

# Общая

Записат

ь в

КОНСПЕКТ



Электротехника

# и электроника

(ОЭЭ)

Вид учебной работы	Очное обучение	
	Всего часов	№ семестра
		3
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия (всего)	70	70
В том числе:		
Лекции	42	42
Практические занятия		
Лабораторные работы	28	28
Самостоятельная работа (всего)	2	2
В том числе:		
Контрольная работа	1	1
Расчетно-графическая работа (задание)	1	1
Реферат		
Другие виды самостоятельной работы		
Промежуточная аттестация	зачет	зачет

Лектор и создатель презентации  
профессор кафедры основ судовой  
электроэнергетики (ОСЭЭ), к.т.н.

Быков Алексей Сергеевич

Лекции, тесты, информация по дисциплине находятся на СДО «Фарватер» сайта ГУМРФ, где **надо самостоятельно зарегистрироваться на СДО.**

После регистрации зайти на **СДО** в **Морскую академию**, специальность **«Судовождение»**, дисциплина **Общая электротехника и электроника**, там **пройти самостоятельно процедуру записи на курс.**

После прочтения преподавателем лекций по разделу необходимо пройти тест по данному разделу, по результатам которого будет выставлена оценка в журнале. **Лекции, совмещённые с конспектами можно**

**Зачёт будет выставлен по результатам посещения лекций, наличия рукописного конспекта, сдачи тестов, прохождения практических занятий, а также ответов на дополнительные вопросы.**

**Кроме указанных в названии дисциплины разделов в программу входят ещё**

**электрические машины и**

## Перечень учебной литературы

Название	Автор	Вид издания (учебник, учебное пособие и т.д.)	Место издания, издательство, год издания, кол-во страниц
<b>Основная литература</b>			
1. Курс электротехники	Касаткин А.С., Немцов М.В.	Учебник	М., Высшая школа, 2005 г. 542
2. Общая электротехника	Евдокимов Ф.Е.	Учебник	М., Высшая школа, 2004 г., 367
3. Общая электротехника и электроника	<u>Каракаев А.Б.</u> , <u>Луканин А.В.</u>	Учебное пособие	СПб.: ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2013.-148 с.
<b>Дополнительная литература</b>			
1. Общая электротехника и электроника. Часть 1.	Малышев Л.А., Мищенко В.Ф.	Учебное пособие	СПб., ГМА им. С.О.Макарова, 2002 г., 150.
2. Трансформаторы, электрические машины, основы электроники.	<u>Каракаев А.Б.</u> , Мищенко В.Ф., Семенов С.П.	Методические указания	СПб. ГМА им. С.О.Макарова, 2009 г., 48.
3. Общая электротехника и электроника.	<u>Каракаев А.Б.</u>	Методические указания к контрольным работам	СПб. ГМА им. С.О.Макарова, 2009 г., 16.
4. Учебное пособие по курсу электротехники и электроники	<u>Цуркин А.П.</u> , Мосолов Д.Н.	Учебное пособие	М., МГУЭСИ, 2008 г., 195.
5. Общая электротехника с основами электроники.	Данилов И.А. Иванов П.М.	Задачник по электротехнике	М., Высшая школа, 2005г. 254

Метрология, стандартизация и сертификация. Быков А.С. и др. Учебник /СПб. ГУМРФ, 2015.-244 с. (есть в библиотеке)

РАЗДЕЛ 1.

# Электрические цепи постоянного тока

Лекция 1

Записать в  
конспект

# Содержание



1. Основные понятия
2. Основные законы электрических цепей.
3. Характеристики и свойства источника напряжения
4. Основные режимы работы электрических цепей.



# 1. Основные понятия

## Электрическая цепь и её элементы

**Электрическая цепь** - это совокупность электротехнических устройств, предназначенных для генерирования, передачи и преобразования электрической энергии, соединенные между собой электрическими проводами.

Элементы электрической цепи делятся на 3 группы:

1. Генерирующие устройства (источники электрической энергии)
2. Приемные устройства (приемники электрической энергии)
3. Вспомогательные устройства

# 1. Основные понятия

## Электрическая цепь и её элементы

Электрическая цепь - это совокупность [redacted] устройств, предназначенных для генерирования, передачи и преобразования электр[redacted] энергии, [redacted] [redacted].

Элементы электрической цепи делятся на 3 группы:

1. [redacted] источники [redacted]
2. [redacted] приемники [redacted]
3. Вспомогательные устройства



# Электрическая цепь и её элементы (продолжение)

- Графическое изображение электрической цепи, содержащее условные изображения её элементов и показывающее их соединение, называется **принципиальной схемой** или **схемой электрической цепи**

