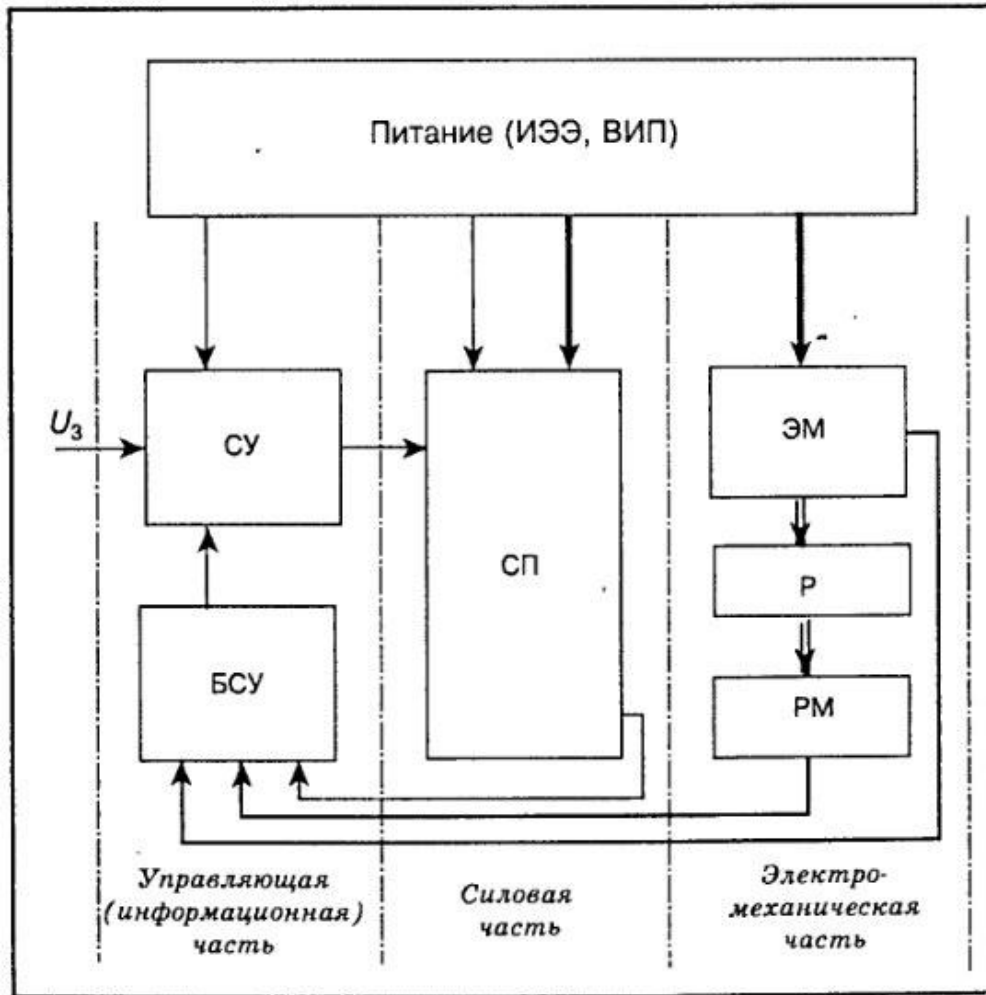


# **РАЗДЕЛ 1**

## **Введение, общие сведения**

### **1.1 Определение понятия «электропривод»**

- *Электропривод* – это управляемая электромеханическая система. Её назначение – преобразовывать электрическую энергию в механическую и обратно и управлять этим процессом.

