Областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Рязанский строительный колледж имени Героя Советского Союза В.А. Беглова» (ОГБПОУ РСК)

**Методическая разработка**

по

дисциплине

**«Электротехника и электроника»**

для выполнения практической работы по теме

**«Расчет цепи по законам Кирхгофа»**

**2025г**

Одобрена Составлена в соответствии

Методической комиссией с Федеральным

Специальностей государственным образо

08.02.08,23.02.03, вательным стандартом по

23.02.04 специальности 08.02.08

Протокол N 5 От «10 » 11 2025г

Председатель: МК Серова Г.Д…………………………………………..

Разработчик :преподаватель Есавкина Г.К………………………………

Аннотация

Методические рекомендации по выполнению практической работы предназначены в помощь студентам специальности 23.02.04,23.02.03,08.02.08 по дисциплине «Электротехника и электроника». В состав методических указаний включены расчетные формулы, электрические схемы, необходимые графики, таблицы ПУЭ и ГОСТ, библиографический список

СОДЕРЖАНИЕ

1.Основные формулы и определения…………………………………….4

2.Порядок решения задач на законы Кирхгофа………………………….4

3.Примеры решения задач на законы Кирхгофа………………………....5

4.Задачи для самостоятельного решения…………………………………11

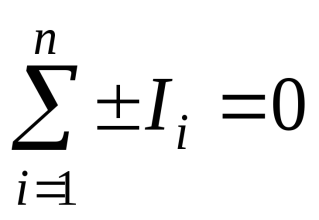
5. Библиографический список…………………………………………….13

**1.Основные формулы и определения.**

**Узлом** в цепи называют точку соединения более двух проводников.

**Первый закон Кирхгофа:**

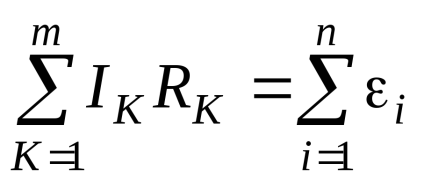
Алгебраическая сумма токов в узле равна нулю.

****

Токи, входящие в узел, считают положительными. Токи, выходящие из узла, считают отрицательными.

Второй закон Кирхгофа:

Алгебраическая сумма падений напряжений на всех участках замкнутой цепи равна алгебраической сумме ЭДС в этой же цепи

.

# 2. Порядок решения задач на законы Кирхгофа

1. Нарисовать схему цепи. На рисунке выбрать и показать направления токов на всех участках цепи, при этом надо учесть, что в узел токи не могут только входить или только выходить из узла. Это следует из первого закона Кирхгофа.

2. Выбрать замкнутые контуры обхода для применения второго закона Кирхгофа. Показать на рисунке направление обхода по контуру. Контуров может быть несколько. Число независимых уравнений, которые можно составить по второму закону Кирхгофа, меньше чем число контуров. Чтобы составить необходимое число независимых уравнений надо придерживаться следующего правила: Выбирать контуры так, чтобы в каждый новый контур входил хотя бы один участок цепи, которого бы не было нив одном ранее рассмотренных контуров.

3. Используя первый закон Кирхгофа можно написать ( *n* – 1) уравнений, где *n-*числоузлов в рассматриваемой цепи.

4. Воспользоваться вторым законом Кирхгофа и записать такое число уравнений, чтобы число уравнений, составленных по первому и второму законам Кирхгофа, равнялось числу неизвестных величин в задаче. При этом надо учитывать следующее правило знаков: падение напряжения на каждом участке записывается со знаком «+», если направление обхода по этому участку совпадает с направлением тока на нем. И наоборот, если обход совершался по этому сопротивлению обратно направлению тока, то ставится знак « – ».

ЭДС записывается со знаком «+» в том случае, когда направление обхода совпадает с направлением поля сторонних сил в источнике тока и наоборот.

Поле сторонних сил внутри источника всегда направлено от отрицательного полюса к положительному.

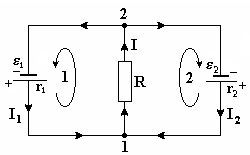
5. Решить полученную систему уравнений и найти искомые величины.