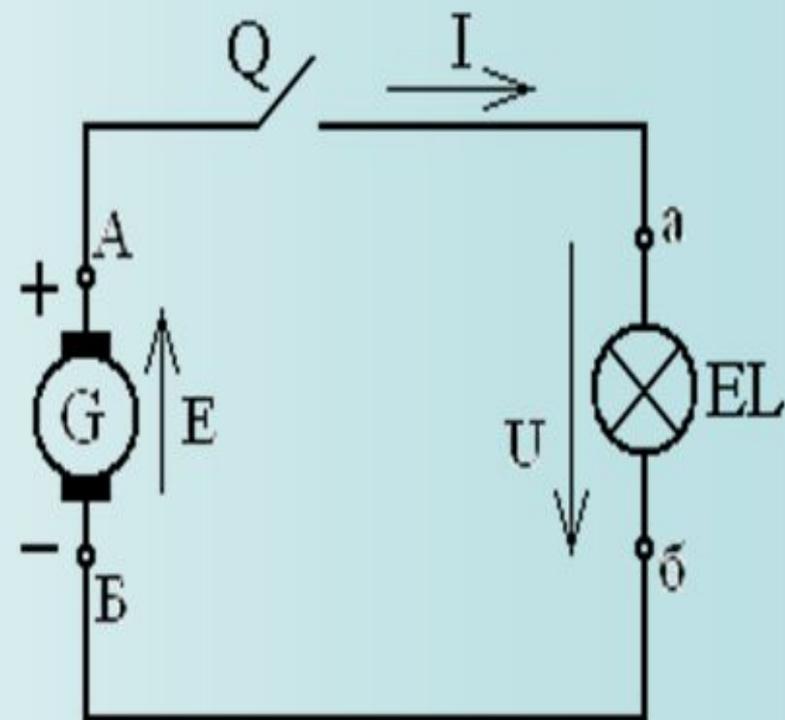


Схема простой электрической цепи

- Цепь содержащая один источник и один приемник электроэнергии называется **простой электрической цепью**.

# Записать

## В

Графическое изображение

## конспект



называется принципиальной  
схемой

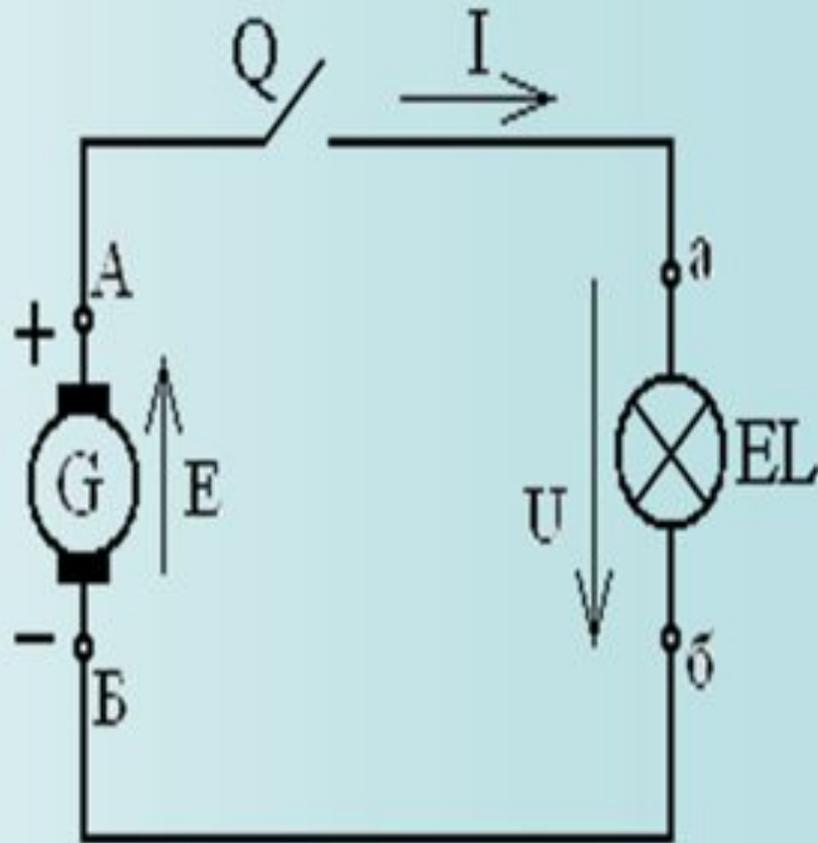


Схема простой электрической  
цепи

# Электрическая цепь и её элементы (продолжение)

Электрическая цепь содержащая несколько источников и приемников электрической энергии, соединенных между собой определенным образом называется сложной электрической цепью.

