

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емец Валерий Сергеевич  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 19.10.2023 12:38:17  
Уникальный программный ключ:  
f2b8a1573c931f1098cfe699d1debd94fcff35d7

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Рязанский институт (филиал)  
федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Московский политехнический университет»

Кафедра «Информатика и информационные технологии»

Е.В. Тинина

## **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Рязань  
2022

**УДК 530**  
**ББК 22.3**  
**Т 42**

**Тинина, Е.В.**

**Т 42** Электрические цепи постоянного тока: методические указания по выполнению лабораторной работы / Е.В. Тинина. – Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2022. – 24 с.

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения, направлений и специальностей, изучающих дисциплину «Физика».

В методических указаниях приведены основные теоретические сведения по электрическим цепям постоянного тока, условные обозначения элементов цепи в электрических принципиальных схемах, методика выполнения лабораторной работы, контрольные вопросы и список рекомендуемой литературы.

Печатается по решению методического совета Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.

**УДК 530**  
**ББК 22.3**

© Тинина Е.В., 2022  
© Рязанский институт (филиал)  
Московского политехнического  
университета, 2022

## Содержание

Введение.....	4
1 Цель работы.....	5
2 Техническое оснащение работы.....	5
3 Основные теоретические сведения.....	5
4 Описание экспериментальной установки и методика проведения эксперимента.....	19
5 Порядок выполнения работы и обработка результатов.....	20
6 Контрольные вопросы.....	23
Библиографический список.....	23

## **Введение**

Важным элементом учебного процесса является выполнение лабораторных работ, которые позволяют студентам не только закрепить теоретические знания, но и научиться самостоятельно их применять в рамках решения учебных практико-ориентированных задач.

Данное пособие является руководством для подготовки и выполнения лабораторной работы, цель которой – изучение теории и приобретение практических навыков ее применения в рамках дисциплины «Физика» по разделу «Электрические цепи постоянного тока».

В руководстве изложены: цель и техническое оснащение лабораторной работы, основные теоретические сведения, описание экспериментальной установки и методика проведения эксперимента, порядок выполнения работы и обработки результатов, приведены контрольные вопросы и библиографический список.

В процессе выполнения лабораторной работы студенты изучают основные элементы электрических цепей, способы их соединения и условные обозначения в схемах, приобретают практические навыки сборки цепей и их расчета.

Планируемая трудоемкость лабораторной работы составляет четыре академических часа.

## **1 Цель работы**

Изучение основных элементов электрических цепей и способов их соединения.

## **2 Техническое оснащение работы**

В ходе выполнения экспериментальной части работы используются следующие приборы и принадлежности:

- источник питания (ЭДС);
- монтажная панель с разъемами;
- резисторы (номиналы 47 Ом, 100 Ом, 500 Ом, 1000 Ом, 4,7 кОм мощностью 2 Вт; 10 кОм, 47 кОм мощностью 5 Вт);
- конденсаторы (46 нФ, 47 мкФ, 470 мкФ);
- переменные резисторы (номиналы от 0 до 350 Ом и от 0 до 10 кОм мощностью 2 Вт);
- соединительные провода;
- соединительные перемычки.

## **3 Основные теоретические сведения**

Любое электротехническое устройство состоит из электрических элементов, соединенных между собой определенным образом, образуя электрическую цепь. Электрическая цепь – это совокупность устройств, по которым протекает электрический ток.

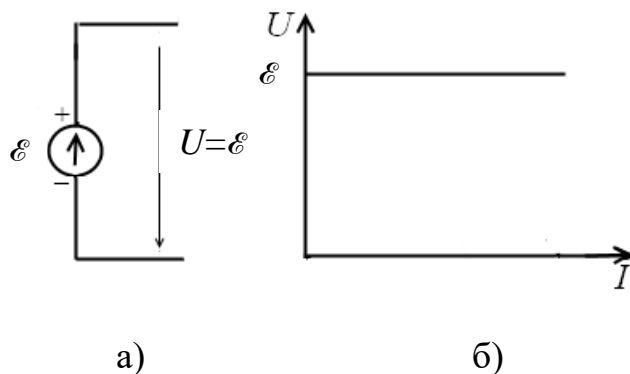
В электрической цепи есть генератор (источник тока), приемник (например, лампочка) и система передачи энергии (провода). Чтобы по цепи протекал электрический ток, она должна быть замкнута, то есть ее элементы должны быть соединены между собой проводниками. Существуют цепи постоянного и переменного тока. В цепи постоянного тока он не меняет своего

