

ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА



Литература:

1. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. – 4-е изд./К.С. Демирчян, Л. Р. Нейман и др. –СПб. : Питер, 2003.
2. Купцов А. М. Электротехника с элементами энергосбережения: Учебное пособие. Томск: Изд-во НТЛ, 2003. – 344 с.

3. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. - М.: Высшая школа, 1996. – 638 с.

4. Основы теории цепей/ Г.В. Зевеке, П. А. Ионкин, С.В. Страхов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.

В настоящее время электричество находит применение во всех без исключения сферах жизни и деятельности человека

Информационная техника и техника связи



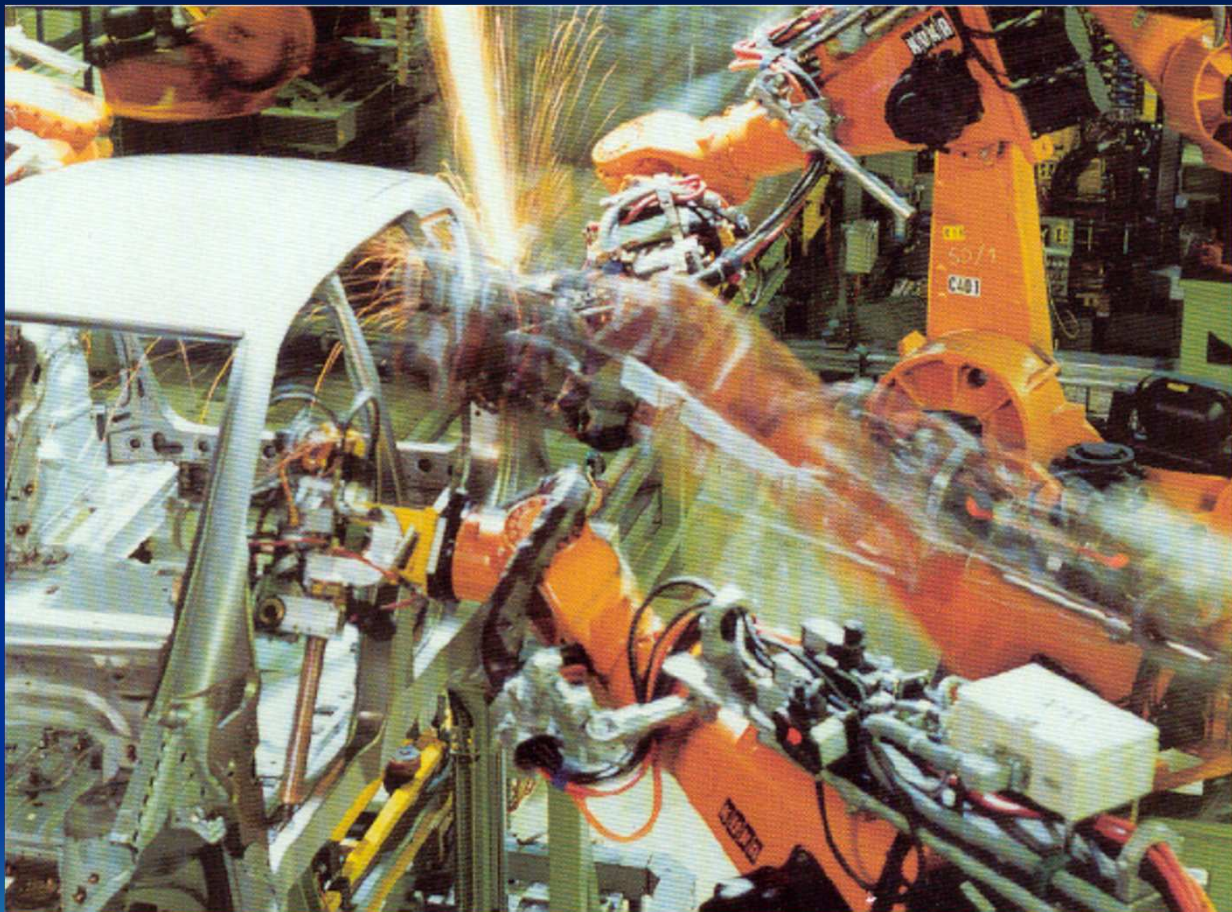
Автоматизация производства



Энергетика

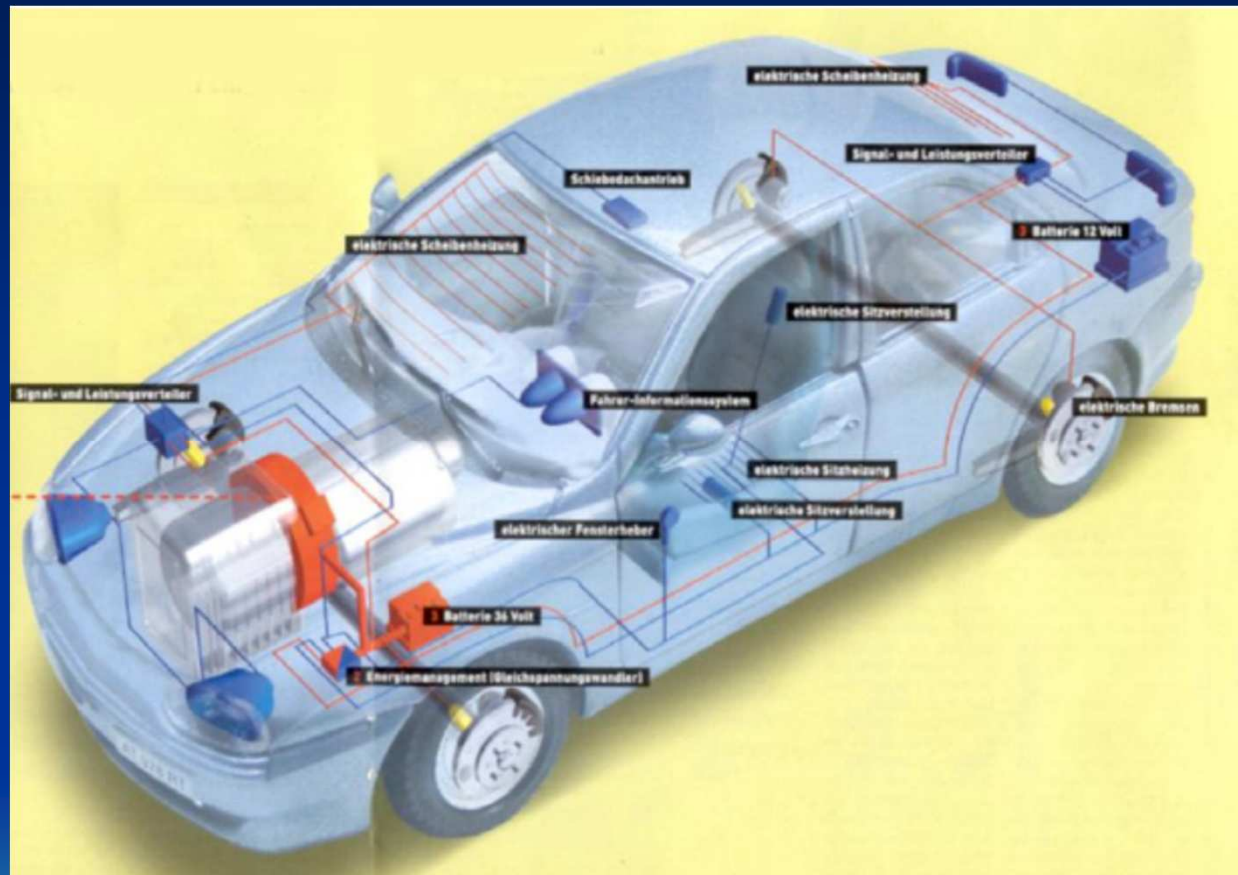


Пример технологического применения электричества:



Робот-сварщик

Пример применения электричества на транспорте:



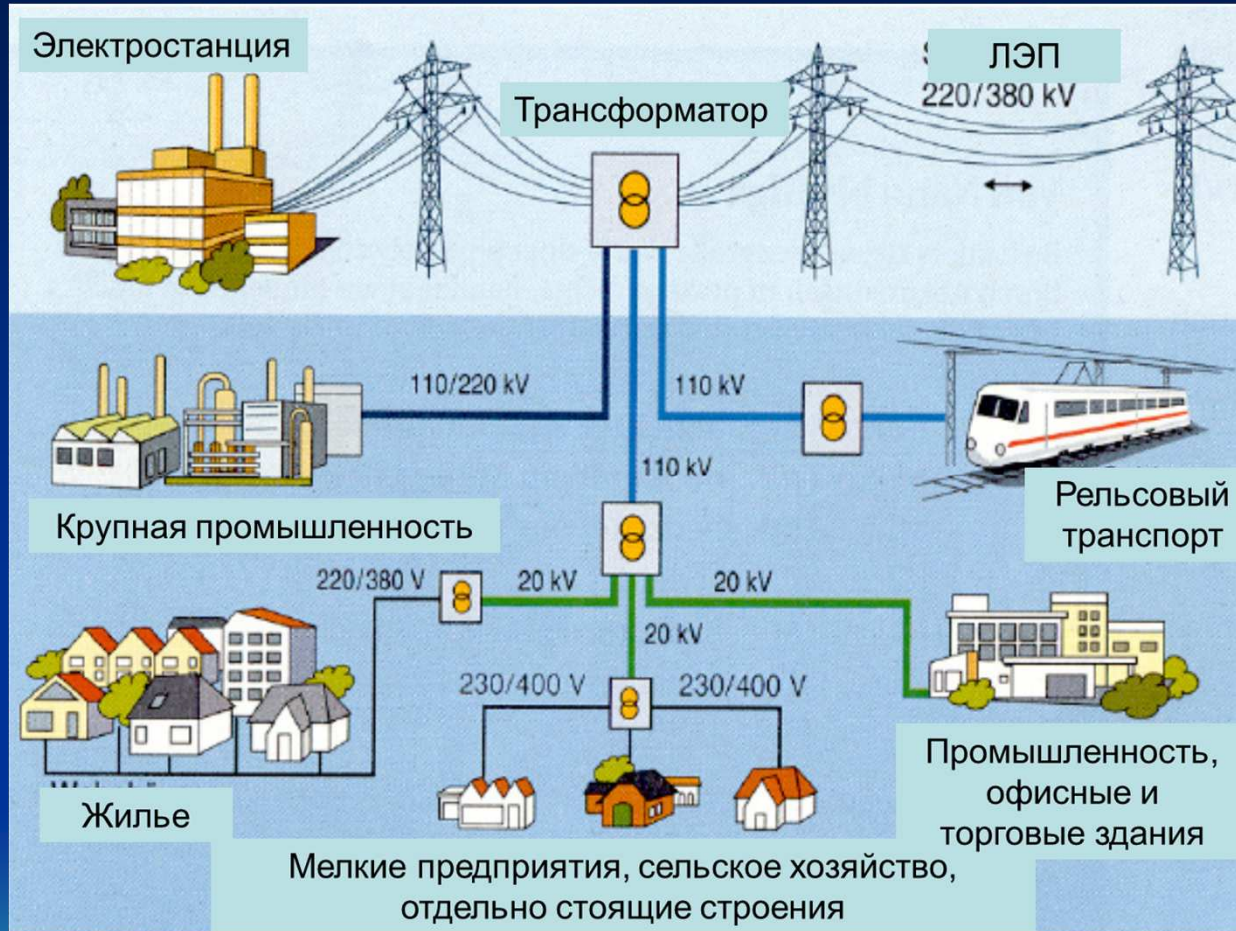
Электрооборудование автомобиля

Пример применения электричества на транспорте:



Городской электротранспорт

Пример электроэнергетической системы:



Пример электроэнергетической техники: Производство электроэнергии солнечными батареями



Пример электроэнергетической техники: Производство электроэнергии ветряными агрегатами



1 лекция

**Параметры
электрических цепей**



**Электрическая цепь – это
совокупность соединенных
проводниками источников
и приемников
электромагнитной энергии**

**Электрическая цепь
служит для передачи,
распределения и
преобразования
электромагнитной энергии**

**Источники преобразуют
различные виды энергии в
электромагнитную энергию
- аккумуляторы, электро-
машинные генераторы и
другие устройства**

Приемники

– это накопители и

потребители

электромагнитной энергии

**Накопители запасают и
затем отдают в цепь
электромагнитную энергию
- это индуктивные и
емкостные накопители**

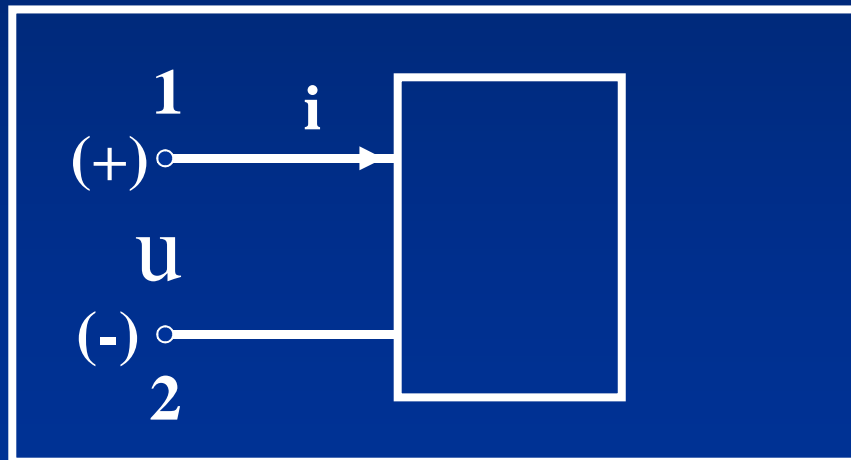
**Потребители преобразуют
электромагнитную энергию
в другие виды энергии –
это нагреватели, лампы,
двигатели и другие
устройства**

**Свое назначение
электрическая цепь
выполняет при наличии в
ней электрического тока
и напряжения**

Электрический ток

Ток – это упорядоченное движение зарядов, равное скорости их перемещения через поперечное сечение участка цепи

$$i = \frac{dq}{dt}, \quad A = \frac{K\mathcal{L}}{C}$$



Для однозначного определения тока за положительное направление достаточно выбрать одно из двух его возможных направлений

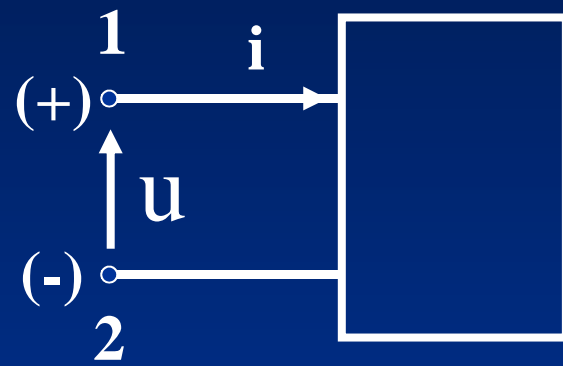
Напряжение

Напряжение равно энергии, затрачиваемой на перемещение единицы заряда из одной точки цепи в другую точку и равно разности потенциалов этих точек

$$u = \frac{dW}{dq} = \varphi_1 - \varphi_2, \quad B = \frac{Джс}{Кл}$$

Потенциал φ – это скалярная величина, определяемая с точностью до постоянной и равная работе по переносу единицы положительного заряда из данной точки в точку с $\varphi = 0$

