



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Робототехника

Громов Владислав Сергеевич, к.т.н., доцент ФСУиР,
Университет ИТМО

1. Понимание робота

Что такое робот?

Робот – автоматическое устройство, предназначенное для взаимодействия с окружающей средой с целью выполнения различных механических операций по заложенной программе.

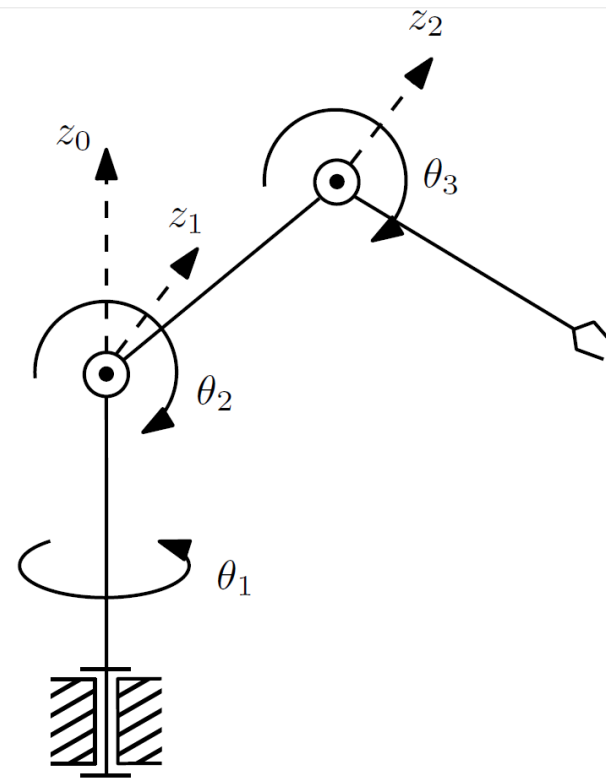


Из чего состоят роботы?

Согласно теории механизмов и машин, роботы состоят из:

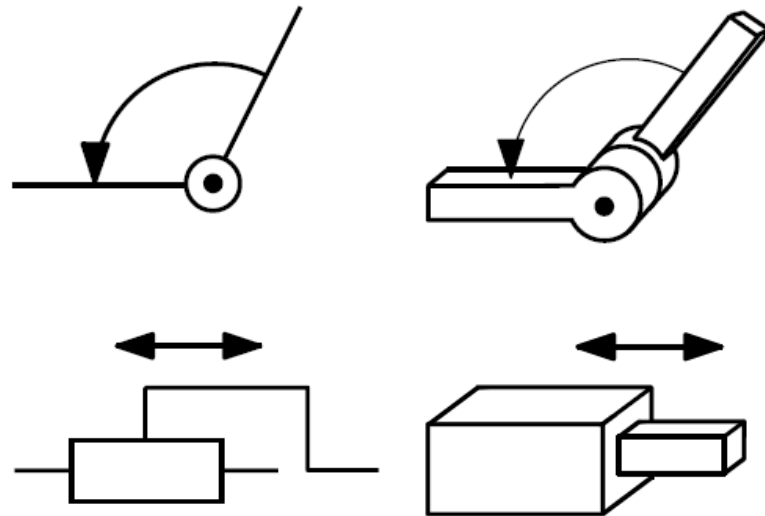
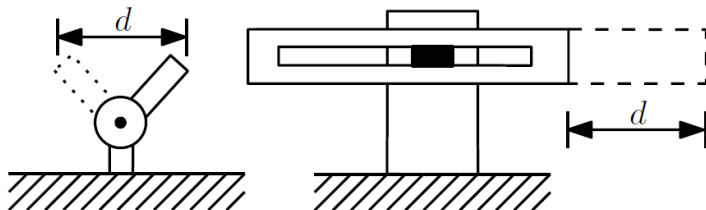
- ✓ звеньев – деталей, либо групп деталей, жестко связанных между собой;
- ✓ шарниров – соединений звеньев, допускающих их относительное движение (кинематическая пара).

Число подвижных соединений – число степеней свободы.



