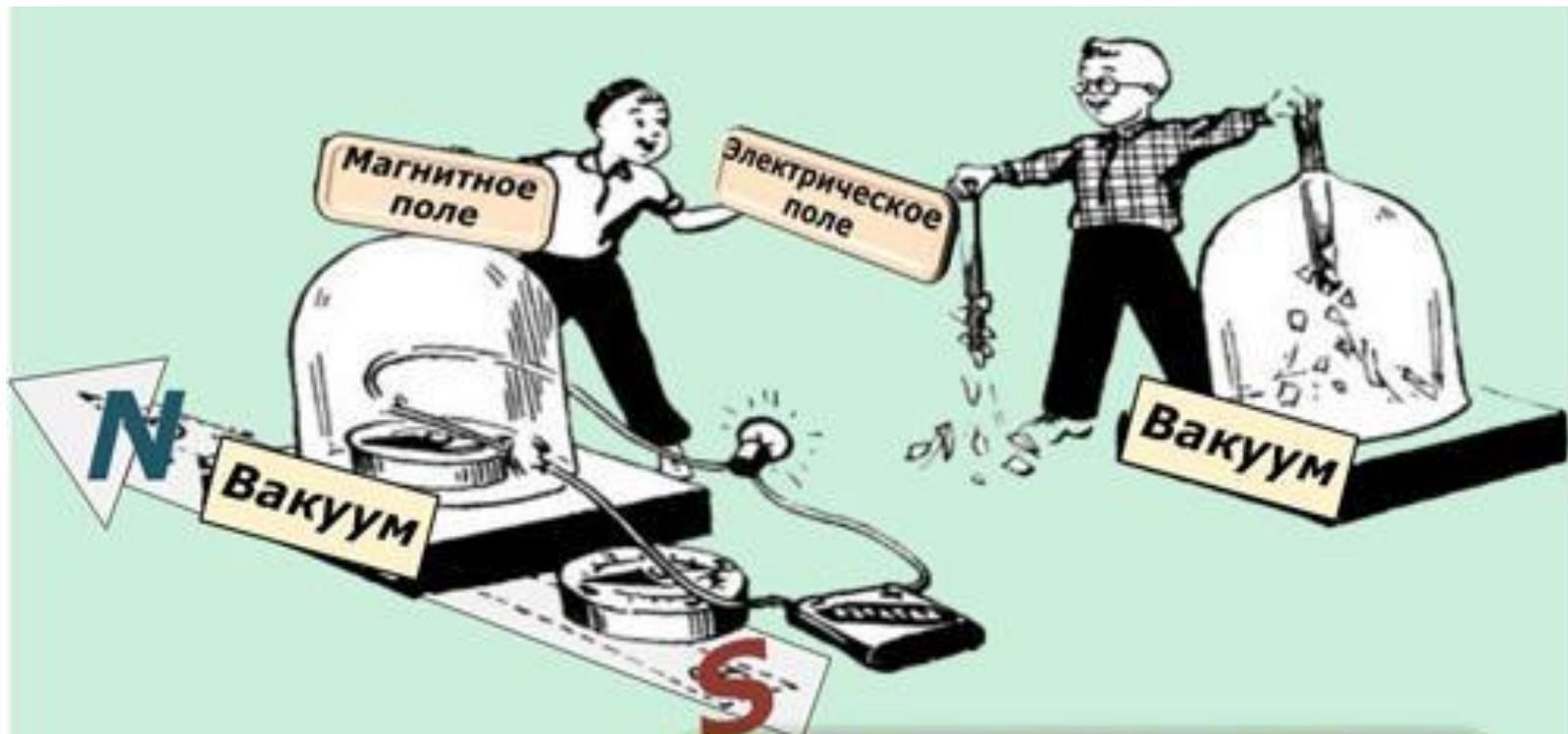


ВВЕДЕНИЕ

Магнитное и электрическое поле

§1. Электрическое и магнитное поле

1.1. Электрическое и магнитное поле заряда



- **ПОЛЕ** – это *форма материи*.
- **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД** связан с этими полями.
- Когда он *неподвижен*, то вокруг него - электрическое поле.
- При *движении* образуется еще и магнитное поле.

1.2. Электрическое поле

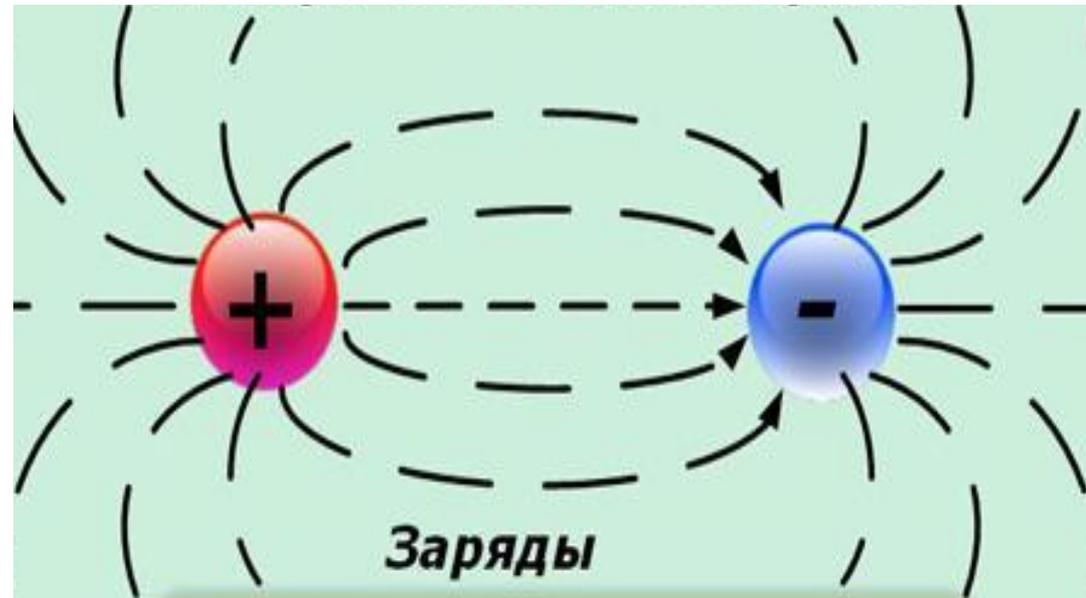
ОБРАЗУЕТСЯ:

**Вокруг электрических зарядов
(тел или частиц)**

**При изменениях магнитного
поля,***

***Например, во время перемещения электромагнитных волн**

ИЗОБРАЖАЮТ его
*силовыми линиями,
исходящими из
положительных зарядов и
оканчивающимися на
отрицательных*



Для практического использования выбрана силовая характеристика - НАПРЯЖЕННОСТЬ, которая *оценивается по действию на единичный заряд положительного знака.*

