

# Робототехнические КОМПЛЕКСЫ

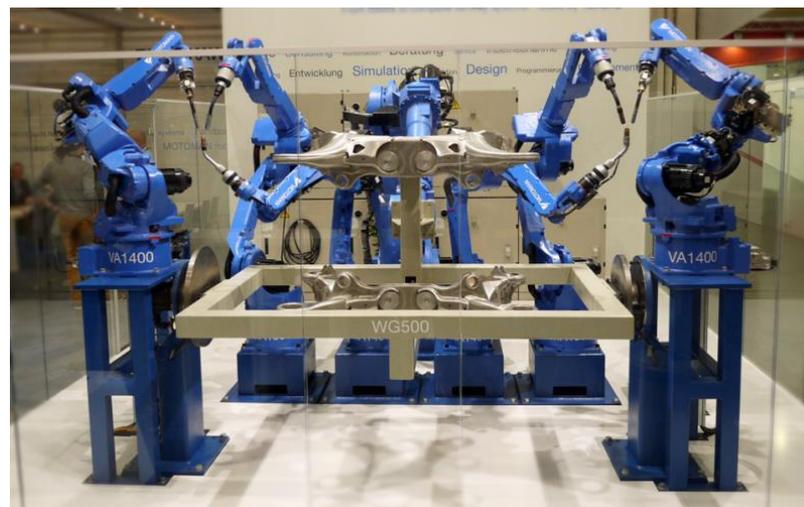
Ну, что ещё может заменить человека?



# Что такое «Промышленный робот»

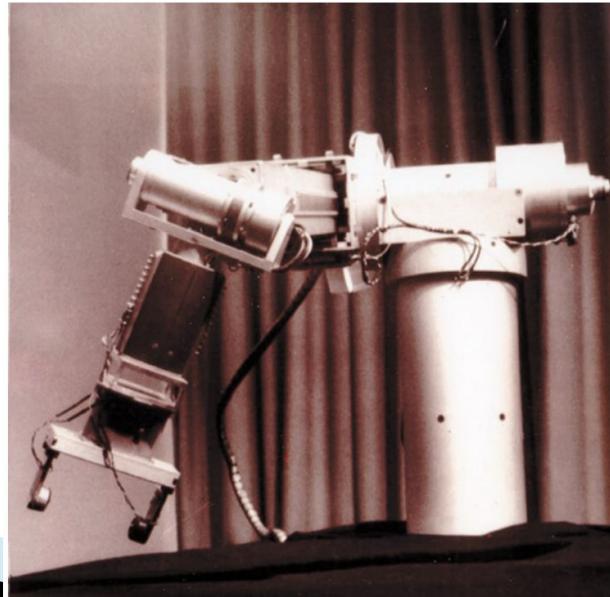
Промышленный робот — автономное устройство, состоящее из механического манипулятора и перепрограммируемой системы управления, которое применяется для перемещения объектов в пространстве и для выполнения различных производственных процессов.

Промышленные роботы могут выполнять основные технологические операции (сварка, окраска, сборка и др.) и вспомогательные технологические операции (загрузка-выгрузка технологического оборудования, транспортные и др.).



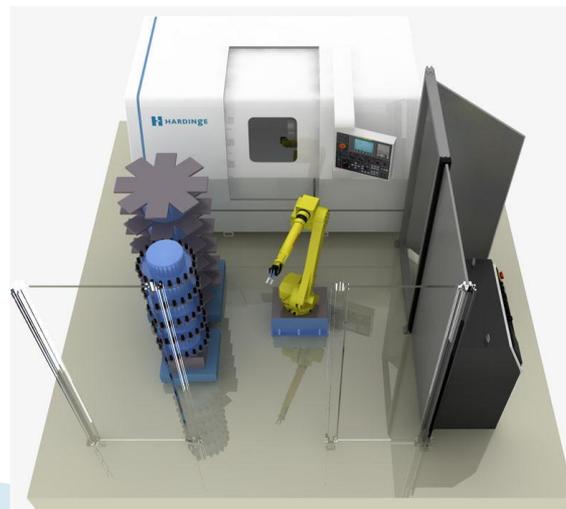
# История создания ПР

Первые промышленные роботы начали создавать в середине 50-х годов 20 века в США. В 1954 году американский инженер Дж. Девол запатентовал способ управления погрузочно-разгрузочным манипулятором с помощью сменных перфокарт, т.е. получил патент на робот промышленного назначения. Вместе с Д. Энгельбергом в 1956 г. он организовал первую в мире компанию по выпуску промышленных роботов. Ее название «Unimation» (Юнимейшн) является сокращением термина «Universal Automation» (универсальная автоматика).



В 1959 году фирма "Консолидейтед Корпорейшн" (США) опубликовала описание манипулятора с числовым программным управлением (ЧПУ), а в 1960-1961 гг. в американской печати появились первые сообщения о манипуляторах "Transferobot" и "Eleximan" с ПУ для автоматизации сборочных и других работ.

1962 году в США были созданы первые в мире промышленные роботы «Юнимейт» ф. "Юнимейшн Инкорпорейд" и «Версатран» ф. "АМФ Версатран". Их сходство с человеком ограничивалось наличием манипулятора, отдаленно напоминающего человеческую руку. Некоторые из них работают до сих пор, превысив 100 тысяч часов рабочего ресурса.



# Классификация ПР

По конструктивным признакам ПР можно разделить на следующие группы: напольные ПР с горизонтальной выдвижной рукой и консольным механизмом подъема; напольные ПР с горизонтальной выдвижной рукой, установленной на подъемной каретке, перемещающейся по направляющим поворотной колонны; напольные ПР с многозвеньевой рукой; порталные ПР с рукой, установленной на каретке, перемещающейся по монорельсу; специализированные ПР; напольные транспортные тележки (робокары); ПР для обслуживания автоматизированных складов.



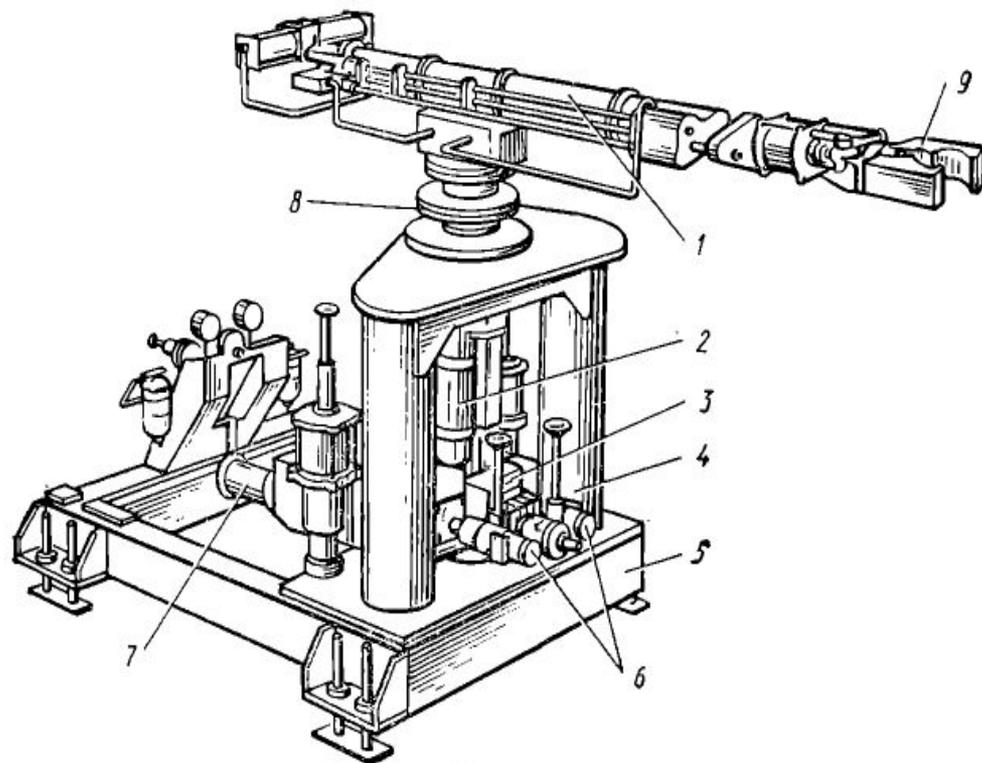
Напольные ПР с выдвижной рукой и консольным механизмом подъема руки, являющиеся наиболее распространенными, функционируют в цилиндрической или прямоугольной системе координат; привод — пневматический, электро-механический и в ряде случаев гидравлический; грузоподъемность 0,05 — 20 кг (отдельные ПР с гидроприводом имеют грузоподъемность до 60 кг).

ПР данной группы, предназначенные, как правило, для выполнения транспортно-загрузочных операций, отличаются большим быстродействием, оснащены цикловыми системами управления и оснащены упорами, ограничивающими перемещения их подвижных узлов.



На рис. 7.1 показан пневматический ПР наиболее распространенной компоновки. На основании 5 установлена рама 4, в нижней части которой размещен механизм 3 поворота колонны вокруг вертикальной оси, а в верхней — механизм 2 вертикального подъема руки. Поворот вокруг вертикальной оси осуществляется двумя пневмоцилиндрами 7, соединенными цепной передачей с блоком звездочек, установленным на поворотной колонне (в других конструкциях поворотный механизм выполняется на базе пневмотурбины или поворотного пневмодвигателя). Плавный подход к заданной точке при повороте гидродемпферами 6. Механизм подъема состоит из колонны 8. Рука 1 монтируется на верхнем фланце колонны и представляет собой пневмоцилиндр с выдвижным штоком, на конце которого закрепляется захватное устройство 9.

данной точке при повороте гидродемпферами 6. Механизм подъема состоит из колонны 8. Рука 1 монтируется на верхнем фланце колонны и представляет собой пневмоцилиндр с выдвижным штоком, на конце которого закрепляется захватное устройство 9.



# Напольные роботы на подвижной каретке

Робот работает в цилиндрической системе координат. На основании 1 ПР, в котором располагается гидростанция, размещена колонна 2, поворот которой осуществляется цепью, охватывающей звездочку, и натянутой двумя однополостными гидроцилиндрами. Такая схема обеспечивает беззазорное зацепление, что особенно важно для точности рабочих перемещений ПР при большом вылете его руки.

По направляющим колонны с помощью гидроцилиндра перемещается каретка 3, несущая выдвижную руку 4, которая приводится в действие реечной передачей: движение ведущему зубчатому колесу передается через шлицевой вал от гидромотора 5, расположенного в верхней части колонны. По особому заказу робот выпускают с перемещением по рельсам 6, что позволяет существенно расширить его рабочую зону.

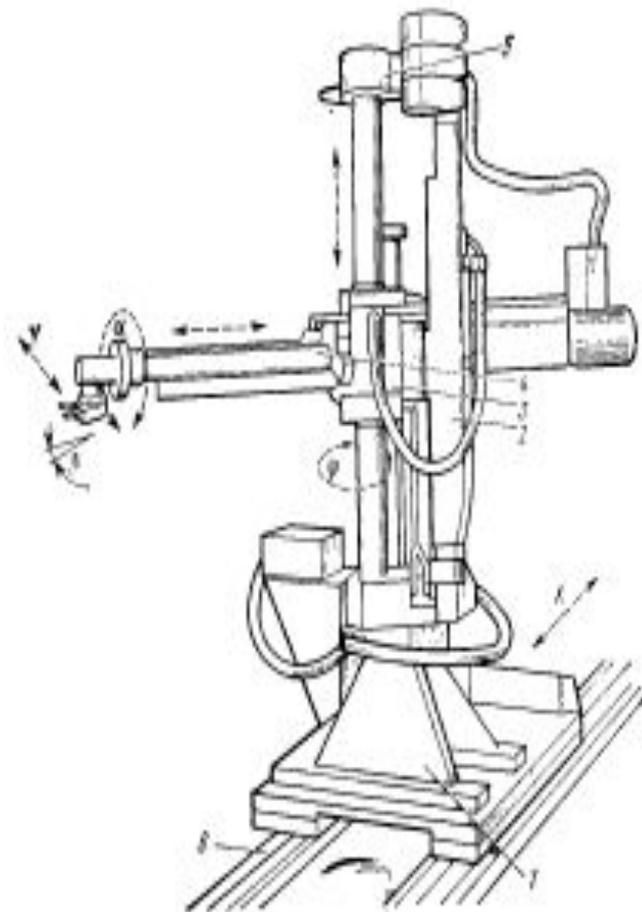
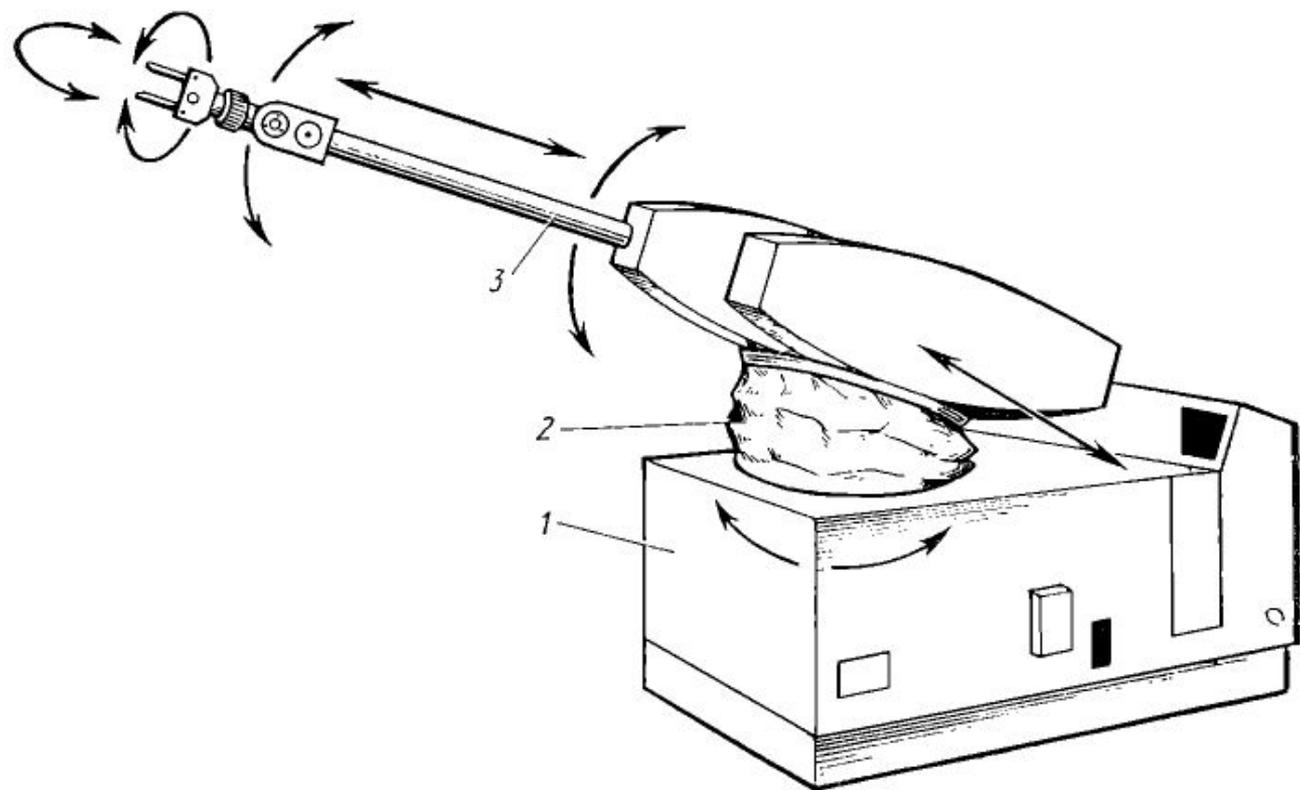