Кинематические пары

- ✓ вращательные
- ✓ призматические
- ✓ комбинированные



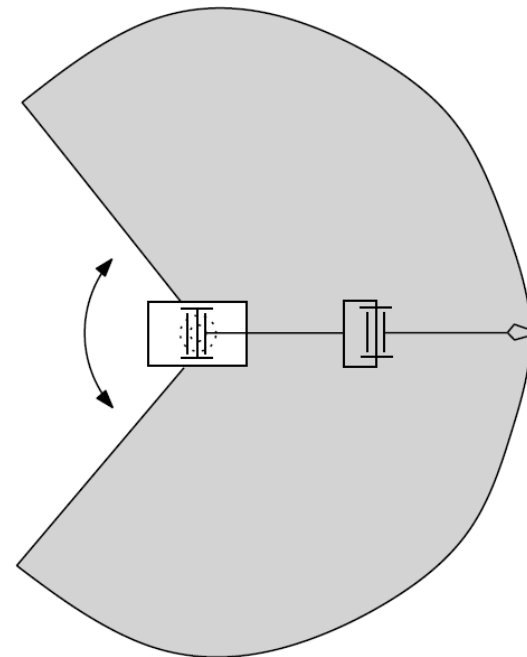
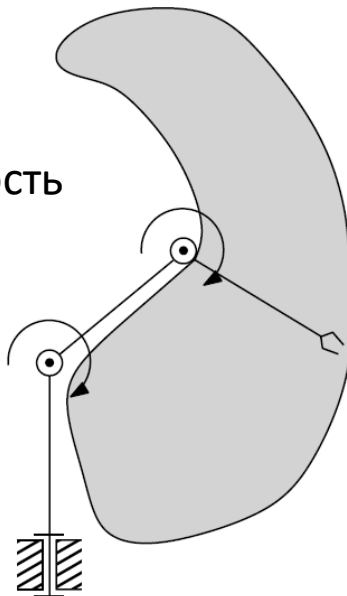
Типовые составные части роботов:

- ✓ Звенья и шарниры
- ✓ Приводы
- ✓ Датчики
- ✓ Носимый инструментарий
- ✓ Контроллер
- ✓ Блок питания
- ✓ Пульт программирования и управления



Основные характеристики роботов

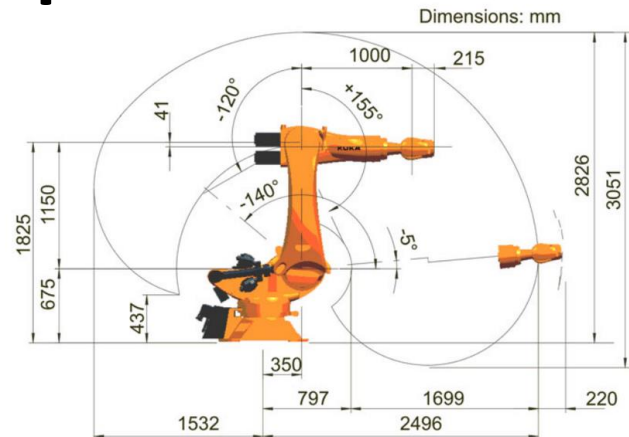
- ✓ Число степеней свободы (управляемых и неуправляемых)
- ✓ Погрешность позиционирования (повторяемость)
- ✓ Грузоподъемность
- ✓ Рабочее пространство
- ✓ Максимальная линейная скорость



Отличия непром. и пром. роботов



- ✓ Доступная стоимость
- ✓ Безопасен для человека
- ✓ Не требует спец. навыков



- ✓ Повышенная защищенность от внешних воздействий
- ✓ Высокая грузоподъемность
- ✓ Расширенные возможности гарантии и обслуживания
- ✓ Требуются доп. меры безопасности и подготовка

Доп. средства для мобильных роботов

Особые виды подготовки помещений для мобильных роботов:

- ✓ магнитные ленты;
- ✓ рельсы;
- ✓ провода-антенны;
- ✓ оптические метки.



2. Классификация роботов

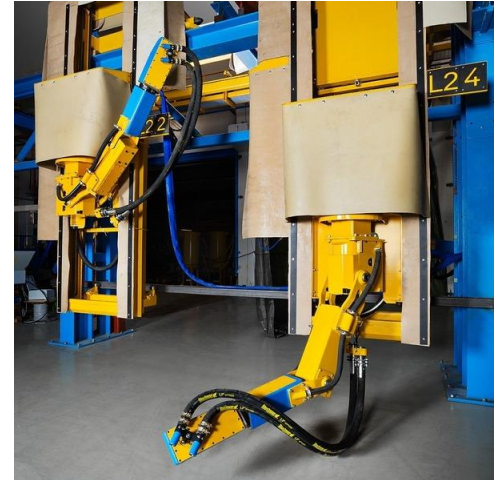
Классификация пром. роботов

- ✓ По грузоподъемности:
 - сверхлёгкие (до 1 кг),
 - легкие (от 1 до 10 кг),
 - средние (от 10 до 200 кг),
 - тяжелые (от 200 до 1000 кг),
 - сверхтяжелые (более 1000 кг).



Классификация пром. роботов

- ✓ По числу степеней свободы: от трёх до семи, для артикулированных обычно шесть;
- ✓ По виду управления: программные и адаптивные;
- ✓ По возможности передвижения: стационарные и подвижные;
- ✓ По типу установки: напольные, настенные, подвесные.



Классификация пром. роботов?

✓ По выполняемым задачам:

собирающие, переносящие, сваривающие,
шлифующие, загибающие, упаковывающие,
сталелитейные, контролирующие, сортирующие,
термообрабатывающие, красящие...

Основной современный тренд: универсализация!



Классификация пром. роботов?

- ✓ По переносимому оборудованию:
 - диагностирующие (позиционируют датчик или комплекс датчиков);
 - инструментальные (позиционируют инструмент);
 - удерживающие (позиционируют производимые объекты посредством захватного устройства).

