

# Лекция 13

## II.

# Магнитные цепи и электромагнитные устройства

# Электрические машины

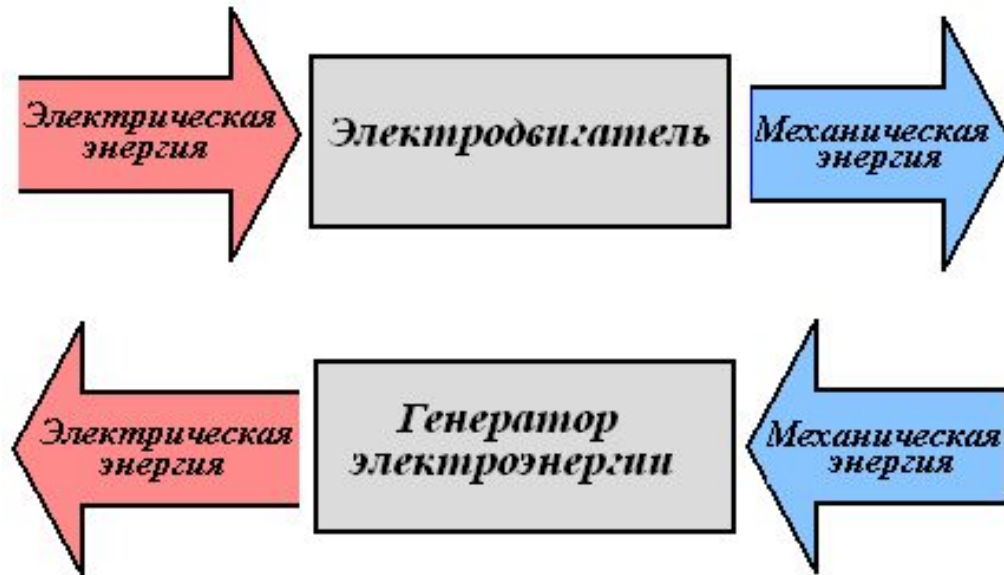
# Содержани е

**Электроника. Основы** постоянного тока

- ПОНЯТИЯ**
1. Конструкция машин постоянного тока
  2. Принцип действия двигателя постоянного тока
  3. Принцип действия генератора постоянного тока
  4. Способы возбуждения машин постоянного тока
  5. Схема замещения и уравнения электрического состояния

# Введение. Основные понятия

Электрические машины – устройства, преобразующие электрическую энергию в механическую, либо механическую энергию в электрическую.



Обратимость электрических машин - способность работать как генератором, так и двигателем

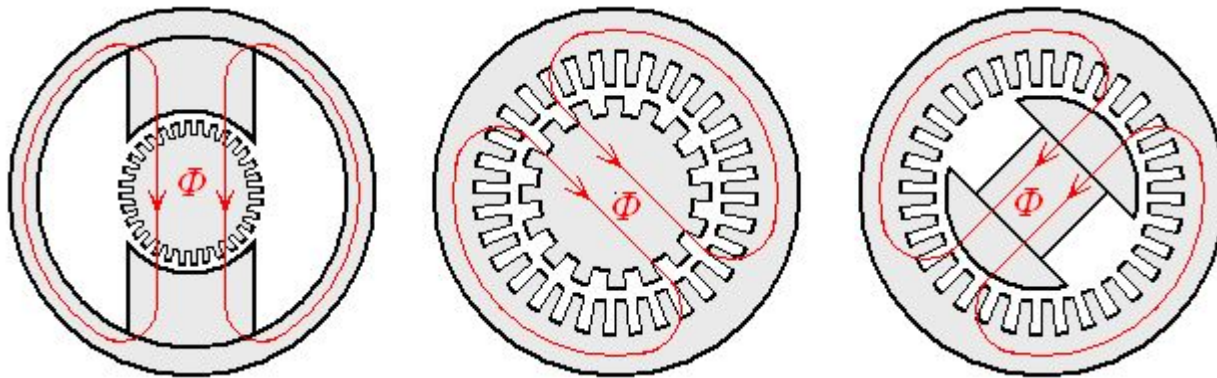
# Введение. Основные понятия

В основе работы электрических машин - *проявления магнитного поля*

В основе конструкции электрических машин - *магнитная цепь*

В зависимости от характера магнитного поля, конфигурации магнитопровода магнитной цепи машины, характера электрического тока в ее обмотках все электрические машины можно разделить на типы:

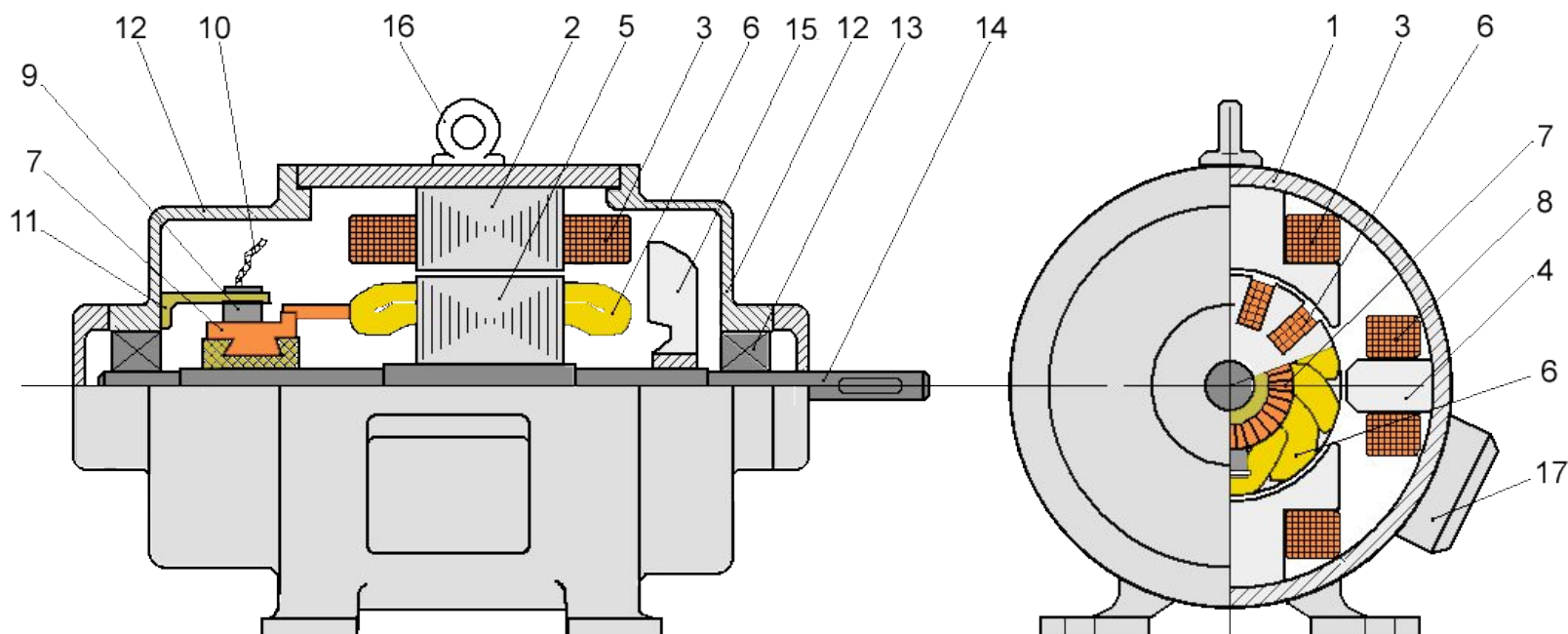
- *Электрические машины постоянного тока;*
- *Асинхронные электрические машины;*
- *Синхронные электрические машины;*
- *Специальные электрические машины.*



Магнитные цепи электрических машин:

1 – машина постоянного тока; 2 – асинхронный двигатель; 3 – синхронная машина

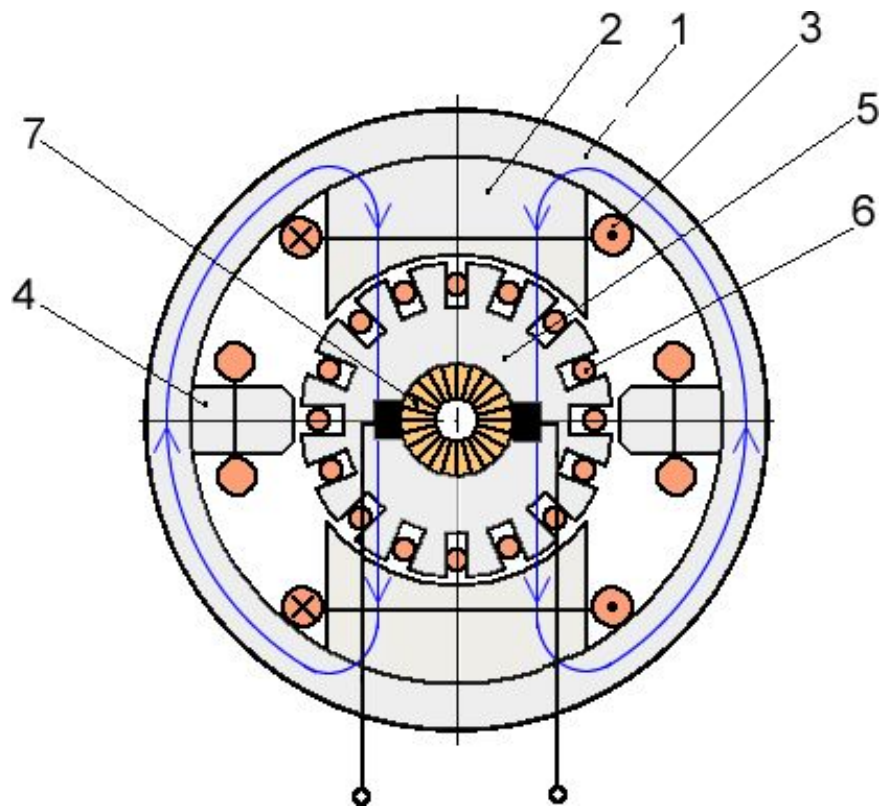
# 1. Конструкция электрических машин постоянного тока



