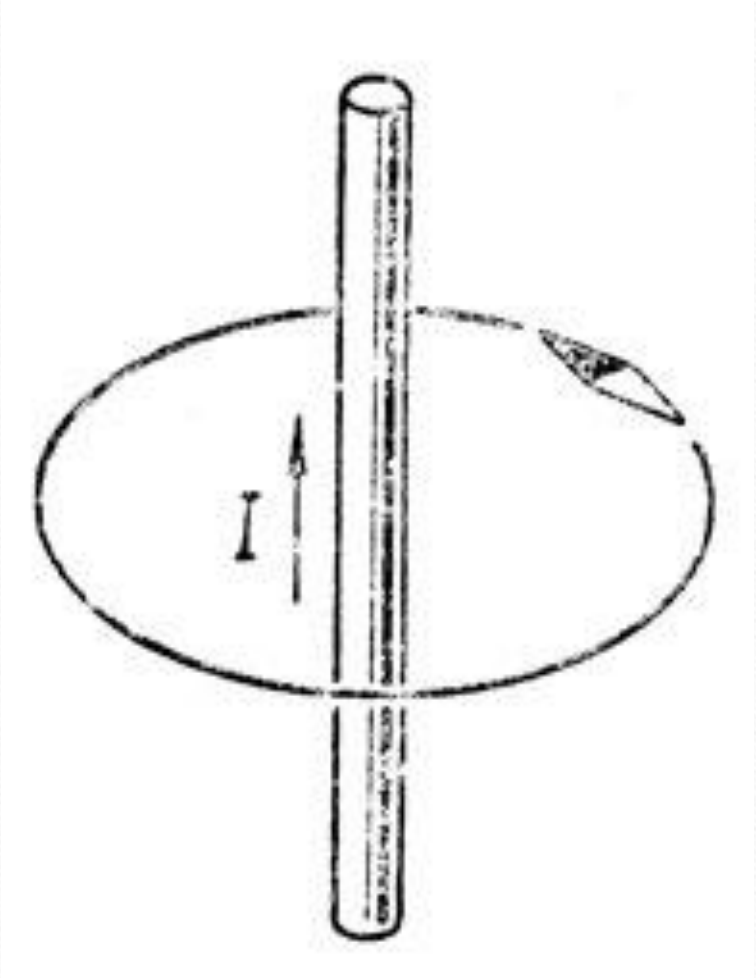
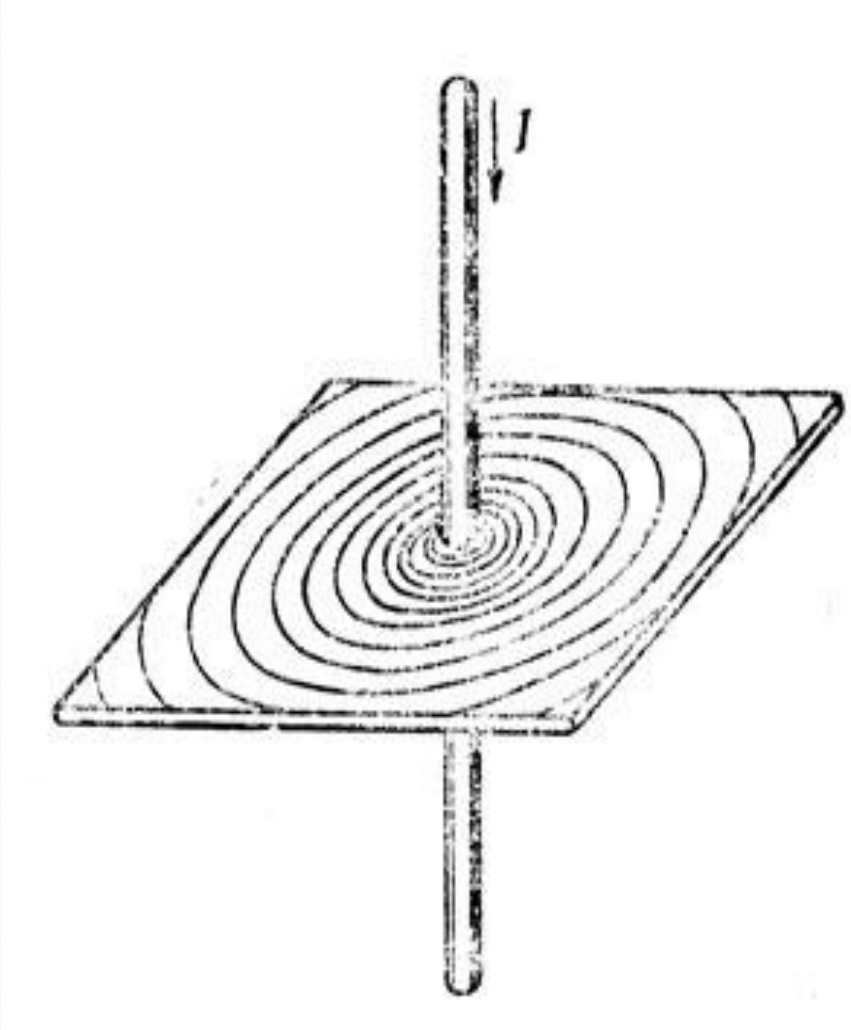
Электромагнетизм