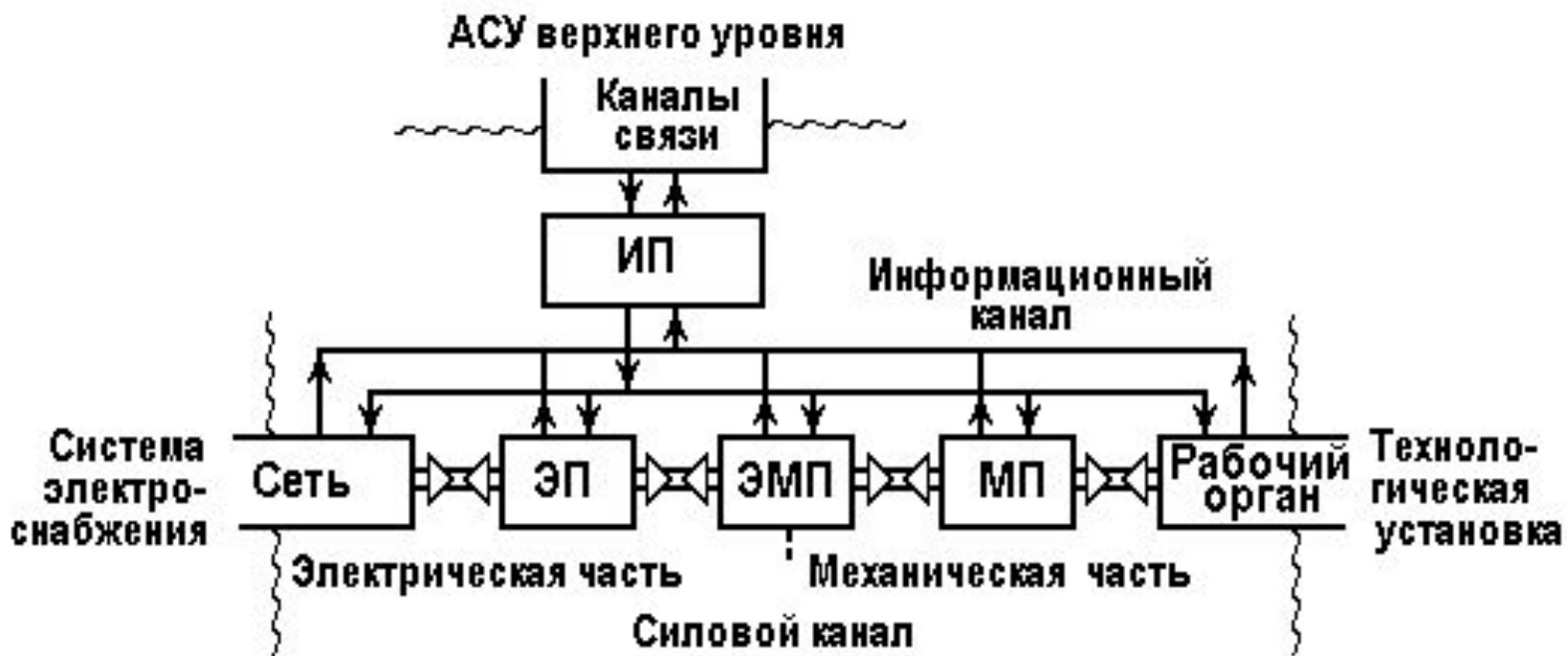


Блок-схема электропривода

- Электропривод (см.рисунок – это электромеханическая система, состоящая из электрической машины (ЭМ), связанной посредством механической передачи (редуктор (Р)) с рабочим механизмом (РМ), силового преобразователя (СП), системы управления (СУ), блока сенсорных устройств (БСУ), которые обычно играют роль датчиков обратной связи по основным переменным состояния электропривода, вторичных источников питания (ВИП), обеспечивающих напряжение питания СУ, БСУ и входных цепей СП, и источника электрической энергии (ИЭЭ).

- В качестве СП рассматриваются силовые полупроводниковые преобразователи. Они выполняют, во-первых, согласование электрических параметров источника электрической энергии (напряжение, частота) с электрическими параметрами электрической машины и, во-вторых – регулирование электрических параметров машины. Известно, что для управления скоростью вращения и моментом электрической машины необходимо регулировать электрические параметры на её входе. Система управления (СУ) предназначена для управления СП, она обычно строится на микросхемах либо микропроцессоре. На вход СУ подается сигнал задания  $U_3$  и сигналы отрицательных обратных связей от БСУ. Система управления, в соответствии с заложенным в нее алгоритмом, вырабатывает сигналы управления СП, управляющего электрической машиной.

- Электропривод имеет два канала – *силовой* и *информационный* (см. следующий рисунок ). По первому транспортируется преобразуемая энергия (широкие стрелки на рис.), по второму осуществляется управление потоком энергии, а также сбор и обработка сведений о состоянии и функционировании системы, диагностика ее неисправностей (тонкие стрелки на рис.).