1.3. Магнитное поле

СОЗДАЕТСЯ

*Прохождением тока
заряженных частиц*

*Магнитными
моментами
ЭЛЕКТРОНОВ*

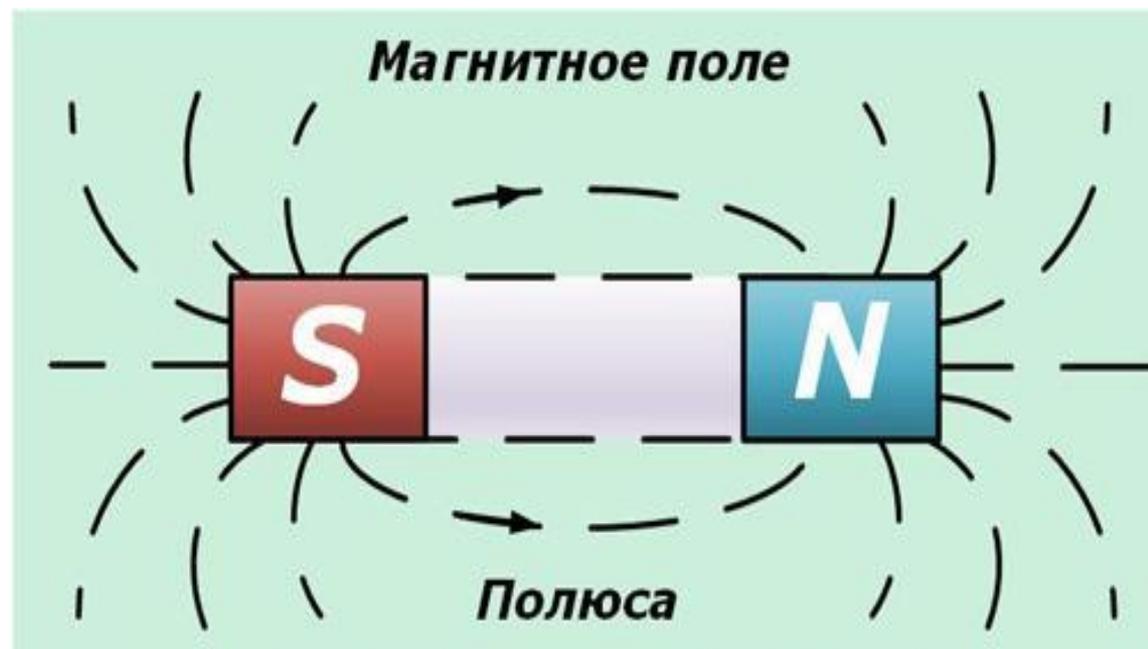
*При временнóм
изменении
электрического поля*

ДЕЙСТВУЕТ НА:

*Электрические тела и заряды,
находящиеся в движении*

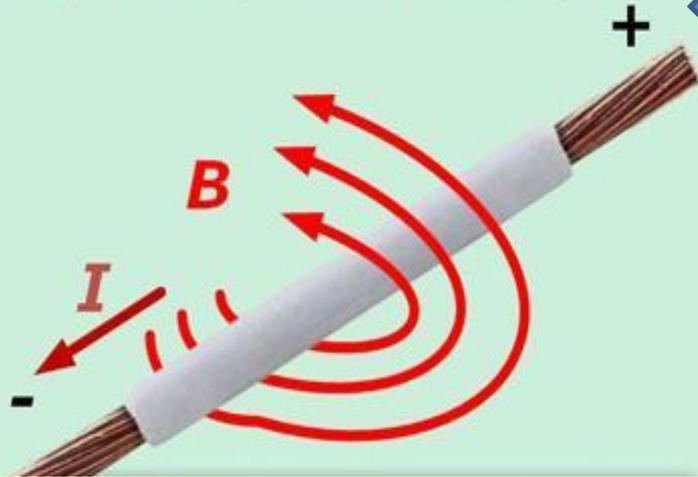
*Магнитные моменты без учета
состояний их движения*

Также **ИЗОБРАЖАЮТ**
силовыми линиями, но
они *замкнуты по*
контур, НЕ имеют
начала и конца
(в отличие от
электрических)



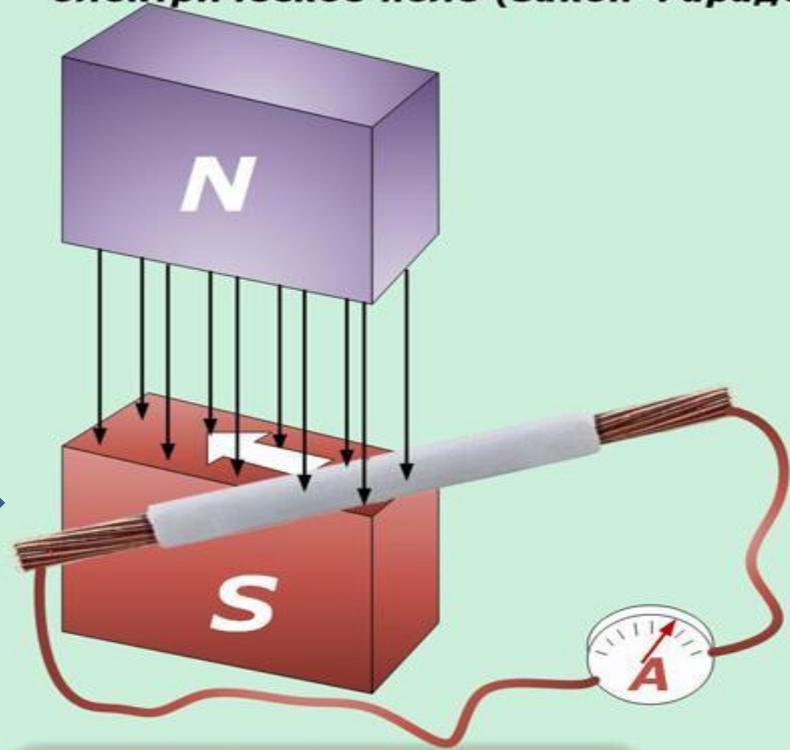
1.4. Взаимодействие электрического и магнитного полей (2 основных закона)

Электрический ток создаёт магнитную индукцию (закон Ампера)



1) Ампера, протекание тока по ПРОВОДНИКУ => создает вокруг него магнитную индукцию.

Переменный поток магнитного поля создаёт электрическое поле (закон Фарадея)



2) Фарадея, воздействия переменного магнитного поля на замкнутый проводник => возникновение электрического тока.

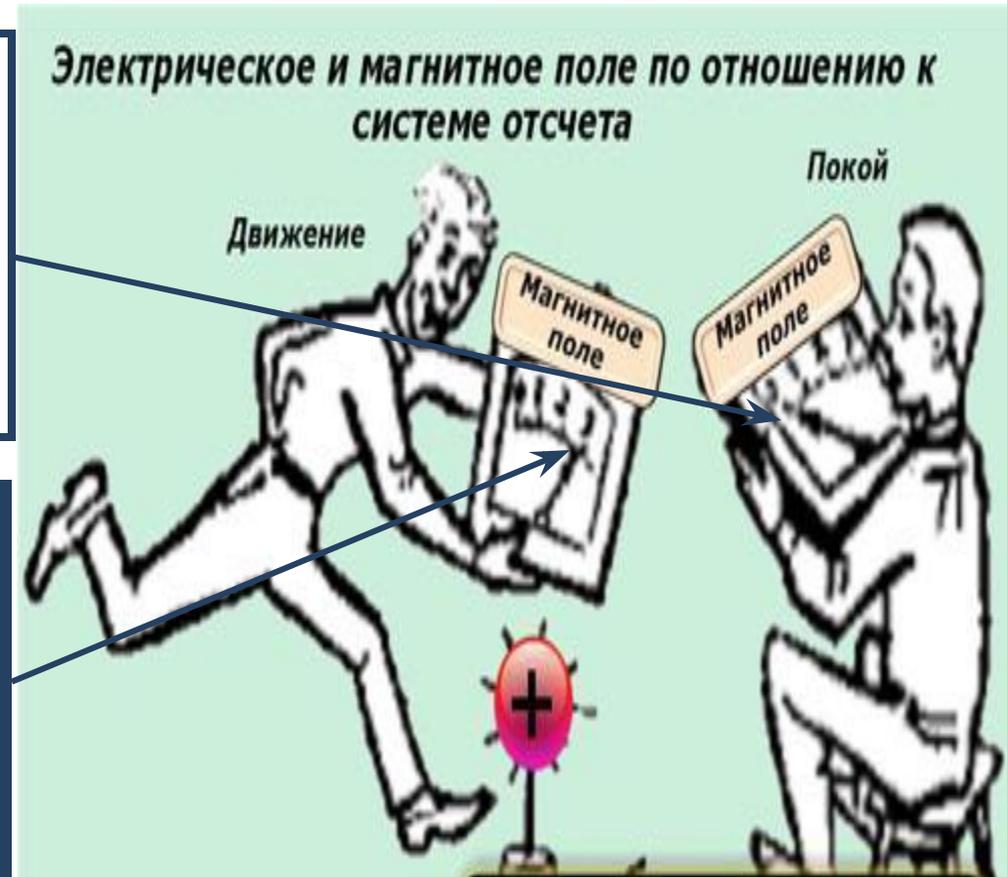
1.5. Сравнительная характеристика электрического и магнитного полей

Источники образования

Они связаны, проявляются по-разному, являются единым целым — ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ полем.