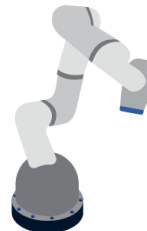
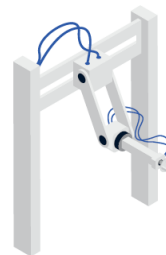
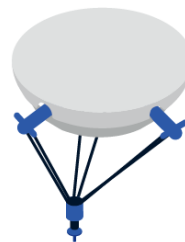


3. Промышленная робототехника

3.1 Типы промышленных роботов

Типы промышленных роботов

- ✓ Артикулированные
- ✓ Дельта
- ✓ Параллельные
- ✓ SCARA
- ✓ Коллаборативные
- ✓ Мобильные
- ✓ Экзоскелеты



Артикулированные роботы

Артикулированные роботы содержат последовательные вращательные сочленения и от трёх до шести степеней свободы, обеспечивающие гибкость в применении.

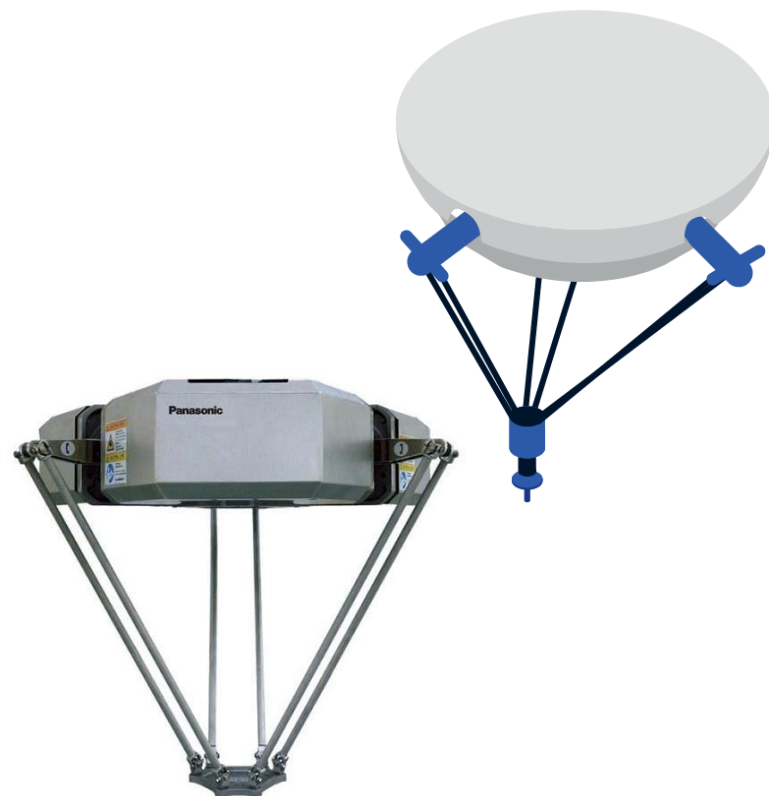
Применяются в широком спектре операций: сборка, покраска, сварка, паллетирование, удержание и т.д.



Дельта роботы

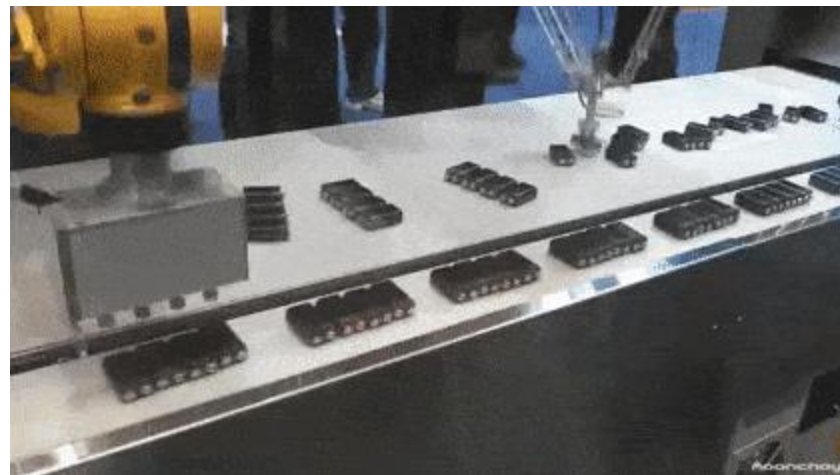
Дельта роботы содержат три звена, каждый из которых закреплен на базе робота. База робота чаще всего находится является верхней точкой и включает приводы звеньев (линейные или вращательные), что позволяет сделать звенья очень лёгкими и подвижными.

Применения: упаковка, сборка с высокой скоростью и точностью.



Артикулированные и дельта роботы вместе

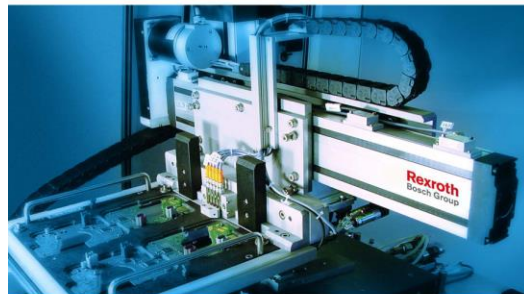
Пример совместного использования: дельта робот (справа) быстро и точно перемещает отдельные детали, articulated robot медленнее, но переносит большую массу нескольких деталей сразу на большие расстояния.



