

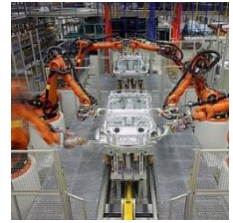
Задание для группы ЧПУ-31 на 12.09.2020:

1. Составить конспект основных понятий темы.

Промышленный робот



Работающие промышленные роботы FANUC модели R2000iB



Промышленные роботы KUKA на автомобильном производстве

Промышленный робот — предназначенный для выполнения двигательных и управляющих функций в производственном процессе т. е. автоматическое устройство, состоящее из манипулятора и перепрограммируемого устройства управления, которое формирует управляющие воздействия, задающие требуемые движения исполнительных органов манипулятора.

В литературе на русском языке получило распространение следующее определение промышленного робота, это — «автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций».

Экономически выгодно использование промышленных роботов совместно с другими средствами автоматизации производства (автоматические линии, участки и комплексы).

Появление механических манипуляторов, а затем систем программирования (в т. ч. числового программного управления, ЧПУ) привело к созданию промышленных роботов, т. е. манипуляторов с программным управлением, предназначенных для выполнения разнообразных рабочих операций.

Толчком к появлению манипуляторов промышленного применения стало начало ядерной эпохи. В 1947 году в США группой сотрудников Аргоннской национальной лаборатории был разработан первый автоматический электромеханический манипулятор с копирующим управлением, и предназначенный для перемещения радиоактивных материалов.

Первые промышленные роботы в собственном смысле этих слов начали создавать в середине 50-х годов XX века в США. В 1954 году американский инженер Дж. Девол разработал способ управления погрузочно-разгрузочным манипулятором с помощью сменных перфокарт.

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 с программным управлением для автоматизации сборочных и других работ.

В начале 1960-х гг. в США были созданы первые в мире промышленные роботы. Их сходство с человеком ограничивалось наличием манипулятора, отдалённо напоминающего человеческую руку.

Промышленный робот «Версатран», имевший три степени подвижности и управление от магнитной ленты, мог у обжиговой печи загружать и разгружать до 1200 раскалённых кирпичей в час. В то время соотношение затрат на электронику и механику в стоимости робота составляло 75 % и 25 %, поэтому многие задачи управления решались за счёт механики; сейчас же это соотношение изменилось на противоположное, причём стоимость электроники продолжает снижаться.

В 1967 году началось использование промышленных роботов на предприятиях Европы: первый промышленный робот (тот же «Юнимейт») был установлен на металлургическом заводе в Швеция¹. В том же году в эру роботизации вступила и Япония, которая приобрела робот «Версатран». Вскоре в Японии и Швеции, а также в Великобритании, ФРГ, Италии и Норвегии начался выпуск

промышленных роботов собственного производства. Уже к концу 1970-х гг. Япония вышла на первое место в мире как по годовому выпуску роботов, так и по числу промышленных роботов, установленных на предприятиях страны^[18].

В СССР первые промышленные роботы появились в 1971 году; они были созданы под руководством профессора П. Н. Беянина (робот УМ-1) и Б. Н. Сурнина (робот «Универсал-50»). В 1972—1975 гг. был создан уже целый спектр советских промышленных роботов.

В составе промышленного робота есть *механическая часть* (включающая один или несколько манипуляторов) и *система управления* этой механической частью. Кроме этого, робот может иметь *средства оцувствления* (образующие в совокупности *информационно-сенсорную систему*), сигналы от которых поступают к системе управления.

Манипулятор — это управляемый механизм (или машина), который предназначен для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве, и оснащён рабочим органом.

Исполнительный механизм манипулятора, как правило, представляет собой открытую кинематическую цепь, звенья которой последовательно соединены между собой сочленениями различного типа.

В зависимости от вида первых трёх сочленений большинство роботов относят к одной из четырёх категорий:

- роботы, работающие в декартовой системе координат — роботы, у которых все три начальных сочленения являются поступательными (например, робот RS-1 компании IBM);
- роботы, работающие в цилиндрической системе координат — роботы, у которых среди начальных сочленений два поступательных и одно вращательное (например, робот Versatran 600 фирмы Prab);
- роботы, работающие в сферической системе координат — роботы, у которых среди начальных сочленений одно поступательных и два вращательных.
- роботы, работающие в угловой, или вращательной, системе координат — роботы, у которых все три начальных сочленения являются.

