

# Лекция 1

*Введение в дисциплину*

# ***Введение в дисциплину***

- 1. Электропривод и его функциональная схема**
- 2. История развития электропривода (ЭП)**
- 3. Классификация ЭП**
- 4. Общие требования и направления развития ЭП**
- 5. Цель дисциплины и литература для изучения**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

# 1. 1 Электропривод и его функциональная схема

ГОСТ 16593-79 *“Электропривод. Термины и определения”* – окончен срок действия

ГОСТ Р 50369-92 *“Электропривод. Термины и определения”*

Все процессы, связанные с преобразованием электрической энергии в механическую и обратно, выполняются **электроприводом** ( $\approx 90\%$  двигателей в промышленности - электрические).

## **Преимущества электрической энергии:**

- *возможность передачи энергии на большие расстояния;*
- *постоянная готовность к работе;*
- *легкость превращения в другие виды энергии.*

В течение одного рабочего дня один человек с помощью мускульной энергии может выработать около одного кВт\*ч энергии.

В высокоэлектровооруженных отраслях промышленности ***установленная мощность электродвигателей в среднем на одного работающего составляет четыре - пять кВт,*** что при семичасовом рабочем дне дает потребление 28 - 35 кВт\*ч. Это означает, что рабочий управляет механизмами, работа которых за смену эквивалентна работе 28-35 человек. Таким образом, ***чем выше электровооруженность труда, тем выше его производительность.***

*Современный электропривод определяет собой уровень силовой электровооружённости труда и является, благодаря своим преимуществам по сравнению с другими видами приводов, основным и главным средством автоматизации рабочих машин и технологических процессов.*

Электропривод – главный потребитель электроэнергии (более 60% всей производимой электроэнергии), остальное потребляют электротехнологии, транспорт, освещение и т.п.

*В условиях дефицита энергоресурсов это делает особо острой проблему энергосбережения в электроприводе. Считается, что сегодня сэкономить одну единицу энергетических ресурсов (одна тонна условного топлива) вдвое дешевле, чем её добыть.* В перспективе это соотношение будет меняться: добывать топливо все труднее, т.к. запасы его все убывают.

## Основные проблемы которые необходимо

### решать при развитии электропривода:

- 1) *расширение функциональных возможностей электропривода в разнообразных технологических производствах;*
- 2) *острое требование экономно расходовать энергию и другие ресурсы.*