Параллельные роботы

Параллельный робот состоит из трёх управляемых осей, которые расположены под 90° друг к другу. Вдоль осей происходит параллельное перемещение; такую кинематическую схему очень легко программировать.

Применяется в узкой области задач, где ограничено пространство для размещения робота и требуются только линейные перемещения. Возможно масштабирование системы.



SCARA

SCARA (Selective Compliance Articulated Robot Arm) имеют кинематику, имитирующую движение руки в плоскости. Зачастую содержат две вращательные оси для движения в плоскости, а также еще пару осей для (вращательную и призматическую) для подъема и вращения инструмента. Обладают ограниченной областью работы, но могут двигаться на высокой скорости с высокой точностью.

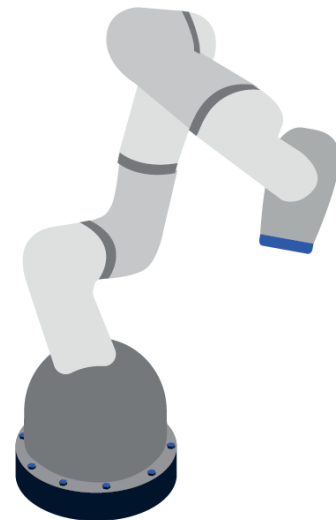
Применяются в «плоских» задачах, например, сборка или перемещение на плоскости с высокой скоростью и точностью.



Коллаборативные роботы

Коллаборативные роботы (чаще всего, на основе артикулированных) обладают специальным набором аппаратных и программных средств, позволяющих использовать таких роботов совместно с человеком без необходимости устанавливать специальные защитные устройства, а также упрощающие процесс автоматизации производства.

Применяется для облегчения труда рабочих и повышения точности производимых операций в задачах, где требуется гибкость перенастройки или где полная автоматизация процесса приведет к чрезмерному усложнению и удорожанию процесса.



Мобильные роботы

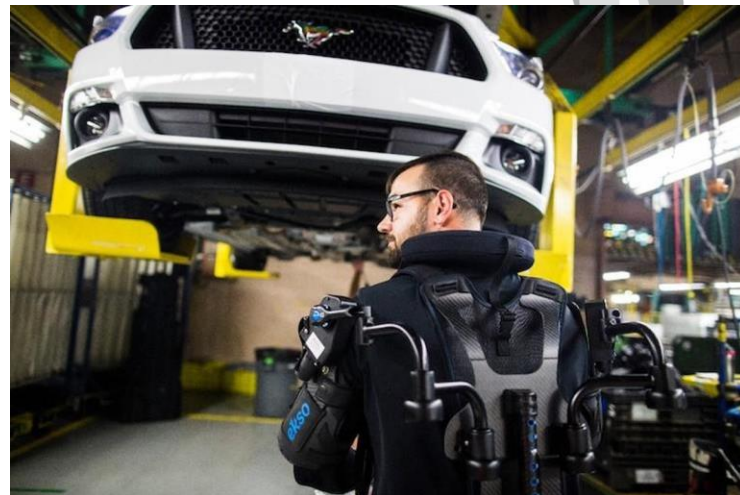
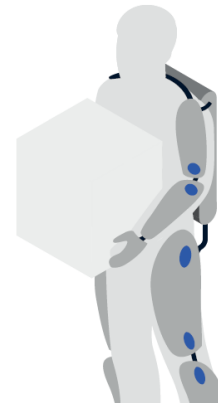
Мобильные управляемые платформы и мобильные роботы могут перемещаться в пространстве при необходимости чрезвычайной гибкости производства. Оснащены цифровыми камерами и/или датчиками (оптическими, звуковыми, лазерными) для обеспечения безопасности, картирования местности и навигации. Зачастую требуют специальной подготовки помещений для обеспечения бесперебойной работы.



Экзоскелеты

Экзоскелеты чаще всего применяются как закрепляемые на теле человека поддерживающие устройства. Спроектированы для облегчения нагрузок на тела рабочих, позволяют переносить большие массы без вреда для здоровья.

Используются на складах для разгрузки и переноса тяжелых разнородных грузов на большие расстояния.



Захватные устройства

Захватные устройства используются для захвата и надежного удержания объектов, с которыми робот выполняет технологические операции.

Классификация захватных устройств:

- ✓ По принципу действия: электромеханические, пневматические, гидравлические, магнитные, вакуумные, эластично-деформируемые.
- ✓ По типу базирования: центрирующие, базирующие, фиксирующие.
- ✓ По характеру крепления: несменяемые и быстросъемные.
- ✓ По виду управления: неуправляемые (магниты), с бинарным управлением, с настраиваемым управлением, с адаптивным управлением.