направления, полярность источника постоянна. Переменный ток периодически изменяется во времени и по направлению, и по величине.

Электротехнические устройства и в целом цепь изображают на бумаге с помощью условных обозначений. Такое графическое изображение цепи получило название принципиальной схемы. В схеме электрические устройства показывают с помощью различных идеализированных элементов согласно ГОСТ 2.702 –2010.

Каждый элемент может подключаться в цепи только установленным способом, потому что выполняет строго определенную функцию. Элементы электрических цепей делятся на активные и пассивные. Активные элементы цепи – это элементы, которые индуцируют ЭДС или ее преобразовывают. Пассивные элементы – это соединительные провода и электроприемники. К электроприемникам относят резисторы, катушку индуктивности и конденсаторы.

Различают зависимые и независимые активные элементы. К независимым относятся источники тока и напряжения (ЭДС). Идеальным источником напряжения является идеализированный элемент электрической цепи, на зажимах которого напряжение не зависит от протекающего тока. На рисунке 1 представлены обозначение и вольтамперная характеристика идеального источника напряжения. Внутреннее сопротивление идеального источника напряжения равно нулю.

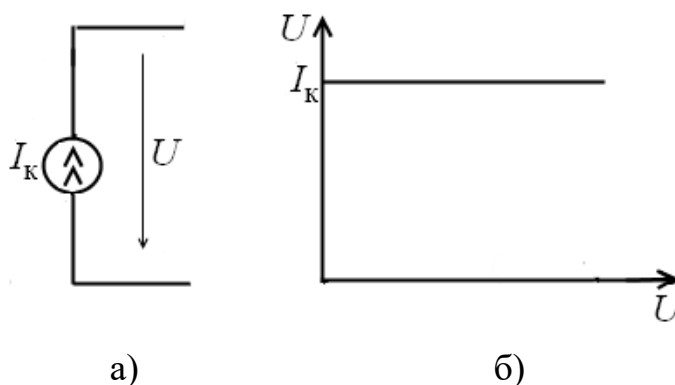


а) обозначение идеального источника напряжения в схеме;

б) вольтамперная характеристика источника

Рисунок 1 – Идеальный источник напряжения

Источник тока – идеализированный элемент электрической цепи, ток которого не зависит от напряжения на его зажимах. Обозначение идеального источника тока в схеме и его вольтамперная характеристика представлены на рисунке 2. Величина тока через источник соответствует току короткого замыкания источника питания.



а) обозначение идеального источника тока в схеме; б) вольтамперная характеристика источника




Рисунок 2 – Идеальный источник тока

Соединительные провода служат для соединения элементов в цепи. На схемах их изображают в виде параллельных и пересекающихся прямых линий. Некоторые примеры обозначения проводов электрической связи на схемах приведены в таблице 1. Места соединения проводов, символизирующие электрический контакт в виде пайки, скрутки или сварки изображают зачерненной точкой. Если линии проводов пересекаются без соединения, то месте их пересечения точка не ставится.

Длина и расположение соединительных линий на схеме не отображают натуральную длину провода или его расположение в реальном устройстве. Может получиться так, что самая длинная соединительная линия, изображенная на схеме, в реальном устройстве будет представлять короткий проводник или его полное отсутствие, потому что элементы схемы между собой могут быть соединены их выводами. Электрические характеристики проводов практически

не оказывают влияние на другие параметры схемы, поэтому их не учитывают при расчетах цепей.

