

Тема 4. Датчики положения и перемещения

План занятия

1. Основные положения
2. Резистивные датчики положения
3. Электромагнитные датчики положения
4. Оптические датчики положения
5. Пример построения системы управления приводами

Кинестетические датчики предназначены для решения задач, контроля линейных и угловых параметров перемещения, обеспечения заданной скорости движения и т.п. В настоящее время свыше 70 % информационных устройств промышленного производства реализуют кинестетические функции. К ним относят:

- датчики положения и перемещения,
- датчики скорости,
- датчики динамических величин.

Функциональная схема электропривода робота

1. Основные понятия и определения

Существует два основных метода определения положения и измерения перемещения.

- Датчик вырабатывает сигнал, который является функцией положения одной из его частей, связанной с подвижным объектом, а изменение этого сигнала характеризует перемещение объекта.
- Перемещение объекта рассматривается как совокупность элементарных перемещений, причем датчик формирует импульс, соответствующий каждому элементарному перемещению. Таким образом, перемещение объекта определяется суммой импульсов датчика.

Датчики первой группы получили название **абсолютных** (или датчиков с абсолютным отсчетом), второй — относительных или датчиков последовательных приращений (**инкрементных**).

Структура системы управления двигателем с датчиками положения

Самые распространенные типы ДПП



2. Резистивные датчики положения

Резистивные датчики положения (РДП) относятся к преобразователям с **абсолютным** отсчетом, так как их функция преобразования монотонна и непрерывна. Датчики этого типа имеют один цикл измерения, благодаря чему кратковременная потеря информации не приводит к накоплению погрешности.

Включение РДП в цепь осуществляется по потенциометрической схеме (со средней точкой или без нее).

Включение РДП по потенциометрической схеме Влияние коэффициента нагрузки на функцию преобразования

Функция преобразования РДП



$$k_H = R_H / R_0, \quad x / x_{\max} = \chi$$

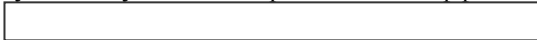
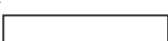
Функция существенно зависит от **коэффициента нагрузки** и изменяется в процессе перемещения подвижного контакта РДП.

3. Электромагнитные датчики положения

Главным элементом электромагнитного датчика положения (ЭДП) является индуктивный ЧЭ с подвижным магнитопроводом (сердечником). Информативным параметром является индуктивность ЧЭ или наведенная в его обмотках ЭДС индукции. В первом случае ЭДП является индуктивным, во втором – индукционным. Исторически индуктивные датчики явились первыми промышленными устройствами для измерения малых перемещений.

Основные электромагнитные соотношения

Наличие тока в обмотке электрической машины вызывает в общем случае следующие электромагнитные эффекты:

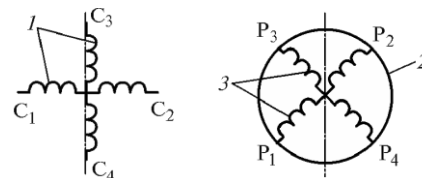
1. ЭДС самоиндукции в активной обмотке (закон Фарадея) 
2. ЭДС индукции в пассивной обмотке 
3. магнитодвижущую (намагничивающую) силу  (формула Гопкинсона)
4. магнитный момент  в замкнутом контуре или в системе контуров (например, соленоиде)

Резольвер: функция преобразования и векторная диаграмма

Резольвер — это четырехобмоточная двух- и более полюсная электрическая машина с индукционным взаимодействием роторных и статорных обмоток.

В **многополюсных** резольверах с p парами полюсов за один полный поворот ротора изменение магнитного поля (период изменения выходного сигнала) соответствует пространственному углу $360 \times p^\circ$. Этот принцип получил название **электрической редукции**.

В **синусно-косинусном** резольвере выходные напряжения на синусной и косинусной обмотках определяются выражениями:



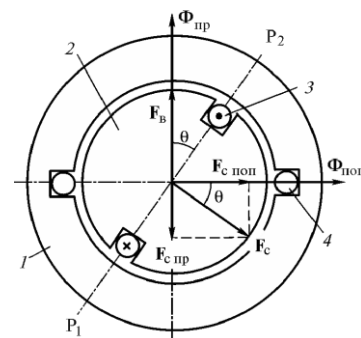
где $k_{\sin}$ — коэффициенты трансформации синусной и косинусной обмоток резольвера (равны отношению числа эффективных витков соответствующей роторной обмотки к числу эффективных витков статорной); $U_{\text{взб}}$ — напряжение на обмотке возбуждения, ω — круговая частота тока возбуждения резольвера; $\omega_{\text{взб}}$ — частота тока возбуждения; $2p$ — число пар полюсов резольвера; θ — угол поворота ротора относительно статора.

