

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ  
АВТОМОБИЛЕЙ

Электротехника — отрасль науки и техники, связанная с изучением и использованием электрических и магнитных явлений в технических устройствах. Электротехника изучает: электромагнитные явления в технических устройствах; электротехнические устройства — такие технические устройства, принцип действия которых основан на использовании электромагнитных явлений; использование электротехнических устройств в системах производства (генерации), передачи, распределения и преобразования электромагнитной энергии.

Понятие об электрической цепи,  
электрическом токе, напряжении,  
электродвижущей силе

Электрическая цепь — совокупность устройств, в которых электромагнитные процессы могут быть описаны с помощью понятий об электродвижущей силе, токе и напряжении.

Отдельное устройство, входящее в электрическую цепь называют элементом электрической цепи.

Основными элементами электрической цепи являются:

источники электромагнитной энергии (далее — источники)

- аккумуляторы, термоэлектрические элементы, электрические генераторы, фотоэлектрические элементы и т.д., — в которых происходит преобразование энергии какого-либо вида (энергии химических реакций, тепловой энергии, механической энергии, световой энергии и т.д.) в электрическую энергию;
- элементы передачи электромагнитной энергии — соединительные провода, воздушные линии электропередачи, электрические кабели;
- приемники энергии (далее — приемники) — электролампы, электродвигатели, электронные устройства и т.д., — в которых электромагнитная энергия преобразуется в энергию какого-либо другого вида (тепловую, механическую и т.д.).

Силу тока  $I$

определяют как отношение суммарного заряда  $q$ , протекающего через некоторое сечение проводника за время  $t$ , к этому времени:  $I = q/t$ .

Если за одну секунду (1 с) через это сечение прошел один кулон (1 Кл) заряда, то единицу тока называют ампером ( $1 \text{ A} = 1 \text{ Кл/с}$ ).

На практике наряду с основной единицей силы тока — ампером используют дольные и кратные единицы: миллиампер ( $1 \text{ mA} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ A}$ ) и килоампер ( $1 \text{ kA} = 1 \cdot 10^{+3} \text{ A}$ ).

Напряжение  $U$  участка цепи — отношение работы  $A$  электрического поля по перемещению положительного заряда  $q$  вдоль этого участка к величине заряда:  $U = A/q$ .

Если для перемещения заряда в один кулон (1 Кл) требуется совершить работу в один джоуль (1 Дж), то полученную единицу напряжения называют вольт (1 В = 1 Дж/Кл). На практике наряду с основной единицей напряжения — вольт — используют дольные и кратные единицы: милливольт (1 мВ =  $1 \cdot 10^{-3}$  В) и киловольт (1 кВ =  $1 \cdot 10^{+3}$  В).

Электродвижущая сила (ЭДС) характеризует способность поля сторонних сил (механических, сил химических реакций и т.д.) или индуцированного поля вызывать электрический ток.

Электродвижущая сила  $E$  формально определяется так же, как и напряжение:  $E=A/q$ . Но работа  $A$  по перемещению заряда осуществляется сторонними силами (например, аккумуляторной батареей), и направление ЭДС на участке цепи, на котором она действует, противоположно направлению напряжения этого участка. Понятие ЭДС вводится исключительно для тех участков цепи, на которых действуют сторонние силы. Единицей ЭДС, как и напряжения, является вольт (В).

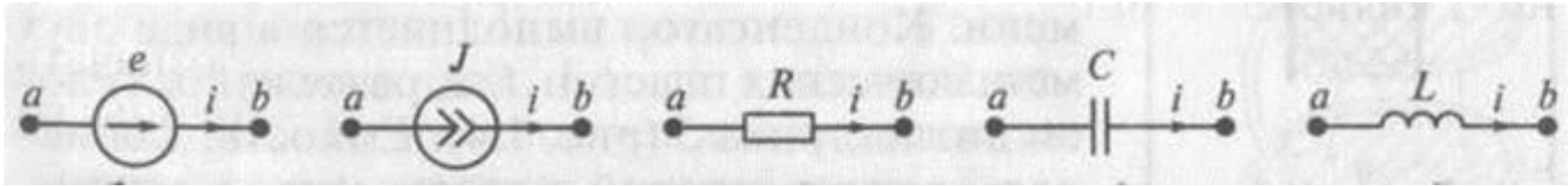


Выражение  $u = R \cdot i$  называется законом Ома, а произведение мгновенных значений напряжения  $u$  и тока  $i$  называется мгновенной мощностью  $p = u \cdot i$ .