В некоторых случаях манипулятор промышленного робота устанавливают на подвижное основание, что означает наделение его дополнительными степенями подвижности. Так, манипулятор устанавливают на рельсы или же на подвижную каретку, передвигающуюся по напольной колее или

В развитии систем управления промышленных роботов можно проследить два направления. Одно из них берёт своё начало от систем программного управления станками и вылилось в создание автоматически управляемых промышленных манипуляторов. Второе привело к появлению полуавтоматических биотехнических и интерактивных систем, в которых в управлении действиями промышленного робота участвует человек-оператор^[36].

Таким образом, промышленные роботы можно подразделить на следующие три типа (каждый из которых, в свою очередь, подразделяют на несколько разновидностей):

Автоматические роботы:

- *Программные роботы* (роботы с программным управлением) — в таких роботах отсутствует сенсорная часть, а все действия выполняются циклически по жёсткой программе, заложенной в память запоминающего устройства.
- *Адаптивные роботы* (роботы с адаптивным управлением) — роботы, оснащённые *сенсорной частью* и снабжённые набором программ. Аппаратное и программное обеспечение — в принципе то же, что и в предыдущем случае, но к его возможностям предъявляются повышенные требования.
- *Обучаемые роботы* — роботы, действия которых полностью формируются в ходе обучения (человек при помощи специальной платы задаёт порядок действий робота, и этот порядок действий записывается в память запоминающего устройства).

- *Интеллектуальные роботы* — роботы, способные с помощью сенсорных устройств самостоятельно воспринимать и распознавать обстановку, строить модель среды, и автоматически принимать решение о дальнейших действиях, а также самообучаться по мере накопления собственного опыта деятельности.

Биотехнические роботы:

- *Командные роботы* — манипуляторы, в которых человек-оператор дистанционно задаёт с командного устройства движение в каждом сочленении.\

- *Копирующие роботы* — манипуляторы, копирующие действия приводимого в движение оператором задающего устройства, кинематически подобного исполнительному механизму манипулятора.

- *Полуавтоматические роботы* — роботы, при управлении которыми человек-оператор задаёт лишь движение рабочего органа манипулятора, а формирование согласованных движений в сочленениях система управления роботов осуществляет самостоятельно.

Интерактивные роботы:

- *Автоматизированные роботы* — роботы, чередующие автоматические режимы управления с биотехническими.

- *Супервизорные роботы* — роботы, выполняющие автоматически все этапы заданного цикла операций, но осуществляющие переход от одного этапа к другому по команде человека-оператора.

- *Диалоговые роботы* — автоматические роботы, способные взаимодействовать с человеком-оператором, используя язык того или иного уровня (включая подачу текстовых или голосовых команд и ответные сообщения робота).

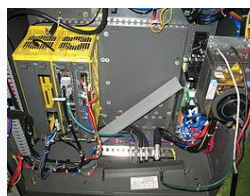
Большинство современных роботов функционирует на основе принципов обратной связи, подчинённого управления и иерархичности системы управления роботом

Первые роботы с программным управлением обычно программировали вручную. Позднее появились специальные языки программирования роботов (например, язык VAL для робота PUMA фирмы «Юнимейшн» или язык MCL, разработанный фирмой «МакДоннелл Дуглас» на основе языка программирования APT^[en]^[41]). В настоящее время для программирования таких роботов могут применяться среды программирования типа VxWorks/Eclipse или языки программирования например Forth, Оберон, Компонентный Паскаль, Си. В качестве аппаратного обеспечения обычно используются промышленные компьютеры в мобильном исполнении PC/104, реже MicroPC. Управление может происходить с помощью ПК или программируемого логического контроллера.

Подчинённое управление

Подчинённое управление служит для построения системы управления приводом. Если необходимо построить систему управления приводом по положению (например, по углу поворота звена манипулятора), то система управления замыкается обратной связью по положению, а внутри системы управления по положению функционирует система управления по скорости со своей обратной связью по скорости, внутри которой существует контур управления по току со своей обратной связью.