Текущее значение угла θ определяют по значениям соответствующих напряжений:



При нагрузке в роторе возникает магнитодвижущая сила, вызванная током синусной обмотки. Направление этой магнитодвижущей силы совпадает с осью **синусной фазы**, ее можно представить в виде суммы двух составляющих (по отношению к потоку возбуждения статора $\Phi_{\text{в}}$): **продольной** и **поперечной**.

При нагрузке в синусной обмотке кроме ЭДС, пропорциональной **синусу** угла поворота θ , индуцируется составляющая, пропорциональная **току** нагрузки и **квадрату косинуса** угла поворота, которая существенно искажает синусный характер функции преобразования:



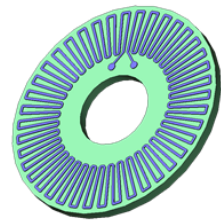
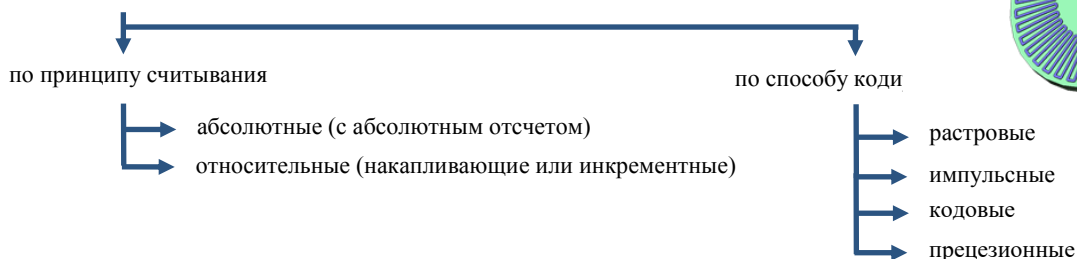
Существенно, что **величина погрешности** тем больше, чем меньше сопротивление нагрузки. Для обеспечения **линейной** функции преобразования резольверы включают по схеме **фазовращателя**.

Схемы фазовращателя в режиме с вращающимся магнитным полем (а) и с фазосдвигающим устройством (б)

Индуктосин — это многополюсный резольвер с плоскими печатными обмотками. Каждый проводник ротора соответствует **полюсу**, а совокупность двух **дифференциально** включенных проводников устанавливает угловой или линейный **шаг** w

4. Оптические датчики положения

Классификация



Инкрементные (накапливающие) преобразователи используют датчик и счетную систему, суммирующую отдельные приращения, а также репер (метку), относительно которого эти приращения суммируются. **Абсолютные датчики** не содержат репера, их выполняют либо одношкальными, либо они содержат системы грубого и точного отсчета.

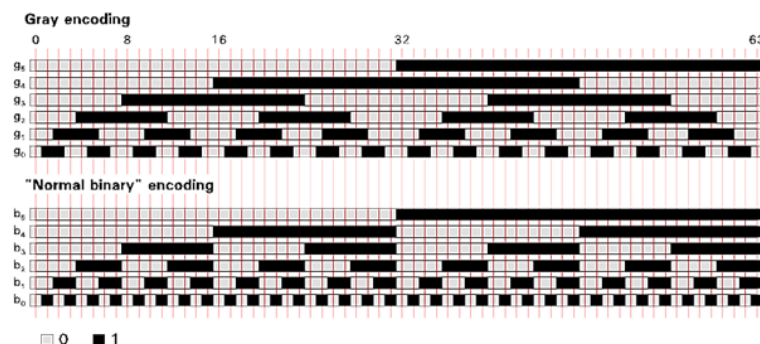
Импульсные оптические датчики положения (ОДП) — инкрементные энкодеры (однофазные и квадратурные) — являются самым распространенным типом ДПП в мехатронных системах. Их назначение — измерять **относительное** линейное и угловое перемещение рабочего органа, а также его скорость.

На выходе датчика формируется **унитарный** код, т. е. последовательность импульсов, число которых пропорционально углу поворота входного вала.

Погрешность Δ измерения угла инкрементных энкодеров определяется количеством штрихов n рабочей дорожки кодирующего диска.