Таблица 1 – Виды обозначений электрической связи в схемах при заземлении и соединениях в принципиальных схемах


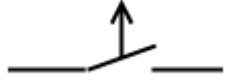
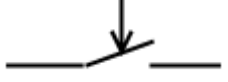
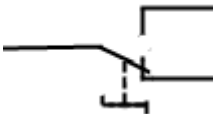
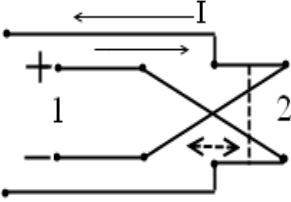
Схематическое изображение связи	Название связи
	Заземление
	Корпус (машины, аппарата, прибора)
	Линии электрической связи с ответвлениями: одно ответвление  два ответвления

В электрических цепях широко используются различные коммутационные устройства – ключи. Ключ служит для подключения или отключения источников питания, а также соединения различных элементов в цепи. Электрические характеристики ключей не оказывают влияние на параметры цепи: ток определяется структурой цепи и ее элементами. Некоторые обозначения ключей представлены в таблице 2. В данной лабораторной работе используются механические ключи.

В строках данной таблицы 1, 2, 3 показано обозначение однополюсных ключей. Переключатели на два и более положения относятся к многополюсным ключам (таблица 2, строки 4, 5). Такие переключатели изменяют вид соединения элементов и направление электрического тока в цепи.

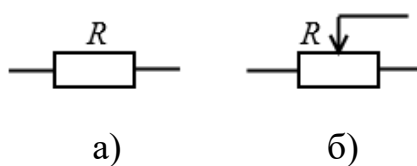


Таблица 2 – Обозначения коммутационных устройств и контактных соединений в принципиальных схемах

№	Условные обозначения элементов	Названия элементов
1		Ключ – выключатель неавтоматический
2		Ключ – отделитель в цепях управления
3		Ключ – короткозамыкатель в цепях управления
4		Ключ – переключатель на разные цепи
5		Ключ для переключения направления тока в цепях (1 и 2 – вход и выход соответственно)

Электрические цепи могут иметь одну или несколько ветвей с различным числом активных и пассивных элементов. Любой замкнутый путь для тока, проходящий по нескольким ветвям, называется контуром. В зависимости от числа контуров электрические цепи разделяют на одноконтурные и многоконтурные. Также существует градация по типу соединения элементов: последовательная, параллельная и последовательно-параллельная.

Устройство, обладающее сопротивлением, получило название резистор. Резистор в схеме обозначается буквой  $R$ , а его сопротивление измеряется в Омах (Ом). Условное обозначение некоторых резисторов показано на рисунке 3.



а) линейный резистор; б) переменный резистор

Рисунок 3 – Условное обозначение резисторов

В линейном резистивном элементе (рисунок 3, а) ток пропорционален напряжению (закон Ома). Сопротивление оценивается отношением напряжения  $U$ , приложенного к концам резистора, к силе тока  $I$  в нем:  $R=U/I$ . Так как  $U=IR$ , то вольтамперная характеристика резистора получается линейной.

Переменный резистор или потенциометр – это устройство, в котором можно изменять сопротивление в процессе эксплуатации, изменяя тем самым напряжение или ток в цепи. Условное обозначение такого резистора представлено на рисунке 3, б. Этот элемент тоже является обычным сопротивлением. Все резисторы могут подсоединяться в цепи последовательно и параллельно.

В последовательной электрической цепи конец первого элемента соединен с началом второго, конец второго с началом следующего и так далее, как бы по кругу (рисунок 4). При таком соединении ток имеет только один путь прохождения от источника к нагрузке.