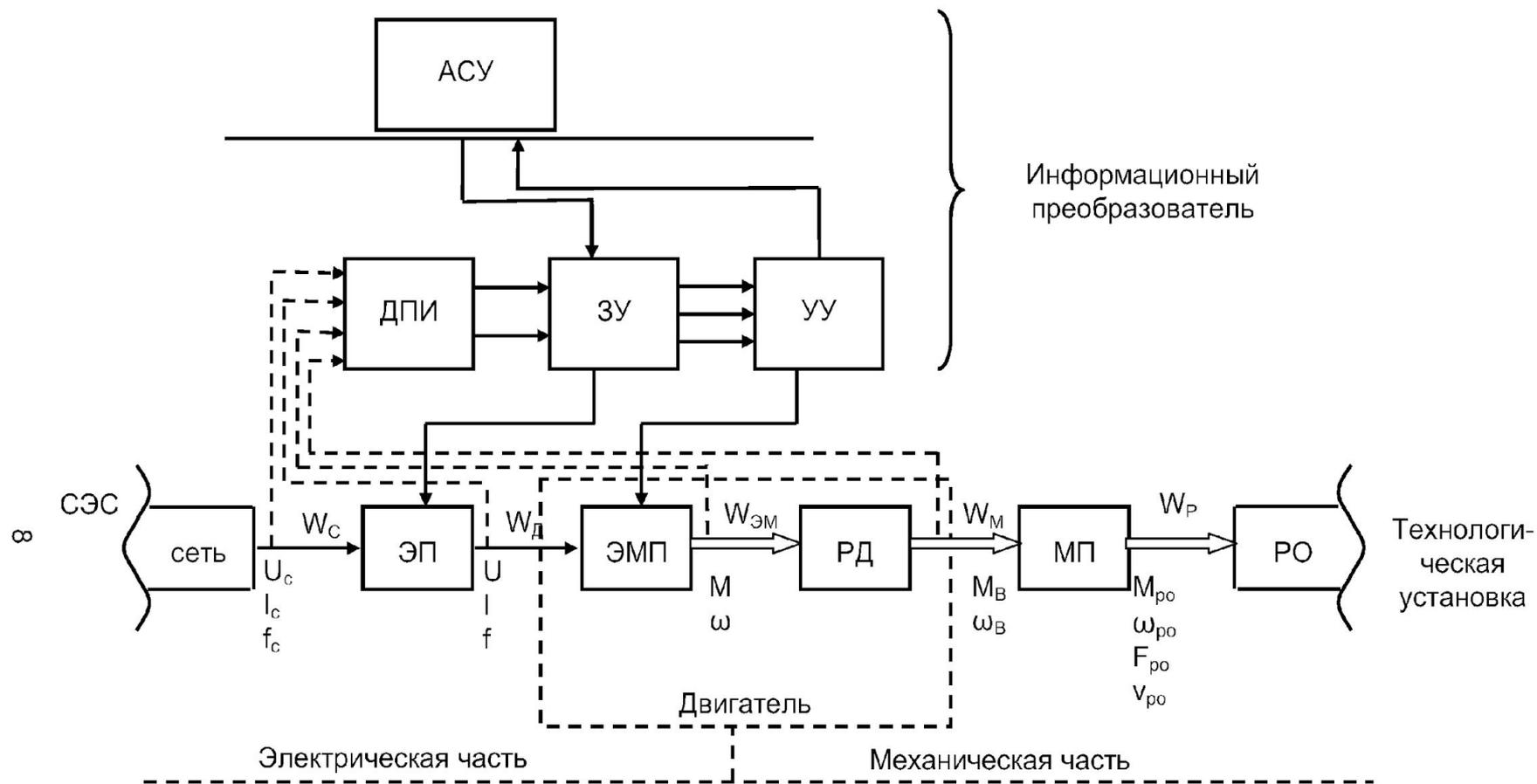


Рис.1.1 **Функциональная схема автоматизированного электропривода:** ЭП – электрический преобразователь; ЭМП – электромеханический преобразователь; РД – ротор двигателя; МП – механический преобразователь; АСУ – автоматизированная система управления; ДПИ – датчики и преобразователи информации; ЗУ – задающие устройства; УУ – управляющие устройства.

**Силовой канал** обеспечивает преобразование электрической энергии, поступающей из системы электроснабжения, в механическую энергию с параметрами, необходимыми для рабочего органа технологической установки. **Электрический преобразователь энергии ЭП** преобразует энергию сети в энергию, подаваемую на двигатель. **Электромеханический преобразователь ЭМП (двигатель)** преобразует электрическую энергию в механическую. **Механический преобразователь МП** - преобразует энергию с вала двигателя в энергию для рабочего органа.

**Информационный канал** включает в себя автоматизированную систему управления АСУ, датчики и преобразователи информации ДПИ, задающие устройства ЗУ, управляющие устройства УУ и управляет потоком энергии, осуществляет сбор и обработку информации о состоянии и функционировании системы, диагностику ее неисправностей.

***Электроприводом*** называется

**электромеханическая система, предназначенная для приведения в движение рабочих органов машин и управления выполняемыми ими технологическими процессами и состоящая из электрического преобразователя ЭП, электромеханического преобразователя ЭМП, механического преобразователя МП и устройств управления.**

## 1.2 История развития электропривода (ЭП)

В любом производственном механизме можно рассмотреть три существенные части:

*Д – машину - двигатель;*

*ПМ – передаточный механизм;*

*РМ (РО) – рабочую машину (рабочий орган),  
машину-орудие.*

Совокупность  $Д + ПМ = П$  представляет собой **привод** с его назначением – приводить в движение рабочую машину.

На протяжении нескольких тысячелетий человек создает машины и механизмы, способные избавить его от тяжёлого и изнурительного труда.