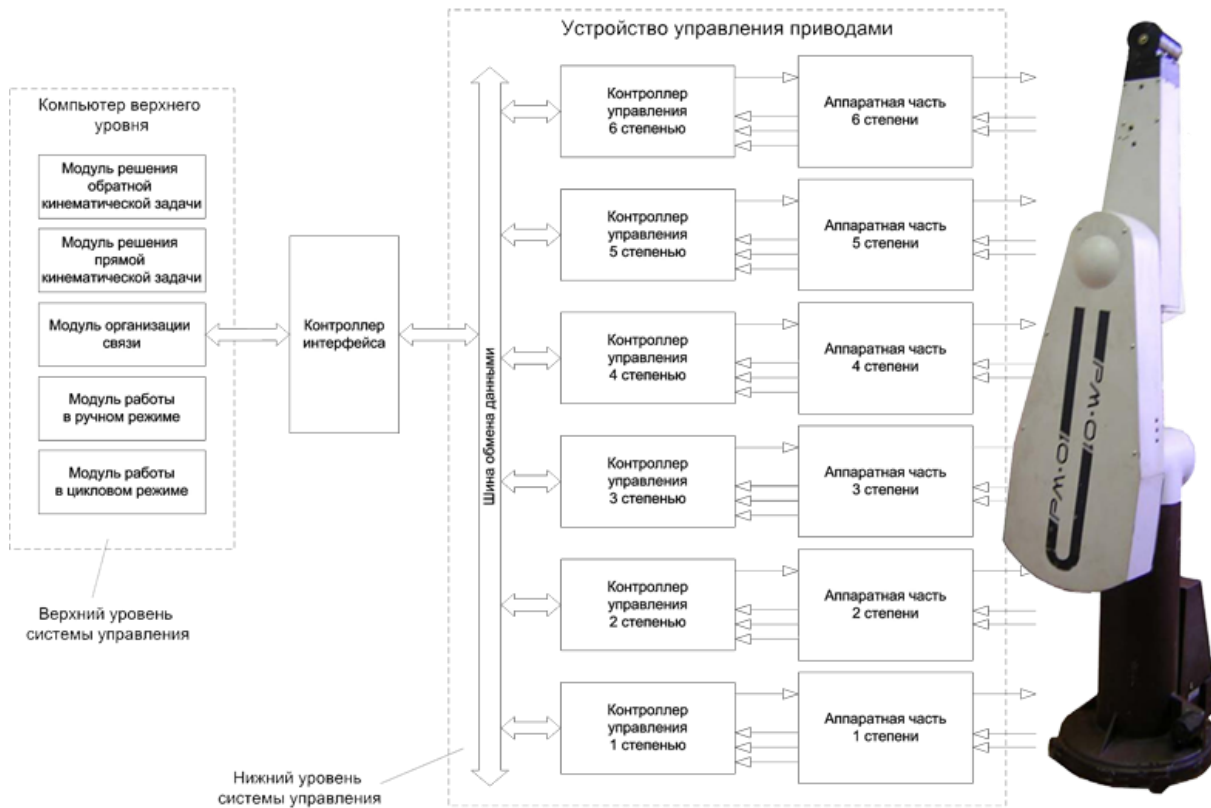
Кодирующая шкала **кодового ОДП** представляет собой стеклянное основание с кодовой маской, выполненной в виде нескольких дорожек с прозрачными и непрозрачными сегментами. Число дорожек, как правило, определяет разрядность выходного двоичного кода.



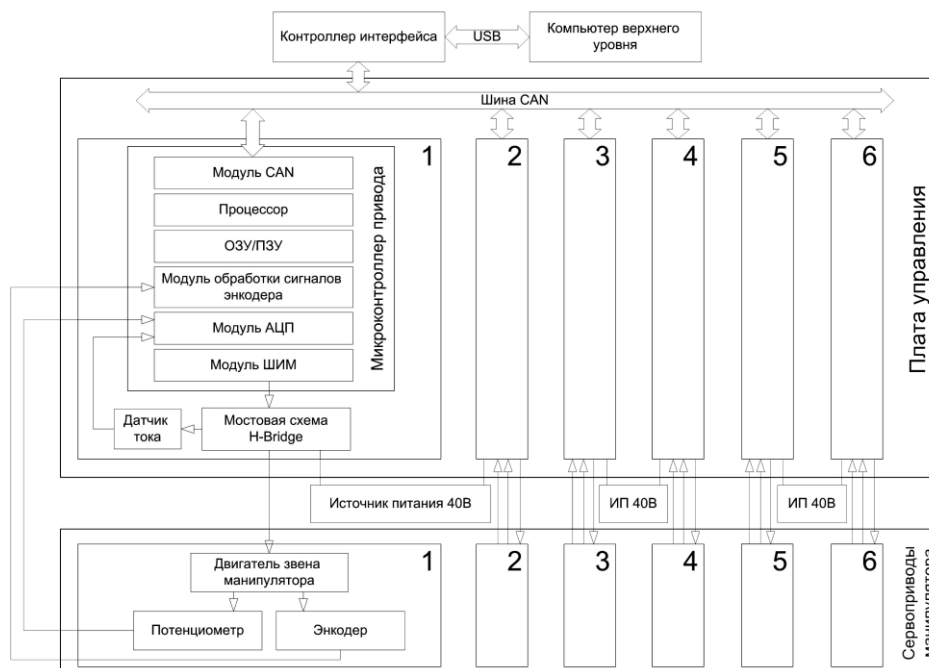
Существует более десятка промышленных стандартов **интерфейсов ДПП**. Выпускаемые датчики чаще всего имеют аналоговый выходной сигнал, а также используют различные последовательные каналы передачи данных.