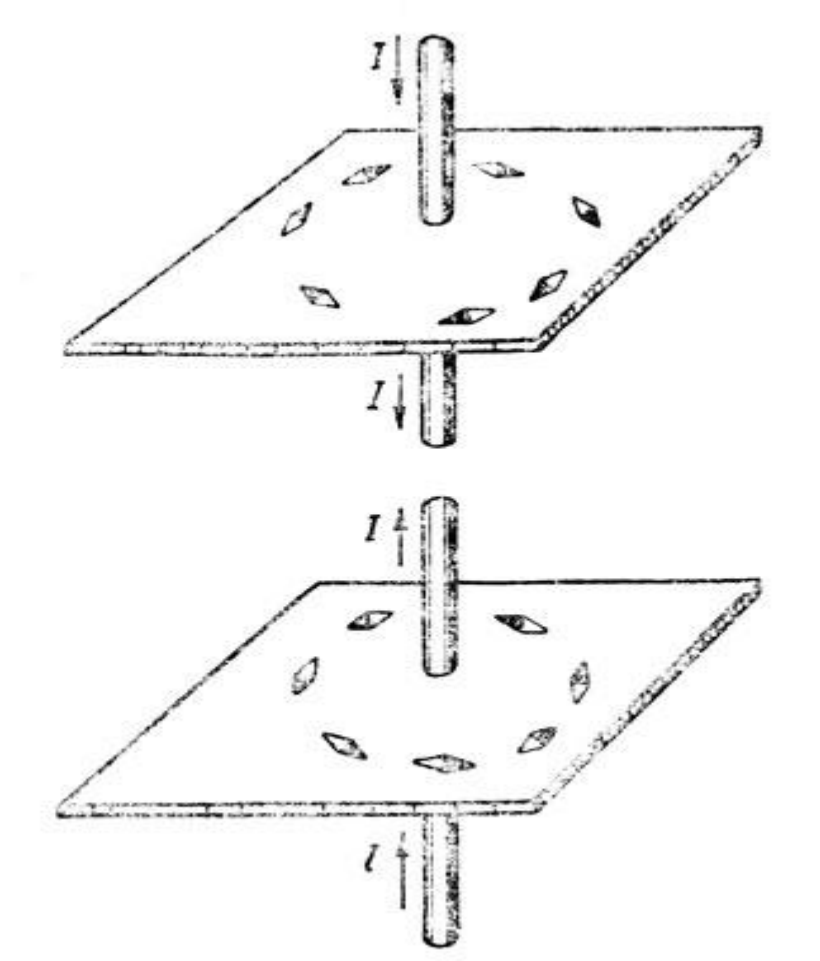
Магнитное поле проводника с током



Если к прямолинейному проводнику с током поднести магнитную стрелку, то она будет стремиться стать перпендикулярно плоскости, проходящей через ось проводника и центр вращения стрелки (рис.). Это указывает на то, что на стрелку действуют особые силы, которые называются магнитными. Иными словами, если по проводнику проходит электрический ток, то вокруг проводника возникает магнитное поле. Магнитное поле можно рассматривать как особое состояние пространства, окружающего проводники с током.