- *В древности основным видом привода был **ручной привод**, при котором в качестве машины-двигателя использовалась мускульная сила человека.*
- *На смену ручному приводу пришел **конный привод** с использованием мускульной силы животных.*

- *Применение для привода силы ветра и падающей силы воды привели к созданию **ВОДЯНОГО И ВЕТРЯНОГО ПРИВОДА.***
- *После замены водяного и ветряного привода на привод от паровых машин **XIX** век назван **ВЕКОМ ПАРА** или **ПАРОВОГО ПРИВОДА.***

В паровом приводе (рис.1.2) механическая энергия передаётся от парового двигателя к многочисленным рабочим органам через трансмиссионный вал и ременную передачу – это *групповой трансмиссионный (механический) привод*.

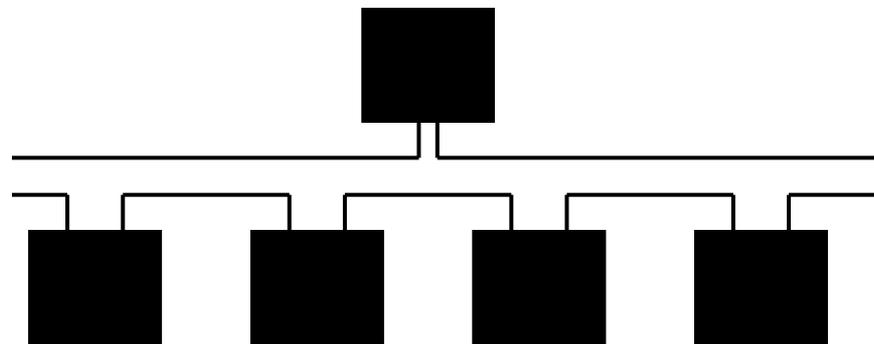


Рис. 1.2 **Схема парового привода:** Д – паровой двигатель; РМ – рабочая машина

**В электрическом приводе основным источником механической энергии становится электродвигатель, XX век можно назвать веком электричества, основной тип привода рабочей машины - электропривод.**

История электропривода начинается с первой половины XIX века. *Открытие Г.Х. Эрстедом закона механического взаимодействия магнитного поля и проводника с током (1819 г.) и М. Фарадеем закона электромагнитной индукции (1831 г.)* послужили мощным толчком к развитию прикладной электротехники.

*Уже в 1834 г. русский академик Б.С. Якоби при участии академика Э.Х. Ленца сконструировал электродвигатель, основанный на этих законах, и в 1838 г. создал первый электропривод постоянного тока.*

Применение электропривода в промышленности сдерживалось отсутствием надежных источников электроэнергии.

Величайшее значение для всего дальнейшего развития электропривода имело *открытие в 1886 г. Г. Феррарисом и Н. Тесла явления вращающегося магнитного поля и, главным образом, благодаря комплексу выдающихся работ М.О. Доливо-Добровольского, который в 1888 г. предложил и реализовал трехфазную систему передачи электрической энергии переменного тока и разработал в 1889 г. трехфазный асинхронный двигатель с распределенной обмоткой статора и с короткозамкнутым ротором в виде беличьего колеса.* Этот вид привода стал интенсивно внедряться в промышленность.

**1834 – Мориц Герман в Германии построил первый рабочий ДПТ.** 1838 – построил лодку с приводом ДПТ от гальванических элементов, которая перевозила 12...14 человек со скоростью движения 2,5 км/ч против течения.

**1878 – Яблочков П.Н. изобрел синхронную машину.**

1880 – Пироцкий предложил ДПТ для трамвая.

1881 – в Берлине запущен трамвай.

1882 – там же запущен троллейбус.

**1898 – в Витебске запущен трамвай.**

1929 – в Минске запущен трамвай.

1952 – в Минске запущен троллейбус.