Для резистора  $p = u \cdot i = R \cdot i^2$  (закон Джоуля — Ленца).

Мощность в данном случае определяет количество теплоты, выделяемой резистором в единицу времени.

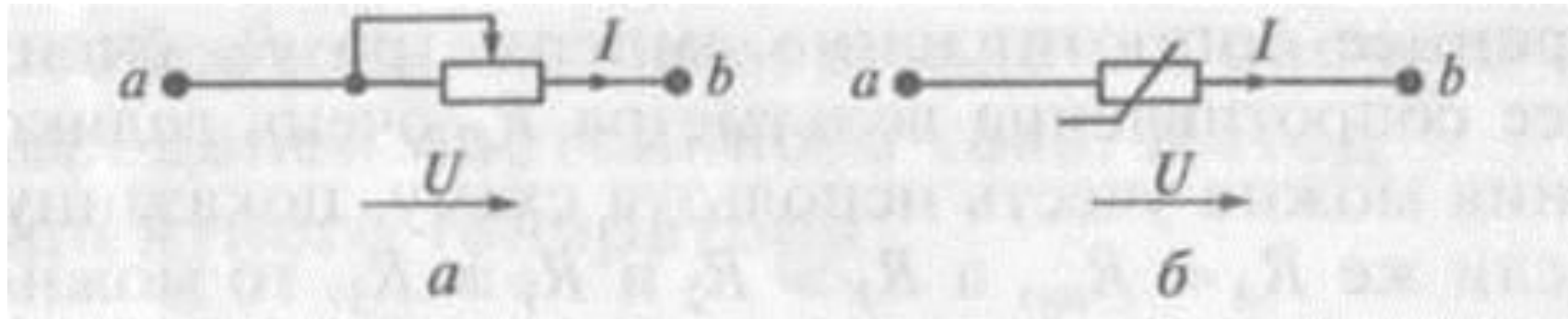
Единицей сопротивления является Ом ( $1 \text{ Ом} = 1 \text{ В} / 1 \text{ А}$ ), единицей мгновенной мощности — Ватт ( $1 \text{ Вт} = 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ А}$ ).



а                                  б                                  в                                  г                                  д

Основные элементы электрических цепей:

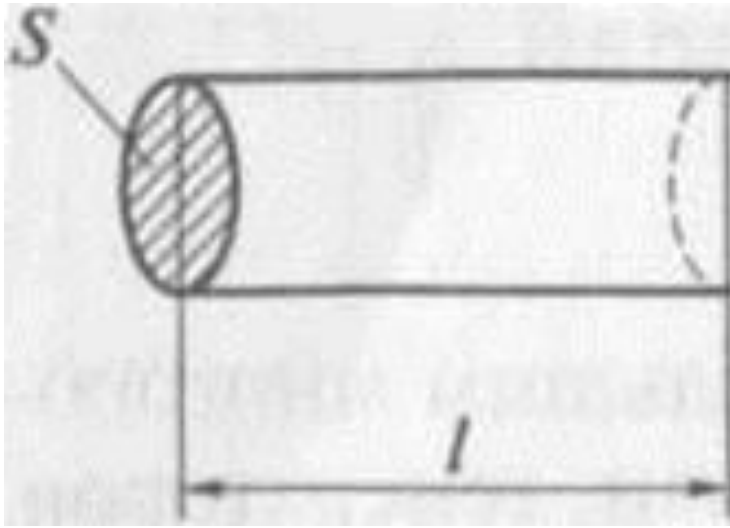
а — источник ЭДС; б — источник тока; в — резистор;  
 г — конденсатор; д-индуктивная катушка



. Условные обозначения регулируемого (а) и нелинейного резисторов (б)

Наряду с сопротивлением  $R$  резистор иногда характеризуют обратной величиной  $G = 1/R$ , называемой проводимостью.