Рис. 7.3. Компонка напольного ПР с выдвижной рукой, установленной на подвижной каретке

Напольные роботы с качающейся выдвижной рукой (рис. 7.4) работают в полярной сферической системе координат и имеют не менее пяти степеней подвижности. На основании 1 смонтированы гидростанция и механизмы поворота руки вокруг вертикальной оси. В верхней части поворотной колонны 2 установлена выдвижная рука 3, которая под действием гидроцилиндра может совершать качательные движения в вертикальной плоскости.



# Портальные ПР

Эти роботы перемещаются по монорельсу, применяются для обслуживания станков, автоматических линий, транспортных операций. Достоинством таких роботов является экономия производственной площадки и удобство обслуживания оборудования.



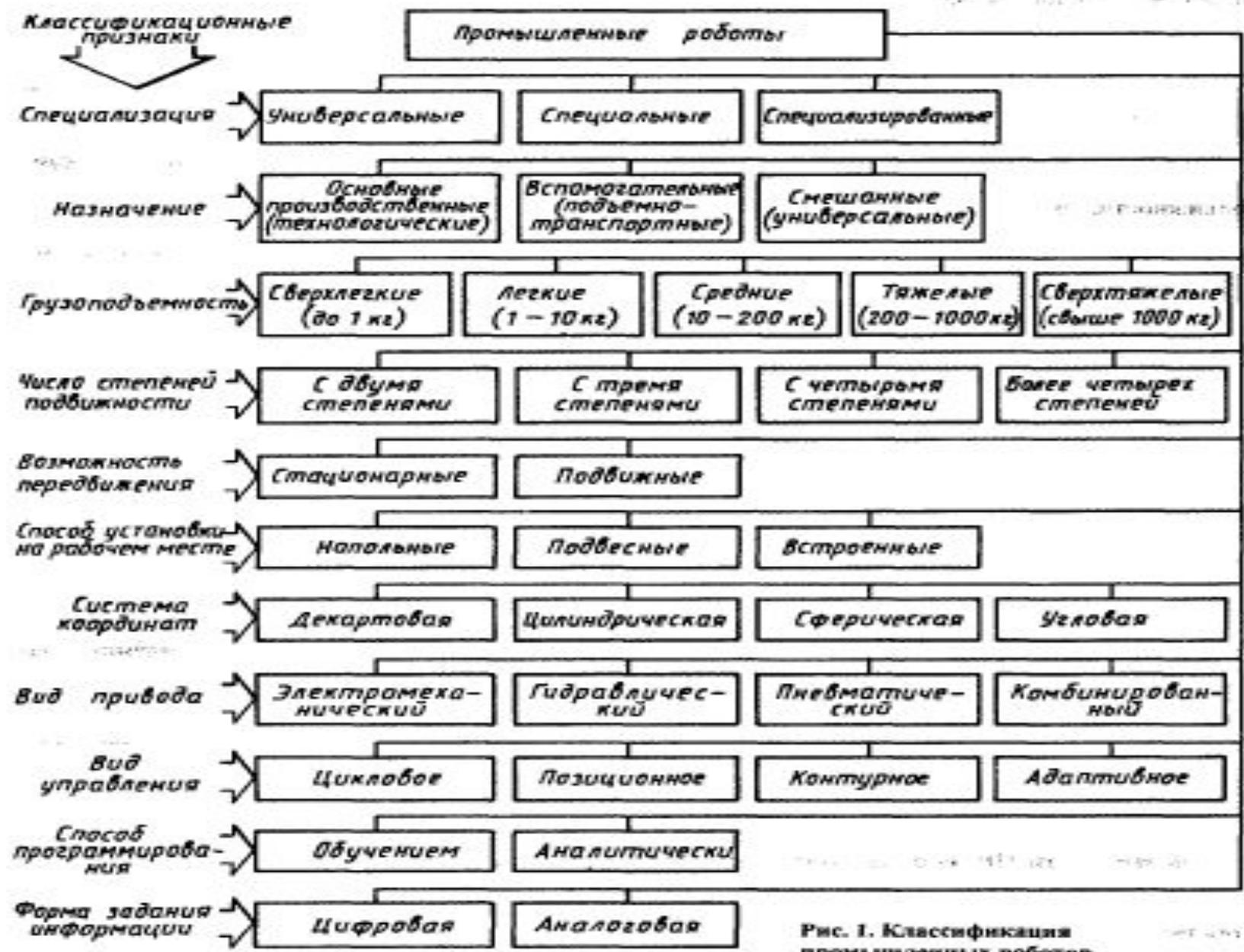


Рис. 1. Классификация промышленных роботов

По степени универсальности ПР делят на три группы:

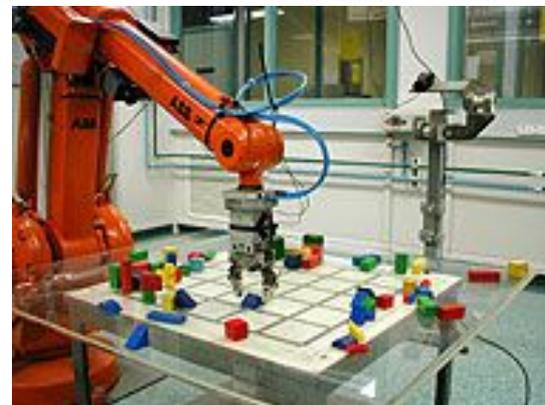
- универсальные, предназначенные для выполнения основных и вспомогательных операций независимо от типа производства, со сменой захватного устройства и с наибольшим числом степеней свободы;
- специализированные, предназначенные для работы с деталями определенного класса при выполнении операций штамповки, механообработки, сборки, со сменой захватного устройства и с ограниченным числом степеней свободы;
- специальные, предназначенные для выполнения работы только с определенными деталями по строго зафиксированной программе и обладающие 1 – 3 степенями свободы.



По способу выполнения движения различают ПР с дискретным управлением (последовательное движение по каждой координате) и ПР с траекторным управлением (одновременное движение по нескольким координатам).

По методам управления роботы можно классифицировать на два типа: ПР с разомкнутой системой управления (например, с временной зависимостью) и ПР с замкнутой системой управления (скорости определяет сам робот).

Системы управления роботами подразделяют на релейные (двухпозиционные), обеспечивающие движение ПР по упорам, и шагового типа, обеспечивающие движение ПР по контрольным точкам, когда величина шага контролируется от позиции к позиции (от одной точки к другой).



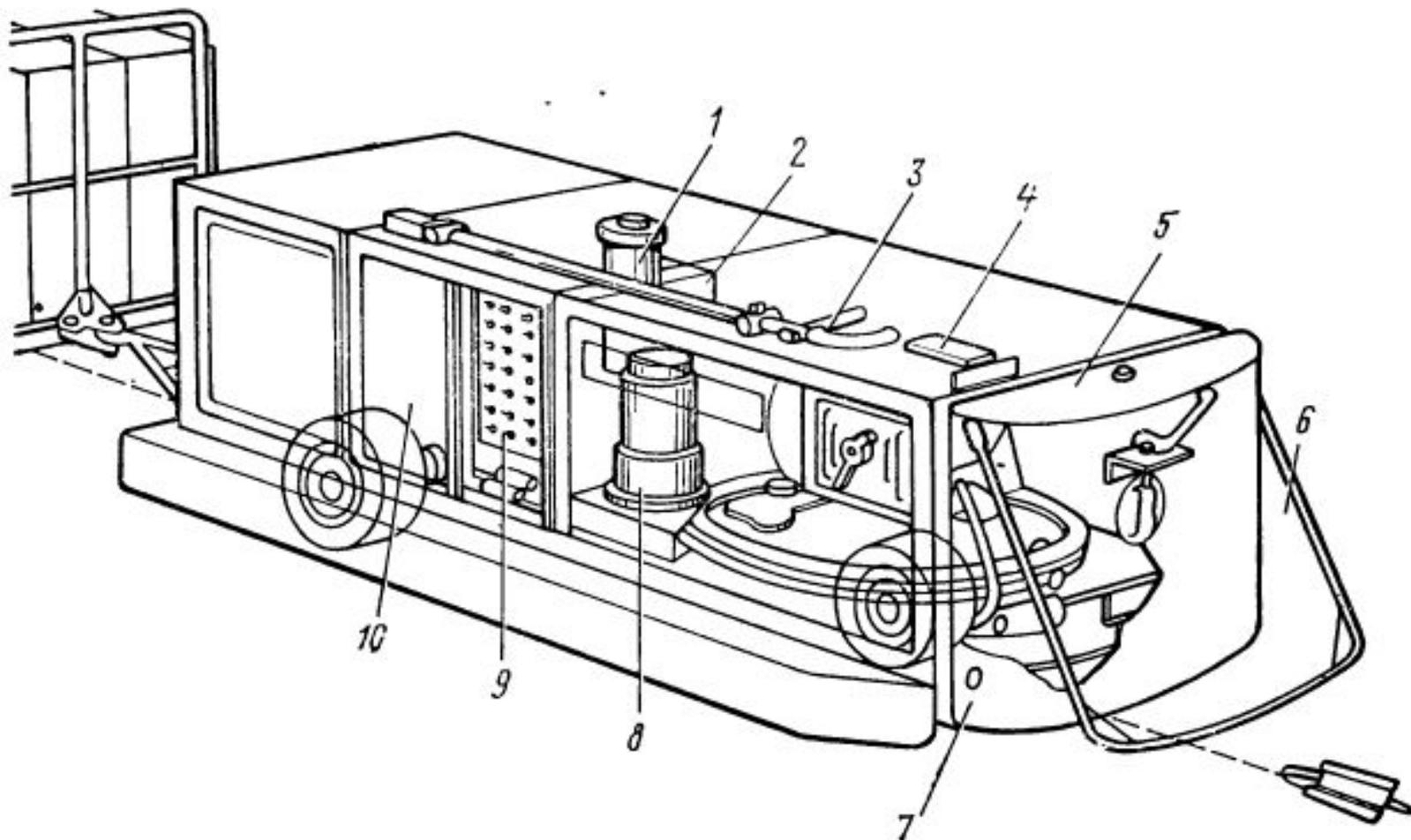


Рис. 7.8. Робот с электромагнитной стабилизацией курса:

1 — тормозная катушка, 2 — транзисторное устройство управления, 3 — рукоятка торможения, 4 — привод, 5 — сигнальная лампа, 6 — устройство обеспечения безопасности движения, 7 — буферный щит, 8 — привод устройства управления, 9 — панель программирования, 10 — аккумуляторная батарея

# Основные технические показатели ПР

Номинальная грузоподъемность (кг)

Размеры и форма рабочей зоны

Показатели степени подвижности:

- максимальное перемещение (мм,град)
- время перемещения (с)
- скорость перемещения (м/с)
- максимальное ускорение (м/с<sup>2</sup>)
- максимальная погрешность позиционирования (мм)

Показатели захватного устройства:

- усилие захватывания (Н)
- время захватывания (с)
- размеры объекта манипулирования (мм)

Показатели устройства управления:

- число одновременно управляемых движений по степеням подвижности (кинематическим звеньям)
- число каналов связи с внешним оборудованием

Давление  $p$  в пневмосистеме или гидросистеме (МПа) и расход  $Q$  воздуха или жидкости (м<sup>3</sup>/с)

Напряжение электропитания (В)

Потребляемая мощность (Вт)

Масса (кг)

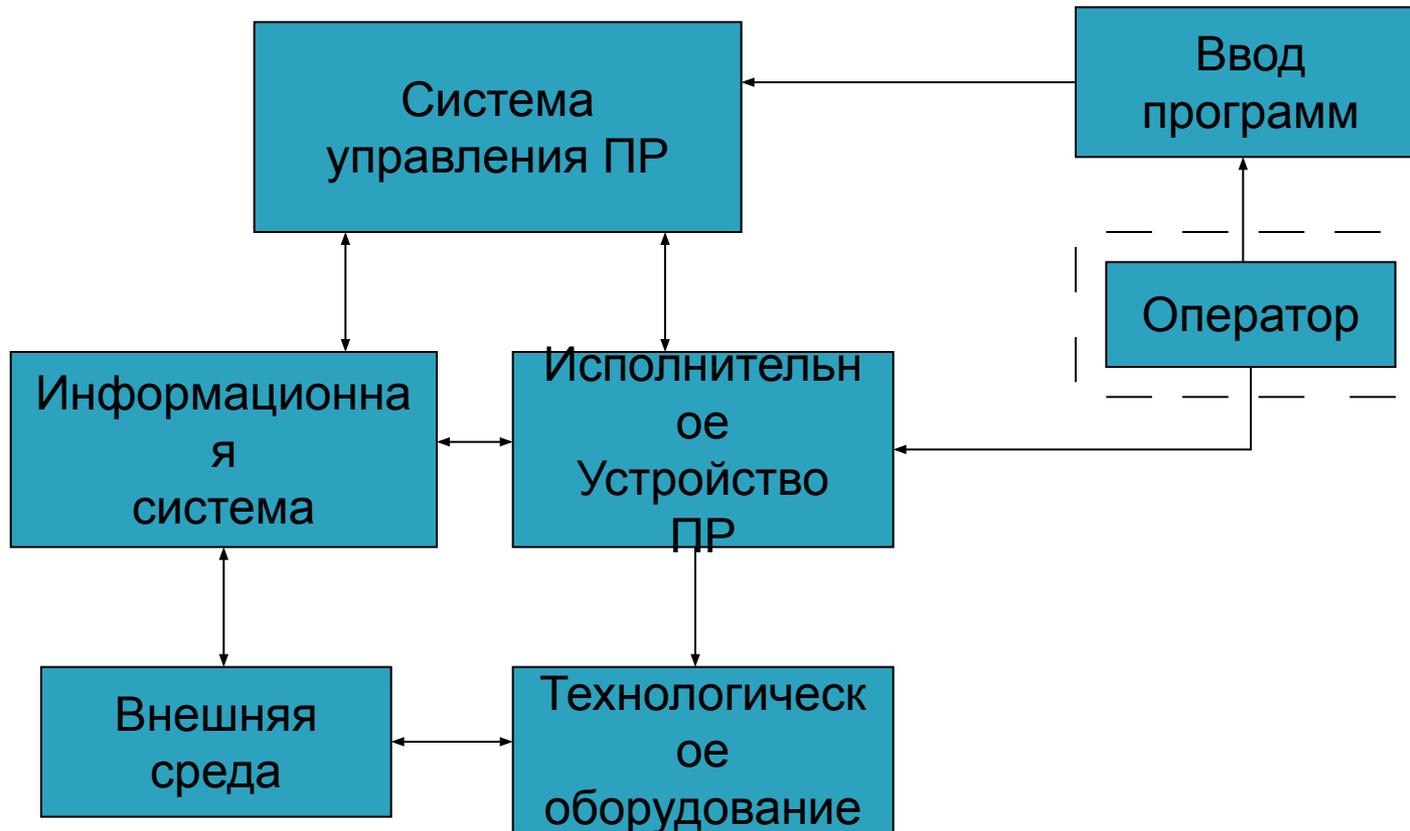
Габариты (длина x ширина x высота) (мм)

Показатели надежности:

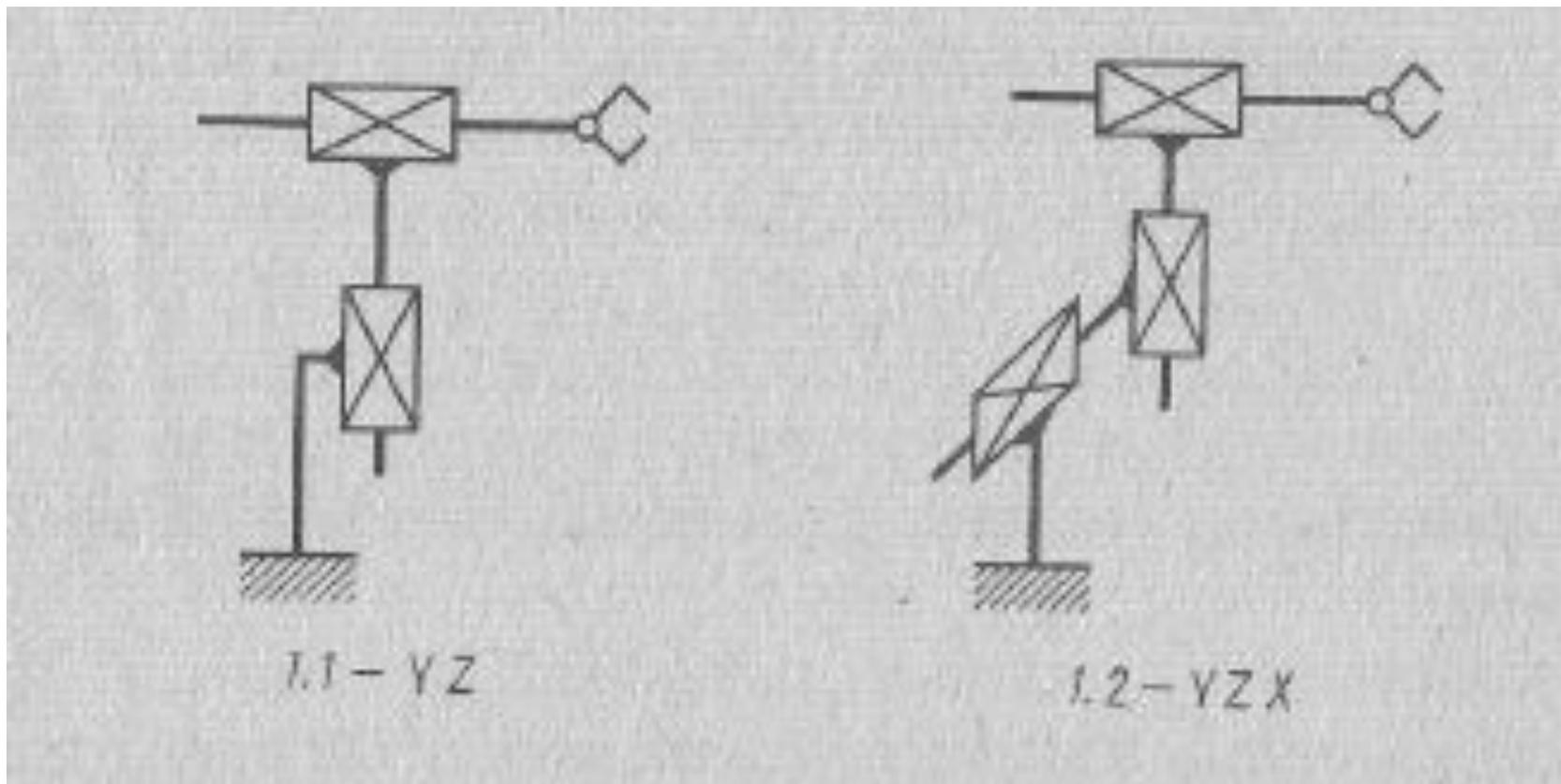
- наработка на отказ (час)
- срок службы (год)



