роботы для лесного хозяйства и лесоводства
- Роботы для горнорудной промышленности
- Другие виды сервисных роботов для выполнения технологических операций вне помещений



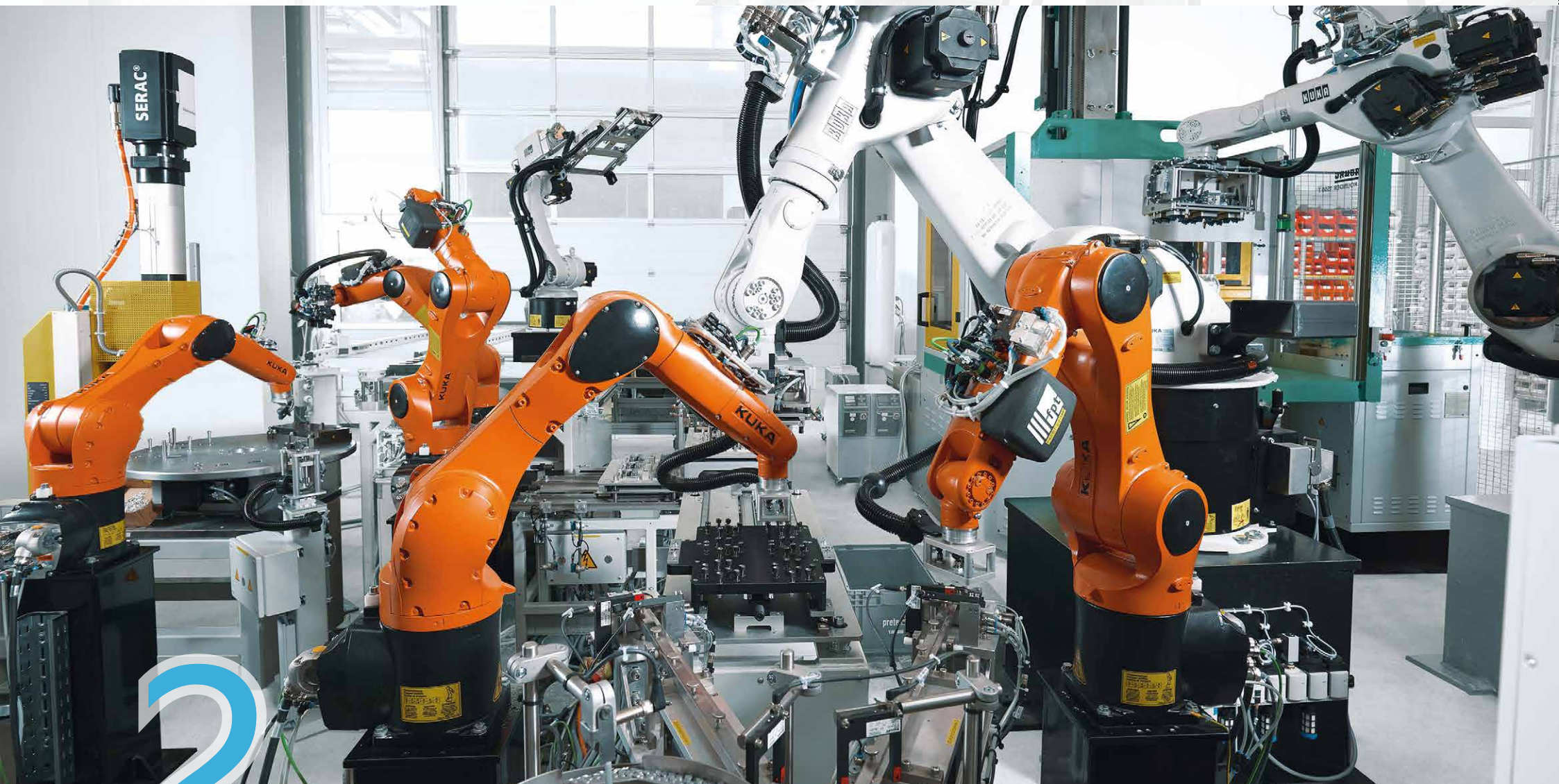
Роботы для работы в экстремальных условиях

- Роботы для проведения аварийноспасательных работ
- Роботы для пожаротушения
- Роботы для работы в условиях повышенной радиации
- Роботы для наблюдения, разведки и обеспечения безопасности
- Другие виды роботов для работы в экстремальных условиях



Роботы военного и специального назначения

- Боевые (ударные) роботы
- Роботы боевого обеспечения (разведка, охрана военных объектов)
- Роботы инженерного и химического обеспечения (разминирование, дезактивация территорий и военной техники, демонтаж зараженных конструкций)
- Роботы технического и тылового обеспечения (экзоскелеты, транспортировка боеприпасов, эвакуация раненых)
- Другие виды роботов военного и специального обеспечения
- Другие виды сервисных роботов для профессионального использования.



ОСНОВНЫЕ ИГРОКИ РЫНКА РОБОТОТЕХНИКИ

ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА

YASKAWA ELECTRIC

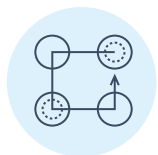
Один из ведущих в мире производителей оборудования в области технологии приводов, промышленной автоматизации и робототехники.

Головной офис компании расположен в г. Китакусю, Япония. Компания основана в 1915г. и является первопроходцем в этих отраслях, постоянно стремясь оптимизировать производительность и эффективность машинного оборудования и промышленных систем за счет использования инновационных решений.

В течение более чем 100 лет изделия и решения компании поддерживают автоматизацию различных промышленных процессов, используемых в горном деле, машиностроении и в производстве инструментов, а также в автомобилестроительной промышленности, упаковке, деревообработке, лифтовом оборудовании, текстильной промышленности и при изготовлении полупроводников.



Деятельность компании YASKAWA Electric осуществляется по следующим 4 направлениям:



УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ

инверторные приводы,
сервоприводы,
серводвигатели, контроллеры
машинного оборудования



РОБОТОТЕХНИКА

промышленные роботы,
обслуживающие роботы,
роботизированные системы



СИСТЕМНОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

инверторы среднего
напряжения, генераторы
и преобразователи



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

программное обеспечение,
обработка информации

Роботы YASKAWA Electric используются в следующих операциях на производстве:

Погрузка и разгрузка материалов

Разгрузочно-погрузочные роботы используются для перемещения, подачи или снятия деталей и инструментов на определенном участке или для перемещения деталей между различными машинами и станками.

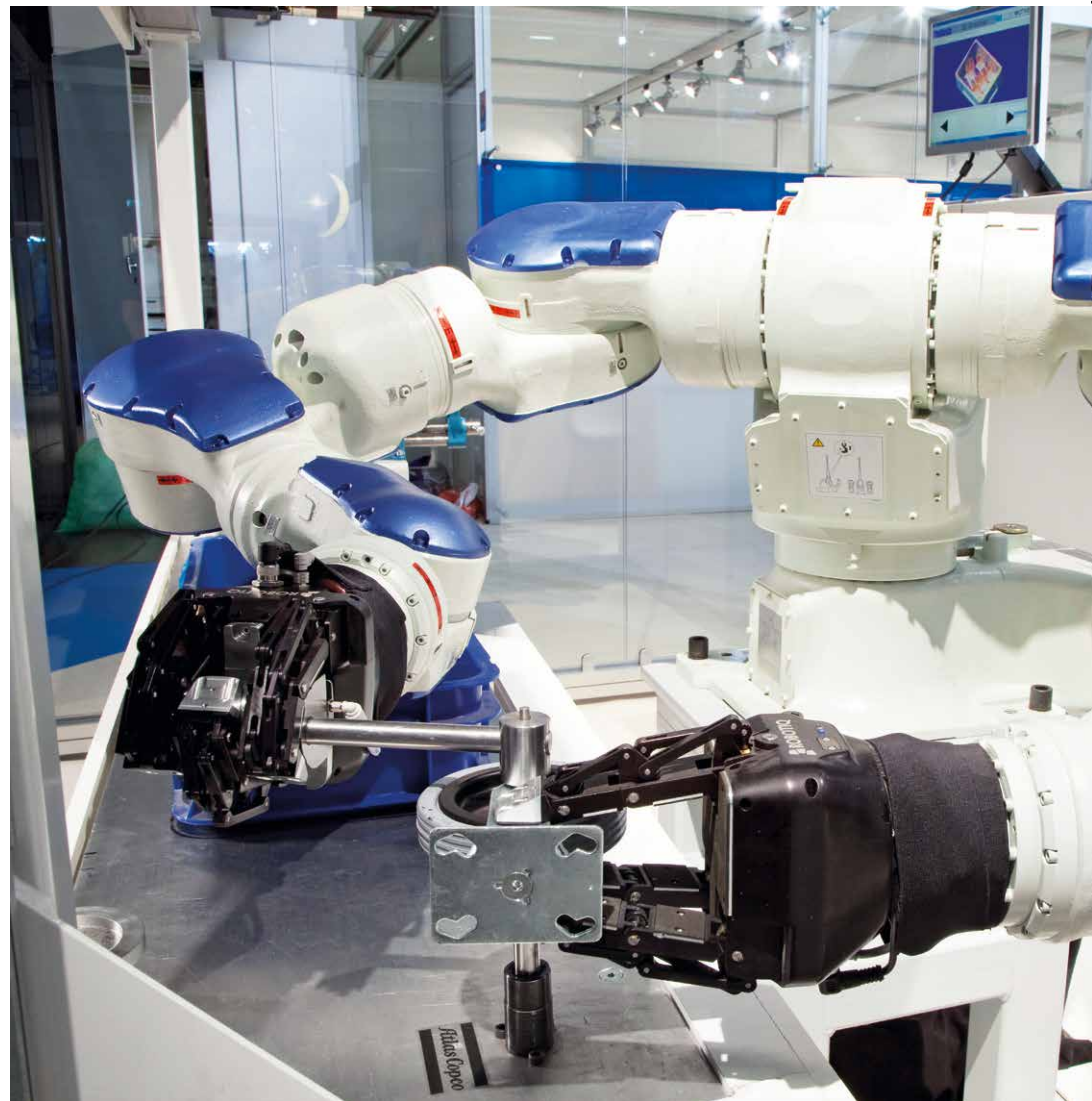
При использовании роботов сокращается время простоя, расходы на оплату труда и обеспечивается высокая окупаемость вложений. Кроме того, роботы могут работать 24 часа в сутки без праздников и выходных.

Благодаря использованию 18 роботов Motoman компания IKEA может производить один комплект книжного шкафа «Billy» каждые 6 секунд. Шкаф поставляется в разобранном виде в плоской упаковке. Таким образом за неделю компания изготавливает 40 000 единиц продукции. Роботизированное решение также помогает сократить расходы на производство на 20%.

Обслуживание листоштамповочного пресса

Благодаря модульности программы и системе смены захватного устройства внедрение системы на предприятии происходит крайне гибко с возможностью адаптации под изменяющиеся производственные требования.

Система датчиков обеспечивает высокое качество и необходимую защиту от сбоев в работе машины, ошибок обработки, брака и т. д., что позволяет одинаково обрабатывать все заготовки. Вариант исполнения для заводов зависит от размера и массы компонента. Выбор роботов всей серии MOTOMAN ES и MOTOMAN HP осуществляется соответствующим образом.





Высокоскоростной 4-осевой робот типа SCARA.

Сборка

Благодаря промышленным роботам, которые могут оснащаться техническим зрением или иным оборудованием, заводским рабочим больше не приходится заниматься монотонной и однообразной работой на производственной линии, что приводит к повышению производительности и качества выпускаемой продукции.

При использовании роботов сокращается время простоя и обеспечивается высокая окупаемость вложений.

Используются различные типы роботов MOTOMAN, такие как традиционный 6-осевой робот, робот типа SCARA и робот со сдвоенным манипулятором, которые заняты сборкой электронных компонентов, включая:

- Сборку монтажных плат
- Пайку
- Сборку кабелей

KUKA AG

Международная компания с оборотом около 3,5 млрд. евро.

Ежедневно около 14 200 сотрудников KUKA работают над сохранением статуса компании как одного из ведущих мировых поставщиков интеллектуальных решений в области робототехники и технологий автоматизации в головном офисе в Аугсбурге и во всем мире. Клиентами KUKA по всему миру являются представители как автомобильной так и практически всех других отраслей промышленности. KUKA предлагает широкий спектр продуктов и услуг из одних рук: от отдельных компонентов до автоматизированных промышленных решений.

KUKA является одним из ведущих специалистов в области автоматизации во всем мире. Компания предлагает клиентам из различных отраслей весь спектр услуг от одного производителя: начиная с компонентов роботов и производственных ячеек, и заканчивая готовыми к подключению установками и сетевыми решениями на базе облачных IT-инструментов.



Подразделения компании KUKA



Industries (Промышленное применение)

Подразделение Industries предлагает широкий диапазон продуктов и решений по автоматизации производства для различных по величине заказчиков из различных отраслей промышленности. Начиная от промышленных роботов, пакетов ready2_use, роботизированных ячеек и заканчивая индивидуализированными решениями в соответствии с потребностями клиента.

Основные направления подразделения:

- Поставщики комплектующих для автомобильной промышленности
- Электронная промышленность
- Машиностроительная отрасль
- Пищевая промышленность
- Промышленность пластмасс
- Компоненты для медицинской промышленности
- Промышленность сварки, литья иковки



Automotive (Автомобилестроение)

В автомобилестроительном подразделении объединены все профессиональные знания и навыки в отрасли автомобилестроения и производства специальных установок, а также в отрасли производства оборудования для авиакосмической промышленности – начиная с инжиниринга и тестирования до сервисного обслуживания.

Основные направления подразделения:

Решения автоматизации и услуги для отрасли автомобилестроения, производства специальных установок и заготовок для кузовов.

- Матричное производство
- Виртуальный ввод в эксплуатацию
- Интеллектуальные решения в области программного обеспечения и промышленности поколения 4.0
- Сотрудничество человека и робота



Consumer Goods & Logistics Automation

(Автоматизация процессов потребления и логистики)

Целью подразделения Consumer Goods & Logistics Automation являются эффективность, гибкость и скорость внутрилогистических процессов предприятия.

Основные направления подразделения:

- Хранение и накопление с использованием технологии компактного хранения палетированных и легких грузов
- Подача и транспортировка для эффективного движения материалов
- Вспомогательные комплектующие технологии для управления складскими запасами
- Принципы комплектации, такие как «человек к товару», «из зоны в зону» и «товар к человеку»
- Полностью автоматизированные решения комплектации
- Модульные системы администрирования склада на основе программного обеспечения



Healthcare (Здравоохранение)

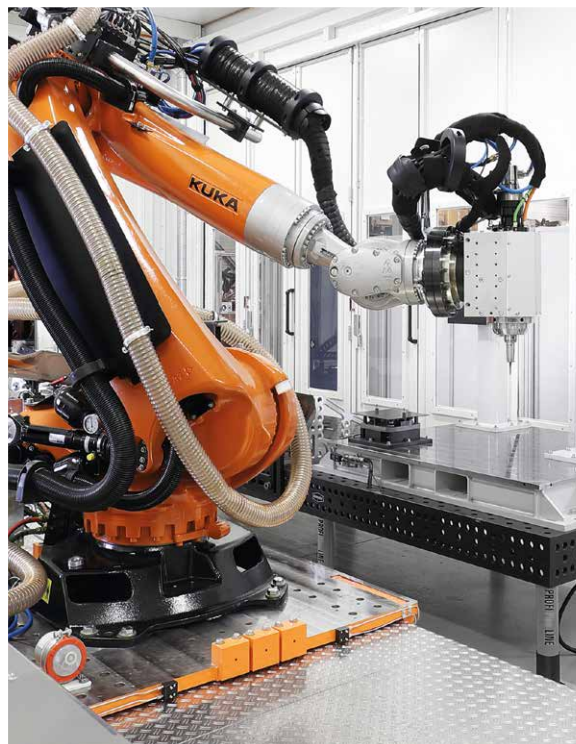
В подразделении Healthcare скомбинированы знания экспертов в отраслях робототехники, автоматизации транспортировки, управления медикаментами, а также хранения и логистики, для оптимизации процессов и систем в больницах и аптеках.

Решения по автоматизации сводят к минимуму временные затраты и возникновение ошибок и оптимизируют транспортировку материалов и выполнение регулярных задач. Эти решения можно легко интегрировать в существующие системы и рабочие процессы или дополнить их.

Основные направления подразделения:

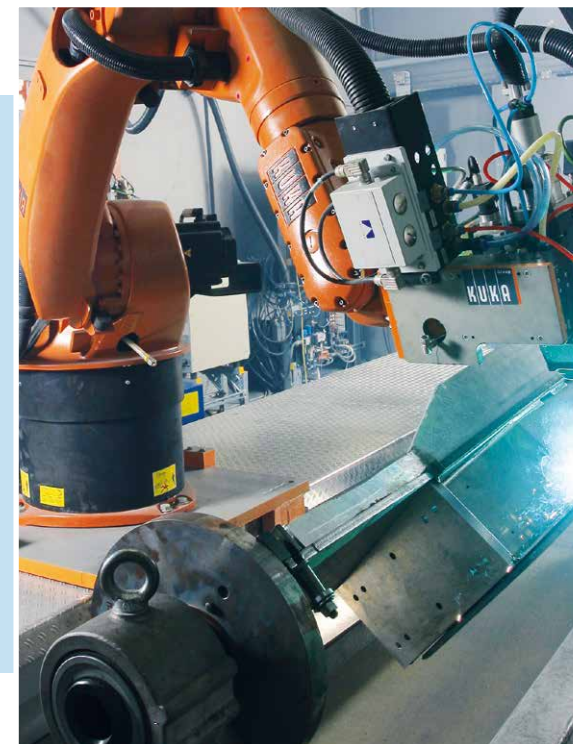
- Транспортировка материала
- Управление медикаментами
- Выдача лекарств
- Хранение, извлечение и транспортировка товаров
- Системы комплектации и упаковки
- Управление документацией

Примеры использования промышленных роботов KUKA



ФРЕЗЕРНЫЕ РОБОТЫ KUKA

помогают сделать производственный процесс более гибким.



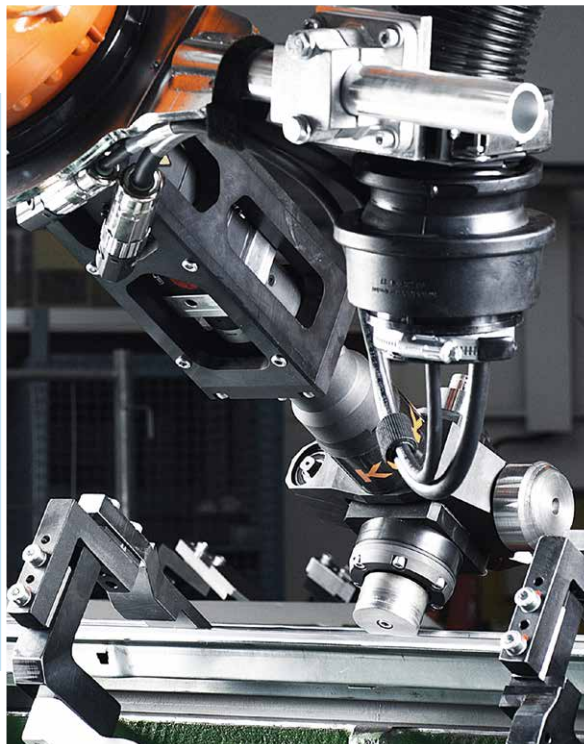
ГИБРИДНАЯ ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА

Сочетает преимущества лазерной сварки и сварки в среде защитного газа.



ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Изделия, созданные по этой технологии, входят в состав огромного числа предметов, которые используются людьми ежедневно – от смартфона до картера коробки передач автомобиля. Эти детали в большинстве случаев изготовлены методом литья под давлением.



ОТБОРТОВКА

Это способ соединения изделий из листового металла путем деформации. Данная технология позволяет соединять детали из одинаковых или разных материалов – причина, по которой этот процесс востребован в автомобильной промышленности.



ЭКСТРУЗИЯ

Путем экструзии с помощью тепла и давления изготавливают различные профили. Полимерные экструдеры KUKA используются в основном в автомобилестроении: гибкие роботы наносят экструдированные уплотняющие профили непосредственно на соответствующие детали.

FANUC

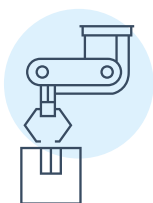
Компания в которой работают свыше 6000 сотрудников имеет 60-летний опыт разработки оборудования с числовым программным управлением и является одним из ведущих мировых производителей оборудования для промышленной автоматизации.

Свыше 22,5 миллионов изделий FANUC установлено по всему миру. Основные усилия компании сконцентрированы в области автоматизации. В качестве примеров можно привести

- Промышленные роботы
- Системы ЧПУ
- Электроэрозионные вырезные станки
- Машины для литья под давлением
- Вертикальные обрабатывающие центры

Компания FANUC предлагает самый широкий ассортимент роботов в мире, включающий более 100 моделей. Оборудование FANUC охватывает большой диапазон областей применения и отраслей, отличается простотой в управлении и обеспечивает высокую эксплуатационную гибкость благодаря целому ряду ориентированных на конкретную задачу специализированных решений, легкости интеграции, грузоподъемности до 1,7 тонн, а также максимальной досягаемости до 4,7 метров.





Коллаборативные роботы

В имеющихся производственных средах эти роботы работают совместно с людьми, как крайне важная часть команды. Производственные линии полностью автоматизированы, роботы выполняют все однообразные операции, поднимают грузы массой до 35 кг, оберегая людей от нагрузок.

Особенности коллаборативных роботов FANUC

- Остановка при столкновении**
 Благодаря технологии остановки при столкновении и надежному датчику роботы FANUC CR немедленно прерывают работу и останавливаются при контакте с человеком или статичным объектом.
- Грузоподъемность до 35 кг**
- Совместимость с дополнительным оборудованием FANUC**
 В зависимости от сферы применения роботы CR могут быть оборудованы датчиками изображения FANUC Vision Sensor или FANUC 3D Area Sensor, которые помогают роботу распознавать изделия и определять их форму.
- Хорошая повторяемость**
 Робот серии CR работает как любой другой робот FANUC и может повторить то же движение много раз с такой же точностью, что ведет к автоматизации всех сборочных операций в различных областях, таких как автомобилестроение, упаковка, распределение и металлообработка.



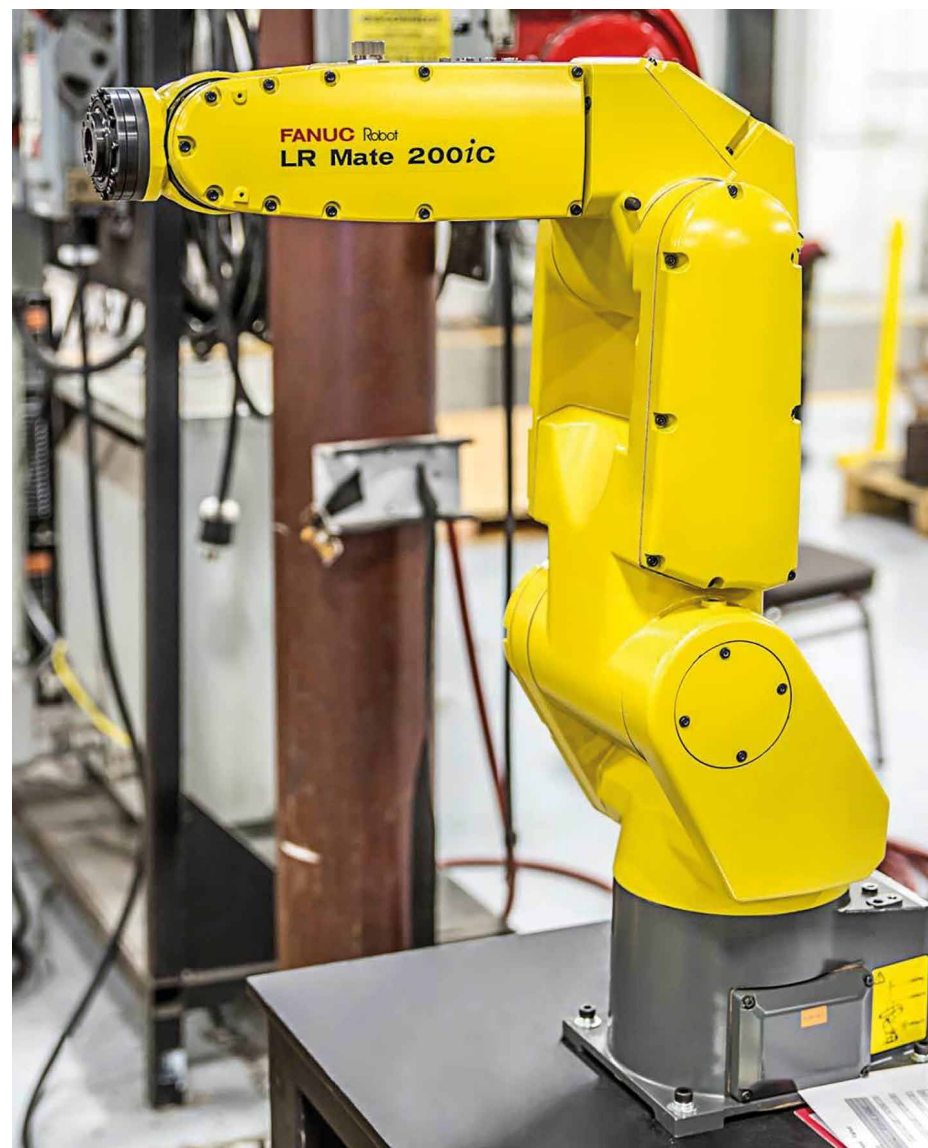
Универсальные операции

Данный робот размером с человеческую руку с регулируемым радиусом рабочей зоны и скоростью поворота запястья является компактным решением для погрузки-разгрузки и обработки деталей весом до 7 кг и может применяться во многих отраслях промышленности, например, в производстве пищевых продуктов или металлургии. Оборудуемые дополнительными интеллектуальными компонентами (системы технического зрения и силомоментного очувствления) для достижения еще более высокого уровня точности и производительности, погрузочно-разгрузочные роботы LR Mate могут также поставляться в комплекте со специальным оборудованием для выполнения сварочных работ и операций покраски, а также оснащаются защитой для эксплуатации на производстве, требующем стерильности.

Благодаря возможности монтажа на полу, на потолке, на стене и под углом этот компактный многофункциональный робот отличается высокой эксплуатационной гибкостью. Он обладает компактной конструкцией, оснащен герметичными механическими узлами (IP67) и может быть непосредственно интегрирован со станком.

Сварка

Они предназначены специально для выполнения операций дуговой сварки и представляют собой изделие, созданное на основе обширного опыта, накопленного в сфере роботостроения и сварочных работ. Обладая грузоподъемностью до 20 кг и радиусом рабочей зоны до 2,0 м, роботы данной серии подходят для выполнения широкого спектра операций дуговой сварки, сварки лазером, пайки мягким припоем и резки. Различные модели роботов способны удовлетворить широкий спектр требований и, независимо от модели, комплектуются большим набором инструментов для повышения собственной эксплуатационной гибкости и эффективности производственных процессов.



Роботы FANUC для дуговой сварки оборудованы тонкой рукой с полым запястьем, что позволяет использовать их для работы с очень тяжелыми грузами в крайне ограниченных пространствах. Роботы FANUC созданы с учетом многолетнего опыта, накопленного в сферах роботостроения и дуговой сварки. Они подходят для выполнения различных видов дуговой сварки, включая резку лазером, сварку лазером и пайку мягким припоем. Различные модели роботов способны удовлетворить широкий спектр требований. Все они комплектуются набором разнообразных инструментов для повышения собственной эксплуатационной гибкости, безопасности производства и эффективности процесса дуговой сварки.

Роботы FANUC для дуговой сварки отличаются конструкцией с тонким запястьем и подходят для использования в различных отраслях. Они широко используются в автомобильной промышленности, для сварки сидений, мостов и прочих компонентов.

Благодаря уникальной системе технического зрения FANUC iRVision роботы для дуговой сварки могут:

- Определять тип детали
- Определять положение деталей и сварочного шва
- Проводить послеоперационный осмотр

Устройство TorchMate автоматически регулирует центральную точку инструмента и повышает эффективность сварочных работ, устраняя необходимость в трудоемкой повторной настройке траектории перемещения после смещения горелки или проволоки, вызванного столкновением. Эта технология доступна и для роботов с тактильным методом работы, и для роботов, оснащенных системой iRVision, что делает ее подходящей для самых разных сфер применения.

Роботы SCARA

Роботы подходят для сборки, захвата-перемещения, дефектовки деталей и упаковки. Роботы могут быть с грузоподъемностью 3 кг или 6 кг. Обе модели работают в 360-градусной рабочей зоне и, благодаря конструкции с пьедесталом, занимают небольшую площадь. Интегрированные средства обеспечения предотвращают риск столкновения.

Роботы, оснащенные выключателем тормоза на своем манипуляторе, обеспечивают легкое восстановление после ошибок.

Роботы FANUC SCARA доступны с двумя различными радиусами рабочей зоны 400 мм или 650 мм соответственно.



Покраска

Легкая алюминиевая рука покрасочных роботов FANUC потребляет меньше электроэнергии, в результате чего сокращаются затраты. Алюминиевая конструкция также обеспечивает повышенную безопасность, поскольку в случае столкновения роботов риск возгорания исключен. Кроме того, гладкая внешняя поверхность руки легко очищается и сводит к минимуму возможность загрязнения.

Распыление опасных быстроиспаряющихся материалов сопряжено со значительным риском взрыва, который может привести к финансовым и материальным потерям и травмам персонала. Чтобы предотвратить взрывы на производственных предприятиях заказчика, все окрасочные роботы FANUC изготавливаются во взрывозащищенном исполнении и полностью соответствуют требованиям ATEX для категории 2 и группы IIG.



Интеллектуальные компоненты и принадлежности



Визуальное обнаружение

Система визуального обнаружения, разработанная компанией FANUC, быстро устанавливается, отличается простотой использования и высочайшей гибкостью. Благодаря системе распознавания двух- или трехмерных деталей она может определять местоположение произвольно расположенных изделий любой формы и размера. Она также может считывать штрих-коды, выполнять сортировку по цвету, гибкую подачу деталей, высокоскоростное визуальное линейное отслеживание и взятие коробов/панелей. Система играет ключевую роль в увеличении производительности и обеспечивает дополнительную экономию средств, поскольку снимает необходимость в технологической оснастке.



Управление вибрациями

Разработанная компанией FANUC обучающаяся система управления вибрациями позволяет роботу самостоятельно обучаться плавному высокоскоростному движению, что повышает скорость операций сверления и точечной сварки примерно на 15%.



Высокая безопасность

Интеллектуальное интегрируемое ПО для обеспечения безопасности операторов, роботов и инструментов. Оно избавляет от необходимости вкладывать средства в дорогостоящее громоздкое оборудование для обеспечения безопасности и позволяет использовать минимум пространства для размещения роботизированных модулей.

KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES GROUP

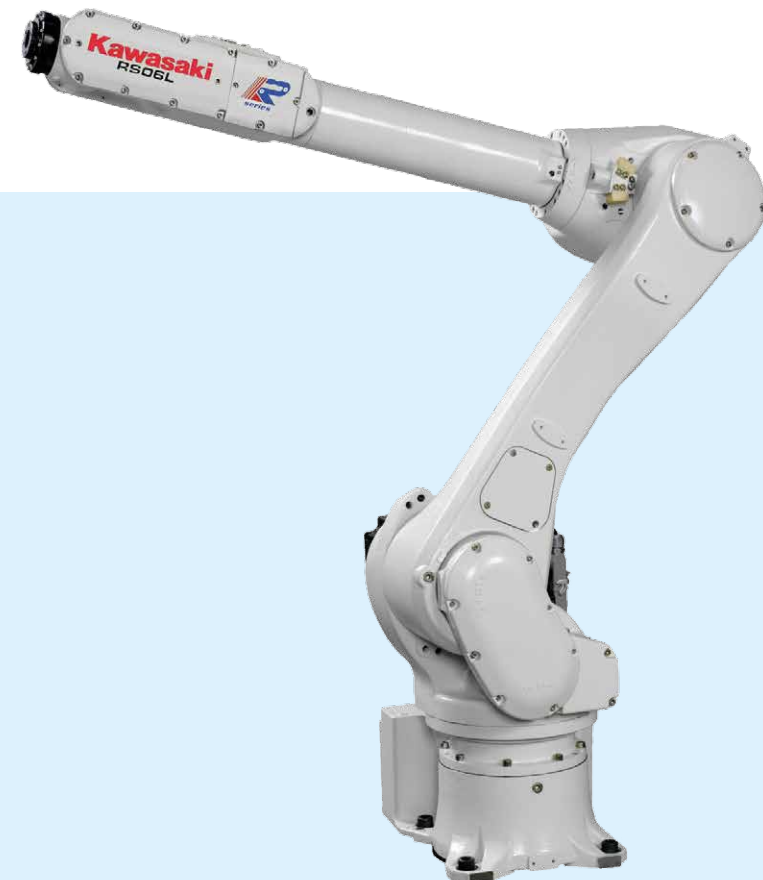
Компания была основана в 1878 году Сёдзо Кавасаки (Shozo Kawasaki) с открытием верфи для постройки стальных океанских судов.

За сто с лишним лет диверсификации и роста компания превратилась в ведущую международную технологическую корпорацию, включающую около 100 предприятий.

Kawasaki Robot – подразделение компании Kawasaki Heavy Industries, специализирующееся в области производства промышленных роботов, электротехники, энергетического машиностроения и информационных технологий.

Основные направления деятельности:

- Производство и продажа промышленных роботов (сочлененного типа и роботов параллельного типа)
- Проектирование, производство и продажа робототехнических систем
- Сопутствующая техника, инженерные системы и дизайн продукции
- Техническое обслуживание, проверка, запуск поддержка, обслуживание на местах
- Доставка запчастей
- Роботы для университетов



Роботы Kawasaki применяются в следующих сферах:

Дуговая сварка



Роботы Kawasaki используются для сварки при производстве мотоциклов, скоростных поездов, металлоконструкций мостов, кораблей и многого другого. Роботы Kawasaki могут быть легко интегрированы в производственный процесс.

Минимальный состав роботизированного сварочного комплекса:

- Сварочный робот
- Сварочный аппарат
- Сварочный стол с набором оснастки

В случае необходимости сварочный РТК можно дополнить следующими опциями:

- Позиционер для вращения деталей в различных плоскостях
- Система слежения за швом (AVC, RTPM, лазерный сканер)
- Система поиска свариваемых поверхностей Touch Sensing
- Линейный модуль перемещения робота или заготовки
- ПО для офлайн программирования, и т. д.

Паллетирование



В настоящее время на всех этапах торговой и производственной деятельности паллетирование имеет важное значение для успешной работы компаний. На данный момент в Европе это одна из самых востребованных операций, в которых задействованы промышленные роботы. Необходимость автоматизации паллетирования продукции обусловлена использованием поддонов для укладки, потребностью в сокращении временных потерь, стремлением удалить человека из опасной рабочей среды.

Скорость и точность роботов, используемых для паллетирования, во много раз превосходят те же параметры человеческого труда. Робототехнические комплексы для паллетирования обладают высокой степенью универсальности, что позволяет использовать их в разных сферах производства и торговли и является гарантией их окупаемости в сравнении с автоматизированными линиями без использования роботов.



Точечная сварка

Роботизированная точечная сварка имеет ряд очевидных плюсов, она обладает высокой производительностью при столь же высоком и стабильном качестве. В технологическом процессе точечной сварки не требуются специальные материалы (присадочная проволока, флюсы, газы), которые необходимы для дуговой сварки.

Робот для точечной сварки использует сварочный инструмент и манипулятор для перемещения материала. Таким образом, и сварка, и перемещение выполняется одним роботом. Специальное программное обеспечение Kawasaki позволяет упростить программирование данной конфигурации.

Сварочный инструмент может быть как пневматический, так и с сервоприводом.

Примеры использования:

- Роботизированная сварочная линия на автомобильном производстве (Automotive Multi-Robot Spot Welding Line).
- Точечная сварка нержавеющей стали с большим усилием (1814 кг) (High Force (4000lbs.) Stainless Steel Spot Welding).



Сварка трением

Цилиндрический стержень с небольшим выступом («шпилькой») на конце, вращаясь, погружается в соединяемый материал и, образуя созданным давлением химические связи, извлекается обратно. Вращение стержня смягчает материал посредством фрикционного тепла и создает эффект «пластичного растекания» за счет сил, возникающих при осевом вращении, тем самым, сваривая верхнюю и нижнюю части материала в данной точке. Весь процесс сварки от начала до конца обычно занимает считанные секунды.