Единицей проводимости является сименс ( $1 \text{ См} = 1 \text{ А/1 В}$ ).



Проводник

Сопротивлением  $R$  можно охарактеризовать любой проводник длиной  $l$  и площадью сечения  $S$ .

Если ток распределен по сечению проводника равномерно,

$$\text{то } R = \rho \cdot \frac{l}{S},$$

где  $\rho$  — удельное

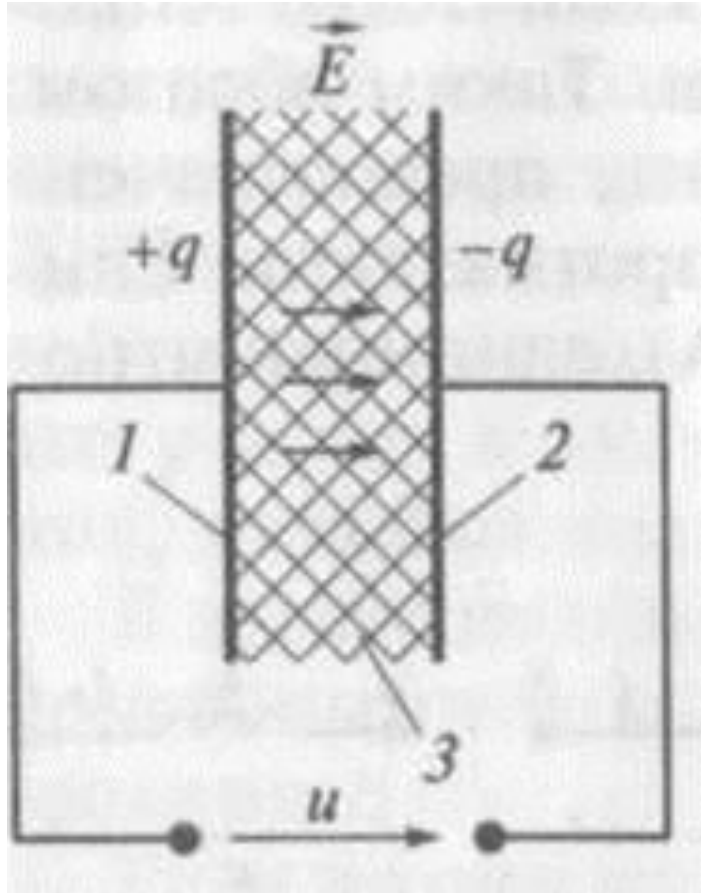
электрическое сопротивление,

характеризующее свойства материала проводника.

Единицей удельного электрического сопротивления является Ом, умноженный на метр (Ом м).

Удельное электрическое сопротивление некоторых проводников при температуре 20 °С, мкОм м, составляет:

Серебро	0,016	
Медь	0,0175	
Алюминий	0,029	
Вольфрам	0,056	
Сталь	0,13...25	
Константан, манганин		0,4...0,5
Нихром	1,1	

