

Рассмотрено  
на заседании ЦК  
Протокол № 5  
от « 17 » декабря 2022 г.  
Председатель ЦК  
В.Н.Карпова

открытого урока на тему  
«Закон Кирхгофа. Расчет электрических цепей»  
по общепрофессиональной дисциплине  
ОП.02 «Электротехника и электроника»  
в группе 91-Э очного обучения по профессии  
13.01.10 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию  
электрооборудования (по отраслям)»

Разработал преподаватель общепрофессиональной дисциплины  
Туркин Сергей Валерьевич 

2022 г.

Методическая разработка посвящена планированию и изучению  
Тема 1.1. «Электрические цепи постоянного тока».

Эта тема была подробно изучена на уроке с тематикой «Законы Кирхгофа. Элементы, схемы электрических цепей и их классификация». Поэтому можно построить комбинированный урок теоретического обучения с помощью наглядных методов и таким образом активизировать познавательную деятельность учащихся.

Методическая разработка содержит план теоретического занятия, информационный материал по двум закона Кирхгофа. Для контроля знаний студентов составлены лекция-презентация, карточки-задания и заготовка словаря технических терминов.

Методическая разработка предполагает комплексное применение педагогических технологий: технология игрового обучения, технологии контроля знаний, технология проблемного обучения, технических и информационных средств обучения – презентация, составленных мастером п/о.

## ПЛАН-КОНСПЕКТ УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ

ОП.02. Электротехника и Электроника

|                  |                                                                                         |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Дата             | 16.10.2019                                                                              |
| Тема             | Законы Кирхгофа, расчет электрических цепей                                             |
| Преподаватель    | Туркин С.В.                                                                             |
| Профессия        | 08.01.26 «Мастер по ремонту и обслуживанию энергосетей жилищно-коммунального хозяйства» |
| Группа           | 73-М                                                                                    |
| Место проведения | Электромеханическая мастерская                                                          |
| Тип занятия      | Усвоения новых знаний                                                                   |
| Вид занятия      | Лекция с элементами самостоятельной работы                                              |

### Задачи учебного занятия

#### Методические:

- активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся через использование информационно-коммуникационных технологий, технологии личностно-ориентированного и проблемного обучения;

- формирование практического опыта по расчету электрических цепей;

- развитие общих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

**Образовательные:**

- формирование теоретических знаний законов Кирхгофа;
- формирование практических умений применения законов Кирхгофа для расчета электрических цепей;

**Воспитательные:**

- формирование познавательных мотивов, развитие интереса к профессиональной деятельности;
- формирование сознательного отношения к обучению, учебной деятельности;
- формирование навыков самоконтроля;

**Развивающие:**

- развитие коммуникативных способностей обучающихся в процессе работы;
- развитие логического мышления;
- повышение мотивации к изучению дисциплины.

**Методическое обеспечение учебного занятия:** рабочая программа, календарно-тематическое планирование, конспект учебного занятия, тестовые задания.

**Средства обучения:** учебная литература, опорный конспект.

**Цифровые образовательные ресурсы:** презентация, интернет-журнал «Электрон», Режим доступа: <http://www.sxemotehnika.ru>.

# Структура и содержание учебного занятия

| Этапы учебного занятия | Хронометра ж учебного занятия | Деятельность преподавателя                                                                                                                                                       | Деятельность обучающихся                                                                                                                                                                        |
|------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Организационный        | 3 минут                       | Подготовка к занятию, определение готовности к совместной деятельности<br>Постановка цели, мотивация учебной деятельности                                                        | Рефлексия, самоконтроль                                                                                                                                                                         |
| Основной этап          | 7 минут                       | Проверка присутствующих<br>Рефлексия, контроль<br>Фронтальная беседа по вопросам<br>Проблемная ситуация<br>Рефлексия, контроль                                                   | Сообщение по теме «Научные открытия Густава Роберта Кирхгофа» (к 190-летию)» (Интернет-журнал «Электрон», №1, 2014)<br>Участие в беседе, анализе проблемных ситуаций<br>Рефлексия, самоконтроль |
|                        | 20 минут                      | Лекция –презентация:<br>- Основные понятия и определения<br>- Формулировки 1 закона Кирхгофа<br>- Формулировка 2 закона Кирхгофа<br>- Расчет электрической цепи – решение задачи | Заполнение словаря технических терминов<br>Ведение конспекта лекций                                                                                                                             |
|                        | 10                            | Разъяснение основных требований при выполнении тестовой работы                                                                                                                   | Выполнение тестовой работы                                                                                                                                                                      |
|                        |                               | Подведение итогов (анализ, самооанализ, самооценка)                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                 |
| Заключительный         | 5 минут                       | Подведение итогов учебного занятия<br>(взаимопроверка, отметка)                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                 |
|                        |                               | Домашнее задание, разъяснение способов его выполнения                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                 |