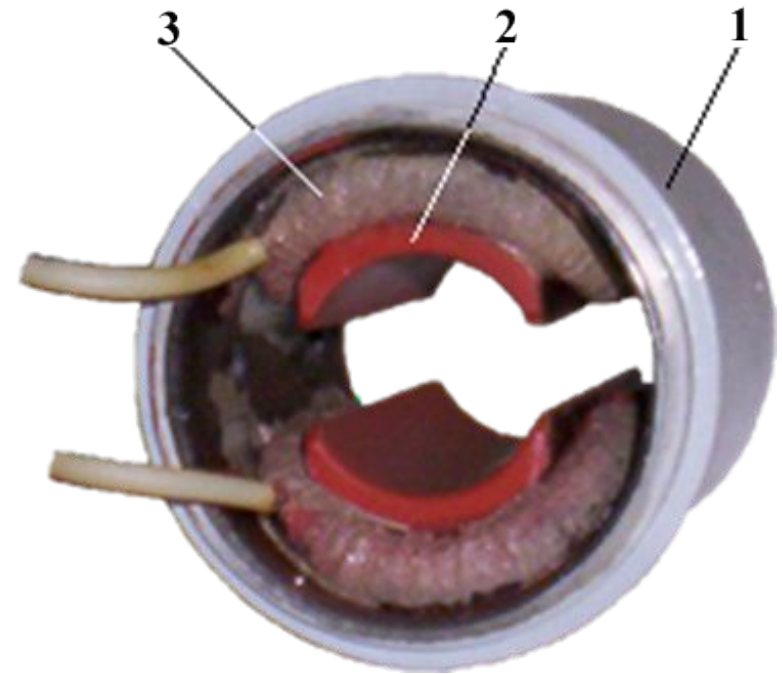
Конструкция электрической машины постоянного тока.

1-станина; 2-полюс; 3-обмотка возбуждения; 4-дополнительный полюс;  
5-якорь; 6-обмотка якоря; 7-коллектор; 8-обмотка дополнительных полюсов;  
9-щетki; 11-щеткодержатель; 12-подшипниковый щит; 13-подшипник; 14-вал; 15-вентилятор; 16-рым-болт; 17-клеммная коробка

# 1. Конструкция электрических машин постоянного тока



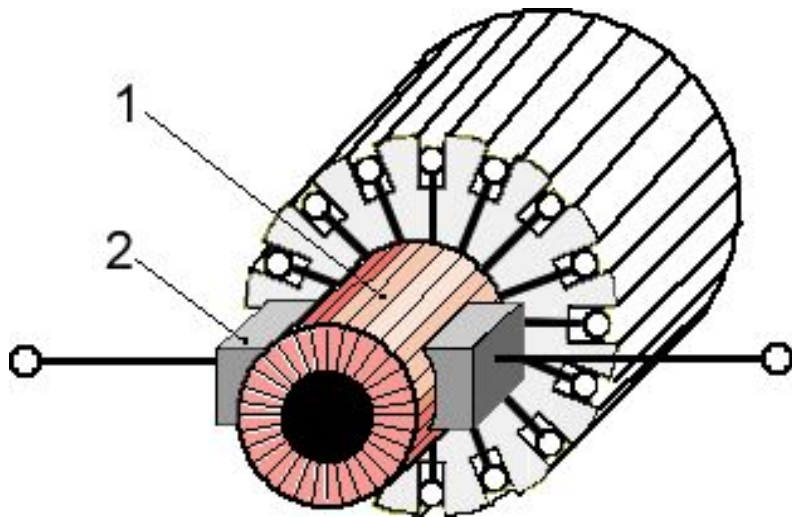
тока  
(продолжение)



1 – станина; 2 – полюс статора; 3 – обмотка возбуждения; 4 – дополнительный полюс; 5 – якорь; 6 – обмотка якоря; 7 – коллектор

# 1. Конструкция электрических машин постоянного тока тока (продолжение)

*Щеточно-коллекторный узел* - соединение обмотки вращающегося якоря с внешней электрической цепью и коммутация тока якоря



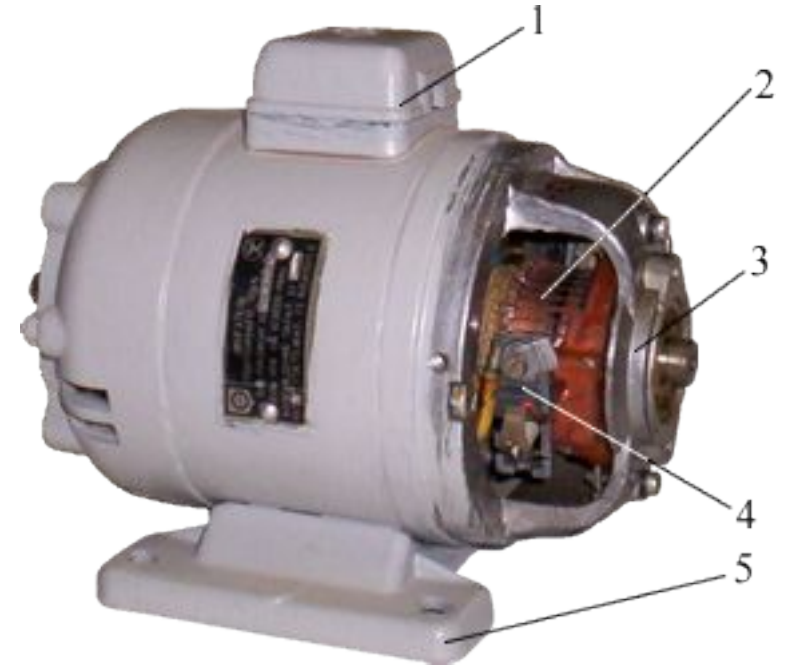
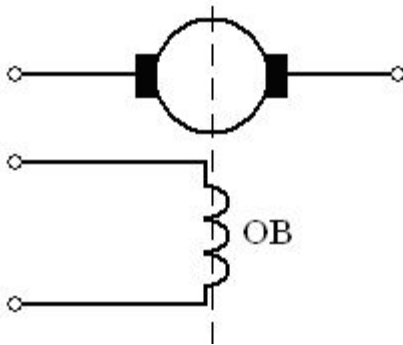
1 – коллектор; 2 – электрические щетки; 3 – сердечник якоря;  
4 – подшипник; 5 - вал



