

# Станки с ЧПУ. Основные определения.

# ЧПУ и его виды

- Числовое программное управление (ЧПУ) станком — управление обработкой заготовки на станке по управляющей программе (УП), в которой данные заданы в цифровой форме.
- Позиционное ЧПУ (позиционное управление) — ЧПУ, при котором рабочие органы станка перемещаются в заданные точки, причем траектории перемещения не задаются.
- Контурное ЧПУ (контурное управление станком) — ЧПУ, при котором рабочие органы станка перемещаются по заданной траектории и с заданной скоростью для получения необходимого контура обработки.
- Адаптивное ЧПУ (адаптивное управление станком) — ЧПУ, при котором обеспечивается автоматическое приспособление процесса обработки заготовки к изменяющимся условиям обработки по определенным критериям.
- Групповое ЧПУ (групповое управление станками) — ЧПУ группой станков от ЭВМ, имеющей общую память для хранения управляющих программ, распределяемых по запросам от станков.

# Система ЧПУ и ее компоненты

- *Система числового программного управления (СЧПУ)* — совокупность функционально взаимосвязанных и взаимодействующих технических и программных средств, обеспечивающих ЧПУ станком.
- *Устройство числового программного управления (УЧПУ)* — устройство, выдающее управляющие воздействия на исполнительные органы станка в соответствии с управляющей программой (УП) и информацией о состоянии управляемого объекта.
- *Аппаратное устройство ЧПУ* — устройство ЧПУ, алгоритмы работы которого реализуются схемным путем и не могут быть изменены после изготовления устройства.
- *Программное устройство ЧПУ* — устройство ЧПУ, алгоритмы работы которого реализуются с помощью программ, вводимых в его память, и могут быть изменены после изготовления устройства.
- *Программное обеспечение системы ЧПУ* (программное обеспечение) — совокупность программ и документации для реализации целей и задач системы ЧПУ.

# Управляющая программа станков с ЧПУ

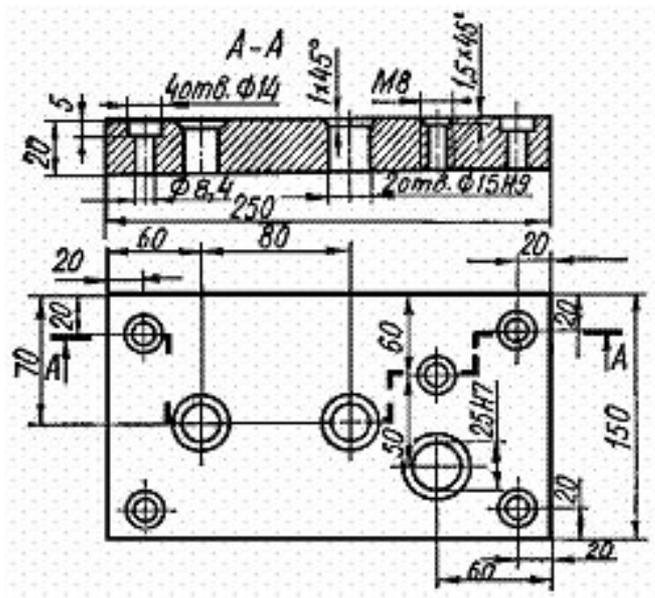
- Управляющая программа (УП) — совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования станка для обработки конкретной заготовки.
- Ручная подготовка управляющих программ (УП) — подготовка и контроль УП в основном без применения ЭВМ.
- Автоматизированная подготовка управляющих программ (УП) — подготовка и контроль УП с применением ЭВМ.
- Программноноситель — носитель данных, на котором записана УП. В качестве носителя данных могут применяться перфолента, магнитная лента, магнитный диск и запоминающие устройства различного типа (USB носители).