Примеры приводов для захватных устройств



Сервоприводы



Червячные
механизмы

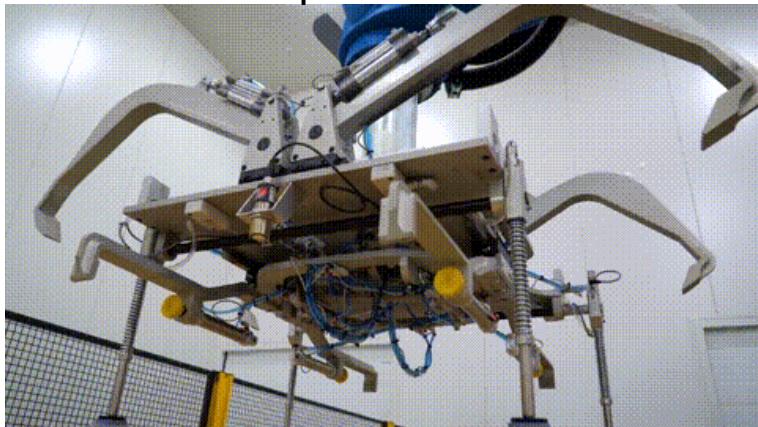


Пневмоцилиндры

3.2 Традиционные области применения

Перемещение грузов

- ✓ Работа с тяжелыми грузами
- ✓ Высокая скорость работы
- ✓ Высокая точность позиционирования
- ✓ Основное ограничение: соотношение стоимости и переносимой массы



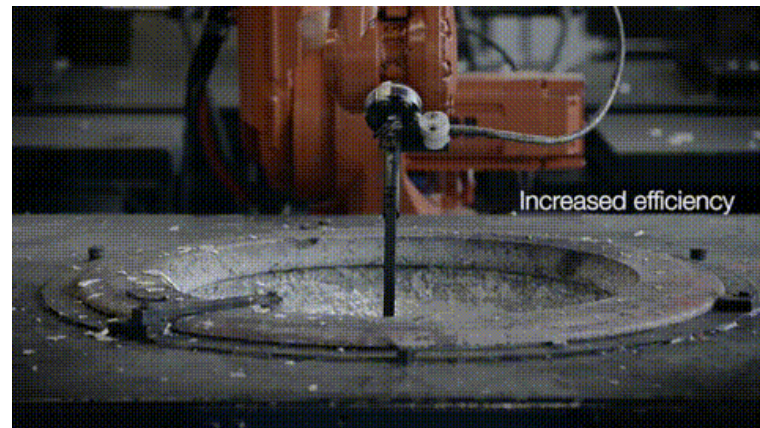
Сварочные операции

- ✓ Высокая точность позиционирования
- ✓ Повторяемость операций
- ✓ Ограничения: снижение точности на удалённых точках



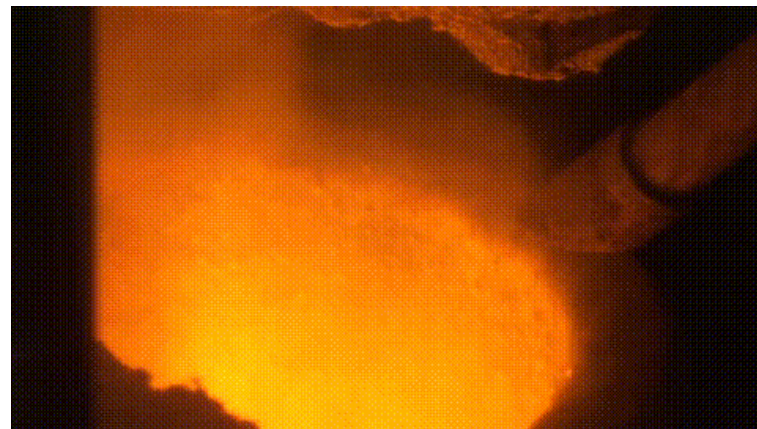
Металлургия

- ✓ Перенос тяжелых изделий
- ✓ Повторяемость операций
- ✓ Ограничения: высокая собственная масса