# 1. Конструкция электрических машин постоянного тока

тока  
(продолжение)

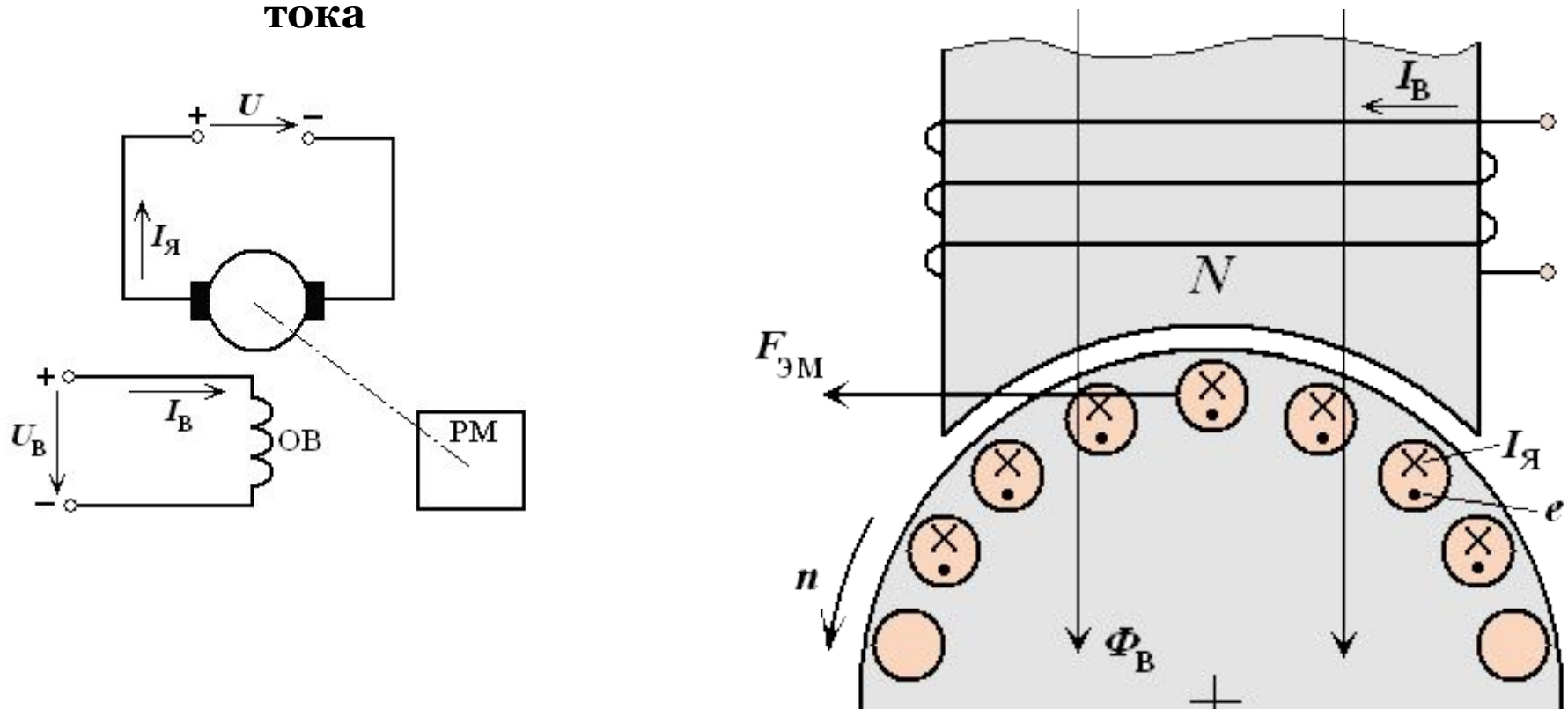
Условное обозначение машины  
постоянного тока в схемах  
электрических цепей