5. Пример построения системы управления приводами манипулятора

Постановка задачи

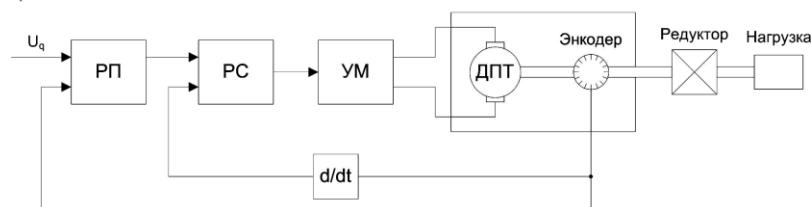


Разработка структуры системы управления

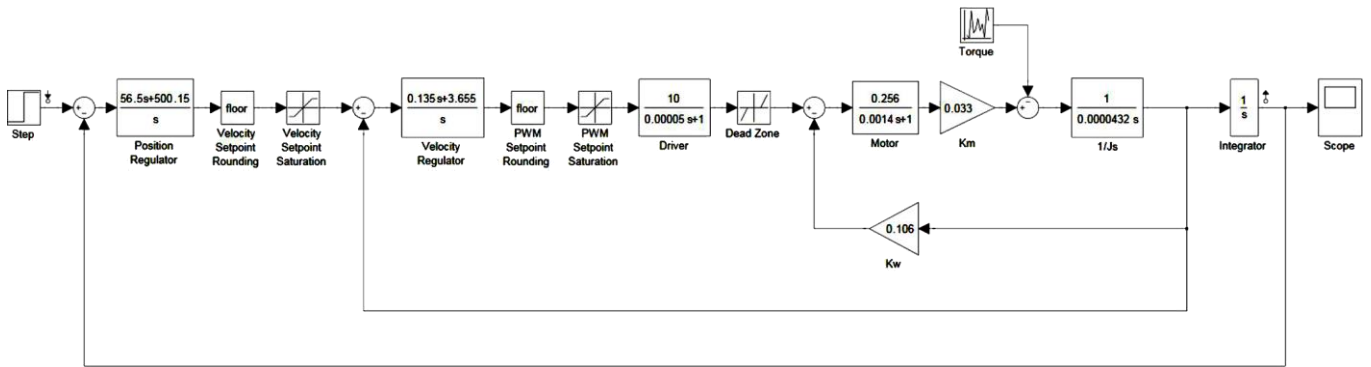


Разработка модели привода

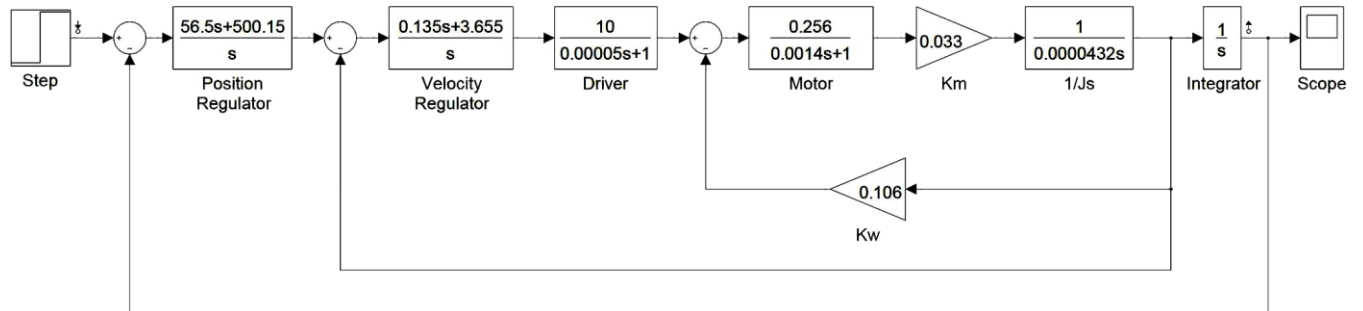
- Структурная схема привода



- Нелинейная модель привода