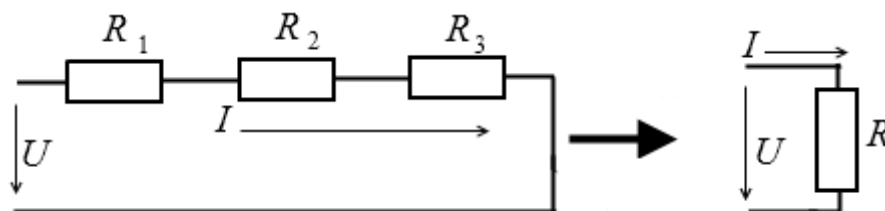


Рисунок 4 – Последовательное соединение резисторов

Для последовательной цепи общее сопротивление увеличивается и равно сумме всех сопротивлений резисторов (для рисунка 4, где три резистора)

$$R=R_1+R_2+R_3. \quad (1)$$

Токи через каждый резистор цепи равны между собой:  $I=I_1=I_2=I_3$ .

Падение напряжения вдоль всей цепи будет равно приложенному к этому участку напряжению  $U$  (ЭДС), т.е. составит сумму напряжений на всех участках цепи:  $U=U_1+U_2+U_3$ .

В параллельной электрической цепи все резисторы соединены таким образом, что их начало подсоединяются в одну общую точку – узел, а концы в другой узел (рисунок 5). В этом случае ток протекает через каждый резистор отдельно, а общий ток  $I$  будет равен сумме токов параллельных ветвей:  $I=I_1+I_2+I_3$ . Падение напряжения на всех резисторах будет равно приложенному напряжению  $U$  к участку с параллельным соединением резисторов.

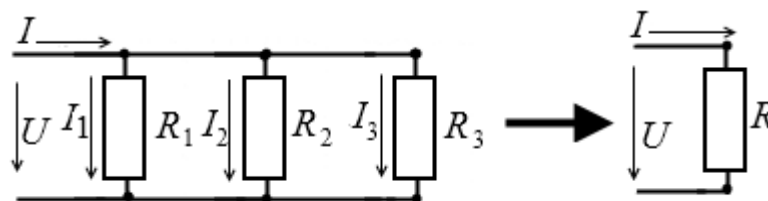


Рисунок 5 – Параллельное соединение резисторов

При параллельном соединении резисторов общее сопротивление цепи будет меньше наименьшего из сопротивлений, включенного в параллельную цепь. Для трех параллельно соединенных резисторов общее сопротивление определяется по формуле

$$R = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}. \quad (2)$$

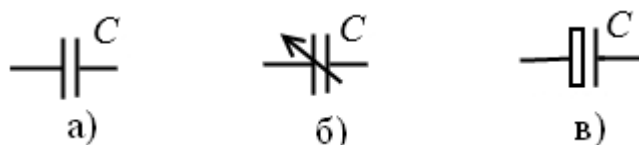
Представляет практический интерес цепь с двумя параллельно включенными резисторами, имеющие равные сопротивления. Эквивалентное сопротивление такой цепи равно половине одного из сопротивлений.

Последовательно-параллельная электрическая цепь является комбинацией последовательной и параллельной цепей.

Во многих цепях применяются электрические конденсаторы с определенной электроемкостью. Емкостью называется способность проводника удерживать заряд. Теоретически и экспериментально показано, что для любой пары изолированных друг от друга тел отношение  $Q/U$  ( $U$  – разность потенциалов и  $Q$  – заряд между телами), остается постоянным и называется емкостью между ними  $C=Q/U$ . Поэтому для данной пары тел при заданном

положении их относительно друг друга заряд пропорционален разности потенциалов между ними:  $Q=CU$ . Единицей измерения емкости является фарада (Ф).

Конденсатор – это простейший элемент электрической цепи, обладающий емкостью. Примеры условных обозначений конденсаторов в принципиальных схемах представлены на рисунке 6. Конденсатор хранит энергию в виде электрического поля.



а) нерегулируемый; б) регулируемый; в) электролитический

Рисунок 6 – Условное обозначение конденсаторов

Конденсатор в цепи постоянного тока может проводить ток в момент включения его в цепь (происходит зарядка или перезарядка конденсатора), но по окончании переходного процесса ток через конденсатор прекращается, так как его обкладки разделены диэлектриком, и все напряжение цепи приложено именно к нему.