## Ход занятия

### 1. Организационный этап:

1.1. Подготовка к занятию и проверка контингента.

1.2. Сообщение темы и цели занятия:

Тема: Законы Кирхгофа. Расчет электрических цепей

Цель: сформировать теоретические знания законов Кирхгофа и практические умения применения законов Кирхгофа для расчета электрических цепей

1.3. Мотивация: Как говорил великий полководец Александр Суворов: «Практика без теории слепа. Теория без практики мертва». Поэтому выполняя какие-либо практические действия нам просто необходимо иметь элементарное понимание вопроса, а тут без теории не обойтись. Предлагаю познакомиться с законами, лежащими как фундамент в основании электротехники и электроники. Эти законы, открытые великим немецким физиком Густавом Робертом Кирхгофом, получили **название законы или правила Кирхгофа**. Эти законы дали большой толчок в развитии науки и при некоторых условиях являются частными случаями закона Ома. Кирхгофу удалось сформулировать правила, позволяющие достаточно просто анализировать самые сложные цепи, и законы Кирхгофа до сих пор остаются важным рабочим инструментом специалистов в области электронной инженерии и электротехники.

### 2. Основной этап:

#### 2.1. Повторение пройденного материала.

*Фронтальная беседа по вопросам:*

- 1) Дайте определение постоянному электрическому току.
- 2) Назовите вещества, из которых изготавливают проводники, применяемые на практике.
- 3) Назовите вещества, из которых изготавливают изоляторы.
- 4) Проволоки имеют равные размеры. Какая из них имеет наименьшее сопротивление?
- 5) Сформулируйте закон Ома для участка цепи.

### *Проблемная ситуация.*

11 декабря 2013 года Комитет по энергетике Государственной Думы рассмотрел и рекомендовал к рассмотрению Государственной Думой во втором чтении законопроект №104515-6 "О внесении изменений в Федеральный закон "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" и отдельные законодательные акты Российской Федерации". Мероприятия по энергосбережению могут быть разными. Одним из примеров является использование энергосберегающих ламп. Поэтому предлагаю разобрать проблемную ситуацию:

Сколько ежемесячно платит житель квартиры, эксплуатирующий стандартные лампы накаливания, и житель другой квартиры, эксплуатирующий энергосберегающие лампы, при одинаковой освещенности помещений, обеспечиваемой в первом случае восемью лампами по 75 Вт каждая, а во втором — десятью по 13 Вт. Время работы системы освещения одинаково и равно 5 ч/сут, стоимостью  $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 2 \text{ руб.}$

### **2.2. Изучение нового материала: лекция – презентация и опорный конспект (Приложение 1)**

- Основные понятия и определения
- Формулировки 1 закона Кирхгофа
- Формулировка 2 закона Кирхгофа
- Расчет электрической цепи – решение задачи

### **2.3. Закрепление нового материала:**

Заполнение словаря технических терминов (Приложение 2)

Работа с опорным конспектом

### **2.4. Проверка уровня усвоения нового материала: выполнение тестовой работы (Приложение 3)**

### 3. Заключительный этап:

- 1) подведение итогов занятия в соответствии с его целями;
- 2) взаимопроверка тестовой работы, выставление и комментирование

оценок

- 3) домашнее задание:

Синдеев, Ю.Г. Электротехника с основами электроники: Учебник для нач. проф. образования - Ростов н/Д: Феникс, 2010. Выучить основные понятия и законы Кирхгофа, стр. 44-49 .