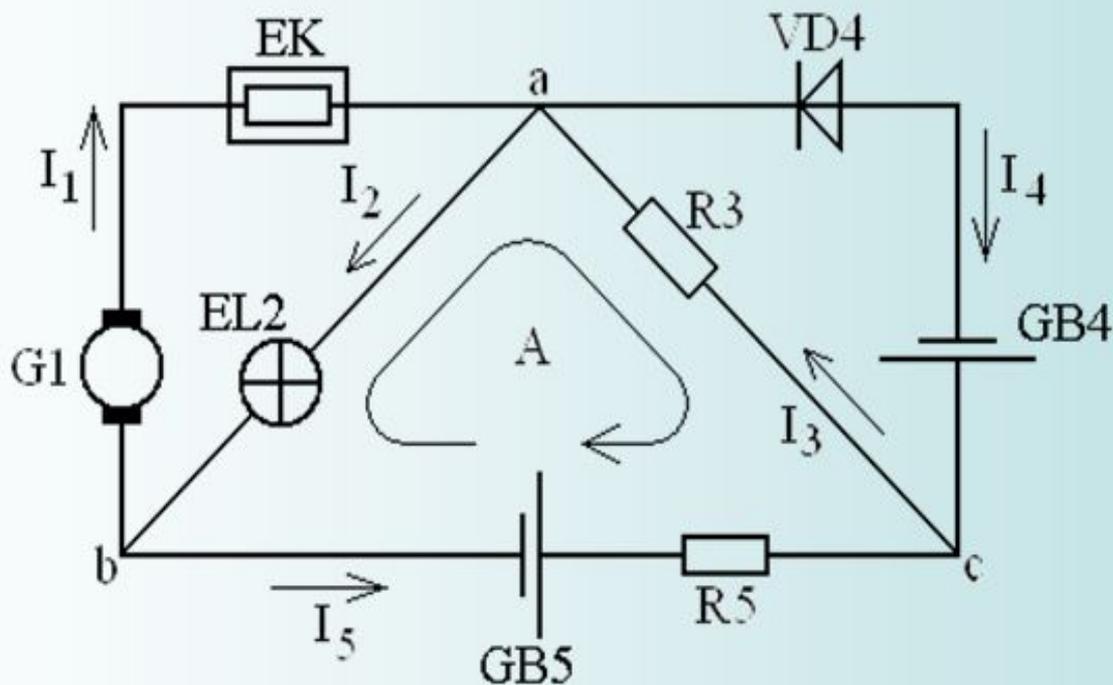


Схема сложной электрической цепи

[redacted] цепь содержащая несколько источников и приемников [redacted], [redacted] [redacted] называется сложной [redacted] цепью.

Записать в



# Топологические понятия в электрической цепи.

*Ветвь электрической цепи* – это неразветвленный участок электрической цепи, во всех элементах которого замыкается один и тот же электрический ток.

*Узел электрической цепи* – точка электрической цепи, в которой соединены несколько ветвей.

*Контур электрической цепи* – замкнутая часть электрической цепи, образованная несколькими ветвями.

В сложной электрической цепи может быть несколько ветвей, несколько узлов и несколько контуров.

# Топологические понятия в электрической цепи.

Записать в  
конспект

**Ветвь** [ ] – это неразветвленный участок [ ] цепи, во всех элементах которого протекает один и тот же [ ] ток.

**Узел** [ ] – точка [ ] цепи, в которой соединены несколько ветвей.

**Контур** [ ] – замкнутая [ ] цепь, образованная несколькими ветвями.

# Условно–положительные направления

Положительное направление ЭДС принимается от низкого электрического потенциала к высокому и обозначается стрелкой между двумя электрическими зажимами данного устройства.

Положительное направление напряжения принимается от высокого потенциала к низкому и обозначается стрелкой между соответствующими точками на схеме.

Положительное направление тока ветви всегда совпадает с положительным направлением напряжения на этой ветви и обозначается стрелкой рядом с этой ветвью.

# Условно–положительные направления

Записать в  
конспект

Положительное направление ЭДС принимается от низкого  
\_\_\_\_\_ потенциала к высокому \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ и тока  
Положительное направление напряжения принимается от  
высокого потенциала к низкому \_\_\_\_\_

# Параметры элементов электрической цепи

- Параметр электродвижущая сила ЭДС ( $E$ ) характеризует основное свойство источника электроэнергии создавать и поддерживать разность потенциалов на его зажимах. Единица ЭДС - вольт (В).
- Параметр активное сопротивление ( $R$ ) характеризует свойство элементов поглощать электрическую энергию и преобразовывать её в другие виды энергии. Сопротивление связывает мощность этого преобразования с током элемента:

$$P = R * i^2$$

Единица сопротивления - ом (Ом).

# Параметры элементов электрической цепи

Электродвижущая сила ЭДС ( $E$ ) характеризует основное свойство источника создавать

разность потенциалов. Единица ЭДС - вольт (В).

Сопротивление ( $R$ ) характеризует свойство элементов поглощать энергию

Единица сопротивления - ом (Ом).

Записать  
в

КОНСПЕКТ

# Параметры элементов электрической цепи (продолжение)

Параметр индуктивность ( $L$ ) характеризует свойство элемента цепи создавать магнитное поле и накапливать в нем энергию.

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

Единица индуктивности – генри (Гн).

Параметр емкость ( $C$ ) характеризует свойство элемента цепи создавать электрическое поле и накапливать в нем энергию.

$$W_{\text{Э}} = \frac{Cu^2}{2}$$

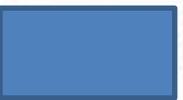
Единица емкости - фарад ( $\Phi$ ).

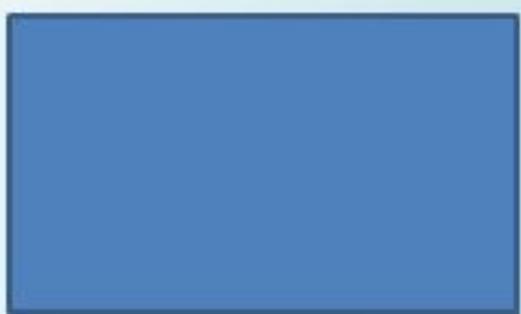
 индуктивность ( $L$ ) характеризует свойство элемента  создавать магнитное поле и накапливать в нем энергию.



Записать  
в  
конспект

Единица индуктивности – генри (Гн).

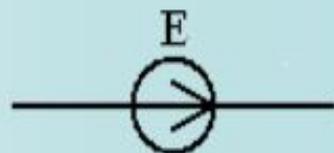
 емкость ( $C$ ) характеризует свойство элемента  создавать электрическое поле и накапливать в нем энергию.



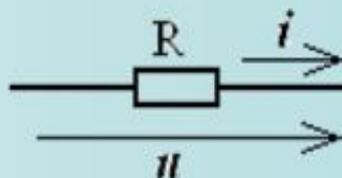
Единица емкости - фарад ( $\Phi$ ).