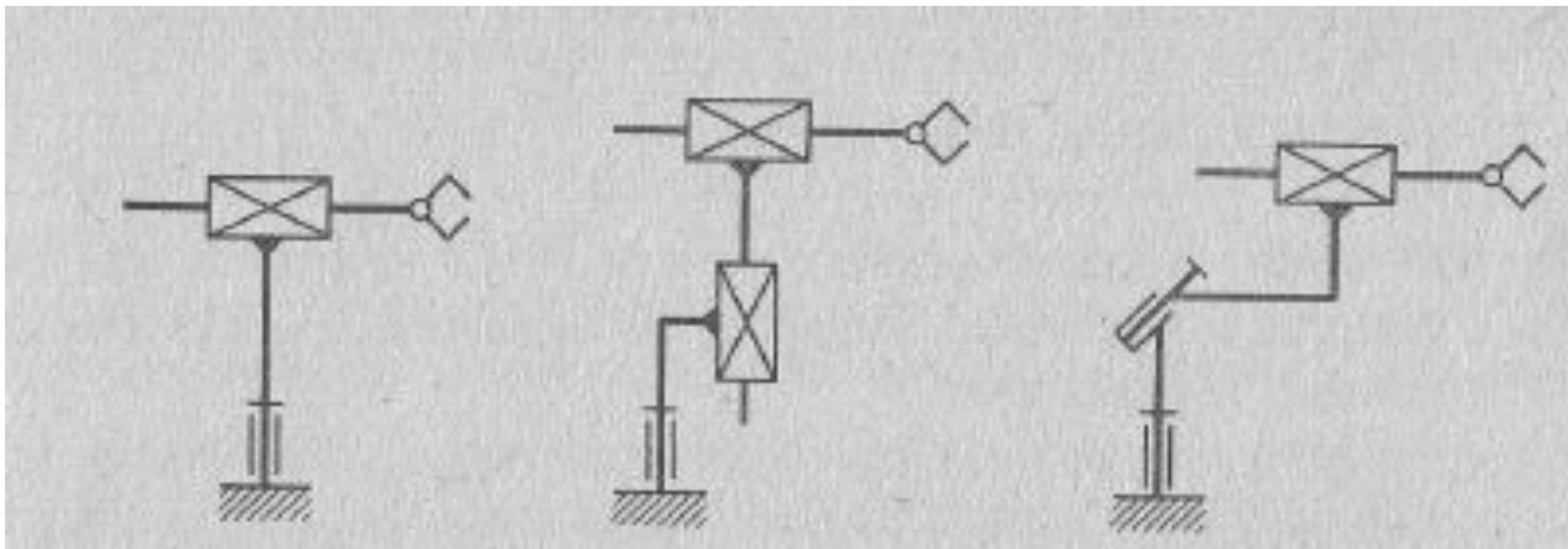
# Простейшая структурная схема ПР



# Прямоугольная система координат (плоская и пространственная)



# Полярная система координат

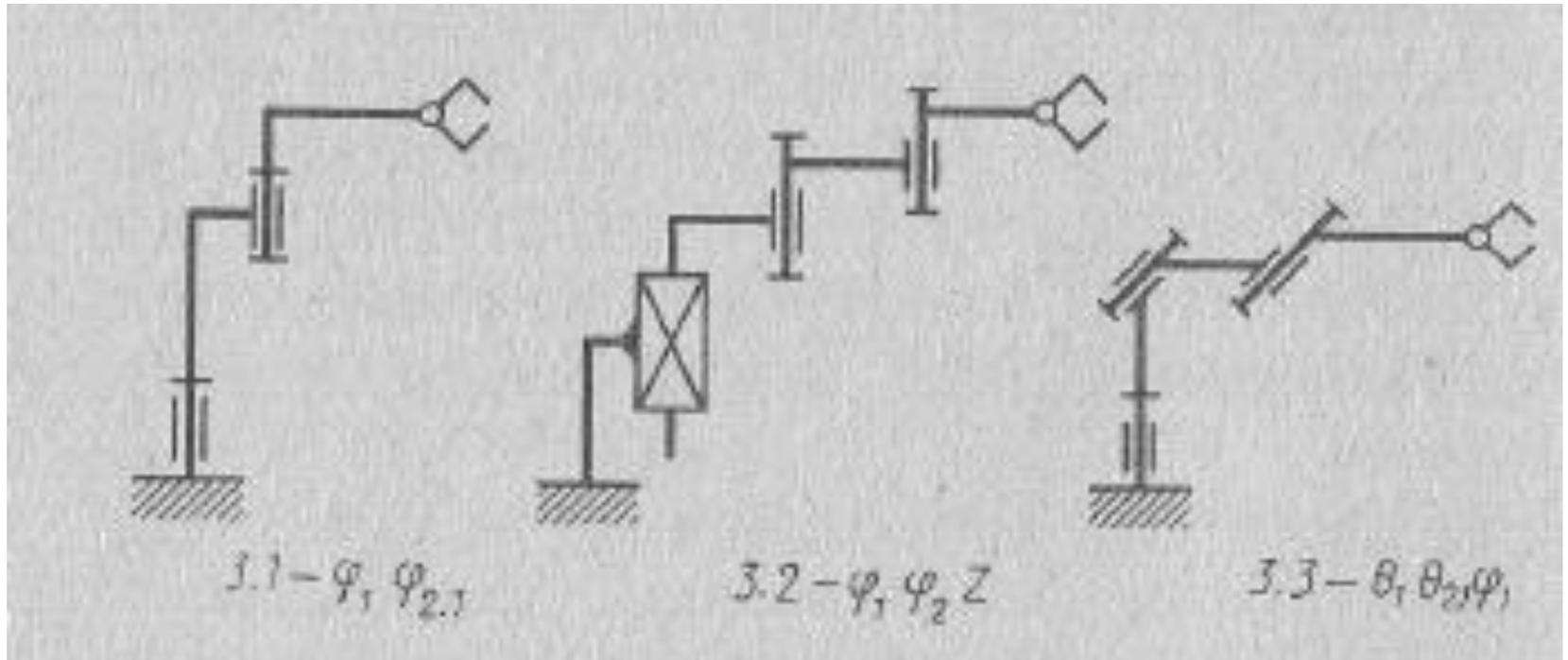


Плоская

Цилиндрическая

Сферическая

# Ангулярная система координат



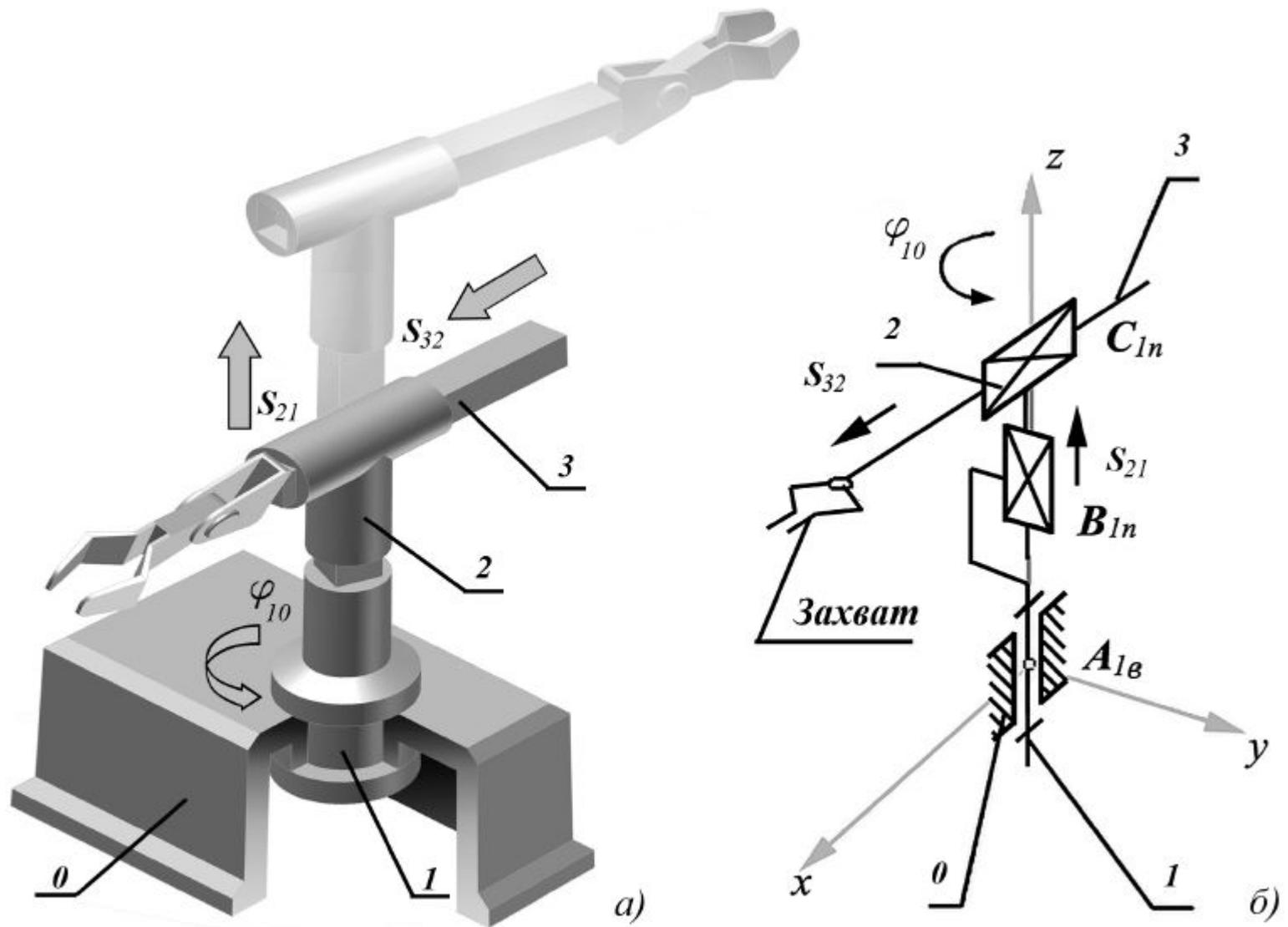


Рис. 1. Структурная (а) и кинематическая (б) схемы промышленного робота с трехподвижным манипулятором

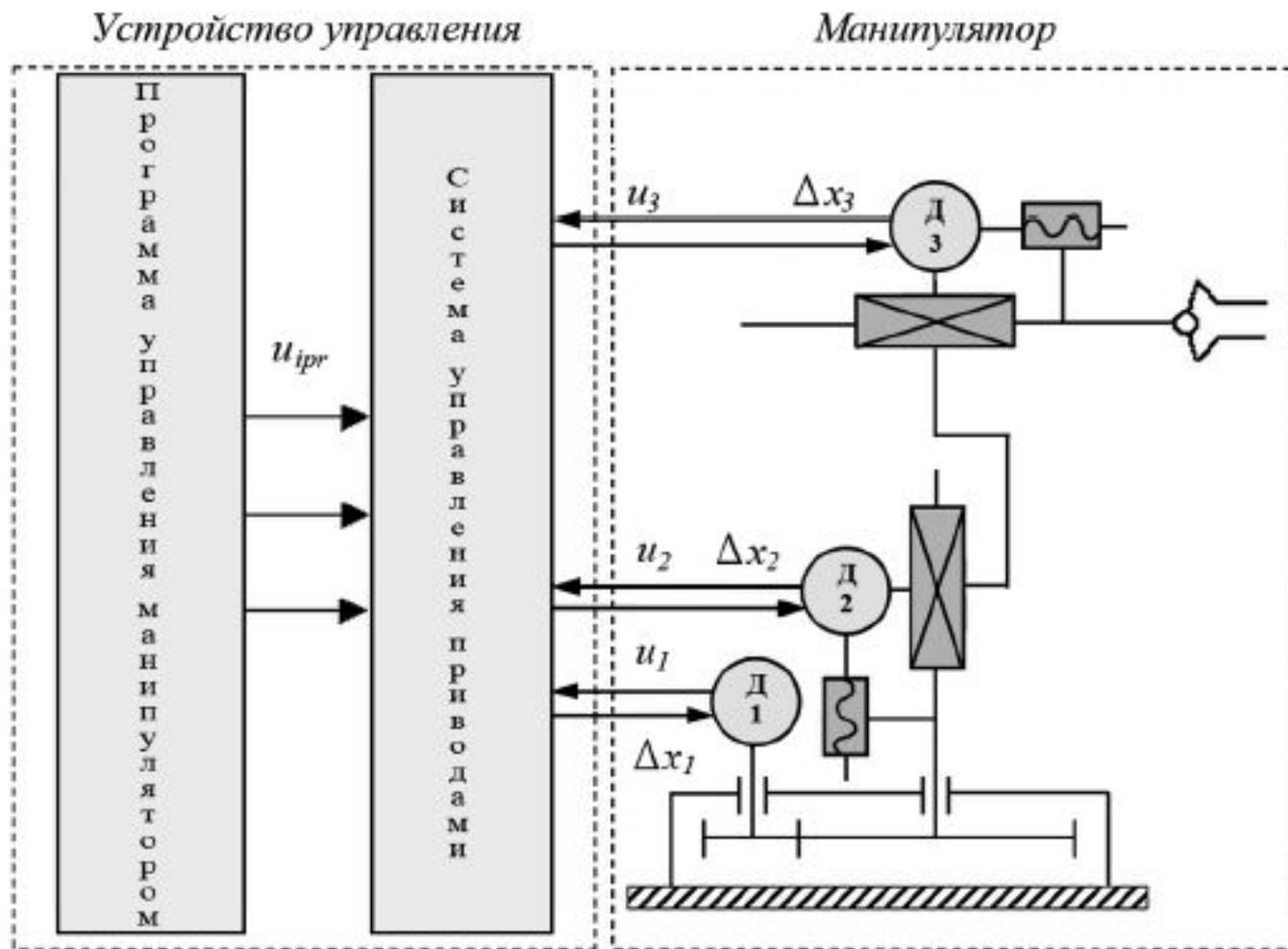


Рис. 2. Функциональная схема промышленного робота с трехподвижным манипулятором

**В состав ПР входят:**

- механизмы захвата и хватные устройства;
- механизмы движения рук по цилиндрической поверхности (рука движется по вертикали и поворачивается) и по сферической поверхности;
- механизмы перемещения;
- датчики.

Важной составной частью роботов являются датчики: контактные, сигнализирующие о прикосновении руки робота; локационные, определяющие скорость движения и расстояние до предметов; телевизионные и оптические, образующие искусственное зрение; датчики усилий и моментов на исполнительных руках робота при проведении операции; датчики, различающие цвет, температуру, звучание и другие факторы. Система датчиков служит источником обратных связей для управления роботом. Сигналы датчиков нужным образом преобразуются и обрабатываются на ЭВМ с целью формирования сигналов управления, подаваемых на приводы исполнительных рук. В результате робот начинает действовать с учетом фактической обстановки, т. е. он получает возможность адаптации (приспособления своих действий) к реально складывающейся обстановке.



**С помощью ПР на металлорежущих станках автоматизируются следующие основные операции: установка заготовок в рабочую зону станка (при необходимости с контролем правильности базирования); снятие деталей со станка и раскладка их в тару (накопитель); передача деталей от станка к станку; кантование деталей (заготовок) в процессе обработки; контроль размеров деталей (эту функцию более целесообразно выполнять устройствами, комплектующими станок); очистка баз деталей и базирующих поверхностей приспособлений; смена инструмента.**



**В отличие от станков роботы программируют, как правило, методом обучения, когда на первом цикле оператор, управляя роботом вручную, имитирует цикл работы. Вся последовательность движений робота, координаты позиций и траектории перемещений запоминаются и воспроизводятся в последующих циклах автоматически.**

**По типу привода различают гидравлические, пневматические, электрические, смешанные ПР. Промышленные роботы бывают неподвижными (стационарными) и подвижными. И те, и другие могут быть как напольными, так и подвесными. К подвижным относятся транспортные ПР, обслуживающие линии, участки, комплексы.**



Для оценки актуальности внедрения робота в процесс обработки приведем ряд преимуществ и недостатков применения робототехники на предприятии:

### 1. Производительность

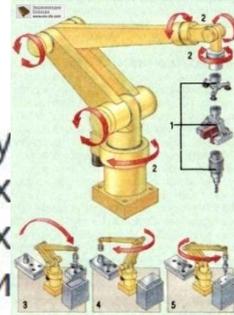
При применении робота производительность обычно повышается. Прежде всего, это связано с более быстрым перемещением и позиционированием в процессе обработки, также играет роль и такой фактор, как возможность автоматической работы 24 часа в сутки без перерывов и простоев. В случае правильно выбранного применения роботизированной системы производительность по сравнению с ручным производством возрастает в разы или даже на порядок.

Следует отметить, что при широкой номенклатуре изделий, постоянных переналадках, необходимости большого количества периферийного оборудования для разных деталей производительность может и снижаться, делая процесс неэффективным и сложным.

### 2. Улучшение экономических показателей

Заменяя человека, робот эффективно снижает затраты на оплату специалистов. Особенно данный фактор важен в экономически развитых странах с высокими заработными платами рабочих и необходимостью больших надбавок за переработку, ночное время и т.д. В случае применения робота или автоматизированной системы, в цехе необходимо лишь наличие оператора, контролирующего процесс, при этом оператор может контролировать сразу несколько систем.

При первоначальной закупке роботизированная ячейка - достаточно серьезное финансовое вложение, и предприятие заинтересовано в его быстрой окупаемости. Неправильное применение оборудования и ошибки в его комплектации и расстановке могут привести к увеличению времени обработки либо трудоемкости работы, тем самым снизить экономичность производства.



### 3. Качество обработки

Часто причиной внедрения технологической системы на базе промышленного робота становится необходимость обеспечения заданного в документации на изделие качества обработки.

Высокая точность позиционирования промышленных роботов (0.1 0.05 мм) и повторяемость обеспечивают надлежащее качество изделия и устраняют возможность производственного брака. Исключение человеческого фактора приводит к минимизации рабочих ошибок и сохранению постоянной повторяемости на всей производственной программе.

### 4. Безопасность

Применение робота достаточно эффективно на вредном производстве, оказывающем неблагоприятное воздействие на человека, например, в литейной промышленности, при зачистке сварных швов, окрасочных работах, сварочных процессах и т.д. В случаях, когда применение ручного труда ограничивается законодательством, внедрение робота может являться единственным решением.