# Компоненты управляющей программы станков с ЧПУ

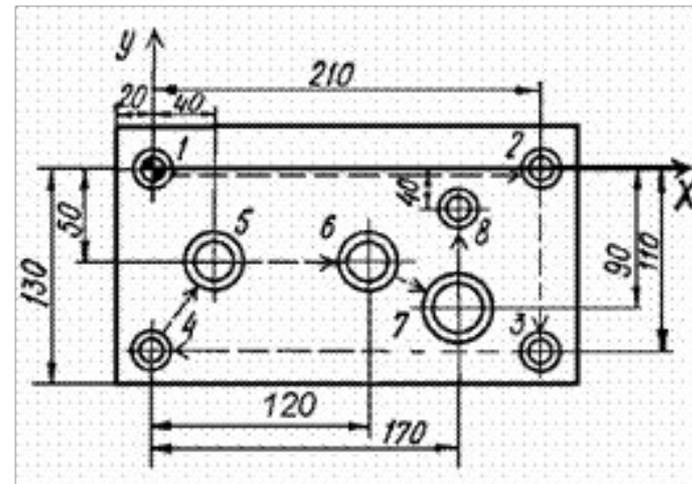
- Кадр управляющей программы (кадр) — составная часть управляющей программы (УП), вводимая, обрабатываемая как единое целое и содержащая не менее одной команды.
- Слово УП (слово) — составная часть кадра УП, содержащая данные о параметре процесса обработки заготовки и/или другие данные по выполнению управления.
- Адрес УП (адрес) — часть слова УП, определяющая назначение следующих за ним данных, содержащихся в этом слове.
- Номер кадра УП (номер кадра) — слово в начале кадра, определяющее последовательность кадров в УП.
- Формат кадра УП (формат кадра) — условная запись структуры и расположения слов в кадре УП с максимальным числом слов.
- Главный кадр УП — кадр управляющей программы, содержащий все необходимые данные, для возобновления процесса обработки заготовки

# Способы задания размеров у станков с ЧПУ

- Абсолютный размер — линейный или угловой размер, задаваемый в УП и указывающий положение точки относительно принятого нуля отсчета.
- Размер в приращении — линейный или угловой размер, задаваемый в УП и указывающий положение точки относительно координат точки предыдущего положения рабочего органа станка.



Исходный чертеж  
детали



Переработанный чертеж  
детали с геометрическим планом  
обработки отверстий

# Работа системы управления станков с ЧПУ

- Автоматическая работа системы устройства ЧПУ (автоматическая работа) — функционирование СЧПУ (УЧПУ), при котором отработка УП происходит с автоматической сменой кадров УП.
- Работа системы ЧПУ с пропуском кадров (пропуск кадра) — автоматическая работа СЧПУ (УЧПУ), при которой не обрабатываются кадры УП, обозначенные символом ПРОПУСК КАДРА.
- Ускоренная отработка УП (ускоренная отработка) — автоматическая работа СЧПУ (УЧПУ), при которой предусмотренные в УП скорости подачи автоматически заменяются на ускоренную подачу.
- Покадровая работа — функционирование СЧПУ (УЧПУ), при котором отработка каждого кадра УП происходит только после воздействия оператора.
- Работа системы (устройства) ЧПУ с ручным вводом данных (ручной ввод данных) — функционирование СЧПУ (УЧПУ), при котором набор данных, ограниченный форматом кадра, производится вручную оператором на пульте.
- Работа системы ЧПУ с ручным управлением (ручное управление) — функционирование СЧПУ (УЧПУ), при котором оператор управляет станком с пульта без использования числовых данных.
- Зеркальная отработка — функционирование СЧПУ (УЧПУ), при котором рабочие органы станка перемещаются по траектории, представляющей