# Идеальные элементы электрических цепей

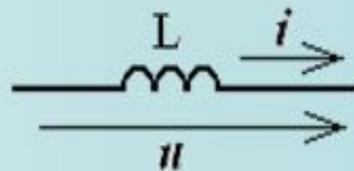
1. Идеальный источник ЭДС с параметром  $E$



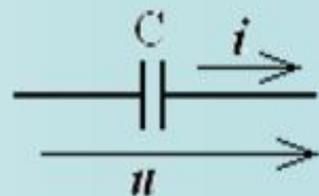
2. Идеальный резистивный элемент с параметром активное сопротивление  $R$



3. Идеальный индуктивный элемент с параметром индуктивность  $L$



4. Идеальный емкостный элемент с параметром емкость  $C$



# Идеальные элементы электрических цепей (продолжение)

Графическое изображение электрической цепи с помощью идеальных элементов, отражающих свойства реальных устройств, называется схемой замещения или расчетной схемой электрической цепи.

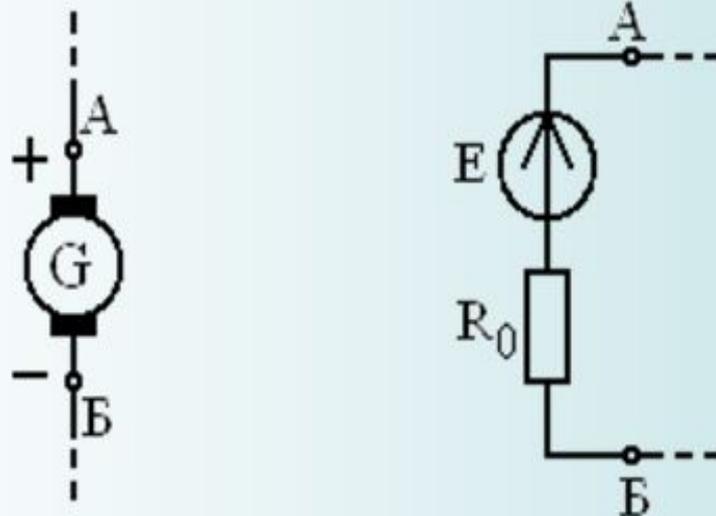
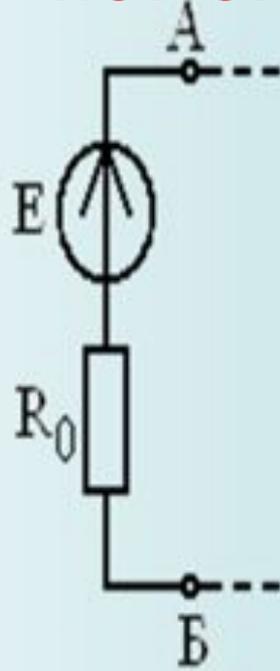


Схема замещения генератора постоянного тока

Графическое изображение [redacted] цепи с помощью идеальных элементов [redacted] называется схемой замещения или расчетной схемой [redacted].

**Записать в конспект**



# Соотношение тока и напряжения на идеальных элементах

Записать в

- [redacted] **конспект**

$$i = \frac{u}{R}$$

- [redacted]

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

- [redacted]