В цепи переменного тока происходит перезарядка конденсатора с определенной частотой. При этом появляется сдвиг по фазе между током и напряжением: ток опережает напряжение по фазе на четверть периода. Как и в случае соединения резисторов, основными соединениями конденсаторов являются последовательное и параллельное. Для получения больших емкостей конденсаторы соединяют параллельно (рисунок 7).

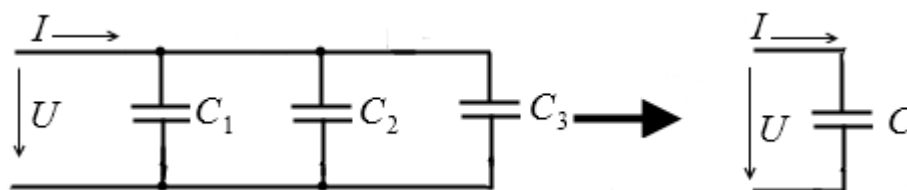


Рисунок 7 – Параллельное соединение конденсаторов

При этом напряжение между обкладками всех конденсаторов одинаково. Общая емкость параллельно соединенных конденсаторов равна сумме емкостей всех конденсаторов

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=C_1U+C_2U+C_3U=(C_1+C_2+C_3)U,$$

откуда

$$C=C_1+C_2+C_3. \quad (3)$$

При последовательном соединении конденсаторов заряды всех конденсаторов одинаковы, так как от источника питания они поступают только на внешние обкладки крайних конденсаторов (рисунок 8).

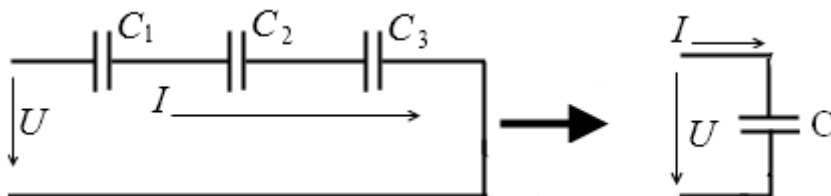


Рисунок 8 – Последовательное соединение конденсаторов

Обкладки двух смежных конденсаторов (например, конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$ ), соединенных общим проводом, представляют собой один проводник, на котором заряды не могут накапливаться. Поэтому обкладки конденсаторов имеют одинаковые по величине и противоположные по знаку заряды:  $Q_1=Q_2=Q_3$ . Разность напряжений на входе цепи, показанной на рисунке 8, равна сумме напряжений отдельных конденсаторов

$$U=U_1+U_2+U_3=\frac{Q}{C_1}+\frac{Q}{C_2}+\frac{Q}{C_3}=Q\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}\right)=\frac{Q}{C},$$

откуда

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}$$

или

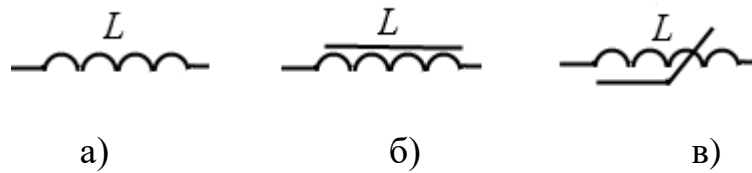
$$C=\frac{C_1C_2C_3}{C_1+C_2+C_3}. \quad (4)$$

Можно отметить, что емкость при параллельном соединении конденсаторов определяется подобно тому, как определяется сопротивление последовательно соединенных сопротивлений, и наоборот, емкость при последовательном соединении конденсаторов определяется подобно тому, как определяется сопротивление параллельно соединенных сопротивлений.

Также часто встречаемым элементом цепи является катушка индуктивности. Это пассивный элемент, основное предназначение которого сохранение энергии в виде магнитного поля. Индуктивность – это характеристика, описывающая возникновение магнитного поля вокруг проводника с током. Ток, протекающий через катушку индуктивности, создает в ней магнитное поле, которое вызывает в витках катушки электродвижущую силу. В то время как конденсатор оказывает сопротивление изменению напряжения, индуктивность препятствует изменению тока. Идеальная катушка индуктивности обладает нулевым сопротивлением, поэтому не оказывает сопротивление постоянному току. Однако в реальной цепи это сопротивление нужно учитывать.