# Функции оболочки ЧПУ

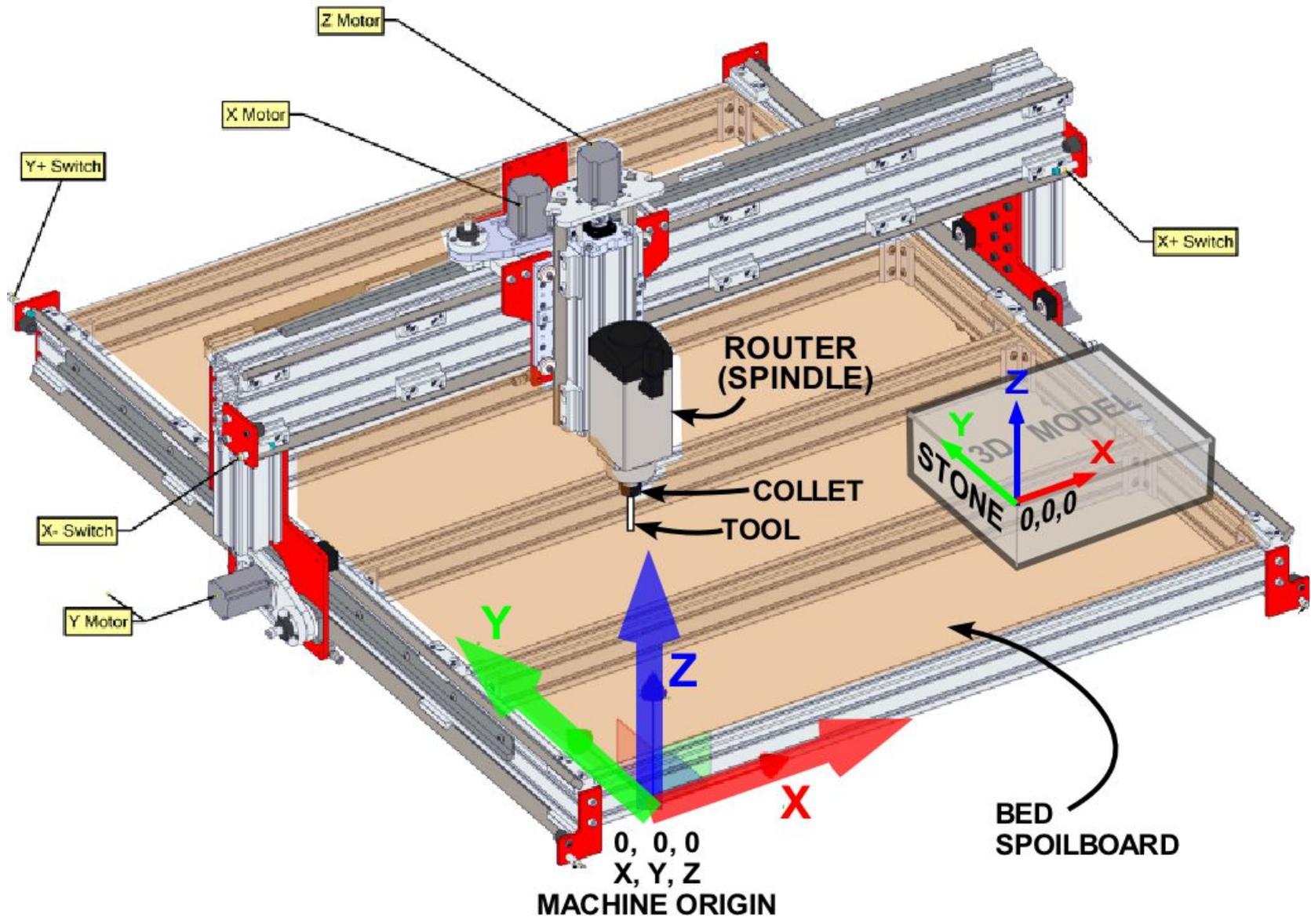
- Ввод УП (ввод) — функционирование УЧПУ, при котором ввод данных в память УЧПУ с программносителя происходит от ЭВМ верхнего ранга или с пульта оператора.
- Вывод УП (вывод) — функционирование УЧПУ, при котором происходит вывод хранимой в памяти УЧПУ управляющей программы на носитель данных. При выводе УП могут выводиться дополнительные данные, используемые при обработке УП и хранящиеся в памяти УЧПУ, например константы и т. п.
- Поиск кадра в УП (поиск кадра) — функционирование УЧПУ, при котором на программносителе или в запоминающем устройстве УЧПУ обнаруживается заданный кадр УП по его номеру или специальному признаку.
- Редактирование УП (редактирование) — функционирование УЧПУ, при котором управляющую программу изменяет оператор непосредственно у станка.
- Обработка и остановка УП
- Диагностика оборудования