**Положительное направление
напряжения связано с
принятым положительным
направлением тока, причем
ток течет от более высокого
потенциала (+) к более
низкому потенциалу (-)**



Мощность

Мощность характеризует преобразование энергии на участке цепи и равна скорости изменения этой энергии

$$p = \frac{dW}{dt} = u \cdot i, \quad Bm = \frac{Дэж}{C}$$

**Если $p > 0$ – то энергия
потребляется на данном
участке цепи, а если $p < 0$ –
то энергия генерируется
на этом участке цепи**

Постоянные ток и напряжение

Постоянные ток и напряжение неизменны во времени и генерируются источниками постоянного тока и напряжения, например: аккумуляторами, генераторами и т.д.

$$i = I$$

$$u = U$$

$$P = UI$$



Линейные элементы схем замещения



**Для облегчения расчета
и анализа цепей их заменя-
ют схемами замещения,
составляемые из пассивных
и активных элементов**

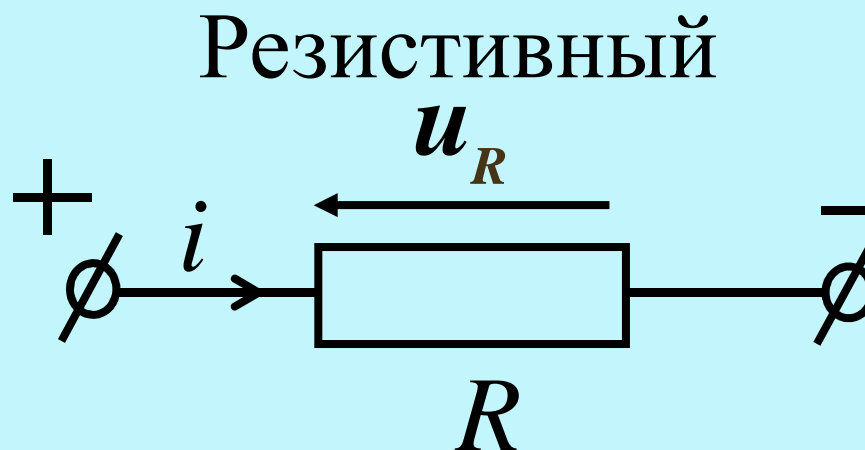
**Математическое описание
этих элементов отражает
реальные физические
процессы, происходящие
в электрических цепях**

Линейные цепи характеризуются линейными уравнениями для токов и напряжений и заменяются линейными схемами замещения

**Линейные схемы
замещения состояются
из линейных пассивных
и активных элементов,
вольтамперные характе-
ристики которых линейны**

**Пассивные
линейные элементы
схем замещения**

Элементы и их изображения



Взаимосвязь между напряжением и током

$$u_R = R \cdot i$$

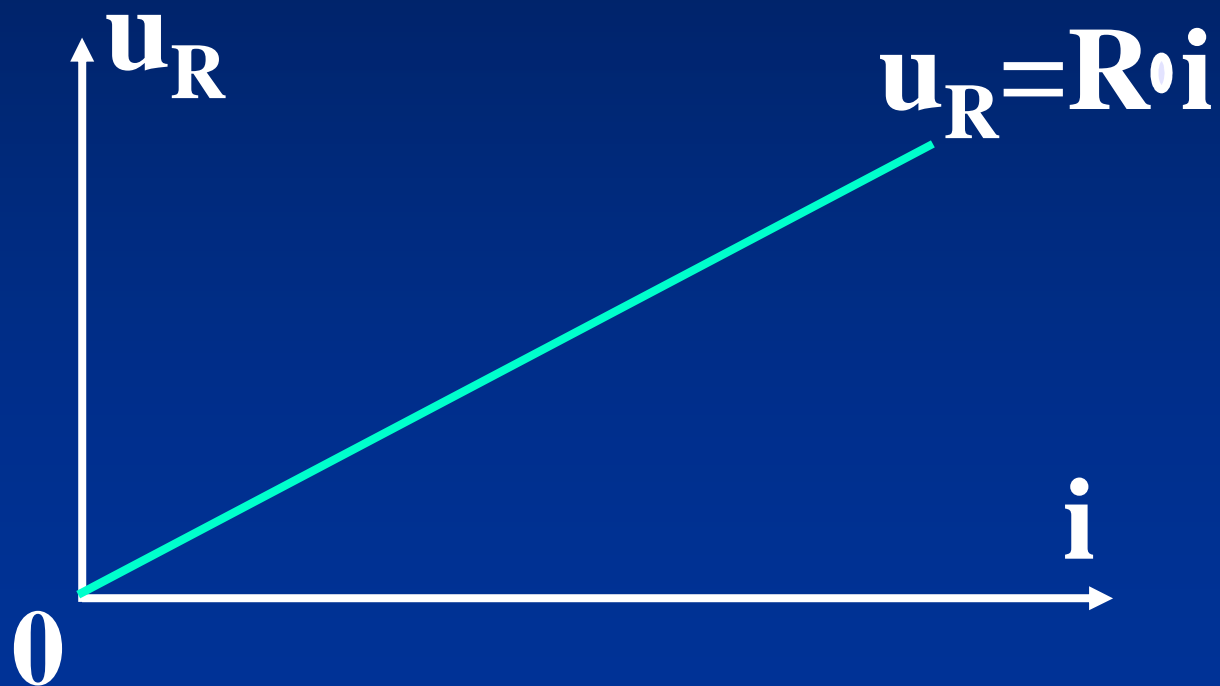
$$i = u_R / R$$

Мощность

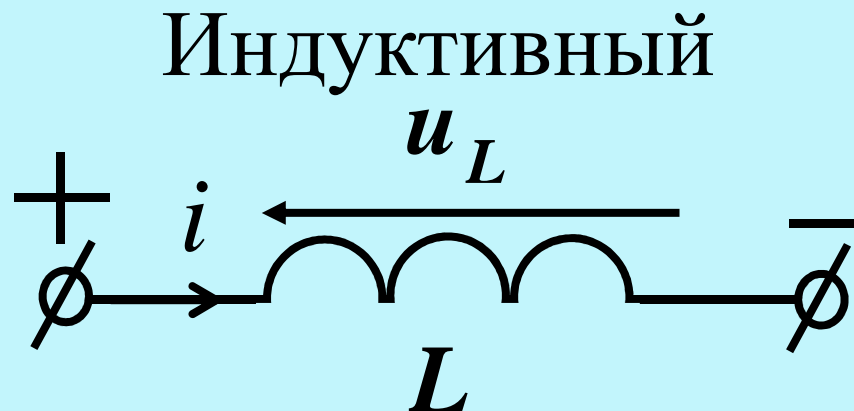
$$p = i^2 R = u_R^2 / R$$

**Резистивные элементы
необратимо преобразуют
электромагнитную энергию
в тепло, причем величина
сопротивления R (Ом)
постоянна**