Работа в неблагоприятных условиях

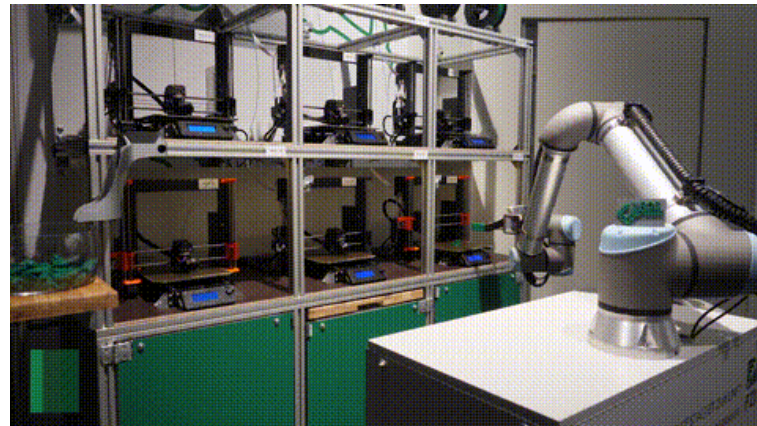
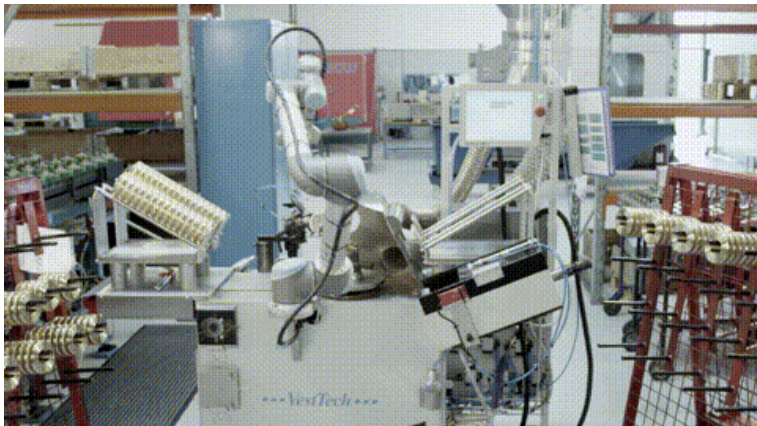
- ✓ Частицы в воздухе
- ✓ Высокие температуры
- ✓ Использование стандартных роботов с доп. оборудованием



3.3 Новые области применения

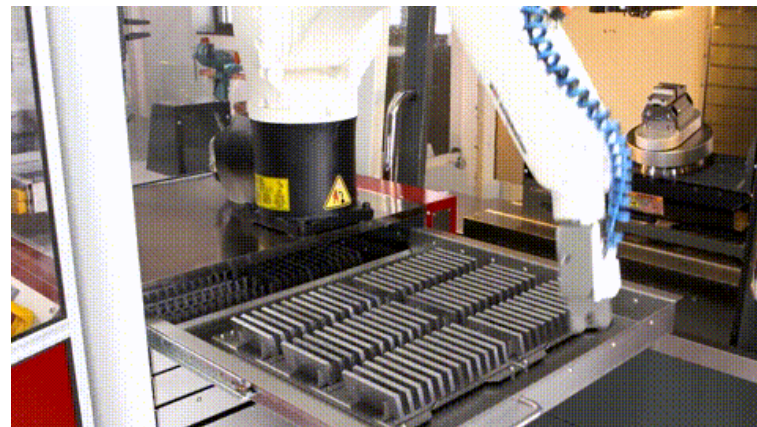
Взаимодействие со станками

- ✓ Взаимодействие с системой управления станка
- ✓ Взаимодействие с системой склада
- ✓ Загрузка/выгрузка изделий



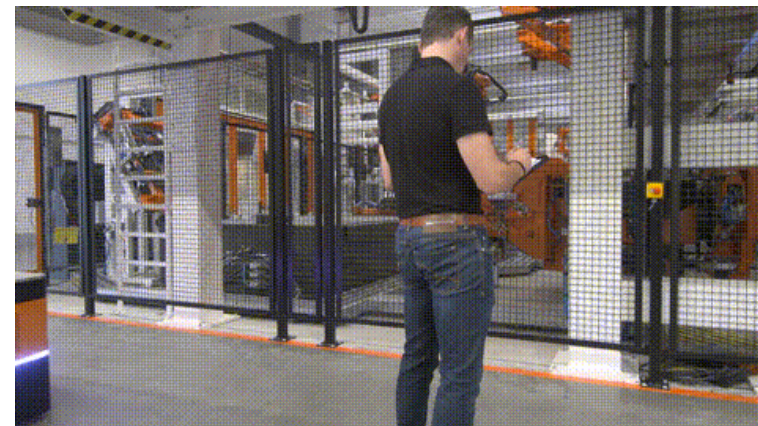
Модульные робототехнические ячейки

- ✓ Взаимодействие с системой управления станка
- ✓ Уменьшение необходимого количества роботов
- ✓ Быстрая реконфигурация производства



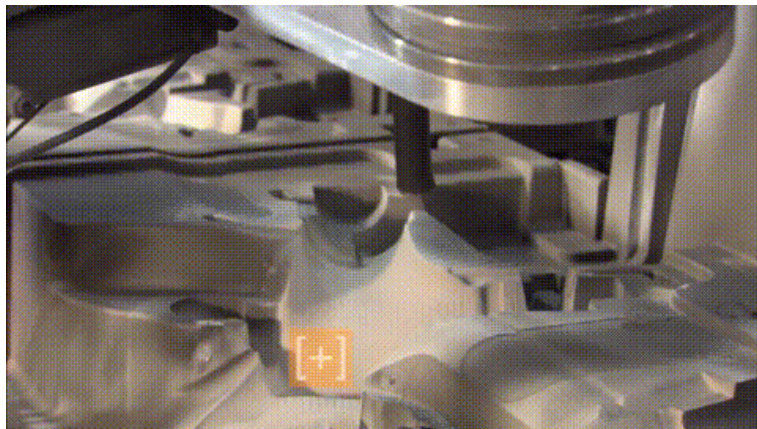
Распознавание образов

- ✓ Поиск желаемых объектов
- ✓ Обнаружение препятствий
- ✓ Контроль качества



Коллаборативные роботы

✓ «Ручное обучение» робота (BMW)