В пространстве создано поле *электрического НЕПОДВИЖНОГО заряда* - вокруг него *магнитного поля* как бы **НЕТ**.

Наблюдатель перемещается относительно заряда, то поле станет меняться по времени и *электрическая составляющая* уже образует магнитную.



- **ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ** поле – *вид материи, определяемый во всех точках двумя векторными величинами, называемые «электрическое поле» и «магнитное поле», оказывающими силовое воздействие на электрически заряженные частицы.*
- **ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ** поле – *одна из сторон электромагнитного поля, характеризующаяся воздействием на электрически заряженную частицу с силой, пропорциональной заряду этой частицы и НЕ зависящей от ее скорости.*
- **МАГНИТНОЕ** поле - *одна из сторон электромагнитного поля, характеризующаяся воздействием на движущуюся электрически заряженную частицу с силой, пропорциональной заряду этой частицы и ее скорости.*

Электротехника – наука о практическом применении электрических и магнитных явлений.

Основные определения - ГОСТ Р 52002-2003.

Постоянные величины: I, U, E .

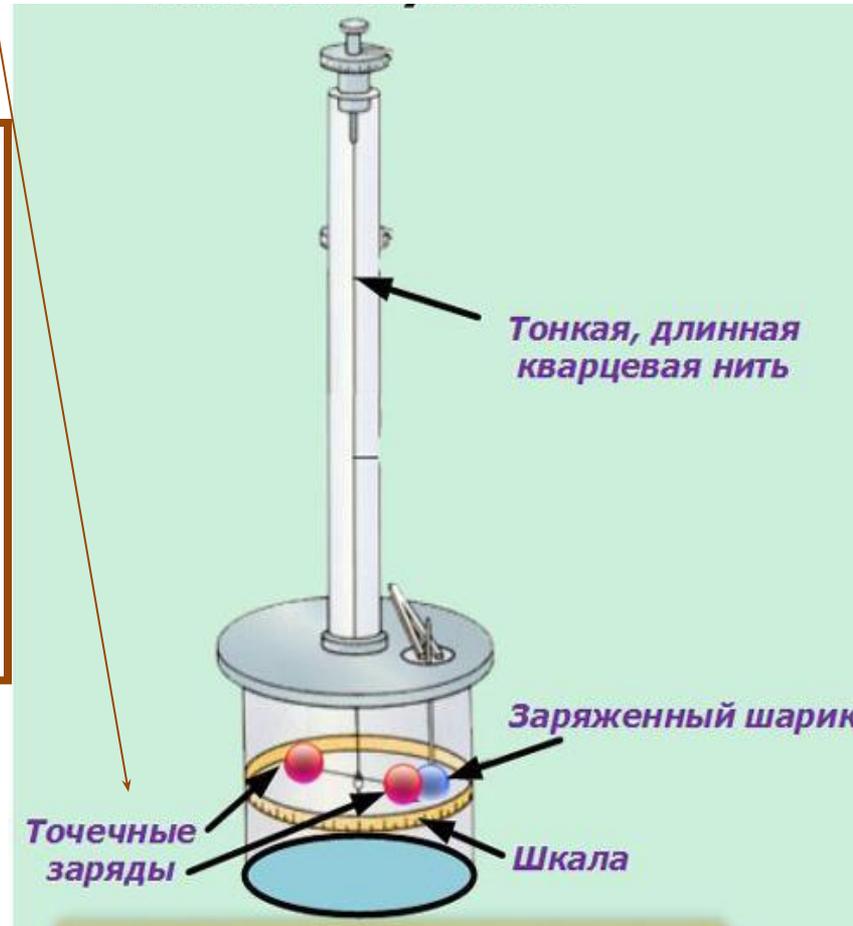
Изменяющиеся в времени: i, u, e .

§2. Законы взаимодействия полей с заряженными телами

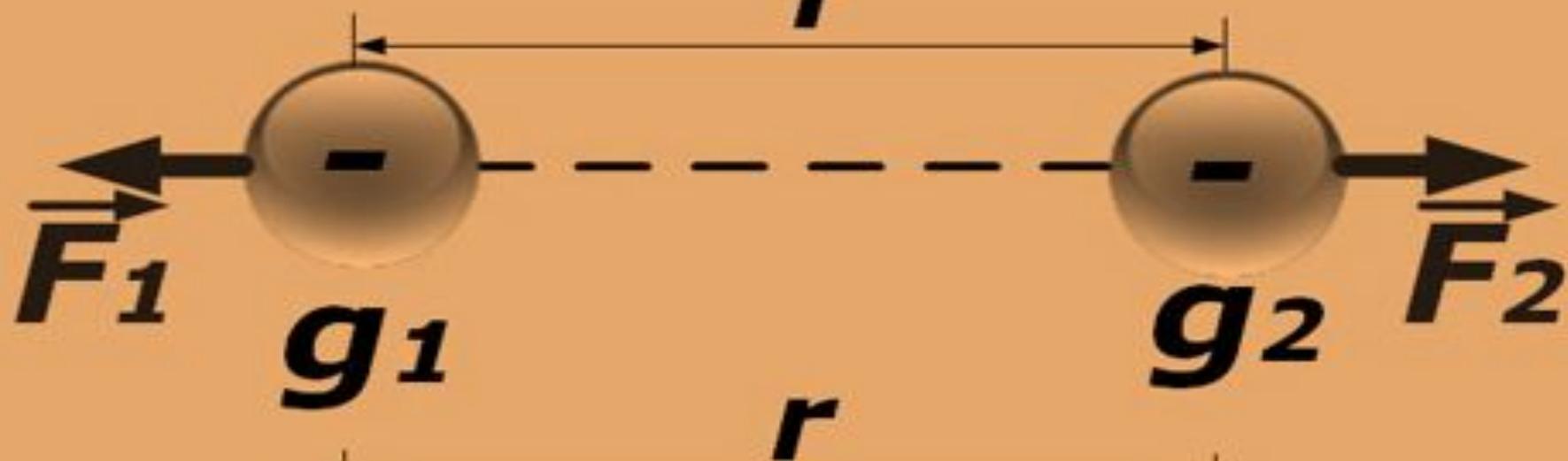
2.1. Электрического поля

ОПЫТЫ КУЛОНА *точечные заряды, подвешены на тонкой и длинной нити* .

Заряженный шарик, приближаясь, заставляет их отклоняться на определенную величину => Выявлены силы называемые Кулоновским взаимодействием. Они описаны математическими формулами.



Закон Кулона



$$F = k \frac{|g_1| \cdot |g_2|}{r^2}$$

2.2. Магнитного поля

ЗАКОН АМПЕРА – Возникает сила на проводник с током, размещенного внутри магнитных силовых линий.

Для направления действия силы на проводник с протекающим по нему током, применяют правило ЛЕВОЙ РУКИ.