В результате решения полученной системы уравнений определяемые величины могут получаться отрицательными. Отрицательное значение тока указывает на то, что фактическое направление тока на данном участке цепи обратно тому, которое мы выбрали.

## 3. Примеры решения задач на законы Кирхгофа

П р и м е р 1.

Два элемента с одинаковыми ЭДС e1 = e2 = 2В и внутренними сопротивлениями *r*1 = 1 Ом, *r*2 = 2 Ом замкнуты на внешнее сопротивление *R*. Через первый элемент течет ток *I*1 = 1 А. Найдите сопротивление *R,* ток *I*2, текущий через второй элемент, и ток*I*, текущий через сопротивление *R*. Схема соединения показана на рисунке.

Дано:

ehttps://studfile.net/html/2706/35/html_sXlXIq6BQm.omx7/img-9CRhnE.png 1 = e2= 2 D;

*r*1= 1 Ом;

*r*2 = 2 Ом;

*I*1= 1 A

\_\_\_\_\_\_\_\_

Найти:

*I*2 =? *R=*?*I=*?

Решение:

1.Выберем направления токов на всех участках цепи так, как показано на рисунке. Видим, что в узлах 1 и 2 есть входящие и есть выходящие токи, значит, направления токов выбраны разумно.

2. Выберем контуры обхода и покажем направления обхода по ним. Контуров выбрали два и нарисовали направления обхода по ним.

3. Составим уравнение, используя первый закон Кирхгофа. Узлов два, поэтому можно составить только одно уравнение, например для первого узла:

*I*1 + *I*2 - *I* = *0*.

Токи, входящие в узел, пишем со знаком "+", а выходящие с знаком"–". Уравнение для второго узла будет тождественно первому.

4. Применим второй закон Кирхгофа для первого контура обхода. Падение напряжения на всех участках этого контура пишем со знаком «+», т.к. направление обхода на всех участках совпадает с направлением тока на этих участках

*U*å = *IR* +*I*1*r*.

В этот контур входит только один источник тока e1, и направление обхода по контуру совпадает с направлением поля сторонних сил, т.к. силы этого поля направлены от отрицательного полюса к положительному, т.е. вниз.

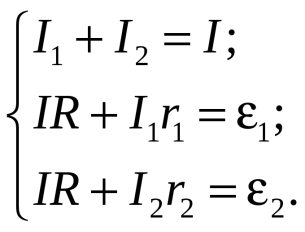
Запишем уравнение

*IR* + *I*1*r*1 = e1.

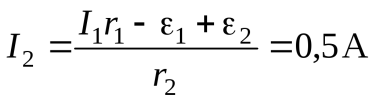
Для второго контура, рассуждая аналогично, получим *U*2 = +*I*2*r*2 + *IR*. ЭДС будет входить в уравнение также со знаком "+".

Второе уравнение имеет вид: *I*2*R*2 + *IR* = e2.

5. Получили систему из трех уравнений с тремя неизвестными.



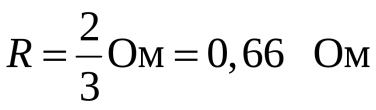
Решая систему, находим величину тока*I*2

.

Полный ток через сопротивление *R* равен сумме токов

*I* = *I*1 + *I*2 = 1,5 A.

Сопротивление R находим из одного из уравнений системы:

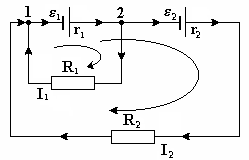
.

Ответ: ток через второй источник равен *I*2 = 0,5 А, суммарный ток

*I* = *I*1 + *I*2 = 1,5 А. Внешнее сопротивление *R* = 0,66 Ом.

П р и м е р 2.

Два одинаковых элемента имеют ЭДС e1 = e2 = 2 В и внутренние сопротивления *r*1 = *r*2 = 0,5 Ом. Найдите токи *I*1 и *I*2, текущие через сопротивления *R*1 = 0,5 Ом и *R*2 = 1,5 Ом, а также ток *I* через первый элемент. Схема заданной цепи изображена на рисунке.