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

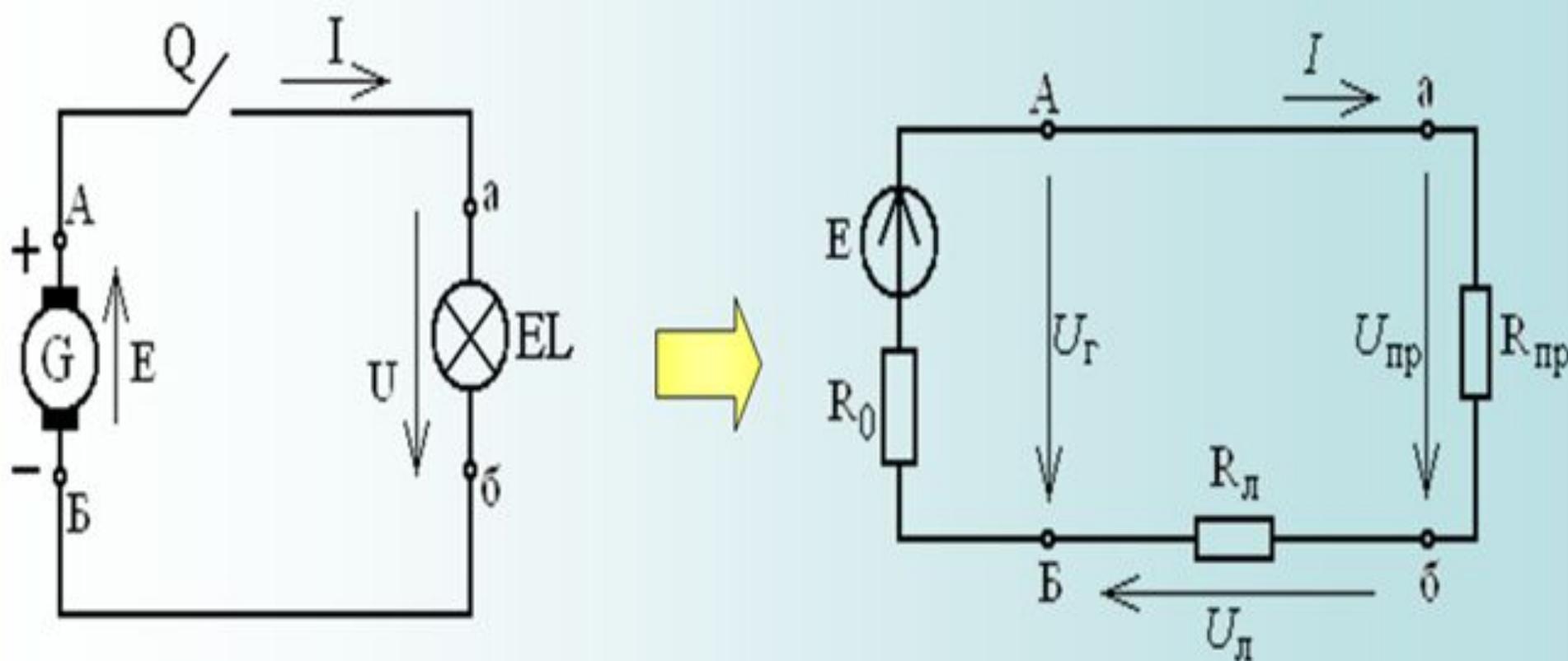


Схема замещения простой электрической цепи

Схема замещения отражает электромагнитные процессы, происходящие в элементах данной цепи, и позволяет провести расчет этой цепи

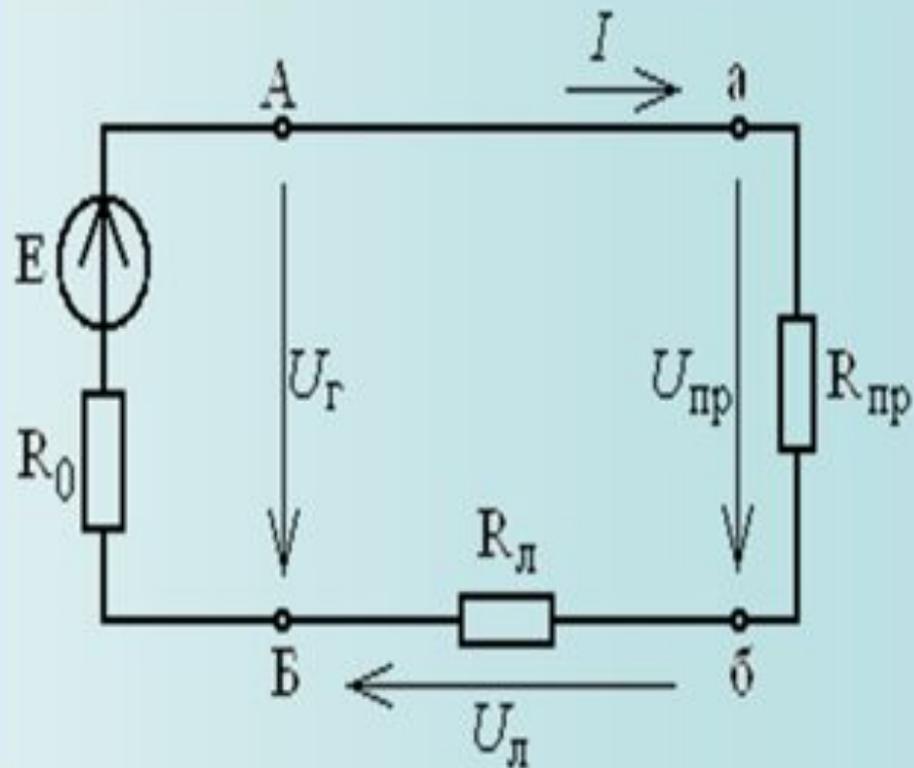


Схема замещения простой электрической цепи

**Записать в  
конспект**

Схема замещения

позволяет провести

расчет этой цепи

## 2. Основные законы электрических цепей.

Для расчета и анализа электрических цепей используются основные законы электрических цепей:

- закон Ома,
- *I* закон Кирхгофа,
- *II* закон Кирхгофа.

### *Закон Ома*

ток резистора пропорционален напряжению между его зажимами и обратно–пропорционален его сопротивлению:

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

## 2. Основные законы электрических цепей.

- закон Ома,
- *I* закон Кирхгофа,
- *II* закон Кирхгофа.