При работе в цехе периметр рабочей зоны ограждается различными устройствами для предотвращения проникновения человека в зону действия робота. Наличие защитных систем является главным и неотъемлемым условием безопасной работы роботизированных систем по всему миру.

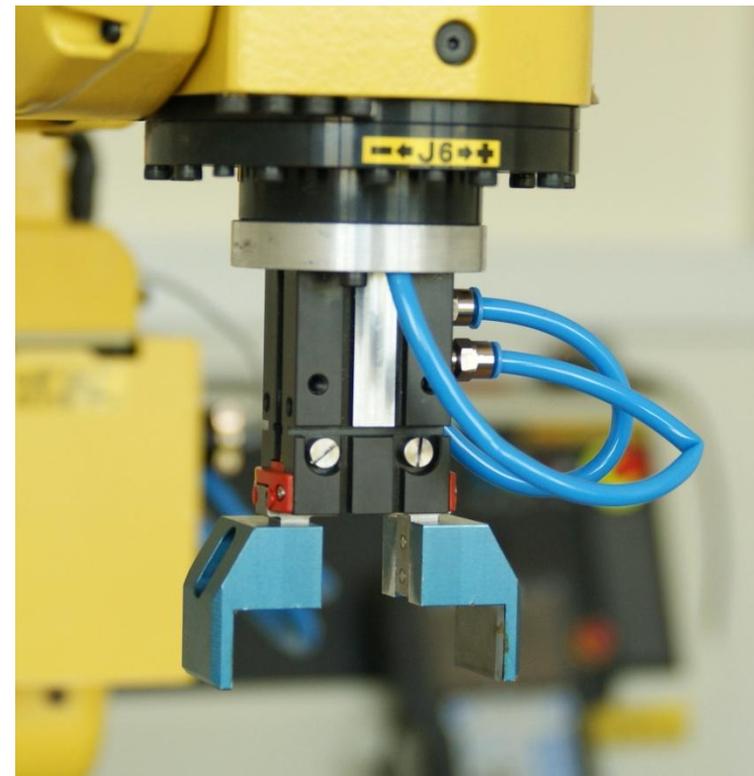
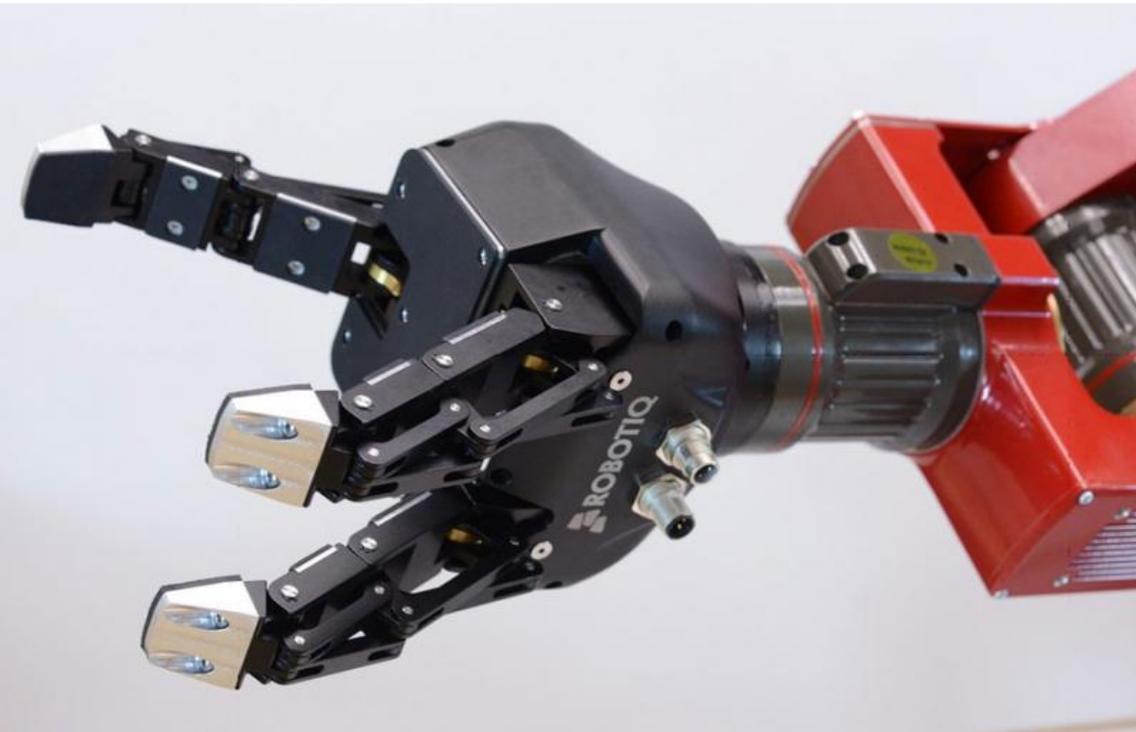
### 5. Минимизация рабочего пространства

Правильно скомплектованная ячейка на базе промышленного робота более компактна, чем рабочая зона для выполнения ручных работ. Это достигается более эргономичной конструкцией сборочных кондукторов, небольшим размером места, занимаемого роботом, возможностью его размещения в подвешенном состоянии и т.д.



## 6. Минимальное обслуживание

Современные промышленные роботы, благодаря применению асинхронных двигателей и качественных редукторов, практически не нуждаются в обслуживании. Изготавливаются специальные модели роботов из нержавеющей стали, например, для работы в медицинской и пищевой промышленности, при высоких и низких температурах и в агрессивных средах. Это делает их менее восприимчивыми к окружающей среде и повышает износостойкость оборудования.



# Промышленные роботы в России

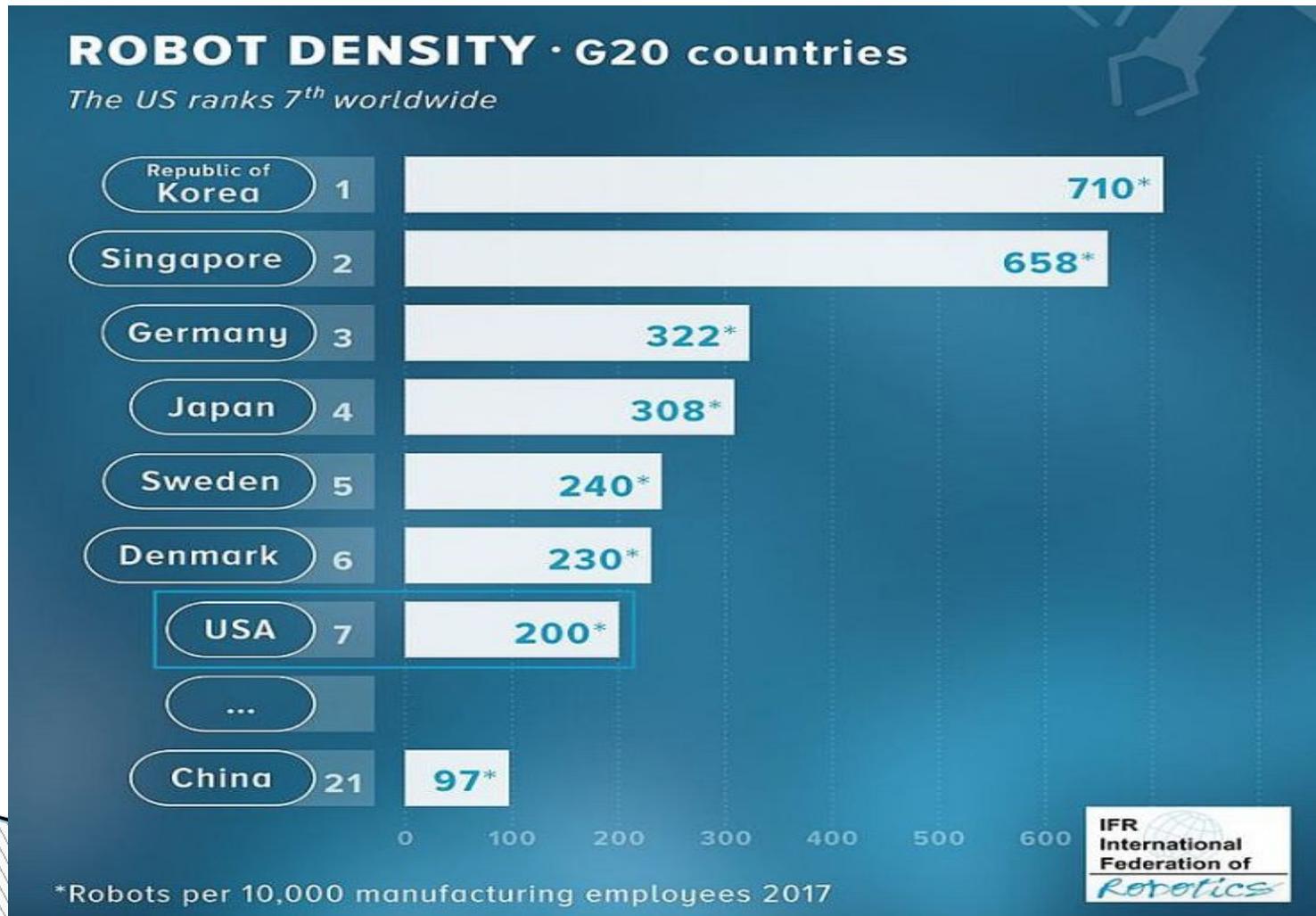
В России соотношение количества роботов на 10 000 работников составило 4 робота, при среднемировом показателе: 106 роботов для Европы, 91 – для Америки и 75 – для Азии.

По уровню роботизации лидирует автопром: на предприятиях автоконцернов в России занято 378 роботов (рост составил 44% по сравнению с 2017 годом). 602 робота трудятся в других отраслях, из них 19% задействованы в металлургической промышленности.

Общий объем рынка промышленных роботов в России НАУРР оценивает в 2,5 млрд рублей, рынка робототехнических систем – в 7,5 млрд рублей.



Страны с наибольшим проникновением промышленных роботов — их количество на 10 тыс. рабочих, данные IFR



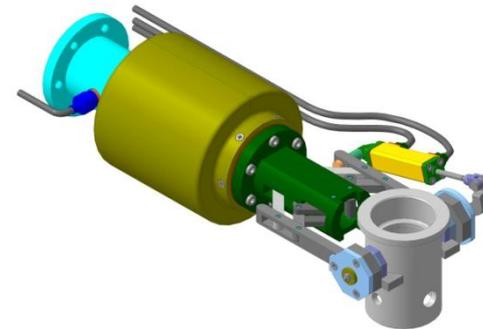
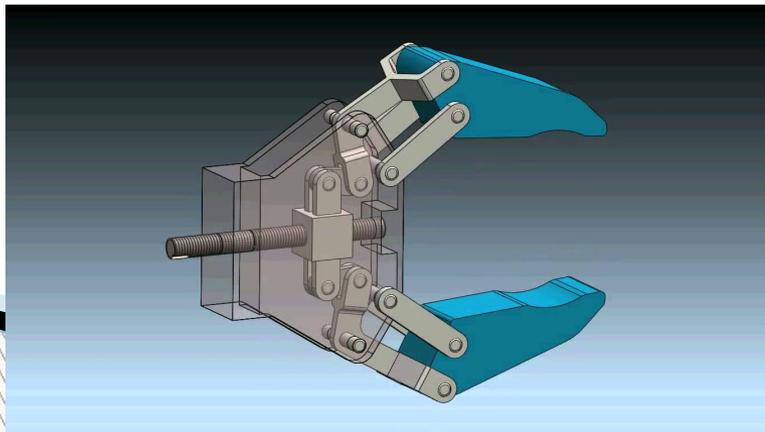
Согласно отчету Национальной Ассоциации участников рынка робототехники (НАУРР), представленном 24 апреля 2019 года, в 2018 году в России было установлено 860 роботов, что на 21% больше, чем в 2017 году.

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



# Захватные устройства промышленных роботов

Захватные устройства ПР предназначены для захватывания и удержания в определенном положении объектов манипулирования. Эти объекты могут иметь различные размеры, форму, массу и обладать разнообразными физическими свойствами, поэтому захватные устройства являются сменными элементами. Как правило, ПР комплектуют набором типовых (для данной модели) захватных устройств, которые можно менять в зависимости от требований конкретного рабочего задания. Иногда на типовой захват устанавливают сменные рабочие элементы (губки, присоски и т. п.). В случае необходимости ПР оснащают специальными захватными устройствами, предназначенными для выполнения определенных операций. К числу обязательных требований, предъявляемых к захватным устройствам, относятся надежность захватывания и удержания объекта, стабильность базирования. Особое внимание следует обращать на надежность крепления захватных устройств к руке ПР.



Неуправляемые захватные устройства типа пинцета (рис. 7.9, *а* и *б*) или типа клещей (рис. 7.9, *в* и *г*) удерживают деталь благодаря упругим свойствам зажимных элементов, а освобождают ее принудительно с помощью дополнительных устройств. Захваты такого вида применяют в условиях массового производства при манипулировании с объектами небольших масс и размеров.