Дано:

ehttps://studfile.net/html/2706/35/html_sXlXIq6BQm.omx7/img-znO7_e.png 1 = e2 = 2 В;

*r*1=*r*2=0,5 Ом;

*R*1= 0,5 Ом;

*R*https://studfile.net/html/2706/35/html_sXlXIq6BQm.omx7/img-_32plZ.png2 = 1,5 Ом

*I*1 – ?*I*2 – ?*I* – ?

Решение:

1. Выберем направления токов на всех участках так, как показано на рисунке. Видим, что в узлах 1 и 2 есть входящие и есть выходящие токи, значит, направления токов выбраны верно.

2. Выберем два контура обхода: большой и малый. Укажем направления обходов по контурам. Контуров обхода в заданной цепи можно выбрать три, но для нахождения трех неизвестных величин достаточно трех уравнений. Узлов всего два, поэтому можно составить только одно уравнение, применяя первый закон Кирхгофа. Недостающих два уравнения составим используя второй закон Кирхгофа.

3. Для первого узла запишем:

*I*2 + *I*1 – *I =* 0.

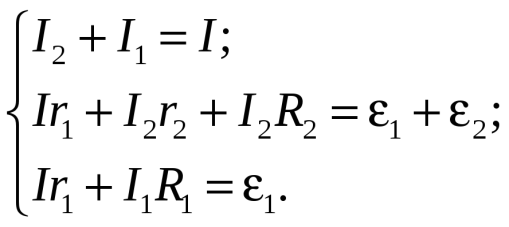
4. Учитывая правила определения знаков всех слагаемых при применении второй закон Кирхгофа для большого контура, получаем уравнение:

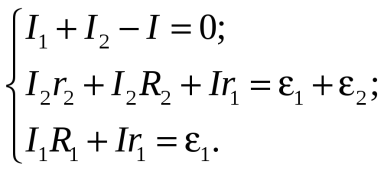
*I r*1 + *I*2*r*2 + *I*2*R*2 = e1 + e2.

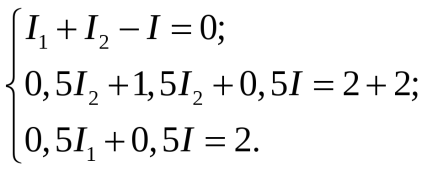
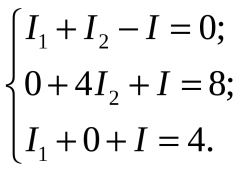
Для малого контура:

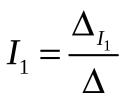
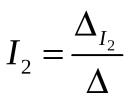
*I r*1 + *I*1*R*1 = e1.

5.Получили систему из трех уравнений с тремя неизвестными величинами *I*1; *I*2 и *I*.

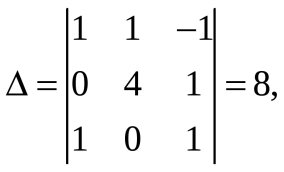
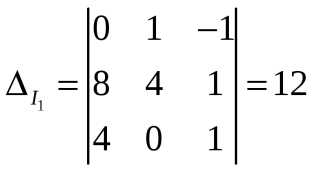
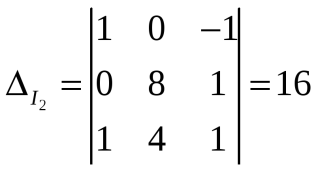


Решать систему линейных уравнений можно разными способами. В случае, когда система состоит из большого числа уравнений удобно пользоваться методом Крамера (методом определителей). Проиллюстрируем применение этого метода решения на нашей системе уравнений. Для этого перепишем систему ещё раз: 

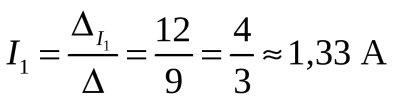
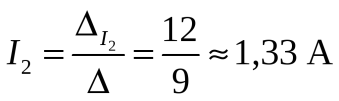
или в численном виде; если поделить правую и левую части второго и третьего уравнении на « 0,5» получим 