- 1 – клеммная коробка;
- 2 – коллектор;
- 3 – подшипниковый щит;
- 4 – щетки

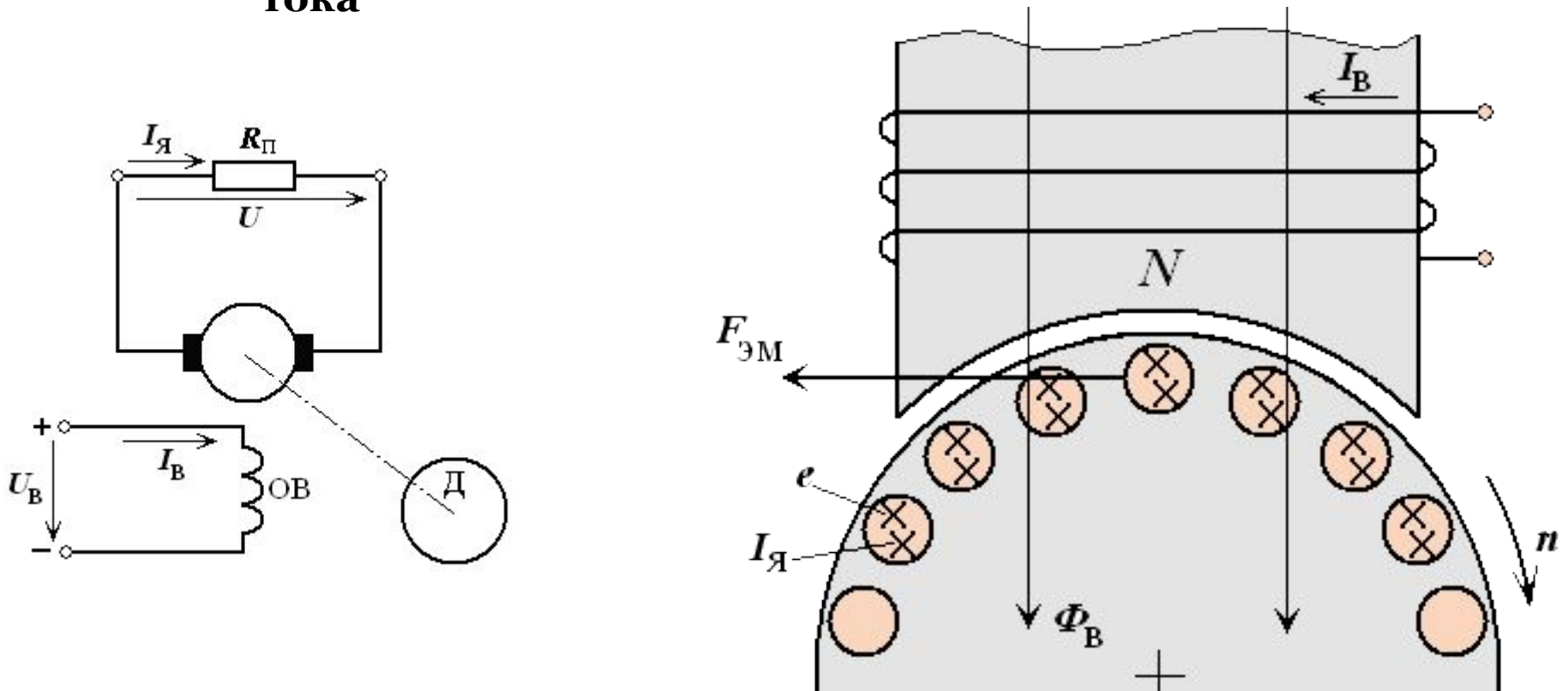


## 2. Принцип действия двигателя постоянного тока



*Силовое действие магнитного поля – создание электромагнитной силы, действующей на проводники обмотки якоря, находящейся в магнитном поле возбуждения*

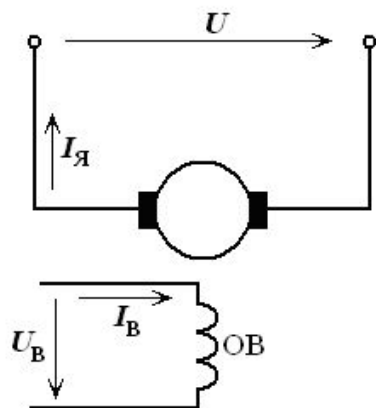
### 3. Принцип действия генератора постоянного тока



*Индукционное действие магнитного поля – создание ЭДС в обмотке якоря, вращающегося в магнитном поле.*