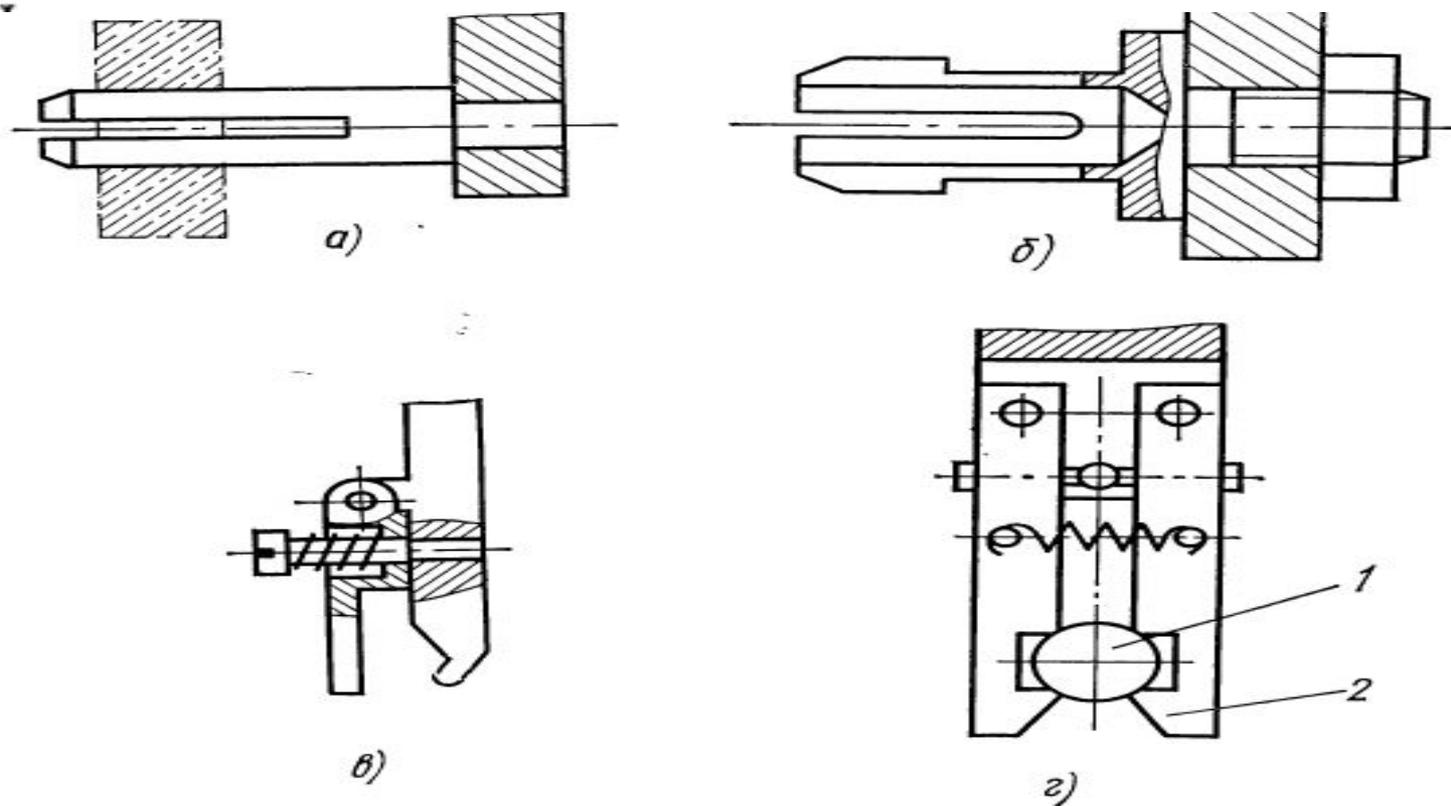


Рис. 7.9. Неуправляемые захватные устройства:

*а* — типа пинцета в виде разрезного упругого валика, *б* — типа пинцета в виде разрезной упругой втулки, *в* — типа клещей с одной подвижной губкой, *г* — типа клещей с двумя подвижными губками; 1 — заготовка, 2 — рабочие элементы

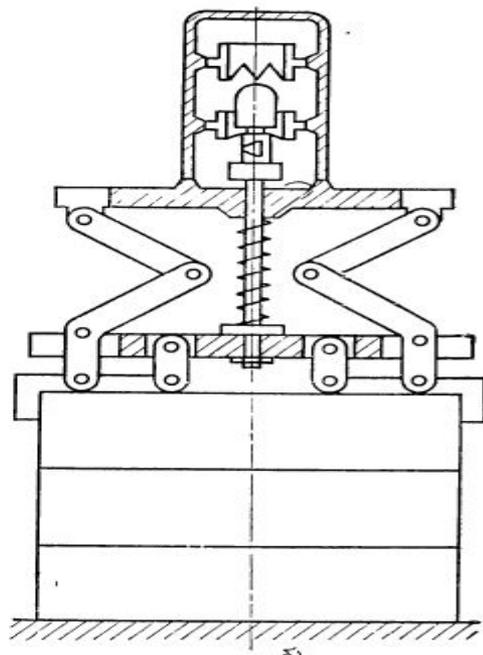
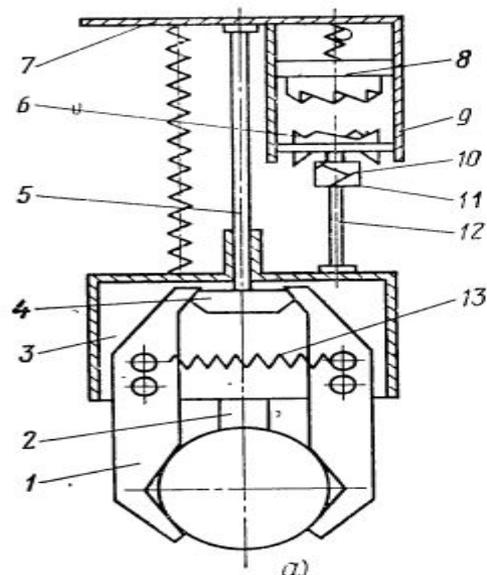
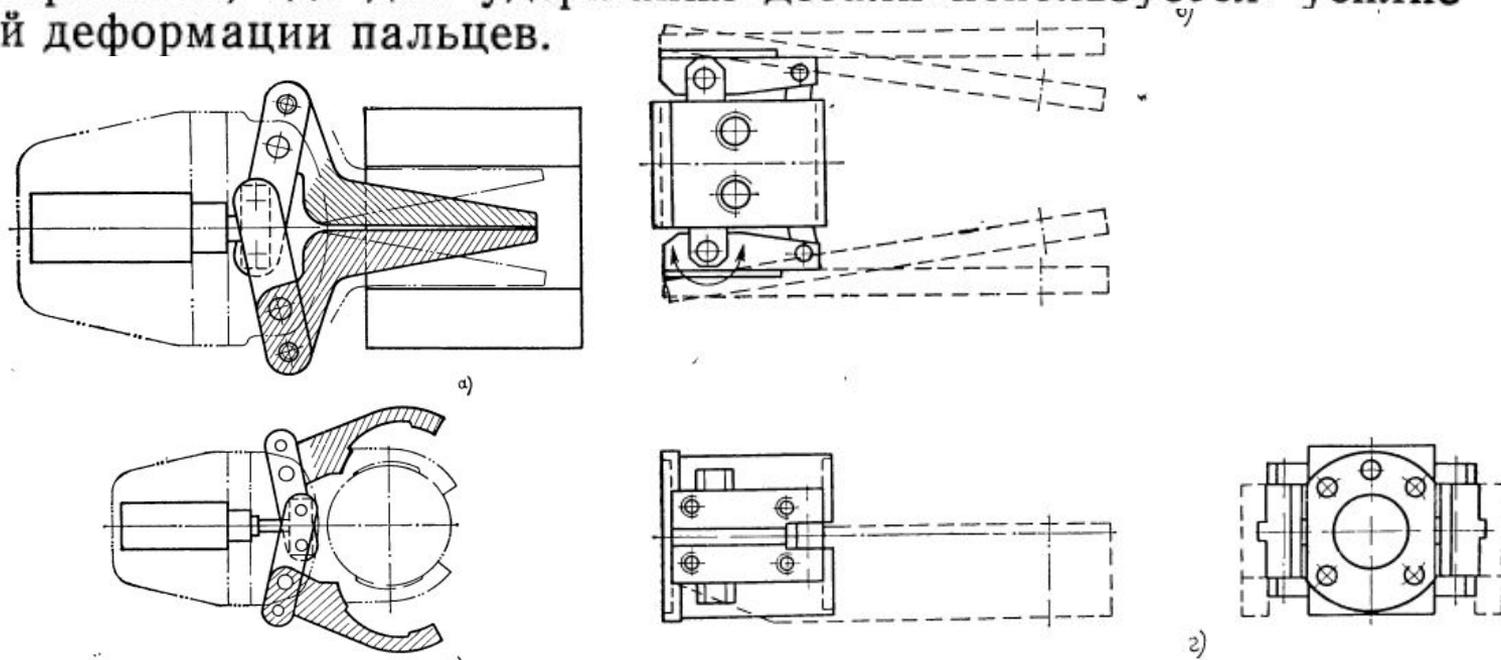


Рис. 7.10. Неприводные захватные устройства со стопорными механизмами:  
 а — для захвата деталей по наружному диаметру,  
 б — для захвата деталей, лежащих стопкой,

На рис. 7.10, а представлена схема устройства для захвата деталей (типа валов или фланцев) по наружному диаметру. На корпусе 7 закреплена направляющая 5, несущая запирающую планку 4. По направляющей может скользить головка 3, в которой шарнирно закреплены губки 1. Когда деталь удерживается губками захватного устройства, планка 4 входит между верхними концами губок 1, препятствуя их раскрытию. При укладке детали на разгрузочную позицию технологического агрегата захватное устройство перемещается вниз до контакта детали с поверхностью, на которую устанавливаются детали. При этом головка 3 упирается (планкой 2) в деталь и останавливается, а корпус 7 продолжает опускаться. Планка 4 опускается и высвобождает губки 1, которые расходятся под действием пружин 13. Одновременно срабатывает стопорное устройство, состоящее из свободно вращающейся защелки 11 (помещенной на оси 12), нижней втулки 9 (закрепленной на корпусе 7) и верхней втулки 8.

На рис. 7.11 показаны клещевые захватные устройства с гидравлическим приводом и системой рычажных передаточных механизмов. В конструкциях, приведенных на рис. 7.11, а и б, гидроцилиндр расположен между шарнирно закрепленными планками, связанными с рычажным механизмом. Зажимные губки выполнены сменными и крепятся к этим планкам. Путем смены губок обеспечивают захват детали за внутреннюю или за наружную поверхность. В захватном устройстве, показанном на рис. 7.11, в, одна из губок установлена на качающейся планке, угловое положение которой относительно рычага может регулироваться винтом, что позволяет производить изменение взаимного расположения губок. На рис. 7.11, г приведена конструкция захватного устройства, где для удержания детали используется усилие упругой деформации пальцев.



На рис. 7.12, а показана схема пневматического устройства со сменными рабочими губками, что позволяет использовать его для работы с объектами различной формы. Аналогичное захватное устройство для фланцев и колец показано на рис. 7.12, б. На штоке 4 пневмоцилиндра 1 установлена планка 5, на которой шарнирно закреплены тяги 2, связанные с поворотными рычагами 3. К рычагам крепятся держатели 6, несущие сменные губки 7. Переналадка на другой диапазон захватываемых поверхностей осуществляется: перестановкой осей тяг 2 в дополнительные отверстия планки 5; с помощью сдвига держателей 6 по рычагам 3; сменой держателей или губок.