Новиков, П.Н., Кауфман, В.Я., Толчеев, О.В. и др. Задачник по электротехнике: учеб. пособие СПО – М.: Академия, 2008. Решить задачу №1.72

- 4) рефлексия:

Что нового вы сегодня узнали на уроке?

Что для вас было особенно интересным на занятии?

Удовлетворены ли вы результатами своей работы?

Как Вы оцениваете свою работу на уроке?

Какие из полученных сегодня на уроке знаний и умений вы можете применить в профессиональной деятельности?

Преподаватель

Туркин С.В.

## Первый закон Кирхгофа

**Формулировка 1:** Сумма всех токов, втекающих в узел, равна сумме всех токов, вытекающих из узла.

**Формулировка 2:** Алгебраическая сумма всех токов в узле равна нулю.

Поясняем первый закон Кирхгофа на примере рисунка 2.

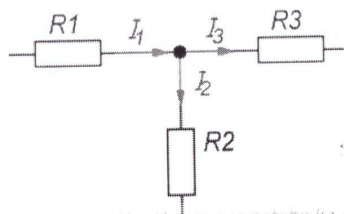


Рисунок 1 - Узел электрической цепи

Здесь ток  $I_1$  - ток, втекающий в узел, а токи  $I_2$  и  $I_3$  — токи, вытекающие из узла. Тогда применяя формулировку №1, можно записать:  $I_1 = I_2 + I_3$  (1)

Чтобы подтвердить справедливость формулировки №2, перенесем токи  $I_2$  и  $I_3$  в левую часть выражения (1), тем самым получим:  $I_1 - I_2 - I_3 = 0$  (2)

Знаки «минус» в выражении (2) и означают, что токи вытекают из узла.

Знаки для втекающих и вытекающих токов можно брать произвольно, однако в основном всегда втекающие токи берут со знаком «+», а вытекающие со знаком «-» (например как получилось в выражении (2)).

## Второй закон Кирхгофа

**Формулировка:** Алгебраическая сумма ЭДС, действующих в замкнутом контуре, равна алгебраической сумме падений напряжения на всех резистивных элементах в этом контуре.

Здесь термин «алгебраическая сумма» означает, что как величина ЭДС так и величина падения напряжения на элементах может быть как со знаком «+» так и со знаком «-». При этом определить знак можно по следующему алгоритму:

1. Выбираем направление обхода контура (два варианта либо по часовой, либо против).
2. Произвольно выбираем направление токов через элементы цепи.

3. Расставляем знаки для ЭДС и напряжений, падающих на элементах по правилам:

- ЭДС, создающие ток в контуре, направление которого совпадает с направлением обхода контура записываются со знаком «+», в противном случае ЭДС записываются со знаком «-».

- напряжения, падающие на элементах цепи записываются со знаком «+», если ток, протекающий через эти элементы совпадает по направлению с обходом контура, в противном случае напряжения записываются со знаком «-».

Например, рассмотрим цепь, представленную на рисунке 2, и запишем выражение согласно второму закону Кирхгофа, обходя контур по часовой стрелке, и выбрав направление токов через резисторы, как показано на рисунке.

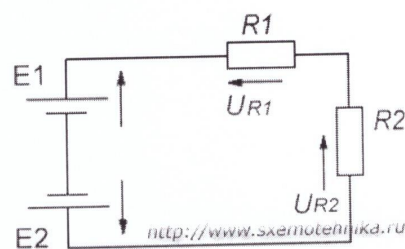


Рисунок 2 - Электрическая цепь, для пояснения второго закона Кирхгофа.

$$E_1 - E_2 = -UR_1 - UR_2 \text{ или } E_1 = E_2 - UR_1 - UR_2 \quad (3)$$

### Расчеты электрических цепей с помощью законов Кирхгофа

На рисунке 3 имеется сложная цепь с двумя источниками ЭДС величиной  $E_1=12$  в и  $E_2=5$  в, с внутренним сопротивлением источников  $r_1=r_2=0,1$  Ом, работающих на общую нагрузку  $R = 2$  Ома. Как же будут распределены токи в этой цепи, и какие они имеют значения, нам предстоит выяснить.