**1984 – в Минске метро.**

## 1.3 Классификация электропривода (ЭП)

### - По способу распределения механической энергии:

- **групповой привод** – обеспечивает движение *нескольких рабочих органов одной или нескольких машин*
- **индивидуальный привод** – обеспечивает *движение одного исполнительного органа*
- **особый индивидуальный привод** – *отличается тем, что конструктивно объединен с рабочим органом и не может быть использован для других приводов*

- **взаимосвязанный привод** – *когда два или несколько электрически или механически связанных между собой электродвигателя обеспечивают заданное количество скоростей, нагрузок двигателей*
- **многодвигательный привод** – *взаимосвязанный электропривод, двигатели которого работают на 1 вал.*

**- По виду движения электроприводы могут**  
**обеспечить:**

- вращательное движение,***
- поступательное движения.***

**- По степени управляемости электропривод**

**может быть:**

**- нерегулируемый**

**- регулируемый**

**- программно-управляемый**

**- следящий**

**- адаптивный**

**Нерегулируемый** привод используется для приведения в действие исполнительного органа рабочей машины с одной рабочей скоростью, параметры привода изменяются только в результате возмущающих воздействий;

**Регулируемый** - это привод для сообщения изменяемой скорости исполнительному органу машины, при этом параметры привода могут изменяться под воздействием управляющего устройства;

**Программно-управляемый** электропривод осуществляет перемещение рабочих органов в заранее заданной программе.

**Следящий** электропривод автоматически обрабатывающий перемещение исполнительного органа рабочей машины с определенной точностью в соответствии с произвольно меняющимся задающим сигналом;

**Адаптивный** электропривод автоматически избирающий структуру или параметры системы управления при изменении условий работы машины с целью выработки оптимального режима.

**- Электроприводы по роду передаточного устройства:**

**- редукторный**, в котором электродвигатель передает вращательное движение передаточному устройству, содержащему редуктор;

**- безредукторный**, в котором осуществляется передача движения от электродвигателя либо непосредственно рабочему органу, либо через передаточное устройство, не содержащее редуктор.

## - *Электроприводы по уровню автоматизации*

### *можно различать:*

- *неавтоматизированный* электропривод, в котором управление ручное; в настоящее время такой привод встречается редко, преимущественно в установках малой мощности бытовой и медицинской техники;

- *автоматизированный* электропривод, управляемый автоматическим регулированием параметров;

- *автоматический* электропривод, в котором управляющее воздействие вырабатывается автоматическим устройством без участия оператора.

**- По роду тока электроприводы могут быть:**

- постоянного тока,***
- переменного тока.***

## 1.4 Общие требования и направления развития ЭП

Главные показатели, характеризующие электропривод как систему, ответственную за управляемое электромеханическое преобразование энергии:

1. **Надёжность** - *электропривод обязан выполнить заданные функции в оговоренных условиях в течение определённого промежутка времени;*
2. **Точность** - *главная функция привода - осуществлять управляемое движение с заданной точностью;*

3. Быстродействие - способность системы достаточно быстро реагировать на различные воздействия;
4. Качество динамических процессов - обеспечение определённых закономерностей их протекания во времени;
5. Энергетическая эффективность - любой процесс преобразования и передачи энергии сопровождается потерями. Неоправданно большие потери – это зря затраченные энергетические ресурсы и труд людей по превращению их в энергию;

6. Совместимость электропривода с системой электроснабжения, особенно при внедрении тиристорных электроприводов большой мощности;

7. Ресурсоёмкость - материалоемкость и энергоёмкость, заложенная в конструкцию и технологию производства, трудоёмкость изготовления, наладки, ремонта, эксплуатации.

Все показатели - технические, т.к. обеспечиваются техническими средствами. Но вместе с тем все они имеют вполне определённый экономический смысл: **чем выше какой-либо показатель - тем больше затраты.**

Кроме приведенных выше показателей имеют большое значение и такие показатели, как **комплектность, заводская готовность, дизайнерские характеристики, удобство эксплуатации и другие.**

**Электропривод потребляет более 60% вырабатываемой энергии. В промышленности работает 90% электроприводов от всех применяемых. В сельском хозяйстве – 17,5%, *из всех электроприводов – 90% - асинхронные, 6,5% - синхронные, 3,5% - двигатели постоянного тока.***

# **Четыре направления развития ЭП**

сформулированы в 1930 г. на международном энергетическом конгрессе.