Вольтамперная характеристика $u_R(i)$



Элементы и их изображения



Взаимосвязь между напряжением и током

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

$$i = \frac{1}{L} \int u_L dt$$

Энергия

$$W = \frac{Li^2}{2}$$

Индуктивные элементы

запасают

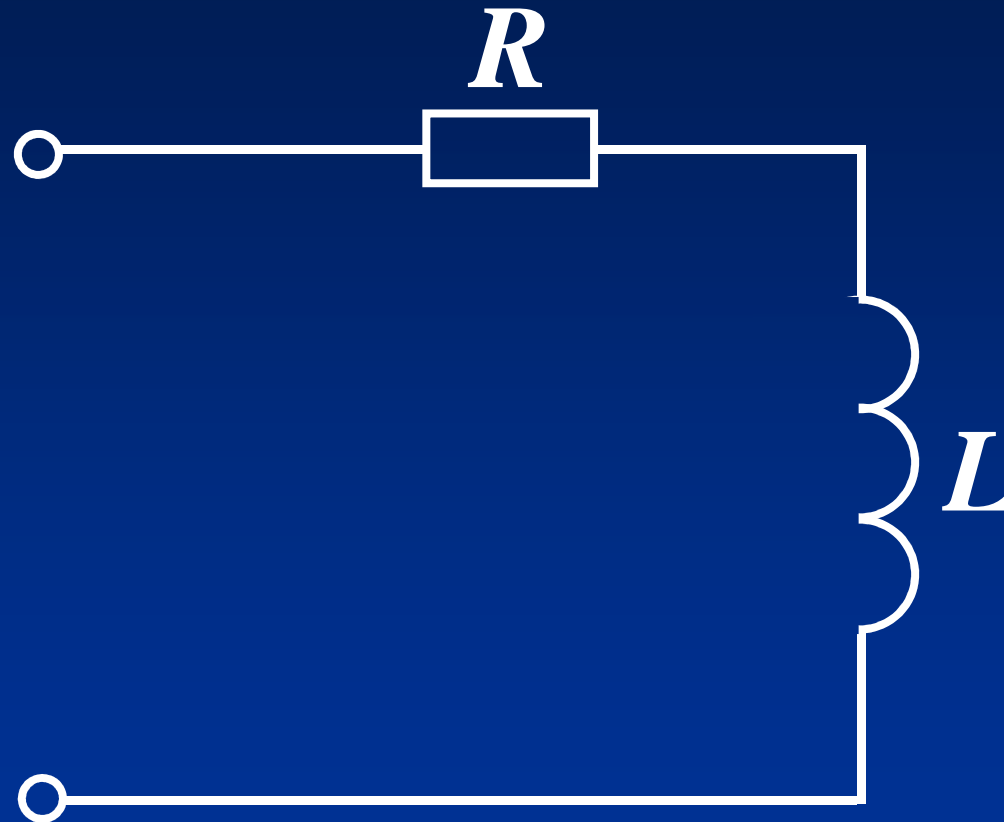
электромагнитную энергию

W в магнитном поле,

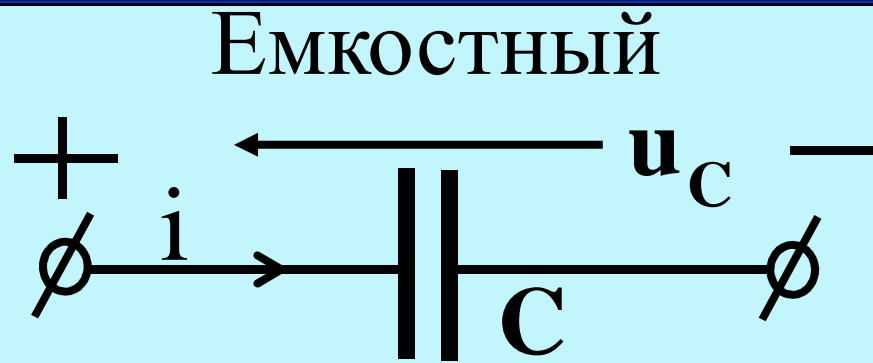
причем величина индук-

тивности L (Гн) постоянна

Схема замещения катушки



Элементы и их изображения



Взаимосвязь между напряжением и током

$$u_c = \frac{1}{C} \int i \, dt$$

$$i = C \frac{du_c}{dt}$$

Энергия

$$W = \frac{Cu_c^2}{2}$$

Емкостные элементы

запасают

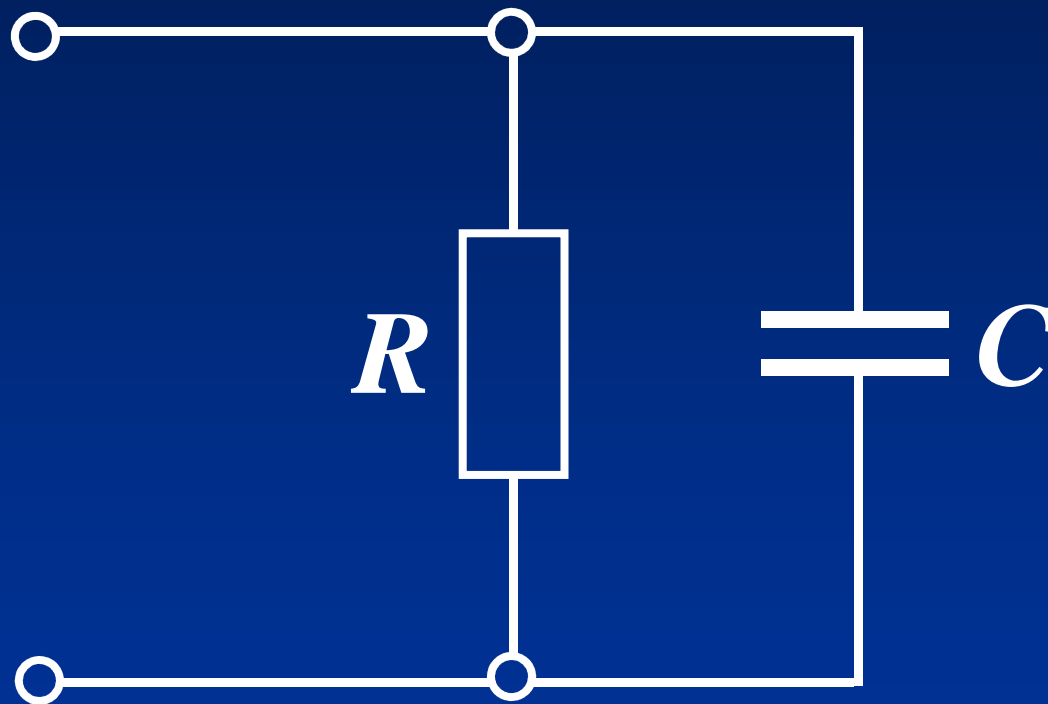
электромагнитную энергию

W в электрическом поле,

причем величина емкости