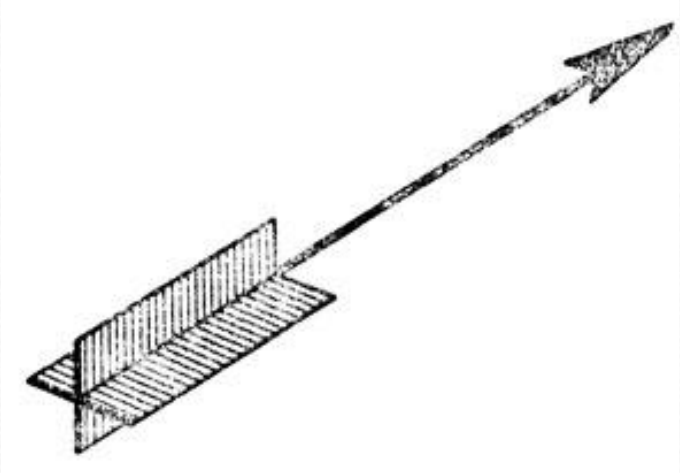
Если продеть через картон толстый проводник и пропустить по нему электрический ток, то стальные опилки, насыпанные на картон, расположатся вокруг проводника по концентрическим окружностям, представляющим собой в данном случае так называемые магнитные линии (рис.). Мы можем передвигать картон вверх или вниз по проводнику, но расположение стальных опилок не изменится. Следовательно, магнитное поле возникает вокруг проводника по всей его длине.



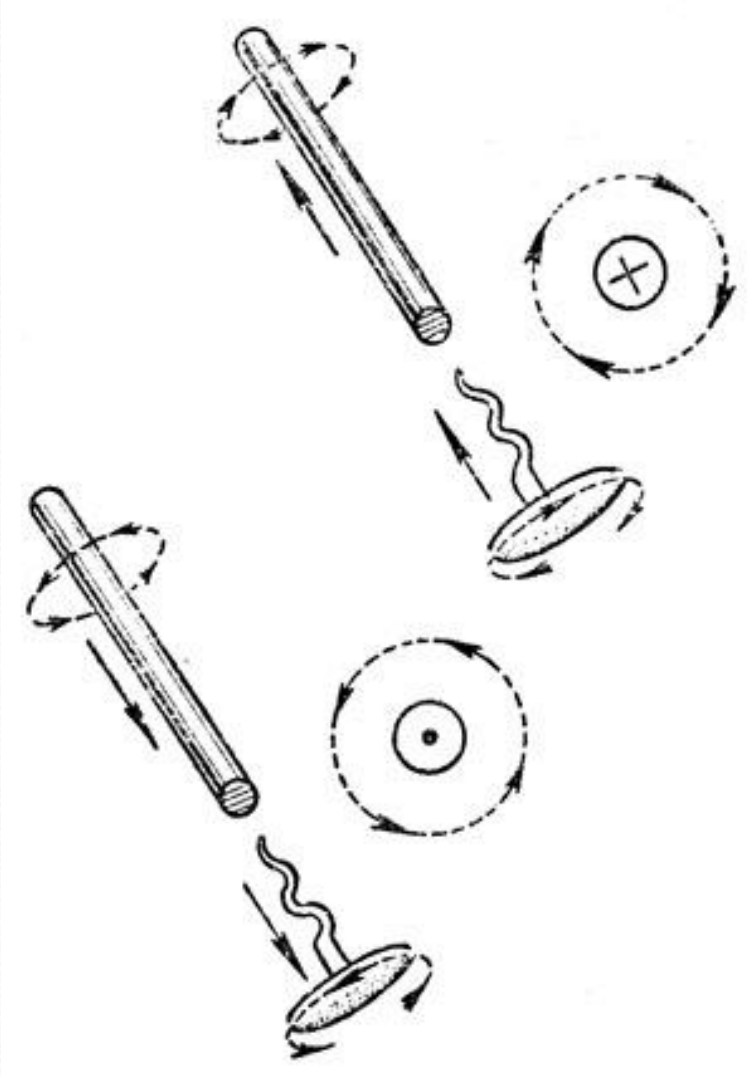
Если на картон поставить маленькие магнитные стрелки, то, меняя направление тока в проводнике, можно увидеть, что магнитные стрелки будут поворачиваться (рис.). Это показывает, что направление магнитных линий меняется с изменением направления тока в проводнике.