Искомые величины токов по методу определителей находятся следующим образом:  и ,

где определители https://studfile.net/html/2706/35/html_sXlXIq6BQm.omx7/img-JXv90j.png- определитель системы уравнений, https://studfile.net/html/2706/35/html_sXlXIq6BQm.omx7/img-DJ60A2.png и https://studfile.net/html/2706/35/html_sXlXIq6BQm.omx7/img-NBRMzY.png-определители, которые получаются заменой соответствующих столбцов определителя https://studfile.net/html/2706/35/html_sXlXIq6BQm.omx7/img-kruhP1.pngстолбцами, полученными из свободных членов уравнений образующих систему (с учетом заданных числовых значений). Запишем эти определители:

По приведенным выше формулам, получаем

 и .

Значение третьего тока можно найти аналогичным способом, но проще его значение получить из первого уравнения нашей системы:

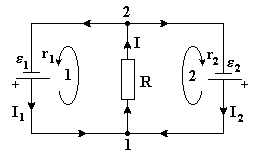
*I*2 + *I*1 – *I =*0или*I = I*2 + *I*1 = 1,33 + 1,33 = 2,66 А

Знаки у всех полученных значений силы тока положительные, это свидетельствует о том, что при произвольном выборе направлений токов, указанных на рисунке, все направления токов были выбраны правильно.

Ответ: *I*1 = 1,33 А ; *I*2= 1.33 А;*I* = *I*1 + *I*2 = 2.66 А.

П р и м е р 3.

εДва элемента с одинаковыми ЭДС 1 ε= 2 = 2В и внутренними сопротивлениями *r*1 = 1 Ом, *r*2 = 2 Ом замкнуты на внешнее сопротивление *R*ε. Через элемент с ЭДС 1 - течет ток *I*1 = 1 А. Найти сопротивление *R* и ток *I*2ε, текущий через элемент с ЭДС 2. Какой ток течет через сопротивление *R*. Схема соединения показана на рисунке.

Дhttps://studfile.net/html/2706/35/html_sXlXIq6BQm.omx7/img-INInAh.pngано:

ε1 ε= 2= 2 D;

*r*1= 1 Ом;

*r*2 = 2 Ом;

*I*1= 1 A

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*+I*2 - ?

*R* - ? *I* - ?

Выберем направления токов на всех участках цепи. Видим, что в узлах 1 и 2 есть входящие и есть выходящие токи, значит, направления токов выбраны разумно.

Выберем контуры обхода и покажем направления обхода по ним.

Составим уравнение, используя первый закон Кирхгофа для первого узла:

*I*1 + *I*2 - *I* = 0.

Токи, входящие в узел, пишем со знаком "+", а входящие с "–". Всего можно написать одно уравнение, т.к. второе будет тождественно первому.

Воспользуемся вторым законом Кирхгофа. Запишем уравнение для первого контура обхода. Падение напряжения на всех участках 1-го контура напишем со знаком «+», т.к. направление обхода на этих участках совпадает с направлением тока

*U*∑ = *IR* +*I*1*r*.

εВ этот контур входит только ЭДС 1, и направление обхода по контуру совпадает с направлением поля сторонних сил, т.к. силы этого поля направлены от отрицательного полюса к положительному.

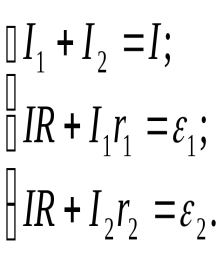
Запишем уравнение

*IR* + *I*1*r*1 ε= 1.

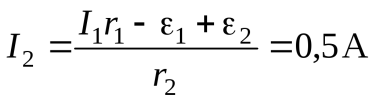
Для второго контура *U*2 = +*I*2*r*2 + *IR*. И ЭДС будет входить в уравнение также со знаком "+".

:Запишем уравнение *I*2*R*2 + *IR* ε= 2.

Получим систему из трех уравнений с тремя неизвестными.



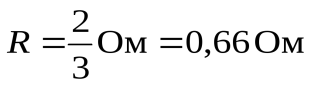
Решая систему, получаем

.

Полный ток через сопротивление *R* равен сумме токов

*I* = *I*1 + *I*2 = 1,5 A.