C (Ф) постоянна

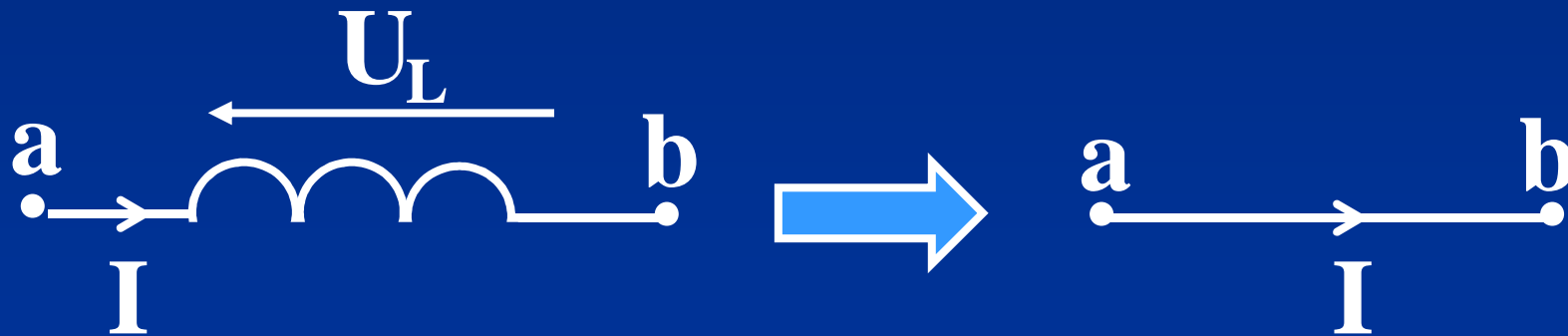
Схема замещения конденсатора



Примечания

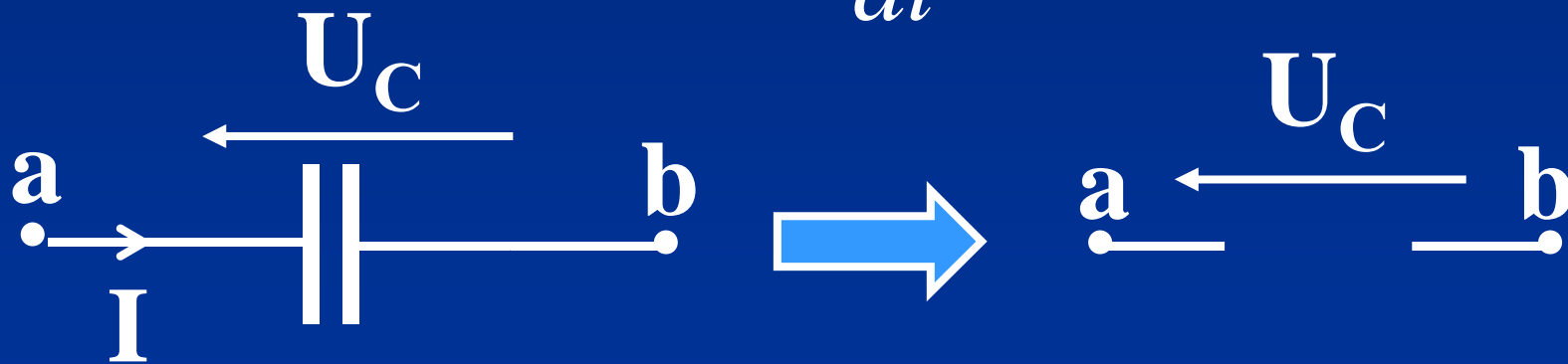
1. При постоянном токе индуктивный элемент - “закоротка”:

Так как $U_L = L \frac{dI}{dt} = 0$, то



2. При постоянном напряжении емкостный элемент - “разрыв”:

Так как $I = C \frac{dU_C}{dt} = 0$, то



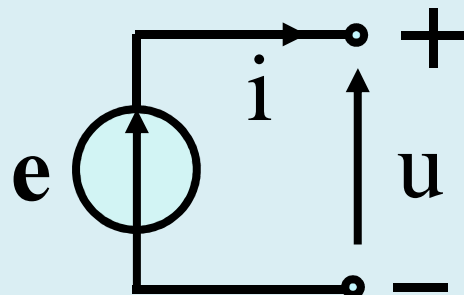
Активные линейные

элементы

схем замещения

Элементы и их изображения

Источник ЭДС e



Генерируемое напряжение

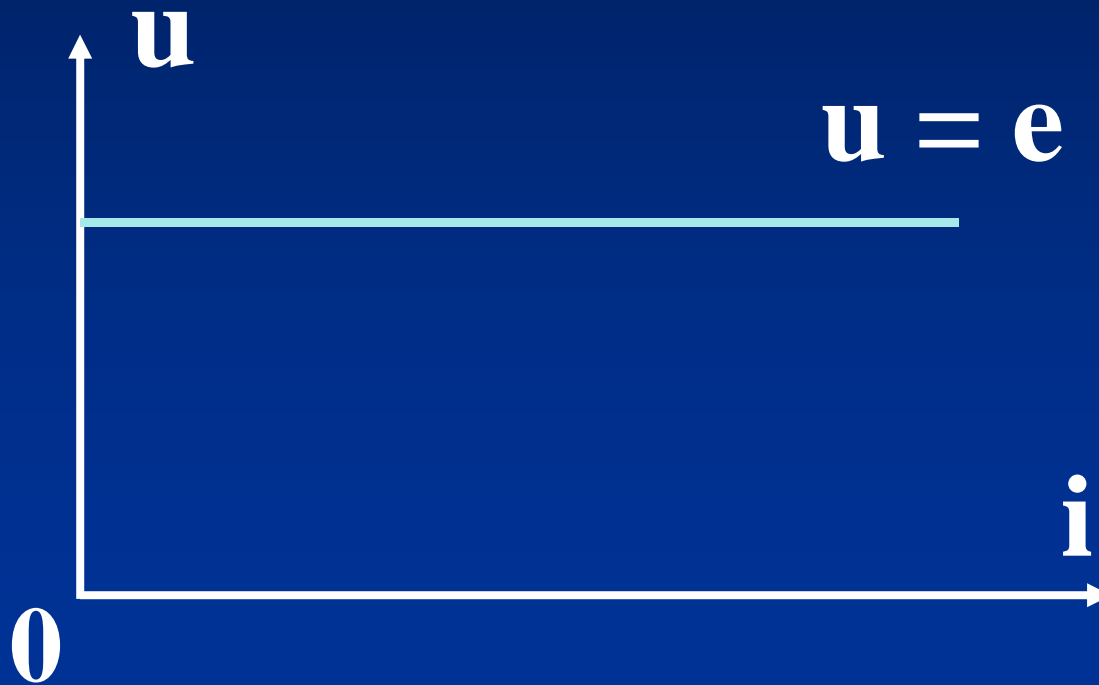
$$u = e$$

Генерируемая мощность

$$p = e \cdot i$$

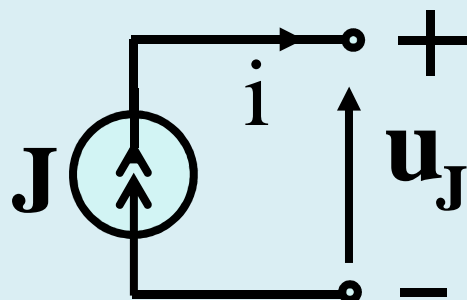
Идеальный источник ЭДС \mathcal{E} характеризуется напряжением u , которое не зависит от протекающего тока i , причем сопротивление этого источника равно нулю