Покраска

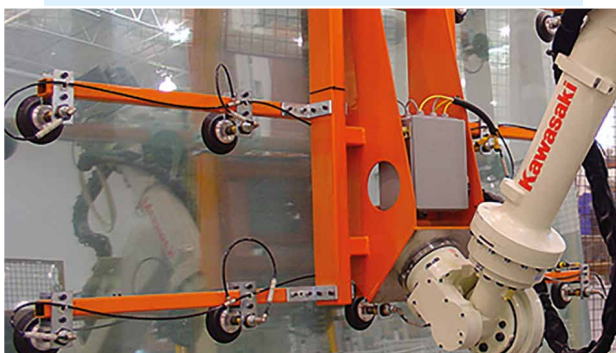
Как и дуговая сварка, технология покраски была одной из первых роботизированных технологий. Раньше основным потребителем роботизированной покраски являлась автоиндустрия. Теперь же роботов, занимающихся нанесением лакокрасочных материалов, можно увидеть и на многих других производствах.



Механическая обработка

Механическая обработка представляет собой процесс обработки заготовок из различных материалов при помощи физического воздействия по заранее заданным параметрам. Такие процессы требуют высокой точности. Применяемый при этом инструмент зачастую достаточно тяжелый, поэтому внедрение роботизированных технологий играет важную роль при механической обработке.

Использование робота позволит производить механическую обработку объемных деталей сложных форм. Промышленные роботы для механической обработки задействованы в различных областях промышленности.



Перемещение материалов

Перемещение материалов (грузов) с помощью роботов весьма часто используется при обслуживании конвейеров, станков и другого оборудования. Основные преимущества – скорость, точность, высокая грузоподъемность, снижение фактора риска для человека при нахождении в потенциально опасной рабочей зоне.



Газодинамическое напыление

Эта технология позволяет наносить различные материалы на любые поверхности: металл, стекло, керамика, камень. Особенностью технологии является возможность нанесения металлического порошка на несовместимые для сварки и пайки металлы. Например, удается эффективно наносить медь на алюминий, что представляет большую ценность для электротехнического производства.



Нанесение герметиков

Роботизированное нанесение герметизирующих, клеевых или других наполнителей. Используется в автомобильной промышленности, например, при роботизированной установке стекол.

В процессе нанесения клея, герметика, или любого другого наполнителя, промышленный робот обеспечивает высокую повторяемость производства, скорость и экономию материалов. Другие преимущества включают в себя сокращение затрат на рабочую силу, а также исключение воздействия на работников вредных веществ.



Сборка

В настоящее время промышленные роботы-сборщики задействованы в таких высокотехнологичных отраслях как электронная промышленность, автомобильная промышленность, станкостроение, электротехника, медицина и многих других.

EPSON ROBOTS

Является ведущим поставщиком для различных отраслей промышленности на протяжении более 25 лет.

Среди его клиентов компании крупные и небольшие производственные предприятия, где ежедневно роботы Epson решают тысячи прикладных задач.

Роботы Epson внедряются в новые отрасли, сталкиваясь с новыми сложными прикладными задачами, помогая компаниям-производителям улучшать качество, увеличивать производительность и повышать доходность за счет применения инновационных производственных решений. Диапазон применения Роботов Epson значителен и постоянно растет - автопром, логистика, медицина, электроника и производство полупроводниковых приборов, наполнение и дозировка продуктов питания, производственные участки сборки.

Продукция:

- Роботы Epson Scara
- Роботы Epson Spider
- 6-осевые роботы Epson
- Контроллеры



Робототехнические системы SCARA от компании Epson обеспечивают широкие возможности. Предусмотрено 300 различных моделей различных размеров с охватом от 175 до 1000 мм и полезной нагрузкой до 20 кг, с возможностью промывки и исполнением для стерильных условий.

Высокоскоростная шариковинтовая передача с оптимизированным шагом зубчатого зацепления

Индикатор состояния, указывающий на текущий режим работы электродвигателей

Требования к соединениям Заказчика:

- 4 магистрали сжатого воздуха/вакуума
- 24 точки передачи сигнала
- износостойкость
- высокая эксплуатационная готовность

Устройство для проводки кабеля внутри робота

- экономия пространства, меньше контуров помех
- снижение чувствительности к механическим воздействиям
- усовершенствованная защита от электрического разряда

Абсолютные положения, установленные на всех осях

- разрешение 21 бит при каждом обороте двигателя
- высокая стабильность позиционирования
- великолепное интерполирование
- прецизионный контроль частоты вращения

EPSON

Профиль монокок

- в 2,5 раза прочнее обычных манипуляторов из литого алюминия
- повышенное усилие вставки
- расширенные возможности подсоединения различных приспособлений

Передвижные упоры для механического уменьшения зоны сервиса конкретного робота

Основание с низким уровнем вибрации

- увеличение срока службы робота
- повышенная стабильность позиционирования и точность
- расширенные возможности подсоединения различных приспособлений

Компактное монтажное основание

Отверстия под заданную посадку для повышения воспроизводимости позиционирования робота

Разная длина вала для решения разных задач

Зубчатая волновая передача

- без мертвого хода, низкая потребность обслуживания
- расширенные возможности подсоединения различных приспособлений
- повышенная стабильность позиционирования и точность

Дополнительно:

Разъемы для силового и сигнального кабелей, расположенные вертикально, непосредственно под основанием

- компактная, чистая и безопасная конструкция для чистых помещений
- безопасная при использовании в загрязненной среде (класс защиты IP65)

+20%

Частота
вращения оси

+23%

Увеличенная
зона сервиса

+20%

Увеличенная
полезная нагрузка



-10%

Высота

-15%

Вес

Системы SCARA

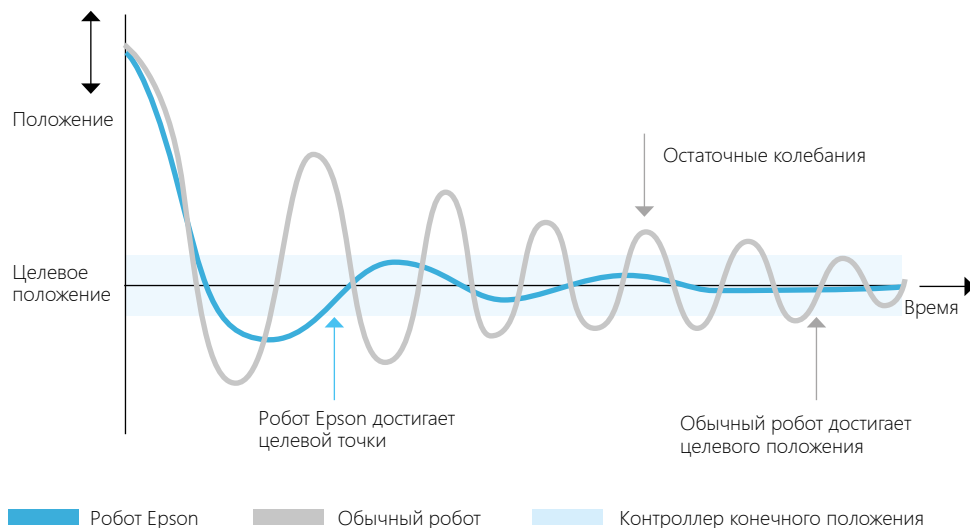
Устройства Epson достигают конечного положения значительно быстрее и с гораздо большей точностью, чем аналогичные системы, создавая при этом минимум вибраций. Технология Smart Motion обеспечивает оптимальное позиционирование, сокращение времени цикла и точность движения устройства, что гарантирует максимальную экономию на производстве.

Низкая точность работы обычных контроллеров двигателей приводит к образованию серьезных отклонений в работе и, как результат, неточное позиционирование, низкую интерполяцию и увеличение длительности обработки.

Подвесное крепление для экономии занимаемого пространства позволяет отказаться от использования монтажного основания.

Встроенная проводка дает возможность увеличить рабочий диапазон системы в обеих базовых горизонтальных осях до 450°. Получившиеся пересекающиеся рабочие зоны обеспечивают возможность доступа к одной точке с использованием четырех различных положений штанги.

Длина штанги в обеих базовых горизонтальных осях одинакова и позволяет достигать нулевой точки на инструментальной оси. Благодаря этому вместо обычного для систем SCARA овально-изогнутого рабочего пространства с Epson Spider получается цилиндрическая зона охвата.



Цилиндрическая зона сервиса робота
Epson Spider без мертвых зон



Роботы SCARA: овально изогнутая зона
сервиса робота с мертвой зоной



Прохождение нулевой точки возможно путем выполнения компактных перемещений в ограниченном пространстве. Открытая архитектура системы предусматривает наличие отдельных модулей с индивидуальными функциями. Все модули имеют одинаковые механические и электрические интерфейсы, обеспечивая простоту обмена данными и комбинирования систем, а также высокую скорость передачи материалов и точность позиционирования.

Основные преимущества:

- Повышение производственной гибкости
- Сокращение расходов за счет использования и повторного использования стандартных компактных модулей
- Отсутствие необходимости в специальных строительных работах
- Упрощение программирования за счет использования промежуточного ПО
- Сокращение необходимого запаса запчастей
- Использование параллельных систем для сокращения времени цикла
- Децентрализация производства для подключения дополнительных функций

6-осевые роботы Epson

Шесть степеней свободы и сферическое рабочее пространство делают шестиосевые робототехнические устройства Epson оптимальным решением для таких процессов как:

- Загрузка и позиционирование заготовки в рабочей зоне
- Сборочные операции

Высокоскоростные шестиосевые робототехнические устройства Epson ProSix обладают высокой точностью перемещения. Стандартная длительность цикла не превышает 0,37 секунды с повторяемостью $\pm 0,02$ мм, что гарантирует их высокую пропускную способность. Компактная конструкция, малый вес и низкое потребление энергии позволяют сократить текущие производственные расходы и требования к пространству для установки.



STÄUBLI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОРПОРАЦИЯ

Занимается разработкой и производством мехатронных изделий в следующих областях: быстроразъемные системы, робототехника, текстильное оборудование.

В настоящий момент Stäubli работает в 29 странах и представлены агентами в 50 странах на четырех континентах. 5500 сотрудников по всему миру разрабатывают комплексные решения и оказывают долгосрочную поддержку клиентам почти в каждой отрасли производства. Компания была основана в 1892 году в городке Хорген (недалеко от Цюриха), как небольшое производство. Сейчас же это международная корпорация, штаб-квартира которой располагается в швейцарском городе Пфэффикон.

Робототехника

Решения в области Индустрии 4.0, в том числе роботы SCARA и 6-осевые роботы, контроллеры, программное обеспечение, которое характеризуется высокой эффективностью.



Промышленные роботы SCARA

Компания Stäubli разработала линейку 4-осевых роботов, предназначенных для применения в таких областях, как автомобилестроение, пищевая промышленность, фармацевтика, производство пластмасс, электротехника или электроника. Роботы типа SCARA могут выполнять точные и повторяющиеся операции, такие как погрузка/разгрузка, сборка, упаковка, укладка на поддоны, транспортировка, сортировка на очень высоких скоростях.

6-ти осевые промышленные роботы

6-осевые роботы Stäubli обеспечивают повышенную скорость движений. Компактная конструкция руки и большой рабочий диапазон позволяют максимально использовать пространство рабочей ячейки. Разнообразие крепежных конструкций (пол, стена, потолок) облегчает интеграцию робота в производственную линию.



Роботы-раскладчики TP80



6-ти осевой робот TX340 SH

Применение роботов Stäubli



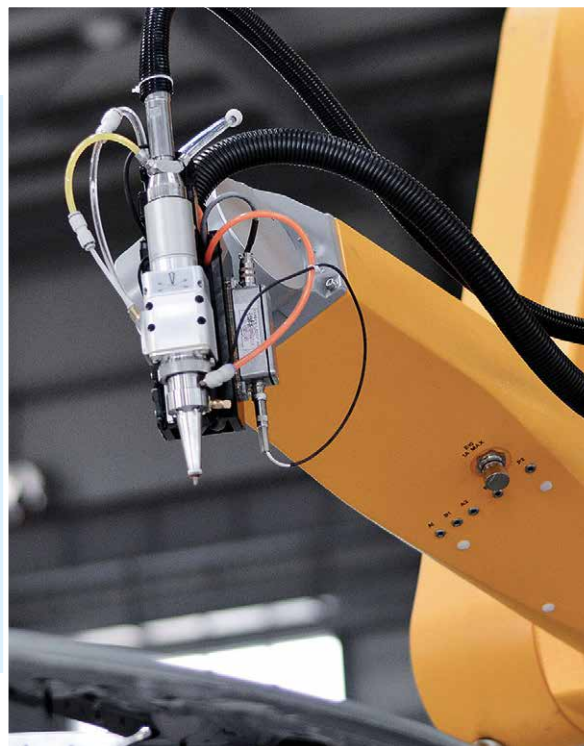
РОБОТ ЗАГРУЖАЕТ ЗАГОТОВКУ
В ШЛИФОВАЛЬНЫЙ
ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР



РОБОТ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ
ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ ГЛУБОКИХ
ОТВЕРСТИЙ В ПРЕСС-ФОРМЕ



РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС
ИСПОЛЬЗУЕТСЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ДЛЯ СОРТИРОВКИ И УПАКОВКИ
ПРОДУКЦИИ



РОБОТ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ
ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ ЭЛЕМЕНТОВ
КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ



ВЫКЛАДКА КОМПОЗИТНОГО
ВОЛОКНА С ПОМОЩЬЮ
РОБОТА

NACHI FUJIKOSHI

Была основана в городе Тоуата в Японии в 1928 году.

Nachi Fujikoshi достигла международного признания в сфере инструментов, роликоподшипников и гидравлических компонентов. Непрерывное усовершенствование методов производства вместе со всесторонним исследованием материалов гарантирует, что в будущем продукция компании будет идеально оснащена, чтобы удовлетворить любое требование.

Компания Nachi Fujikoshi является ведущим производителем промышленных роботов, которые используются многими известными производителями по всему миру, так как эти роботы могут быть использованы практически на любом предприятии обрабатывающей промышленности.



Чистые помещения

Специальные роботы для чистых комнат предназначены для перемещения больших стеклянных конструкций (сырье для производства больших жидкокристаллических телевизионных экранов).

Особенности

- Перемещение стеклянных конструкций разных поколений
- 7-е поколение: 2200 x 2200 мм (SJ80)
- 8-е поколение: 2500 x 2500 мм (SJ120)
- 9-е поколение: 2800 x 2400 мм (SJ120)
- Грузоподъемность: до 120 кг на руку (общая грузоподъемность 210 кг при конфигурации с двумя руками)
- Горизонтальное перемещение: до 4480 мм (SJ120)
- Жесткая конструкция руки сводит вибрацию до минимума
- Отсутствие ремней обеспечивает надежность и безопасность
- Скорость вращения 180°/сек макс.
- Скорость перемещения вверх и вниз: 1050 мм/сек

6-осевые роботы для чистых комнат

Специальная серия 6-осевых роботов для чистых комнат, имеющих вертикальные соединения, предназначена для перемещения тяжелых грузов в чистой производственной среде. Относятся к 6 классу ISO 14644-1.

Особенности

Большая грузоподъемность

- Максимальная грузоподъемность: до 210 кг
- Подходит для перемещения больших панелей

Большая маневренность

- Более быстрые при повышенной жесткости
- Сокращенное время цикла
- Минимальный прогиб и вибрация

Класс для чистых комнат

- ISO 14644-1, класс 6

Легкое управление

- Простое управление при помощи подвесного пульта обучения с большим жидкокристаллическим дисплеем
- Время программирования робота значительно сокращено





Коллаборативные роботы

Тонкий, легкий, компактный 6-осевой робот.

Особенности

- Грузоподъемность 10 кг, 6 осей
- Прямое обучение возможно в режиме индивидуальной оси
- Максимальный вылет 1300мм
- Острые края исключены для человеческого взаимодействия
- Встроенный блок мониторинга роботов
- Сертификация по ISO 10218-1 и TS 15066

Многоцелевое использование

- Монтаж (напольный, инвертированный)
- Легкий корпус (61 кг) и контроллер (20 кг)

Перемещение тяжелых грузов

Это мощный робот с большим диапазоном движения, который обеспечивается удлиненным предплечьем и оптимальной механической конструкцией. Робот грузоподъемностью 400 кг легко перемещает тяжелые грузы, такие как кузов автомобиля.

Большой диапазон действия (перемещение по вертикали 4,8 м) подходит для поднятия грузов между производственными линиями или замены промышленных конвейеров.



Особенности

- Перемещение по вертикали на 4800 мм
- Грузоподъемность 400 кг с дополнительной нагрузкой 60 кг
- Устанавливается на полке и имеет удлиненное запястье
- Идеально подходит для перемещения тяжелых грузов вверх/вниз



Обслуживание технологического оборудования

Этот робот для обслуживания прессов имеет жесткую конструкцию и блок гашения вибрации, что увеличивает его скорость. Недавно разработанная 7-я ось руки позволяет перемещать листы металла между прессами.

Особенности

- Максимум 12 ходов в минуту при низкой нагрузке
- Грузоподъемность до 80 кг
- Максимальная область прижима до 8 м
- Внутренний кабель воздушного шланга
- Класс защиты кисти IP67 и корпуса IP54

Технологии и оснастка, используемые для роботов

Гибкая рука

Данное устройство предназначено для захвата и перемещения деталей сложной формы с различными габаритными размерами. Рука обладает функцией определения размера, что обеспечивает многофункциональность её использования в производстве.



Особенности

Большая величина перемещения

- Регулируемый ход позволяет обрабатывать большой диапазон деталей
- Может захватывать детали различной формы
- Может захватывать детали, расположенные близко друг к другу

Полезная измерительный функция

- Автоматическое определение и проверка размера обрабатываемой детали

Программируемое усилие захвата

- Может захватывать хрупкие детали

Защита захвата при остановке

электроники

- Поддерживает сцепление даже при отключении питания или остановке электроники (если выбрана функция тормоза сцепления)

Система A-TRAC для точечной сварки

Компания NACHI разработала специальный заправочный комплекс (так называемый A-TRACK) для высококачественной точечной сварки при самом быстром перемещении среди механизмов этого класса. Все кабели (включая кабель сварочной линии высокого напряжения) подведены к сварочному пистолету через специальные защищенные кабельные каналы, обеспечивающие оптимальную защиту и износостойкость кабельного жгута, вместе с большой подвижностью для создания траектории перемещения при точечной сварке.



Система технического зрения NV AX

Видеосенсор NV-AX - это система обработки изображений Nachi, встроенная в контроллер AX. Высокопроизводительная технология цифровой обработки изображений и инструмент поиска допуска искажения изображения обеспечивают высокоэффективное распознавание объектов. Высокоскоростная система синхронного изображения NV-AX Nachi не имеет лага сканирования изображения, что сокращает время цикла за счет одновременной обработки движения робота и функций изображения. Система изображения NV-AX Nachi обеспечивает адаптивное распознавание объектов с компенсацией движения в режиме реального времени. Система NV-AX проста в управлении и полностью программируется при помощи пульта управления роботом.



Применение роботов NACHI



РАСКЛАДКА ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ
РОБОТА NACHI EZ03



РОБОТ-ШТАБЕЛЕР



СВАРКА КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ
С ПОМОЩЬЮ РОБОТОВ

COMAU

Крупный производитель роботов из Италии, штаб-квартира которого базируется в Турине.

Сейчас компания входит в состав автомобильного концерна Fiat Chrysler (FCA), снабжая его промышленными роботами с высокой грузоподъемностью (до 800 кг).

Манипуляторы от Comau используются при изготовлении моделей машин премиум-класса:

- Alfa Romeo
- Ferrari
- Maserati

Промышленные манипуляторы могут собирать детали, заниматься сварочными работами. Также они производят установку отдельных деталей автомобиля.

В Comau Group работает более 9 000 сотрудников в 17 странах (Италия, Россия, Китай, Индия, Таиланд, Турция, Аргентина, Мексика, Бразилия, Румыния, Польша, Чехия, Германия, Франция, Испания, США и Великобритания). У бренда более 600 зарегистрированных патентов.

Comau – интегрированная компания в области промышленной автоматизации. В разных точках мира расположены ее 35 оперативных центров, 15 заводов по производству продукции и 5 инновационных центров. Компания состоит в Международной федерации робототехники.

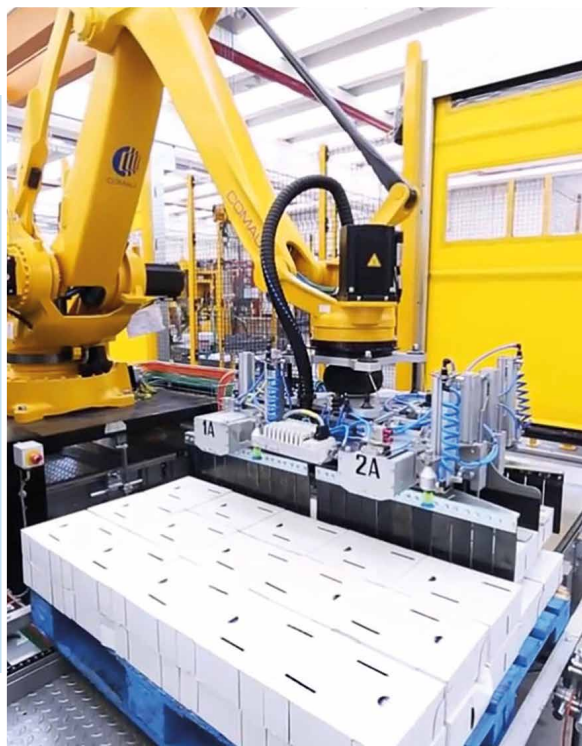


Коллаборативный робот Aura

Применение роботов Comau



РОБОТИЗИРОВАННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ
ТЕЛЕЖКА AGILE 1500



РОБОТИЗИРОВАННАЯ РАЗГРУЗКА
ПАЛЛЕТ



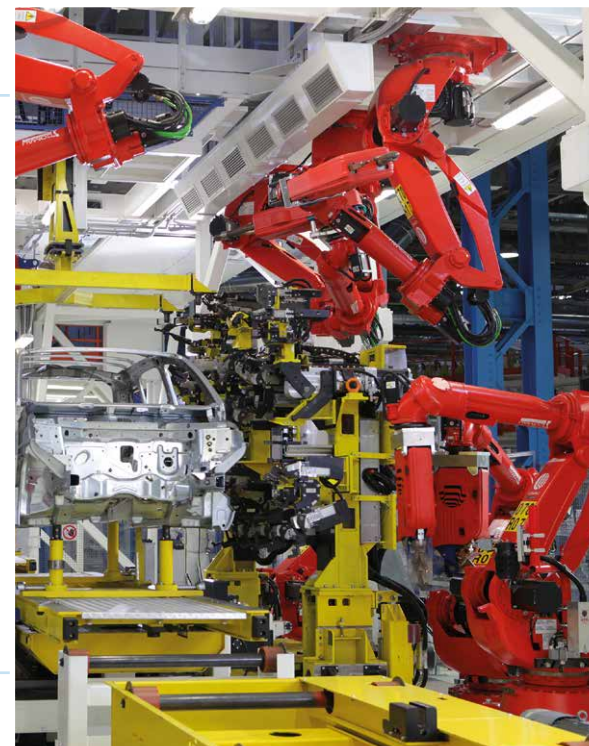
РОБОТ-УКЛАДЧИК ТИПА
SCARA



ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ СВАРКА
С ПОМОЩЬЮ РОБОТА



ЗАГРУЗКА И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ЛИСТОВ
МЕТАЛЛА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ПРЕССА



РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ СБОРКИ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ

КОРПОРАЦИЯ OMRON

Компания Omron, штаб-квартира которой находится в Киото (Япония), является мировым лидером по производству средств автоматизации.

Компания была основана в 1933 году. Более 36000 сотрудников компании работают в 117 странах мира над разработкой изделий и услуг для заказчиков в различных областях, включая промышленную автоматику, производство электронных компонентов и системы для здравоохранения. Компания разделена на пять отделений с административными центрами в Киото (Япония), Сингапуре (Азиатско-Тихоокеанский регион), Гонконге (Китай), Амстердаме (Европа) и Чикаго (США).

Европейское отделение имеет собственные проектные и производственные подразделения и предоставляет техническую поддержку заказчикам во всех европейских странах.





Дельта-роботы

Дельта-роботы Hornet и Quattro подходят для эксплуатации в пищевой, фармацевтической и медицинской промышленности.

Высокоточный и высокоскоростной Quattro – это четырехкоординатный параллельный робот с большой грузоподъемностью.

Роботы SCARA

Высокопроизводительные четырехкоординатные роботы SCARA подходят для механической сборки, перемещения материалов, упаковки и обслуживания станков. Доступны модели в напольном и потолочном исполнении.

Широкие диапазоны действия и грузоподъемности от 120 мм до 1200 мм и от 1 кг до 50 кг соответственно позволяют выполнить точную настройку робота для конкретного случая применения. Специальные модели, например, роботы для работы в особо чистых помещениях, а также пыле- и влагозащищенные модели могут устанавливаться в требовательных условиях окружающей среды, характерных для пищевой и фармацевтической промышленности.



Шестиосевые роботы



Данные роботы подходят для сборки, перемещения материалов, упаковки и укладки на поддоны.

- Поддержка Ethernet для удаленного управления роботом
- Отображение диагностической информации для ускоренного поиска и устранения неполадок
- Абсолютные энкодеры с высоким разрешением для простой и удобной калибровки и для высокоточного перемещения в режиме слежения на низких скоростях
- Радиус действия: модели 650 и 850 мм
- Максимальная полезная нагрузка 5 кг
- Класс защиты IP40
- Исполнение для чистых сред C10



Коллаборативный робот OMRON TM

Робот OMRON TM, созданный для работы с людьми и машинами, является последним звеном в длинной цепи инноваций в области технологий автоматизации для промышленного применения. Он безопасен, прост в транспортировке и оснащен системой технического зрения, что обеспечивает быстрый запуск и переналадку линий на другую продукцию. Программное обеспечение позволяет легко обучить робота выполнять практически любые задачи.

Применение роботов Omron



РОБОТ ПЕРЕМЕЩАЕТ ПРОДУКЦИЮ С КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ В ТАРУ



СОРТИРОВКА ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ РОБОТА

ABB

Технологический лидер с портфелем комплексных решений для цифровых отраслей.

130 лет опыта в развитии инноваций позволяют сегодня ABB лидировать в области цифровых технологий с четырьмя клиентоориентированными подразделениями:

- «Электрооборудование»
- «Промышленная автоматизация»
- «Электропривод»
- «Робототехника и дискретная автоматизация»

– объединенных общей цифровой платформой ABB Ability™. ABB ведет бизнес в более чем 100 странах при общем числе сотрудников, превышающем 147 000 человек.

Бизнес-подразделение "Робототехника и дискретная автоматизация" совмещает решения в области автоматизации машин и производственных процессов на фабриках, главным образом, системы V&R, которая входит в состав ABB с 2017 года, с полным спектром решений в области робототехники и программными продуктами. Бизнес-подразделение "Робототехника и дискретная автоматизация" ABB занимает второе место на мировом рынке и первое на стратегически важном, быстрорастущем рынке промышленных роботов в Китае за счет инвестиций в завод по производству промышленных роботов в Шанхае.

Решения в области производства промышленных роботов помогают повысить производительность, качество продукции и безопасность труда. Более 300,000 роботов ABB были установлены по всему миру.



РОБОТ ABB FLEXPICKER. ПРИМЕНЕНИЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Дельта роботы

Робот имеет неплохие показатели по скорости движения, точности и грузоподъемности. Специальное программное обеспечение было разработано для легкого использования и простой интеграции. Его небольшая установочная площадь позволяет интегрировать робота в компактные упаковочные машины.

Основные достоинства

- Высокая скорость
- Высокая грузоподъемность - до 8 кг.
- Высокие способности по перемещению
- Интегрированная система технического зрения
- Интегрированное управление конвейером



Манипуляторы

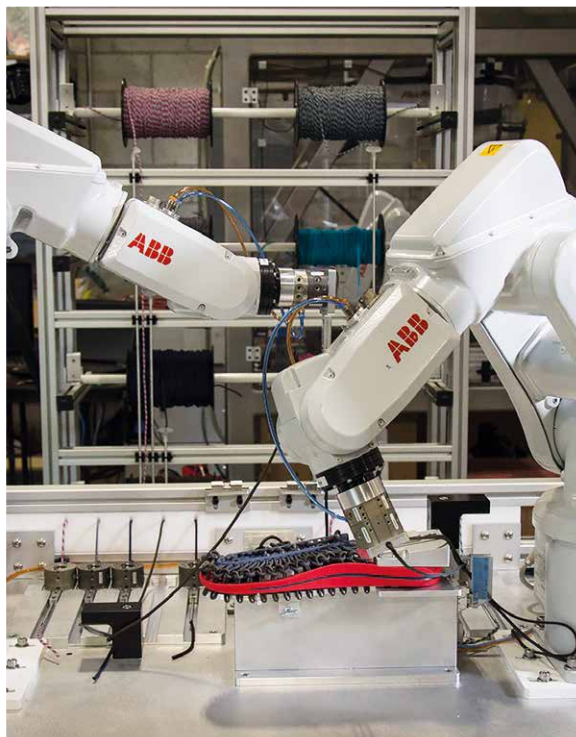
Основные достоинства:

- Высокая полезная нагрузка до 1000 кг (с кистью, опущенной вниз)
- Высокая надежность с упрощенным дизайном
- Сконструирован для упрощения технологического обвеса и простоты моделирования
- Создан с использованием неопасных материалов

Коллаборативные роботы

Компания ABB разработала коллаборативного двурукого робота для сборки малогабаритных изделий. Наше решение включает в себя как самого робота так и системы подачи деталей, систему локализации деталей основанную на техническом зрении а также передовую систему управления.

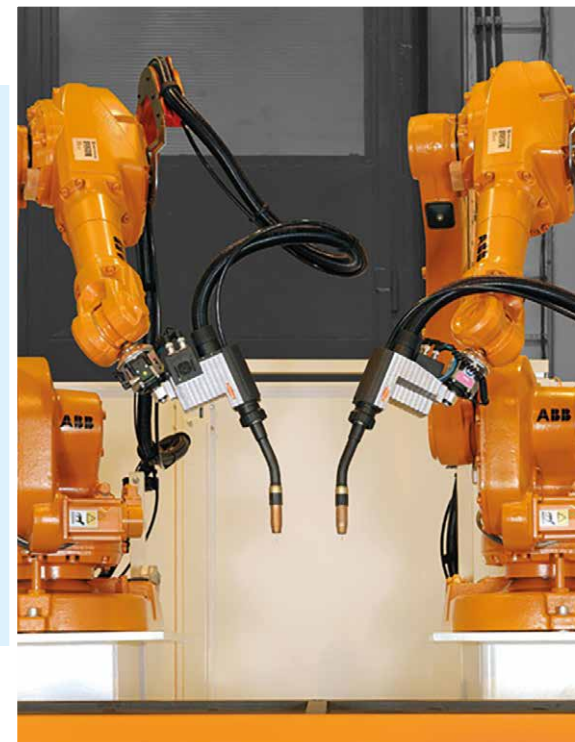
Примеры использования промышленных роботов ABB



РОБОТЫ АБВ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ

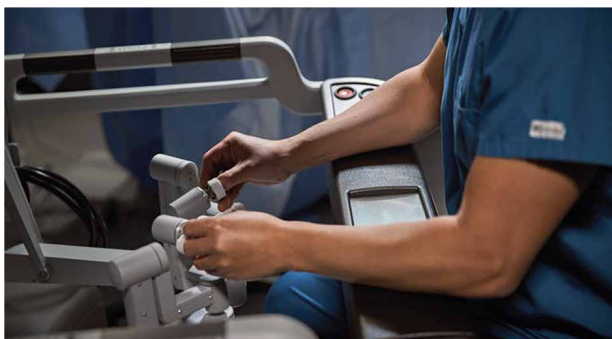


СБОРКА КУЗОВА
АВТОМОБИЛЯ



СВАРОЧНЫЕ
РОБОТЫ

СЕРВИСНАЯ РОБОТОТЕХНИКА



INTUITIVE SURGICAL

Американская компания по производству медицинского оборудования и медицинских изделий, является частной коммерческой организацией, осуществляет деятельность в сфере здравоохранения, занимается исследованиями и разработками в области хирургии, специализируется в основном на изготовлении роботизированных хирургических систем.



IROBOT

Основана в 1990 году Родни Бруксом, Колином Энглom и Хелен Грейнер из Лаборатории искусственного интеллекта Массачусетского технологического института. Миссия компании была сформулирована следующим образом: «Создать выдающийся продукт, повеселиться, заработать денег и изменить мир». Первым был разработан робот Grendel. Данные, собранные в результате испытаний робота, проведенных на небольшом космическом корабле на авиабазе «Эдвардс», купило NASA, а iRobot получила необходимое финансирование. В феврале 2016 года компания объявила, что продаст своё подразделение по разработке военных роботов, чтобы сфокусироваться на потребительском секторе

К гражданской продукции компании относятся:

- робот для уборки бассейнов
- робот для автоматизации влажной уборки дома
- робот-пылесос
- для очистки водосточных желобов и др.

Компания производит ряд роботов военного назначения, некоторые из которых (например, PackBot) уже применялись в ходе боевых действий. Производимые iRobot устройства могут применяться для получения информации в условиях боевых действий, эвакуации раненых, тушения пожаров и других целей. Так же компания производит роботов под названием Negotiator, применяемых в охранных системах, системах обеспечения общественного порядка. Ряд роботов военного назначения разработаны компанией по заказу агентства DARPA.



NEATO ROBOTICS

Компания-производитель робототехники, расположенная в Ньюарке, штат Калифорния. Продукт компании, роботизированный пылесос Neato серии XV (а с 2014 года - расширенная серия BotVac), начал продаваться в 2010 году за 399,00 долларов США. В компании работает около 65 сотрудников. Проектные разработки осуществляются в Калифорнии, а производство находится в Китае.



GECKOSYSTEMS INTL. CORP.

Ведущий разработчик мобильных сервисных роботов (MSR), базирующийся в Атланте, штат Джорджия. Компания специализируется на поставках мобильных роботизированных решений для обеспечения безопасности, защиты и обслуживания. Набор аппаратных и программных технологий (BaseBot™) позволяет MSR автоматически выполнять самостоятельную навигацию по дому или рабочему месту, используя запатентованный подход.

Продукция компании применяется в сфере здравоохранения. Роботы используются для помощи инвалидам и престарелым людям.



NORTHROP GRUMMAN CORPORATION

Американская военно-промышленная компания, работающая в области электроники и информационных технологий, авиакосмической отрасли, судостроении. Образована в 1994 году в результате слияния компаний «Northrop Corporation» и «Grumman Corporation». В мае 2019 года Northrop Grumman Innovation Systems вошла в список компаний, отобранных НАСА для разработки и производства прототипов космических аппаратов для высадки на Луну в рамках новой американской лунной программы «Артемида».

Среди продуктов компании: беспилотный робот-разведчик, робот-сапер.



ECA-ROBOTICS

Группа ECA известна своим опытом в робототехнике, автоматизированных системах, симуляции и производственных процессах. С 1936 года компания разрабатывает комплексные инновационные технологические решения для выполнения сложных задач в агрессивных или ограниченных условиях. Продукты компании используются клиентами по всему миру, требующими высокого уровня безопасности и эффективности, в основном в секторах обороны, морской техники, аэрокосмической техники, имитационного, энергетического и промышленного оборудования.



KONGSBERG MARITIME (KM)

Норвежское технологическое предприятие в составе Kongsberg Gruppen (KOG). Kongsberg Maritime поставляет системы для определения местоположения, геодезической съемки, навигации и автоматизации для торговых судов и морских станций.



REWALK ROBOTICS

Инновационная компания по производству медицинских устройств, которая проектирует, разрабатывает и коммерциализирует мощные решения, которые обеспечивают обучение ходьбе и мобильность для людей с ограниченными возможностями нижних конечностей.



HONDA

С момента основания компании Honda продолжала решать новые задачи, стремясь создавать новые продукты и продвигать технологии, предназначенные для помощи людям. В области исследований гуманоидных роботов Honda разрабатывает гуманоидного робота ASIMO, чтобы воплотить в жизнь мечту быть полезной для людей и помогать обогащать повседневную жизнь людей. Honda Robotics - общий термин, обозначающий робототехнические технологии и прикладные продукты Honda, созданные в результате исследований и разработок роботов-гуманоидов, представленных ASI-MO.