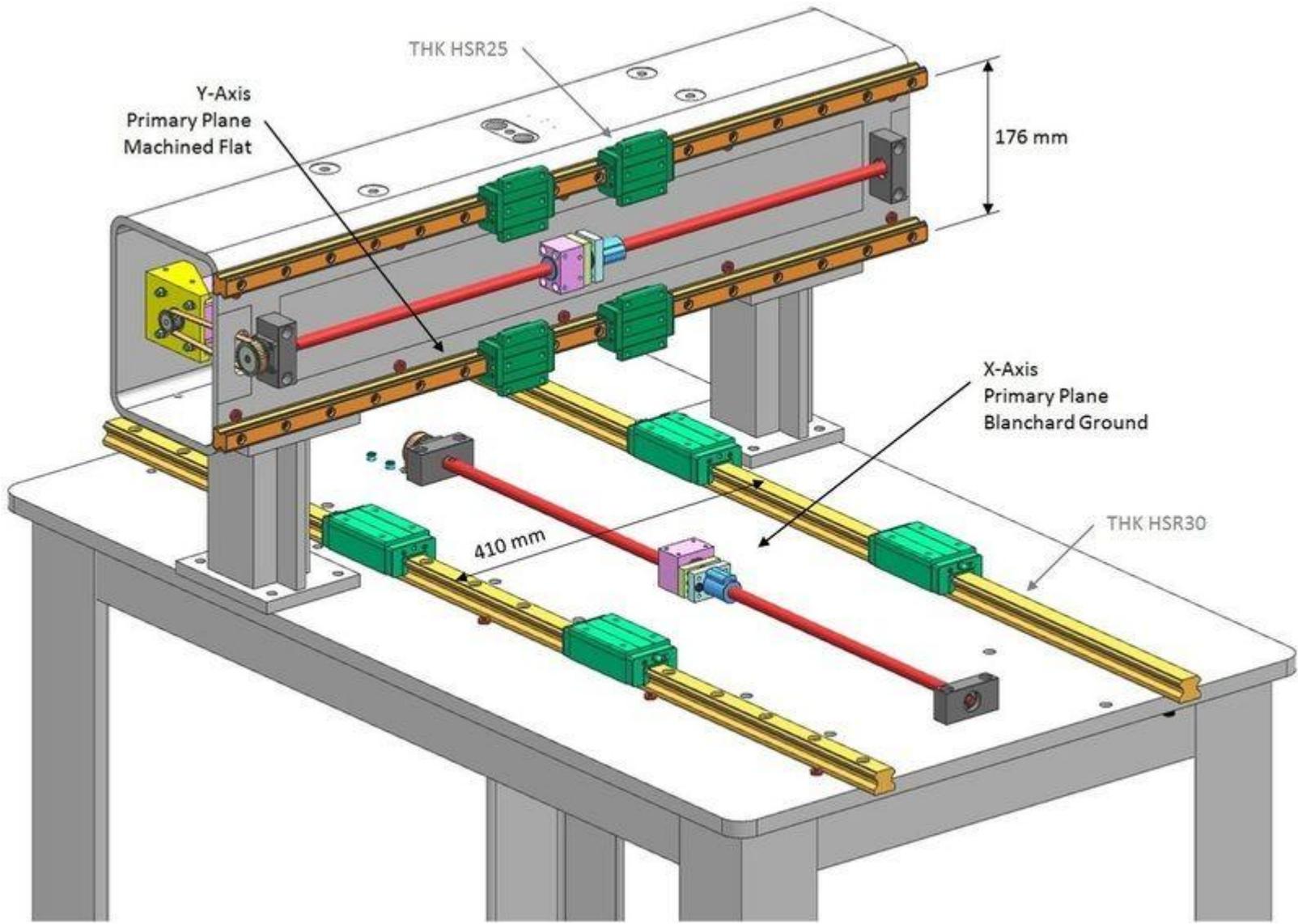
# Написание и хранение информации

- Рукопись программы — информация, записанная в виде, удобном для составления языковой или управляющей программы.
- Файл — совокупность данных, объединенных по некоторому общему смысловому признаку или нескольким признакам. Способ хранения информации в виде файла (данных) широко применяется в запоминающих устройствах ЭВМ. При этом начало и конец файла отмечают специальными метками, что позволяет легко найти соответствующую информацию (например, на магнитной ленте).
- Дисплей — устройство визуального отображения алфавитно-цифровой и графической информации (наиболее распространены дисплеи телевизионного типа).
- Интерфейс — совокупность аппаратных и программных средств, обеспечивающих совместимость (взаимодействие) различных функциональных блоков (устройств), образующих измерительную, вычислительную или управляющую систему, в соответствии с требуемыми условиями, например видом кода, моментом выдачи (приема) информационных и управляющих сигналов, формой представления информации (аналоговая или цифровая).

# Основные нулевые точки станков с ЧПУ

- Нулевая точка станка (нуль станка) — точка, принятая за начало координат станка.
- Исходная точка станка (исходная точка) — точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для начала работы по УП.
- Фиксированная точка станка (фиксированная точка) — точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для определения положения рабочего органа станка.
- Точка начала обработки — точка, определяющая начало обработки конкретной заготовки.
- Нулевая точка детали (нуль детали) — точка на детали, относительно которой заданы ее размеры.
- Нулевая точка инструмента (нуль инструмента)
- Плавающий нуль — свойство СЧПУ (УЧПУ) помещать начало отсчета перемещения рабочего органа в любое положение относительно нулевой точки станка.