Магнитное поле вокруг проводника с током обладает следующими особенностями:

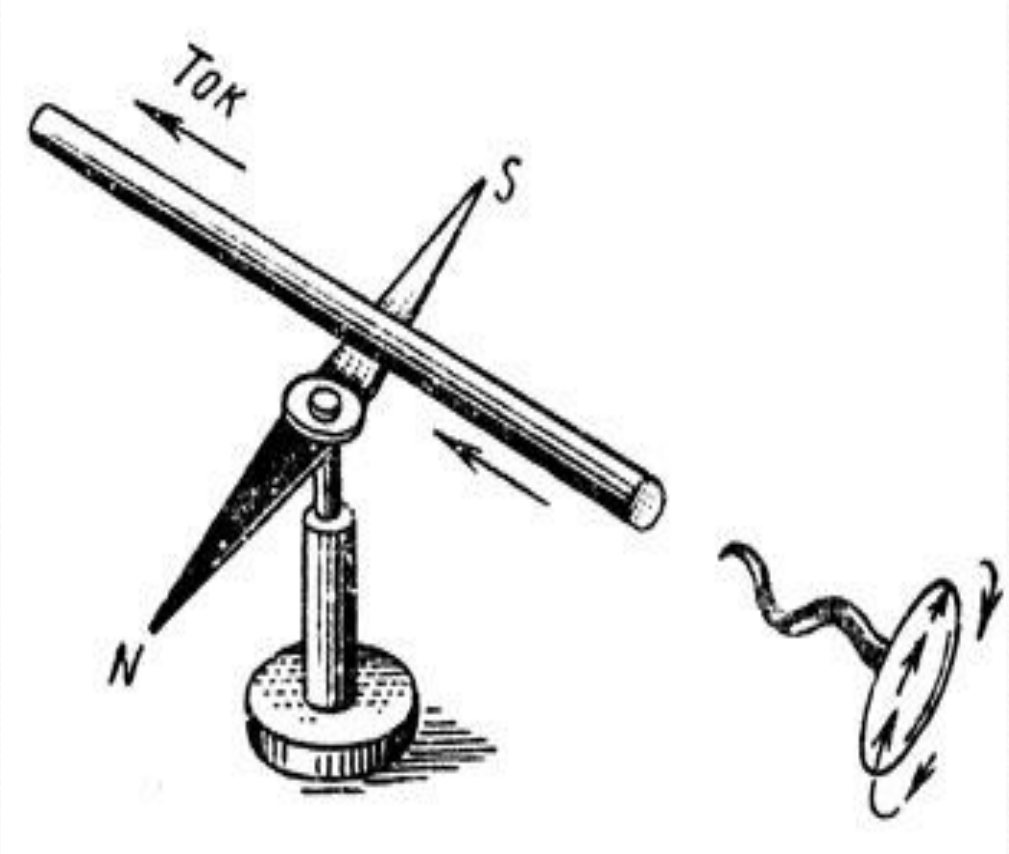
1. магнитные линии прямолинейного проводника имеют форму концентрических окружностей;
2. чем ближе к проводнику, тем плотнее располагаются магнитные линии, тем больше магнитная индукция;
3. магнитная индукция (интенсивность поля) зависит от величины тока в проводнике;
4. направление магнитных линий зависит от направления тока в проводнике.



Чтобы показать направление тока в проводнике, изображенном в разрезе, принято условное обозначение, которым мы в дальнейшем будем пользоваться. Если мысленно поместить в проводнике стрелу по направлению тока (рис.), то в проводнике, ток в котором направлен от нас, увидим хвост оперения стрелы (крестик); если же ток направлен к нам, увидим острие стрелы (точку).