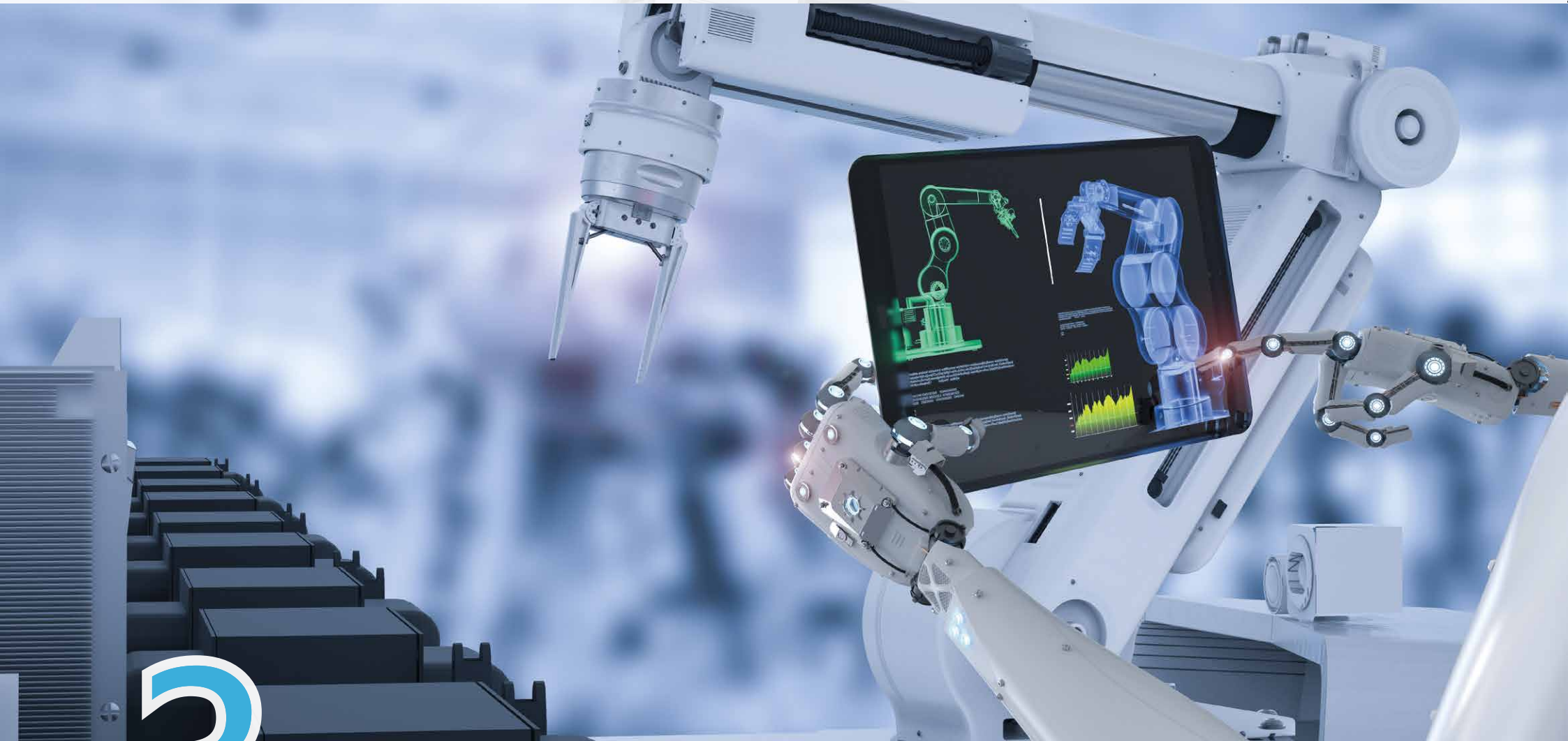


BOSTON DYNAMICS

Инженерная компания, специализирующаяся в робототехнике. Известна разработкой по заказу DARPA для военных целей четвероногого робота BigDog. Ранее компания работала по контракту с NAWCTSD над заменой обучающих видеороликов интерактивным компьютерным симулятором.

К продукции компании относятся:

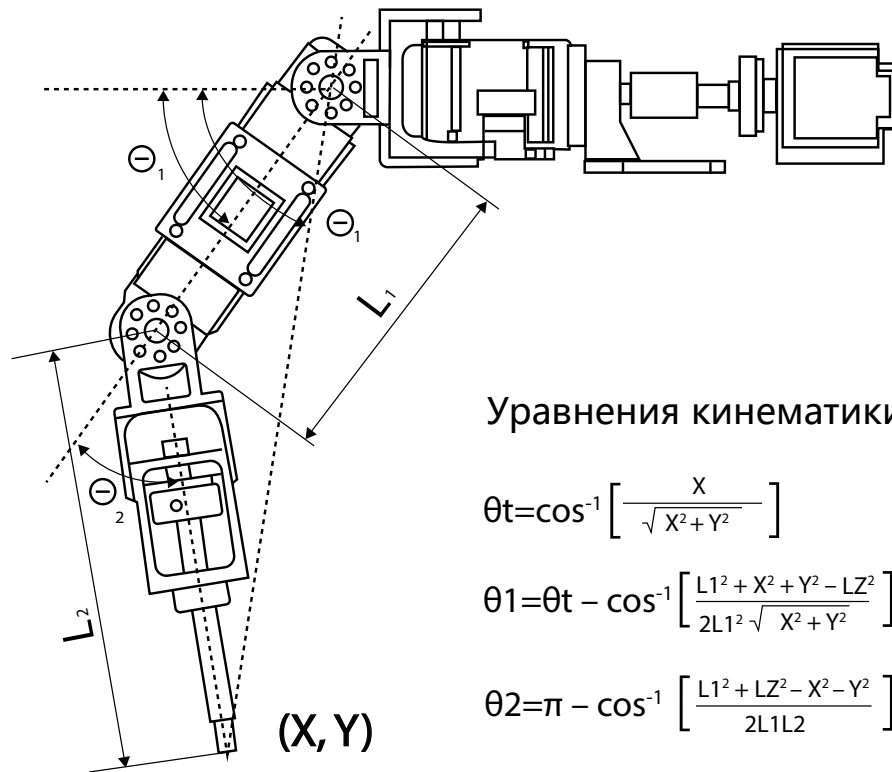
- Робот для транспортировки грузов в условиях пересеченной местности
- Антропоморфный робот для испытаний средств индивидуальной защиты



3

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РОБОТОТЕХНИКИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ ПОЛОЖЕНИЯ В РОБОТОТЕХНИКЕ



Уравнения кинематики

$$\theta_t = \cos^{-1} \left[\frac{X}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \right]$$

$$\theta_1 = \theta_t - \cos^{-1} \left[\frac{L_1^2 + X^2 + Y^2 - L_2^2}{2L_1^2 \sqrt{X^2 + Y^2}} \right]$$

$$\theta_2 = \pi - \cos^{-1} \left[\frac{L_1^2 + L_2^2 - X^2 - Y^2}{2L_1 L_2} \right]$$

Успехи, достигнутые в области МЭМС-датчиков, значительно расширили возможности точного позиционирования роботов. Для определения положения в робототехнике необходимо измерять шесть основных характеристик: наклон, вращение, ускорение, ударные нагрузки, вибрацию и расстояние до объектов.

Определение углов наклона

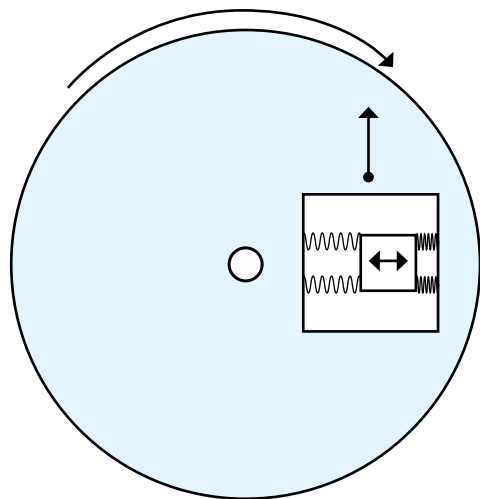
Измерение углов наклона играет большую роль, например, при определении положения роботизированной руки. Эта достаточно интересная задача решается несколькими способами. В первую очередь наклон может быть определен по направлению вектора силы тяжести (g). Поскольку гравитация проявляется в виде ускорения, то для обнаружения наклона подойдет 3-осевой акселерометр. Работа МЭМС-акселерометров хорошо знакома всем владельцам смартфонов. Именно акселерометр используется для ориентации экрана при повороте мобильного устройства.

Движение роботизированной руки, изображенной на рисунке ниже, определяется комплексом кинематических уравнений. Эти уравнения используются при формировании управляющих сигналов для двигателей, которые отвечают за перемещение. Для столь сложных движений крайне важно иметь информацию о текущем положении каждого элемента. Только в этом случае можно понять, принял ли робот заданное положение или нет.

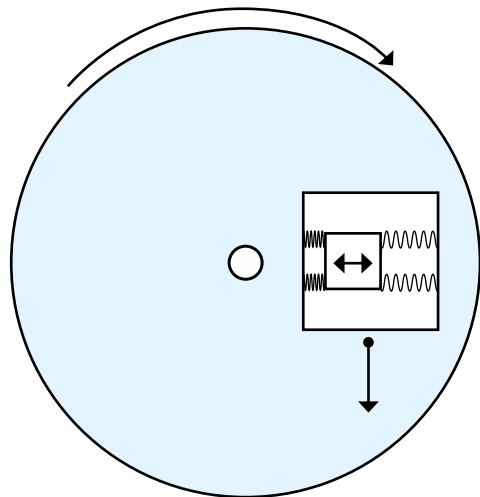
Роботизированная рука состоит из двух подвижных сегментов L_1 и L_2 . Их положение определяется углами θ_1 и θ_2 . Акселерометры необходимы для измерения этих углов и формирования обратной связи. Получаемые данные используются в кинематических уравнениях.

Вращающиеся механизмы

Направления вращения



Направления вращения



Принцип работы МЭМС-гироскопа

Вращение механизмов используется для различных целей. Например, на производстве применяется широкий спектр вращающихся инструментов: отвертки, дрели, зажимы и др. Если наклон определяется линейными перемещениями, то вращение характеризуется угловой скоростью. Кроме того, в отличие от наклона, вращение не всегда сопровождается изменением направления ускорения, что делает бесполезным применение акселерометров. Например, если 3-хосевой акселерометр вращается вдоль оси Z, перпендикулярной Земле, а ось X и Y параллельны Земле, то по оси Z будет наблюдаться постоянное ускорение 1g, а по осям X и Y ускорение 0g, то есть в этой ситуации вращение акселерометра вдоль оси Z не приведет к изменению показаний акселерометра. По этой причине для измерения вращения применяют специальные датчики – МЭМС-гироскопы.

Когда гироскоп вращается вокруг своей оси, его внутренняя чувствительная механическая система испытывает воздействие силы Кориолиса.

МЭМС-гироскопы предназначены для обнаружения и точного измерения угловой скорости вращения. Они демонстрируют высокую надежность при работе в суровых условиях промышленного производства. Следует помнить о том, что не все гироскопы оказываются совместимыми между собой, поэтому крайне важно выбирать оптимальный гироскоп для каждого конкретного приложения.

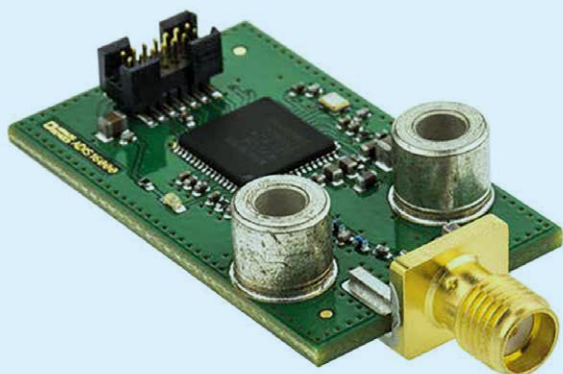
Наиболее важными характеристиками гироскопов являются рабочий диапазон и чувствительность.

Рабочий диапазон определяется максимальной скоростью вращения, которую способен точно измерить гироскоп. Этот параметр выражается в градусах в секунду ($^{\circ}/\text{сек}$).

Чувствительность определяется отношением изменения выходного сигнала к изменению скорости. Чем быстрее вращается гироскоп, тем выше напряжение. Чувствительность измеряется в милливольт на градус в секунду ($\text{мВ}/^{\circ}/\text{сек}$).

Ударные нагрузки

Роботы иногда сталкиваются с другими объектами. Это может быть как аварийной, так и вполне штатной ситуацией. Удар представляет собой внезапное изменение ускорения, поэтому его легко обнаружить с помощью акселерометра. Однако в этом случае большое значение имеет положение датчика. Например, при ударе роботизированной руки о препятствие, максимальное ускорение испытает именно та часть, которая коснулась поверхности объекта. В то же время для других частей удар будет менее ощутимым.



Вибрационный датчик ADIS16229 со встроенным радиопередатчиком от Analog Devices и ВЧ-разъемом Brass SMA от Molex

На плате датчика расположен ВЧ-разъем SMA от Molex, который имеет резьбовую фиксацию и гарантирует надежное соединение при наличии значительных ударных и вибрационных воздействий. Разъемы SMA обеспечивают минимальное отражение и затухание на частотах более 900 МГц.

Очень часто ударное воздействие должно быть обнаружено и обработано как можно скорее. Примером этого является отвод считывающей головки внутри жесткого диска в персональных компьютерах.

Если жесткий диск упал на твердый пол, встроенный акселерометр сразу обнаруживает удар. При этом считывающая головка должна быть удалена от поверхности диска в течение нескольких миллисекунд, чтобы не оставить царапин и не повредить хранящихся данных. Очевидно, что быстрое обнаружение такого события зависит от правильного позиционирования акселерометра.

Примерно то же самое требуется и при эксплуатации роботизированной руки. Акселерометры и гироскопы отслеживают правильность положения механизмов в соответствии с заданной программой движения. Однако, если возникла аварийная ситуация, и движение было заблокировано, критически важно, чтобы удар был быстро и надежно обнаружен и обработан.

Наиболее страшным примером является столкновение робота и человека. Для обеспечения защиты в таких случаях требуется специальный акселерометр. Более того, для гарантированной безопасности, в системе может использоваться несколько резервных акселерометров.

Вибрационные нагрузки

Вибрация в подавляющем большинстве случаев представляет собой негативное явление. Она, как правило, свидетельствует о наличии механических неисправностей, таких, например, как износ подшипников, поломка компонентов, недостаток смазки, нарушение соосности и выравнивания, разбалансировка и т.д. Таким образом, вибрация затрагивает одновременно и вопросы обслуживания, и вопросы безопасности. Контроль вибрации может потребоваться для мониторинга состояния промышленных роботов, для общей диагностики и для выполнения упреждающего защитного отключения.

Защита от избыточных ускорений

Измерение ускорений с помощью акселерометров может использоваться, как для непосредственного обнаружения движения, так и для определения положения объекта. В частности, акселерометр поможет разобраться – был ли объект поднят с пола или поставлен.

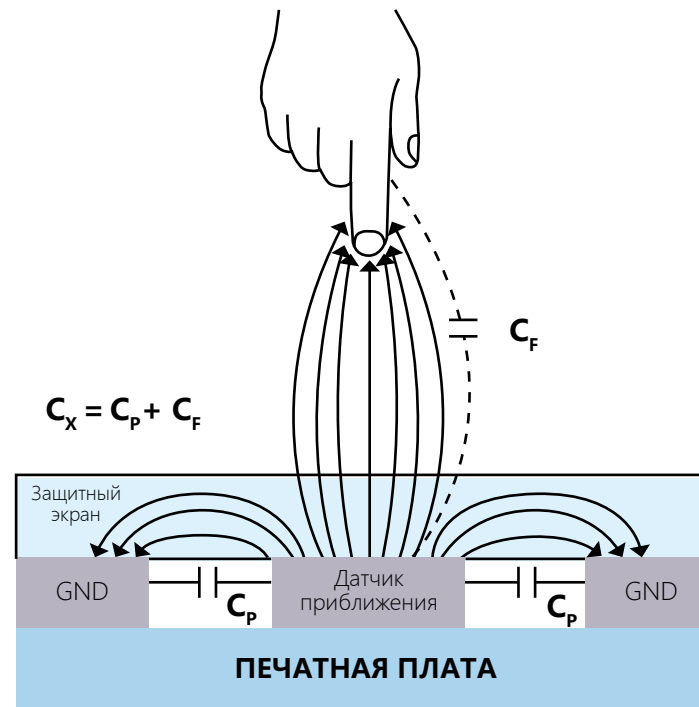
С другой стороны, МЭМС-акселерометр может использоваться для защиты робота от избыточных ускорений. Например, если внешние силы начинают воздействовать на робота и заставляют его двигаться со скоростью, превышающей безопасное значение, акселерометр фиксирует аварийную ситуацию и выполняет защитное отключение.

Датчики приближения

Датчики приближения позволяют обнаруживать присутствие объектов без необходимости в физическом контакте. Это может оказаться важным как с точки зрения безопасности, так и полезным с точки зрения удобства эксплуатации.

Датчик создает вокруг себя электрическое поле. Силовые линии этого поля замыкаются на землю и окружающие объекты, тем самым образуя пространственный конденсатор, емкость которого может быть измерена. При приближении объекта часть линий электрического поля начинает замыкаться через него, изменяя общую емкость пространственного конденсатора. Измерительная схема датчика CapSense фиксирует эти изменения и определяет расстояние до объекта, а также его положение.

Таким образом, датчики приближения обеспечивают трехмерное распознавание объектов и жестов. Рассмотренное решение будет полезно для роботов, использующихся на сборочных линиях. Датчики приближения также можно применять в качестве аварийных сенсоров, которые будут предотвращать столкновение роботов с препятствиями.



Емкостной датчик CapSense от Cypress

Заключение

МЭМС-датчики широко используются в робототехнике для позиционирования, защиты и диагностики. Гироскопы и акселерометры, а также более сложные бесконтактные сенсоры, являются основными датчиками в современных автоматизированных системах. МЭМС-сенсоры расширяют возможности роботов, повышают уровень безопасности, обеспечивают рост производительности и одновременное снижение стоимости.

ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ ЧЕЛОВЕКА С РОБОТОМ

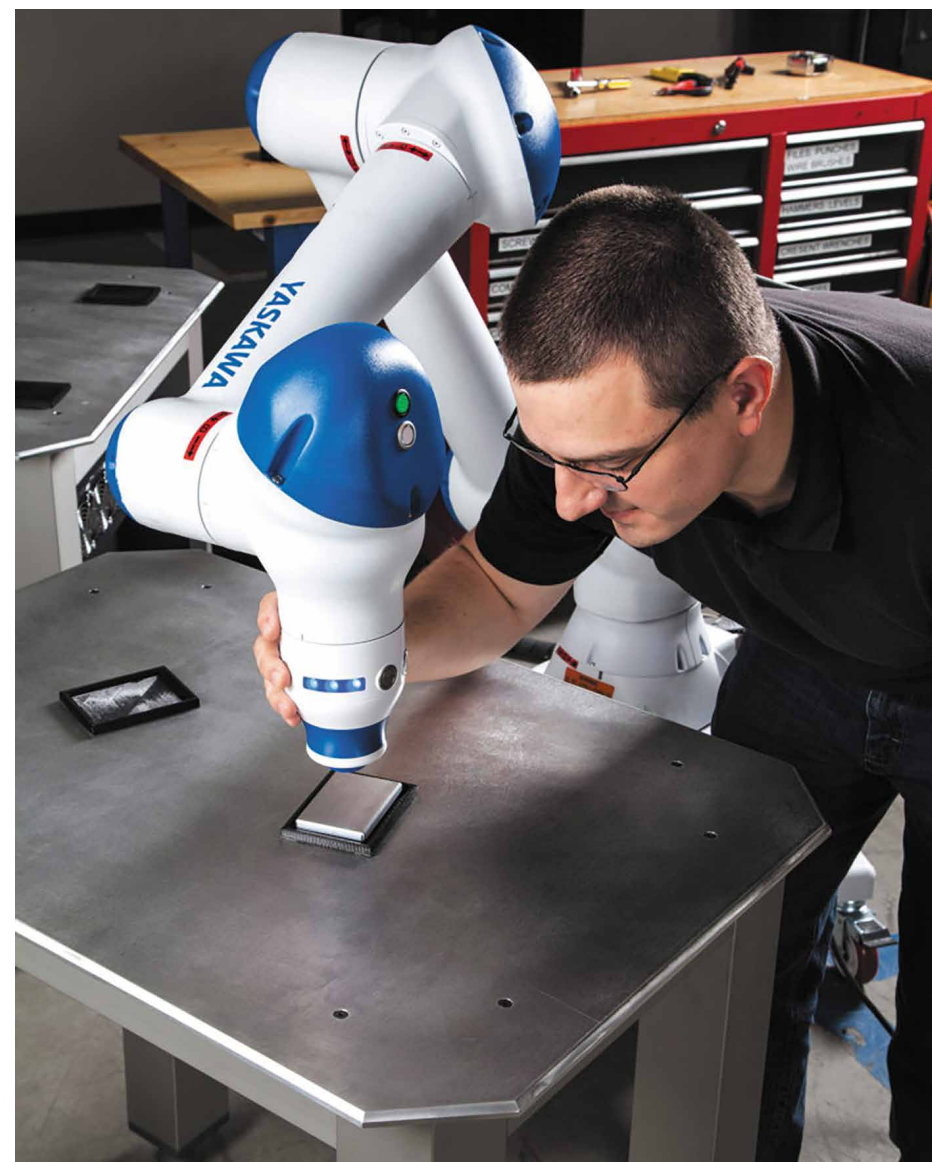
В соответствии с гармонизированными стандартами безопасности роботов ANSI/RIA 15.06 «Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements», ISO 10218 («Robots for industrial environments – Safety requirements») и новой редакцией стандарта TS 15066.

Существует четыре подхода к безопасной совместной работе робота с человеком:

- Контролируемый останов безопасности
- Ручное управление
- Мониторинг скорости и сближения с человеком
- Ограничение по мощности усилия и моменту силы

Перечисленные подходы касаются наиболее трудно понимаемых аспектов в сотрудничестве человека и робота. Чтобы избежать путаницы, производителям предлагается рассматривать каждый из четырех методов совместной работы как часть общего сценария, а не оторванные друг от друга подходы.

В каждом случае робот и его оператор (человек) разделяют между собой общее рабочее пространство.



Контролируемый останов безопасности

При подходе с контролируемой безопасностью путем останова предпосылкой является то, что в таком пространстве робот или его манипулятор вообще не должен двигаться.

Ручное управление

Что касается ручного управления – многим кажется, что этот метод используется только для обучения, но это не так. Когда человек перемещает манипулятор робота, чтобы научить его определенным задачам, это не то ручное управление, которое имеется в виду. При обучении робот не работает в автоматическом режиме. Когда для описания совместной работы используется понятие «ручное управление», это значит, что робот и человек занимают общее разделяемое пространство, но робот движется только тогда, когда он находится под непосредственным управлением человека.

Мониторинг скорости и сближения с человеком

В режиме мониторинга скорости и сближения как робот, так и человек могут свободно передвигаться в общем рабочем пространстве, но как только расстояние между роботом и человеком становится критически близким, робот останавливается, т. е. фактически в этом случае используется первый сценарий (контролируемый останов безопасности).

Ограничение по мощности усилия и моменту силы

В режиме ограничения мощности усилия и момента силы можно допустить прямой контакт между человеком и роботом. То, как осуществляется это ограничение, зависит как от особенностей сферы применения робота, так и от его непосредственной конструкции. В этом случае при прямом контакте робота с человеком не должно быть риска ни нанесения ему травмы, ни даже просто причинения боли.

В выборе методов обеспечения безопасности нет каких-либо ограничений. Можно использовать любое сочетание четырех указанных выше методов совместной работы в общей зоне, представленных в одной роботизированной системе, или даже всех четырех одновременно. Новый стандарт TS 15066 включает формулы для расчета защитного предельно допустимого расстояния при мониторинге скорости перемещения робота или его манипулятора и его сближения с человеком.

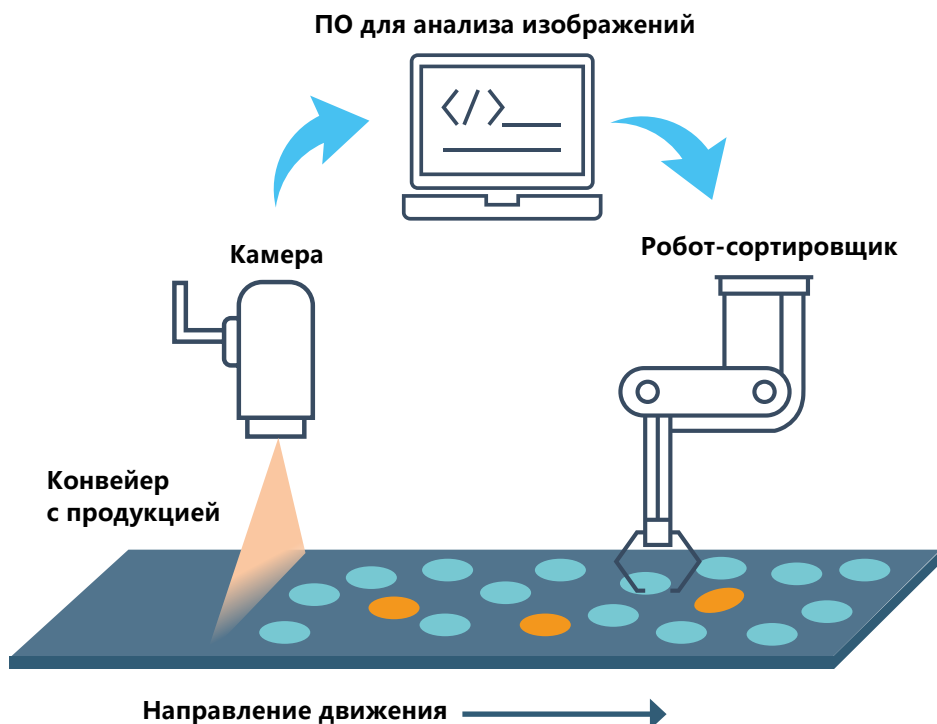
ВАЖНО ОТМЕТИТЬ, что основное внимание должно уделяться не самому роботу, а оценке риска его использования в конкретном применении.

Существует весьма распространенное заблуждение о том, что если робот «изначально безопасен», то и его функционирование также будет безопасным. Однако, например, если робот работает с опасными объектами (с острыми кромками или даже режущими элементами), то тогда человек рядом с ним в безопасности не будет – без применения соответствующих защитных мер. Другим случаем является вариант, когда робот обрабатывает тяжелый объект, что может привести к травме, если этот предмет упадет или станет неуправляемым летящим объектом с определенной и часто опасной кинетической энергией.

МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ

Машинное зрение – раздел робототехники, который использует анализ изображений для решения промышленных задач. Цифровая камера снимает изображение и передает его в компьютер. Специальное ПО анализирует данные изображения и ставит задачи оборудованию.

В зависимости от задачи для каждой системы пишут алгоритмы распознавания. Например: помидор едет по конвейеру, и система анализирует его цвета, формы, размеры, пятна, чтобы отсортировать гнилые и неспелые. В алгоритмы заложены характеристики «правильных» помидоров.



Характеристики объекта можно заложить в алгоритм двумя способами:

- Описать с помощью математических формул
- Обучить нейронную сеть на базе изображений.

Для сортировщика помидоров достаточно математических формул. А вот для распознавания, к примеру, определенных деталей на производстве нужна большая база данных, чтобы обучить нейросеть. Алгоритм будет работать только в тех условиях и при тех параметрах, при которых собрана база изображений. Для правильной работы машинного зрения нужна устойчивая среда: подходящее освещение, предсказуемое расположение объектов, точное понимание положения камеры и её характеристик. Часто в системах машинного зрения используют дополнительные устройства. В первую очередь это датчики: датчики движения, инфракрасные, фотоэлектрические датчики и т. д. Они позволяют получать больше информации об объекте съемки.

Для чего нужно машинное зрение

Машинное зрение востребовано в медицине и биотехнологиях, военной отрасли, автомобильной промышленности. В этих областях уже есть четко сформулированные задачи. В медицине обработка изображений может применяться для более точной постановки диагнозов.

Исследователи Методистского института в Хьюстоне разработали программу, которая предсказывает риск развития рака груди. Чтобы озвучить диагноз, программа сканирует маммограммы и анализирует данные о пациенте. В промышленности машинное зрение позволяет снизить себестоимость продукции за счет частичного или полного отказа от выполнения ручных операций. Человек не в состоянии оценивать предметы после нескольких часов работы. Зато роботы могут сутками сортировать товары. Норвежская компания Stingray Marine Solutions разработала подводного робота, который помогает лососевым фермам бороться с паразитами – лососевой вошью. Подводный беспилотник использует систему распознавания изображений, чтобы находить паразитов и ликвидировать их без вреда для рыб, с помощью лазера. Технологию уже используют

в Норвегии и Шотландии. Система будет выполнять свои задачи без помощи человека круглые сутки только в том случае, если ее правильно запрограммируют.

Обычно разработчик пишет базовый пакет программ для камер машинного зрения, а потом ПО настраивают во время тестирования на конкретном предприятии.

В автомобильной индустрии машинное зрение связано с навигацией для беспилотных транспортных средств. Компании работают над системами, которые позволят оценивать ситуацию на дорогах.

Компания NVIDIA научила беспилотный аппарат двигаться по тропинке в лесу. Система может работать там, где не работает ни GPS, ни другие навигационные системы. Программа анализирует данные с камер и исходя из этого принимает решения о движении.

В ритейле машинное зрение используется давно – ежедневно в супермаркетах специальные аппараты считывают штрих-коды. С помощью данной технологии можно посчитать посетителей торгового центра или даже определить, в каком настроении эти посетители. Компания Tгах разработала платформу для ритейла. Вот одна из возможностей сервиса:

Сотрудник магазина фотографирует полку → фотография отправляется в облачный сервис аналитики → менеджеры получают отчет о проданных продуктах с советами, какие продукты нужно добавить на полку, чтобы сбалансировать ассортимент, как их расположить, где не хватает ценников и т. д.

Примеры компаний, работающих в сфере машинного зрения:

 РАСПОЗНАВАНИЕ
ТЕКСТА

ABBYY

 РАСПОЗНАВАНИЕ
ЭМОЦИЙ

Conundrum

 АНАЛИТИКА С КАМЕР
ДЛЯ РИТЕЙЛА


CeraMarketing

 ПРОМЫШЛЕННЫЕ
РОБОТЫ

Fam Robotics

 ВИДЕОАНАЛИТИКА

Tevian

 РАСПОЗНАВАНИЕ
ЛИЦ

3DiVi

Vision Labs

 УМНЫЕ
КАМЕРЫ

Qtechnology

Smartek Vision


 СИСТЕМЫ
ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Synesis

Vocord

 РАЗРАБОТКА
ПРОМЫШЛЕННЫХ
РОБОТОВ

Robodem

 СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ
РЕШЕНИЙ

TeleMD

Что еще можно делать с помощью машинного зрения:

- Контролировать процесс сборки изделия
- Считать объекты
- Измерять параметры объектов (длина, ширина, площадь, объем)
- Определять правильность формы предмета
- Читать текст, цифры
- Идентифицировать подписи.

Один из первых опытов, показывающих возможности машинного зрения, был проведен в 2001 году. На основе конструктора Lego и простой веб-камеры был изготовлен робот, который собирает логотип компании из девяти кубиков. Кубики разбросаны случайным образом. Робот был показан на выставке NeuroPower в Вене. В 2013 году КРОК провела конкурс летающих роботов (дронов). В задачу входило взлет со стартового маркера, автономный пролет по лабиринту с препятствиями, возвращение и посадка на точку взлета. В рамках конкурса решить эту задачу удалось только одному роботу из 536 заявленных. Из системы сознательно исключили различные датчики, а использовали только камеру.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИИ) В РОБОТОТЕХНИКЕ

Глубокое обучение для захвата манипуляторами робота

Проект Dexterity Network (Dex-Net) компании Autolab показал, что ИИ может помочь роботам научиться захватывать объекты разного размера и формы, загружая миллионы трехмерных объектных моделей, изображений и их измерений для того, чтобы впоследствии, после глубокого обучения, их могла понимать нейронная сеть. Раньше роботы узнавали, как захватывать и манипулировать объектами, обучаясь на разных объектах снова и снова, что является довольно-таки трудоемким и длительным процессом. Используя синтетические точечные облака вместо физических объектов для обучения нейронной сети, можно научить робота распознавать объекты и надежно их захватывать. Последние разработки Dex-Net в этом направлении намного эффективнее и достигают 99%-ной точности захвата.

Глубокое обучение коллаборативных роботов

Коллаборативные роботы используются совместно в одном общем рабочем пространстве с людьми. Благодаря этой платформе коллаборативные роботы стали более «умными» и позволяют каждому пользователю легко и быстро настраивать их для выполнения различных задач. Однако, в этом направлении нет единого подхода и у всех различное видение того, как использовать ИИ и каковы возможности обучения роботов.



Робот манипулирует объектами, с которыми он никогда не сталкивался, прежде чем исследователи научат нейронную сеть распознавать объекты из миллионов трехмерных моделей и изображений



Коллаборативный робот со встроенным искусственным интеллектом работает на токарном станке с ЧПУ на индивидуальной машине изготовления форм для литья под давлением, автоматизируя процесс их создания, достигая улучшения качества продукции и эффективности производства и избавляя операторов от выполнения монотонных, повторяющихся операций

У роботов Sawyer и Baxter (производства Rethink Robotics) есть функция «обучение через демонстрацию», которая, собственно, и заставляет ИИ работать.

При обучении робота посредством показа операций, ему демонстрируется несколько вещей, передвигая его руку, и это движение должно перейти в программу, называемую деревом поведения. Робот пишет программу для движения самостоятельно, так что человеку нет необходимости делать это.

Программная платформа Intera 5 – это графический язык программирования, ее можно просмотреть, изменить или написать свою программу в дереве поведения, которая обходит опцию программы для автоматической работы.

Искусственный интеллект изменяет программирование роботов

ИИ предлагает новый способ программирования роботов. Специалисты компании Embodied Intelligence используют возможности ИИ, чтобы помочь промышленным роботам приобретать в процессе обучения новые, все более сложные навыки.

Эволюция их работы началась с исследований в Калифорнийском университете в Беркли, где был достигнут большой прорыв в использовании имитационного обучения и глубокого обучения с подкреплением сигналами от среды взаимодействия, что позволило научить роботов манипулировать объектами. При этом используется сочетание чувствительности (сенсорики) и дистанционный тип взаимодействия с роботом в системе «человек – машина». Для восприятия того, как робот «видит» реальность через камеру, оператор использует гарнитуру виртуальной реальности.

На стороне управления оператор, применяя виртуальную реальность и устройства слежения на руках, манипулирует и захватывает руками те или иные объекты. Когда руки оператора движутся, эти движения



Оператор, использующий гарнитуру виртуальной реальности и устройства отслеживания движения, управляет роботом, показывая ему, как и что захватывать и как манипулировать объектами, чтобы он мог научиться самостоятельно осваивать новые навыки. Здесь применяется обучение с подкреплением сигналами от среды взаимодействия

отслеживаются. Его координаты и ориентация подаются на компьютер, который управляет роботом. Таким образом, оператор имеет прямое управление манипуляторами робота, подобно тому, как кукловод двигает марионетками.

Люди по природе своей настолько ловкие, что нет и не может быть никакого сравнения между захватами робота и руками человека. Так что, работая через систему виртуальной реальности, оператор вынужден подстраиваться под ограничения робота.

Сначала, робот учится посредством демонстрации той или иной операции. Затем, во второй фазе, робот будет проходить обучение с подкреплением сигналами от среды взаимодействия, где он уже из собственного опыта путем проб и ошибок получает определенные навыки. Робот уже изучил и понял суть задачи, теперь ему нужно только научиться ускорять ее решение. Это то, чему он может относительно быстро обучиться сам, именно через обучение с подкреплением сигналами от среды взаимодействия.

В конце концов, люди смогут использовать это программное обеспечение для перепрограммирования своих роботов, делая свои собственные демонстрации. Это предоставит возможность любой компании, большой или малой, быстро перераспределить и запрограммировать роботы для разных задач.

Коллективный потенциал

Облачная робототехника, машинное обучение, машинное зрение, распознавание речи – все эти аспекты ИИ развиваются и продвигаются, порой делая значительные шаги в конкретных областях. Однако у ИИ по-прежнему нет ничего человеческого.

Даже если роботы, используя ИИ и человеческую инженерию, когда-нибудь смогут приблизиться к ловкости человека, они никогда не смогут по-настоящему понять находящийся вокруг них мир во всей его хрупкости и потенциале. Контекст и изобретательность останутся в сфере людей.