# Коррекция и ее виды

- Коррекция инструмента — изменение с пульта управления запрограммированных координат (координаты) рабочего органа станка.
- Коррекция скорости подачи — изменение с пульта оператора запрограммированного значения скорости подачи.
- Коррекция скорости главного движения — изменение с пульта оператора запрограммированного значения скорости главного движения станка.
- Значение коррекции положения инструмента (коррекция на положение инструмента) — расстояние по оси координат станка, на которое следует дополнительно сместить инструмент.
- Значение коррекции длины инструмента (коррекция на длину инструмента) — расстояние вдоль оси вращающегося инструмента, на которое следует дополнительно сместить инструмент.
- Значение коррекции диаметра фрезы (коррекция на фрезу) — расстояние по нормали к заданному контуру перемещения фрезы, на которое следует дополнительно переместить центр фрезы.

# Задающая информация в станках с ЧПУ

- Задающая информация (программа управления) — информация, известная до начала технологического процесса и зафиксированная тем или иным способом на материальном носителе, называемом программоносителем.

В программе даются сведения о характере движения рабочих органов, их синхронизации, режимах обработки, различные технологические и другие команды.

- Геометрическая информация — информация, описывающая форму, размеры элементов детали и инструмента и их взаимное положение в пространстве.
- Технологическая информация — информация, описывающая технологические характеристики детали и условия ее изготовления.

# Замкнутые и разомкнутые системы управления станков с ЧПУ

- Системы управления разомкнутые (без обратной связи, с разомкнутой цепью, циклические, жесткие, программные) — системы управления, использующие только задающую информацию.