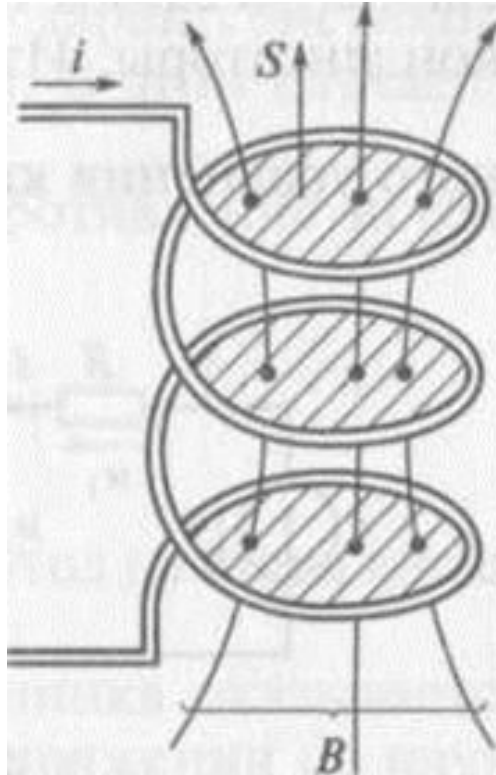


Конденсатор (емкостной элемент) запасает энергию электрического поля  $W_{\text{э}} = \frac{C \cdot u^2}{2}$ ; его мгновенная мощность  $p = ui$  характеризует скорость изменения этой энергии во времени. Конденсатор выполняется в виде двух металлических пластин 1, 2, разделенных слоем диэлектрика 3. Емкость, для использования которой и предназначен конденсатор, представляет собой отношение двух равных по величине, но противоположных по знаку зарядов пластин, разнесенных в пространстве, к напряжению этого элемента:

$$C = q/u.$$

Единицей емкости является фарад (1 Ф = 1 Кл/1В)

Индуктивная катушка (индуктивный элемент) запасает энергию магнитного поля  $W_M = \frac{L \cdot i^2}{2}$ .



Ее мгновенная мощность  $p = u \cdot i$

характеризует скорость изменения этой энергии во времени. Ток  $i$  создает магнитное поле, направление индукции которого показано стрелками.

Полагая плотность индукции  $B$  одинаковой по сечению  $S$  катушки, магнитное поле можно охарактеризовать магнитным потоком:

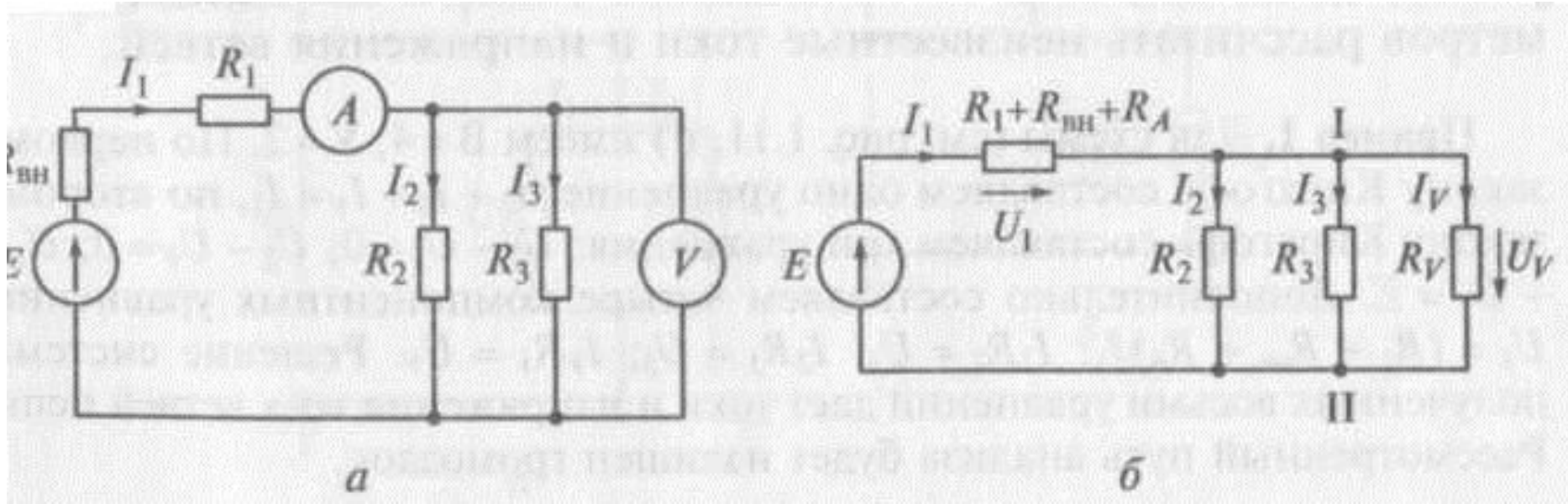
$$\Phi = BS.$$

Произведение этого потока на число витков  $W$  катушки называют потокоцеплением:  $\varphi = \Phi \cdot W$ .