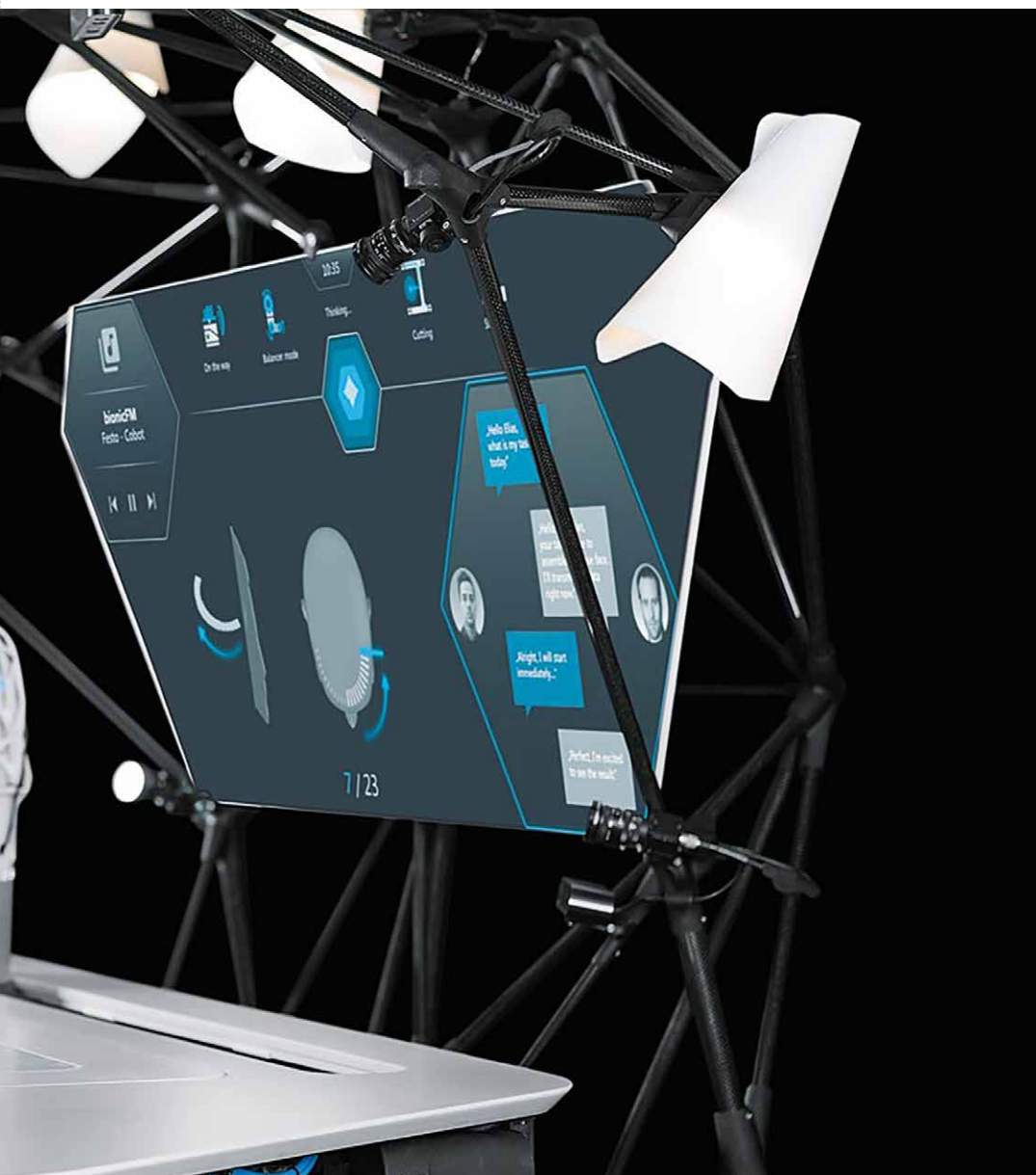
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕК – РОБОТ

Изменения в промышленности и в социуме требуют внедрения интеллектуальных роботизированных систем, и к ним необходимо быть готовыми уже сейчас. При этом становится все важнее обеспечить, чтобы сотрудники могли быстро и интуитивно адаптироваться к новым задачам. Для этого требуются новые формы сотрудничества между людьми, машинами и программным обеспечением. Ключевую роль в данном случае играют системы самообучения с искусственным интеллектом и роботизированные решения автоматизации, которые могут работать рука об руку с оператором, т. е. человеком, и создавать конечный продукт путем прямого общения друг с другом.

Что касается индустриального производства, то с точки зрения выпускаемой продукции, а также организации рабочего места и будущего индустрии прежде всего важно обеспечить гибкость, причем даже на уровне выпуска единичных продуктов. И решением этой задачи видится использование искусственного интеллекта и обучения машин. Конечная цель заключается в превращении рабочих мест в самообучающиеся системы, которые постоянно развиваются и оптимально адаптируются к текущим требованиям.

Именно такой подход компания Festo демонстрирует на примере интеллектуальной рабочей среды BionicWorkplace: человек работает вместе с бионической роботизированной рукой, а также многочисленными дополнительными системами и периферийными устройствами, соединенными между собой в рамках общей управляющей сети, через которую они «общаются» друг с другом. Вся система организована так, чтобы избавить оператора от монотонной, утомительной или опасной деятельности. Рабочее место в среде BionicWorkplace эргономично спроектировано, и его можно индивидуально адаптировать к человеческим потребностям, вплоть до оптимизации режима освещения. В центре поля зрения оператора установлен большой проекционный экран. Он предоставляет всю необходимую информацию и быстро реагирует на текущие





обстоятельства. Вокруг проекционного экрана установлены различные датчики и системы камер, которые постоянно фиксируют позиции рабочего, компонентов и инструментов. Все это размещено на пневматической автоматизированной платформе, объединяющей высокоточную механику, датчики, а также комплексную систему управления и контроля на очень небольшом пространстве.

В рамках Hannover Messe компания Festo продемонстрировала на BionicWorkplace сценарий производства штучного продукта. Была поставлена задача создания модели человеческой головы из секций, выполненных лазером, путем резки акрилового стекла. Для этого сначала программа считывает отсканированное с помощью, например, планшета лицо, а затем преобразует сохраненные черты в CAD-модель, которая впоследствии разбивается на отдельные фрагменты. Далее на основе этого 3D-шаблона лазерный резак вырезает элементы из акрилового стекла. Робот BionicCobot берет срезы непосредственно с резака и передает их в правильной последовательности оператору, который затем собирает их, чтобы создать заданную уникальную модель.

Пневматический легкий BionicCobot является ключевым компонентом рабочей среды BionicWorkplace. Этот робот а вернее, робот – коллаборативный робот, представляет собой модель человеческой руки. Движения создаются сжатым воздухом, что делает такой манипулятор достаточно гибким – настолько, что он может напрямую и безопасно взаимодействовать с людьми. Это стало возможным благодаря использованию пневматики с цифровым управлением. Движения смоделированы по образцу человеческой руки: от плеча, локтя и предплечья до самого захвата. Каждый из семи суставов использует механизм работы бицепса и трицепса, представляя собой эффективное взаимодействие сгибающих и разгибающих мышц. Применяемый вместе с BionicCobot интеллектуальный пневмоостров Festo Motion Terminal VTEM, который является киберфизической системой, открывает совершенно новые возможности для безопасного сотрудничества людей с роботами и позволяет роботу BionicCobot выполнять быстрые, сильные или мягкие и осторожные движения.

Автоматическая подача материала в данном сценарии обеспечивается мобильным роботом Robotino, который автономно перемещается между



станциями и безопасно находит путь с помощью лазерного сканера. В основе Robotino лежит система из трех двигателей, позволяющих роботу передвигаться по плоскости в любом направлении с регулируемой скоростью. Контроль над ними осуществляется встроенным компьютером: он способен прокладывать для робота маршруты, по которым тот сможет перемещаться автономно. Кроме того, компьютер считывает показания всех встроенных в робот сенсоров и дает пользователю возможность управлять роботом.

Загружает в Robotino материал BionicMotionRobot – усовершенствованная версия легкого робота-манипулятора, подобного хоботу слона и щупальцу осьминога. Это мягкая роботизированная структура с пневматическими присосками и движениями естественной формы, имеющая специальное

объемное тканевое покрытие. Таким образом, конфигурация этих двух роботов объединяет в себе все ключевые элементы робототехники.

Датчики и системы камер регистрируют текущие позиции оператора, компонентов и инструментов, при этом оператор может интуитивно контролировать BionicCobot посредством жестов, касания или речи. Система узнает операторов (по голосу и лицу), а также реагирует на каждое инициированное ими действие. В ходе общения система узнает что-то новое и добавляет в так называемую семантическую карту, объем которой непрерывно растет. По сетевым путям хранящиеся в системе алгоритмы постоянно дают ту или иную реакцию, которая связана с динамическими изменениями выполняемого процесса. В результате система постоянно оптимизирует саму себя, а контролируемые, запрограммированные и заданные последовательности выполнения тех или иных операций

постепенно стираются и уступают место гораздо более свободному «интеллектуальному» методу работы. Таким образом, обмен знаниями между оператором и машиной – а главное, обеспечение их доступности – осуществляется уже на глобальном уровне.

Интеллектуальное программное обеспечение одновременно обрабатывает все изображения камеры, позиционные данные и входы от различных периферийных устройств. Система использует всю эту информацию для выбора и создания оптимальной последовательности программ. Затем, для того чтобы оказать человеку наилучшую поддержку во время работы, система делит задачи на выполняемые роботом и другими механизмами.

Что касается движений оператора, то система распознает их благодаря специальной рабочей одежде, которая состоит из спецовки с длинными рукавами (со встроенными инфракрасными маркерами и инерционными беспроводными датчиками), а также специальной сенсорной перчатки. С помощью считывания данных датчиков BionicCobot способен с высокой точностью передавать своему «коллеге» предметы и нужные инструменты, а при необходимости выходить из зоны прямого контакта, что является обязательным и безусловным требованием для систем, в основе которых лежит прямое сотрудничество между людьми и роботами.

Еще одним важным элементом интуитивной операционной концепции является дистанционная манипуляция. Для этого используется трехмерная стереокамера с углом обзора 180°, которая охватывает все рабочее пространство. В то же время оператор, даже пространственно отделенный от рабочей среды, помимо спецовки с датчиками и тактильных перчаток может применять еще и очки виртуальной реальности. Он может использовать их для доступа к изображениям с камеры в реальном времени и выполнять необходимые действия. Таким образом, управление роботом может осуществляться при пространственном разделении с оператором или – при необходимости – с безопасного расстояния.

После обучения и оптимизации процессы и возможности BionicWorkplace можно легко перенести в реальном времени на другие системы того же типа и открыть к ним доступ в любой точке мира. В будущем, например, можно будет интегрировать рабочие места в глобальную сеть, в которой

будут использоваться общие модули знаний, а сообщения – подаваться на национальных языках. Благодаря этому производство станет не только более гибким, но и более децентрализованным. Операторы в сотрудничестве с таким интеллектуальным оборудованием смогут, к примеру, вызывать через интернет-платформу необходимые производственные заказы и изготавливать детали или некие агрегаты автономно, в соответствии с индивидуальными пожеланиями и требованиями клиентов.

Благодаря интеллектуальным рабочим местам, способным к обучению, таким как BionicWorkplace, и использованию многофункциональных инструментов сотрудничество между людьми и машинами станет еще более интуитивным, простым и эффективным. Блоки знаний и новые навыки, полученные после обучения, можно безгранично распределять и предоставлять в глобальном масштабе. Поэтому в будущем можно будет создать всемирную сеть рабочих мест с местными и индивидуальными адаптациями.



БИОМЕХАТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

Биомехатроника – это прикладная междисциплинарная наука, объектом изучения которой является взаимодействие биологических организмов и мехатронных систем во всех его аспектах. Она объединяет в себе передовые наработки из механики, теории управления и обработки информации, машинного зрения, электроники, биологии и медицины.

Чаще всего под биомехатронными системами подразумевают интеллектуальные протезы и ортезы, однако эта область гораздо шире. Кроме рук и ног, у человека масса органов, работе которых можно помочь благодаря внедрению «умных механизмов», включая сердечно-сосудистую и дыхательную системы.

Данная тема сейчас крайне актуальна, а признанными лидерами в области биомехатроники считаются Чикагский реабилитационный институт, Массачусетский технологический институт и Университет Беркли в США, а также Университет Твенте в Нидерландах.

Практические подходы и направления исследований

Базовым знанием в биомехатронике является понимание того, как работает сложная система – тело человека: как она движется, обменивается информацией и энергией.

Ответить на вопрос о том, как координируются перемещения всех составляющих опорно-двигательного аппарата человека при ходьбе, беге и других упражнениях, и построить соответствующие математические и компьютерные модели помогают системы захвата движения – как оптические (маркеры и высокоскоростные камеры), так и кинестетические, состоящие из датчиков механических перемещений и инерциальных сенсоров.





Другое активное направление в биомехатронике – это создание систем осязания, которые отвечают за безопасное и эффективное физическое взаимодействие робота с человеком и окружающей средой. Для этого используются датчики сил и моментов, искусственная кожа и биологические сенсоры. При этом равное по важности значение имеет специальное алгоритмическое обеспечение для комплексирования и фильтрации измерений, а также реализации соответствующих законов управления движением. К слову, зачастую «железные» сенсоры заменяются на виртуальные, то есть существующие в виде программного кода (т.н. наблюдатели состояния). Вообще технологии тактильного осязания и коммуникации (haptics) активно разрабатываются за рубежом для массы приложений, но авторам неизвестно ни об одной специализированной лаборатории в этой области в России.

Отдельное поле для исследований в биомехатронике – системы с эластичными элементами регулируемой жесткости. Они востребованы в широком спектре медицинских приложений, от ассистивной хирургии и диагностических комплексов до интеллектуальных протезов, ортезов или экзоскелетов. На крупнейших научных мероприятиях этим вопросам посвящают отдельные секции, круглые столы и мастер-классы. Не была исключением и Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам, прошедшая в Корее в октябре 2016 г.

Помимо существенного снижения риска травмирования человека по сравнению с жесткими конструкциями, наличие в работе «пружин» позволяет уменьшить суммарные затраты энергии на цикле движения и при этом развивать большие пиковые значения сил и моментов, необходимые, например, для того, чтобы подняться в лестницу, встать со стула, подпрыгнуть или ударить по мячу. Однако для реализации полного потенциала этого подхода необходимо решить нетривиальные научно-технические задачи как при продумывании дизайна конструкций, так и при синтезе алгоритмов планирования и управления движением.

Можно пойти дальше и использовать в разработках принцип со-дизайна физической и кибернетической составляющих, который является основополагающим в проектировании киберфизических систем. Применительно к роботам речь идет о со-дизайне конструкции, актуаторов, сенсорного оснащения, вычислителей и программного обеспечения для управления, сбора, обработки и передачи информации.

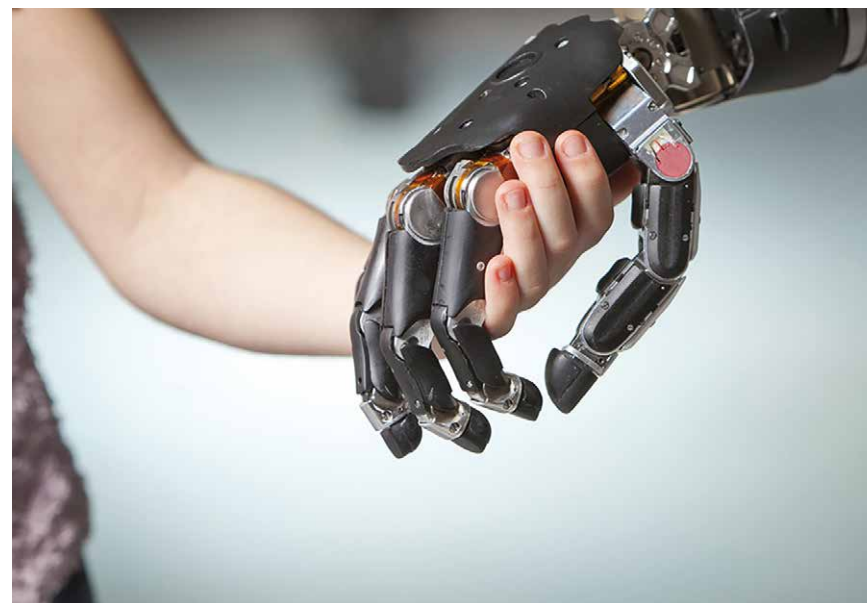
Механизмы рекуперации энергии

Во время бега с любой скоростью человек сохраняет около 80% полной механической энергии. С ростом скорости передвижения существенно увеличивается доля энергии, сохраненной за счет ее передачи между звеньями тела, и уменьшается ее передача – за счет перехода кинетической энергии движения в потенциальную в поле силы тяжести и обратно. Именно эффект рекуперации энергии определяет механическую эффективность движений человека. В настоящее время считается, что сохранение и повторное использование, или рекуперация, механической энергии происходит за счет действия трех механизмов:

- Перехода кинетической энергии в потенциальную энергию гравитации и обратно
- Перехода (или передачи) механической энергии от одного звена к другому
- Перехода кинетической энергии движения в потенциальную энергию деформации мышц и сухожилий и обратно

Первый механизм рекуперации.

Сохранение полной энергии по этому механизму требует строго противофазного изменения кинетической и потенциальной фракций энергии. Такое явление наблюдается не во всех звеньях тела. Например, в беге и ходьбе потенциальная и кинетическая энергии стопы одновременно достигают нулевого значения в опорной фазе. Чем выше над опорой располагается звено, тем больше энергии оно может сохранить. Считается, что первый механизм рекуперации энергии обеспечивает в целом в естественных локомоциях экономию энергии в диапазоне 12 – 23%.





Второй механизм рекуперации.

Механическая энергия может передаваться от звена к звену тела человека за счет воздействия через суставные сочленения посредством контактных сил, совершающих работу по изменению энергии соседнего звена. Здесь разумнее говорить о переходе энергии поступательного движения, когда прикладываемая к плато сила (последовательное вертикальное нагружение) преобразуется за счет спиральной анизотропии большеберцовой кости и особого шарнира-сочленения в энергию ее вращательного движения. По различным оценкам, рекуперирование энергии по механизму ее передачи от звена к звену составляет от 30 до 42% от полной энергии.

Третий механизм рекуперации энергии.

Вследствие того, что мышцы человека работают только на сокращение, основному движению предшествует движение в противоположном направлении. Происходящее в таких предварительных движениях растяжение мышц приводит к накоплению в них энергии упругой деформации, используемой затем в основном движении. Если быть совсем точным, то растягиванию подвергаются мышечно-сухожильные структуры. Степень использования энергии упругой деформации зависит от условий выполнения движений, в частности, от времени между растягиванием и укорочением мышц. При увеличении паузы между предварительным растягиванием и последующим укорочением за счет релаксации мышц и сухожилий снижается энергетическая экономичность. Интервал времени, за который должна накопиться и использоваться энергия упругой деформации, определяется постоянной времени релаксации, например, для сгибания коленного сустава она равна 1,4 с. Если время движения больше времени релаксации, накопленная энергия полностью рассеивается и последующая фаза движения осуществляется только за счет метаболической энергии мышечного сокращения. По разным данным, рекуперация энергии в мышечно-сухожильных структурах составляет от 6 до 37%.

МИКРОРОБОТЫ

Работы по созданию роботов с характеристическим размером компонентов в диапазоне от 1 мкм до 1 мм относят к области микроробототехники. Исследования в этой области начались с создания микроэлектромеханических систем (МЭМС), когда методы производства полупроводниковой электроники были применены для получения миниатюрных механических устройств. Примерами МЭМС могут быть современные акселерометры, гироскопы, сенсоры и биочипы. Однако устройство роботов существенно сложнее устройства сенсоров, поэтому размеры микроботов пока превышают порог 1 мм.

Микроробот MARV

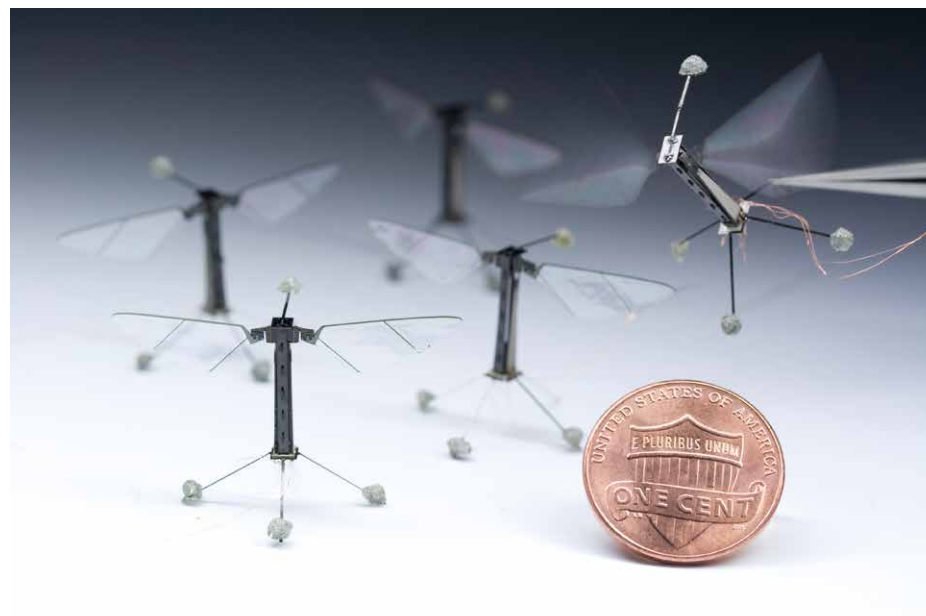
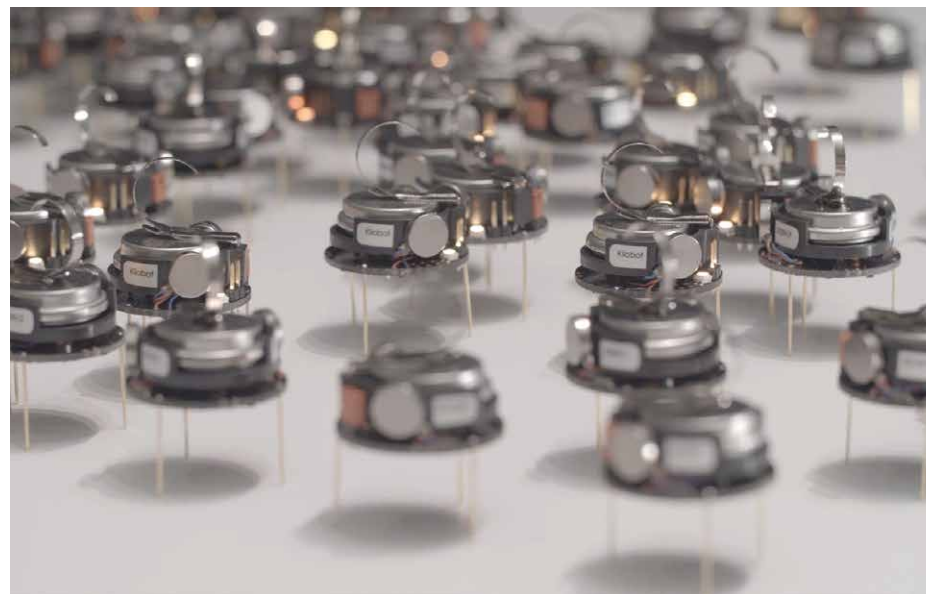
Одним из самых компактных роботов, информация о котором находится в открытом доступе, является микроробот MARV. Это устройство было разработано в 2001 году компанией Sandia, входящей в группу Lockheed Martin, по заказу Министерства энергетики США. Робот размером порядка 2 см был способен преодолевать расстояние 50 см за минуту.

Проект Jasmine

Из современных разработок можно отметить проект Jasmine – микроробот размером 30 мм. Все программное обеспечение и проектная документация этого робота опубликованы под лицензией GPL и доступны для разработчиков. Стоимость компонентов устройства составляет менее 100 евро.

Kilobot

Еще одним примером является Kilobot – микроробот, разработанный исследовательской группой самоорганизующихся систем Гарвардского университета. Это устройство диаметром 33 мм питается от небольшой



батареи. Его особенностью является оригинальная схема движения за счет вибрации в двух ортогональных плоскостях.

В настоящее время подобные разработки используются учеными для исследования механизмов группового поведения и самоорганизации автономных систем – так называемого роя роботов. Когда роботы контролируются из одного центра, достаточно просто заставить их выстроиться в линию или в геометрическую фигуру. Однако если они предоставлены сами себе, то добиться от них кооперации и слаженных действий – это сложная задача. Данные разработки могут использоваться для управления поведением крупных роботов, включая взаимодействие военных роботов на поле боя, беспилотных летательных аппаратов или автономных транспортных средств. В будущем применение микроботов будет обусловлено их небольшими размерами, например, при поиске людей под обрушившимися зданиями.

Летательный аппарат RoboBee

Есть свои представители микроботов и в классе летающих устройств. Так в мае 2013 года группа разработчиков из Гарвардской школы инжиниринга и прикладных наук представили устройство RoboBee, которое представляет собой летательный аппарат с размахом перепончатых крыльев в 3 см. Так же, как и у настоящей пчелы, подъемная сила RoboBee создается за счет вибрации крыльев с частотой 120 Гц, приводимых в движение пьезоэлектрическим мотором. Пока робот не обладает собственным источником питания и может летать лишь с кабелем питания.

Основной трудностью при разработке микроботов в данный момент является проблема источников питания. Современные аккумуляторы имеют слишком низкую плотность энергии для использования в системах с размерами менее 1 см³. Одним из выходов является внешнее питание за счет резонансной передачи энергии. Так, роботы Jasmine не оснащены собственными батареями и могут двигаться только по специальной поверхности. Помимо индукции перспективными направлениями исследований являются передача энергии при помощи лазера или вибрации, а также использование биологических организмов, например, жгутиковых бактерий, для передвижения робота в питательной среде.

Эндоскопическая капсула «Ландыш»

В 2009 году в НИЯУ МИФИ началась разработка эндоскопической капсулы «Ландыш», позволяющей получать снимки пищевода пациента. В отличие от своего предшественника – капсулы PillCam израильской компании Given Imaging, у модели «Ландыш 4.0» появилась возможность фиксации внутри пищевода за счет расширения электроактивного полимера, что позволяет говорить о создании настоящего медицинского микробота. Развитие подобных технологий в будущем позволит проводить менее инвазивные вмешательства, например, для терапии атеросклероза или для адресной доставки лекарственных средств.

Возможным применением роя микроботов в будущем может стать создание программируемой материи, которая способна изменять свои физические свойства, прежде всего форму, в зависимости от поступающей извне информации. Понятие программируемой материи возникло, чтобы описать совокупность мелких компонентов, способных взаимодействовать между собой. Развитие технологий создания микроботов, называемых claytronic atoms (от англ. clay – глина и electronic – электроника), вполне возможно, приведет к появлению веществ, способных изменять форму, цвет и другие параметры в зависимости от программы. Исследования в области программируемой материи активно финансируются агентством DARPA с середины 2000-х годов.



ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ АВТОНОМНЫХ РОБОТОВ

Активное развитие и внедрение беспилотных транспортных средств привело к увеличению спроса на эффективные технологические решения в области источников энергии. Наиболее остро эта проблема стоит для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), в которых к компромиссу «энергоёмкость – стоимость» добавляется еще проблема массы. В некоторых типах устройств, в том числе в миниатюрных роботах, на первый план выходит проблеманедостаточной плотности энергии существующих источников. Наконец, в таких областях, как военная робототехника, принципиальное значение имеет бесшумность работы. Таким образом, развитие робототехники ставит новые конструкторские задачи в области разработки элементов питания.

Топливные элементы для летательных аппаратов

Крупные беспилотные летательные аппараты в качестве топлива используют авиационный керосин и в этом плане мало отличаются от обычных самолетов. Для БПЛА малого и среднего класса наиболее распространенным источником энергии являются литий-ионные аккумуляторы.

Основной проблемой аккумуляторных батарей для БПЛА остается низкая плотность запасаемой энергии по сравнению с традиционными авиадвигателями, работающими на керосине. Для преодоления этой проблемы разрабатываются водородные, метанольные, углеродные и алюминий-воздушные топливные элементы (ТЭ) в качестве основных или вспомогательных источников питания. К настоящему времени самыми зрелыми технологиями являются твердополимерные ТЭ на водороде.





Они уже начали использоваться в ряде коммерческих моделей небольших БПЛА.

Разработки в области водородных топливных элементов для БПЛА есть и в России. Лидирующие позиции в этом направлении занимает Институт проблем химической физики РАН в г. Черноголовка. В частности, в июле 2014 года группа профессора Ю.А. Добровольского продемонстрировала систему энергообеспечения для беспилотных самолетов, разработанных Центральным институтом авиационного моторостроения им. П.И. Баранова. Отличительной особенностью системы является способность работать при низких температурах (до минус 40–60° мороза), что критично при использовании БПЛА на больших высотах, а также большая продолжительность полета.

Достаточно перспективной альтернативой водородному топливу является использование метилового или этилового спирта – как с точки зрения большей безопасности хранения, так и благодаря более простой логистике, налаженным системам производства и относительно низкой себестоимости. Топливные элементы (ТЭ) с прямым окислением метанола (DMFC), обладающие более высокой удельной энергоемкостью по сравнению с другими видами ТЭ, по мнению многих экспертов, в будущем могут стать одним из самых эффективных источников энергии для беспилотных летательных аппаратов малых и средних классов. В борьбу за лидерство на рынке ТЭ для БПЛА уже включились многие серьезные игроки, в том числе Boeing, Israel Aerospace Industries и Ultracell.

Многие амбициозные разработки источников энергии БПЛА, которые бы обладали многодневным полетным ресурсом, до сих пор не принесли сколько-нибудь серьезных результатов. Так Министерством обороны США были свернуты проекты: Vulture (планер на солнечных батареях, рассчитанный на беспосадочный полет в течение нескольких лет), HALE-D (дирижабль на солнечных батареях), Global Observer и Phantom Eye (планеры на водородном топливе), LEM-V и Blue Devil 2 (гибридные аэростаты). Подобная участь постигла и проект БПЛА от Northrop Grumman, работающего на компактном ядерном реакторе с гелиевым контуром охлаждения.

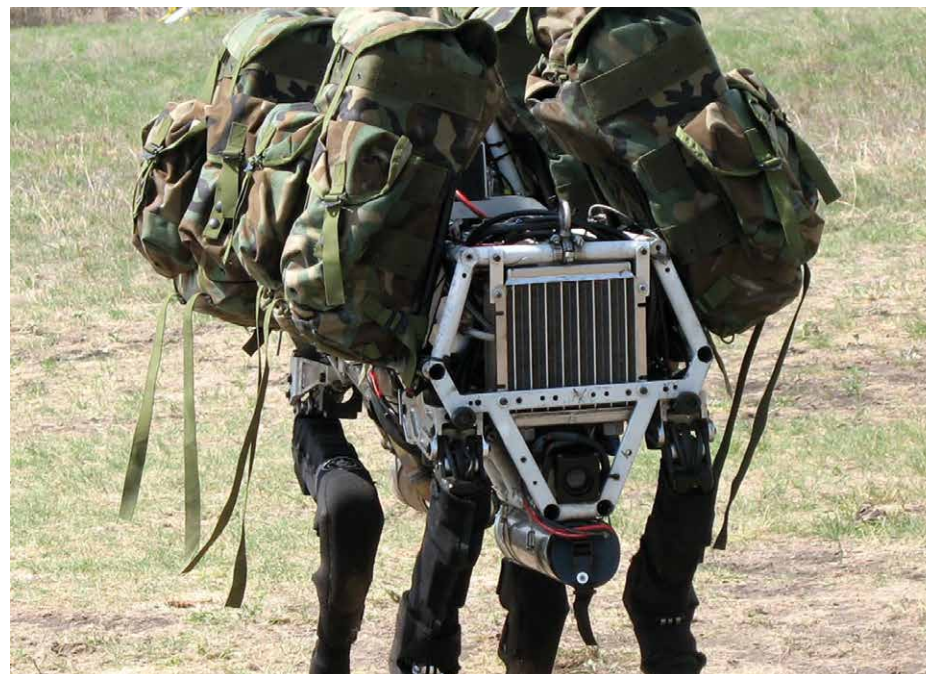
Zephyr

Пока лидером по времени полета остается Zephyr – сверхлегкий аппарат с питанием от солнечных батарей, разработанный британской оборонной компанией QinetiQ. В июле 2010 года он поставил абсолютный мировой рекорд по продолжительности полета, пробыв в воздухе целых две недели. Однако, по заявлению опрошенных российских разработчиков, источники питания уже не являются главным ограничивающим фактором при эксплуатации БПЛА, особенно в трудных погодных условиях: на первый план выходят проблемы обледенения, отказа узлов и потери связи. Среди специфических требований военных к энергосистемам БПЛА можно отметить низкую температуру эксплуатации и низкий уровень шума, что делает топливные элементы наиболее перспективным источником питания, особенно для небольших разведывательных аппаратов.

Источники питания для наземных мобильных роботов

Как и в случае с летательными аппаратами, основным источником инноваций в этой области являются военные разработки. Наличие источников питания с высокой плотностью энергии критично для экзоскелетов и другой военной робототехники. Примером таких исследований могут служить проекты Strand A и Strand B компании QinetiQ, реализуемые при поддержке Министерства обороны Великобритании. В рамках этих исследований разрабатываются переносные топливные элементы на метаноле и боразане соответственно.

Наиболее перспективные исследования ведутся в области использования жидких углеводородов, которые имеют большую плотность энергии, чем аккумуляторы и топливные элементы. Даже при 20% эффективности двигателя внутреннего сгорания плотность энергии остается в 5 раз выше, чем у цинк-воздушных топливных элементов, и в 17 раз выше, чем у литий-полимерных аккумуляторов, обеспечивая стабильное напряжение



во время использования. Перспективным направлением исследований остается создание миниатюрных (порядка 1 см) роторных двигателей внутреннего сгорания.

Двигатели на традиционном жидком топливе остаются наиболее распространенным вариантом для автономных роботов. Шагающие роботы в ранних моделях BigDog использовали энергию двигателя внутреннего сгорания от гоночного карта, который приводил в действие гидравлическую систему устройства. Первые образцы были весьма шумными и не пригодными для использования в боевых операциях, поэтому позднее DARPA выделила 10 млн долларов США на доработку модели LS3, которая была избавлена от недостатков прототипа.

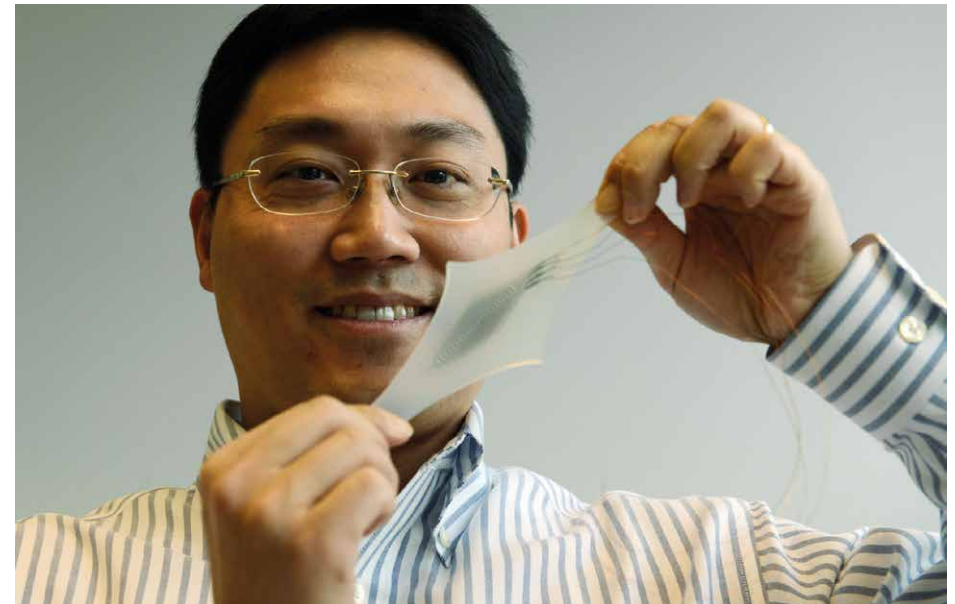
МЯГКИЕ РОБОТЫ

Одной из основных областей исследований в робототехнике последних десяти лет стало создание так называемых мягких роботов. Ученые и полевые инженеры долгое время взаимодействовали с роботами с жестким корпусом, форма которых часто копировала форму человека или животных с жестким скелетом.

Преимуществом таких устройств является их способность двигаться по математически рассчитываемой траектории, а жесткие конечности могут сгибаться и разгибаться только вокруг одних и тех же осей. Но для того чтобы такие роботы не врезались в препятствия, необходим тщательный расчет их движений и подробная обратная связь. И даже при этом их движения могут быть беспорядочными или даже опасными при взаимодействии с людьми, другими объектами, необычной окружающей средой или другими непривычными условиями.

Для роботов, при создании которых вдохновлялись формой осьминогов, гусениц или рыб, такой проблемы попросту не существует. Не требующие серьезных (и часто некорректных) вычислений, мягкие роботы изготавливаются из эластичных материалов и могут просто менять свою форму в соответствии с окружающей средой. Несмотря на то, что в конструкции некоторых из них используются пружины и провода для имитации движения мышц или сухожилий, как вид, мягкие роботы превосходят тех, что имеют жесткий каркас и что определяли собой предыдущие поколения роботов. Так как у них нет деталей наподобие костей или суставов, эти устройства могут растягиваться, скручиваться, сминаться и сжиматься так, как раньше роботы были не способны. Они могут менять свою форму и размер, обвиваться вокруг объектов и даже касаться людей более безопасно.