При замыкании или размыкании цепи с катушкой возникает явление самоиндукции. Витки катушки будут пронизываться собственным магнитным потоком, который называется потоком самоиндукции. Совокупность потоков самоиндукции всех витков катушки называется потокосцеплением  $\psi$ . Отношение потокосцепления  $\psi$  к току  $I$  катушки при неизменных параметров среды называется индуктивностью  $L = \psi/I$ . Другими словами, индуктивность характеризует связь потокосцепления самоиндукции с током любого контура. Единицей измерения индуктивности служит генри (Гн). Условное обозначение различных индуктивностей представлено на рисунке 9.

При включении катушки индуктивности в цепь переменного тока в цепи появляется сдвиг фаз между током и напряжением, при этом ток отстает от напряжения на четверть периода.



а) катушка индуктивности; б) катушка индуктивности с магнитопроводом; в) катушка индуктивности саморегулирующая

Рисунок 9 – Условное изображение катушек индуктивностей

При последовательном или параллельном соединении индуктивностей справедливы соотношения, аналогичные тем, которые применяются при подобных соединениях резисторов. Если катушки соединены параллельно, то напряжение на каждой из них одинаково (рисунок 10).

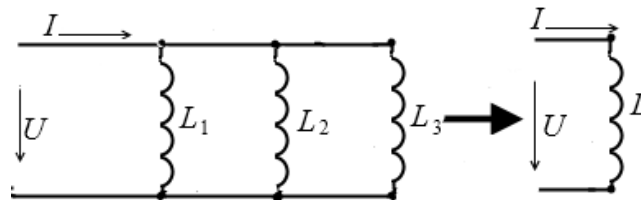


Рисунок 10 – Параллельное соединение индуктивностей

Эквивалентную (общую) индуктивность параллельно соединенных катушек можно определить по формуле (согласно рисунку 10)

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} \quad \text{или} \quad L = \frac{L_1 L_2 L_3}{L_1 + L_2 + L_3} . \quad (5)$$

Ток, протекающий через последовательно соединенные катушки индуктивности, одинаков, но напряжение на каждой катушке индуктивности отличается (рисунок 11).

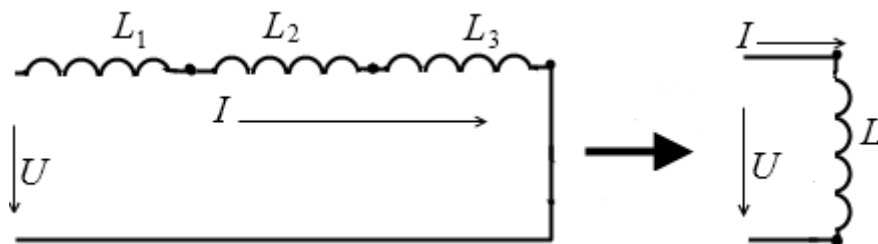


Рисунок 11 – Последовательное соединение катушек индуктивностей

Сумма разностей потенциалов (напряжений) на катушках равна общему напряжению  $U=U_1+U_2+U_3$ . Общая индуктивность последовательно соединенных катушек определяется по формуле

$$L = L_1 + L_2 + L_3. \quad (6)$$

Это уравнение справедливо при условии, что магнитное поле каждой из катушек не оказывает влияние на соседние катушки.

Рассмотрим одноконтурную электрическую цепь (рисунок 12, а).