Индуктивность характеризует связь между

потокоцеплением и вызывающим его током:  $\varphi = L \cdot i$ .

Единицей магнитного потока является тесла (1 Тл = 1 Вб · 1 м<sup>2</sup>), единицей индуктивности — генри (1 Гн = 1 Тл/1 А).



Электрическая схема, содержащая амперметр и вольтметр (а),  
и ее схема замещения (б)



Для любого узла справедлив первый закон Кирхгофа: алгебраическая сумма токов ветвей, соединенных с данным узлом, равна нулю ( $\sum I = 0$ ). При этом: ток, исходящий из узла, берется со знаком «плюс», ток подходящий к узлу — со знаком «минус».

Для узла I, изображенного на предыдущем слайде, имеем:

$$-I_1 + I_2 + I_3 + I_v = 0.$$

Для любого контура (замкнутого пути, проходящего через несколько элементов) справедлив второй закон Кирхгофа: алгебраическая сумма напряжений на всех элементах контура равна нулю. При этом при обходе контура, напряжения элементов, совпадающих с направлением обхода, берутся со знаком «плюс», не совпадающие — со знаком «минус».

Для одно контурной схемы, изображенной выше при обходе контура по часовой стрелке имеем:

$$-U + U_1 + U_H = 0,$$

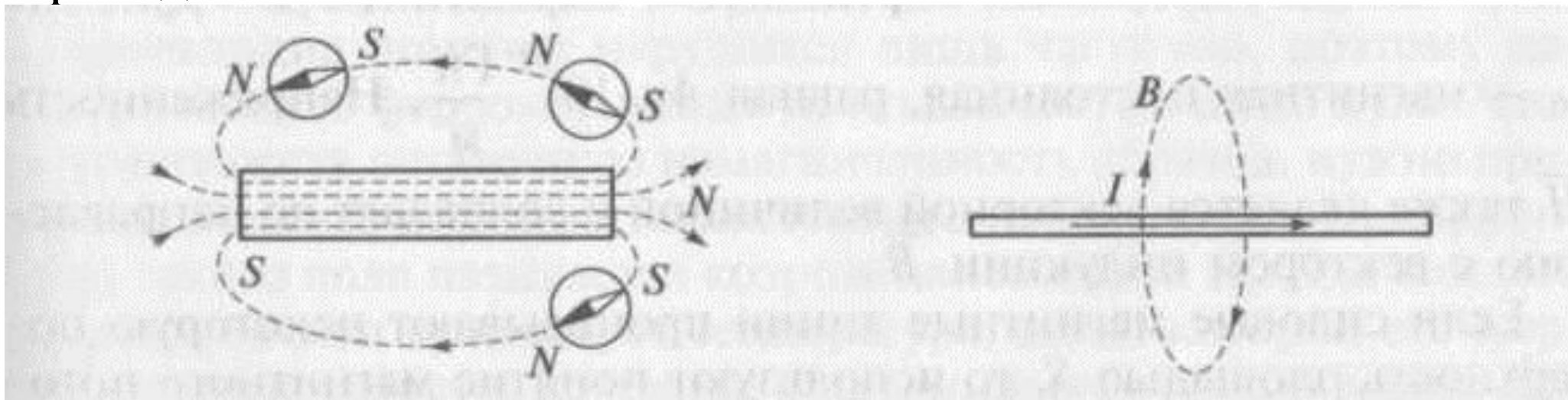
или  $+U_1 + U_H = E.$

# Магнитные процессы

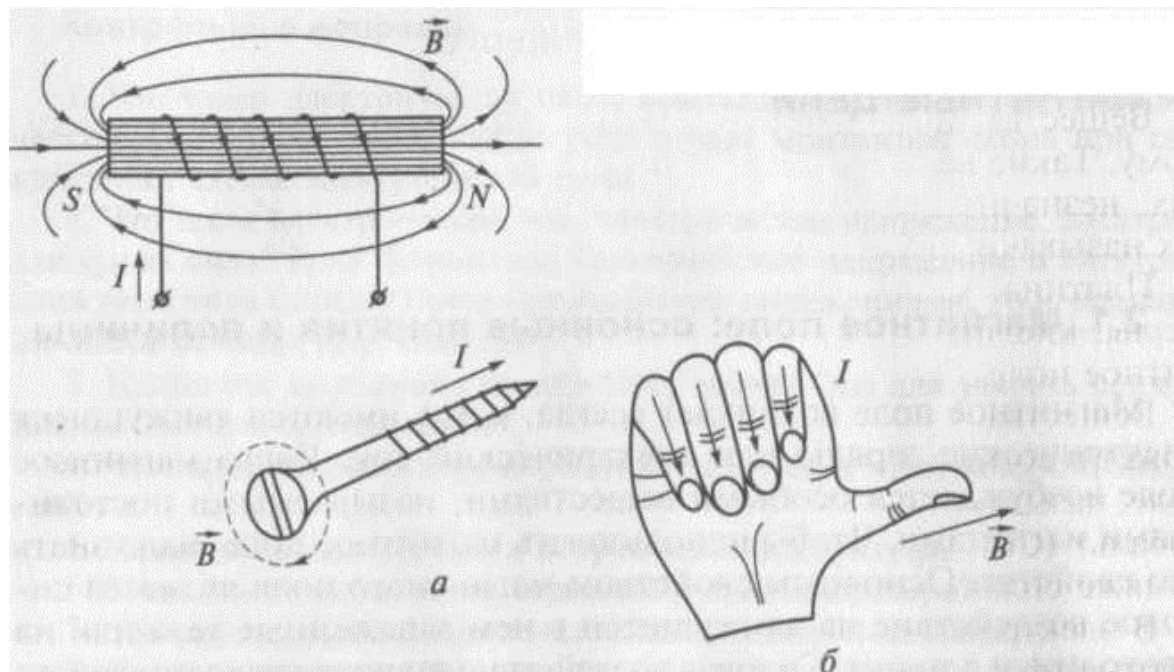
Магнитные поля представляются с помощью силовых линий. Силовая линия магнитного поля является воображаемой линией, касательная к которой совпадает с индукцией магнитного поля  $B$ .

У постоянных магнитов, намагниченных стержней, катушки с током всегда имеется два полюса:  $N$  — норд (северный), откуда выходят силовые линии, и  $S$ - зюйд (южный), куда они входят.

Магнитное поле проводника с током опоясывает этот проводник.



Направление магнитного поля (индукции  $B$ ) можно найти с помощью правила правого буравчика. Направив ток проводника по ходу правого винта, по вращению головки винта определяем направление магнитного поля  $B$  проводника с током. Поле в соленоиде проще находить по правилу правой руки. Для этого нужно расположить пальцы правой руки по направлению тока в витках соленоида, тогда большой палец укажет направление силовой магнитной линии.



Правила буравчика (а) и правой руки (б)