Четыре соединенных вместе пальца располагают по направлению тока, а силовые линии магнитного поля входят в ладонь => оттопыренный большой палец укажет направление действия искомой силы.



§3. Силовые характеристики полей

Их принято выражать векторными
величинами, имеющими:

Определённое
направление
действия

Значение силы,
рассчитываемое
по
соответствующей
формуле

3.1. Электрические поля

Вектор напряженности электрического поля у *единичного заряда* можно представить в форме *трехмерного изображения*.

Его величина:

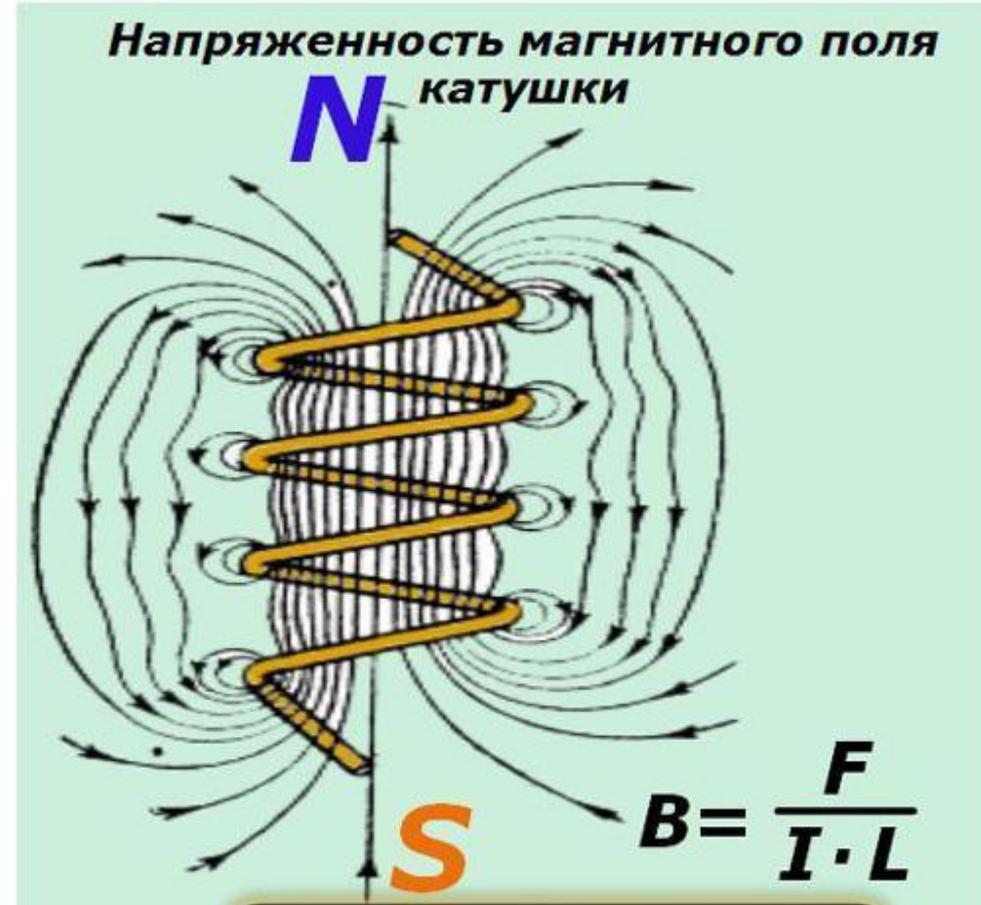
- Направлена от центра ЗАРЯДА;
- ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ бесконтактным действием (то есть на расстоянии) как ОТНОШЕНИЕ действующей *силы* к заряду.



3.2. Магнитные поля

На *величину напряженности* **ВЛИЯЮТ:**

- *сила тока (проходящего по обмотке)*;
- *количество и плотность намотки ВИТКОВ, (определяющих осевую длину катушки).*



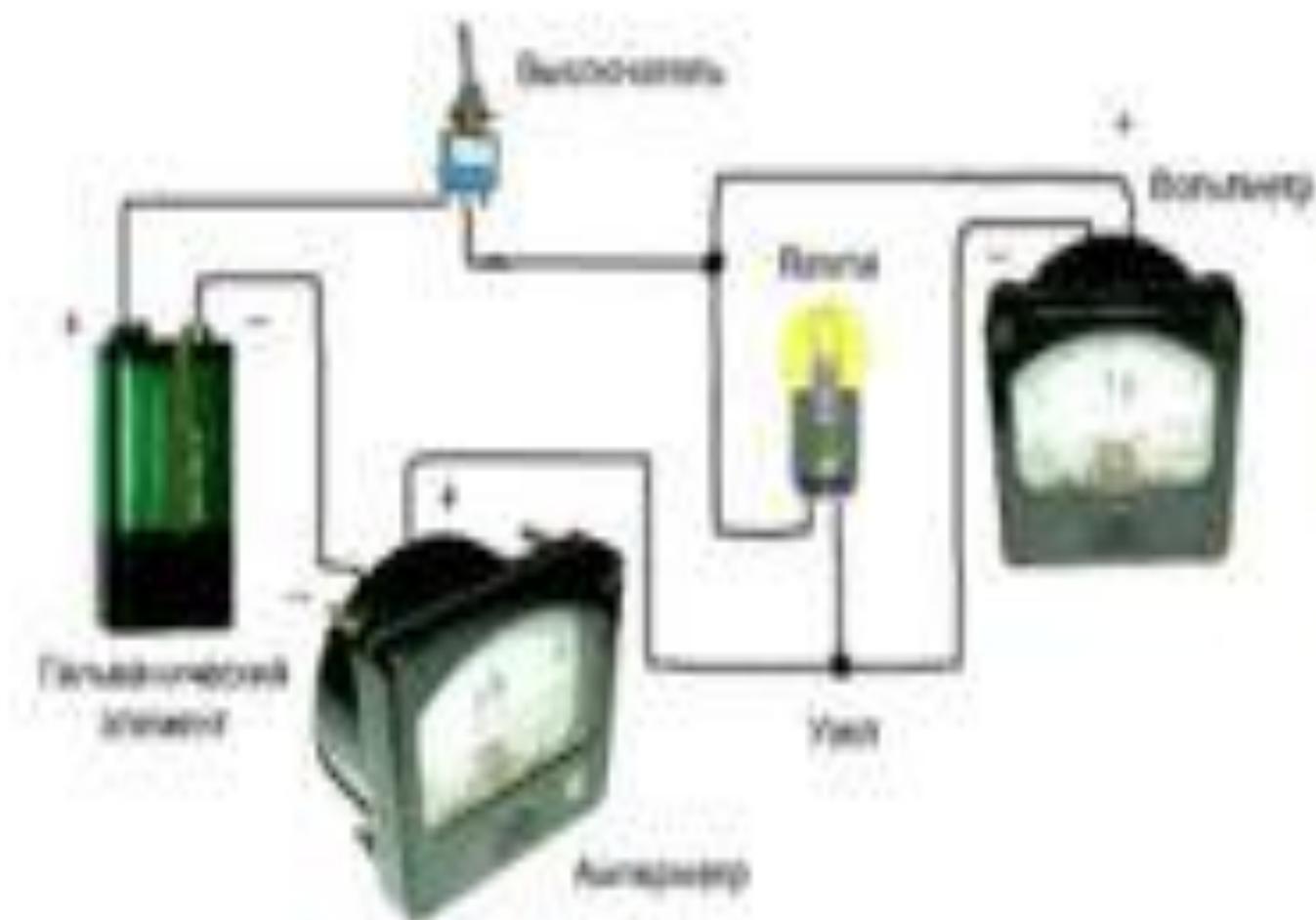
Повышенные токи УВЕЛИЧИВАЮТ магнитодвижущую силу. В двух катушках с РАВНЫМ числом витков, но РАЗНОЙ плотностью их намотки, при прохождении одного и того же ТОКА эта сила будет выше там, где витки расположены ближе.