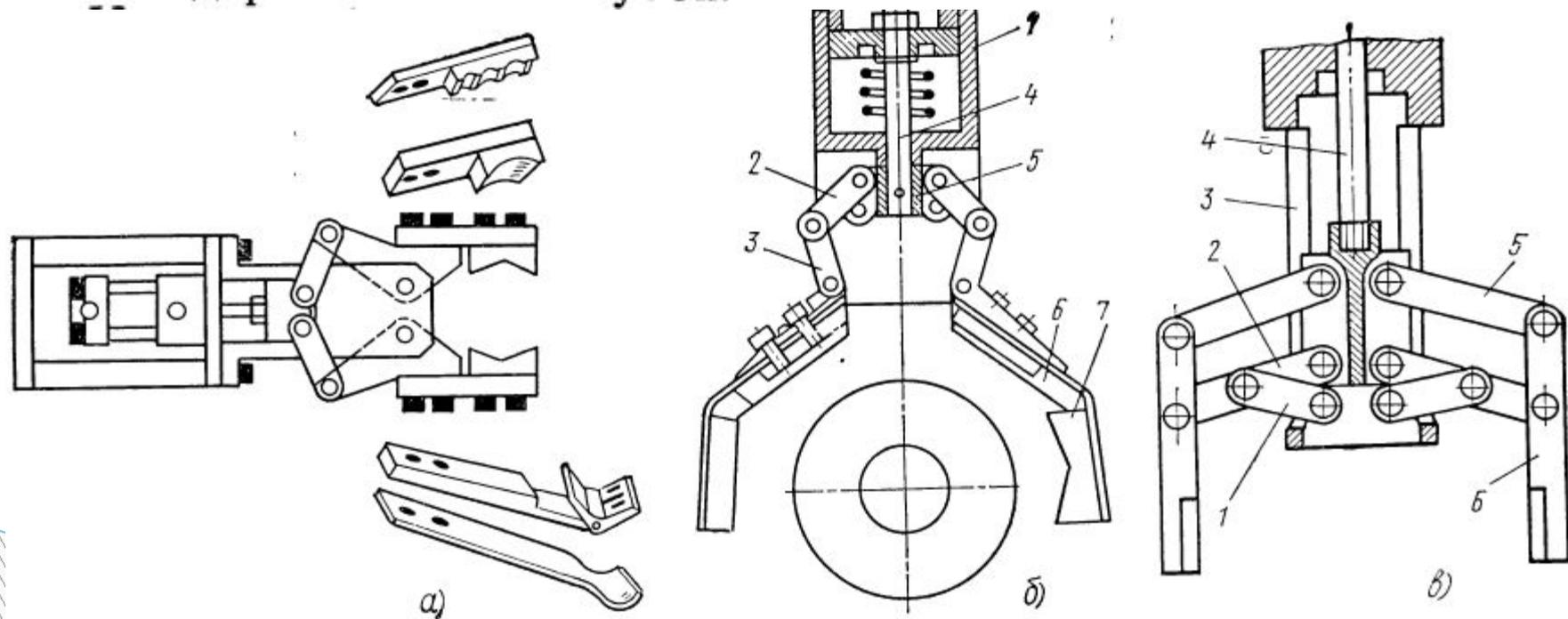


Рис. 7.12. Широкодиапазонные пневматические рычажные захватные устройства

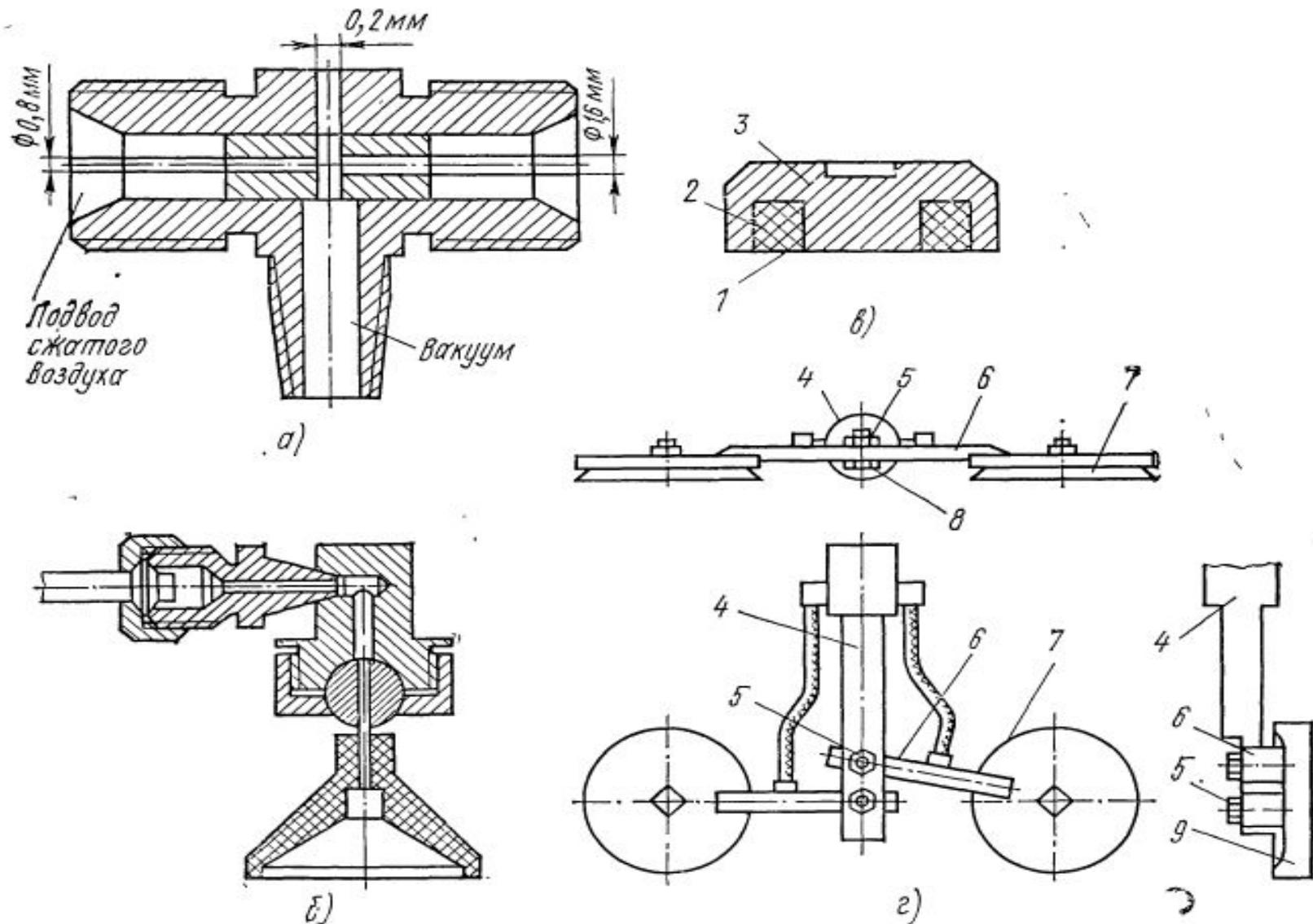
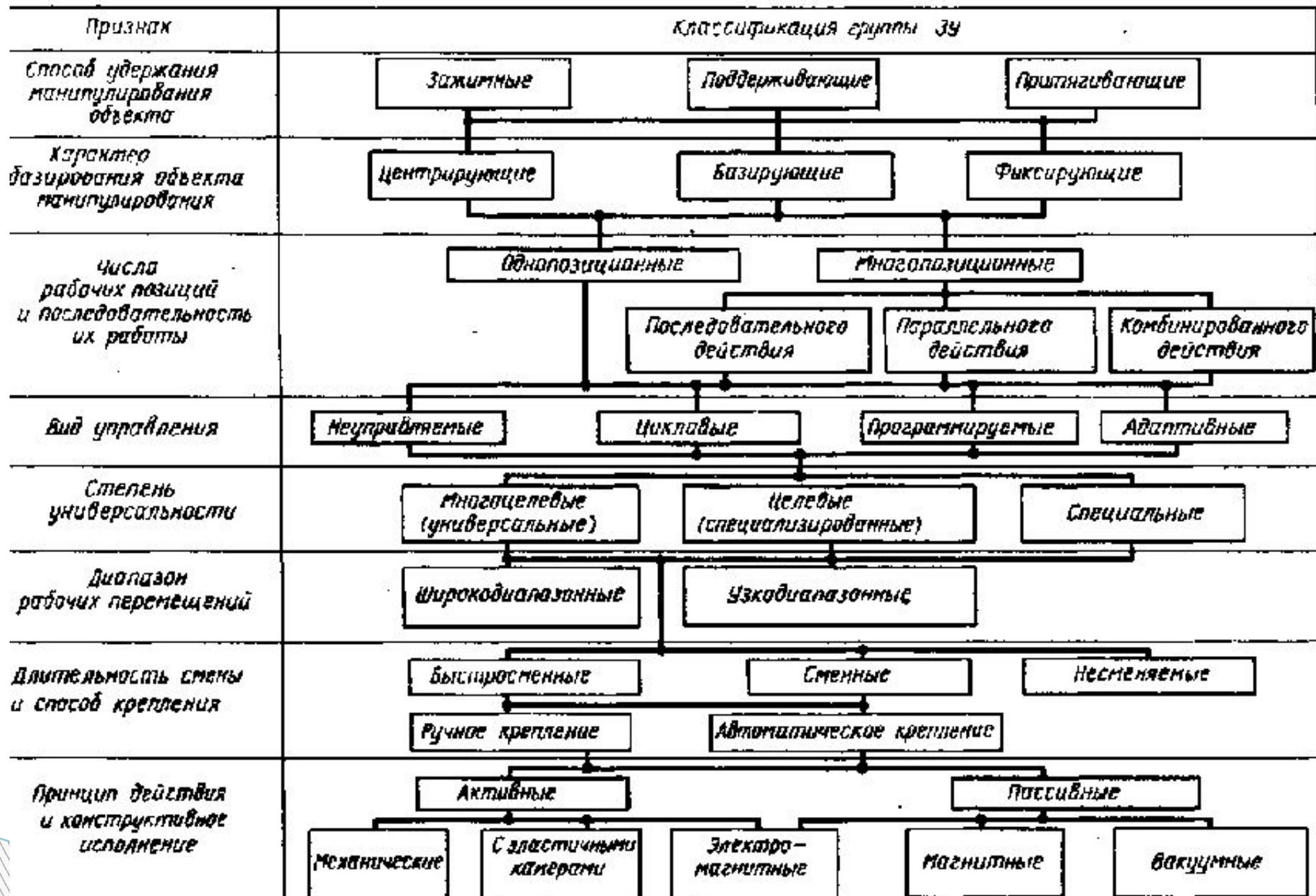


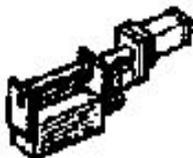
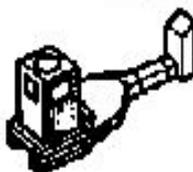
Рис. 7.14. Элементы вакуумных и электромагнитных захватных устройств:  
 а — схема эжектора, б — пневмоприсоска с шаровой опорой, в — схема электромагнита, г — крепление вакуумных присосок или магнитов

Классификация захватных устройств (ЗУ) промышленных роботов



Конструктивные схемы ЗУ для типовых объектов манипулирования

Таблица 2

Вид объекта манипулирования (заготовка, деталь)	Механические ЗУ			Вакуумные и магнитные ЗУ		ЗУ с эластичными камерами
	Центрирующие		Базирующие	Центрирующие	Базирующие	
	Широкодиапазонные	Узкодиапазонные				
Тела вращения, шестерни типа фланцев 				—		
Тела вращения, валы 			—		—	
Плоские 	—			—		—
Изгибные (коробчатой формы) 						—
Несимметричные 	—	—				

# Направления развития РТК

Обучаемые роботы — это роботы, которые могут приспособливаться к различным случайным факторам, сопровождающим запрограммированную работу. Эта приспособляемость выражается в корректировке своей же программы на основе полученного «опыта» — результатов анализа и классификации возникающих отклонений и методов их устранения.



## Промышленные роботы часто используют для:

Контактной сварки. Плазменной резки. Покраски.

Литья металлов. Нанесения лака.

Дуговой сварки. Загрузочно-погрузочных работ.

Бесконтактной обработки.

Транспортирования изделий.

Обработки резанием.

Упаковки.

Фрезерных операций.

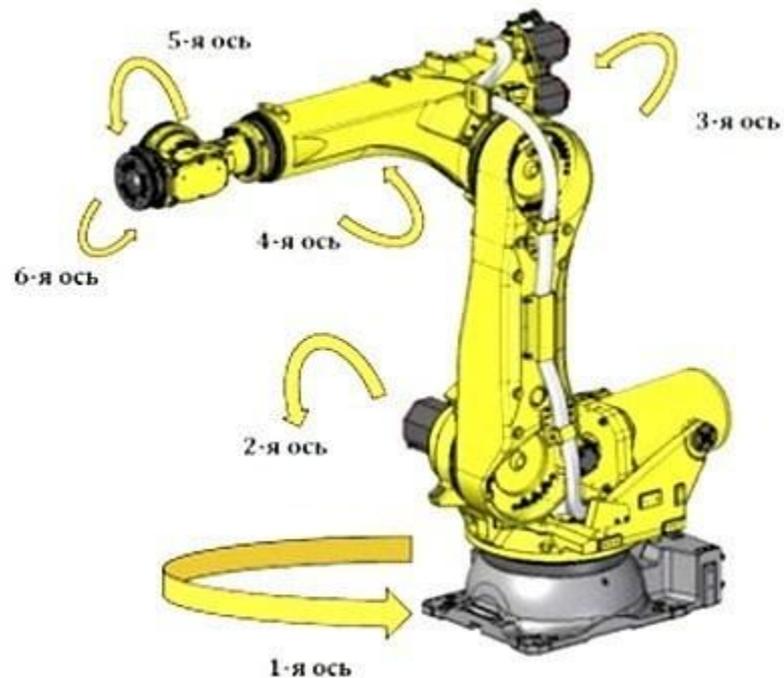
Раскроя материалов.

Контрольно-измерительных операций.

Обработки крупногабаритных деталей.