*Закон Ома*

Записать в  
конспект

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

1-й

закон Кирхгофа

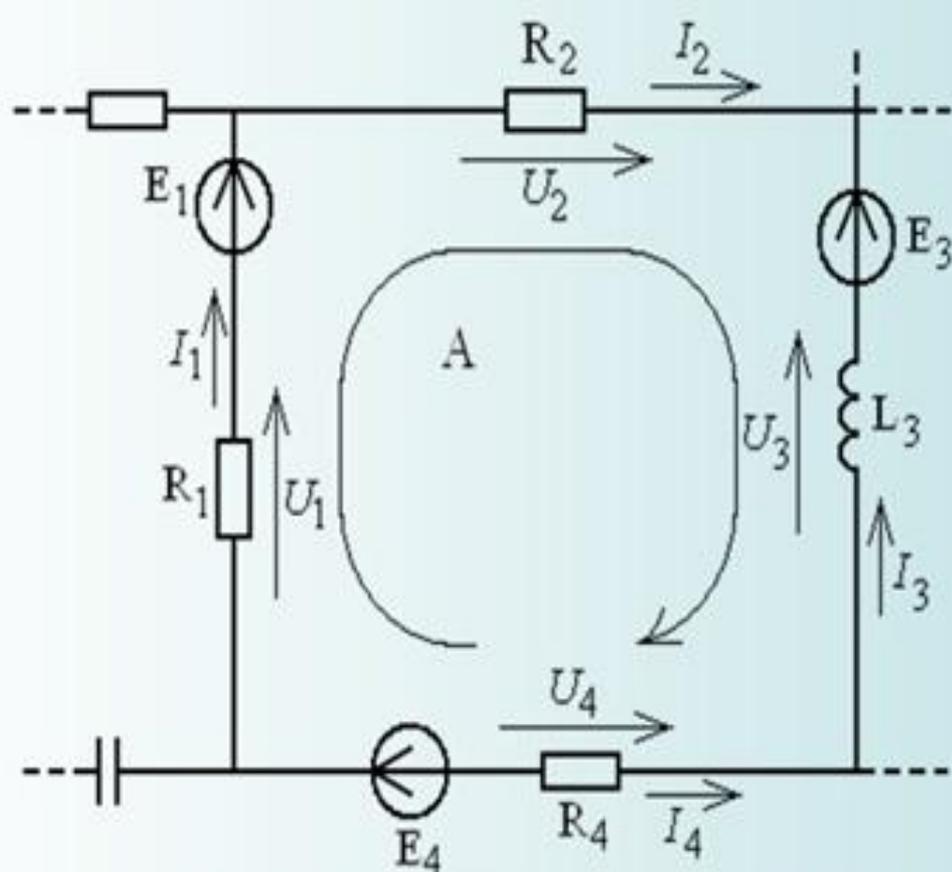
$$\sum I = 0$$

Записать в  
КОНСПЕКТ

2-й

закон Кирхгофа:

$$\sum U = \sum E$$



Контур электрической цепи

Для этого контура уравнение по второму закону Кирхгофа записывается в виде:

$$U_1 + U_2 - U_3 - U_4 = E_1 - E_3 + E_4$$

### 3. Характеристики и свойства источника напряжения

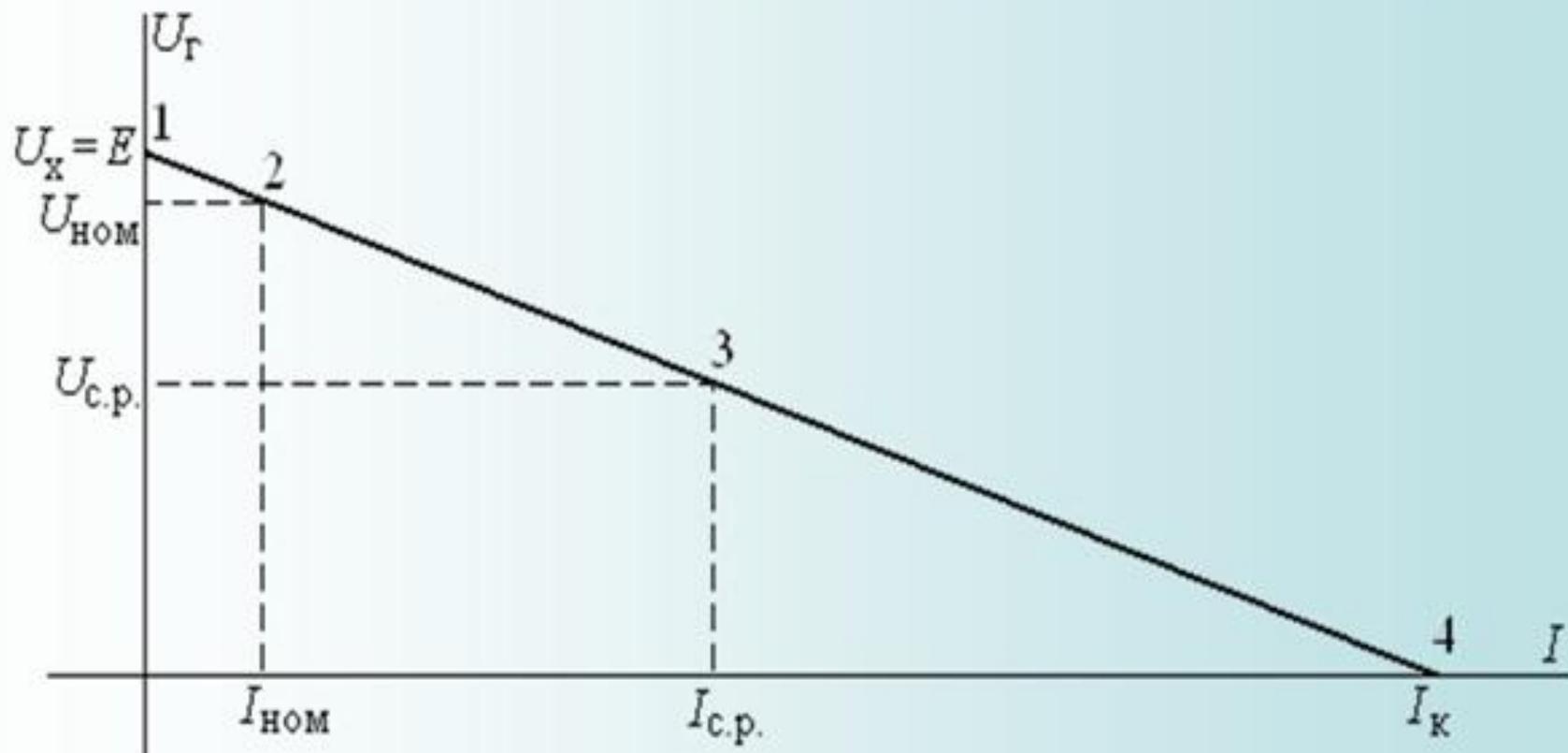
Записать в  
конспект

Внешняя характеристика источника напряени



$$U_{\Gamma} = E - R_0 \cdot I$$

Уравнение определяющее зависимость напряжения на зажимах источника от величины нагрузки. Эту зависимость называют внешней характеристикой источника напряжения