Управление роботом осуществляется системой управления промышленным предприятием (ERP-системой), согласующими действия робота с готовностью заготовок и станков с числовым программным управлением к выполнению технологических операций.



Информационно-сенсорная система

В середине 1990-х годов относится появление на рынке *адаптивных промышленных роботов*, оснащённых сенсорными устройствами. Современные информационно-сенсорные системы, используемые в робототехнике, представляют собой совокупности функционально объединённых измерительных и вычислительных средств, задачей которых служит получение информации от различных датчиков и её обработку для последующего использования системой управления.

Применения промышленных роботов

Различные аспекты применения промышленных роботов рассматриваются, как правило, в рамках типовых проектов промышленного производства: исходя из имеющихся требований, выбирается оптимальный вариант, в котором конкретизирован необходимый для данной задачи тип роботов, их количество, а также решаются вопросы инфраструктуры питания (силовые подводки, подача охлаждающей жидкости — в случае использования жидкостного охлаждения элементов оснастки) и интеграции в производственный процесс (обеспечение заготовками/полуфабрикатами и возврат готового продукта в автоматическую линию для передачи следующей технологической операции).

Промышленные роботы в производственном процессе способны выполнять основные и вспомогательные технологические операции.

Среди самых распространённых действий, выполняемых промышленными роботами, можно назвать следующие:

- перенос материалов;
- обслуживание станков и машин;
- дуговая и точечная сварка;
- литьё под давлением;
- нанесение покрытий распылением;
- сборка механических, электрических и электронных деталей;
- контроль качества продукции и др.



Достоинства использования

Применение роботов в промышленном производстве имеет ряд преимуществ, в частности:

- повышение производительности труда (поскольку открывается возможность использования технологического оборудования в три-четыре смены и 365 дней в году);
- уменьшение издержек производства и повышение конкурентоспособности;
- рациональное использование оборудования и производственных помещений;

- улучшение качества продукции, связанное с повышением точности выполнения технологических операций;
- исключение влияния человеческого фактора на конвейерных производствах, а также при проведении монотонных работ, требующих высокой точности;
- исключение воздействия на персонал вредных факторов, характерных для производств с повышенной опасностью;
- снижение сроков окупаемости инвестиций.

Структура рынка

По данным Международной федерации робототехники^[en], в 2013 году мировой объём продаж промышленных роботов составил 178 132 единиц (рост на 12 % по сравнению с предыдущим годом). Крупнейшим рынком промышленных роботов стала Китайская Народная Республика, предприятия которой закупили 36 560 промышленных роботов. За ней следуют Япония (25 110 единиц), США (23 700 единиц), Республика Корея (21 307 единиц), Германия (18 297 единиц) и другие промышленно развитые страны. Наибольшее число новых промышленных роботов — 69 400 — было установлено на предприятиях автомобильной промышленности; второе место занимают предприятия электротехнической и электронной промышленности (36 200 единиц), третье — предприятия металлообрабатывающей и машиностроительной

Структура САПР

Автоматизация проектирования осуществляется САПР. Принято выделять в САПР радиоэлектронной отрасли промышленности системы функционального, конструкторского и технологического проектирования.

Уже на стадии проектирования требуются услуги системы *управления цепочками поставок*. На этапе производства эта система управляет поставками необходимых материалов и комплектующих.

Информационная поддержка этапа производства продукции осуществляется *автоматизированными системами управления предприятием (АСУП)* и *автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП)*. К АСУП относятся системы планирования и управления.

Наиболее развитые системы ERP выполняют различные бизнес-функции. Они связаны с планированием производства, закупками, сбытом продукции, анализом перспектив маркетинга и т. п. Системы MRP-2 ориентированы главным образом на бизнес-функции, непосредственно связанные с производством, а системы MES — на решение оперативных задач управления проектированием, производством и маркетингом.

На этапе реализации продукции выполняются функции управления отношениями с заказчиками и покупателями, проводится анализ рыночной ситуации, определяются перспективы спроса на планируемые изделия.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами контролируют и используют данные, характеризующие состояние технологического оборудования и протекание технологических процессов. Именно их чаще всего называют системами промышленной автоматизации.