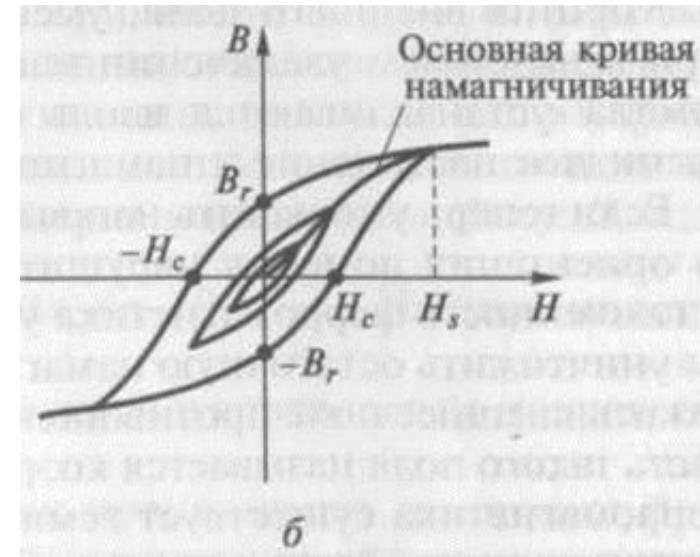
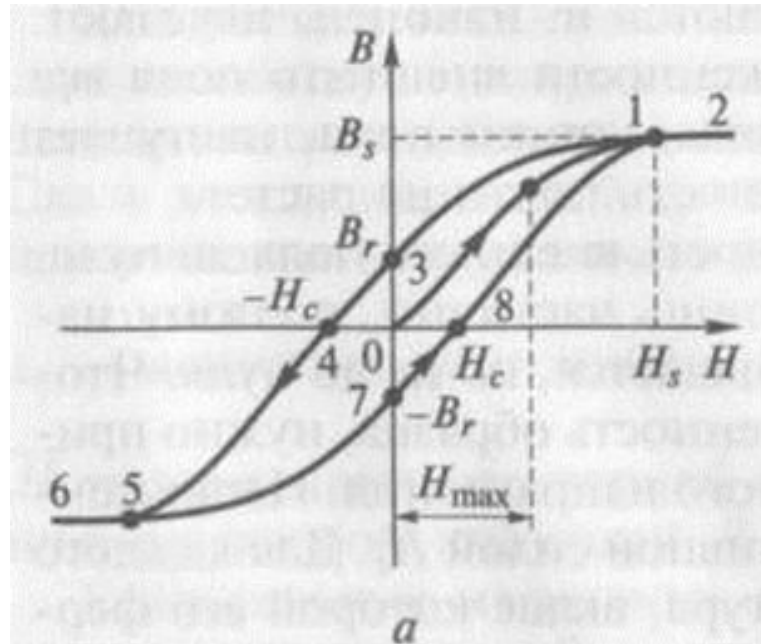
Единицей измерения магнитной индукции является тесла (Тл). Для расчета магнитных полей применяют и другую физическую величину — напряженность магнитного поля  $H$ . Единицей напряженности магнитного поля является ампер на метр (А/м).

Связь между индукцией и напряженностью магнитного поля в немагнитных материалах определяется выражением  $B = \mu_0 \cdot H$ , где  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$  - магнитная постоянная.

Напряженность  $H$  также является векторной величиной и совпадает по направлению с вектором индукции  $B$ .

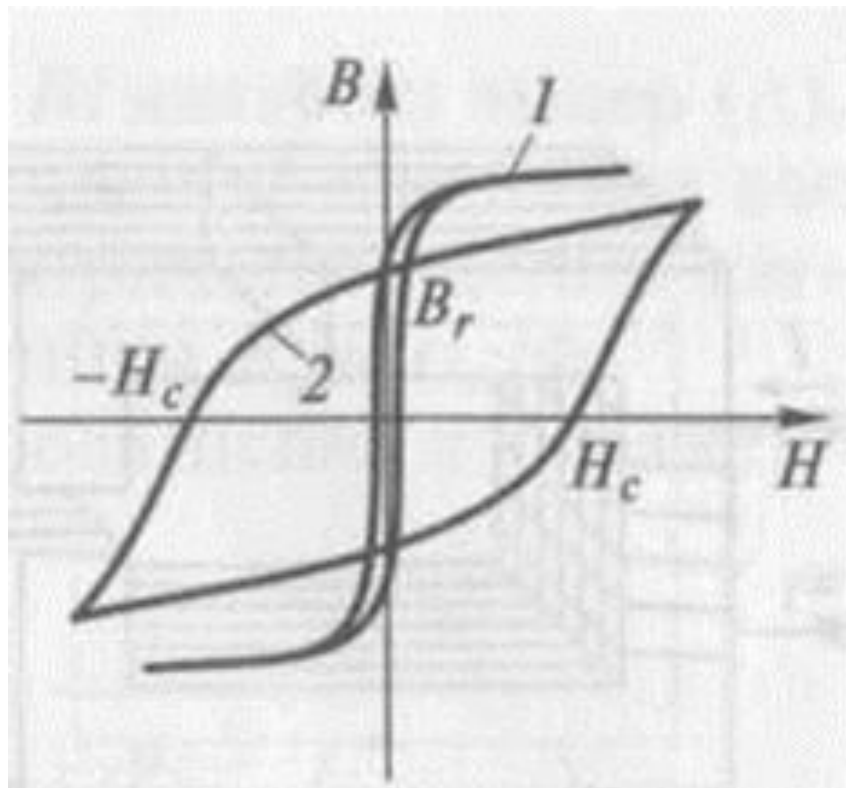
Если силовые магнитные линии пронизывают некоторую поверхность площадью  $S$ , то используют понятие магнитного потока  $\Phi$  через данную площадь:  $\Phi = BS$ . Единицей магнитного потока является вебер (Вб).