✓ Помощь в удержании тяжелого инструмента (Ford)



Внедрение мобильных роботов

- ✓ Перемещение грузов и манипуляторов
- ✓ Взаимодействие с системой склада
- ✓ Автономная навигация

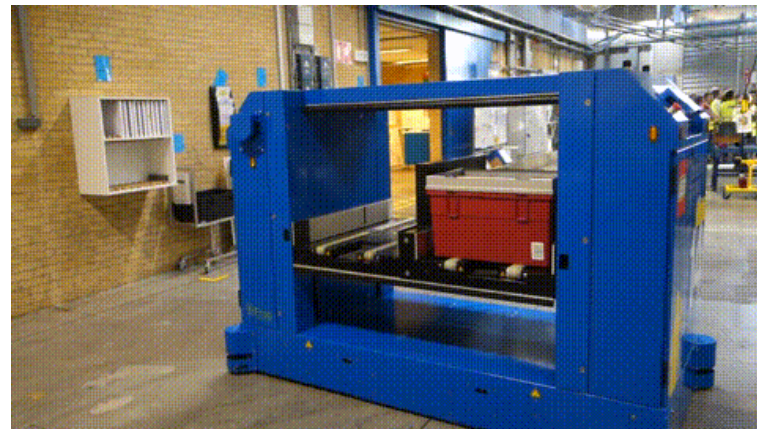


Управление группой роботов

- ✓ Централизованное управление
- ✓ Единоновременное перемещение обширной номенклатуры
- ✓ Возможность быстрой замены неисправного робота другим



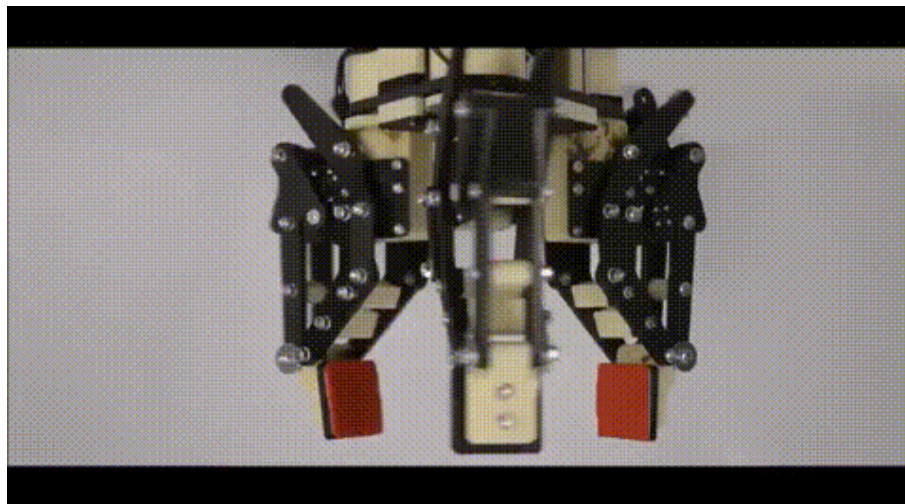
Amazon



Lego

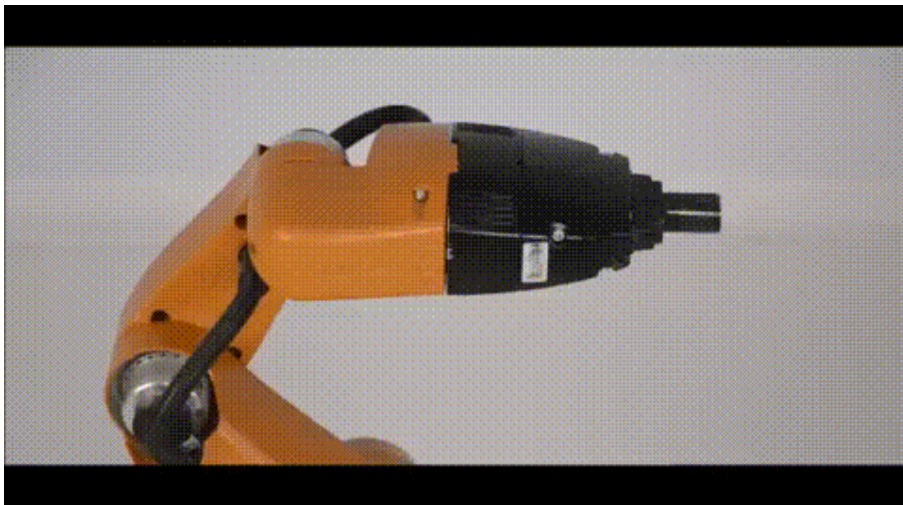
Адаптивное захватное устройство

- ✓ Адаптивный захват объектов разных форм
- ✓ Высокая грузоподъемность
- ✓ Возможность реконфигурации технологического процесса без смены оснастки