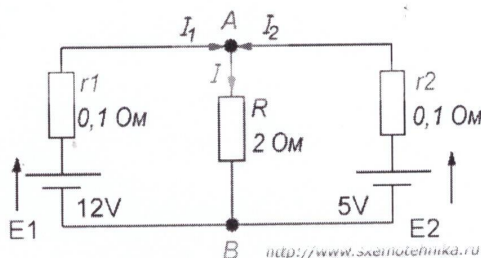


Рисунок 3 - Пример расчета сложной электрической цепи

Теперь согласно первому закону Кирхгофа для узла А составляем такое выражение:

$I = I_1 + I_2$ , так как  $I_1$  и  $I_2$  втекают в узел А, а ток  $I$  вытекает из него.

Используя второй закон Кирхгофа, запишем еще два выражения для внешнего контура и внутреннего левого контура, выбрав направление обхода по часовой стрелке.

Для внешнего контура:  $E_1 - E_2 = U_{r1} - U_{r2}$  или  $E_1 - E_2 = I_1 * r_1 - I_2 * r_2$

Для внутреннего левого контура:  $E_1 = U_{r1} + U_R$  или  $E_1 = I_1 * r_1 + I * R$

Итак, у нас получилась система их трех уравнений с тремя неизвестными:

$$I = I_1 + I_2;$$

$$E_1 - E_2 = I_1 * r_1 - I_2 * r_2;$$

$$E_1 = I_1 * r_1 + I * R.$$

Теперь подставим в эту систему известные нам величины напряжений и сопротивлений:

$$I = I_1 + I_2;$$

$$7 = 0,1I_1 - 0,1I_2;$$

$$12 = 0,1I_1 + 2I.$$

Далее из первого и второго уравнения выразим ток  $I_2$

$$I_2 = I - I_1;$$

$$I_2 = I_1 - 70;$$

$$12 = 0,1I_1 + 2I.$$

Следующим шагом приравняем первое и второе уравнение и получим систему из двух уравнений:

$$I - I_1 = I_1 - 70;$$

$$12 = 0,1I_1 + 2I.$$

Выражаем из первого уравнения значение  $I$

$$I = 2I_1 - 70;$$

И подставляем его значение во второе уравнение

$$12 = 0,1I_1 + 2(2I_1 - 70).$$

Решаем полученное уравнение

$$12 = 0,1I_1 + 4I_1 - 140.$$

$$12 + 140 = 4,1I_1$$

$$I_1 = 152/4,1$$

$$I_1 = 37,073 \text{ (A)}$$

Теперь в выражение  $I = 2I_1 - 70$  подставим значение

$I_1 = 37,073 \text{ (A)}$  и получим:

$$I = 2 \cdot 37,073 - 70 = 4,146 \text{ A}$$

Ну, а согласно первому закону Кирхгофа ток  $I_2 = I - I_1$

$$I_2 = 4,146 - 37,073 = -32,927$$

Знак «минус» для тока  $I_2$  означает, то что мы не правильно выбрали направление тока, то есть в нашем случае ток  $I_2$  вытекает из узла А.

### Словарь технических терминов

**Узел** – место соединения трех и более ветвей или проводов

**Ветвь** – участок электрической цепи между двумя узлами, по которому протекает один и тот же ток

**Замкнутый контур** – любой замкнутый путь электрической цепи, проходящий по нескольким ветвям

### Вариант 1

1) *Укажите физический смысл первого закона Кирхгофа.*

а) определяет связь между основными электрическими величинами на участках цепи.

б) сумма ЭДС источников питания в любом контуре равна сумме падений напряжения на элементах этого контура.

в) закон баланса токов в узле: сумма токов, сходящихся в узле равна нулю.