Внешняя характеристика генератора

$$U_{\Gamma} = E - R_0 \cdot I$$

Уравнение

называют внешней характеристикой источника напряжения



**Записать в  
конспект**

# Энергетический баланс в электрической цепи

Энергетический баланс определяет соотношение между генерируемой мощностью и потребляемой мощностью в электрической цепи

Мощность, генерируемая идеальным источником ЭДС

$$P_G = EI$$

Мощность, потребляемая идеальным резистором

$$P = RI^2$$

# Энергетический баланс в электрической цепи

Записать в  
конспект

коэффициент полезного действия определяет соотношение между генерируемой и потребляемой мощностью

Мощность, генерируемая идеальным источником ЭДС

$$P_G = EI$$

Мощность, потребляемая идеальным резистором

$$P = RI^2$$

$$R_{\text{пр}} I^2 + R_0 I^2 = EI \quad \text{или} \quad P_{\text{пр}} + P_0 = P_{\Gamma}.$$

$P_{\text{пр}}$  – мощность, потребляемая приемником

$P_0$  – мощность потерь энергии в источнике,

$P_{\Gamma}$  – мощность, генерируемая источником.

**Записать  
в  
конспект**

# 4. Основные режимы работы электрических цепей.

Записать в  
КОНСПЕКТ

- номинальный режим;
- режим холостого хода;
- режим короткого замыкания;
- согласованный режим работы.

# Номинальный режим

- Токи, напряжения, мощности всех элементов электрической цепи соответствуют их номинальным значениям  $I_{\text{НОМ}}$ ,  $U_{\text{НОМ}}$ ,  $P_{\text{НОМ}}$  установленным заводом - изготовителем.
- В этом режиме гарантируется надежная работа электрооборудования в течение длительного времени.
- Номинальные значения напряжения, тока и мощности берут за основу при расчетах электрических схем.
- По номинальному напряжению ( $U_{\text{НОМ}}$ ) рассчитывают изоляцию проводов и отдельных устройств.
- По номинальному току ( $I_{\text{НОМ}}$ ) определяют допустимый нагрев всех элементов. Нормально работает устройство когда

$$I \leq I_{\text{НОМ}}$$

# Записать в конспект

## Номинальный режим

- Токи, напряжения, мощности всех элементов электрической цепи соответствуют их номинальным значениям  $I_{\text{НОМ}}$ ,  $U_{\text{НОМ}}$ ,  $P_{\text{НОМ}}$  установленным заводом - изготовителем.

- Для источника электроэнергии номинальная мощность  $P_{\text{НОМ}}$  – это мощность, которую он отдает потребителю при  $U_{\text{НОМ}}$  и  $I_{\text{НОМ}}$ . На внешней характеристике источника его номинальному режиму работы соответствует точка 2.
- Номинальная мощность приемных устройств - это электрическая мощность, потребляемая при номинальном напряжении, т.е.  $P_{\text{НОМ}} = U_{\text{НОМ}} I_{\text{НОМ}}$

# Записать в конспект

- [Redacted]

[Redacted] На внешней характеристике источника его номинальному режиму работы соответствует точка 2.

---

## Режим холостого хода

- Возникает при отключении нагрузки, при обрывах цепи. В этом режиме можно принять сопротивление приемника  $R_{\text{пр}}$  бесконечно большим, а ток в цепи  $I_x = 0$ . Напряжение на зажимах генерирующего устройства в режиме холостой ход в соответствии с  $U_x = E$ .
- На внешней характеристике источника режиму холостой ход соответствует точка 1.
- Этот режим используется на практике для измерения  $E$  источника, которую определяют, подключив к его выходным зажимам электроизмерительный прибор – вольтметр.

# Записать в

## Режим холостого хода

### конспект

- Возникает при отключении нагрузки, при обрывах цепи.
- На внешней характеристике источника режиму холостой ход соответствует точка 1.

# Режим короткого замыкания

## Записать в конспект

- создается при замыкании накоротко выходных зажимов источника

- На внешней характеристике источника режиму соответствует точка 4.

- Большой ток короткого замыкания приводит к быстрому чрезмерному нагреву генератора и выходу его из строя.
- В большинстве электротехнических устройств короткие замыкания нежелательны, т.к. возрастание тока ведет к резкому увеличению выделения тепла в токоведущих частях и, следовательно, к выходу из строя электроустановок. Поэтому режим короткого замыкания является аварийным режимом и недопустим при эксплуатации электротехнических устройств и электрических цепей.

- Большой ток короткого замыкания приводит к быстрому чрезмерному нагреву генератора и выходу его из строя.

Записать в  
конспект

[redacted] режим короткого замыкания  
является аварийным режимом [redacted]

[redacted]