- 1. Электропривод развивается по пути наибольшего приближения электродвигателя к рабочему валу машины*
- 2. Электропривод развивается в сторону регулирования скорости*
- 3. Электропривод развивается в сторону экономичности*
- 4. Электропривод развивается в сторону удобства управления и повышения информатизации*

## Преимущества электродвигателей:

- Электродвигатели имеют КПД 75-90% против 28% у двигателей внутреннего сгорания
- Электродвигатели имеют пусковой момент
- Электродвигатели обратимы, то есть могут отдавать энергию в сеть
- При изменении нагрузки, изменяется потребляемая мощность
- Экологически более чисты
- Проще по устройству, менее пожароопасны
- Позволяют реализовывать различные законы движения, их легче автоматизировать
- Можно максимально приблизить электродвигатель к рабочему органу

## 1.5 Цель дисциплины и литература для изучения дисциплины

Целью обучения по дисциплине является подготовка инженеров, способных самостоятельно и творчески *решать задачи проектирования, исследования, наладки и эксплуатации систем автоматизированного электропривода технологического оборудования в любых отраслях народного хозяйства.*

## Литература

1. Чиликин М. Г., Сандлер А. С., Общий курс электропривода: Учебник для вузов.—6-е изд. доп. и перераб. — М.: Энергоиздат, 1981.— 576 с, ил.
2. Москаленко В. В., Электрический привод: Учеб. пособие для сред. проф. образования / Владимир Валентинович Москаленко. - 2-е изд., стер. -М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 368с.
3. Ильинский Н.Ф., Козаченко В.Ф. Общий курс электропривода: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1992.

# ЛИТЕРАТУРА

- **Основная**

- Фираго Б.И., Павлячик Л.Б. Теория электропривода. – Мн.: ЗАО Техноперспектива, 2004 – 527 с.
- Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для студ. Высш.учеб. заведений/ Г.Г.Соколовский.- 2-е изд., испр.- М. Издательский центр «Академия», 2007.- 272 с.
- Москаленко, В.В. Электрический привод: - учебник / В.В. Москаленко – М.: Издательский центр «Академия», 2007 – 368 с.
- Ильинский Н.Ф., Основы электропривода: – учебное пособие / Н.Ф.Ильинский.- 3-е изд., стереотип. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2007.-222с.
- Онищенко, Г.Б. Электрический привод: учебник/ Г.Б.Онищенко. – Москва: Академия, 2013. -228 с.
- Гурин, В.В., Электропривод. Проектирование нерегулируемого электропривода рабочей машины. Учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию./ В.В. Гурин, Е.В.Бабаева.-Минск, БГАТУ, 2006г.-316с.
- Фираго Б.И. Расчеты по электроприводу производственных машин и механизмов : учеб.пособие / Б.И.Фираго.- Минск : Техноперспектива, 2012.-639 с.

# ЛИТЕРАТУРА

- **Дополнительная**
- Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.Я.Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н.Поляков; Под ред. И.Я.Браславского.- М.: Издательский центр «Академия», 2004.-256 с.
- Электропривод: практикум. / сост.: В.В.Гурин, Е.В.Бабаева. – Минск : БГАТУ, 2011. –200 с.
- Электропривод: лабораторный практикум /сост.В.В.Гурин, Е.В. Бабаева.- Минск: БГАТУ, 2009.-112с.
- Энергосбережение в электрооборудовании: методические указания для студентов агроэнергетического факультета; сост. В.В.Гурин -- Минск, ротاپринт БГАТУ, 2003 — 68 с.
- Гурин, В.В., Электропривод. Проектирование нерегулируемого электропривода рабочей машины. Учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию / В.В.Гурин, Е.В.Бабаева .-Минск, БГАТУ, 2006г.-316с.
- **Технические нормативные правовые акты**
- ГОСТ 16593-79. Электроприводы. Термины и определения.- Москва: Издательство стандартов, 1980.-80с.

4. Ильинский Н.Ф., Электропривод: энерго- и ресурсосбережение : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Ф.Ильинский, В.В.Москаленко. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 208 с.
5. Фираго Б. И., Теория электропривода: Учеб.пособие / Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик. - Мн.: ЗАО "Техноперспектива", 2004. - 527 с.
6. Драчев Г.И. Теория электропривода: Учебное пособие. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. Часть 1. - 209 с.