## 4. Способы возбуждения машин постоянного тока

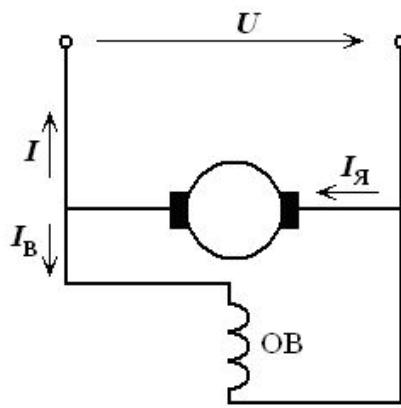
Независимое  
возбуждение



а

$$I_B = \frac{U_B}{R_B}$$

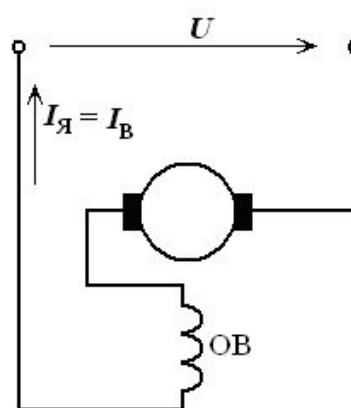
Параллельное  
возбуждение



б

$$I_{Я} = I + I_B$$

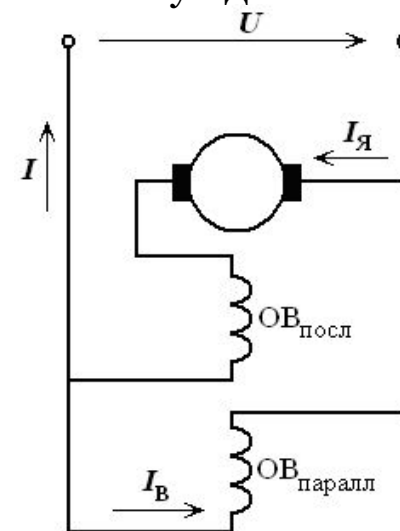
Последовательное  
возбуждение



в

$$I_{Я} = I_B = I$$

Смешанное  
возбуждение



г

## 5. Схема замещения и уравнения электрического состояния

*Двигатель постоянного тока*

Уравнение электрического состояния цепи якоря двигателя постоянного тока

$$U = E_{\text{я}} + I_{\text{я}} R_{\text{я}}$$

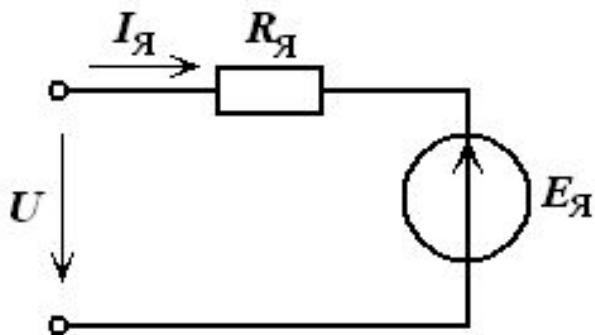


Схема замещения двигателя постоянного тока

*Генератор постоянного тока*

Уравнение электрического состояния цепи якоря генератора постоянного тока

$$E_{\text{я}} = U + R_{\text{я}} I_{\text{я}}$$

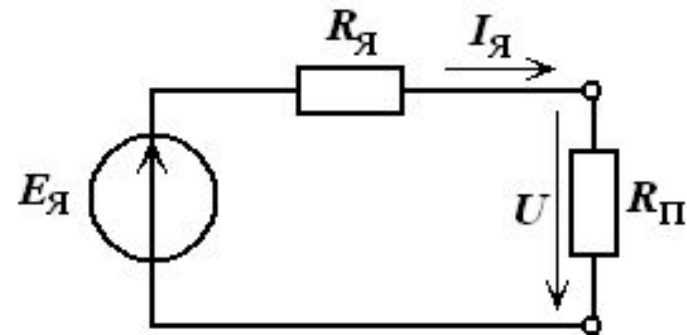


Схема замещения генератора постоянного тока

# Заключе ние

1. *Электрические машины* – это устройства, преобразующие электрическую энергию в механическую, либо механическую энергию в электрическую. В первом случае такая электрическая машина называется электрическим двигателем, во втором – генератором электроэнергии. Основные конструктивные части электрической машины - *статор* (неподвижная часть) и *ротор* (вращающаяся часть).

2. В зависимости от характера магнитного поля, конфигурации магнитопровода магнитной цепи машины, характера электрического тока в ее обмотках все электрические машины можно разделить на типы: *электрические машины постоянного тока, асинхронные электрические машины, синхронные электрические машины, специальные электрические машины.*

## Заключен

3. В электрической машине постоянного тока (МПТ) осуществляется преобразование электрической энергии постоянного тока в механическую энергию (двигатель постоянного тока), или наоборот (генератор постоянного тока).
4. *Статор* МПТ состоит из станины, представляющий собой стальной полый цилиндр, являющейся механическим остовом машины и одновременно служащей частью магнитопровода. К внутренней поверхности станины крепятся полюсы с обмоткой возбуждения.
5. *Ротор* МПТ называется *якорем*. Якорь представляет из себя цилиндр, шихтованный из листов электротехнической стали. На наружной поверхности якоря имеются продольные пазы с уложенной в них обмоткой якоря
6. Для соединения обмотки вращающегося якоря с внешней электрической цепью и коммутации тока якоря служит *щеточно-коллекторный узел*. Цилиндрический *коллектор* состоит из отдельных медных коллекторных пластин, изолированных друг от друга, соединенных с соответствующей секцией обмотки якоря. К наружной поверхности коллектора прижимаются неподвижные *электрические щетки*. Щетки обеспечивают скользящий электрический контакт обмотки якоря с внешней электрической цепью.

## Заключе ние

7. Принцип работы ДПТ определяется силовым действием магнитного поля. Обмотка возбуждения питается постоянным током и создает постоянное магнитное поле возбуждения. Обмотка якоря также подключена к источнику постоянного напряжения  $U$ , под действием которого в ней возникает ток якоря  $I_{\text{я}}$ . В соответствии с явлением силового действия магнитного поля на проводники обмотки якоря с током, находящиеся в магнитном поле возбуждения, действует электромагнитная сила, создающая вращающий электромагнитный момент.