Таким образом, *электрическое* и магнитное поля
имеют совершенно определенные отличия.

НО! являются взаимосвязанными
составляющими единого общего —
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО

**Основные
понятия и
определения
электротехники**

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ – совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока.

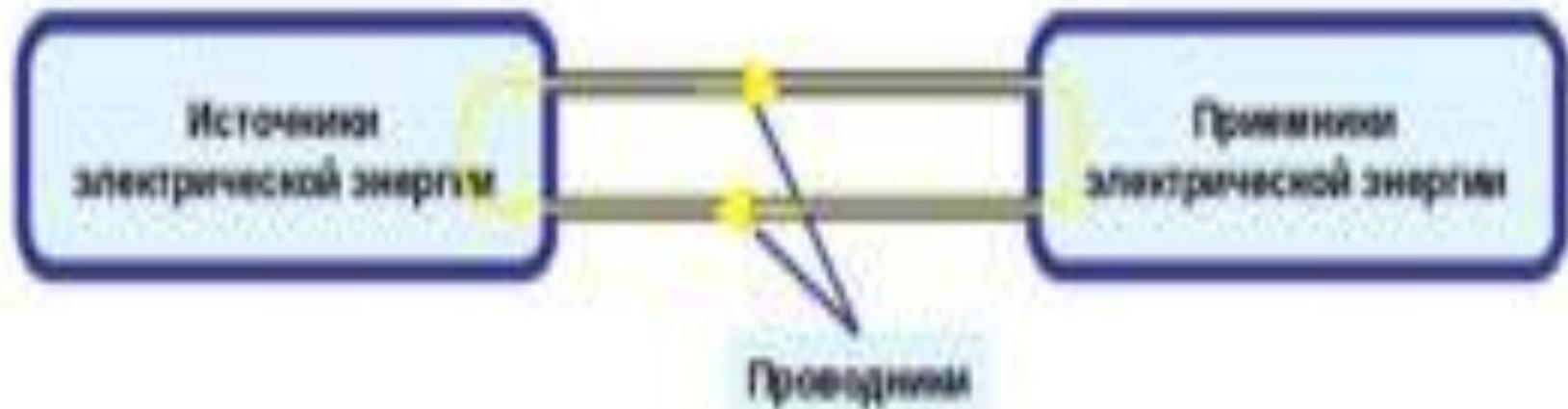


ЭЛЕМЕНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ – отдельное устройство, электрической цепи, выполняющее определенную функцию.

Основные элементы: источники и приемники электрической энергии



- В **ИСТОЧНИКАХ** электрической энергии *различные виды энергии*, (химическая, механическая) *преобразуются в электрическую* (электромагнитную).
- В **ПРИЕМНИКАХ** электрической энергии происходит *обратное преобразование* – *электромагнитная энергия* преобразуется в *иные виды энергии*,
например химическую (гальванические ванны выплавки алюминия или нанесения защитного покрытия), механическую (электродвигатели), тепловую (нагревательные элементы), световую (лампы дневного света).



Пример электрической цепи переменного тока

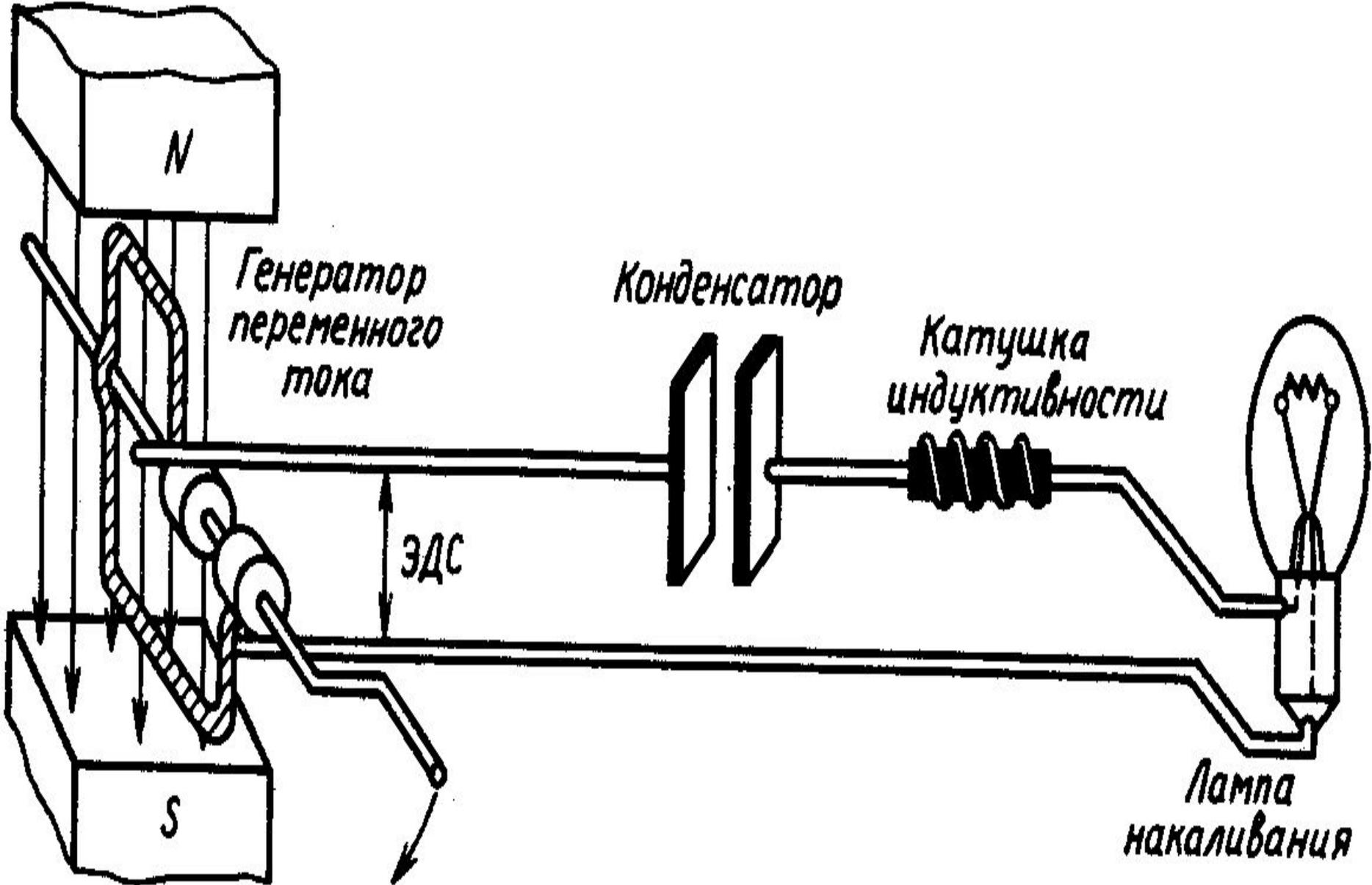


СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ – графическое изображение электрической цепи, *содержащее условные обозначения и показывающее соединение* ее элементов

Для понимания - **СТРУКТУРНЫЕ**

Для *сбора схем* - **ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ**, где *каждому элементу соответствует условное графическое и буквенное обозначение,*