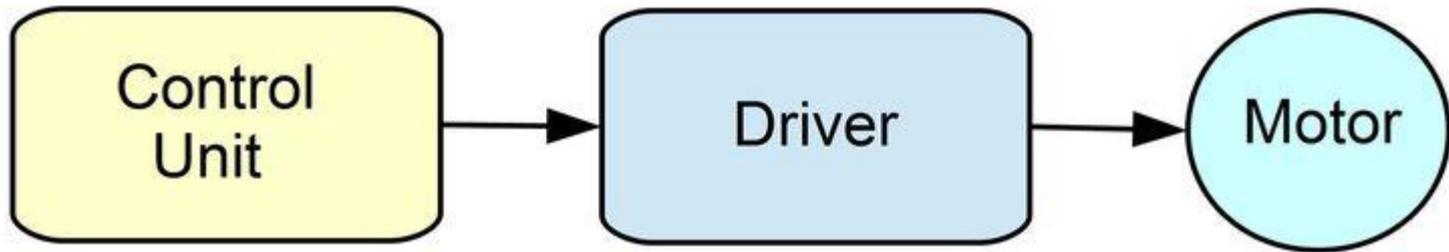
В системах отсутствуют контроль за выполнением заданной программы и обратная связь. В разомкнутых системах используется только один поток информации.

Задающая информация перерабатывается в форму, удобную для управления приводом, выполняющим тот или иной элементарный цикл технологического процесса.

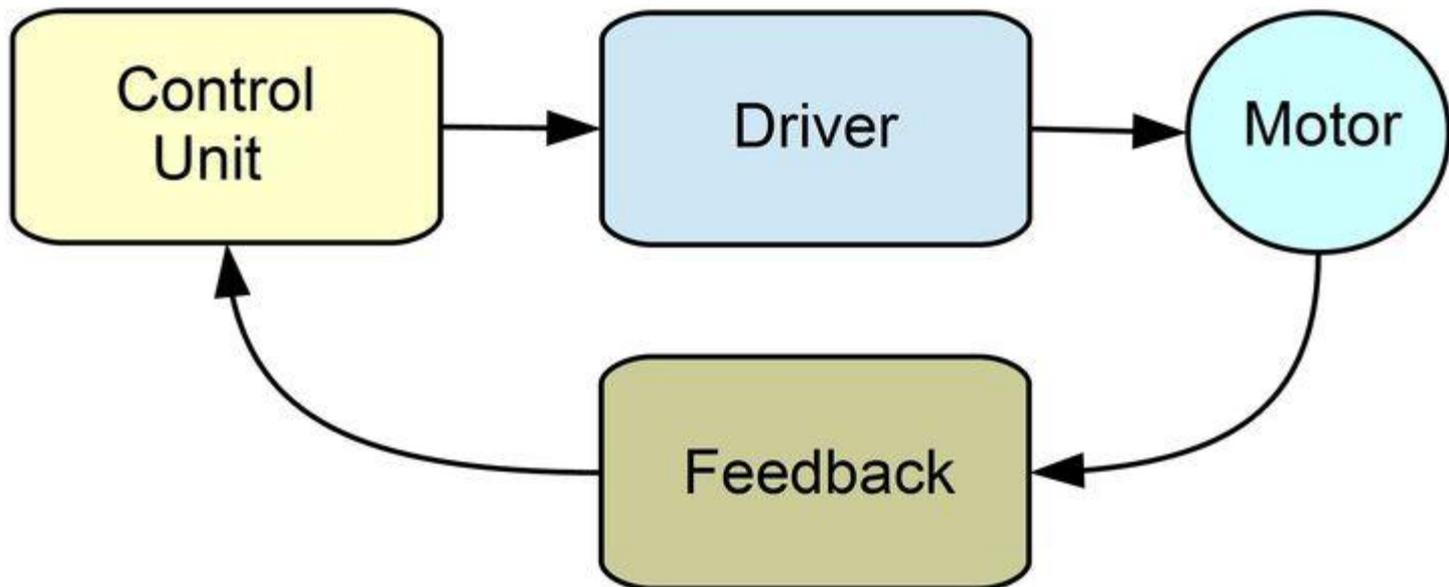
Информация возмущения, имеющая место при выполнении технологического процесса, как и информация обратной связи, в разомкнутых системах управления не используется.