Основными характеристиками магнитных материалов являются кривая намагничивания  $B(H)$  и петля гистерезиса.



а — петля гистерезиса; б — частные и предельный циклы

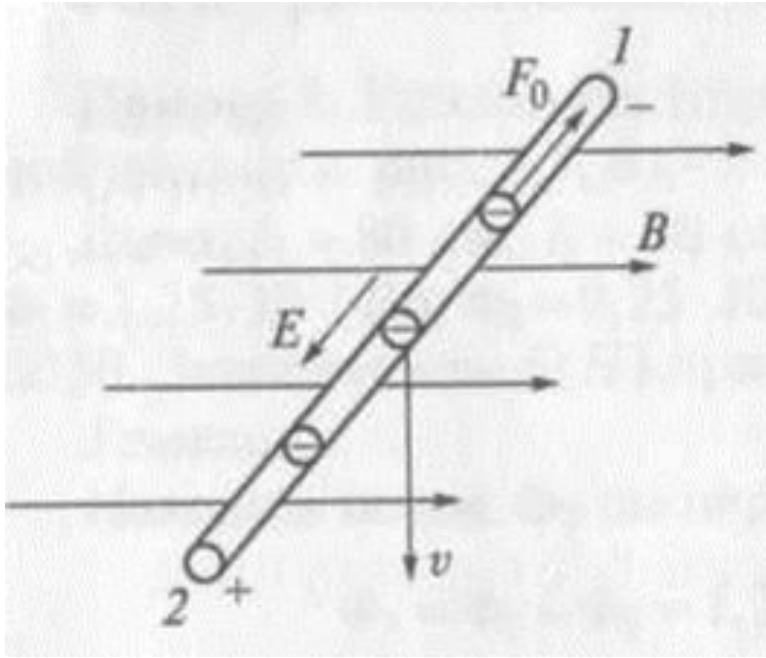
Магнитные материалы разделяются на магнитомягкие и магнитотвердые.



Магнитомягкие материалы имеют малую коэрцитивную силу  $H_c$  и относительно узкую петлю гистерезиса. К ним относят электротехническую сталь, пермаллой, ферриты и применяют в электрических машинах, трансформаторах и др.

Магнитотвердые материалы имеют большую коэрцитивную силу и широкую петлю гистерезиса. Из таких материалов изготавливают постоянные магниты, которые широко применяются в различных устройствах.





Закон электромагнитной индукции формулируется следующим образом: любое изменение магнитного поля, в которое помещен проводник произвольной формы, вызывает в проводнике появление ЭДС электромагнитной индукции.

Если проводник длиной  $l$  с током  $I$  движется перпендикулярно магнитному полю  $B$  со скоростью  $v$ , то в нем возникает ЭДС

$$e = Bvl.$$