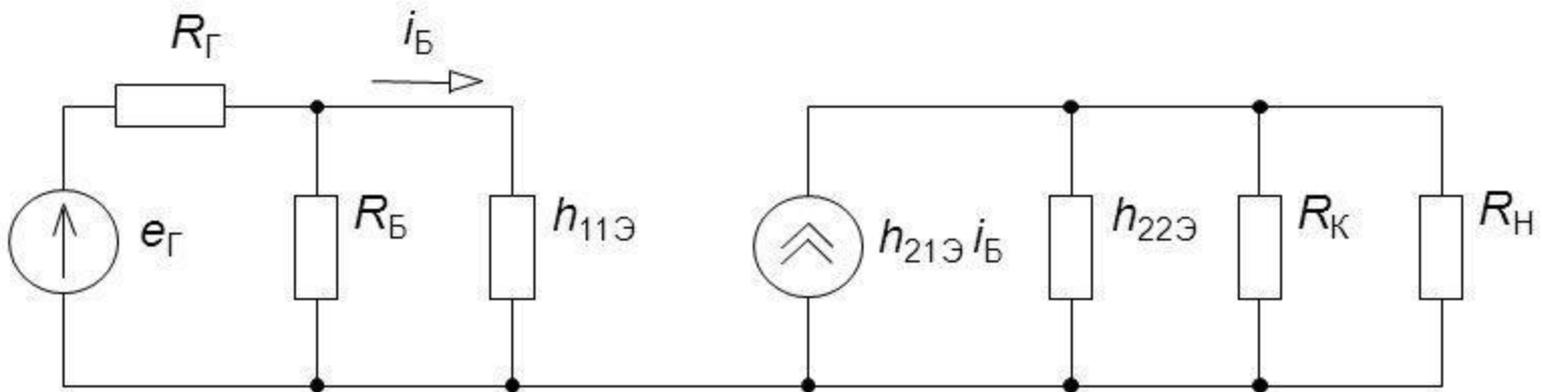
Для *расчетов цепей* используют **схемы ЗАМЕЩЕНИЯ**, в которых *реальные элементы замещаются расчетными моделями, а все вспомогательные элементы исключаются.*



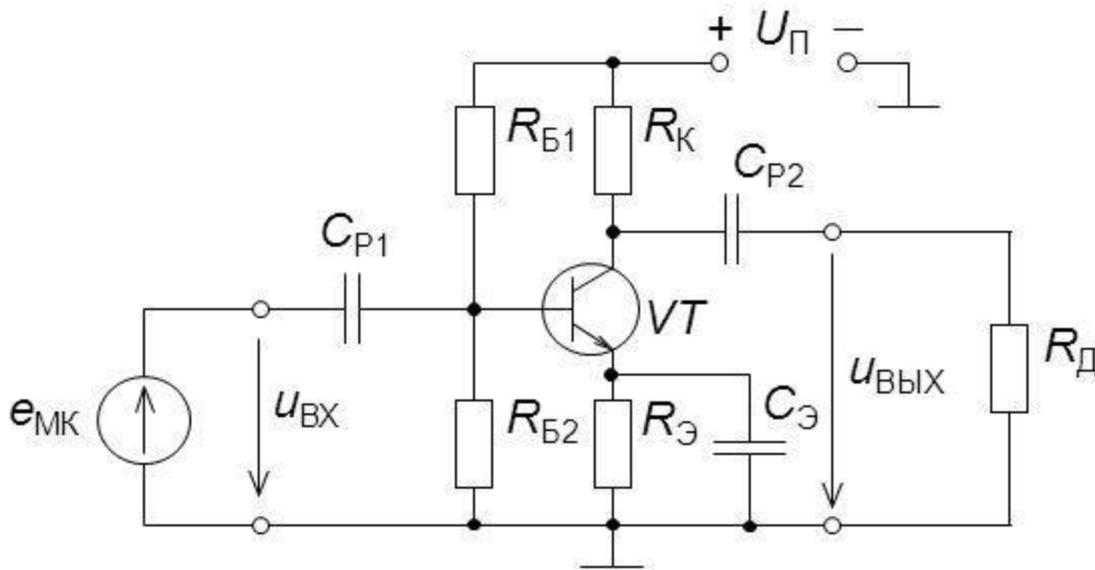
Структурная схема



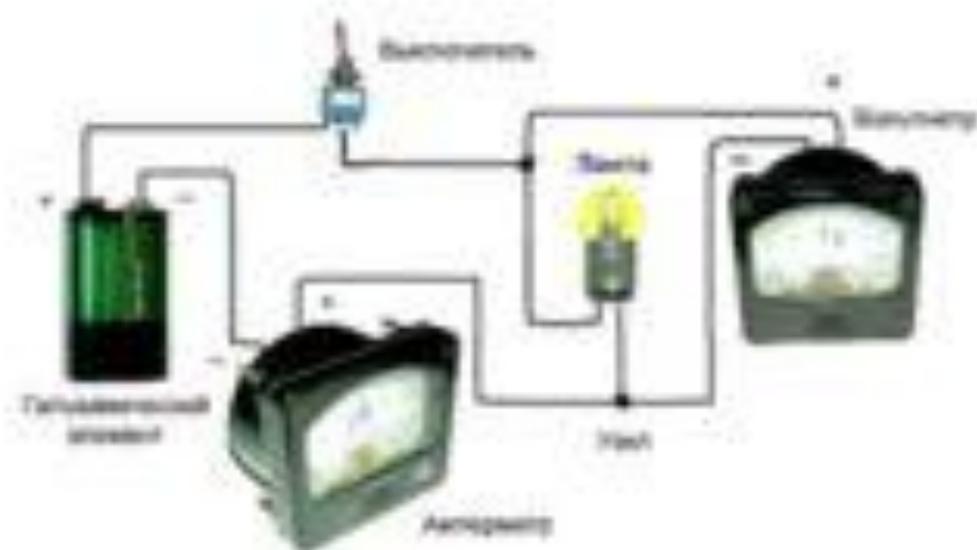
Схема замещения (расчетная)



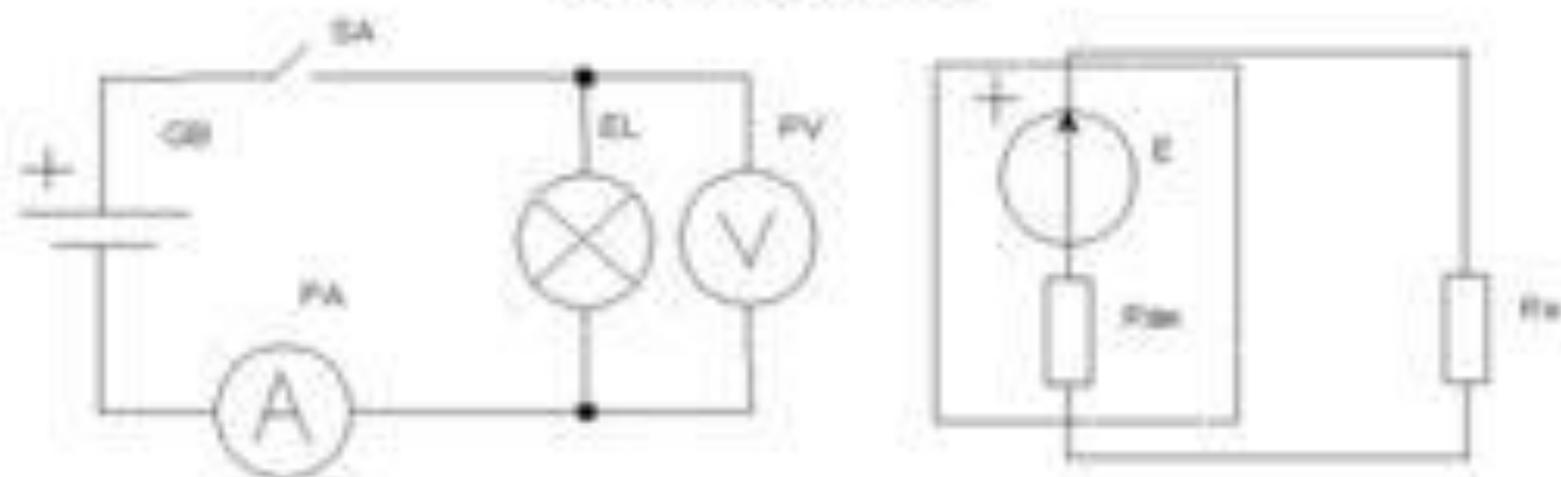
Принципиальная схема



- Принципиальные схемы составляются по ГОСТ, например:
- ГОСТ 2.723-68 “Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители”
 - ГОСТ 2.728-74 “Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы”