В последнее время усилия многих компаний, производящих программно-аппаратные средства АС, направлены на создание *систем электронного бизнеса*. Задачи сводятся не только к организации на сайтах Internet витрин товаров и услуг. Они объединяют в едином информационном пространстве запросы заказчиков и данные о возможностях множества организаций. Проектирование непосредственно под заказ позволяет добиться наилучших параметров создаваемой продукции, а

оптимальный выбор исполнителей и цепочек поставок ведет к минимизации времени и стоимости выполнения заказа.

Как и любая сложная система, САПР состоит из подсистем. Различают подсистемы *проектирующие* и *обслуживающие*.

Проектирующие подсистемы непосредственно выполняют *проектные процедуры*. Примерами *проектирующих подсистем* могут служить подсистемы геометрического трехмерного моделирования механических объектов, изготовления конструкторской документации, схемотехнического анализа.

Обслуживающие подсистемы обеспечивают функционирование *проектирующих подсистем*, их совокупность часто называют системной средой САПР.

Виды обеспечения САПР

Структурирование САПР по различным аспектам обуславливает появление *видов обеспечения* САПР. Принято выделять семь видов обеспечения САПР:

- *техническое (ТО)*, включающее различные аппаратные средства (ЭВМ, периферийные устройства, сетевое коммутационное оборудование, линии связи, измерительные средства);
- *математическое (МО)*, объединяющее математические методы, модели и алгоритмы для выполнения проектирования;
- *программное*, представляемое компьютерными программами САПР;
- *информационное*, состоящее из базы данных, СУБД, а также включающее другие данные, которые используются при проектировании; отметим, что вся совокупность используемых при проектировании данных называется информационным фондом САПР, база данных вместе с СУБД носит название банка данных;
- *лингвистическое*, выражаемое языками общения между проектировщиками и ЭВМ, языками программирования и языками обмена данными между техническими средствами САПР;
- *методическое*, включающее различные методики проектирования; иногда к нему относят также математическое обеспечение;
- *организационное*, представляемое штатными расписаниями, должностными инструкциями и другими документами, которые регламентируют работу проектного предприятия.

Разновидности САПР

Классификацию САПР осуществляют по ряду признаков, например по приложению, целевому назначению, масштабам, характеру базовой подсистемы — ядра САПР.

По приложениям наиболее представительными и широко используемыми являются следующие группы САПР:

- САПР для применения в отраслях общего машиностроения.
- САПР для радиоэлектроники.
- САПР в области архитектуры и строительства.

По характеру базовой подсистемы различают следующие разновидности САПР:

1. САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического моделирования. Эти САПР ориентированы на приложения, где основной процедурой проектирования является

конструирование, т. е. определение пространственных форм и взаимного расположения объектов. К этой группе систем относится большинство САПР в области машиностроения, построенных на базе графических ядер.

2. В настоящее время широко используют унифицированные графические ядра, применяемые более чем в одной САПР.
3. САПР на базе СУБД. Они ориентированы на приложения, в которых при сравнительно несложных математических расчетах перерабатывается большой объем данных. Такие САПР преимущественно встречаются в технико-экономических приложениях, например при проектировании бизнес-планов, но они имеются также при проектировании *объектов*, подобных щитам управления в системах автоматики.
4. САПР на базе конкретного прикладного пакета. Фактически это автономно используемые ПМК, например *имитационного моделирования* производственных процессов, расчета прочности по МКЭ, синтеза и анализа систем автоматического управления и т. п. Часто такие САПР относятся к системам САЕ.
5. Комплексные САПР, состоящие из совокупности подсистем предыдущих видов. Характерными примерами комплексных САПР являются САЕ/CAD/CAM-системы в машиностроении или САПР БИС. Так, САПР БИС включает в себя СУБД и подсистемы проектирования компонентов, принципиальных, логических и функциональных схем, топологии кристаллов, тестов для проверки годности изделий. Для управления столь сложными системами применяют специализированные *системные среды*.