# Согласованный режим

## Записать в конспект

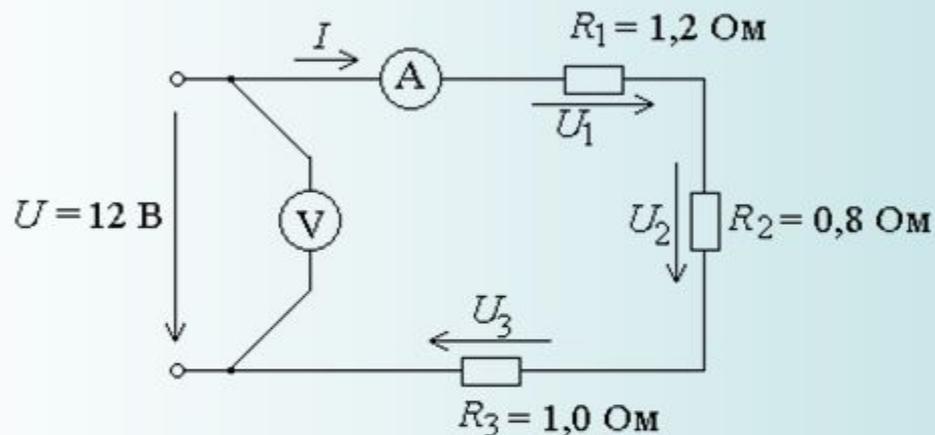
Характеризуется максимальной возможной мощностью передача энергии от источника к потребителю. Это возможно только при определенном соотношения сопротивлений приемника и источника.

# Записать в конспект

Мощность приемника максимальна, когда  $R_{\text{пр}} = R_0$ .

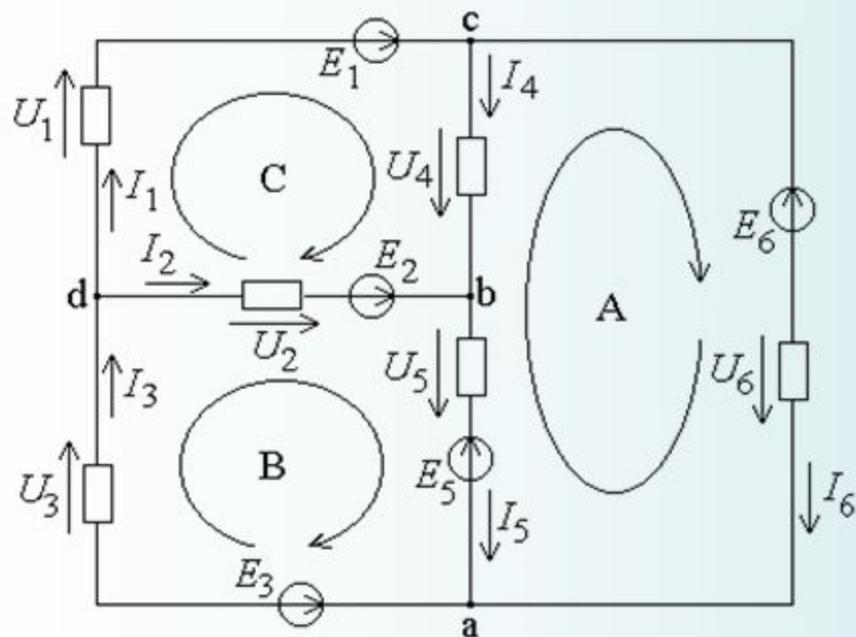
## Контрольные вопросы

**Ток в цепи 4,0 А. Напряжение на резисторе R2 равно ...В.**



- $U_2 = 3,2 \text{ В};$
- $U_2 = 12,0 \text{ В};$
- $U_2 = 5,0 \text{ В};$
- $U_2 = 3,0 \text{ В};$
- $U_2 = 12,8 \text{ В}.$

**Указать уравнение, составленное по первому закону Кирхгофа для приведенной схемы.**



$U_6 - U_5 - U_4 = E_5 - E_6;$

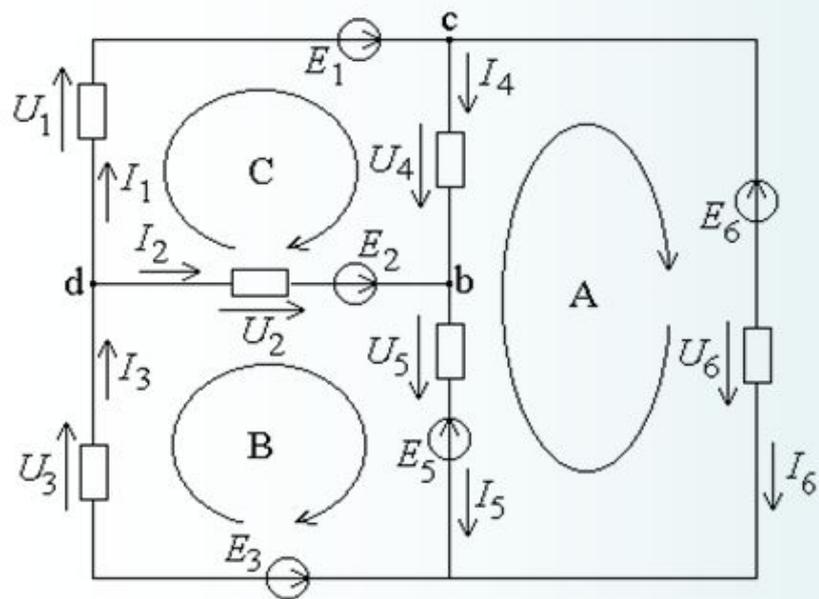
$I_1 + I_4 - I_2 = 0;$

$E_2 + E_5 = U_2 + U_4 - U_5;$

$-I_4 - I_5 + I_6 = 0;$

$I_6 + I_5 - I_3 = 0.$

Указать уравнение, составленное по второму закону Кирхгофа.



$U_6 - U_5 - U_4 = E_5 - E_6$

$U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 + U_6 = E_1 + E_2 + E_3 + E_5 + E_6$

$E_5 + E_6 = U_4 + U_5 + U_6$

$-I_4 - I_5 + I_6 = 0$

$I_3 - I_2 - I_1 = 0$