Для того чтобы робот точно «знал», как именно и в какой последовательности приводить в движение множество шарниров, требуются наличие соответствующей программной оболочки, тщательно контролируемые условия и постоянная обратная связь. Стандартные роботы могут не справиться с задачами, которые не соответствуют запрограммированным





параметрам, а в нестандартных условиях окружающей среды они могут полностью выйти из строя. Чаще всего роботы размещают за ограждениями, чтобы защитить работников от непреднамеренного вреда.

За последнее десятилетие это стремление привело к повышенному интересу к разработке более легких и дешевых устройств, которые могли бы справляться с непредвиденными и нестандартными ситуациями, а также напрямую взаимодействовать с человеком.

Подогревают интерес к сфере и недавние достижения в создании полимеров: в частности, появление новых технологий литья, формовки и 3D-печати полимеров произвольной формы. Это позволило робототехникам более свободно экспериментировать с созданием мягких роботов.

Стандартные датчики положения и силы – жесткие или полужесткие электронные компоненты – не всегда подходят для установки на мягких роботах, которые способны менять форму в довольно широких пределах.

Некоторые инженеры пытаются решить эту проблему путем разработки гибких датчиков. В Университете Карнеги Меллон в Пенсильвании Йонг-Лэ Парк работает над созданием клейких элементов, которые содержат жидкометаллические интегральные схемы, заключенные между пластинками из силиконового каучука. Эти жидкие схемы, находясь в различных конфигурациях, будь то спирали или полосы, могут передавать информацию о том, сжимается или растягивается устройство и в каком направлении.

Гибкие датчики могут найти применение в носимой робототехнике. При поддержке Министерства обороны США Конор Уолш из Гарварда разработал мягкий «экзоскостюм» – более комфортный аналог экзоскелета из фильма «Железный человек», который бы позволил солдатам переносить тяжелые грузы на значительные расстояния. По словам Уолша, испытатели все еще чувствуют, что костюм помогает им двигаться, но ходить в них «вполне естественно», что является положительным отличием от традиционных экзоскелетов. Вместо громоздких, жестких панелей, в костюмах Уолша используются ремни из нейлона, полиэстера и спандекса, расположенные в специальных точках вдоль ног. Информация с датчиков помогает отслеживать походку пользователя и помочь в нужный момент. Следующим шагом, рассказывает Уолш, станет внедрение гибких датчиков для повышения комфорта.

НАНОРОБОТЫ

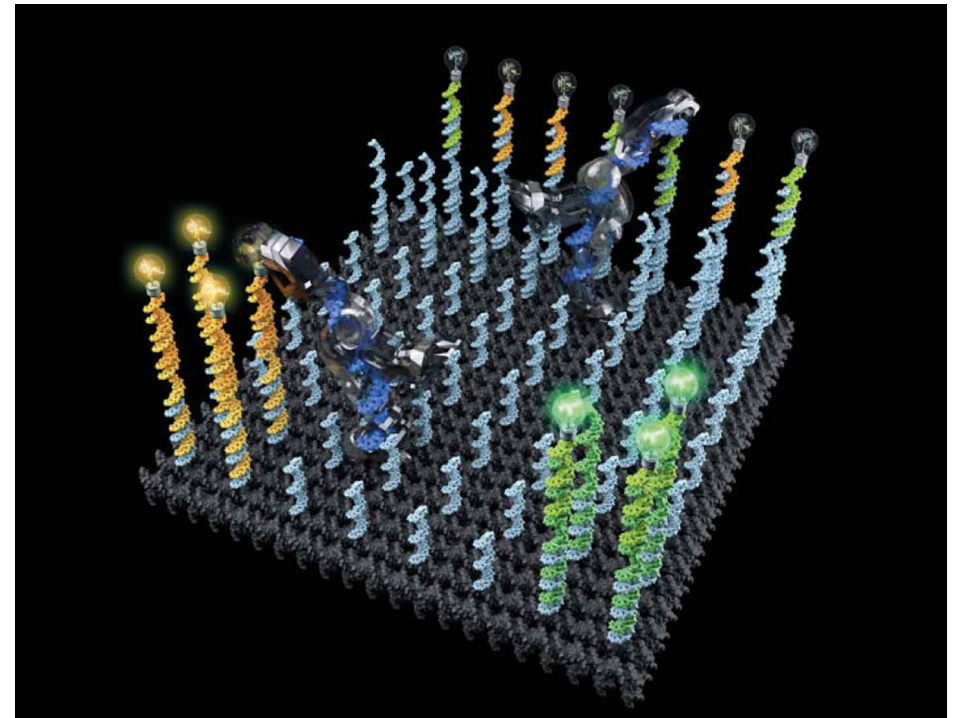
Нанотехнологии - это технологии, оперирующие величинами порядка нанометра. Это ничтожно малая величина, в сотни раз меньше длины волны видимого света и сопоставимая с размерами атомов.

Нанотехнологии имеют большой потенциал коммерческого применения для многих отраслей, и соответственно помимо серьезного государственного финансирования, исследования в этом направлении ведутся многими крупными корпорациями.

Основные направления развития наномедицины:

- Лаборатории на чипе, направленная доставка лекарств в организме
- ДНК - чипы (создание индивидуальных лекарств)
- Искусственные ферменты и антитела
- Искусственные органы, искусственные функциональные полимеры (заменители органических тканей). Это направление тесно связано с идеей искусственной жизни и в перспективе ведёт к созданию роботов, обладающих искусственным сознанием и способных к самовосстановлению на молекулярном уровне.
- Нанороботы-хирурги (биомеханизмы осуществляющие изменения и требуемые медицинские действия, распознавание и уничтожение раковых клеток). Самым радикальным применением нанотехнологии в медицине будет создание молекулярных нанороботов, которые смогут уничтожать инфекции и раковые опухоли, проводить ремонт повреждённых ДНК, тканей и органов, дублировать целые системы жизнеобеспечения организма, менять свойства организма.

Нанороботы или молекулярные роботы могут участвовать (как наряду с геной инженерией, так и вместо нее) в перепроектировке генома клетки, в изменении генов или добавлении новых для усовершенствования функций клетки. Важным моментом является то, что такие трансформации в перспективе, можно производить над клетками живого, уже

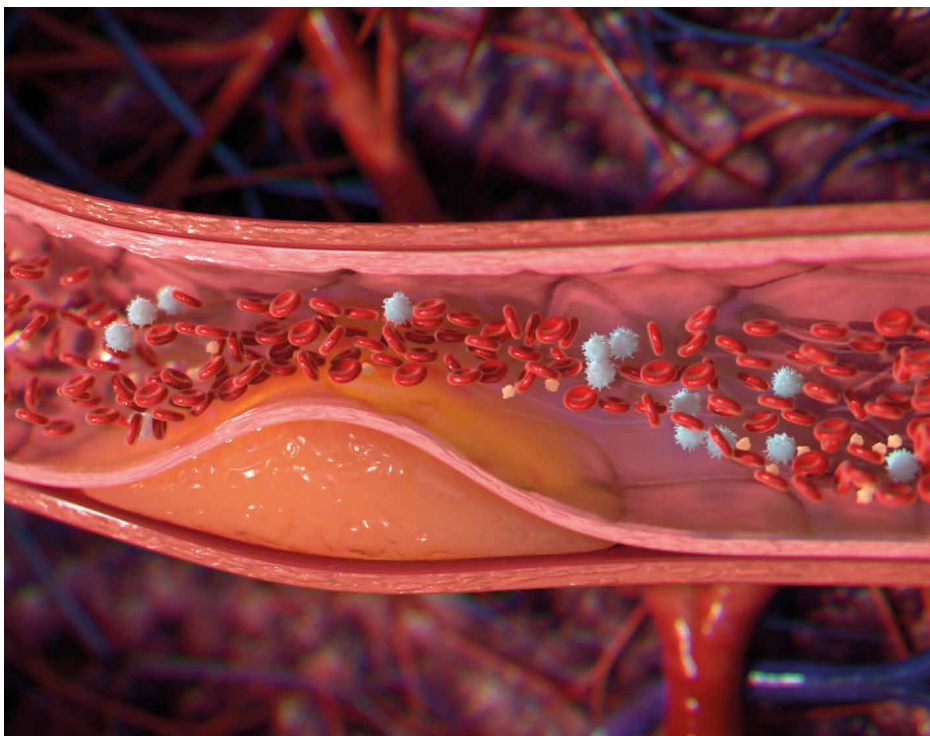


существующего организма, меняя геном отдельных клеток, любым образом трансформировать сам организм.

С каждым годом микроробототехника существенно продвигается вперед. Только за последнее десятилетие в этой сфере появилось сразу несколько прорывных технологий. К ним относятся:

ДНК-нанороботы.

Учёные обнаружили возможность создания нескольких нанороботов на основе нитей ДНК. Эти ДНК-наноботы представляли собой свернутые особым образом и имеющие заданную последовательность молекулы ДНК, которые, попав в среду живого организма, начинали разворачиваться и взаимодействовать друг с другом и с клетками этого



организма. ДНК химические частички могли действовать согласно заложенной в них программе на процессы жизнедеятельности клеток организма или выступать в качестве лекарственных препаратов. Во время эксперимента ДНК-нанороботы показали высокую точность функционирования и взаимодействия между собой, граничащую с точностью работы компьютерной программы.

Наноробот – морской гребешок.

Ученые сконструировали необычного микроскопического робота для передвижения по жидкостям человеческого тела. Отличает его от всех

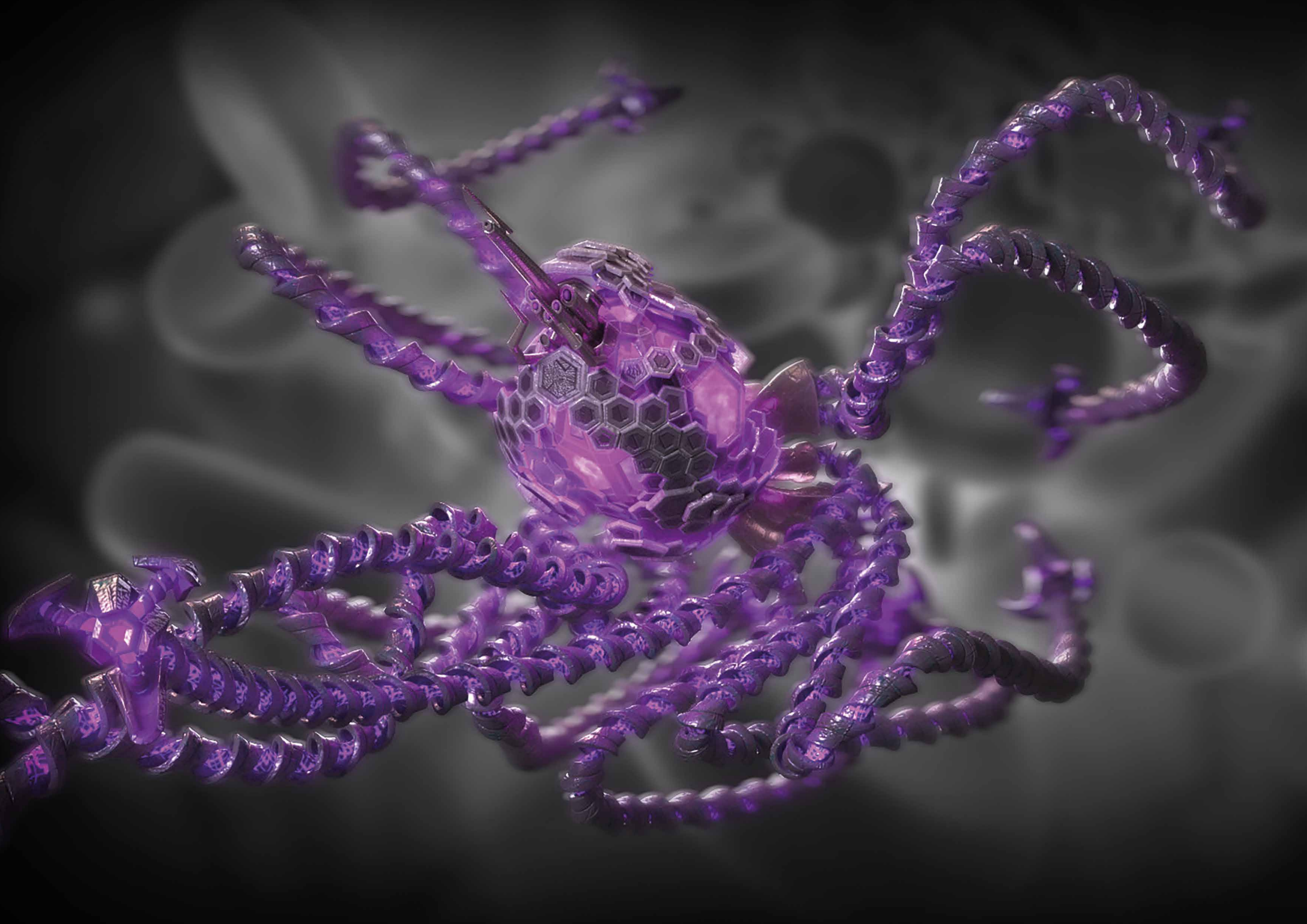
прежних прототипов сходство с морским гребешком. Подобно этому моллюску наноробот способен передвигаться за счет движений створок «раковины» с помощью реактивной тяги. При этом роботу достаточно энергии внешнего электромагнитного поля, что позволило обойтись без источника питания и уменьшить размеры раковины.

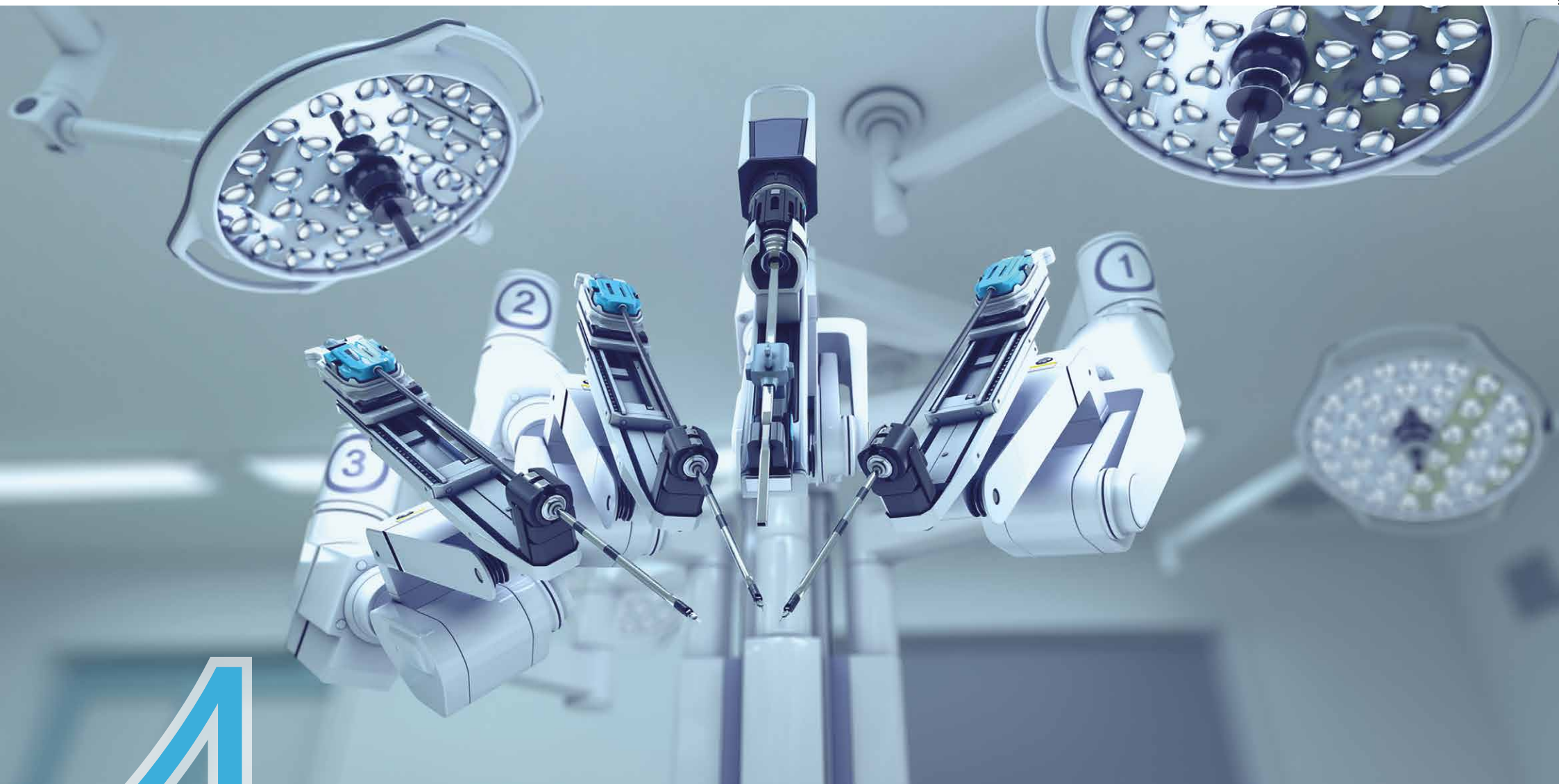
Цинковые «наноракеты».

Исследователи создали нанороботов, способных перемещаться внутри живого организма и доставлять груз лекарственных препаратов в необходимое место, не влияя на организм. Микродвигатель этих «молекулярных машин» имеет химическую природу и продвигает наноботов за счет пузырьков газа, выделяющихся в ходе реакции между жидкостью внутри организма и материалом, находящемся в двигателе. Нанороботы-врачи вводились в пищеварительный тракт животного и достигали его желудка, где цинк начинал реагировать с соляной кислотой, входящей в состав пищеварительных соков. Выделяющийся при этом водород вырывался из внутренней полости трубок-наноботов, превращая их в подобие миниатюрных ракет.

Преимущества медицинской нанотехнологии над обычной терапией, заключающейся в химическом воздействии на заболевание посредством введения лекарственных препаратов, состоит в том, что она обеспечивает создание в организме необходимой среды, в которой происходит процесс заживления.

Применение нанотехнологий в области медицины является перспективным направлением, главная роль которого заключается, не только в борьбе с заболеваниями, но и профилактике их. Ученые считают, что потенциал нанороботов практически безграничен. В будущем при достаточном уровне развития технологии эти микроскопические устройства смогут в прямом смысле преобразить наш мир.





4

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОВ (ОСНОВНЫЕ РЫНКИ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОВ В МЕДИЦИНЕ

Различные виды медицинских роботов уже сегодня выполняют широкий круг задач, но даже в будущем, когда машины станут более совершенными, им вряд ли можно будет полностью доверить принятие важных решений. Скорее всего, и сложные манипуляции, самостоятельно проводимые робототехническими устройствами, также будут контролироваться человеком. В целом можно выделить несколько основных направлений, по которым развивается использование роботов в медицине. С одной стороны, это освобождение от рутины, с другой – качественное улучшение лечения и решение нестандартных, сложных задач. Рассмотрим, как роботы-помощники влияют на уровень развития медицины.

Помощь в рутине

Как и во многих других сферах, робототехника в медицине помогает врачам с решением однотипных задач, отнимающих много сил и времени, но не требующих значительных мыслительных усилий или принятия решений. К таким можно отнести регистрацию пациентов, работу с электронными картами, предоставление справочной информации. Робот-секретарей уже сейчас разработано достаточно много, и используются они в самых разных отраслях. Вполне вероятно, что в будущем интеллектуальные роботы возьмут на себя внушительную часть административной работы в медучреждениях.

Впрочем, некоторые устройства, способные работать в качестве секретарей, разработаны специально для медицинской сферы. Например, Hospi от Panasonic снабжен защищенной камерой для перевозки лекарств или документов, которую можно открыть только ID-картой. Помимо такой работы на службе в больнице или поликлинике это устройство может отвечать на вопросы пациентов и посетителей и сопровождать их в нужное место.



Робот Hospi от Panasonic

Пригодятся медучреждениям и специализированные «курьеры», развозящие лекарства, инструменты, белье, еду и все прочее, что только может быть перевезено. Одни из наиболее известных таких машин – TransCar LTC 2 (платформа, на которую можно поставить в том числе объемные контейнеры) или Tug (напоминает передвижной шкафчик).

В свою очередь, Omnicell M5000 оптимизирует работу с лекарствами. Часто больным назначается несколько препаратов одновременно, и данная машина формирует соответствующие «наборы» для каждого пациента на несколько дней, раскладывая таблетки и капсулы по блистерам. Скорость Omnicell M5000 – 50 наборов в час, когда как у специалиста-человека в среднем – 4 набора в час. Пациентам робот помогает тем, что фасует лекарства согласно назначениям врача. То есть вам уже не надо думать, сколько раз в день принимать тот или иной препарат, – они уже будут распределены по ячейкам блистера в нужном количестве. Данное устройство – прекрасный пример, как интеллектуальная робототехника может взять на себя рутинные задачи, чтобы освободить людям время для чего-то более важного.

Решение сложных задач

Конечно, применение роботов в медицине целесообразно и в тех случаях, где требуется исключительно тонкая работа. Интеллектуальные устройства способны сделать лечение более эффективным и менее травматичным для пациента, снизить риск развития осложнений. Одна из наиболее «роботизированных» областей медицины – хирургия. Роботы в буквальном смысле становятся руками врачей, участвуя в сложнейших операциях.

Система da Vinci

Наиболее известным и высокотехнологичным роботизированным хирургом можно назвать систему da Vinci. На данном этапе робот не оперирует сам, а лишь подчиняется командам врача. Последний сидит за специальной консолью и управляет машиной с помощью джойстиков



Система da Vinci.



Cyberplasm

и педалей. За работой он наблюдает через специальный экран, куда выводится многократно увеличенное 3D-изображение в HD-качестве.

Еще один ассистент находится у самого робота и помогает переключаться между инструментами. Задачи медицинских роботов da Vinci весьма широки: с их помощью проводятся операции (в том числе сложные и/или нетипичные) на сердце, щитовидной железе, на органах таза и брюшной полости.

Осенью 2017 года появилась информация, что в России готовится к промышленному производству аналогичный робот-хирург, по ряду параметров даже превосходящий da Vinci. Особенно подчеркивалось, что отечественная система позволит проводить операции удаленно – например,

кардиохирург из Санкт-Петербурга сможет управлять роботом, находящимся, допустим, в Тюмени. На месте процесс будет контролировать хирург общего профиля. Такие «удаленные» системы разрабатываются и другими компаниями. Например, робот Raven из США, который, помимо прочего, обладает искусственным интеллектом и дает врачу подсказки, как можно поступить в той или иной ситуации.

Новые возможности

Медицинская робототехника может дать врачам большое количество новых возможностей. Особенно актуальными здесь являются такие области, как доставка лекарств непосредственно к определенному месту в организме, обследование органов «изнутри», точечное уничтожение вирусов и раковых клеток или, например, прочищение сосудов от бляшек. Эти задачи будет решать особая группа устройств – программируемые нанороботы, которые будут настолько малы, что смогут свободно перемещаться внутри организма.

Cyberplasm

В качестве примера нанороботов приведем британско-американскую разработку для диагностики – Cyberplasm. Предполагается, что миниатюрные устройства будут перемещаться по организму и передавать врачу необходимые данные, при этом в качестве источника энергии для Cyberplasm выступит глюкоза крови.

Bacteriorobot

Интересен и проект из Южной Кореи – Bacteriorobot. Эти роботы «живут» в видоизмененных клетках сальмонеллы и обучены распознавать раковые клетки за счет выделяемых ими веществ. Обнаружив их, роботы направляются к ним и «передают» дозы лекарства, не затрагивая здоровые ткани.



Диагност IBM Watson

Изначально этот суперкомпьютер был создан не для медицинских целей, но нашел свое применение в том числе в качестве диагноста. Главная задача IBM Watson – отвечать на вопросы пользователя, сформулированные на естественном языке. Ответы машина ищет в своей более чем обширной базе данных. Например, когда IBM Watson готовили к работе с врачами, он изучил свыше 600 000 медицинских документов и 25 000 историй болезни, при этом робот постоянно совершенствуется.

Сейчас он используется в больницах для определения диагноза и способа лечения. Врач загружает в суперкомпьютер сведения, полученные от пациента, симптомы, результаты анализов и прочую информацию, IBM Watson ее анализирует и выводит результат. При необходимости диагноз всегда можно скорректировать (например, если обнаружили новые симптомы). Несмотря на то что робот ставит правильные диагнозы на 40% чаще, чем врачи, окончательное решение, согласиться с предложенным решением или нет, принимает все же человек.



Теледоктор InTouch Vita (PR-Vita)

Развитие телемедицины предполагает создание специальных устройств, благодаря которым врач сможет удаленно давать консультации или даже производить диагностику. Один из таких роботов – InTouch Vita, или PR-Vita, созданный компаниями iRobot и InTouch Health. Благодаря этой разработке, врач, находящийся в любой точке земного шара, где есть интернет, способен общаться со своим пациентом так, как будто действительно стоит у его кровати. Удаленного доктора можно подключить к аппаратам УЗИ, цифровому стетоскопу и другим приборам; также поддерживаются USB-носители. Важно, что робот собирает и хранит всю информацию о пациентах, поэтому доктор всегда может получить доступ к нужным сведениям.



Массажист Emma

Данный робот был разработан в Сингапуре компанией AiTreat с целью проведения лечебного массажа для пожилых людей, тех, кто получил спортивные и иные травмы или просто испытывает боли в спине. Важная особенность робота Emma, что он отслеживает состояние мышц и сухожилий, формирует оптимальную программу для каждого пациента и контролирует достигнутый прогресс (или обращает внимание врача на его отсутствие).



Роботы-пациенты

Современные технологии предлагают врачам целый ряд реалистичных и «умных» манекенов, предназначенных для отработки различных навыков. Например, (младенец) и PediaSIM (6-летний ребенок) разработаны для педиатров, несколько симуляторов рожениц и их детей (в том числе недоношенных) - для акушеров. Для реаниматологов созданы роботы Code Blue III (линейка включает модели взрослого и ребенка), HPS или, например, iStan. На них можно отрабатывать помощь при инфаркте, использование дефибриллятора, непрямой массаж сердца. Свои робопациенты есть у ЛОРов, офтальмологов, стоматологов, проктологов и специалистов многих других медицинских специальностей.

АВТОНОМНЫЕ РОБОТЫ

Автопилотируемые машины

Автопилот – это программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий следование по заданной траектории без непосредственного участия человека. Автопилотами оснащено большинство современных судов гражданской авиации, которые способны заходить на посадку и приземляться без вмешательства пилотов. Более того, в случае захвата злоумышленниками самолет может быть лишен возможности управления человеком по команде из центра управления. Современные морские суда и поезда также оснащены системами автопилотирования.

Основной проблемой автопилотируемых автомобилей остается невозможность обеспечить стабильно высокую безопасность вождения. Используемые для навигации камеры могут давать сбой в плохих погодных условиях. В результате человек должен оставаться за рулем и быть готов принять управление автомобилем на себя. Основатель Tesla Motors Элон Маск заявил, что в течение трех лет будет достигнут уровень, когда автопилот сможет принимать 90% решений самостоятельно. Тем не менее обеспечить оставшиеся несколько процентов на пути к полной автономности – это невероятно сложная задача.

В целом представители крупнейших автопроизводителей сходятся во мнении, что коммерческие версии автопилотов для легковых автомобилей будут доступны к 2020 году. Однако их использование будет неравномерным и зависеть от региона. Вождение в крупных мегаполисах в условиях плотного дорожного движения намного сложнее, чем в пригородах с развитой транспортной инфраструктурой.

Кроме того, внедрение автопилота, как и других инноваций, будет происходить вначале в верхнем ценовом сегменте, постепенно перемещаясь на более доступные классы автомобилей. По оценкам экспертной компании IHS с 2025 по 2035 год ежегодные продажи роботизированных легковых автомобилей вырастут с 230 тыс. до 11,8 млн штук, что будет составлять 9% от мирового рынка автомобилей



в натуральном выражении. Из них примерно 4,8 млн автомобилей будут полностью автономными, а в остальных автопилот будет дополнять управление водителя.

Сегодня препятствием для массового распространения автопилотируемых автомобилей в большинстве стран является законодательство. В этом направлении постепенно появляются законодательные инициативы, позволяющие движение автопилотируемых транспортных средств. На конец 2013 года в четырех штатах США было разрешено движение автопилотируемых автомобилей при условии присутствия в машине человека. Несколько стран Европы и Сингапур разрешили проведение тестов автономных машин на дорогах общего пользования.

Беспилотные летательные аппараты

Развитие сегмента беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) также самым непосредственным образом связано с разработкой новых технологий навигации. В настоящее время БПЛА – коммерчески доступная технология, широко применяемая военными. Бизнес пока осторожно внедряет эти устройства, хотя несколько крупных компаний уже объявили о планах по использованию БПЛА. Так в декабре 2013 года глава компании Amazon Джефф Безос анонсировал создание службы экспресс-доставки Amazon Prime Air, которая будет способна обеспечить транспортировку груза до 2,2 кг при помощи октокоптеров в течение 30 минут после заказа. В августе 2014 года компания Google опубликовала информацию о разработке под названием Project Wing. В рамках этого проекта создано устройство для доставки, которое представляет собой крыло-планер с четырьмя электродвигателями и возможностью вертикальной посадки.

Стоит отметить, что используемые сейчас БПЛА беспилотными являются лишь в том смысле, что пилота нет на борту. Но устройство управляется человеком удаленно. Полностью автономные БПЛА сейчас находятся на этапе испытаний. В июне 2014 года Федеральное управление гражданской авиации США (Federal Aviation Administration, FAA) выдало первое разрешение на полеты такого устройства компании BP,

эксплуатирующей самолеты AeroVironment на Аляске для мониторинга своей инфраструктуры. Тем не менее 30 сентября 2015 года истекает срок, отведенный FAA Конгрессом США, в течение которого должны быть выработаны правила интеграции гражданских БПЛА в национальную аэрокосмическую систему.

Основным направлением разработок для стандартов в области полетов БПЛА является обеспечение безопасности полетов, которое будет исключать возможность столкновений, падений в случае выхода из строя, причинения ущерба людям, машинам и зданиям. Важным элементом безопасности является исключение возможности использования беспилотных аппаратов для совершения противоправных действий, начиная от террористических актов и заканчивая вторжением в личную жизнь. Кроме того, беспилотные летательные аппараты и системы их связи не должны нарушать работу пилотируемой гражданской авиации. Согласно прогнозам FAA, к 2020 году в США будет использоваться 30 тыс. БПЛА, что требует разработки новых централизованных автоматических систем для управления ими.

Помимо разработки наземных систем продолжается работа по усовершенствованию автопилотов самих БПЛА. Генеральный директор компании Robodem Александр Ершов отмечает, что основными задачами, стоящими перед разработчиками БПЛА, остаются проблемы со связью и сложность создания алгоритмов посадки, взлета и разворота в жестких погодных условиях, например, при сильных порывах ветра. Еще одной важной проблемой, по мнению основателя компании «Иноко» Дмитрия Морозова, является разработка надежных автопилотов, которые могут уберечь БПЛА от крушения при управлении неопытным оператором, что зачастую происходит на практике. Решение этих проблем будет определять, кто займет лидирующие позиции на быстро растущем рынке коммерческих БПЛА.

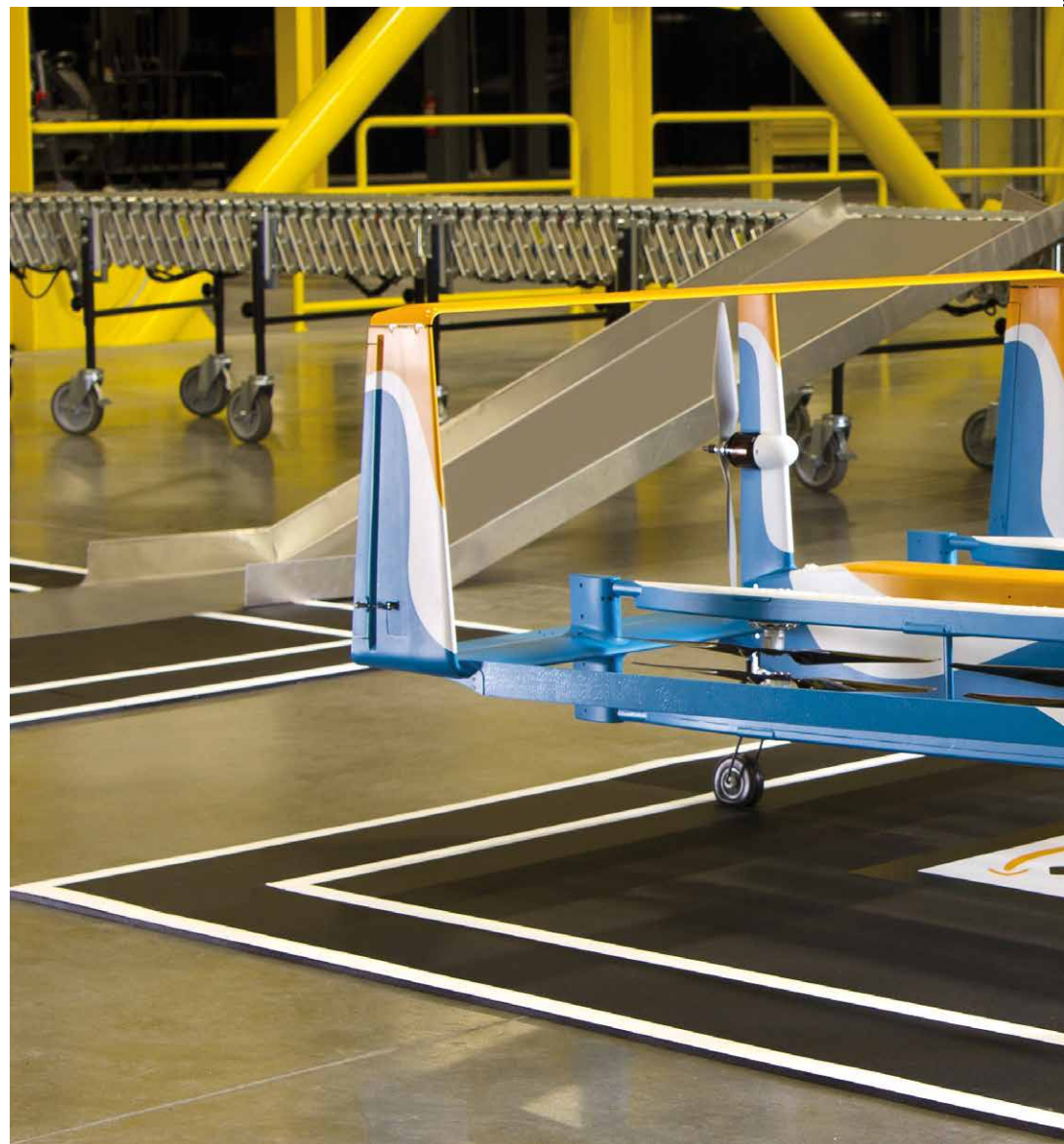
НАВИГАЦИЯ

Навигация в замкнутых пространствах

Под системой точного позиционирования внутри помещений (Indoor Positioning System) понимают программно-аппаратный комплекс, позволяющий решать задачу определение местоположения объекта, находящегося внутри помещения, с достаточной точностью. Если задача определения местоположения пользователя или объекта вне помещений успешно решается с помощью технологий GPS, ГЛОНАСС и др., то создание системы позиционирования в реальном времени (RTLS), способной определять координаты в зданиях или внутри шахт с высокой точностью, до сих пор остается актуальной задачей.

Технологии, используемые для позиционирования в закрытых пространствах, можно условно разделить на две группы: методы, для которых необходимо дополнительное оборудование, и методы, работающие в рамках существующей инфраструктуры. В первом случае для решения задачи точного позиционирования используются дополнительные устройства, располагаемые в пределах помещения и являющиеся приемниками и передатчиками какого-либо сигнала. В качестве таких передатчиков могут выступать инфракрасные лазерные передатчики, Bluetooth-маркеры, Wi-Fi или маяки; существуют передатчики сигнала, работающие на частотах, зарезервированных для телевизионного сигнала. Эти передатчики осуществляют связь с радиомаяком, находящимся у пользователя, и достаточно точно определяют его расположение.

Системы этой категории уже присутствуют на рынке. Например, крупнейший южнокорейский провайдер беспроводной связи SK Telecom представил в 2014 году систему, основанную на сетке Bluetooth-маркеров, привязанных к поэтажному плану помещения. Среди других примеров реализации технологии RTLS можно назвать системы EKANAU, Zebra Technologies и др. Все решения этого класса ориентированы на корпоративный сегмент, имеют высокую стоимость и требуют профессионального сопровождения в процессе внедрения.





Другое направление систем навигации в помещениях базируется на данных от сенсоров внутри устройства. Обычно системы этого класса используют акселерометры, информацию об уровне сигнала от Wi-Fi роутеров и других источников излучения, планы зданий, а также информацию о градиенте магнитного поля. Среди основных проблем подобных технологий можно отметить необходимость дополнительного радиочастотного картографирования. На точность позиционирования внутри зданий оказывает влияние возникновение радиотени и отраженные сигналы от металлических конструкций. Несмотря на заявляемую точность до 1 м, на практике пользователи сталкиваются с появлением «выбросов», когда устройство определяется в другом месте. Использование RTLS-технологий для навигации роботов внутри помещений пока не является достаточным решением поставленной задачи.