Функциональная схема ЭВМ

Во всем мире было создано не менее миллиарда различных ЭВМ, которые отличаются друг от друга по конструкции, конфигурации (т.е. набору устройств), техническим характеристикам. Однако функциональная схема каждой ЭВМ (рис. 3.1) содержит три основных устройства: процессорное (ПУ), запоминающее (ЗУ), ввода — вывода (УВВ), взаимодействие которых обеспечивает выполнение основной задачи — обработку информации. Для снабжения всех устройств ЭВМ напряжениями нескольких стандартных уровней служит блок питания. Взаимосвязь трех основных функциональных устройств ЭВМ осуществляется по общей магистральной шине ОМШ, представляющей собой большое число проводов, по которым передаются информационные и управляющие сигналы. К ОМШ относятся электросхемы, необходимые для коммутации (переключения) этих проводов. Каждое из трех основных функциональных устройств может и принимать, и передавать сигналы по ОМШ.

Процессорное устройство называют *центральным процессором*, или просто *процессором*. Это главное устройство ЭВМ, именно в нем происходит необходимая обработка информации, которая заключается в выполнении арифметических и логических операций над данными, представляющими собой кодовые комбинации. Последовательность этих операций задается командами. Команды также представляют собой кодовые комбинации. Набор команд для выполнения определенной задачи называется *программой*.



Рис. 3.1. Функциональная схема цифровой ЭВМ

Процессор не только осуществляет обработку информации, но и управляет этим процессом. Управляющая часть процессора соединяет необходимые для решения данной задачи элементы во всех устройствах вычислительной машины. Эта часть контролирует номер выполняемого шага программы, вызывает из запоминающего устройства очередную команду, настраивает элементы процессора на выполнение требуемой операции, вызывает из запоминающего устройства участвующие в данной операции данные, а по окончании операции направляет результат в запоминающее устройство.

Запоминающее устройство хранит всю информацию, необходимую для дальнейшего использования в процессоре. Поэтому данное устройство для краткости называют *памятью*, или *внешней памятью*, так как оно находится вне процессора. Некоторую часть информации необходимо сохранять и в самом процессоре, например очередную команду, промежуточные результаты операций. Поэтому процессор также имеет запоминающее устройство, но его называют *оперативной памятью*. Во внешней памяти хранится во много раз больше информации, чем в оперативной памяти, но для передачи информации из внешней памяти в процессор требуется больше времени, чем при использовании оперативной памяти. Поэтому при выполнении той или иной задачи процессор предварительно обращается к внешней памяти и переносит из нее необходимую информацию в оперативную память.

Устройство ввода — вывода обеспечивает ввод всей необходимой информации и вывод результатов в удобной форме. Ввод информации может осуществляться с помощью клавиатуры, читающего устройства (преобразователя графической информации в электрический сигнал), микрофона (преобразователя звуковой информации в электрический сигнал) и иных устройств, которые с каждым годом становятся все разнообразнее.

Все три основных функциональных устройства ЭВМ соединены между собой проводами. Чтобы увеличить скорость обмена информацией между устройствами, используется несколько параллельных проводов. Такое объединение проводов называется *шиной*. В ЭВМ имеется несколько

шин различного назначения: шины управления, шины данных, шины адресов и др.

Рассмотренная структура ЭВМ является универсальной для разных конструкций и назначений. В основу работы всех ЭВМ положен принцип программного управления, основанный на операционно-адресной организации процесса обработки информации. Поэтому ЭВМ относятся к классу универсальных программных автоматов, для которых разработана соответствующая теория. Информация, перерабатываемая автоматом, состоит из данных и программы.

Информация, воспринимаемая автоматом, делится на данные (например, числа) и команды. И данные, и команды представлены в виде набора определенных знаков, в качестве которых чаще всего используются два — ноль (0) и единица (1). В таком условном (кодированном) виде информация является кодовой комбинацией и носит название *слово*. Каждое слово хранится в запоминающем устройстве автомата в ячейках памяти, любая из которых имеет соответствующий адрес (номер). Каждая команда выполняет определенное преобразование информации. Само преобразование называется *операцией*.

В 1945 г. Джоном фон Нейманом были разработаны основные принципы построения памяти ЭВМ:

- структура памяти ЭВМ;
- способы доступа к памяти и внешним устройствам;
- возможность изменения конфигурации компьютера;
- система команд;
- форматы данных;
- организация интерфейса (взаимодействия).

Он выдвинул основополагающие принципы логического устройства ЭВМ, предложил ее структуру.