- Системы управления замкнутые (с замкнутой цепью, с обратной связью, рефлекторные, ациклические) — системы управления, работающие на основе совместного использования задающей информации и информации обратной связи, содержащей данные о фактической скорости перемещения рабочего органа, его положении, об окончании цикла или отдельных его элементов и другие сведения о протекании технологического процесса.

## Open Loop Control System

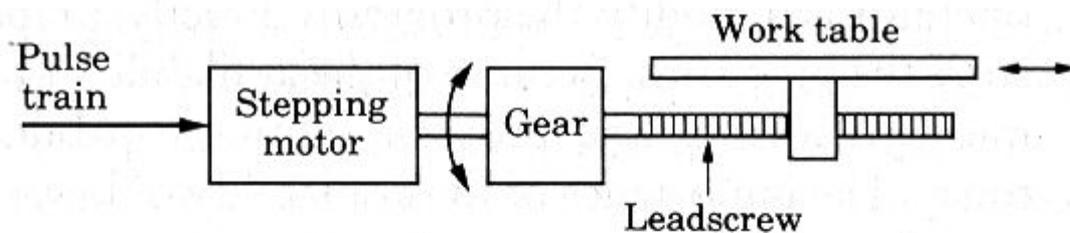


## Closed Loop Control System

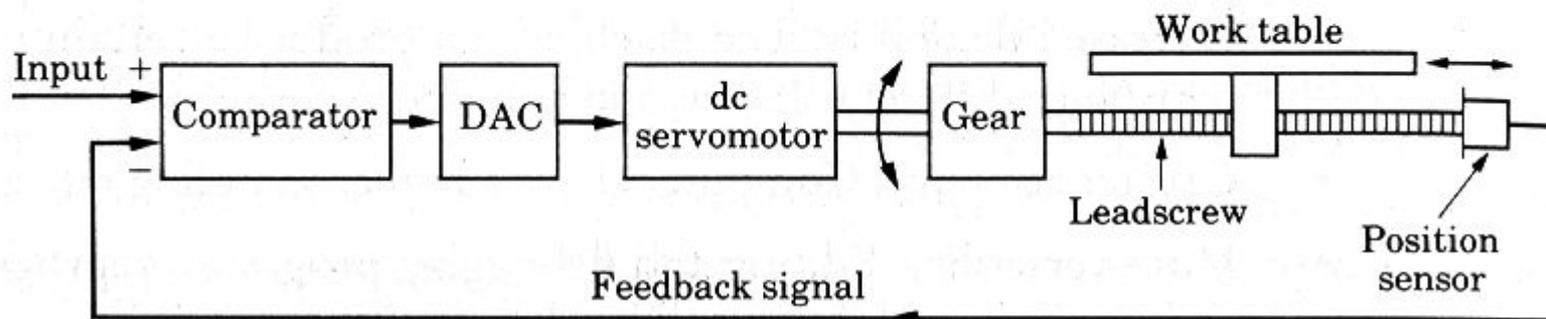


# Схемы управления шаговым двигателем и двигателем постоянного тока

(a)



(b)



# Информация обратной связи в станках с ЧПУ

- Информация возмущения — информация, источником которой служит окружающая среда (температура, влажность, колебания припуска заготовки, твердость материала, уровень вибрации и т.д.).
- Информация обратной связи (ИОС) — информация, источником которой является сам технологический процесс. К этой информации относятся данные о фактическом положении и скорости движения рабочего органа, о размерах обрабатываемой поверхности, о температурных и силовых деформациях в системах СПИД, о температуре в зоне резания, уровне вибрации и т. п.
- Датчики обратной связи (ДОС) — устройства, с помощью которых собирается информация обратной связи.