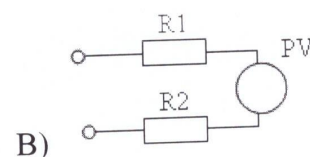
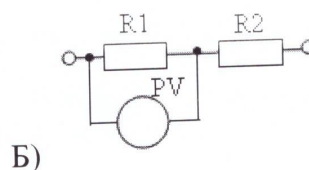
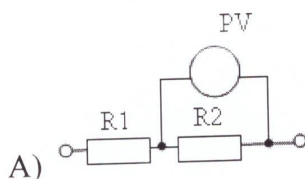
2) *Дополните определение. Ветвь электрической цепи – это...*

а) совокупность устройств, предназначенных для получения электрического тока.

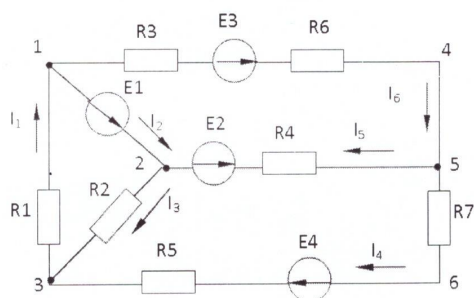
б) замкнутый путь, проходящий по нескольким ветвям.

в) участок, расположенный между двумя узлами.

3) *Укажите на каких схемах изображено неправильное включение вольтметра:*



4) Выберите из представленных уравнений правильно составленные уравнения по первому закону Кирхгофа для узла 5:

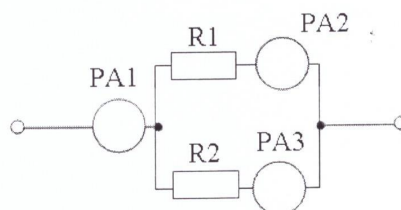


а)  $I_6 + I_4 - I_5 = 0$

б)  $I_6 - I_4 + I_5 = 0$

в)  $I_6 = I_5 + I_4$

5) Определить показания амперметра PA3, если показания амперметров PA1 = 1 А, PA2 = 0,3 А.



## Вариант 2

1) Укажите физический смысл второго закона Кирхгофа.

а) определяет связь между основными электрическими величинами на участках цепи.

б) сумма ЭДС источников питания в любом контуре равна сумме падений напряжения на элементах этого контура.

в) закон баланса токов в узле: сумма токов, сходящихся в узле равна нулю.

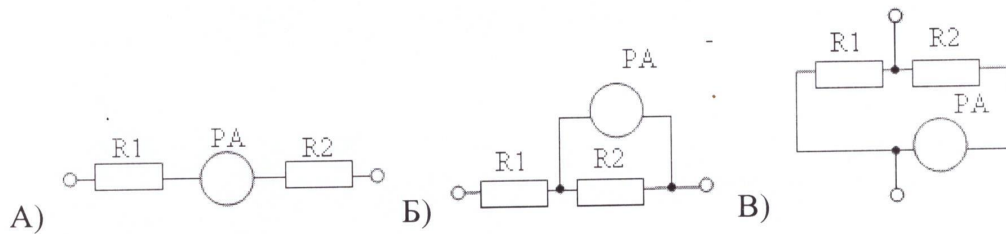
2) Дополните определение. Узел разветвления цепи – это...

а) замкнутый путь, проходящий по нескольким ветвям.

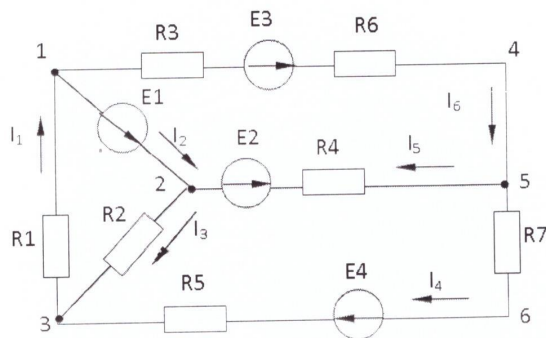
б) точка электрической цепи, в которой соединяется три и более проводов.