## Заключен

ие

8. Принцип работы *ГПТ* определяется *индукционным действием магнитного поля*. Обмотка возбуждения питается постоянным током и создает постоянное магнитное поле возбуждения. Якорь генератора вращается приводным двигателем. Проводники обмотки якоря, вращаясь вместе с ним движутся в магнитном поле возбуждения. Согласно закону электромагнитной индукции в таких проводниках индуцируется ЭДС, которая определяет напряжение на зажимах обмотки якоря.

9. *Способ возбуждения МПТ* определяется взаимным включением обмоток возбуждения и якоря и может быть *независимым, параллельным, последовательным и смешанным*. Способ возбуждения определяет основные свойства и характеристики МПТ.

10. Схема замещения и уравнения электрического состояния позволяют анализировать электромагнитные процессы и характеристики машин постоянного тока

# Контрольные

## ВОПРОСЫ

### Электрическая машина - это

- Электротехническое устройство, предназначенное для преобразования электрической энергии в механическую, либо наоборот
- Электротехническое устройство, преобразующее электрическую энергию одного напряжения в электрическую энергию другого напряжения
- Электротехническое устройство, преобразующее электрическую энергию в тепловую энергию
- Электротехническое устройство, преобразующее механическую энергию вращательного движения в механическую энергию поступательного движения

### Что такое электрический генератор?

### Что такое электродвигатель?

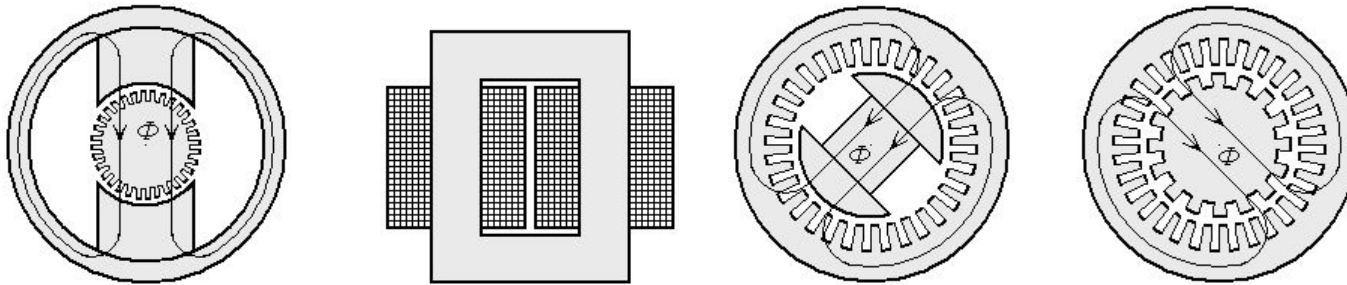
- Электрическая машина, преобразующая механическую энергию вращательного движения в электрическую энергию
- Электрическая машина, преобразующая электрическую энергию в механическую энергию вращательного движения
- Электротехническое устройство, преобразующее механическую энергию вращательного движения в механическую энергию поступательного движения
- Устройство, преобразующее тепловую энергию в механическую

# Контрольные вопросы

## Обратимость электрических машин – это:

- Способность работать как генератором, так и двигателем
- Способность менять направление вращения на обратное
- Способность накапливать энергию и возвращать ее источнику
- Способность преобразовывать постоянное магнитное поле во вращающееся

## Укажите магнитную цепь машины постоянного тока:



## Основные элементы магнитной цепи машины постоянного тока:

- Обмотка возбуждения, станина, полюса статора, шихтованный сердечник якоря
- Трехфазная обмотка статора, шихтованный сердечник статора, шихтованный сердечник ротора
- Явнополюсный ротор с обмоткой возбуждения, шихтованный сердечник статора

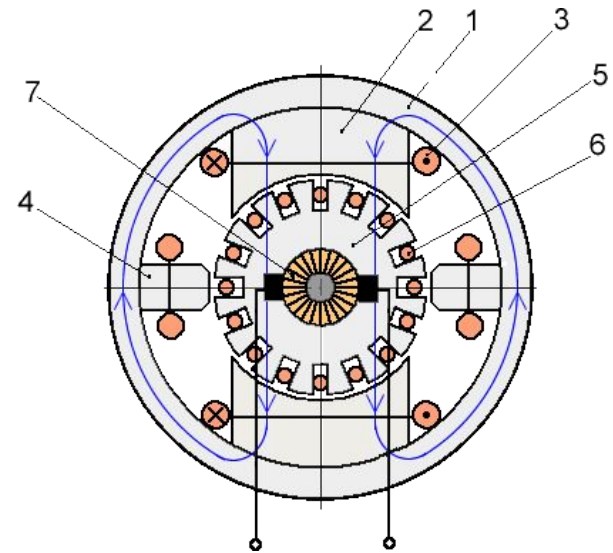
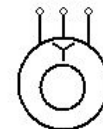
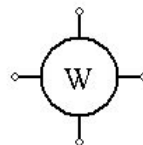
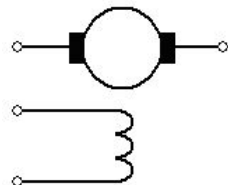
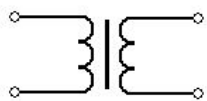
# Контрольные вопросы