Основной проблемой indoor-позиционирования является ограничение по точности любых радиотехнологий. Нужно использовать комбинацию всех доступных технологий, чтобы решить задачу точного позиционирования внутри помещений.

Прогресс в области систем позиционирования будет востребован при производстве устройств, которые автономно перемещаются внутри зданий. Наличие систем позиционирования придаст импульс развитию систем удаленного присутствия. Среди прочих устройств, нуждающихся в качественных системах позиционирования, можно отметить не только роботизированную складскую технику, но и системы добычи полезных ископаемых, роботов телеприсутствия, домашних и офисных сервисных роботов, а также различные системы для внутрибольничной логистики. Еще одной важной сферой применения технологий навигации для роботизированных систем является автоматическое картографирование помещений.

В настоящее время существуют проекты получения высокоточных 3D-моделей интерьеров при помощи компактных мобильных дальномеров. Примерами могут служить российская компания GeoCV или американская Floored. Существуют проекты построения точных моделей зданий при помощи компактных коптеров. Подобные карты необходимы автономным роботам для навигации внутри помещений, например, для использования роботов во время пожара или при других внештатных ситуациях.

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОВ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Сварка

Сварка считается наиболее типичным процессом для внедрения роботов. Исторически роботизированная сварка начала широко применяться в автомобилестроении, и в настоящее время практически все автомобильные производства в мире оснащены конвейерами, которые могут состоять из нескольких сотен роботизированных комплексов.

По данным исследований, около 20% всех промышленных роботов используются в сварочных процессах (в США около половины). Вторым по значимости применением считается укладка грузов на поддоны, применяемая на предприятиях с высоким объемом продукции, в особенности в пищевых производствах.

Аргоннодуговая (TIG, MIG, MAG) или точечная сварка (RWS) с использованием робота обеспечивает более высокое качество изделий по сравнению с принятым сварочным процессом ручной или полуавтоматической сварки. Возможности периферийного оборудования позволяют обеспечивать полный контроль процесса, например, реализовать функцию бесконтактного слежения за сварным швом.

В настоящее время активно развивается применение роботизированной лазерной сварки (LBW), позволяющей лазеру сфокусироваться на точке с варьированием от 0,2 мм, с минимизированием теплового воздействия на изделие и высокой точностью и качеством сварки. Возможность выдержать сверхвысокие длины фокусировки (до 2 метров) и тем самым обеспечить дистанционную сварку существенно расширяет границы применимости сварочного процесса и увеличивает производительность



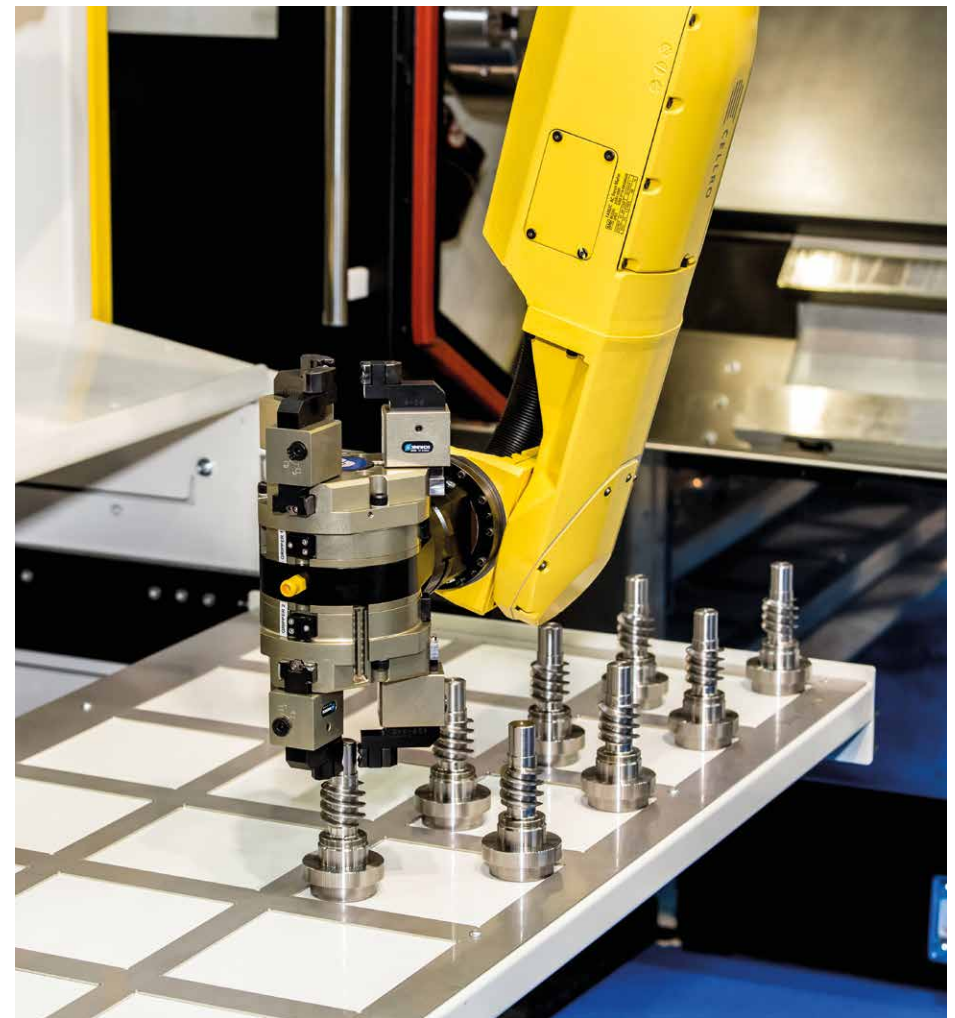
изготовления изделия. Лазерная сварка активно применяется в авиастроении, автомобилестроении, приборостроении, медицине и т.д. Переход на автоматическую сварку с использованием роботов минимизирует время цикла в несколько раз. Это достигается эргономичной конструкцией или модернизацией сварочной оснастки для обеспечения быстрого цикла сбора изделия, высокими скоростями перемещения робота и организацией поточного производства с обеспечением одновременной сборки сварки изделий. Необходимо отметить тот факт, что роботизированные системы являются единственной возможностью совмещения обрабатывающих операций, к примеру, обеспечения плазменного или лазерного раскроя, и последующей сварки с помощью смены горелки или режимов сварки без переустановки детали.

Также роботизация сварочного процесса позволяет интегрировать программы сварки в применяемые на предприятии CAD/CAM системы для обеспечения процесса цифрового производства.

Загрузка/выгрузка, позиционирование изделий

Автоматизация загрузки и выгрузки изделий – процесс, имеющий значение на любом современном производстве с высокой производительностью или большим весом и габаритами изделий. Так, роботы применяются для загрузки заготовок в металлообрабатывающие станки, выгрузки готовых изделий и укладки на соответствующие паллеты. Причем достаточно часто один робот обслуживает сразу нескольких машин и работает с разными изделиями, что удешевляет инвестиции в подобную автоматизацию и расширяет функционал внедряемого робота.

Примером такой автоматизации может служить 6-осевой робот КУКА в робототехнической ячейке, который снимает с поддона подлежащую обработке заготовку, например, режущую пластину или хвостовой инструмент. Режущие пластины устанавливаются на штифт. Затем робот размещает заготовку перед дверью ячейки, которая автоматически открывается.



Манипулятор робота через открытую дверь перемещается за пределы робототехнической ячейки к работающему заточному станку, на котором уже находится обработанная заготовка. С помощью второго захвата робот снимает эту заготовку, после чего вращающим движением захватной руки устанавливает новую заготовку.

Удаление шлака роботом

В Европе прослеживается тенденция к максимальному увеличению производительности за счет безостановочной круглосуточной работы, внедряется философия безлюдного производства, связанная со стремлением минимизировать расходы на персонал.

В СССР задачи сокращать ручной труд не ставили, робототехника применялась для автоматизации технологических машин, где могут существовать ограничения на труд человека, – штампов, прессов, гальванических ванн, нагревательных печей и т.д. Кроме того, человек может быть ограничен весом изделий. Так, для деталей от 2030 килограмм требуется применение дополнительного грузоподъемного оборудования. Внедрение автоматизации в литейных и кузнечнопрессовых цехах обусловливается необходимостью устранения тяжелых условий для рабочих и повышения качества производства: выгрузка тяжелых поковок, литейных заготовок, последующее охлаждение, загрузка в штампы для прессы и т.д. Не случайно, третье место применения роботов после загрузки/выгрузки занимает именно совмещение с кузнечно-прессовым и литейным оборудованием. Практически все процессы литья под давлением в Европе сопровождаются автоматизацией с использованием роботов.

Применение технологических систем на базе роботов может стать альтернативой использованию обычного специализированного на каком-либо технологическом процессе оборудования.

Внедрение робота представляет собой действительно гибкое решение, которое может в будущем использоваться и для иных задач или реализовывать вспомогательные операции, к примеру, сортировку различных изделий, удаление заусенцев, сборочные операции и т.д.





Металлообрабатывающие процессы с использованием роботов

Помимо сварочных и вспомогательных операций роботы могут применяться в самих процессах обработки, выступая альтернативой обрабатывающему оборудованию.

Раскрой материала

Промышленные роботы активно используются для операций раскроя металла с помощью плазмы, лазера и гидроабразивной резки. В отличие от традиционной установки плазменного раскроя плазменные горелки с применением робота могут осуществлять трехмерную резку, что актуально для обработки металлоконструкций, металлопроката (тавров, двутавров, уголков и т.д.), а также подготовки поверхностей под углом для дальнейшей сварки, вырезки различных отверстий и т.д.

Раскрой металла с помощью лазерной резки выступает альтернативой для трехмерного лазерного комплекса, позволяя выполнить любой раскрой в трехмерном пространстве. Данная технология широко используется в автомобилестроении, а также достаточно эффективна для обрезки краев изделий после штамповочных и формовочных операций. Роботизированная ячейка для лазерной резки может использоваться и для лазерной сварки, а также в дальнейшем совмещать двух роботов, использующих один источник.

Гидро или гидроабразивная резка роботом расширяет возможности раскроя до обработки любых трехмерных деталей, повышает производительность. Гидроабразивная резка отличается отсутствием теплового воздействия и возможностью обработки практически любых материалов. Так, гидроабразивная резка роботом используется для вырезки всех отверстий в стали толщиной 3 мм по корпусу автомобиля Renault Espace на заводе во Франции (Romorantin, France). Полный цикл вырезки отверстий занимает 2 минуты 30 секунд.

Гибка труб

Гибка труб роботом используется в ограниченном виде, представляя собой бездорновую гибку с помощью позиционирования заготовки роботом и использования сопутствующей гибочной головки. Преимуществом такой обработки является высокая скорость изготовления, возможность обработки изделий с уже существующими присоединительными элементами и одновременное совмещение с загрузкой/выгрузкой изделий тем же роботом. Такие системы используются в автомобилестроении, изготовлении металлической мебели и других товаров народного потребления, где применяется бездорновая гибка.

Фрезерование, сверление, удаление заусенцев и сварных швов

Использование роботов для фрезерования, сверления и обработки кромок металлов, пластмасс, древесины и камня – новая, динамично развивающаяся технология. Она стала возможна прежде всего благодаря увеличению жесткости и точности современных манипуляторов. Основные преимущества заключаются в практически неограниченной рабочей зоне робота (систему можно оборудовать линейной осью в несколько десятков метров), высокой скорости обработки и большом количестве управляемых осей. Например, типичная фрезерная ячейка на базе промышленного робота имеет 8 – 10 управляемых осей и позволяет получить максимальную гибкость обработки.

Зачистка заусенцев

Возможно использование самого разного приводного инструмента, пневматического и электрического, с воздушным и жидкостным охлаждением. Для снятия заусенцев с кромок деталей после фрезерования используются пневматический приводной инструмент с частотой вращения 35000 об/мин, а для фрезерования металлов – электрический шпиндель с водяным охлаждением, мощностью 24 кВт.

Отдельно стоит упомянуть такой тяжелый, трудоемкий процесс для человека, как зачистка сварного шва на изделии. Применение автоматизации



позволяет снизить воздействие вредных производственных факторов и существенно уменьшить время на выполнение зачистки.

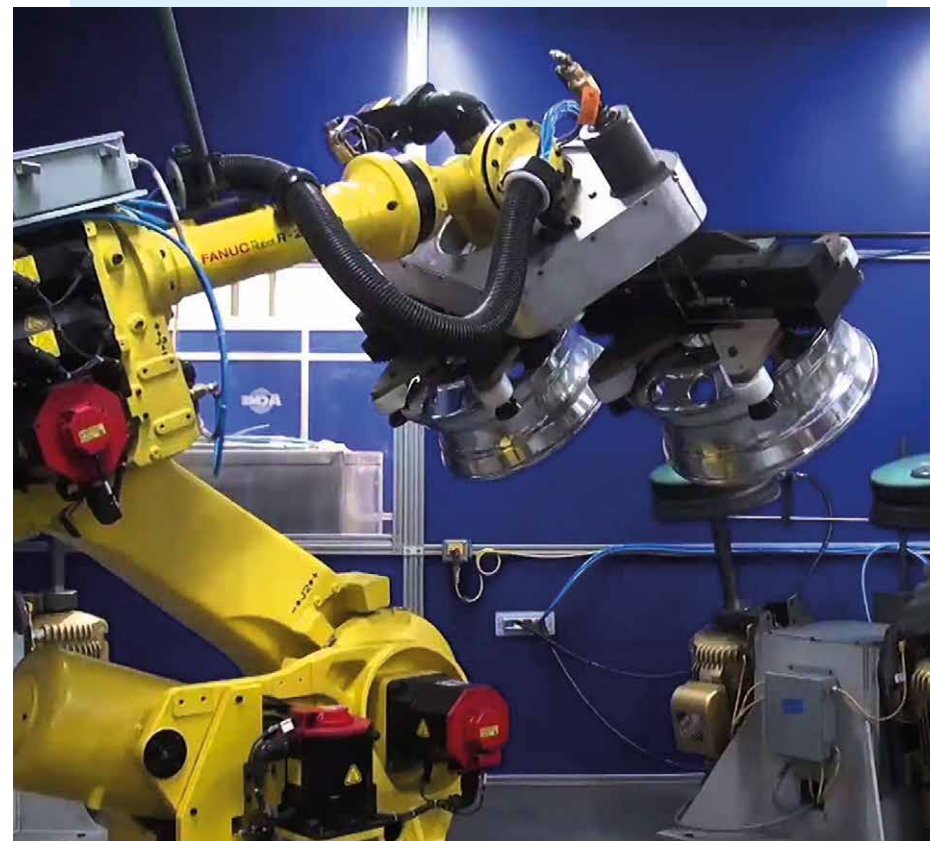
Полирование и шлифование

Шлифование металлических деталей – сложный и грязный процесс, крайне вредный для человека. В то же время его автоматизация довольно проста и не представляет проблемы для современных промышленных манипуляторов. Робот всегда сможет повторить траекторию движения шлифовщика, обеспечив при этом неизменную повторяемость и высокое качество обработки.

Процессы абразивной обработки поверхности можно разделить на два основных класса – шлифование и полирование. При шлифовании используют абразивные круги или ленты, съём материала может быть существенным, образуется много пыли. Полирование – более тонкий процесс, для которого применяются войлочные круги с абразивной пастой, съема материала при этом практически не происходит. Как правило, эти процессы комбинируют. Преимущество робота заключается в том, что он может обрабатывать деталь на нескольких абразивных инструментах поочередно, за один установ. Например, сначала снимается поверхностный слой на абразивной ленте, а потом деталь заполировывается на войлочном круге с автоматической подачей пасты.

Перспективы применения роботов

Достоинство робототехники – гибкость применения и возможность использования в практически неограниченном количестве процессов. Так, например, в авиастроительной отрасли в целях повышения качества при снижении ручного труда роботы начинают применяться в процессах клепки, обшивки фюзеляжа, выкладки композитных материалов, при различных работах в условиях ограниченного пространства. Активно распространяется применение роботов в измерительных системах. В США и Европе роботы используются в камерах очистки изделий под высоким давлением.



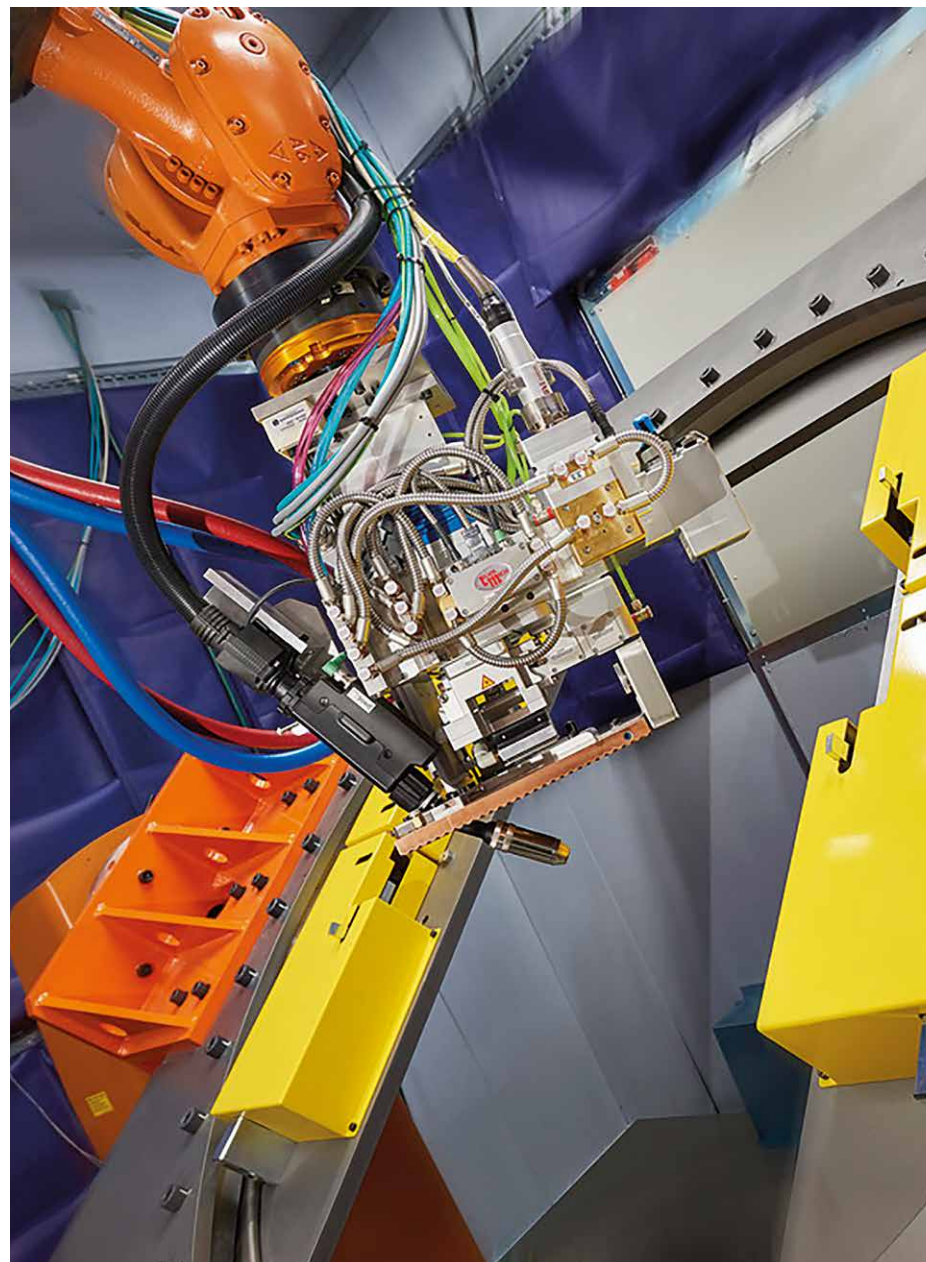
Вместе с тем, в отличие от стационарного ЧПУ оборудования, робот более широкофункциональная система, ориентированная на повышение качества и производительности производства и минимизацию ручного труда, приводящих в конечном итоге к положительному экономическому эффекту и повышению конкурентоспособности предприятия. А потому все больше российских интеграторов готовы решать задачи прикладного внедрения роботов в технологические процессы.

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОВ В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В основе изготовления трехмерного объекта путем послойного добавления материала, будь то жидкость (синтетическая смола), порошок или что-либо другое, лежат цифровые методы производства, в которых данные от системы автоматизированного проектирования (САПР) передаются на аддитивное технологическое оборудование. При этом можно использовать все, даже человеческие ткани. Уже в настоящее время возможности аддитивного производства позволяют создавать самые разнообразные структуры, от зубных протезов до уникальных компонентов самолета, целого моста и произведений искусства.

В данном случае робототехника позволяет обеспечить непосредственно процесс изготовления детали используя аддитивный метод, а также применяется для обслуживания машин трехмерной печати, которые автоматизируют последующую обработку полученных деталей.

В компании Midwest Engineered Systems Inc. (MWES), находящейся в городе Уокешо (Waukesha, штат Висконсин, США), для создания сложных металлических деталей, выпуск которых в противном случае был бы чрезвычайно трудоемким, если вообще возможным, в аддитивной технологии производства предусмотрено лазерное нанесение слоя. Процессом изготовления управляет 6-осевой шарнирный робот, на специальную подложку для создания металлических деталей он слой за слоем наносит лазером предварительно разогретую проволоку. Преимущества такой технологии заключаются не только в практически полном отсутствии ограничений на геометрию, но и в том, что металлы и сплавы для специального применения наносятся с высокой точностью и скоростью, достаточной как создания прототипов, так и выпуска небольших серийных партий сложных деталей, которые были бы чрезвычайно дороги при изготовлении более традиционными технологиями.



На международной выставке технологий производства Manufacturing Technology Show 2016 компанией MWES был представлен процесс послойного формирования весьма сложного по своей геометрии гребного винта.

Данная система получила название ADDere (от лат. addere – «прибавлять», «складывать»). Этот процесс в общем аналогичен аддитивному производству, где также используется лазер и проволока (Wire-laser additive manufacturing, WLAM), которая подается в точку плавления, формируемую лазерным лучом на подложке. Проволока и подложка образуют прочную металлургическую связь. Разница в том, что в данной технологии подается уже предварительно нагретая проволока.

Поскольку проволока, можно сказать, практически расплавлена, используется только та мощность и время воздействия лазера, которые необходимы для расплавления подложки в месте, требуемом для образования прочной связи с новым металлическим слоем. Если нет необходимости плавить и проволоку, и подложку, то, естественно, можно использовать меньшую мощность лазера. Кроме того, горячая проволока позволяет получить более высокое качество осаждения и меньшее негативное влияние тепла на конечную деталь.

Основными элементами системы являются высокоточный промышленный робот, лазерная система, интегрированные в нее проволока, предназначенная для дуговой сварки в среде инертного газа, лазерная головка, а также система управления, разработанная компанией MWES. Процесс предусматривает активное управление лазерной головкой и динамическое измерение толщины наплавления. Кроме того, выполняется тщательный мониторинг всех этапов процесса построения детали.

Что касается управления, данные САПР импортируются в программное обеспечение CAD/CAM, где они подготавливаются для аддитивного процесса. Затем деталь условно «нарезается» слоями, а путь прохождения робота по слоям генерируется уже в автономном режиме. Информация о процессе может быть добавлена автоматически или вручную. Сгенерированный путь и информация о процессе передаются через постпроцессор и автоматически направляются в контроллер робота. Затем робот выполняет программу и строит (обычно говорится «печатает») запрограммированную деталь слой за слоем.



Области применения данной технологии обширны и включают:

- Быстрое прототипирование
- Небольшие серийные партии для нужд производства
- Изготовление запасных частей
- Восстановление поврежденной поверхности
- Нанесение металлического покрытия

В системе ADDere используется высокоподвижный 6-осевой робот с большим радиусом действия. Он объединен с многоосевой системой позиционирования.

В зависимости от скорости наплавления достижимые в этой технологии допуски составляют $\pm 0,5... \pm 1,5$ мм. Необходимо отметить, что, как правило, здесь требуется определенная постобработка. Кроме того, надо

учитывать, что этот тип аддитивной технологии приводит к закалке материала, поэтому, чтобы снять внутренние напряжения, изменить механические свойства и получить равномерную и заданную структуру металла, потребуется отжиг детали.

Преимущества системы предполагают ускоренную разработку новых металлических деталей, быстрые изменения их конструкции или дизайна без дополнительных расходов на оснастку, а также низкие первоначальные затраты. Кроме того, одним из главных преимуществ данной технологии является возможность брать несколько деталей и объединять их в единое целое.

В качестве наглядного примера того, как концепция применения аддитивного процесса выходит на новый уровень, можно привести достижение компании GE Aviation, которая использовала эту технологию для своего двигателя Advanced Turboprop. Конструкторы компании GE смогли сократить число деталей в двигателе с 855 до 12 элементов. Причем более трети двигателя – детали конструкции, полученные методом 3D-печати. В итоге

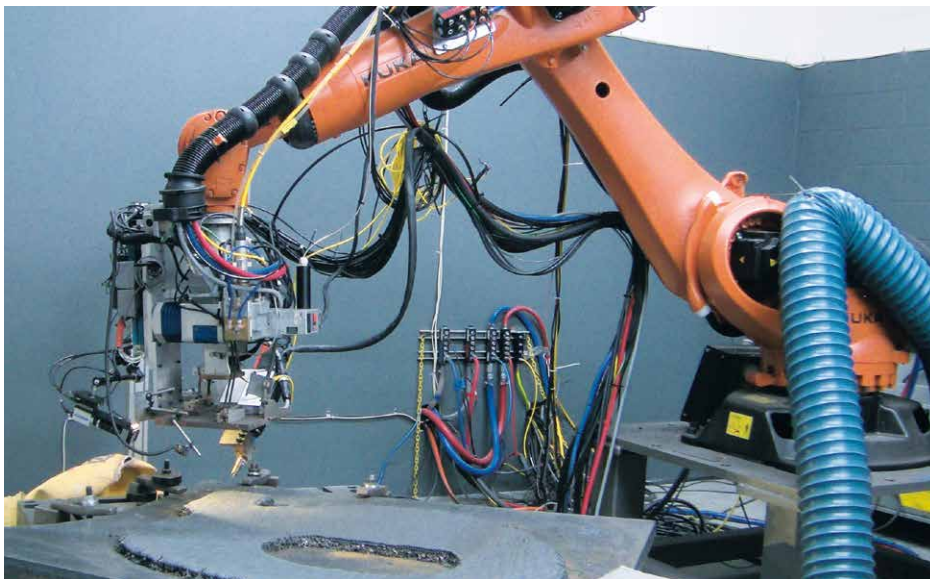
двигатель стал на 45 кг легче, проще в обслуживании, чем его предыдущая модель, и расходует на 20% меньше топлива.

Используя данную систему возможно не только изготовление деталей с получением произвольных металлических форм, но и допускается применение различных металлов на разных участках детали. Это позволяет придавать детали именно те характеристики, которые требуются для ее эксплуатации в конкретном приложении. Данный подход особенно выгоден с экономической точки зрения, поскольку для достижения особых свойств, таких как высокая износостойкость, можно «одеть» дешевый металл в дорогой металл или сплав, необходимый для специального применения. Этот процесс можно использовать и для ремонта, сначала обработав деталь стабильной структурой, а затем доведя ее до своего изначального состояния.

Получается деталь по свойствам, похожим на литье, но ближе к штамповке. По сравнению с субтрактивными (порошковыми) методами при использовании рассматриваемой технологии тратится меньше базового материала, потому что строится деталь, уже практически полностью готовая по форме.

В отличие от аддитивных процессов, основанных на применении спекаемого металлического порошка, где избыточный порошок остается в машине и нуждается в утилизации или идет в переработку, при использовании данной технологии практически нет отходов. Единственное, где можно столкнуться с потерей некоторой части материала, – это пост-обработка. Чтобы достичь нужной чистоты поверхности, необходимо обрабатывать внешнюю поверхность полученной заготовки. Но, как правило, такой обработке подвергаются лишь сопрягаемые поверхности, и полная механическая обработка детали не требуется.

Аддитивная система ADDere может найти свое применение в изготовлении деталей для авиационной, транспортной, грузоподъемной, морской, военной, нефтегазовой, строительной, горнодобывающей и сельскохозяйственной техники. Материалами, наиболее подходящими для этих целей, обычно являются металлы и сплавы специального применения, такие как нержавеющая сталь, алюминий, титан, кобальт, инконель (аустенитный никель-хромовый жаропрочный сплав, используемый для газовых турбин) и вольфрамовые сплавы.



В 2010 г. была основана компания Viridis3D, основная цель которой состояла в том, чтобы создать трехмерную печатную машину, более универсальную по типам материалов, которые она могла бы обрабатывать и функционировать в более жестких условиях, чтобы ее могли использовать непосредственно в литейном цехе. Команда Viridis3D сосредоточила свои усилия на индустрии литья в землю (литье в песчаные формы).

Существует достаточно много деталей, для которых действительно необходим 3D-принтер. Как правило, это такие детали, которые проблематично изготовить при помощи обычных технологических процессов обработки, например, полые детали, такие как литейные формы и стрелы, которые могут быть очень сложными внутри. В этом случае ценность технологии 3D-печати резко возрастает. Кроме того, отсутствует необходимость тратить на оснастку, инструменты и различное оборудование. Так же появляется возможность больше экспериментировать и рисковать в своем дизайне – это расширяет диапазон геометрических фигур и форм, которые могут быть созданы с помощью аддитивной технологии.

Несмотря на то, что роботизированная аддитивная система компании Viridis3D еще находится на стадии разработки, фирма начала сотрудничать с компанией EnvisionTEC, поставщиком решений для трехмерной печати. Благодаря такому сотрудничеству в начале этого года был выпущен первый роботизированный трехмерный специализированный для литейного производства принтер RAM 123.

Система использует стандартный 4-осевой робот для создания песчаных литейных форм для литья металлических деталей. Робот оснащен дозатором материала, который распределяет песок, и печатающей головкой, добавляющей в песок жидкое связующее. Распределяя песок и дозирующее связующее с заданными перерывами, роботизированный трехмерный принтер слой за слоем создает готовую литейную форму.

Печатающая головка может быть тяжелой, особенно при работе с песком. Поэтому компания выбрала 4-осевого, а не 6-осевого робота. Такой выбор предпочтителен, поскольку робот имеет большую грузоподъемность.

Специфика применения данной технологии такова, что печатные элементы работают должным образом только в том случае, если они удерживаются горизонтально. Печатающая головка перемещается в плоскости и медленно, постепенно поднимается вверх. 4-осевые роботы здесь



предпочтительны, потому что вынуждены всегда передвигаться в плоскости, по крайней мере их манипулятор не вращается. Кроме того, они выдерживают большую нагрузку и остаются точными в части позиционирования.

Аддитивная система RAM компании Viridis3D имеет открытую архитектуру. Формы для литья строятся на неподвижном столе. Столешница представляет собой поддон, который можно применять для перемещения деталей на машину и с нее с помощью вилочного погрузчика.

Возможности данной системы позволяют предприятиям избавиться от накладных расходов на хранение литейных моделей и сопутствующей оснастки.

Немалым потенциалом в данной области обладают и другие материалы, имеющие более высокую точность литья, включая пластиковые порошки, керамику и даже порошкообразные металлы. В данном случае наиболее целесообразным является использование роботов для производства продукции.

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Производство продуктов питания можно разделить на два этапа: первичная обработка пищевого сырья и вторичная переработка продуктов.

Первичная обработка сырья

Первичная обработка включает подготовку пищевых продуктов к продаже или дальнейшей переработке: очистка, сортировка, нарезка, упаковка. До недавнего времени применение роботов на этом этапе было очень ограниченным.

Провиант сильно различается по размеру, весу и форме, а это затрудняет действия роботов. Однако производители давно придумали чувствительные и мягкие захваты, что позволило машинам обрабатывать сырые продукты.

Разделка мяса

Автоматизация мясной промышленности – непростая задача. У каждого животного свой тип скелета. Квалифицированный мясник адаптирует каждый разрез по форме и расположению костей и мяса. При этом некоторые операции на бойнях поддаются автоматизации лучше других. Например, давно используется автоматизированная разделка куриных ножек.

С разделкой говядины традиционно возникают проблемы. Недавно мясная компания JBS начала искать способы автоматизации своего производства - часть операций очень опасны для людей. Например, для резки ребер используется скоростная циркулярная пила. JBS удалось автоматизировать эту операцию с помощью роботов-манипуляторов и видеодатчиков. Таким образом, компания повысила безопасность и однородность продукции.



Сортировка фруктов и овощей

Фрукты и овощи сложно обрабатывать с помощью роботов из-за размеров и форм. Также их очень легко повредить. По этим причинам на таких производствах обычно трудятся люди. Тем не менее, недавние технологические разработки изменяют ситуацию и в этой сфере. Soft Robotics представила гибкий захват, который может работать даже с отдельными листьями салата.

Еще пример – захват Lacquey, который использует лопатку для подъема мягких фруктов и овощей.

Роботизированная резка

Простая нарезка легко автоматизируется. Даже кухонный комбайн сможет быстро нарезать большинство продуктов. Но для более искусной и сложной разделки, например, морепродуктов, обычно требовались люди. В последние годы появились роботы для разделки рыбы, способные обнаруживать и удалять дефекты тушки, а также красиво нарезать филе.

Вторичная переработка продуктов

Роботы используются на сортировке готовой продукции не первый год. Однако сфера их применения все более расширяется.

Сортировка продуктов

В данном процессе применяются дельта-роботы для перемещения продуктов питания на производственной линии. Это пример сортировки при вторичной переработке. Он отличается от упомянутого процесса, потому что здесь продукты более однородны по форме и размеру. Однородные продукты гораздо удобнее для роботов, поэтому они активно используются в таких операциях.

Оформление тортов

Этот процесс предполагает использование подобной 3D-принтеру роботизированной руки для создания кондитерской продукции. Робот DecoBot от компании Unifiller может декорировать движущиеся по конвейеру торты.

Машина также способна красиво нарезать торт – робот-резак Katana вырезает куски сложные формы с помощью воды под давлением.

Приготовление пиццы

Часть элитных продовольственных компаний боятся роботов. Их руководство опасается, что продукция потеряет признаки ручного приготовления. Однако, производитель пиццы Silicon Valley показывает, как могут готовиться продукты имеющие человеческий облик роботы. В их пиццерии используются два робота: дельта-робот для нанесения томатного соуса и манипулятор ABB для выпечки. Пока система автоматизирована не полностью, но в будущем компания доверит роботу весь процесс приготовления блюд.

Промывка

48 миллионов американцев ежегодно страдает кишечными отравлениями. Роботизированная обработка пищевых продуктов уменьшит этот уровень, устранив людей из отдельных операций. При этом сами роботы должны быть безопасны и чисты.

Одной из наиболее сложных задач при автоматизации производства является тщательная очистка оборудования. Современные роботы сделаны так, чтобы упростить процесс уборки по окончании работы. Так, в системе JMP Automation два робота очищают рабочий стол с помощью мощной струи воды и даже моют друг друга.