Общая структура электропривода

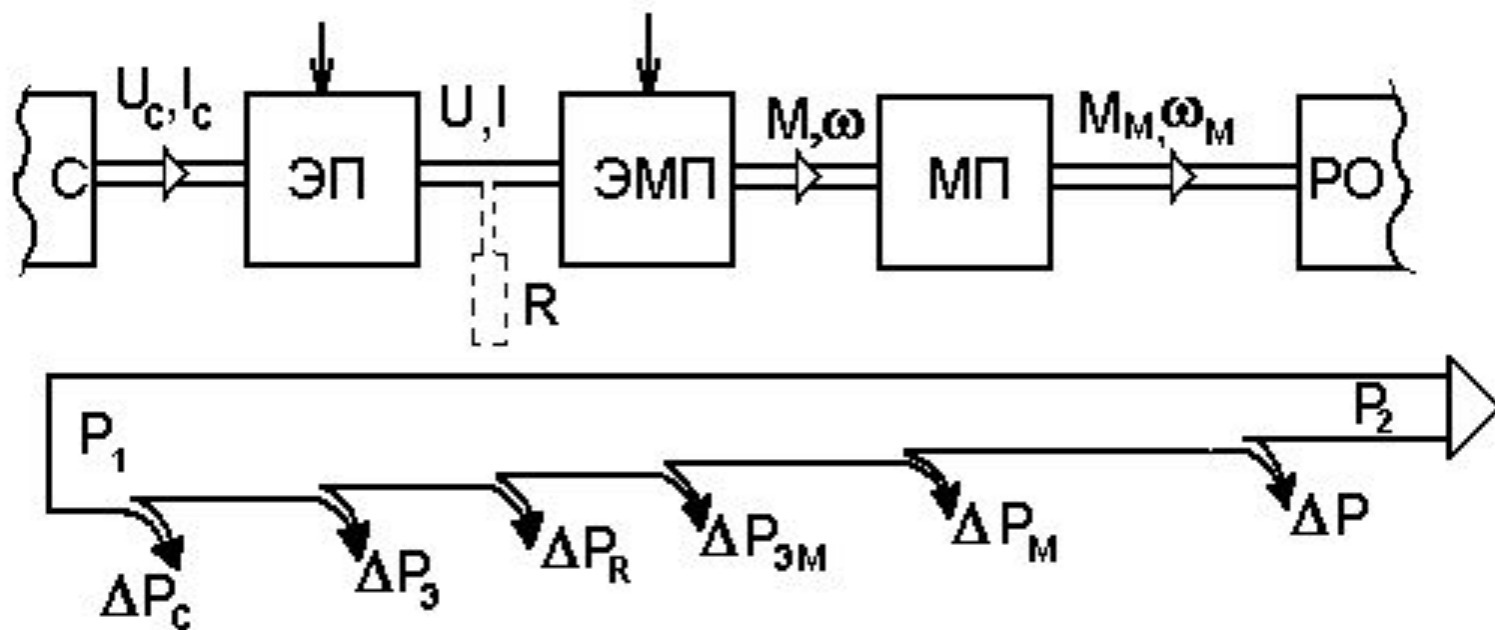
- Силовой канал в свою очередь состоит из двух частей – электрической и механической и обязательно содержит связующее звено – электромеханический преобразователь.
- В *электрическую часть* силового канала входят устройства *ЭП*, передающие электрическую энергию от источника питания (шин промышленной электрической сети, автономного электрического генератора, аккумуляторной батареи и т.п.) к электромеханическому преобразователю *ЭМП* и обратно и осуществляющие, если это нужно, преобразование электрической энергии.



- *Механическая часть* состоит из подвижного органа электромеханического преобразователя, механических передач и исполнительного органа установки, в котором полезно реализуется механическая энергия.
- Электропривод взаимодействует с *системой электроснабжения* или источником электрической энергии, с одной стороны, с *технологической установкой* или машиной, с другой стороны, и наконец, через *информационный преобразователь ИП с информационной системой более высокого уровня*, часто с человеком - оператором, с третьей стороны .

## 1.2. Функции электропривода

- Рассмотрим подробнее силовой (энергетический) канал электропривода (см. след. рис.). Будем полагать, что мощность  $P$  передается от сети ( $P1$ ) к рабочему органу (производственному механизму) ( $P2$ ), что этот процесс управляем и что передача и преобразование мощности сопровождается некоторыми ее потерями  $P$  в каждом элементе силового канала.



Энергетический канал электропривода

- Функция *электрического преобразователя ЭП* (если он используется) состоит в преобразовании электрической энергии, поставляемой источником (сетью) и характеризующейся напряжением  $U_c$  и током  $I_c$  сети, в электрическую же энергию, требуемую двигателем и характеризующуюся величинами  $U, I$ . Преобразователи бывают неуправляемыми (трансформатор, выпрямитель, параметрический источник тока) и чаще – управляемыми (мотор-генератор, управляемый выпрямитель, преобразователь частоты), они могут иметь одностороннюю (выпрямитель) или двухстороннюю (мотор-генератор, управляемый выпрямитель с двумя комплектами вентиляей) проводимость. В случае односторонней проводимости преобразователя и обратном (от нагрузки) потоке энергии используется дополнительный резистор  $R$  для “слива” тормозной энергии.