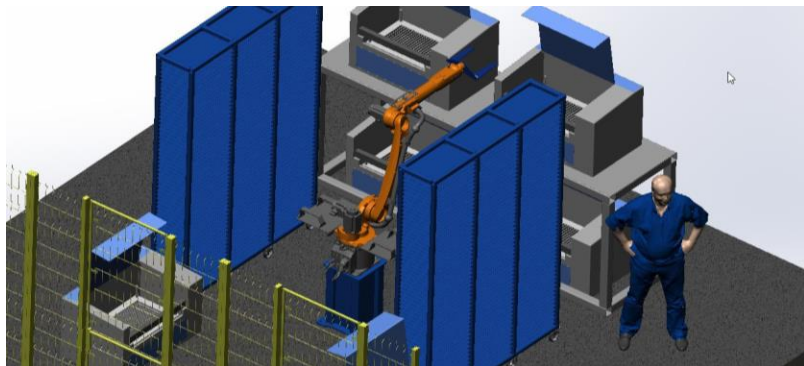
Алгоритмы силомоментного оцувствления

- ✓ Силомоментное оцувствление без необходимости установки датчика
- ✓ Не снижает максимальную полезную нагрузку на работа



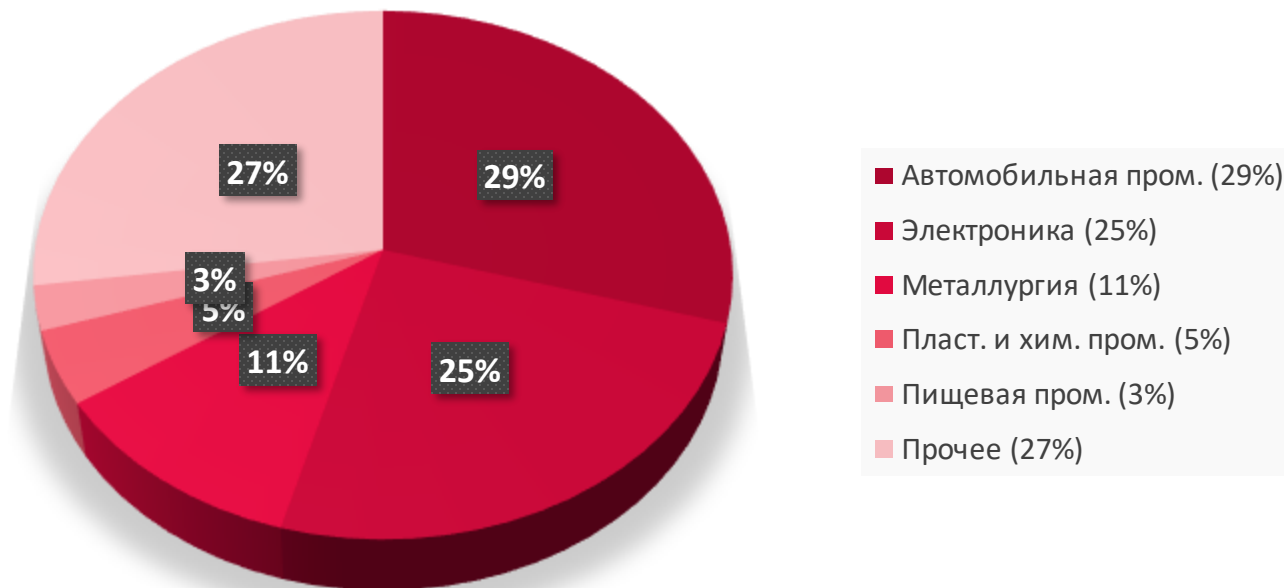
Использование универсального робота

- ✓ Единственный робот для всех операций
- ✓ Взаимодействие с системой склада
- ✓ Загрузка/выгрузка изделий



3.4 В каких процессах нужно использовать робота

Области использования роботов



Использование в технологических процессах

Роботы применяются в процессах, требующих:

- ✓ снижения стоимости;
- ✓ улучшения качества;
- ✓ повышения продуктивности;
- ✓ достижения гибкости производства;
- ✓ обеспечения безопасности рабочих;
- ✓ применения новых технологий;
- ✓ применения нового оборудования.

** по данным McKinsey*

Типовые операции, требующие роботизации

- ✓ Перенос объектов
- ✓ Сварка металлов
- ✓ Сборка устройств
- ✓ Дозирование веществ
- ✓ Операции в «чистой комнате»
- ✓ Обработка материалов

3.5 Ограничения роботизации

Барьеры для робототехники

1. Неявная ценность для бизнеса. Сложность расчета экономической выгоды от автоматизации некоторых сложных технологических процессов, что требует четкого понимания стоимости каждого шага производства.

Барьеры для робототехники

2. Проблемы на рабочих местах. По мере цифровизации и роботизации производства повышаются требования к сотрудникам (рабочим). Без профессионального развития персонала невозможна дальнейшая автоматизация предприятия.

Барьеры для робототехники

3. Информационная безопасность. Автоматизация, цифровизация и роботизация предприятия влекут за собой необходимость введения жестких правил поддержания инфраструктуры предприятия и обеспечения информационной безопасности.