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОВ В КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

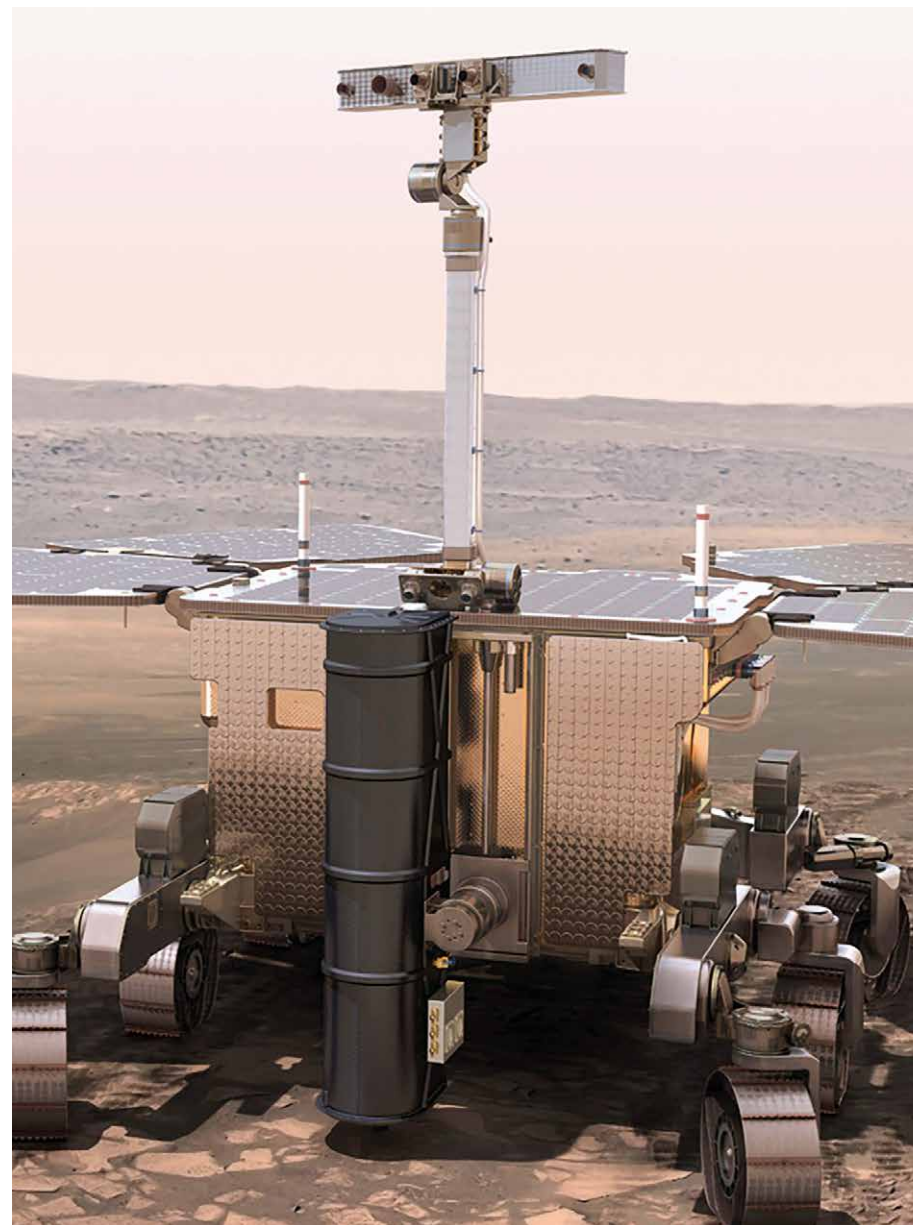
Роботы начали участвовать в освоении космоса раньше человека: автоматическая межпланетная станция (АМС) «Луна-1» была запущена в 1959-м и стала первым аппаратом, достигшим второй космической скорости и первым искусственным спутником. После «Луны-1» по сегодняшний день в космос были запущены десятки АМС, самыми знаменитыми из которых стали аппараты «Вояджер».

Планетоходы

Если говорить о привычных категориях устройств, то наиболее впечатляющим является космический аппарат «Розетта» привёз и высадил на комету Чурюмова–Герасименко спускаемый аппарат «Филы».

Европейскому Космическому Агентству удалось реализовать действительно прорывной проект: впервые в истории успешно посадить на комету искусственный аппарат. «Филы» должен был закрепиться на поверхности ядра с помощью гарпунов, потому что гравитация там слишком слаба, но они не сработали, как и ракетный двигатель, который должен был прижимать аппарат к поверхности. Впрочем, «Филы» всё же сел на комету и провёл ряд исследований, включая химический анализ грунта.

В 2013-м году на Луну высадился китайский луноход «Юйту». Это был первый луноход за более чем 40 лет, прошедших с окончания работы советского «Лунохода-2». При запланированных трёх месяцах активной работы «Юйту» перестал двигаться через два. Он простоял больше двух лет, время от времени выходя на связь. Утверждается, что с помощью «Юйту» удалось обнаружить новый тип лунного грунта.



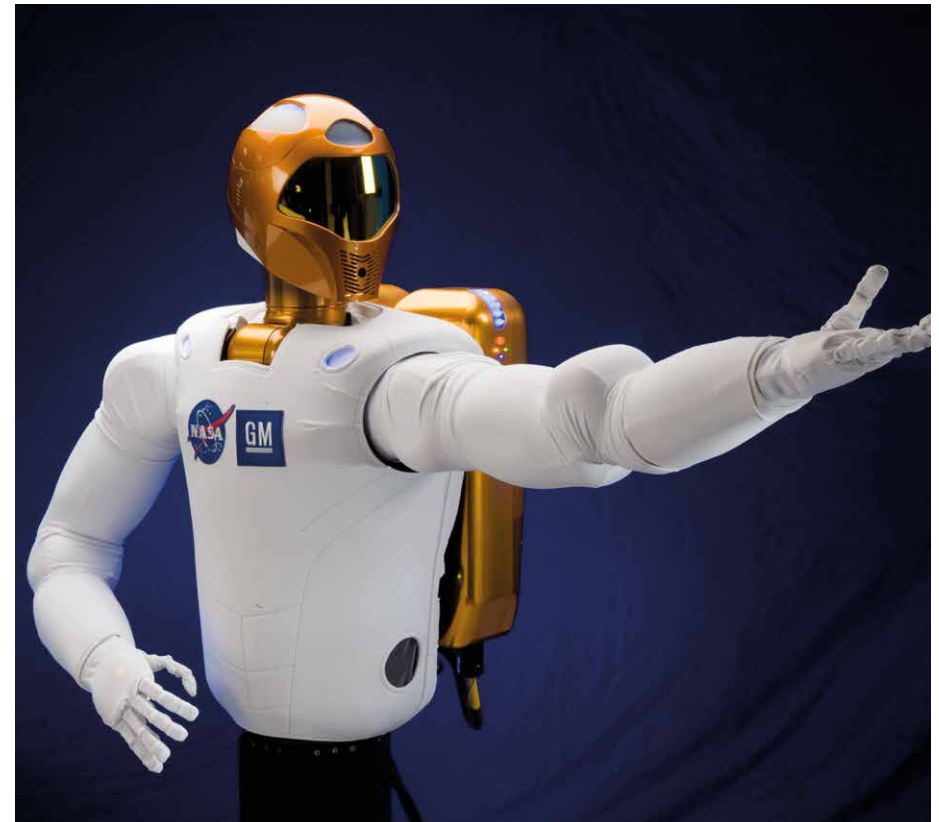
Что касается российских планетоходов, то «Луноход-2» (1973) стал последним реализованным проектом. Также сегодня существуют планы по созданию спускаемых аппаратов «Луна-25», «Луна-27» и «Луна-28». Первый предназначен для обкатки технологий, второй будет анализировать пробы грунта на месте, а третий должен привезти на Землю лунный лёд. Современные исследовательские роботы – АМС, планетоходы – очень дороги в разработке, создании и запуске. Поэтому нередко такие проекты являются плодом международных коопераций. К примеру, программа ExoMars реализуется совместно Европейским Космическим Агентством и Роскосмосом. Первая часть – ExoMars-2016 – оказалась успешной лишь отчасти: спутник-ретранслятор Trace Gas Orbiter успешно вышел на орбиту вокруг Марса, а спускаемый модуль Schiaparelli разбился. В 2020-м планируется запустить вторую очередь программы – отправить на Марс разработанные Роскосмосом поверхностную платформу с марсоходом ExoMars.

Роботы-аватары

Одно из самых интересных направлений развития космической робототехники – роботы-аватары. Это устройства, которыми космонавты могут управлять дистанционно, выполняя работы в открытом космосе, но при этом находясь в космической станции. Дело в том, что выпускать в открытый космос человека очень дорого: каждому космонавту шьют индивидуальные скафандры. Если посчитать все расходы, то каждый час работы космонавтов в открытом космосе стоит, по разным данным, \$2–4 млн. При этом в космическом ремонте/монтаже/разгрузке/погрузке достаточно рутинных операций.

Целесообразно использовать автономных роботов для подобных операций, но увы, технологии искусственного интеллекта пока ещё в зачаточном состоянии, таким образом в настоящее время имеется возможность применять только роботов-аватаров.

Их разработка ведётся и в NASA, и в Роскосмосе, возможно, и в других странах.



Robonaut 2

Например, в рамках американской программы Robonaut было создано несколько моделей антропоморфных роботов-аватаров. Robonaut 2 в 2011 отправлен на МКС.

Робот высотой 185 см весит 135 кг, потребляет 1,8 кВт*ч и управляется двумя компьютерами на базе Intel Core i7. Основную информацию об окружающем пространстве робот получает с помощью системы датчиков, включая пассивное стереозрение, лазерное сканирование и генерирование облака точек инфракрасного структурированного освещения (IR structured light point cloud generation). Питание робота может быть как автономным, так и по кабелю.

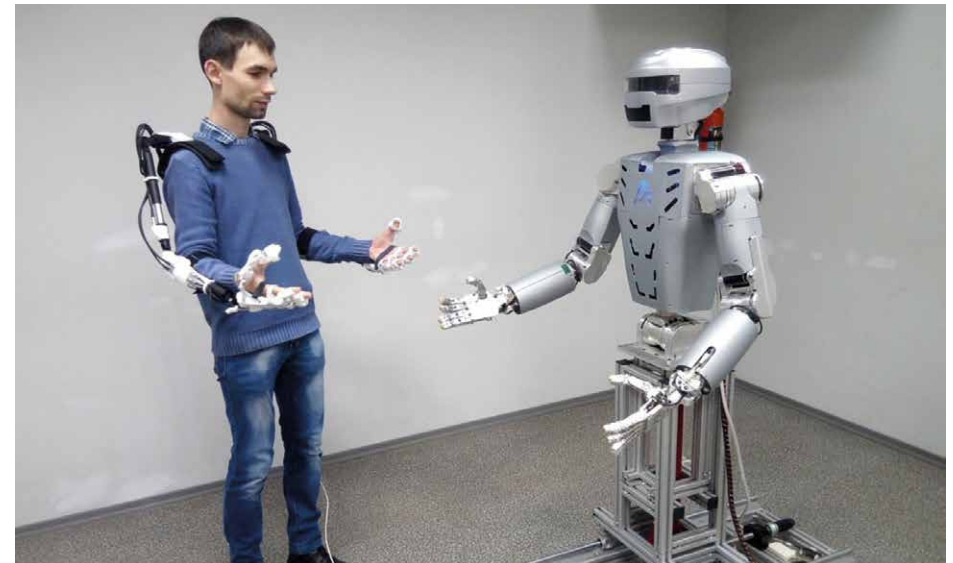
SAR-400 - торсовый (то есть выполненный в виде верхней половины корпуса) антропоморфный робот с двумя руками, заканчивающимися захватными узлами, выполненными в виде антропоморфных кистей, и копирующей системой управления робот-космонавт, разработанный НПО «Андроидная техника» по заказу Роскосмоса для работы на Международной космической станции в качестве помощника космонавта. Планировалось проведение космического эксперимента в 2014 году и последующая отправка в космос, которая не была осуществлена. С 2014 года на основе SAR-400 и модернизированной модели SAR-401 разрабатывается робот FEDOR.

22 августа 2019 года FEDOR (позывной Skybot F-850) был запущен в космос на корабле «Союз МС-14».

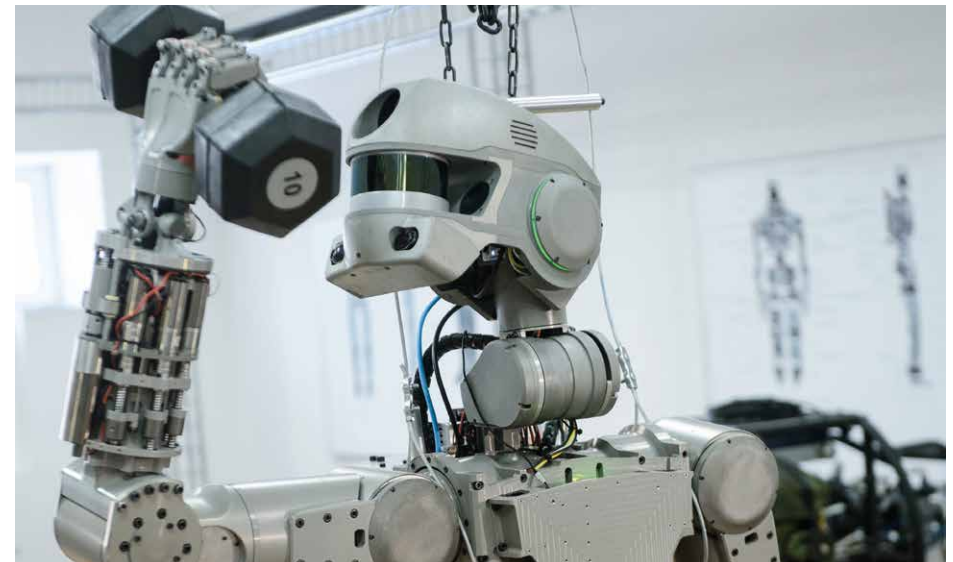
Также российская космическая корпорация планирует поселить на МКС «Андронавт» – робота-компаньона для психологической и информационной помощи космонавтам. Это не первый эксперимент такого рода: ещё в 2013-м на станцию привезли японского робота Kirobo, который стал компаньоном для японского космонавта. Но если Kirobo был высотой всего 34 см и весил 980 граммов, то «Андронавт» размером со взрослого человека. Кроме того, «Андронавт» – робот двойного назначения: он может работать и в режиме аватара, управляясь человеком как со станции, так и с Земли. Предполагается использовать его для работ внутри модуля станции в случае его разгерметизации, а также для планового техосмотра в полуавтономном режиме.

Ремонтный робот

Проект, разрабатываемый под эгидой NASA – космический робот ("Dragonfly") для сборки и ремонта спутников. По сути, это рука-манипулятор длиной 3,5 м, с помощью которой спутники могут самостоятельно монтировать на себе в космосе антенны и прочее хрупкое оборудование. Также Dragonfly будет использоваться для сборки в космосе больших спутников, которые слишком дорого или невозможно выводить на орбиту целиком.



SAR-400



FEDOR

Та же компания SSL, что создаёт Dragonfly, прорабатывает и проекты роботов-ремонтников для спутников – RSGS и Restore-L. Это наиболее актуальная проблема, поскольку срок жизни спутников не слишком велик, обычно считанные годы. С помощью роботов-ремонтников можно сэкономить на запуске новых спутников вместо сломавшихся.

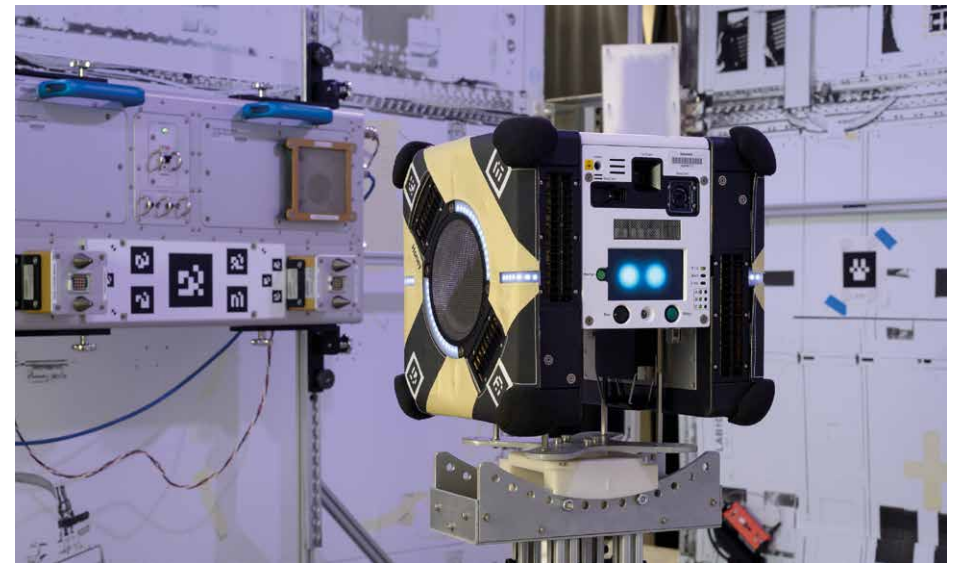
Вспомогательный робот

NASA планирует в скором времени отправить на МКС специфического вспомогательного робота Astrobee. Это куб со стороной в 30 см, который будет летать по станции и помогать космонавтам в проведении опытов в условиях микрогравитации.

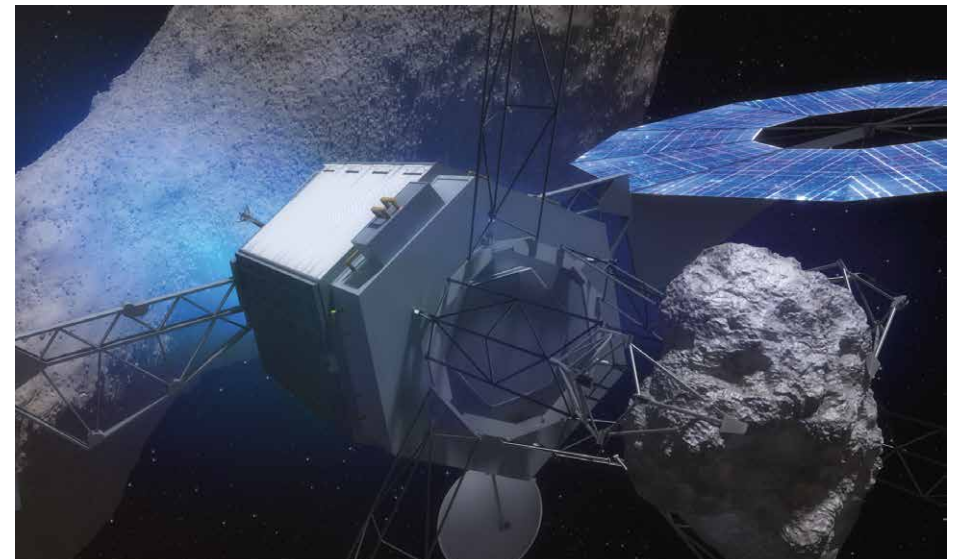
У «Звёздной пчелы» (Astrobee) есть даже маленький манипулятор, с помощью которого он сможет швартоваться или держать предмет во время опытов. Робот снимет с космонавтов рутинные задачи по инвентаризации, с помощью RFID-сканера он сможет каталогизировать и обновлять данные о местоположении любых агрегатов и предметов на станции. Также он сможет следить за качеством воздуха и уровнем шума на МКС.

Робот-курьер

К середине 2020-х NASA собирается реализовать оригинальную миссию Asteroid Redirect Mission по исследованию астероидов. Специальный робот должен будет подлететь к астероиду, найти на его поверхности подходящий экземпляр для исследований, захватить его манипуляторами и привезти на орбиту вокруг Луны, где специалисты смогут взять образцы и отправить на Землю для анализа химического состава. Прототип робота уже прошёл испытания, его запуск запланирован на 2021-й.



Astrobee



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОВ В БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЯХ

Применение автоматизированных систем на поле боя – одно из наиболее перспективных направлений развития военного дела.

Современных наземных военных роботов можно разделить на следующие группы:

- Разведывательные
- Инженерные
- Боевые
- Тыловые

Следует отметить, что для многих автоматизированных аппаратов подобное разделение несколько условно. Они представляют собой унифицированные платформы, на которые в зависимости от потребностей устанавливаются те или иные модули. Таким образом робота-сапера можно легко переделать в боевого робота.

Разведывательные роботы

Робот-разведчик Recon Scout

Автоматизированные системы давно используются для сбора разведанных, поиска целей и целеуказания, наблюдения за обстановкой. Для таких целей используют и беспилотные летательные аппараты, и наземных роботов. Одним из самых миниатюрных роботов-разведчиков, используемых сегодня армией США в Афганистане, является Recon Scout. Он имеет вес 1,3 кг и длину 200 мм, оборудован обычной и инфракрасной камерой. Этого робота можно забрасывать за препятствия, но передвигаться он может только по сравнительно ровной поверхности.



Робот-разведчик Recon Scout



Робот-разведчик First Look 110

*Dragon Runner**TALON*

Робот-разведчик First Look 110

Еще одним представителем группы роботов-разведчиков является First Look 110. Он весит 2,5 кг, имеет гусеницы и управляется с пульта, размещенного у оператора на запястье. Робот оснащен четырьмя камерами и может преодолевать небольшие препятствия. На него можно устанавливать другие датчики: тепловизоры, индикаторы биологического, химического и радиационного заражения.

Dragon Runner

Еще одной дистанционно управляемой машиной, активно применяемой в армии США для разведывательных миссий, является Dragon Runner. Этот робот также оснащен гусеничным шасси, он предназначен для передней линии боевых действий. Dragon Runner переносится в ранце, его можно забрасывать через любые препятствия.

TALON

Самым массовым американским военным роботом (выпущено более 3 тыс. штук) является TALON, разработанный компанией Foster-Miller. Данная машина оказалась очень эффективной в условиях Афганистана. Робот подходит не только для разведки, но и для обезвреживания взрывных устройств. На счету этого робота 50 тыс. обезвреженных взрывных устройств. Была создана модификация робота, на которую можно было устанавливать пулемет, снайперскую винтовку или ПТРК.

Инженерные роботы

Это еще одна обширная группа механизмов, которыми обычно управляют дистанционно. Инженерные роботы используются для обезвреживания мин и фугасов, создания проходов в минных полях, подъема тяжелых предметов и расчистки завалов.

Важной тенденцией в развитии подобных машин стало увеличение их массы, что позволило привлекать дистанционно управляемые машины для более серьезных работ. В США сейчас все инженерные машины управляются дистанционно.

Инженерная машина MV-4 (или M160)

Типичным примером подобной техники является инженерная машина MV-4 (или M160). Ее масса составляет 5,32 т, она имеет гусеничное шасси и используется для обезвреживания боеприпасов и мин на глубине до 320 мм. Управлять MV-4 можно с дистанции в два километра, что делает работу саперов полностью безопасной.

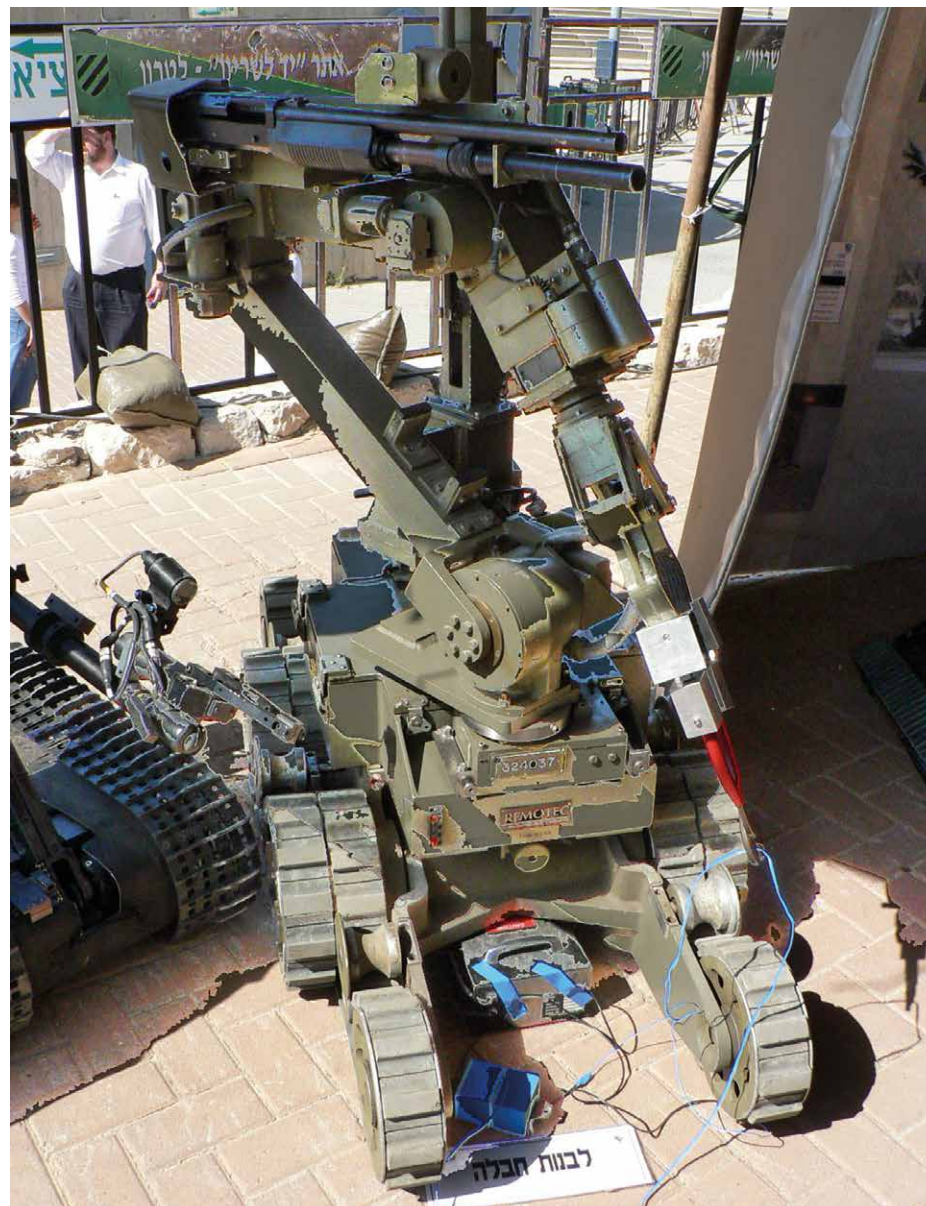
Инженерная машина ABV

Еще более тяжелой инженерной машиной с дистанционным управлением является ABV, которая по своей массе и броневой защите сравнима с американским ОБС «Абрамс». ABV оборудована минным тралом и зарядами для разминирования, она может ставить дымовые завесы. Сейчас в США работают над полностью автономной модификацией машины.

Робот-сапер MarkV-A1

Существует большое количество небольших саперных роботов, которые активно используются не только военными, но и полицейскими и специальными службами.

Одним из самых известных роботов для разминирования является MarkV-A1, созданный американской компанией Northrop Grumman Corporation. На нем установлены несколько видеокамер, а также водяная пушка для уничтожения бомб. В настоящее время MarkV-A1 используется специальными подразделениями США, Израиля и Канады.



MarkV-A1

Беспилотный автомобиль *Guardium**Warrior*

Боевые роботы

Эта группа наземных автоматизированных машин пока еще не слишком развита. Современный бой очень сложен, скоротечен, и решения нужно принимать моментально, быстро менять свою позицию. Все это у современных автоматизированных систем пока получается не очень хорошо. Антропоморфные боевые роботы – это скорее техническая экзотика, над которой работают в лабораториях. Большинство боевых роботов сегодня имеют колесное или гусеничное шасси, они управляются через кабель или радиосигнал.

Беспилотный автомобиль *Guardium*

Одним из наиболее известных боевых автономных систем является израильский беспилотный автомобиль *Guardium*, которые используется для несения патрульной службы, охраны и сопровождения колон, а также для ведения разведки. Автомобиль создан на шасси багги, имеет хорошую скорость и проходимость, на него можно устанавливать оружие. *Guardium* был принят на вооружение Армии обороны Израиля в 2009 году.

Робот *TALON*

Самым массовым и весьма узнаваемым боевым роботом является уже упомянутый *TALON*, а вернее, созданный на базе этой платформы робот *SWORDS*, способный нести снайперскую винтовку, гранатомет и пулемет.

Робот *Warrior*

Еще одним роботом, который может вести огонь по противнику, является *Warrior*, созданный американской компанией *iRobot*. На него можно установить пулемет калибра 7,62 мм, автоматический дробовик, ПТРК и другое оружие. *Warrior* можно использовать и в качестве сапера, также он может выносить раненых с поля боя.

Боевой робот *CAMEL*

В 2010 году компания *Northrop Grumman* представила еще одну свою разработку – боевого робота *CAMEL*. Заказчиком выступало американское Агентство перспективных исследований *DARPA*. Это плоская платформа на колесном ходу, которая кроме вооружения может нести еще и 550 кг

груза. На колеса можно надевать резиновые гусеницы, что значительно повышает проходимость CAMEL по пересеченной местности. Робот может сопровождать боевые подразделения и двигаться автономно, ориентируясь по сигналам GPS.

Робот Crusher

Еще одним перспективным американским роботом является Crusher («разрушитель»). Это колесный автомобиль весом 6,5 тонны. Его особенностью является высокая проходимость и способность преодолевать значительные препятствия. Crusher оборудован несколькими видекамерами, лазерным дальномером, тепловизором, на него можно устанавливать различные виды вооружения.

Робот Black Knight

Самым крупным боевым роботом на сегодняшний день является Black Knight, разработанный компанией BAE Systems (США). Эта машина на гусеничном ходу имеет вес 9,5 т, вооружена 30-мм автоматической пушкой и спаренным с ней пулеметом. Робот оборудован телекамерами, тепловизорами, РЛС, системой спутниковой навигации. Управление Black Knight производится из специальной командной машины или из БМП Bradley.

Тыловые роботы

Примерами подобных машин являются SMSS, R-Gator и TRAKKAR. Отдельно стоит упомянуть американский робот-носильщик BigDog, который передвигается на четырех конечностях и теоретически может пройти там, где не способна передвигаться колесная техника. Но эта разработка пока является экспериментальной.



Робот Crusher



SMSS

Российские разработки

Центрами отечественной робототехники являются ОАО «Ижевский радиозавод», МГТУ им. Баумана, НИТИ «Прогресс» (г. Ижевск).

Роботизированная платформа МРК

На ижевском радиозаводе была создана универсальная роботизированная платформа МРК, которая в зависимости от комплектации может выполнять различные функции. Этот робот невелик, но он располагает весьма внушительным арсеналом: двумя гранатометами, двумя реактивными огнеметами «Шмель», пулеметом «Печенег» или «Корд». МРК можно дистанционно управлять на расстоянии в 500 метров. Робот оснащен видеокамерой, микрофоном, системой освещения. Этот комплекс изначально создавался для частей РВСН для защиты пусковых установок МБР. Как и большинство других современных боевых роботов, МРК является универсальной платформой, на которую можно устанавливать дополнительное оборудование и вооружение.

«Платформа-М»

Еще одной российской боевой автоматизированной системой является «Платформа-М». Она разработана в НИТИ «Прогресс» и впервые была показана публике в 2019 году. Платформа может быть использована для разведки (есть видеокамеры, тепловизор, РЛС, дальномер), патрулирования местности, поддержки штурмовых подразделений. «Платформа-М» может быть вооружена автоматическим гранатометом, пулеметом, ПТРК. Вес машины составляет 800 кг, полезная нагрузка – 300 кг. Управлять «Платформой» можно на дистанции до 5 км.

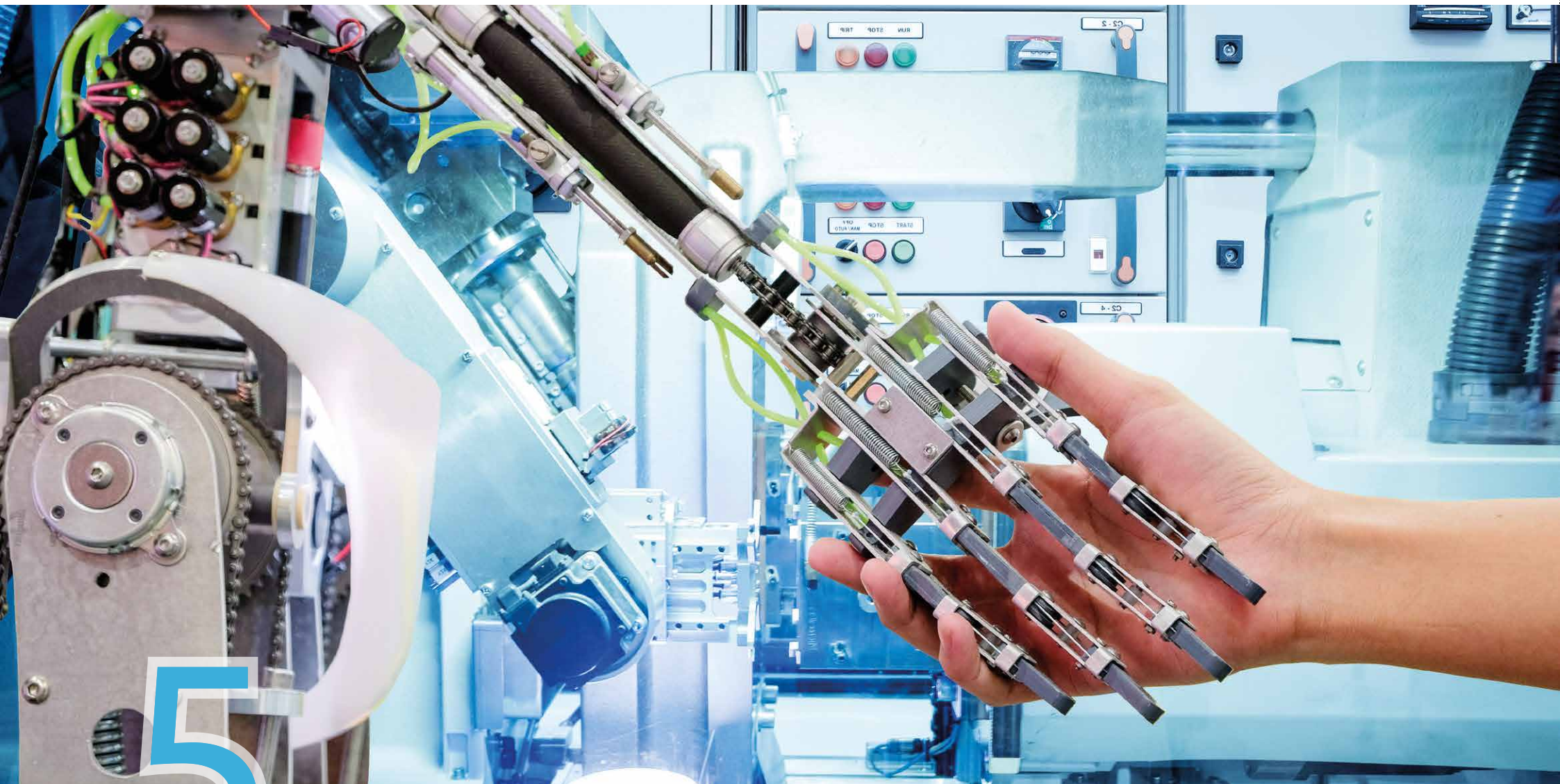
«Уран»

Наиболее тяжелой российской роботизированной боевой системой является «Уран». Вес этой машины достигает восьми тонн. На базе «Урана» создана машина огневой поддержки, минный трал и пожарная машина. «Уран» неоднократно принимал участие в различных учениях.

В 2019 году Рособоронэкспорт заявил о начале продвижения на мировом оружейном рынке российского автоматизированного комплекса «Уран-9».