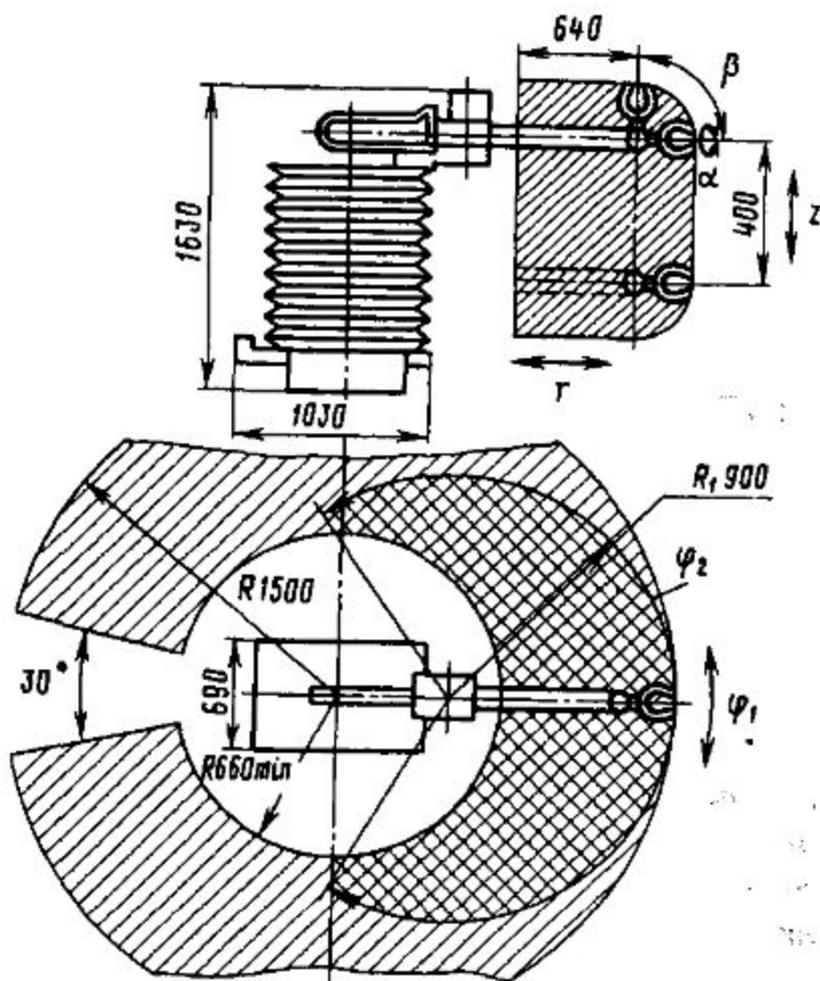
Раскладки уложенной продукции.

Изготовления объемных конструкций и тому подобное.



# Промышленные роботы и обслуживаемое технологическое оборудование, рекомендуемые для роботизированных ячеек механообработки тел вращения

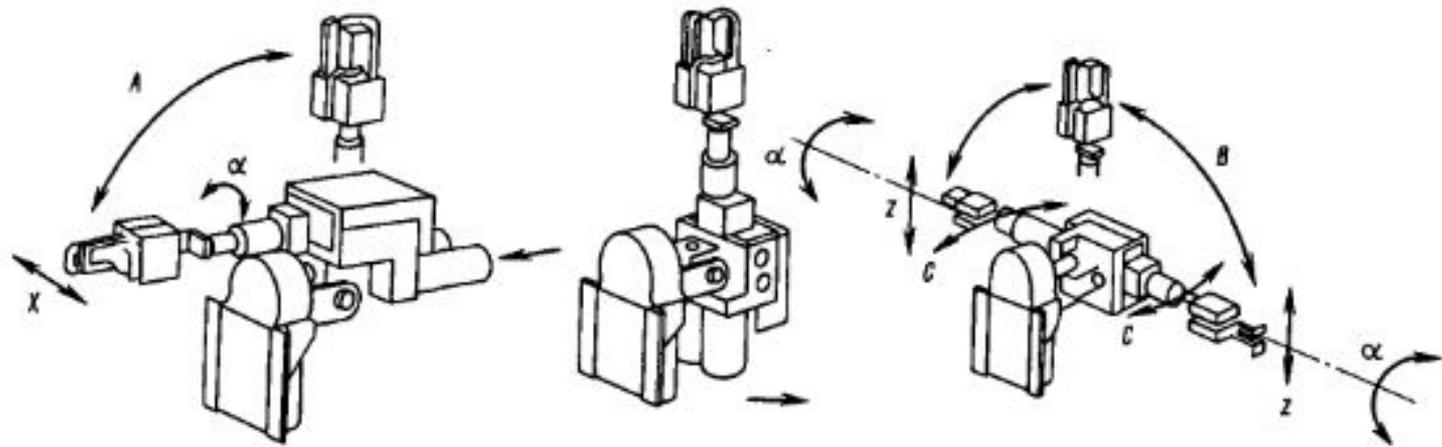
Модель ПР	Грузоподъемность, кг	Параметры						Обслуживаемое технологическое оборудование
		Вертикальный ход, мм	Горизонтальный ход, мм	Поворот, град	Скорость линейная, м/с	Скорость угловая, град/с	Погрешность позиционирования, ±мм	
ПР-4	5	150	600	240	0,7	100	0,5	1А616Ф3, 1713Ф3, 6Н82
«Универсал-5»	5	800	700	240	0,8	120	1,0	МР-76, ВТ-53, 1Е61МФ2, 1А616С
«Бриг-10Б»	10	100	600	270	0,7	120	0,5	КТ-141, КТ-142, 1А240П-6, 1П752МФ3
МП-5	15	250	600	180	0,8	90	0,5	1734П, 1713
МП-8	15	250	800	270	0,5	120	1,0	16Б16Ф3, 16К20ПФ3, 16К20Т1, 1П752МФ3
М20П	20	500	500	300	0,5	60	1,0	16К20Ф3, 6902ПМФ3, 16К20Т1



Предназначен для обслуживания полуавтоматов, агрегатных и универсальных станков, модернизированных для обслуживания их роботами, а также для межоперационного транспортирования деталей.

*Техническая характеристика*

Грузоподъемность, кг .....	5
Число степеней подвижности (без хватного устройства) .....	6
Число рук/хватных устройств на руку .....	1/1
Тип привода .....	Электрический
Управление .....	Позиционное
Число программируемых координат .....	
Способ программирования перемещений .....	Обучение
Вместимость памяти системы (число команд).....	50
Погрешность позиционирования, мм .....	±0,1
Наибольший вылет R руки, мм ...	1500



Предназначен для обслуживания металлорежущих станков типа мод. 16К20Ф3.

*Техническая характеристика*

Грузоподъемность, суммарная/на одно захватное устройство, кг ...	10/5
Число степеней подвижности (без захватного устройства) .....	6
Число рук/захватных устройств на руку .....	1/2
Тип привода .....	Электропневматический
Управление .....	Позиционное
Число программируемых координат .....	6
Способ программирования перемещений .....	Обучение

Вместимость памяти системы (число точек) .....	300
Погрешность позиционирования, мм	±0,5
Наибольший вылет руки, мм .....	630
Масса, кг .....	110
Линейные перемещения, мм, по координатным осям x и z при скорости 0,008 ... 0,5 м/с .....	150

**Угловые перемещения по координатным осям**

Ось	Угол поворота, °	Скорость, рад/с
A	90	0,023 ... 2,2
B	120	
C	180	
α	-90; 90; 180	1,53

Недавно ABBRobotics представила свою последнюю модель многоцелевых роботов среднего класса – IRB 2600. Этот компактный робот, отличающийся чрезвычайно обширной зоной обслуживания, допускает предельную нагрузку в 20 кг. Модель обладает наилучшей точностью и быстродействием в своем классе, высокой производительностью, достигнутой за счет увеличения выходной мощности. Машина предназначена для выполнения дуговой сварки, обслуживания станков, обработки материалов и многих других самых разнообразных операций (рис. 9).

Модель IRB 2600 является второй разработкой фирмы ABB из серии средних промышленных роботов четвертого поколения, начало которой было положено в 2009 г. созданием робота IRB 4600. Эти две машины образуют новое семейство роботов с полезной нагрузкой в 20 и 60 кг. При массе соответственно 284 и 435 кг роботы IRB 2600 и IRB 4600 являются самыми легкими машинами в этом классе полезных нагрузок.

Модель IRB 2600 характеризуется следующими показателями.



*Рис. 9. Новейшая разработка фирмы ABB– много-  
целевой робот среднего класса IRB 2600*

**Гибкость монтажа.** Робот может быть смонтирован на полу, стене, на кронштейне или стойке в обычном и перевернутом положении, что позволяет уменьшить занимаемую площадь и облегчает доступ к механизму для технического обслуживания. Такая конструкция робота удобна для создания компактных производственных ячеек или их интегрирования в существующие технологические линии.

**Компактность и малая масса.** Общая масса манипулятора не превышает 300 кг, а занимаемая площадь имеет наименьшие размеры для роботов этого класса. Эта особенность конструкции облегчает манипулятору выполнение операций на уровне, находящемся ниже его собственного основания.

**Быстродействие.** Применение быстродействующего робота IRB 2600 позволяет сократить продолжительность производственного цикла на 25%.

Высокие показатели скорости и ускорения манипулятора достигнуты благодаря совместному применению новых легких рычажных механизмов и запатентованной системе управления перемещением второго поколения QuickMove™.

Робот IRB 2600 выпускается в трех версиях: два варианта с короткой рукой (1,65 м) с допустимой нагрузкой в 20 кг и вариант с удлиненной рукой (1,85 м), допускающий нагрузку в 12 кг. При вертикальном расположении запястья манипулятора допустимая нагрузка в упаковочных операциях типа «поднять-положить» составляет 27 кг. Робот имеет защиту от несанкционированного доступа стандартного типа IngressProtection (IP) 67 и FoundryPlus 2, дальнейшее усиление

защиты возможно по заказу покупателя. В заключение следует отметить, что применение промышленных роботов продолжает развиваться быстрыми темпами и эти машины руководители предприятий самых разных сфер хозяйственной деятельности все чаще переводят из разряда «желательного» в разряд «необходимого» оборудования.



# Проблемы развития промышленных роботов

Появление и развитие промышленных роботов, безусловно, явились одним из крупнейших достижений науки и техники последних лет. Они позволили расширить фронт работ по автоматизации технологических и вспомогательных процессов, открыли широкие перспективы создания автоматических систем машин для гибкого, переналаживаемого производства.

Промышленные роботы избежали периода недоверия и недооценки, трудностей становления. Наоборот, ни одному техническому средству не доставалось даже авансом столько восторженных похвал, ни одному не уделялось столько внимания.



Роботизация производства переживает сейчас серьезный кризис, который выражается в явном несоответствии между затратами сил и средств, с одной стороны, и реальной их отдачей—с другой. И кризис вызван не какими-то вдруг открывшимися недостатками промышленных роботов, а допущенными просчетами в осуществлении технической политики в области роботизации.

Согласно проведенному анализу в Англии 44 % фирм, занявшихся роботизацией производства, объявили о неудачах, и цифра эта представляется скорее заниженной, потому что далеко не всякая фирма отважится признаться в своих просчетах. Половина из указанных фирм объявила о прекращении работ по роботизации производства.



# Создавшаяся в настоящее время ситуация обусловлена комплексом объективных и субъективных факторов

Идет становление принципиально нового научно-технического направления, и трудности и неудачи здесь неизбежны.

Промышленные роботы имеют слишком короткую историю, чтобы обладать одними достоинствами и не иметь недостатков в конструкциях и практике применения.

На протяжении длительного времени промышленные роботы рассматривались с позиций не действенного средства повышения эффективности производства, а лишь как некий эквивалентный заменитель человека на производстве, призванный высвободить его от монотонных и тяжелых, непривлекательных ручных работ.



Сложившееся у широких слоев населения под влиянием средств массовой информации идеализированное представление о роботах, которые якобы способны полностью заменить людей на производстве и позволяют в кратчайшие сроки перестроить основы промышленного производства и т. и., не отражает реального положения дел.

В действительности же осуществляемое быстрыми темпами массовое внедрение роботизированных систем во многом дестабилизировало промышленное производство и породило немало серьезных проблем. Это произошло потому, что реальные возможности роботов были преувеличены и некоторые образцовые примеры преподносились как типичные. Такое упрощенное и неточное представление о роботах небезвредно хотя бы потому, что маскирует проблемы, с которыми приходится сталкиваться на практике, и может побудить потребителей сделать необоснованный выбор.



Превратное понимание роботизации, нацеливание ее не на решение коренных проблем повышения эффективности производства (качество, производительность, себестоимость), а лишь на имитацию некоторых ручных действий человека в надежде, что все остальное приложится, тоже не столь безобидны, как это может показаться.

Во-первых, отсюда лишь один шаг до роботизации ради самой роботизации. И как следствие—разочарование и дискредитация, потому что производство с его суровыми законами неизбежно отторгает дорогие, тихходные и малонадежные конструкции.

Во-вторых, и сами разработчики, действуя по принципу «лишь бы робот, лишь бы манипулировал», начинают искать самые легкие, а не самые эффективные пути.



Так при загрузке металлорежущих станков промышленные роботы на качество изделий не влияют. По производительности оборудования, как правило, получается проигрыш, так как ручная загрузка деталей массой до 3—5 кг выполняется человеком в несколько раз быстрее. Следовательно, выигрыш можно получить лишь по фонду заработной платы, да и то незначительный, так как один рабочий обслуживает 2—3 станка с ЧПУ и без роботов.

Почему же тогда подавляющее большинство разработок адресуется не сварке, окраске, гальванопроизводству, а загрузке металлорежущих станков или прессов, т.е. наименее перспективным направлениям? Ответ один — если подходить к роботизации как к задаче имитации действий человека, то так проще, легче, удобнее.



По нашим данным, промышленные роботы напольной конструкции составляют 53 % общего количества, еще 39%—с креплением на базовых узлах оборудования и лишь 8 % — подвесные конструкции (портальные и т. д.).

Между тем напольные конструкции — самые нерациональные и неэкономичные, так как требуют значительных дополнительных площадей, вызывают психологическое напряжение при наладке и обслуживании, имеют минимальные возможности «многостаночного» обслуживания.

А ведь промышленные роботы могут работать «вниз головой», и даже лучше!