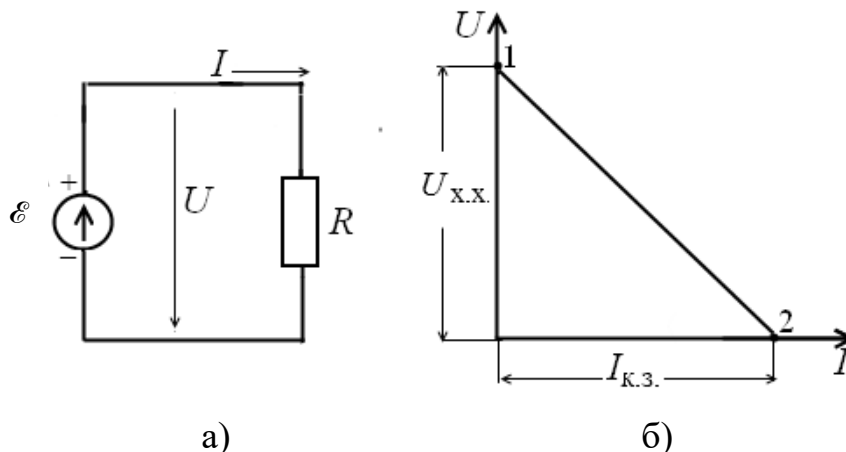


Рисунок 12 – Одноконтурная линейная электрическая цепь (а) и внешняя характеристика источника питания (б)

Под действием ЭДС  $\mathcal{E}$  во внешней цепи будет протекать ток  $I$ , величина которого определяется по закону Ома для всей цепи

$$I = \frac{E}{R_0 + R}, \quad (7)$$

где  $R_0$  – внутреннее сопротивление источника.

Из выражения (7) можно получить  $E - IR_0 = IR$ , а величина напряжения будет равна

$$U = E - IR_0. \quad (8)$$

По формуле (8) рассчитывается напряжение источника электрической энергии. Отсюда можно записать

$$U = IR. \quad (9)$$



Зависимость (9) называется внешней характеристикой источника при постоянных значениях напряжения  $U$  и сопротивления  $R_0$  (рисунок 12, б). Точка 1 соответствует режиму холостого хода (х.х.), который имеет место при разомкнутой цепи. Точка 2 соответствует режиму короткого замыкания (к.з.), когда зажимы источника питания соединены между собой ( $R=0$ ). Ток короткого замыкания вычисляется по формуле

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{E}{R_0}. \quad (10)$$

Для случая согласованного режима, когда выполняется условие  $R=R_0$ , во внешнюю цепь будет отдаваться наибольшая мощность

$$P_M = I_C^2 R = \left(\frac{E}{2R}\right)^2 R = \frac{E^2}{4R}. \quad (11)$$

где  $I_C$  – ток в цепи при согласованном режиме.

При изменении нагрузки  $R$  в нее будет поступать различная мощность. Из выражения для мощности  $P=UI$  следует, что в крайних режимах – холостого хода и короткого замыкания – эта мощность равна нулю. Мощность, выделяемая во внешней цепи (на нагрузке), рассчитывается по формуле

$$P_H = I^2 R, \quad (12)$$

а полная мощность во всей цепи

$$P = \mathcal{E}I. \quad (13)$$

Коэффициент полезного действия (КПД) источника равен отношению мощности внешней цепи  $P_H$  к полной мощности, отдаваемой источником,

$$\eta = \frac{P_H}{P} = \frac{RI^2}{(R_0 + R)I^2} = \frac{R}{R + R_0} = \frac{1}{1 + R_0/R}. \quad (14)$$

Из формулы (14) следует, что при согласованном режиме, когда  $R=R_0$ ,  $\eta_c=0,5$ . На холостом ходу, когда сопротивление  $R$  стремится к бесконечности, КПД  $\eta_{\text{х.х.}}=1$ , при коротком замыкании, когда  $R=0$ , КПД равен нулю. Зависимость  $\eta$  от отношения  $R_0/R$  показано на рисунке 13. Значению  $\eta_c=0,5$  соответствует максимальная передача мощности в нагрузку.

Во многих случаях в электрических цепях нагрузкой являются активные приемники. В простейшем случае активный двухполюсник представляет собой последовательно включенные источник питания и резистор.