## Перечислить элементы конструкции электрической машины постоянного тока

### Коллектор машины постоянного тока

- Часть конструкции МПТ, обеспечивающая коммутацию обмотки вращающегося якоря с внешней электрической цепью
- Устройство, обеспечивающее распределение энергии между потребителями, подключенными к генератору постоянного тока
- Часть конструкции МПТ, обеспечивающая объединение потоков энергии различных источников электрической энергии

### Условное обозначение машин постоянного тока в схемах :



# Контрольные вопросы

## **Принцип действия двигателя постоянного тока**

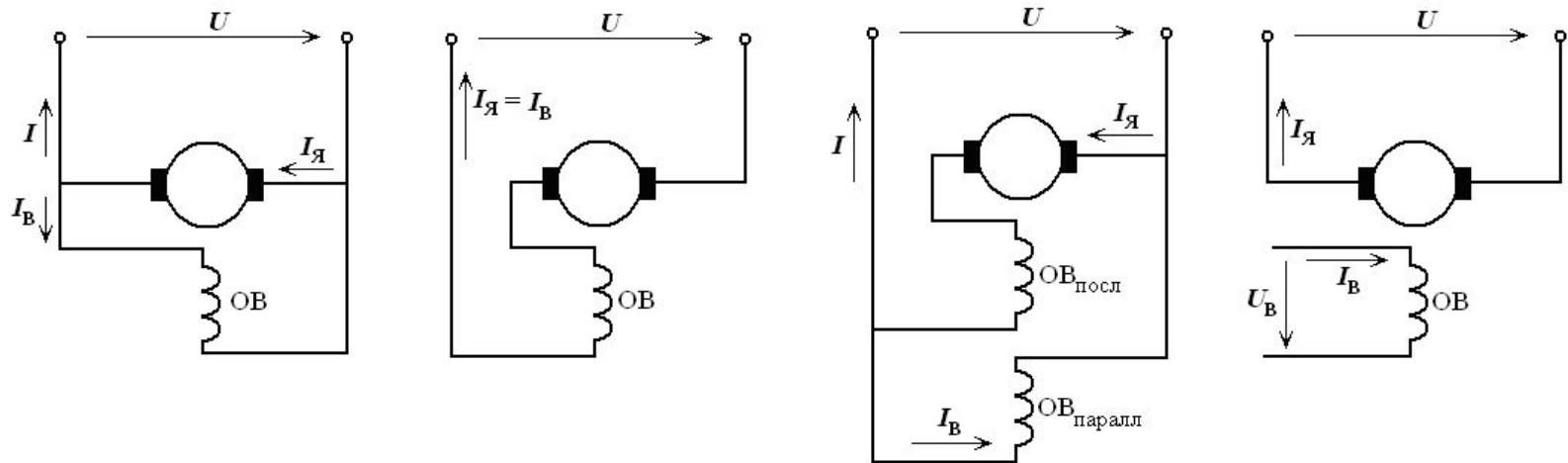
- Создание электромагнитного вращающего момента при взаимодействии обмотки якоря с постоянным магнитным полем возбуждения.
- Создание электромагнитного вращающего момента при взаимодействии обмотки ротора с вращающимся магнитным полем статора.
- Создание электромагнитного вращающего момента при взаимодействии постоянного магнитного поля ротора с вращающимся магнитным полем статора.

## **Принцип действия генератора постоянного тока**

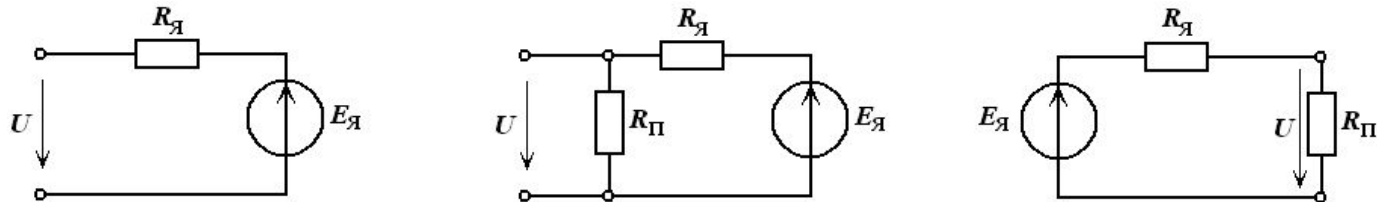
- Создание ЭДС индукции в обмотке якоря, вращающегося в постоянном магнитном поле возбуждения.
- Создание ЭДС индукции в трехфазной обмотке статора под воздействием вращающегося ротора с постоянным магнитным полем возбуждения.
- Создание ЭДС индукции в обмотке ротора под воздействием вращающегося магнитного поля статора.

# Контрольные

## Указать способы возбуждения МПТ



## Укажите схему замещения ДПТ и ГПТ.



## Как изменить направление вращения ДПТ?

- 1) Изменением полярности подключения обмотки якоря или обмотки возбуждения;
- 2) Пересоединением обмоток полюсов разной полярности;
- 3) Переустановкой двигателя по отношению к приводному механизму.