- *Электромеханический преобразователь ЭМП (двигатель), всегда присутствующий в электроприводе, преобразует электрическую энергию ( $U, I$ ) в механическую ( $M, \omega$ ) и обратно.*
- *Механический преобразователь (передача) – редуктор, пара винт-гайка, система блоков, кривошипно-шатунный механизм и т.п. осуществляет согласование момента  $M$  и скорости двигателя с моментом  $M_m$  (усилием  $F_m$ ) и скоростью  $\omega_m$  рабочего органа технологической машины.*
- *Величины, характеризующие преобразуемую энергию, - напряжения, токи, моменты (силы), скорости называют *координатами электропривода.**

- Основная функция электропривода состоит в *управлении* координатами, т.е. в их принудительном направленном изменении в соответствии с требованиями обслуживаемого технологического процесса.
- Управление координатами должно осуществляться в пределах, разрешенных конструкцией элементов электропривода, чем обеспечивается надежность работы системы. Эти допустимые пределы обычно связаны с *номинальными значениями координат*, назначенными производителями оборудования и обеспечивающими его оптимальное использование.

- В правильно организованной системе при управлении координатами (поток энергии) должны минимизироваться *потери  $P$*  во всех элементах и к рабочему органу должна подводиться требуемая в данный момент мощность.
- ((Эти вопросы – свойства и характеристики различных электроприводов, как правильно управлять их координатами в установившихся - статических - и переходных - динамических - режимах, как оценивать энергетические свойства и, наконец, как правильно проектировать силовую часть электропривода - будут основным предметом курса.

- Даже беглого взгляда на структуру силовой части электропривода (см. предыдущий рис.) достаточно, чтобы понять, что объект изучения весьма сложен: разнородные элементы - электрические и электронные, электромеханические, механические, совсем непростые процессы, которыми нужно управлять, и т.п. Очевидно, что эффект при изучении предмета - глубокое понимание основных явлений и умение решать простые, но важные для практики задачи - может быть достигнут лишь при выполнении ряда условий.



- Во-первых, надо научиться работать с моделями реальных, как правило, очень сложных объектов, т.е. с искусственными простыми объектами, отражающими тем не менее именно те свойства реального объекта, которые изучаются.
- Во-вторых, надо стараться использовать лишь хорошие модели, отражающие то, что нужно, и так, как нужно, не избыточные, но и не примитивные. Это совсем не просто, и этому будет уделено значительное внимание.
- В-третьих, нужно строго оговаривать условия, при которых получена та или иная модель. Если этого не сделать, результаты могут просто не иметь смысла.
- И, наконец, надо уметь выделять главное и отбрасывать второстепенное, частное. Именно глубокое понимание основных принципов, соразмерностей, главных соотношений, закономерностей и умение применять их на практике - основная цель курса.))

### 1.3. Механические характеристики производственных механизмов и электродвигателей

- Различают механическую характеристику электродвигателя и механическую характеристику устройства, которому электродвигатель отдает энергию (её называют механической характеристикой производственного механизма).

## ***Механические характеристики производственных механизмов.***

- 1) Момент сопротивления производственного механизма не зависит от частоты вращения. Это по сути прямая параллельная оси скоростей.

Рисунок

2) Линейно-возрастающая характеристика

$$M_c = M_0 + k \cdot n$$

Рисунок

- 3) Параболическая механическая характеристика

$$M_c = M_0 + k \cdot n^2$$

Рисунок



- 4) Гиперболический вид характеристики.

$$M_c = k \cdot n^{-1}$$

Рисунок

- Любая из приведенных механических характеристик может быть описана формулой:

$$M_c = M_0 + (M_{\text{сн}} - M_0) \cdot \left( \frac{n}{n_H} \right)^x$$

- где  $M_0$  – механический момент трогания производственного механизма,
- $M_{сн}$  – номинальный момент сопротивления производственного механизма,
- $n$  – текущее значение частоты вращения производственного механизма,
- $n_n$  – номинальная частота вращения производственного механизма.
- $x$  – показатель степени, который может принимать различные значения в зависимости от вида механической характеристики (0 – 1), 1 – 2), 2 – 3), -1 – 4)).

## ***Механические характеристики электрических двигателей.***

- Все механические характеристики электрических двигателей бывают жесткие и мягкие.
- Абсолютно жесткой называется механическая характеристика двигателя, у которого частота вращения не зависит от момента на валу.
- Жесткими называются характеристики, у которых значительное изменение момента приводит к незначительному изменению частоты вращения.
- Мягкие механические характеристики – мех. характеристики, у которых изменение момента на валу приводит к значительному изменению частоты вращения.

- Механические характеристики подразделяются на:
  - - естественные,
  - - искусственные.
- Под естественной мех. характеристикой понимают зависимость частоты вращения от момента при номинальных условиях.