в) разность напряжений в начале и в конце линии.

3) Укажите на каких схемах изображено неправильное включение амперметра:

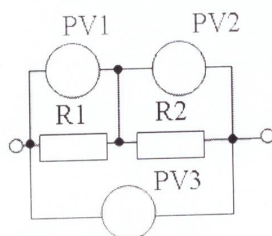


4) Выберите из представленных уравнений правильно составленные уравнения по первому закону Кирхгофа для узла 2:



- а)  $I_3 + I_2 - I_5 = 0$
- б)  $I_3 - I_2 - I_5 = 0$
- в)  $I_3 = I_2 + I_5$

5) Определить показания вольтметра PV2, если показания вольтметров PV1 = 50 В, PV3 = 80 В.



### Вариант 3

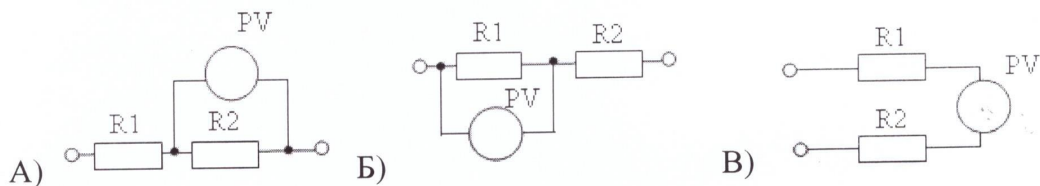
1) Укажите отличительные признаки простых цепей.

- а) произвольное размещение источников питания.
- б) соединение элементов цепи выполнено по правилам последовательного и параллельного соединений.
- в) наличие нескольких замкнутых контуров.

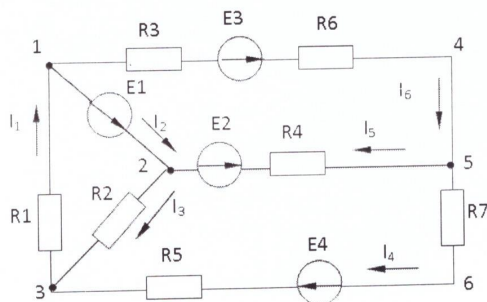
2) Дополните формулировку второго закона Кирхгофа: Алгебраическая сумма ЭДС в контуре электрической цепи равна:

- а) произведению падений напряжений на всех участках этого контура.
- б) алгебраической сумме падений напряжений на всех участках этого контура.
- в) сумме падений напряжений на всех участках этого контура

3) Укажите на каких схемах изображено неправильное включение вольтметра:



4) Выберите из представленных уравнений правильно составленные уравнения по первому закону Кирхгофа для узла 3:

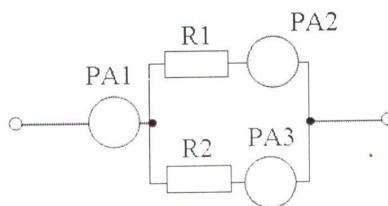


а)  $I_1 + I_3 - I_4 = 0$

б)  $I_1 - I_4 - I_3 = 0$

в)  $I_3 = I_1 + I_4$

5) Определить показания амперметра PA3, если показания амперметров  $PA1 = 2 \text{ A}$ ,  $PA2 = 0,5 \text{ A}$ .



#### Вариант 4

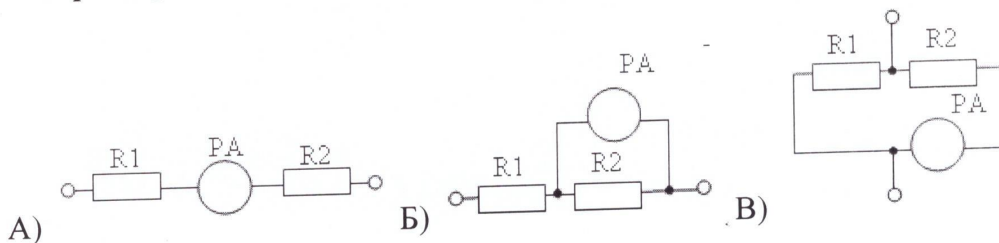
1) Выберите из представленных правильную формулировку закона Ома для полной электрической цепи.