# Опорные точки и геометрические элементы

- Опорная точка — точка расчетной траектории, в которой происходит изменение либо закона, описывающего траекторию, либо условий протекания технологического процесса.
- Опорная геометрическая точка — точка расчетной траектории, в которой происходит изменение закона, описывающего данную траекторию.
- Опорная технологическая точка — точка расчетной траектории, в которой происходит изменение условий протекания технологического процесса.
- Геометрический элемент — непрерывный участок расчетной траектории или контура детали, задаваемый одним и тем же законом в одной и той же системе координат.
- Расчетная траектория — траектория, теоретическая аппроксимированная относительная траектория центра инструмента.

# Интерполяция, аппроксимация и алгоритм

- Интерполяция — получение (расчет) координат промежуточных точек траектории движения центра инструмента в плоскости или в пространстве.
- Аппроксимация — процесс замены родной функциональной зависимости другой зависимостью с определенной степенью точности.
- Алгоритм — формальное предписание, однозначно определяющее содержание и последовательность операций, переводящих совокупность исходных данных в искомый результат — решение задачи.

# Микропроцессоры и единицы информации

- Микропроцессор — универсальный цифровой электронный блок, реализованный с большой степенью интеграции, у которого выполняемая им функция определяется после изготовления путем программирования.
- Код — ряд правил, посредством которых выполняется преобразование данных из одного вида в другой. Применение кода (кодирование) сводится к записи информации в виде комбинации символов.
- Бит — одноразрядная единица двоичной информации.
- Байт — единица количества двоичной информации, равная восьми битам.
- Бод — единица скорости передачи информации; 1 бод=1 бит/с.
- Машинное слово — объем информации, равный 1, 2 или 4 байт (8, 16 или 32 бит) в зависимости от разрядности блоков ЭВМ.
- Килобайт — единица количества двоичной информации, равная 1024 ( $10^3$ ) байт.
- Мегабайт — единица количества двоичной информации, равная 1 048 576 ( $10^6$ ) байт.

# Системы автоматизированного программирования, процессоры и постпроцессоры

- Процессор — программа первичной переработки информации в САП, формирующая данные по обработке детали безотносительно к типу станка.
- Пост-процессор — согласующая программа САП, учитывающая особенности данного станка и формирующая кадр.

# Ось станка, управляемая координата и ТОЧНОСТЬ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

- Ось координат станка с ЧПУ — направление, совпадающее с перемещением рабочего органа станка по направляющей опоре в соответствии с программой управления станком, связанное с одной единицей привода.
- Управляемая координата — ось системы координат, относительно перемещение центра инструмента вдоль которой осуществляется с помощью одного исполнительного органа системы управления.
- Шаг программирования — разность между двумя ближайшими программируемыми числовыми величинами.
- Чувствительность системы управления — минимальное рассогласование, на которое может реагировать система.
- Точность позиционирования — величина поля рассеивания отклонений положений центра инструмента от заданных при отработке геометрического перехода без резания, рассчитанная для всего диапазона задаваемых размеров.

# Управляемая координата и точность позиционирования

- Центр инструмента — неподвижная относительно державки точка инструмента, по которой ведется расчет траектории.
- Эквидистанта — линия, равноотстоящая от линии контура детали (заготовки) .
- Интерполятор системы ЧПУ станком — вычислительный блок системы ЧПУ, задающий последовательность управляющих воздействий для перемещения рабочих органов станка по осям координат в соответствии с функциональной связью между координатами опорных точек, заданных программой управления станком.

# Основные нулевые точки станков с ЧПУ

- Контурная скорость — результирующая скорость подачи рабочего органа станка, вектор которой равен геометрической сумме векторов скоростей перемещения этого органа вдоль осей координат станка.
- Дискретность задания перемещения — минимальное линейное перемещение или угол поворота рабочего органа станка, которые могут быть заданы в УП.
- Дискретность отработки перемещения — минимальное линейное перемещение или угол поворота рабочего органа станка, обрабатываемые и контролируемые в процессе управления.