Вольтамперная характеристика $u(i)$



Элементы и их изображения

Источник тока J



Генерируемый ток

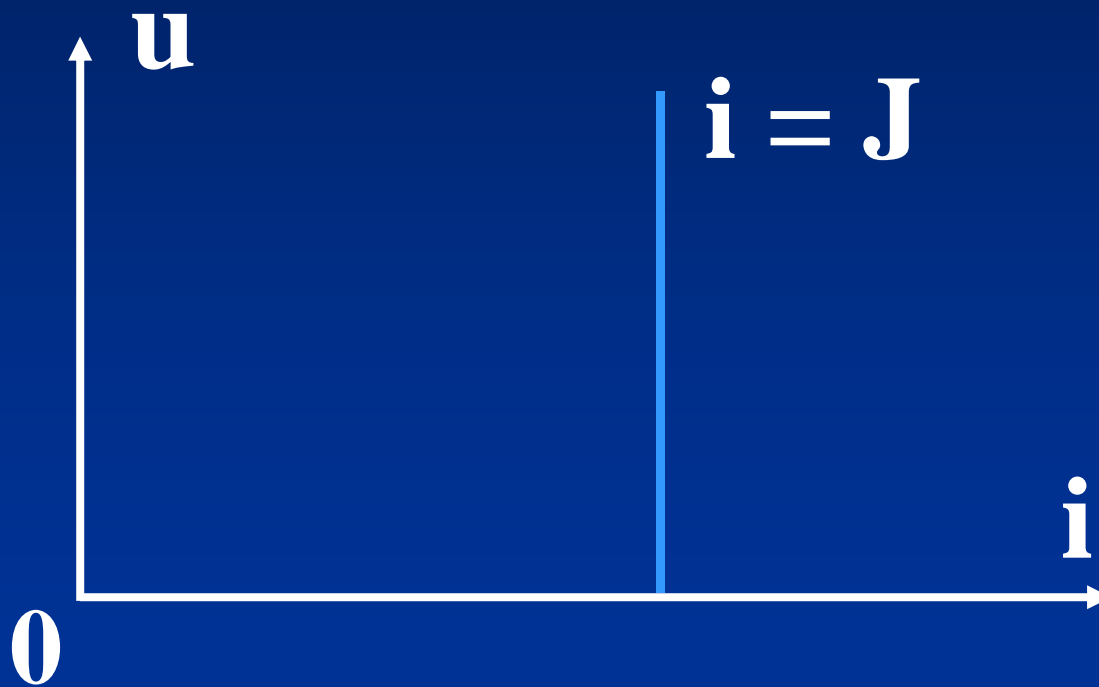
$$\mathbf{i} = \mathbf{J}$$

Генерируемая мощность

$$p = u_J \cdot J$$

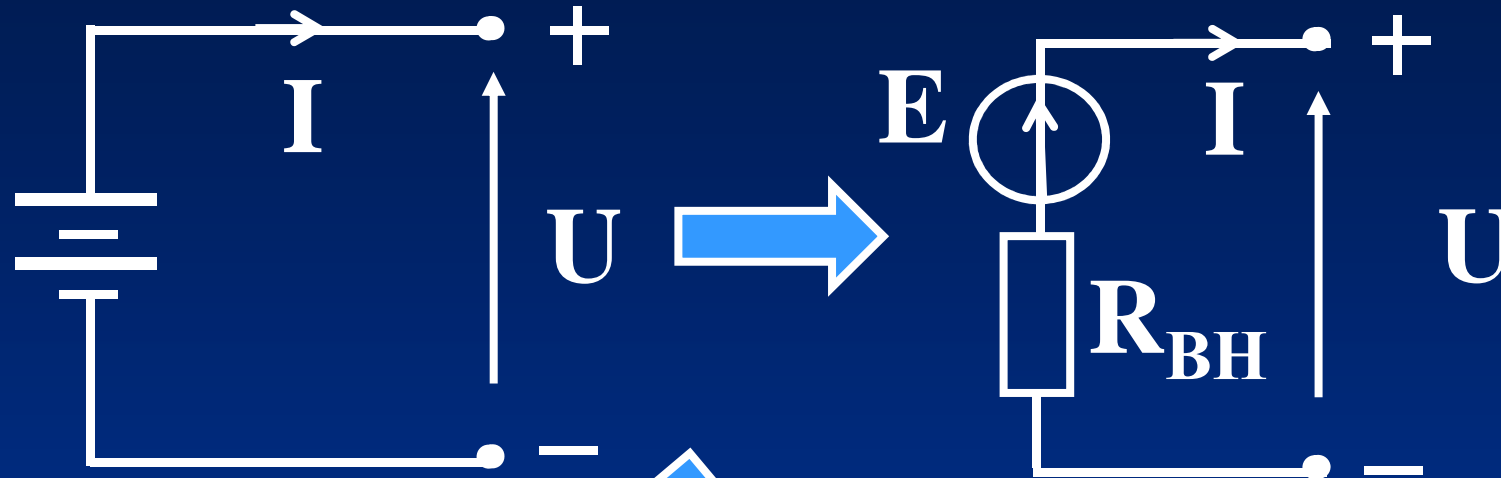
**Идеальный источник тока J
характеризуется током i , ко-
торый не зависит от его
напряжения u , причем
сопротивление его равно
бесконечности**

Вольтамперная характеристика $u(i)$

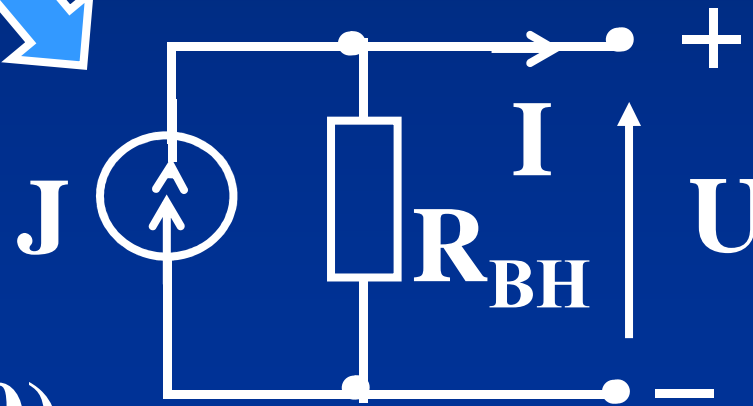


**Активные и пассивные элементы
применяются для составления
схем замещения реальных
источников электромагнитной
энергии**

Например, схема замещения аккумулятора:



$$E = U_{\text{ХХ}} \quad (I = 0)$$



$$J = I_{\text{КЗ}} = E / R_{\text{BH}} \quad (U = 0)$$

Топологические понятия

**Топологические понятия
применяются
при анализе и расчете
схем замещения электрических
цепей**

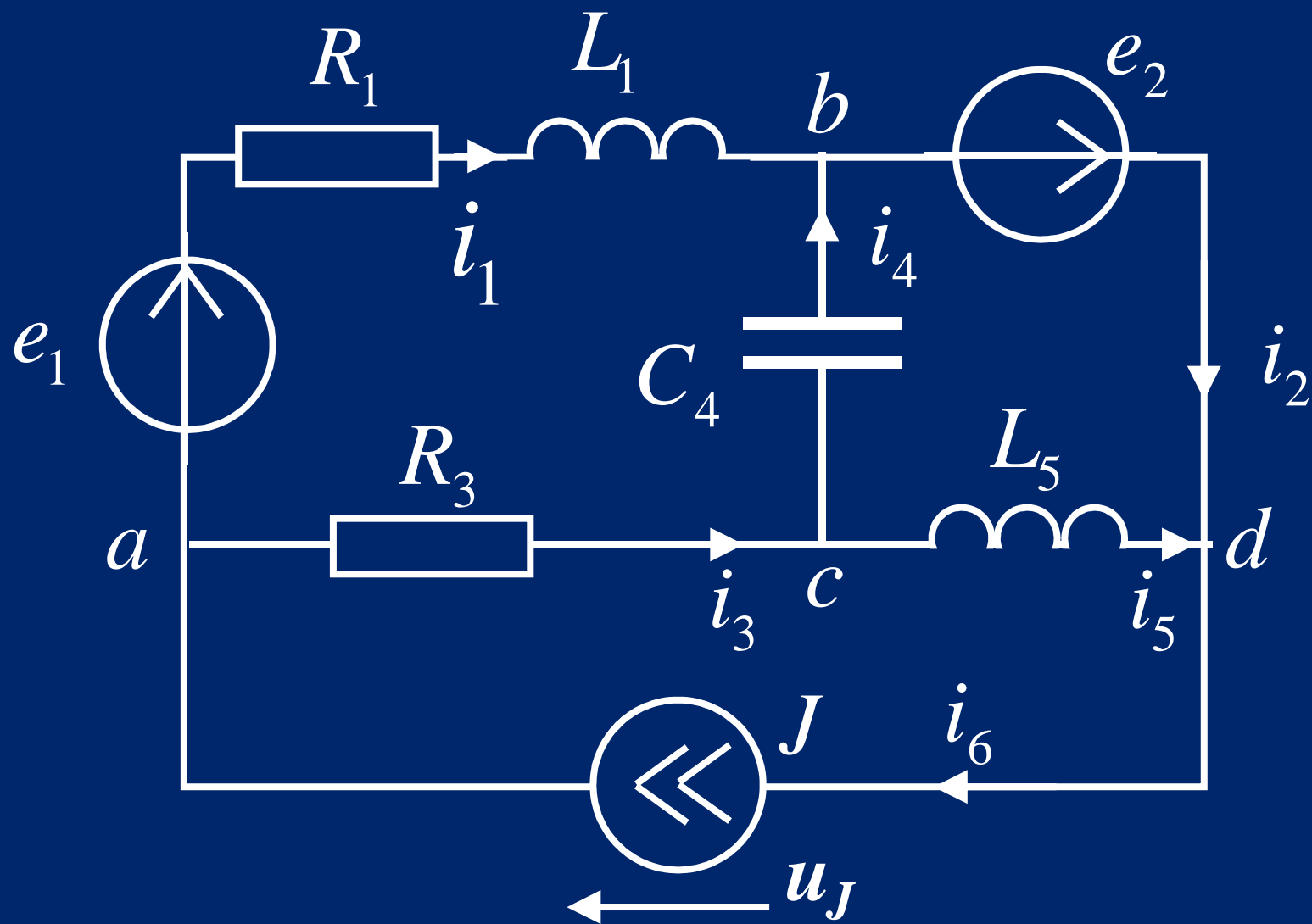
**Ветвь – это часть схемы,
содержащая элементы
цепи, по которой течет
один ток**