- а) Сила тока в электрической цепи прямо пропорциональна ЭДС источника и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи
- б) Сила тока в электрической цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи
- в) Сила тока в электрической цепи равна отношению напряжения к сопротивлению

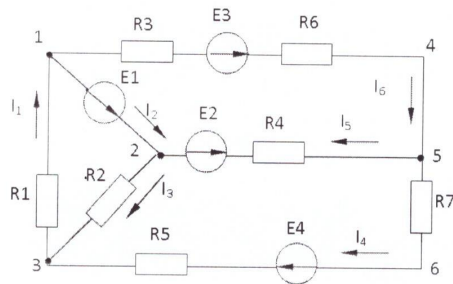
2) Выберите определение последовательного соединения резисторов:

- а) это такое соединение, при котором через все резисторы протекает один и тот же ток.
- б) это такое соединение, при котором резисторы включены по порядку.
- в) это такое соединение, при котором резисторы включены друг за другом.

3) Укажите на каких схемах изображено неправильное включение амперметра:



4) Выберите из представленных уравнений правильно составленные уравнения по первому закону Кирхгофа для узла 5:

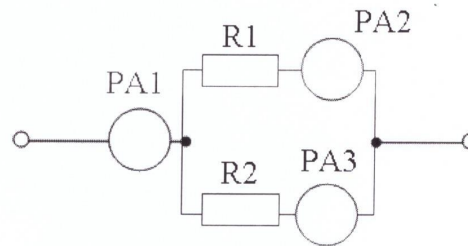


а)  $I_6 + I_4 - I_5 = 0$

б)  $I_6 + I_4 - I_5 = 0$

в)  $I_6 - I_5 - I_4 = 0$

5) Определить показания амперметра PA2, если показания амперметров PA1 = 1,5 A, PA3 = 0,5 A.



### Критерии оценки

Максимальное количество за правильное выполнение практического задания – 100 баллов.

Итоговые оценки выставляются в соответствии с коэффициентом усвоения (КУ).

$$КУ = \frac{\text{количество баллов, набранных учащимся}}{\text{максимальное количество баллов в задании}}$$

### Критерии оценок

|          |                   |                 |                            |
|----------|-------------------|-----------------|----------------------------|
| Есл<br>и | КУ от 0,81 до 1,0 | 81 - 100 баллов | - «отлично»                |
|          | КУ от 0,71 до 0,8 | 71 - 80 баллов  | - «хорошо»                 |
|          | КУ от 0,61 до 0,7 | 60 - 70 баллов  | - «удовлетворительно»      |
|          | КУ менее 0,6      | менее 60 баллов | -<br>«неудовлетворительно» |

### Эталоны ответов

| № задания  | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 3 | Вариант 4 |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| I- 10б     | В         | Б         | Б         | А         |
| II-10б     | В         | Б         | Б         | А         |
| III-20б    | В         | Б         | В         | Б         |
| IV-20б     | В         | В         | Б         | В         |
| V-40б      | 0,7А      | 30В       | 1,5А      | 1А        |
| Итого:100б |           |           |           |           |

### Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по профессии: 08.01.26 «Мастер по ремонту и обслуживанию энергосетей жилищно-коммунального хозяйства» утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 9 декабря 2016 г. N 1578.
2. Рабочая программа общепрофессионального цикла ОП. 02 «Электротехника и электроника»
3. Бутырин, П.А., Толчеев, О.В., Шакирзянов, Ф.Н. Электротехника: Учебник для нач. проф. образования – М.: Издательский центр «Академия», 2015.- 255с.
4. Синдеев, Ю.Г. Электротехника с основами электроники: Учебник для учащихся профессиональных училищ и колледжей – Ростов н/Д.: Феникс, 2014.- 368с.
5. Заметки электрика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://zametkielectrika.ru>.