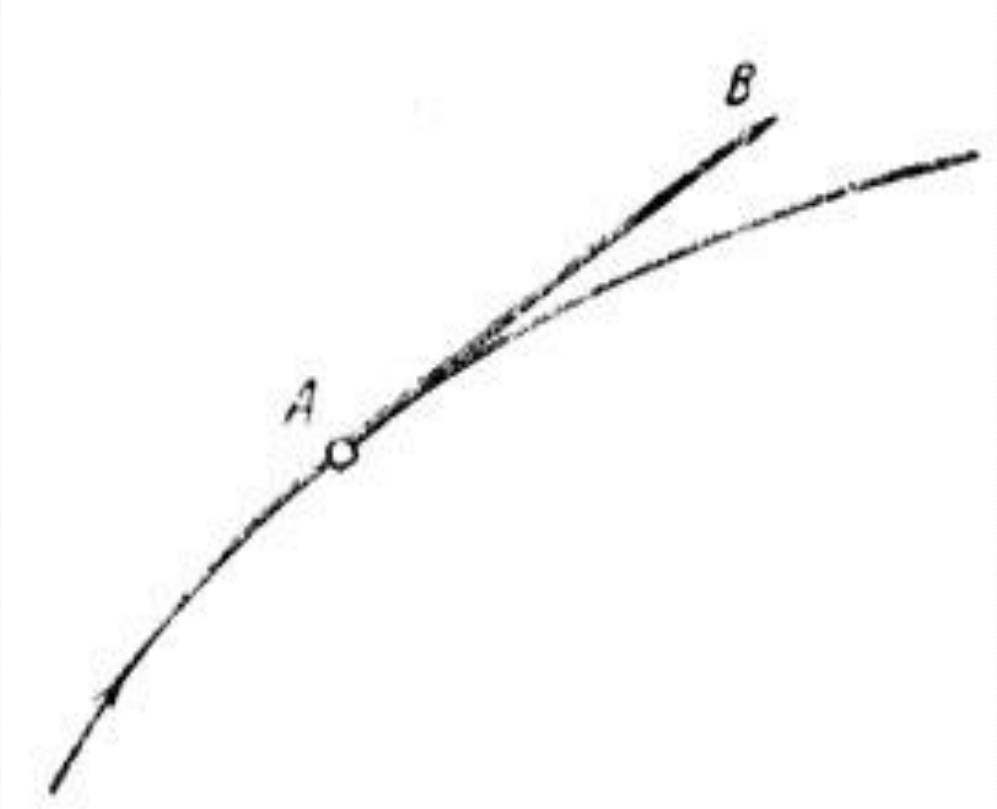
Направление магнитных линий вокруг проводника с током можно определить по "правилу буравчика". Если буравчик (штопор) с правой резьбой будет двигаться поступательно по направлению тока, то направление вращения ручки будет совпадать с направлением магнитных линий вокруг проводника (рис.).



Магнитная стрелка, внесенная в поле проводника с током, располагается вдоль магнитных линий. Поэтому для определения ее расположения можно также воспользоваться "правилом буравчика" (рис.).

Магнитное поле есть одно из важнейших проявлений электрического тока и не может быть получено независимо и отдельно от тока.

В постоянных магнитах магнитное поле также вызывается движением электронов, входящих в состав атомов и молекул магнита.



Интенсивность магнитного поля в каждой его точке определяется величиной магнитной индукции, которую принято обозначать буквой B. Магнитная индукция является векторной величиной, т. е. она характеризуется не только определенным значением, но и определенным направлением в каждой точке магнитного поля. Направление вектора магнитной индукции совпадает с касательной к магнитной линии в данной точке поля (рис.).

$$B = \mu_a \frac{I}{2\pi r},$$

В результате обобщения опытных данных французские ученые Био и Савар установили, что магнитная индукция B (интенсивность магнитного поля) на расстоянии r от бесконечно длинного прямолинейного проводника с током определяется выражением

$$B = \mu_a \frac{I}{2\pi r},$$

где r - радиус окружности, проведенной через рассматриваемую точку поля; центр окружности находится на оси проводника ($2\pi r$ - длина окружности);

I - величина тока, протекающего по проводнику.

Величина (мю) μ_a , характеризующая магнитные свойства среды, называется абсолютной магнитной проницаемостью среды.

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{генри}}{\text{метр}}$.

Для пустоты абсолютная магнитная проницаемость имеет минимальное значение и ее принято обозначать μ_0 и называть абсолютной магнитной проницаемостью пустоты.