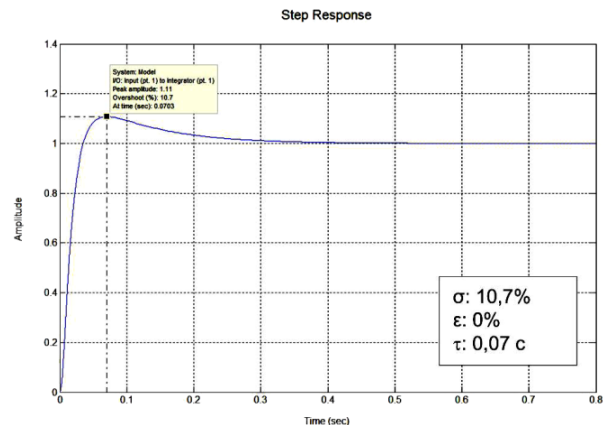
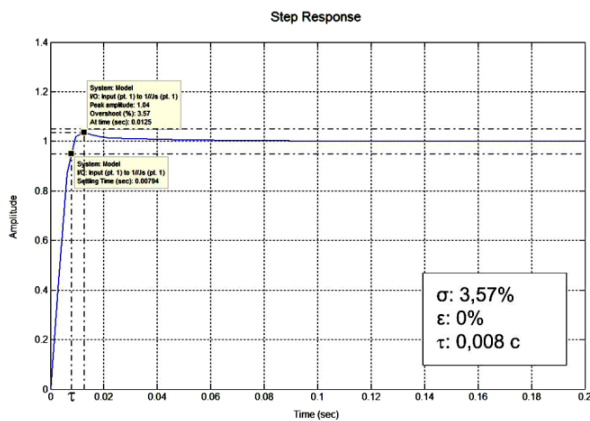


- Линеаризованная модель в средеMatLab

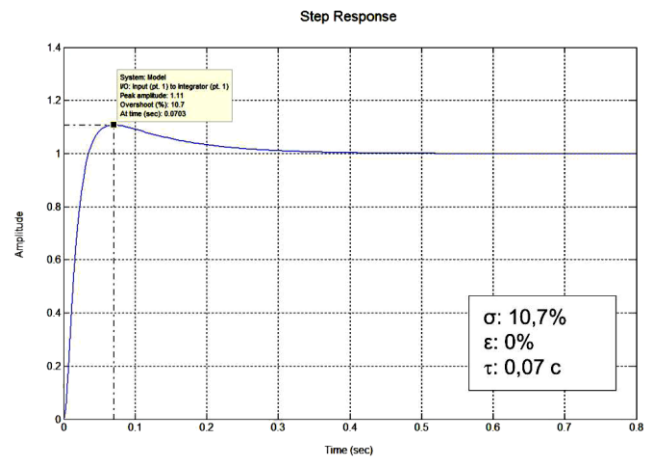
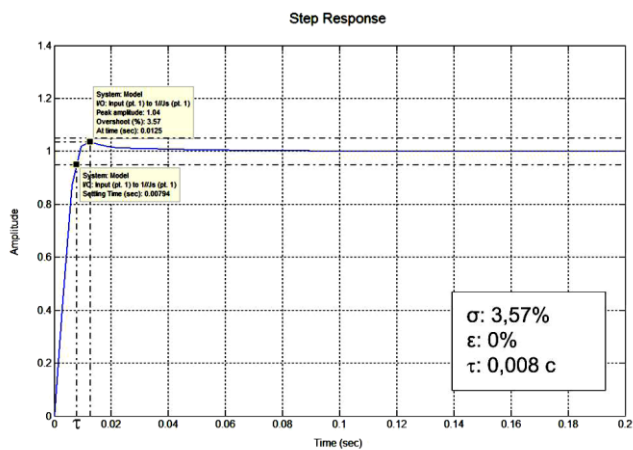


Исследование модели привода

- ЛАЧХ контура скорости и положения



- Переходные функции контура скорости и положения



Реализация схемы системы управления приводами