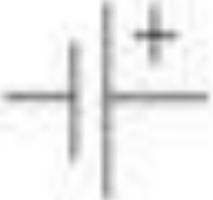
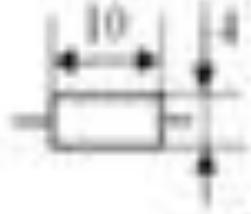
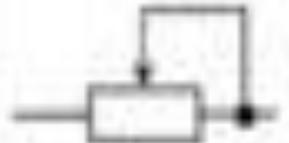
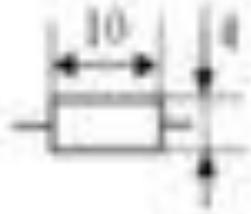


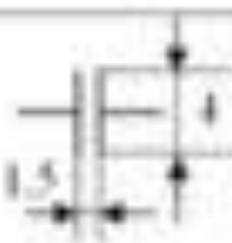
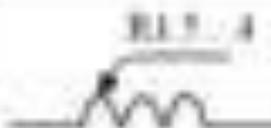
Монтажная схема



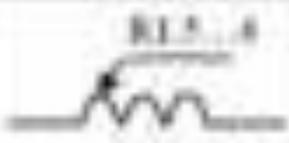
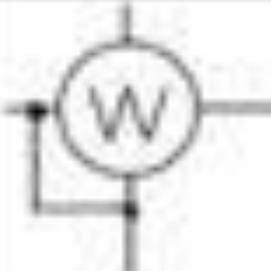
Принципиальная схема (а), схема замещения (б).

Графическое обозначение элементов цепей на принципиальных схемах.

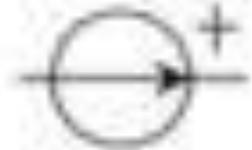
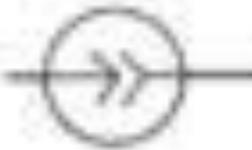
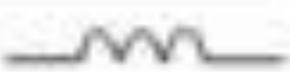
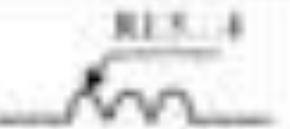
№	Наименование элемента	Внешний вид	Условное графическое обозначение	Размеры графического обозначения	Условное буквенное обозначение	Единица измерения
1	Гальванический элемент или аккумулятор				GB	В (Вольт)
2	Резистор нерегулируемый линейный				R	Ом
3	Резистор регулируемый линейный				R	Ом

№	Наименование элемента	Внешний вид	Условное графическое обозначение	Роторное графическое обозначение	Условное буквенное обозначение	Единица измерения
5	Ротор (якорь) генератора или двигателя постоянного тока				M	
6	Конденсатор				C	Φ (Фарады)
7	Лампа накаливания				EL	
8	Катушка индуктивности				L	Гн (Генри)



№	Наименование элемента	Внешний вид	Условное графическое обозначение	Результат графического обозначения	Условное буквенное обозначение	Единица измерения
9	Трансформатор однофазный с ферромагнитным магнитопроводом				T	
10	Амперметр				PA	
11	Вольтметр				PV	
12	Ваттметр				PW	

Графическое обозначение элементов цепей на схемах замещения .

№	Наименование элемента	Высший вид	Условное графическое обозначение	Регистра графического обозначения	Условное буквенное обозначение
1	Источник напряжения или ЭДС (идеальный)	Нет			G
2	Источник тока (идеальный)	Нет			G
3	Постоянное сопротивление	Нет			R
4	Конденсатор	Нет			C
5	Индуктивность	Нет			L

ПО ВИДУ ТОКА цепи разделяются на цепи *постоянного*, переменного тока.

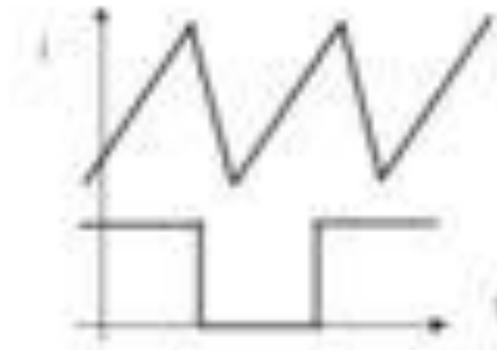
Постоянный ток – электрический ток, не изменяющийся во времени t (а).

Все остальные токи – переменные (б) (в).

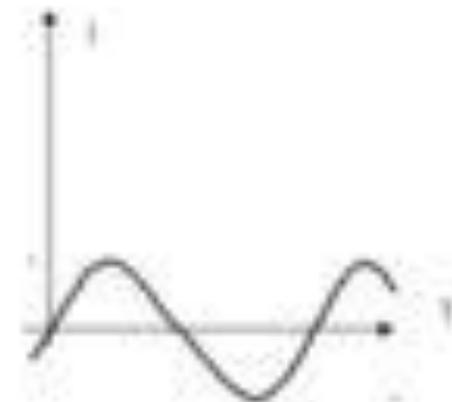
ГОСТ 26149-87 МЭК 60050-101-10



а)



б)



в)

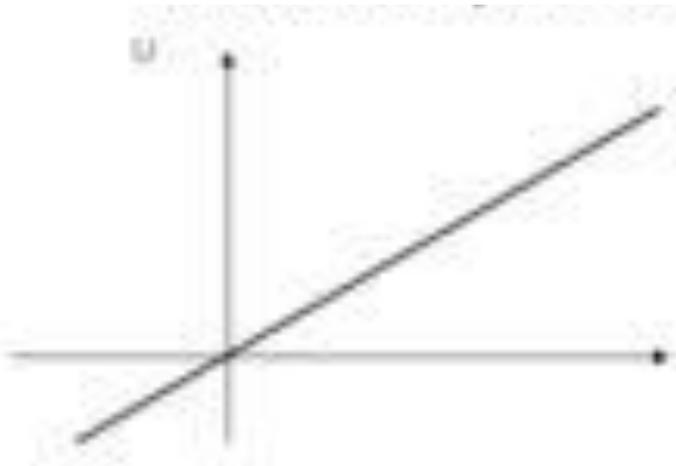
а) б) в) Виды токов в цепях

ЛИНЕЙНЫЕ цепи, в которых *сопротивление каждого участка НЕ* зависит от значения и направления тока и напряжения.
Т.е. вольт-амперная характеристика (ВАХ) участков цепи *представлена* в виде прямой (линейная зависимость) (а).