Сопротивление R находим из одного из уравнений

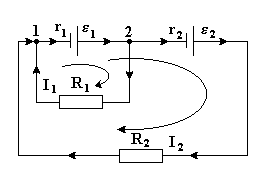
.

Ответ. Ток через второй источник равен *I*2 = 0,5 А, суммарный ток

*I* = *I*1 + *I*2 = 1,5 А. Внешнее сопротивление *R* = 2/3 Ом.

П р и м е р 4.

εДва одинаковых элемента имеют ЭДС 1 ε= 2 = 2 В и внутренние сопротивления *r*1 = *l*2 =0,5 Ом. Найти токи *I*1 и *I*2, текущие через сопротивления *R*1 = 0,5 Ом и *R*2 = 1,5 Ом, а также ток *I* через элемент с ЭДС. Схема изображена на рисунке.

Дhttps://studfile.net/html/2706/35/html_sXlXIq6BQm.omx7/img-k2J2Qa.pngано:

ε1 ε= 2 = 2 В;

*r*1 = r2 = 0,5 Ом;

*R*1= 0,5 Ом;

*R*2 = 1,5 Ом

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*I*1 - ?

*I*2 - ?

*I* - ?

Решение:

Выберем направления токов на всех участках. Запишем первый закон Кирхгофа для 1-го узла

*I*2 + *I*1 = *I* .

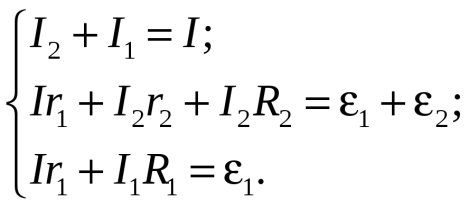
Выберем большой и малый контуры обхода. Для большого контура уравнение будет иметь вид:

*Ir*1 + *I*2*r*2 + *I*2*R*2 ε= 1 ε+ 2.

Для малого контура

*Ir*1 + *I*1*R*1 ε= 1.

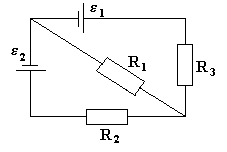
Получили три уравнения



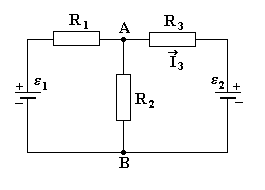
В эти уравнения входят три неизвестных величины *I*1; *I*2 и *I*. Решаем систему уравнений и находим

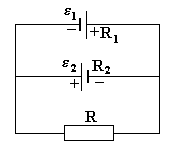
*I*1 = 2,28 А ; *I*2= 0,56 А;*I* = *I*1 + *I*2 = 1,72 А.

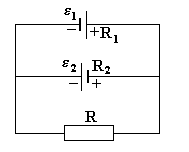
## 4. Задачи для самостоятельного решения

****1. ЭДС Ом, *R*2 = 10 Ом и *R*3 ε= 10 Ом элементов 1 ε= 2,1 В и 2 = 1,9 В, сопротивления *R*1 = 45.

Найти токи на всех участках цепи.

2. Определить разность потенциалов между точками А и В , если 1 ε=8 В, 2 =6 В, *R*1 = 4 Ом, *R*2 = 6 Ом, *R*3 + 8 Ом. Внутренними сопро­тив­ле­ниями источников тока пренебречь.

 3.Два источника тока с электродвижущими силами 1 ε= 12 В и 2 = 8 В и внутренними сопротивлениями *R*1 = 4 Ом и *R*2 = 2 Ом, а также проводник сопротивлением *R* = 20 Ом соединены, как показано на рисунке. Определить силы тока в реостате и источниках тока.

4. Определить силу тока в каждом элементе и направление на режимах реостата (см. верхний рисунок), если 1 = 12 В,*R*1 ε= 1 Ом, 2 = 6 В, *R*2 = 1,5 Ом и *R* = 20 Ом.



**Дополнительные источники**

сайт-школа электрика / electricalschool.info;

библиотека по электротехнике/school-collection.edu.ru;/

документы для электрика/www. Electric.org /modules.php.