**Узел – это точка схемы,
к которой подходит
не менее трех ветвей**

**Контур – это замкнутая
часть схемы, образованная
ее ветвями, причем
в элементарный контур
не входят другие контуры**

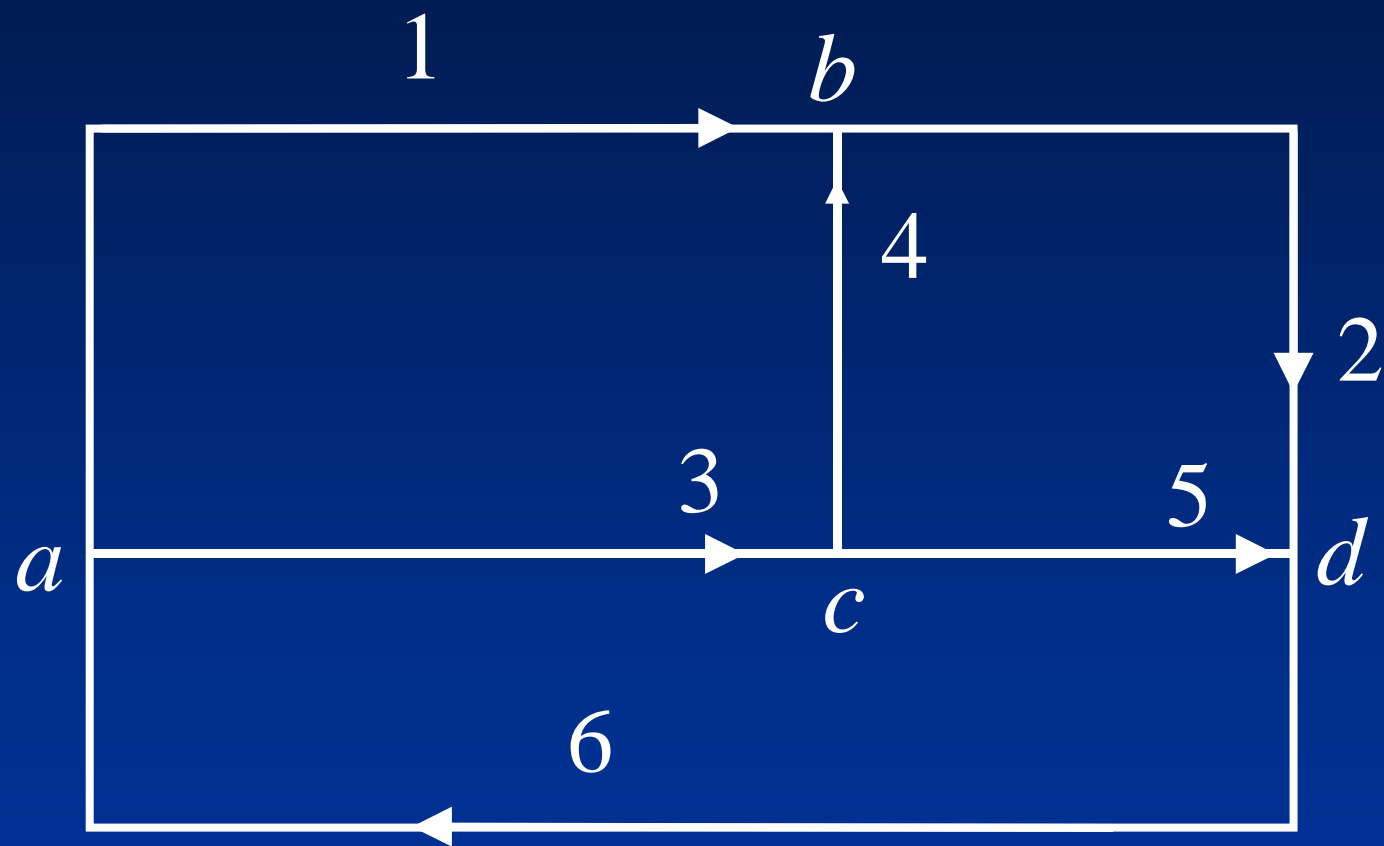
ПРИМЕР

Схема



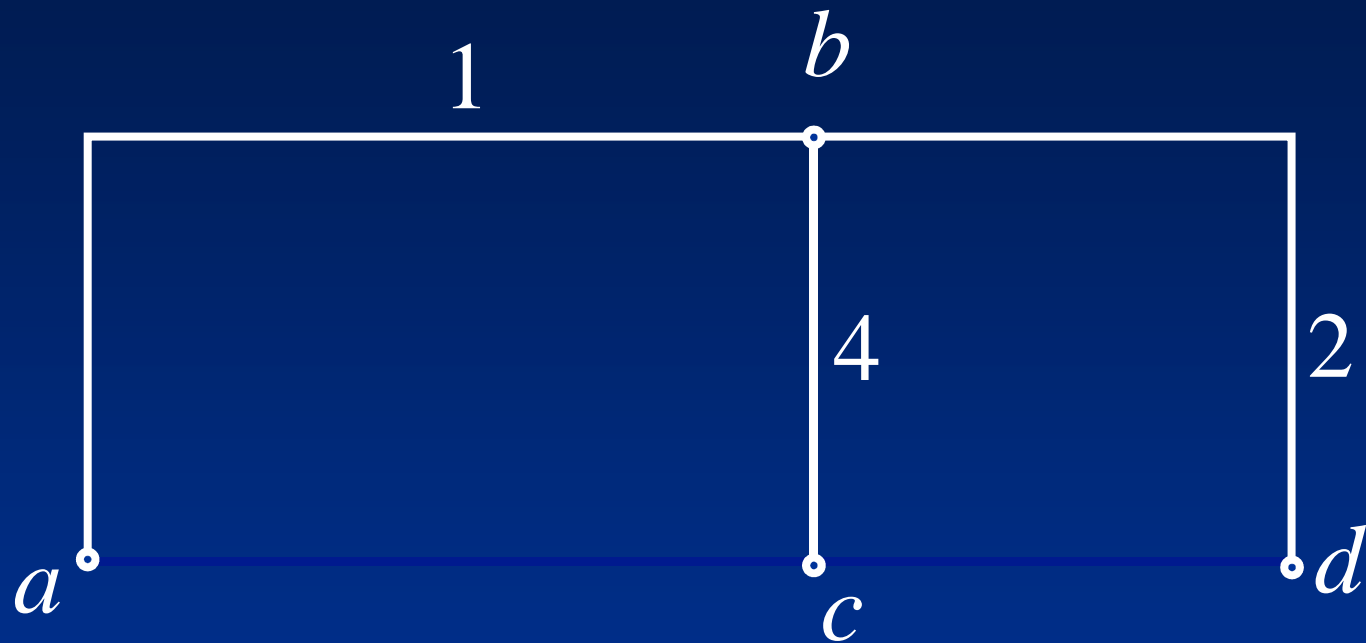
**Граф – это система из
узлов и ветвей, которая
отражает геометрическую
структуру схемы и
принятые направления
ТОКОВ**

Γραφ



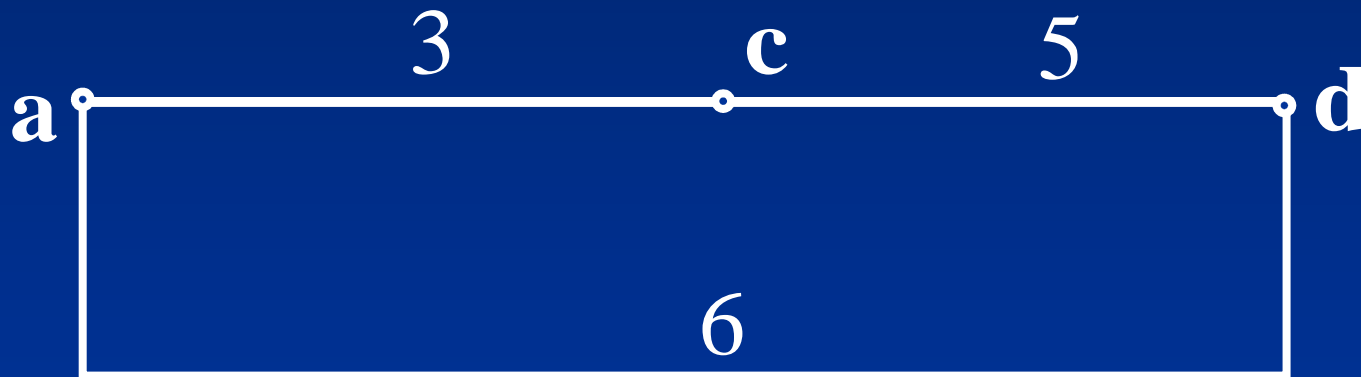
**Дерево – это часть графа,
содержащая без контуров
все узлы графа**

Дерево графа



**Хорды дополняют
дерево
до исходного графа**

Хорды графа



Главный контур

состоит из ветвей дерева

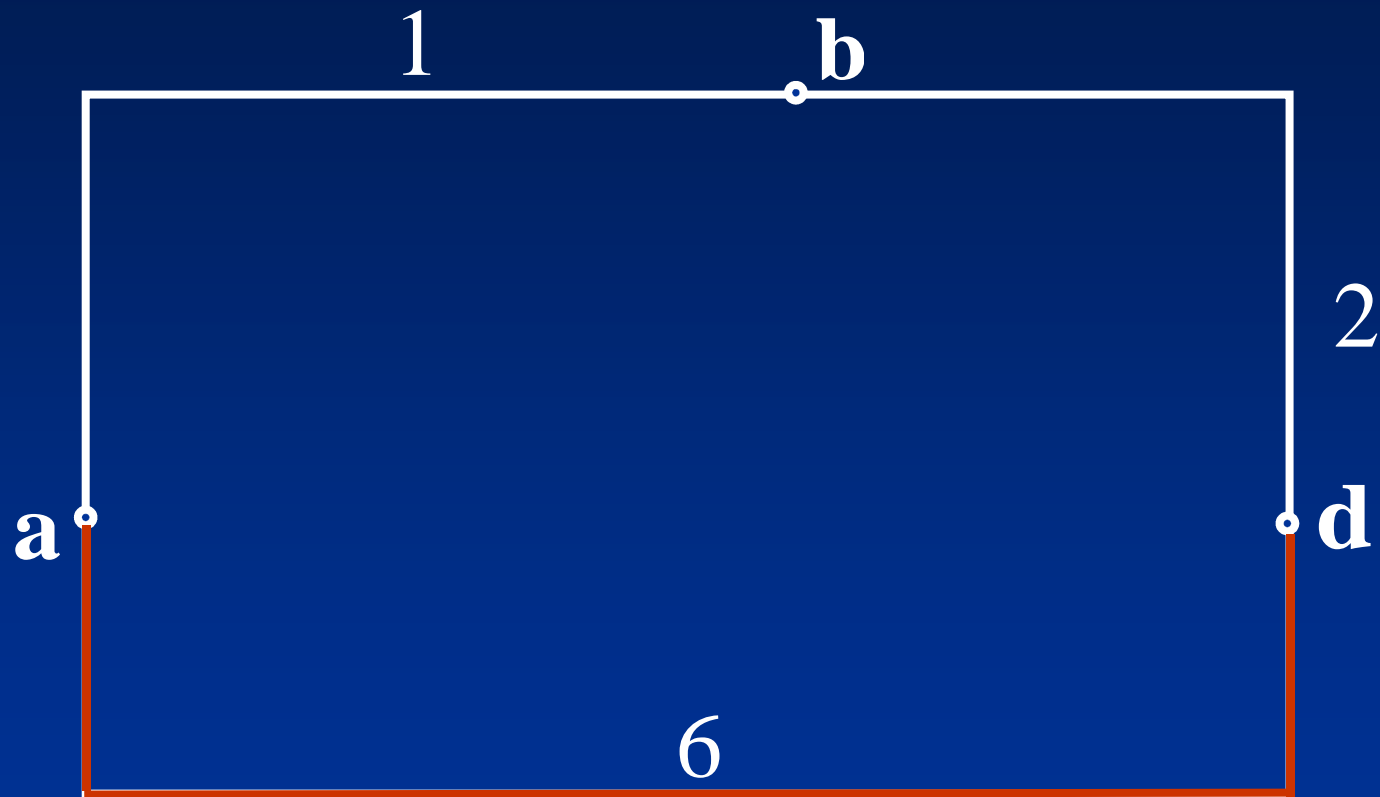
и только одной хорды,

причем число главных

контуров равно числу

хорд

Главный контур графа



**Главное сечение
состоит из хорд и
только одной ветви дерева,
причем число главных
сечений равно числу ветвей
дерева**

Главное сечение графа