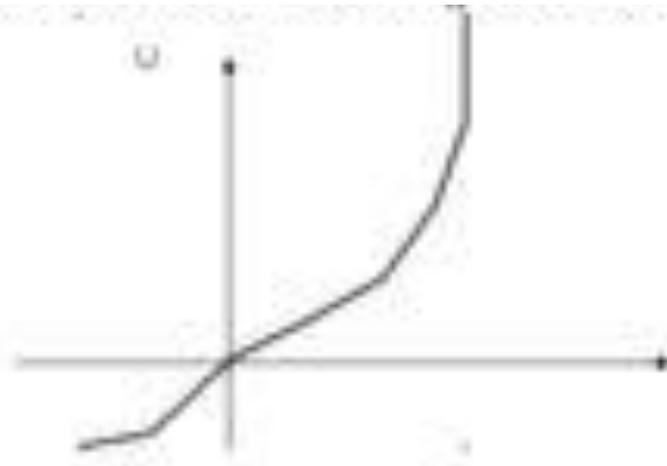
где U - напряжение, (В); I – сила тока

$$U = f(I)$$

Остальные цепи называются **НЕЛИНЕЙНЫМИ** (б).



а)



б)

Вольт – амперные характеристики (ВАХ) цепей.

Электрическое СОПРОТИВЛЕНИЕ постоянному току – скалярная величина равная отношению постоянного электрического напряжения на элементе к постоянному электрическому току в нем

$$R = \frac{U}{I}$$

где R – электрическое сопротивление постоянному току, (Ом);
 U - напряжение, (В); I – сила тока, (А).

Резистор – элемент электрической цепи, предназначенный для использования его электрического сопротивления. Для проводов сопротивление находится по формуле:



$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

где R – электрическое сопротивление постоянному току, (Ом); ρ - удельное сопротивление, (Ом*м); l - длина проводника, (м); S – площадь поперечного сечения, (м²),

ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЕ (полный магнитный поток) — физическая величина, представляющая собой суммарный магнитный поток, сцепляющийся со всеми витками катушки индуктивности.

$$\Psi = m\Phi$$

где Ψ – потокосцепление, (Вб); m - число витков; Φ – магнитный поток (Вб).

ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЕ САМОИНДУКЦИИ – потокосцепление катушки индуктивности, обусловленное электрическим током в этом элементе.

ИНДУКТИВНОСТЬ – скалярная величина, равная отношению потокосцепления самоиндукции элемента электрической цепи к электрическому току в нем.

$$L = \frac{\Psi}{I}$$

где L - индуктивность, (Гн);
 Ψ – потокосцепление, (Вб);
 I – сила тока, (А)

Индуктивная катушка – элемент электрической цепи, предназначенный для использования его собственной индуктивности и(или) его магнитного поля. Напряжение на выводах катушки равно произведению индуктивности и скорости изменения тока через нее.

$$u_L = L \frac{di}{dt}$$

где u_L – напряжение, (В); L - индуктивность, (Гн); i – сила тока, (А).

Ток через катушку прямо пропорционален интегралу по напряжению и обратно пропорционален индуктивности катушки.

$$i_L = \frac{1}{L} \int_0^t u dt$$

где i_L – сила тока, (А); L - индуктивность, (Гн); u – напряжение, (В).

Электрическая ЕМКОСТЬ одного проводника – скалярная величина, характеризующая способность проводника накапливать электрический заряд. Равна отношению электрического заряда проводника к его электрическому потенциалу (в предположении, что все другие проводники бесконечно удалены и что электрический потенциал бесконечно удаленной точки принят равным нулю).

Электрическая ЕМКОСТЬ между двумя проводниками равна абсолютному значению ОТНОШЕНИЯ электрического заряда одного проводника к разности электрических потенциалов двух проводников при этом проводники имеют одинаковые по значению, но противоположные по знаку заряды и что все другие проводники бесконечно удалены.

Где:

C – емкость, (Ф);

q - заряд, (Кл);

U_c –напряжение на выводах конденсатора, (В).

$$C = \frac{q}{U_c}$$

Напряжение на выводах конденсатора изменится прямо пропорционально интегралу по току и обратно пропорционально емкости конденсатора.

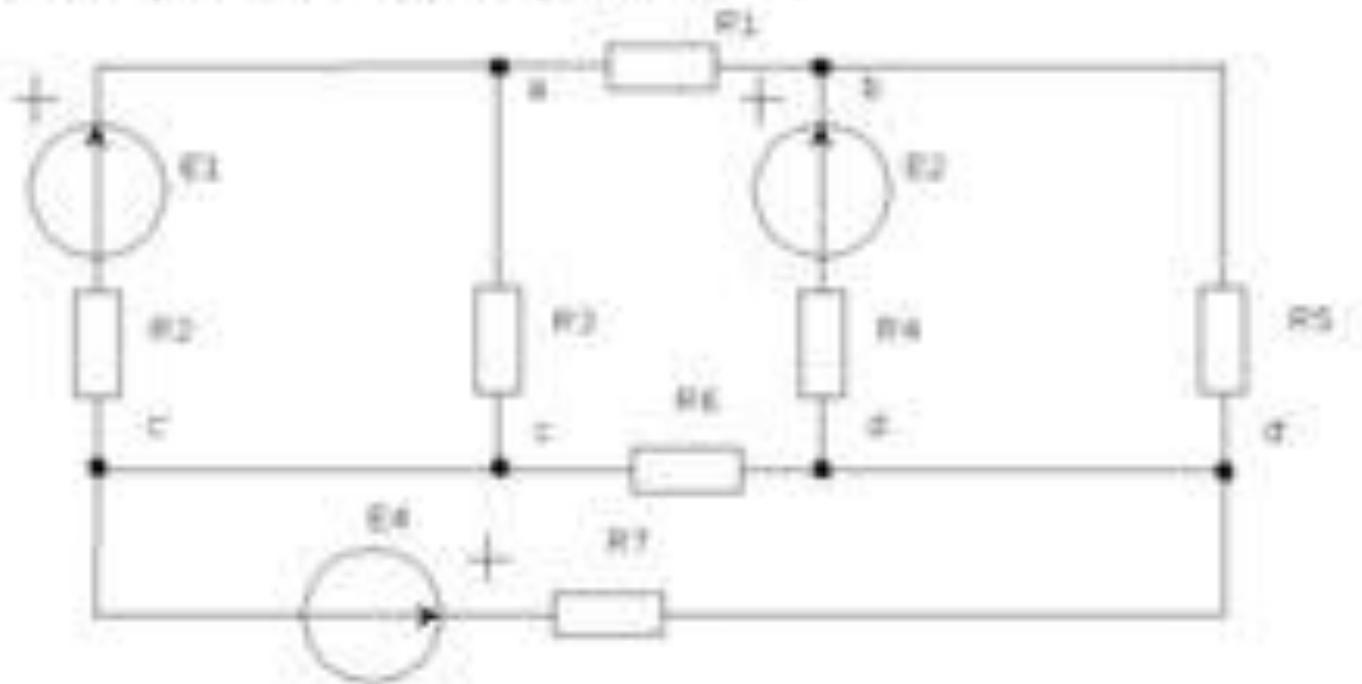
$$u_C = \frac{1}{C_0} \int i dt$$

где u_C – напряжение, (В); C – емкость, (Ф); i – сила тока, (А).
Эквивалентный ток через конденсатор прямо пропорционален емкости конденсатора и скорости изменения напряжения на его обкладках.

$$i_C = C \cdot \frac{du}{dt}$$

где C – емкость, (Ф); i_C – сила тока, (А); u – напряжение, (В).

УЧАСТОК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ – часть электрической цепи, содержащую выделенную совокупность ее элементов



Ветвь электрической цепи – участок электрической цепи, вдоль которого протекает один и тот же электрический ток (участок a-b, b-d, b-d').

Узел электрической сети – место соединения ветвей электрической цепи (a, b, c, c', d, d').

Контур электрической цепи – последовательность ветвей электрической цепи, образующая замкнутый путь, в которой один из узлов одновременно является началом и концом пути, а остальные встречаются только один раз (участок a-b-d-c-a).