Боевая беспилотная машина «Платформа-М»

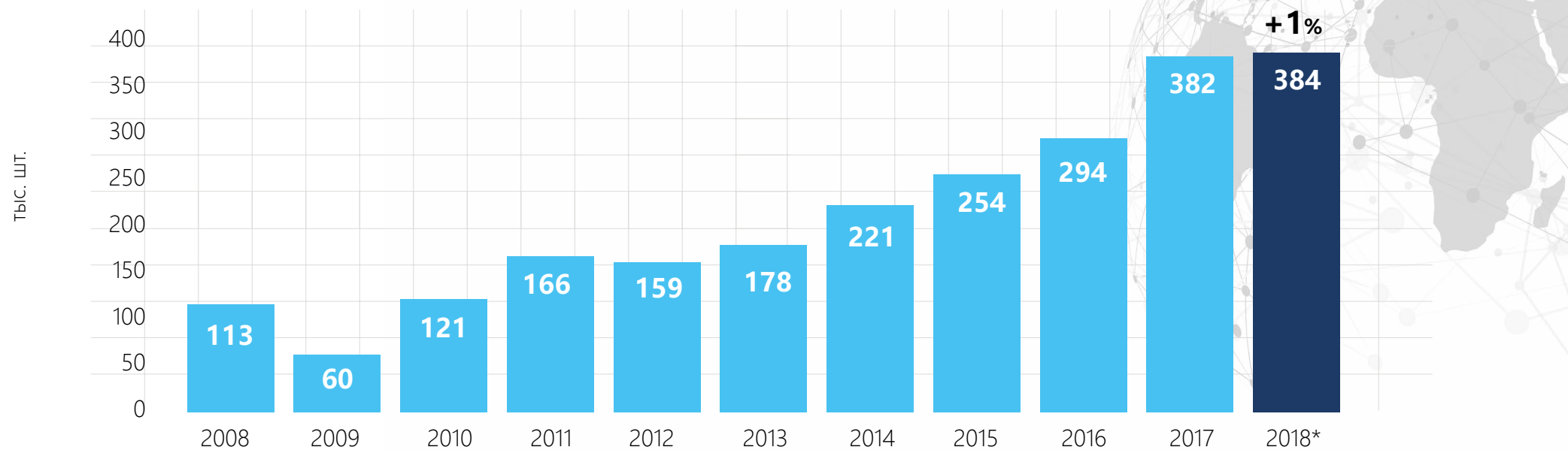


5

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

В МИРЕ

Мировые продажи промышленных роботов



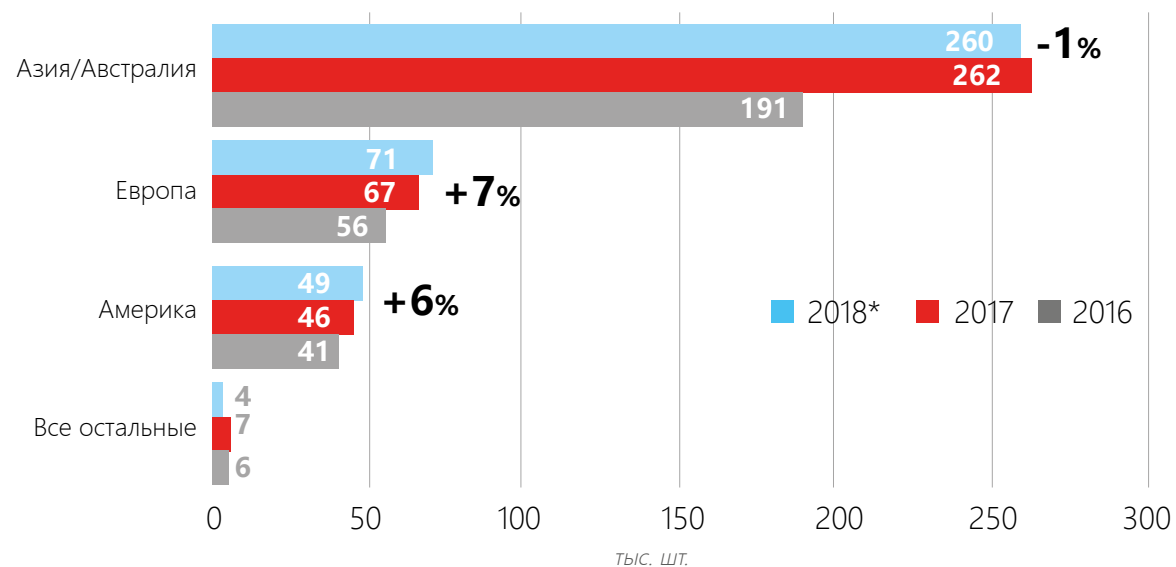
* Предварительные данные

<https://ifr.org/>

Продажи промышленных роботов по регионам

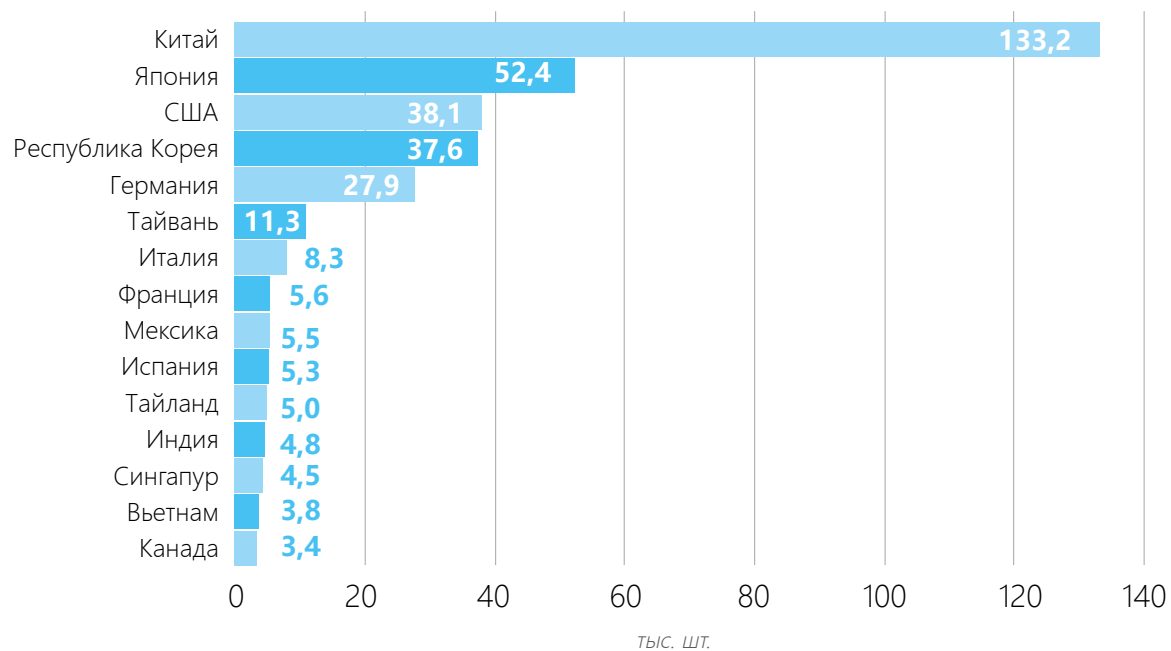
<https://ifr.org/>

* Предварительный результат



Продажи промышленных роботов (15 основных рынков) в 2018 г.

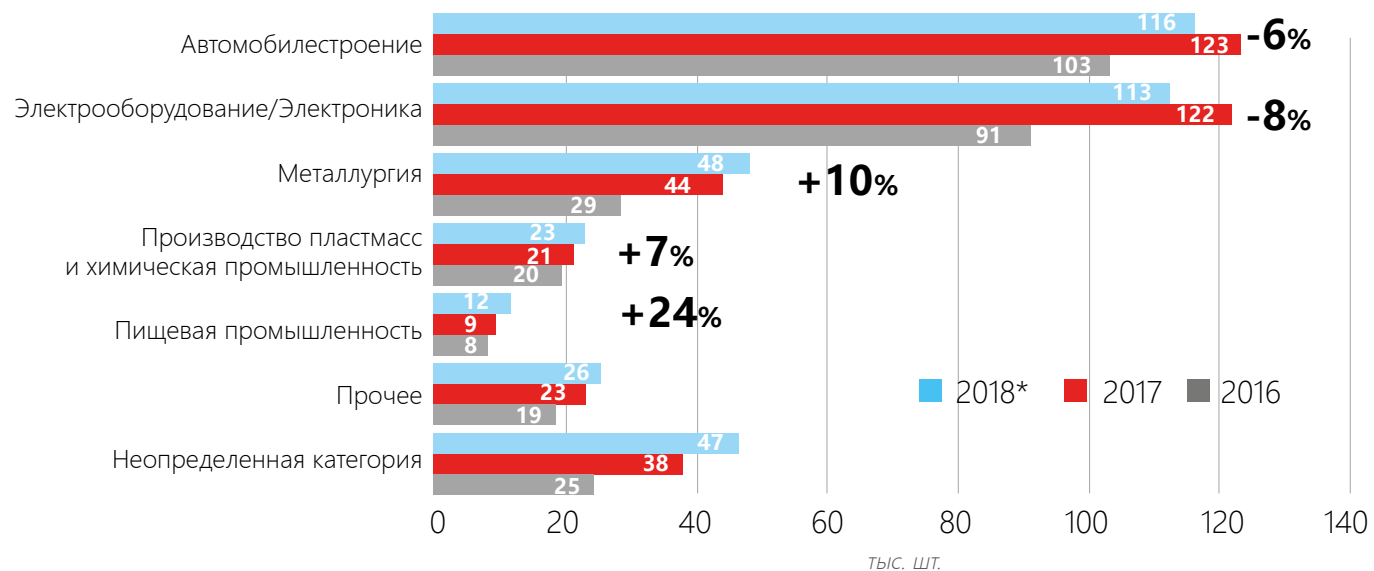
<https://ifr.org/>



Продажи промышленных роботов по отраслям в 2016-2018гг.

<https://ifr.org/>

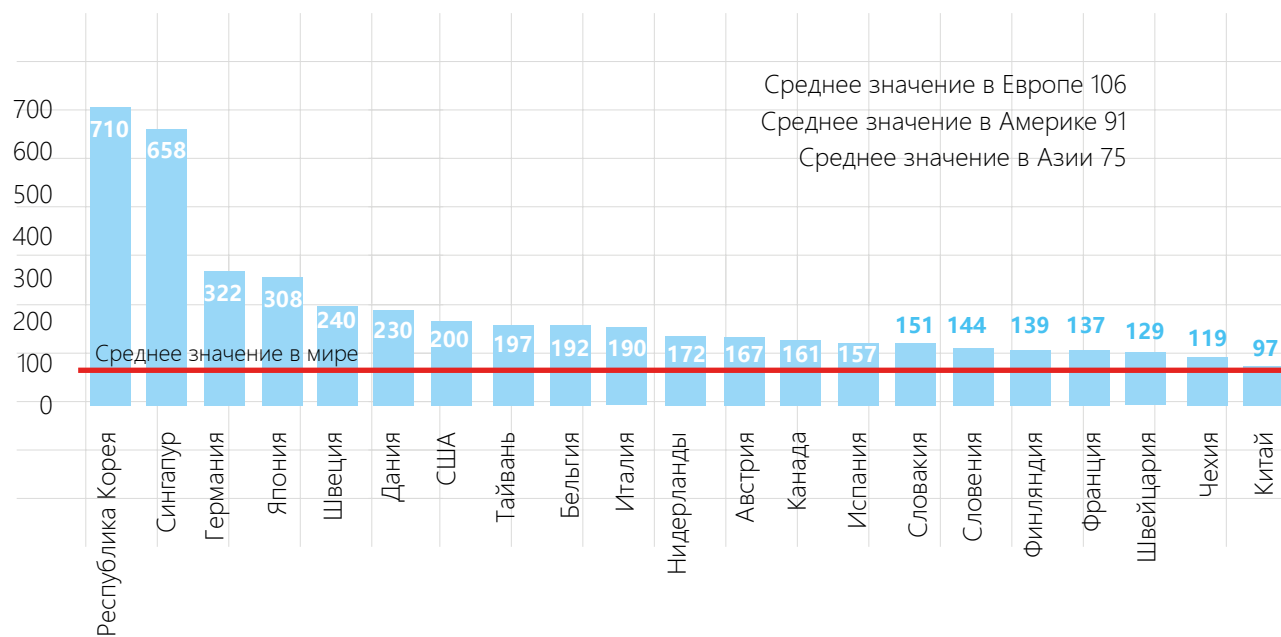
* Предварительный результат



Количество установленных промышленных роботов на 10 000 сотрудников (по странам) в 2017 г.

<https://ifr.org/>

шт. на 10 000 сотрудников

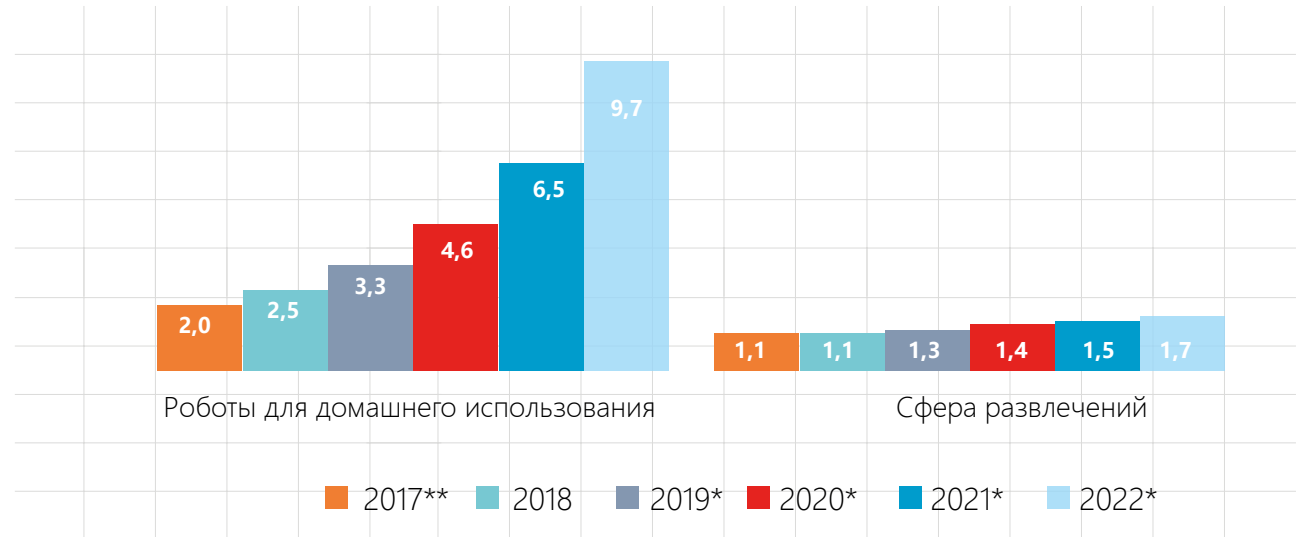


Объем поставок сервисных роботов персонального и домашнего использования с прогнозом до 2022г. – в стоимостных показателях

<https://ifr.org/>

*прогноз ** исправлено

Миллиардов долларов США



Объем поставок сервисных роботов профессионального использования (по отраслям) с прогнозом до 2022г.

<https://ifr.org/>

*прогноз ** исправлено

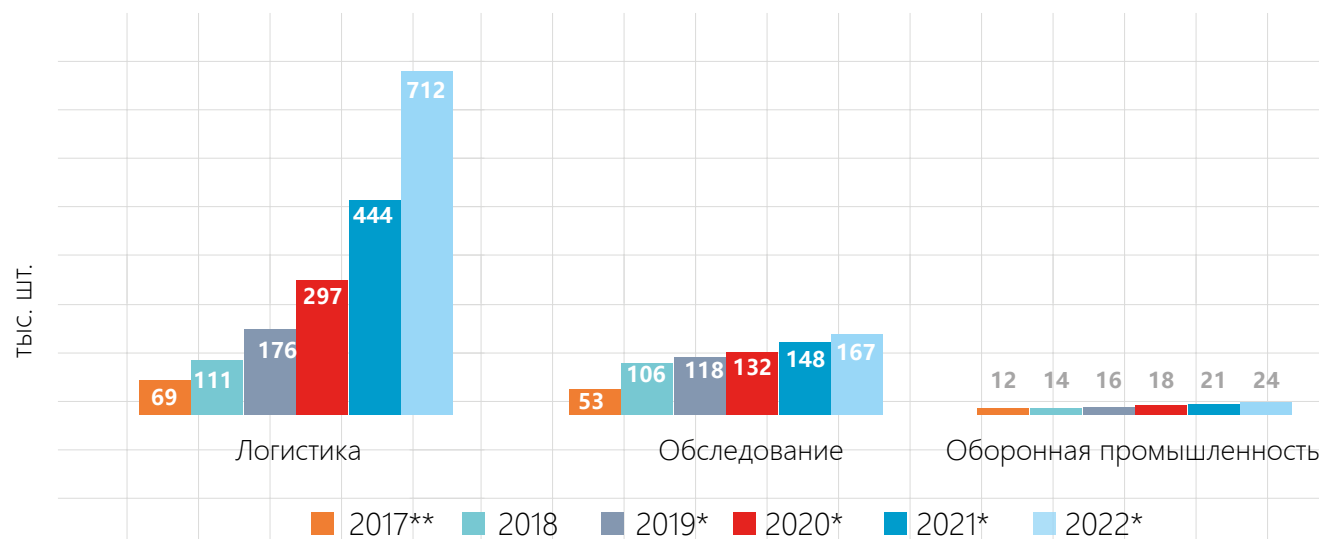
Миллиардов долларов США



Объем поставок сервисных роботов профессионального использования (по основным отраслям) с прогнозом до 2022г. – в количественных показателях

<https://ifr.org/>

*прогноз ** исправлено



Объем поставок сервисных роботов профессионального использования (по другим отраслям) с прогнозом до 2022г. – в количественных показателях

<https://ifr.org/>

*прогноз ** исправлено



В РОССИИ

Согласно проведенным исследованиям, Россия отстает по производству и внедрению промышленных роботов.

В России производство роботов развивается медленнее, чем за рубежом, потому, что это направление затормозилось со времен распада СССР и начало восстанавливаться только в последние годы, а тем временем западные конкуренты разрабатывали собственные решения. Кроме этого, рабочая сила в стране дешевле, чем в Сингапуре или США, что останавливает промышленников от повсеместного внедрения роботов.

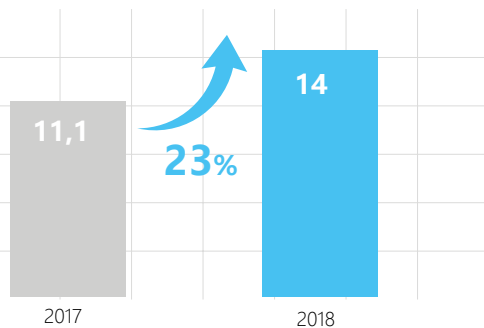


Павел Кривоzubов, руководитель направления «Робототехника и искусственный интеллект» фонда «Сколково»

Ранее в 2019 году университет «Иннополис» сообщил, что Россия может догнать мировой уровень развития робототехники, если на это выделить 132,6 млрд рублей. Организация пришла к такому выводу в рамках работы над нацпроектом «Цифровая экономика».

В отчёте Международной федерации робототехники впервые были учтены поставки так называемых коллаборативных роботов (коботов).

Количество отгруженных по всему миру коллаборативных роботов, тыс



Рост российского рынка на 42%

Объём российского рынка промышленных роботов в натуральном выражении, шт*



* Данные приводит Национальная ассоциация участников рынка робототехники (НАУРР), ссылаясь на Международную робототехническую федерацию (IFR).

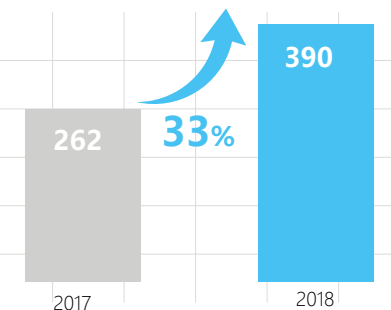
Несмотря на ощутимый рост рынка, речь идёт лишь о 5 роботах на 10 тыс. сотрудников промышленных предприятий, что 20 раз меньше среднего показателя в мире. В Сингапуре, например, на 10 тыс. рабочих приходится 831 робот.

Согласно данным IFR за 2018 год, Россия заняла 27-е место по продажам промышленных роботов. В первую пятёрку вошли Китай, Япония, США, Южная Корея и Германия.



Порядка 40% роботов в России устанавливается на автомобилестроительных предприятиях:

Количество единиц оборудования на автопром, ед. оборудования

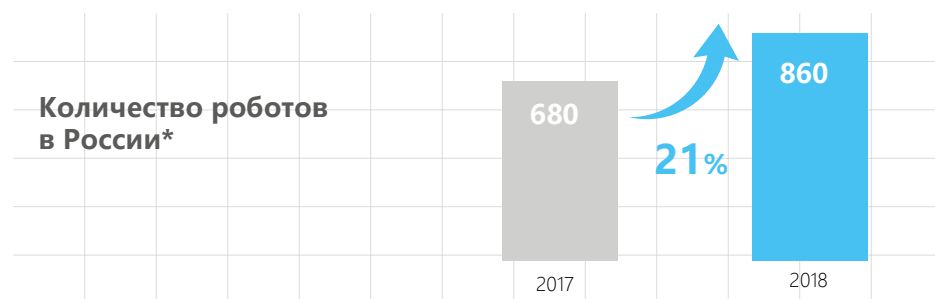


Эти предприятия закупают роботов, поскольку вынуждены подстраиваться под спрос и изменения модельного ряда.

Высокий спрос на промышленных роботов также наблюдается у машиностроения (16% продаж) и пищевой промышленности. Однако данные по точному количеству роботов, установленных на пищевых предприятиях, экспертам собрать сложно.

Лишь 4% промышленных роботов, установленных в России в 2018 году, произведены в России. В стране производство этого оборудования находится в зачаточном состоянии, что связано с малым размером рынка, объясняют в НАУРР. По словам Алисы Конюховской, российские предприятия не рассматривают роботов как средство повышения конкурентоспособности и не хотят повышать экономическую эффективность.

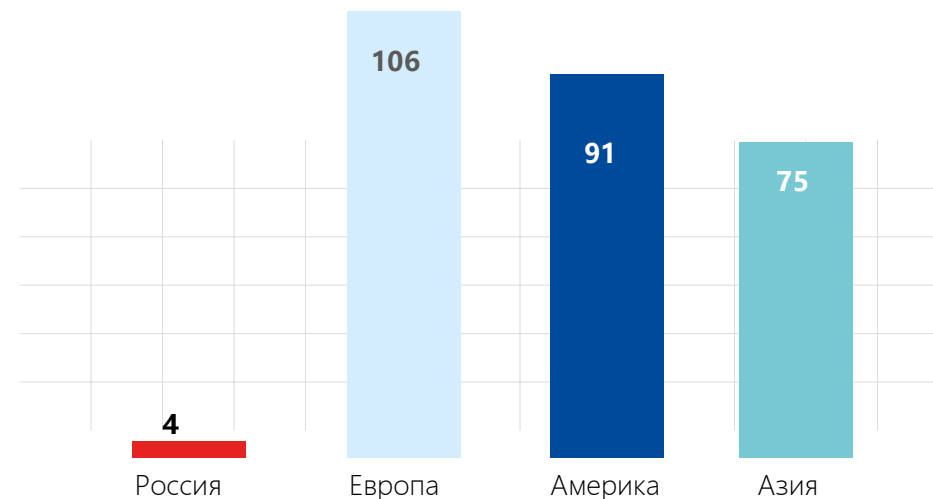
За год в России внедрено 860 промышленных роботов. Всего в мире – 384 тысяч.



* Согласно отчету Национальной Ассоциации участников рынка робототехники (НАУРР), представленном 24 апреля 2019 года.

Для сравнения, в Китае за этот же период было внедрено 133 200 промышленных роботов, в Японии – 52 400.

Соотношение количества роботов на 10 000 работников



Общий объем рынка промышленных роботов в России, млрд рублей*

2,5
млрд рублей

Общий объем рынка робототехнических систем, млрд рублей*

7,5
млрд рублей

* Согласно оценке Национальной Ассоциации участников рынка робототехники (НАУРР)

http://www.tadviser.ru/index.php/Статья: Промышленные_роботы

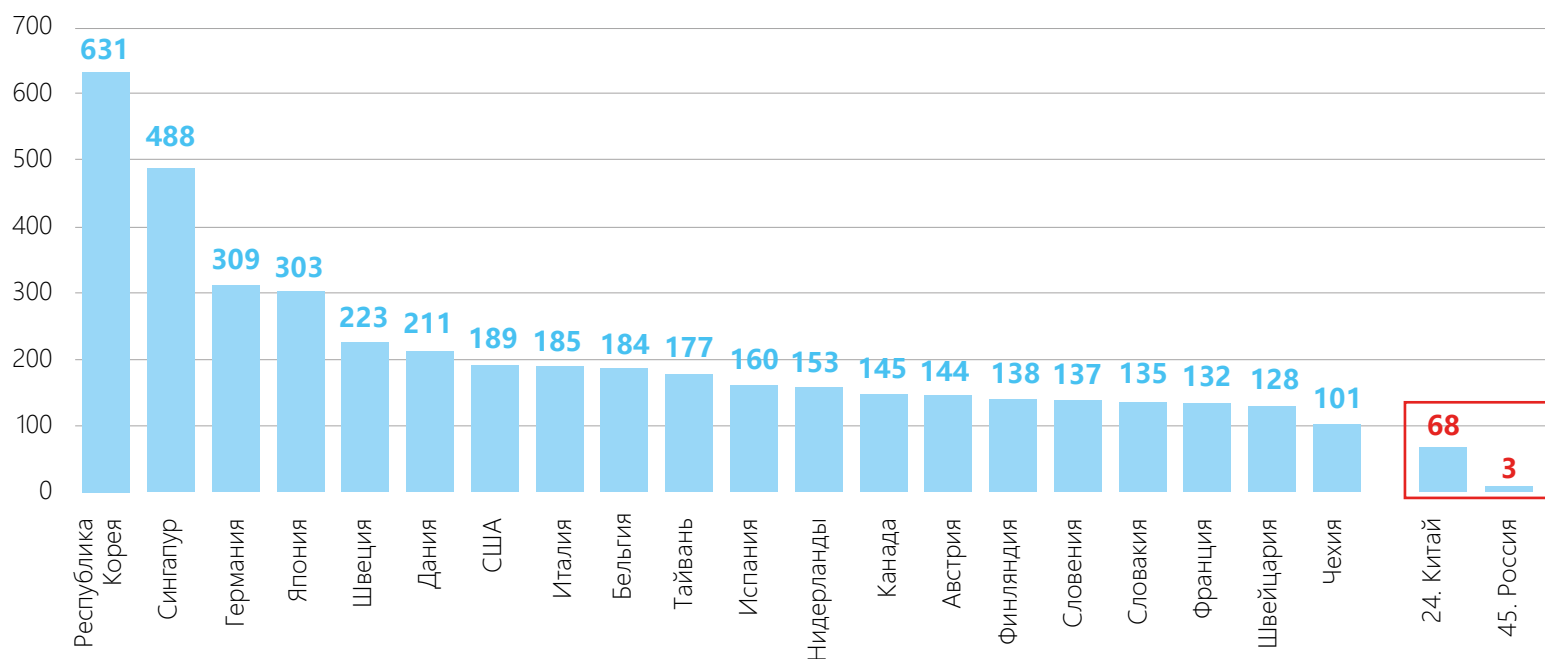
Промышленная робототехника растет в среднем на 15% в год за счет стремительной роботизации китайской экономики и, в то время как рост сервисной робототехники имеет более глубокие причины: большая часть мировой экономики является сервисной экономикой. Именно поэтому сервисная робототехника показывает более значительный рост (на уровне 25% в год) при относительно меньших в абсолютном значении цифрах по сравнению с промышленной, говорится в обзоре.

По информации Сбербанка, ситуация с робототехникой в России является полным отражением описанного выше тренда. Несмотря на то что Россия – на предпоследнем месте в мире по плотности

роботизации в промышленности, она, в соответствии со статистикой IFR, входит в топ-20 стран-производителей сервисной робототехники. Это означает, что в данной области у России хороший потенциал для роста. Соотношение промышленных и сервисных робототехников в России – 1 к 10.

По подсчетам Лаборатории Сбербанка, в России активно работают около 80 компаний, ведущих разработки в области робототехники. Некоторые из них уже занимаются успешным экспортом своих продуктов. Но пока российский рынок промышленной робототехники невелик – его объем составил менее 10 млрд руб. в 2016 году.

Топ-20 стран по плотности роботизации в 2016 г. в сравнении с Китаем и Россией



Данные IFR, 2017

Плотность роботизации считается как количество промышленных роботов на 10 тыс. работников, занятых в промышленности. Общее падение промышленного производства в России по сравнению с СССР привело к тому, что в России невысокая плотность роботизации.

ССЫЛКИ

1. <https://ifr.org/robot-history>
2. ГОСТ Р 60.0.0.2-2016 Роботы и робототехнические устройства. Классификациям
3. <https://new.abb.com/ru/>
4. <https://www.yaskawa.eu.com/ru/>
5. <https://www.kuka.com/ru-ru/>
6. <https://www.fanuc.eu/ru/ru/>
7. <https://www.kawasaki-engines.eu/ru/>
8. https://ru.wikipedia.org/wiki/Kawasaki_Robotics
9. <https://www.robowizard.ru/applications>
10. <http://sensotek.ru/catalog/epson/>
11. <https://www.staubli.com/ru-ru/>
12. <https://www.nachi.de/russian/nachi-europe/chronology.html>
13. <http://www.nachirobotics.eu/ru/nachi-europe/>
14. <https://robo-hunter.com/company/11971> © robo-hunter.com
15. <https://industrial.omron.ru/ru/company-info>
16. http://charts-stock.com/Instrumentation/Intuitive_Surgical_tiker_ISRГ_grafik_cen_na_akcii_Intuitiv_Sudzhikal.html
17. <https://ru.wikipedia.org/wiki/IRobot>
18. https://en.wikipedia.org/wiki/Neato_Robotics
19. http://www.geckosystems.com/about_us.php
20. https://ru.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_Corporation
21. <https://www.ecagroup.com/en/about-us>
22. https://en.wikipedia.org/wiki/Kongsberg_Maritime
23. <https://rewalk.com/about-us/>
24. <https://global.honda/innovation/robotics.html>
25. https://ru.wikipedia.org/wiki/Boston_Dynamics
26. <https://www.terraelectronica.ru/news/5479>
27. <https://controlengrussia.com/innovatsii/robototehnika/lyudi-i-koboty/>
28. <http://robodem.com/machinevision>
29. <https://controlengrussia.com/innovatsii/robototehnika/iskustvennyj-intellekt/>
30. <https://www.controlengrussia.com/innovatsii/robototehnika/bionicworkplace/>
31. <https://www.controlengrussia.com/innovatsii/biomehatronika-shagi-navstrechu-e-nergoeffektivny-m-robotam/>
32. Экспертно-аналитический отчет Потенциал российских инноваций на рынке систем автоматизации и робототехники
33. Экспертно-аналитический отчет Потенциал российских инноваций на рынке систем автоматизации и робототехники
34. <https://rb.ru/story/soft-robots/>
35. <https://scienceforum.ru/2019/article/2018014148>
36. <https://robo-sapiens.ru/>
37. Экспертно-аналитический отчет Потенциал российских инноваций на рынке систем автоматизации и робототехники
38. <http://mirprom.ru/public/promyshlennye-roboty-v-sovremennom-proizvodstve.html>
39. <https://controlengrussia.com/innovatsii/robototehnika/robotizirovannoe-additivnoe-proizvodstvo/>
40. <http://www.robogeek.ru/promyshlennye-roboty/chto-delayut-roboty-v-pischevoi-promyshlennosti>
41. <http://integral-russia.ru/2017/10/05/kosmicheskie-roboty-ustremlyayutsya-k-zvezdam/>
42. <https://ru.wikipedia.org/wiki/SAR-400>
43. [https://ru.wikipedia.org/wiki/FEDOR_\(позывной_Skybot_F-850\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/FEDOR_(позывной_Skybot_F-850))
44. <https://militaryarms.ru/voennaya-texnika/boevye-mashiny/voennye-boevye-roboty/>
45. <https://ifr.org/>
46. http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Промышленные_роботы

ГЛОССАРИЙ

3D (3-dimensional) – трёхмерный

ATEX – директивы ЕС, описывающие требования к оборудованию и работе в потенциально взрывоопасной среде

AVC (Arc Voltage Control) – регулировкой длины дуги по напряжению

B&R (Bernecker + Rainer) – европейский производитель компонентов промышленной автоматизации. 4 апреля 2017 года компания была приобретена корпорацией ABB

B2B (Business to business) – термин, определяющий вид информационного и экономического взаимодействия, классифицированного по типу взаимодействующих субъектов, в данном случае это – юридические лица, которые работают не на конечного рядового потребителя, а на такие же компании, то есть на другой бизнес

Bluetooth – производственная спецификация беспроводных персональных сетей. Обеспечивает обмен информацией между такими устройствами, как персональные компьютеры, мобильные телефоны, интернет-планшеты, принтеры, цифровые фотоаппараты, мышки, клавиатуры, джойстики, наушники, гарнитуры и акустических систем на надёжной, бесплатной, повсеместно доступной радиочастоте для ближней связи

CAD (Computer-aided design) – автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса

технических, программных и других средств автоматизации его деятельности

DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) – управление Министерства обороны США, отвечающее за разработку новых технологий для использования в интересах вооружённых сил

GPS (Global Positioning System) – спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение во всемирной системе координат WGS 84

Hannover Messe – крупнейшая в мире промышленная выставка. Проводится в Ганновере, Германия

HD (High Definition) – высокое разрешение

ID-карта (Identity Document) – официальный документ, удостоверяющий личность, в том числе в электронных системах разных уровней и назначений, обычно выполненный в формате пластиковой карты

IP40 (International Protection Marking) – классификация способа защиты, обеспечиваемого оболочкой технического устройства от доступа к опасным частям, попадания внешних твёрдых предметов и (или) воды и проверяемого стандартными методами испытаний. 4 – защита от внешних твёрдых предметов диаметром больше или равным 1мм, 0 – защита от вредного воздействия воды не обеспечивается

IP54 (International Protection Marking) – классификация способа защиты, обеспечиваемого оболочкой технического устройства от доступа к опасным частям, попадания внешних твёрдых предметов и (или) воды и проверяемого стандартными методами испытаний.

5 – частичная защита от пыли, 4 – защита от сплошного обрызгивания

IP67 (International Protection Marking) – классификация способа защиты, обеспечиваемого оболочкой технического устройства от доступа к опасным частям, попадания внешних твёрдых предметов и (или) воды и проверяемого стандартными методами испытаний. 6 – полная защита от пыли, 7 – защита от воздействия при временном (непродолжительном) погружении в воду

IP69K (International Protection Marking) – классификация способа защиты, обеспечиваемого оболочкой технического устройства от доступа к опасным частям, попадания внешних твёрдых предметов и (или) воды и проверяемого стандартными методами испытаний. 6 – полная защита от пыли, 9K – защита в условиях высокотемпературной мойки даже при высоком давлении воды

ISO 10218 – международный стандарт. «Роботы и робототехнические устройства. Требования безопасности для промышленных роботов. Часть 1. Роботы»

ISO 14644-1 – международный стандарт. «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха по концентрации частиц»

ISO/TS 15066 – международный стандарт. «Роботы и автоматизированные устройства – Коллаборативные роботы»

MAG (Metal active gas) – дуговая сварка с использованием газов для защиты места сварки (в атмосфере активного газа) от влияния атмосферных газов

MIG (Metal inert gas) – дуговая сварка с использованием газов для защиты места сварки (в атмосфере инертного газа) от влияния атмосферных газов

NASA (National Aeronautics and Space Administration) – ведомство, осуществляющее гражданскую космическую программу страны, а также научные исследования воздушного и космического пространств и научно-технологические исследования в области авиации, воздухоплавания и космонавтики (по терминологии, принятой в США – астронавтики)

Plug & play – технология, предназначенная для быстрого определения и конфигурирования устройств в компьютере и других технических устройствах.

RTPM (Real-time path modification) – датчик, который применяется для слежения и корректировки траектории сварного шва в процессе сварки

SCARA (Selective Compliance Articulated Robot Arm) – это кинематика, основанная на рычажной системе, обеспечивающей перемещение конечного звена в плоскости за счет вращательного привода рычагов механизма

TIG (Tungsten inert gas) – дуговая сварка неплавящимся электродом в защитной атмосфере инертного газа

WGS 84 (World Geodetic System 1984) всемирная система геодезических параметров Земли 1984 года, в число которых входит система геоцентрических координат. В отличие от локальных систем, является единой системой для всей планеты

Wi-Fi – технология беспроводной локальной сети с устройствами на основе стандартов IEEE 802.11

Аддитивное производство (Additive Manufacturing) – группа технологических методов производства изделий и прототипов, основанная на поэтапном формировании изделия путём добавления материала на основу (платформу или заготовку)

ДНК (Дезоксирибонуклеиновая кислота) – макромолекула, обеспечивающая хранение, передачу из поколения в поколение и реализацию генетической программы развития и функционирования живых организмов

ИИ (Искусственный интеллект) – свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека; наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ

КРОК (ЗАО «КРОК инкорпорейтед») – международная ИТ-компания, один из лидеров российского рынка информационных технологий. Компания реализует проекты в 40 странах мира и занимается предоставлением услуг в области системной интеграции, консалтинга, тиражируемых продуктов, управляемых B2B-сервисов, перспективных сквозных технологий

ЛОР (Оториноларингология) – раздел медицины и медицинская специальность, которая специализируется на диагностике и лечении патологий уха, горла, носа, а также головы и шеи

МЭМС (Микроэлектромеханические системы) – устройства, объединяющие в себе микроэлектронные и микромеханические компоненты

Пакет ready2_use – предварительно сконфигурированные, согласованные друг с другом пакеты приложений, разработанные компанией KUKA. Они могут легко и быстро интегрироваться в производственное оборудование

ПО – программное обеспечение

Промышленность поколения 4.0 (Индустрия 4.0, четвёртая промышленная революция) – прогнозируемое событие, массовое внедрение киберфизических систем в производство и обслуживание человеческих потребностей, включая быт, труд и досуг

ПТРК – противотанковый ракетный комплекс

Разъем SMA (Sub-miniature version A) – соединитель для подключения коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом.

РВСН (Ракетные войска стратегического назначения Российской Федерации) – после 2001 года и до настоящего момента отдельный род войск Вооружённых сил Российской Федерации, находящийся в непосредственном подчинении Генерального штаба Вооружённых сил Российской Федерации, главный компонент стратегических ядерных сил Российской Федерации

РЛС (Радиолокационная станция) – система для обнаружения воздушных, морских и наземных объектов, а также для определения их дальности, скорости и геометрических параметров

РТК – робототехнический комплекс

Экструзия – технология получения изделий путём продавливания вязкого расплава материала или густой пасты через формующее отверстие



КОМПЛЕКС ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И ИМУЩЕСТВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ
ПРАВИТЕЛЬСТВА МОСКВЫ



ДЕПАРТАМЕНТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ
И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ
ГОРОДА МОСКВЫ

АПР

АГЕНТСТВО
ПРОМЫШЛЕННОГО
РАЗВИТИЯ МОСКВЫ

Москва, ЦАО, ул.1905 Года, д.7, стр.1.
8(495) 909-30-69
apr.mos.ru