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{генри}}{\text{метр}}.$$

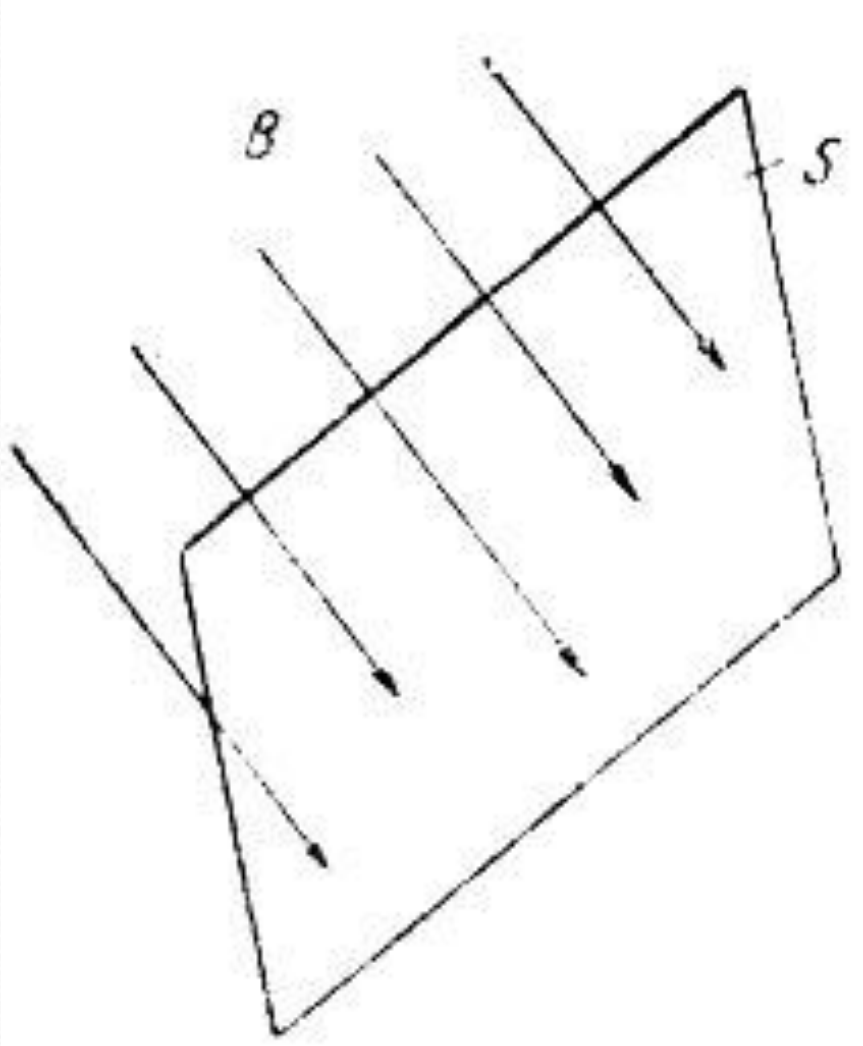
$$1 \text{ гн} = 1 \frac{\text{ом} \cdot \text{сек}}{}.$$

Отношение μ_a / μ_0, показывающее, во сколько раз абсолютная магнитная проницаемость данной среды больше абсолютной магнитной проницаемости пустоты, называется относительной магнитной проницаемостью и обозначается буквой μ.

В Международной системе единиц (СИ) приняты единицы измерения магнитной индукции B - тесла или вебер на квадратный метр (тл, вб/м^2).

В инженерной практике магнитную индукцию принято измерять в гауссах (гс): 1 тл = 10^4 гс.

Если во всех точках магнитного поля вектора магнитной индукции равны по величине и параллельны друг другу, то такое поле называется однородным.



Произведение магнитной индукции B на величину площадки S, перпендикулярной направлению поля (вектору магнитной индукции), называется потоком вектора магнитной индукции, или просто магнитным потоком, и обозначается буквой Ф (рис.):

$$Ф = BS.$$

В Международной системе в качестве единицы измерения магнитного потока принят вебер (вб).

В инженерных расчетах магнитный поток измеряют в максвеллах (мкс):

$$1 \text{ вб} = 10^8 \text{ мкс}.$$

При расчетах магнитных полей пользуются также величиной, называемой напряженностью магнитного поля (обозначается H). Магнитная индукция B и напряженность магнитного поля H связаны соотношением

$$B = \mu_a H.$$

Единица измерения напряженности магнитного поля H - ампер на метр (а/м).

Напряженность магнитного поля в однородной среде, так же как и магнитная индукция, зависит от величины тока, числа и формы проводников, по которым проходит ток. Но в отличие от магнитной индукции напряженность магнитного поля не учитывает влияния магнитных свойств среды.