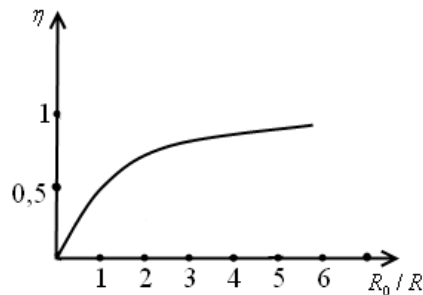
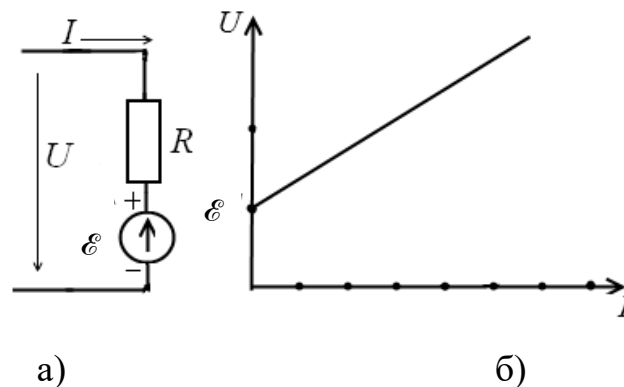


Рисунок 13 – Зависимость  $\eta$  от отношения  $R_0/R$

На рисунке 14 представлена схема замещения активного приемника с идеальным источником ЭДС (а) и его вольтамперная характеристика (б). Напряжение на входе активного приемника (двухполюсника) равно сумме напряжений идеального источника и резистивного элемента

$$U = \mathcal{E} + IR. \quad (15)$$

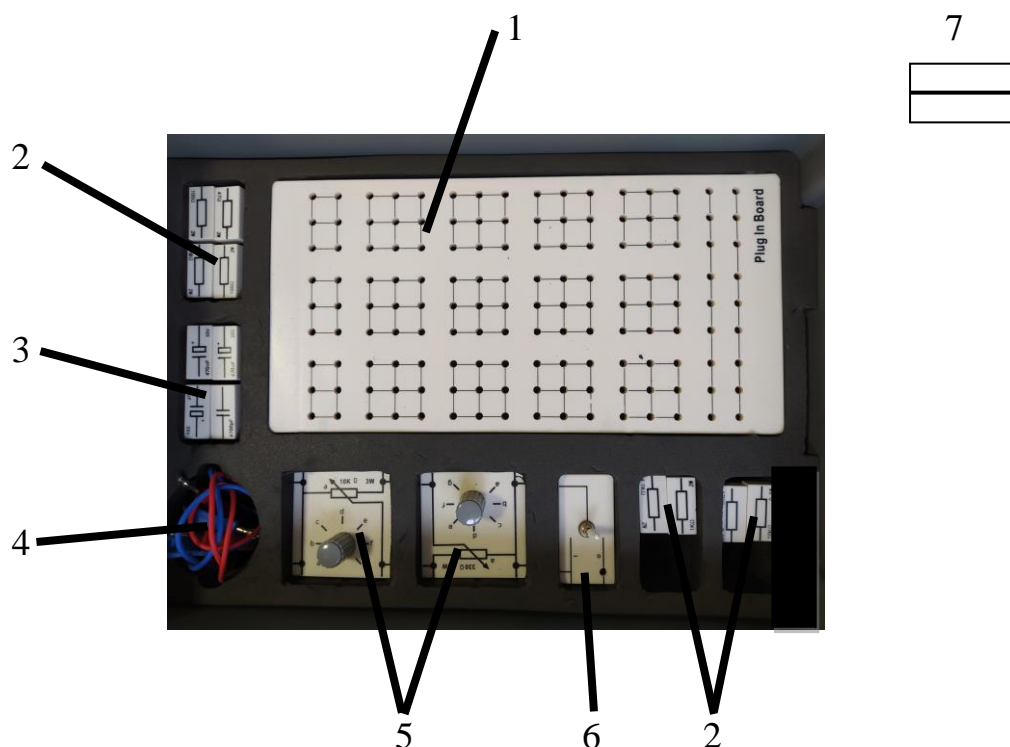


а) схема замещения активного приемника с идеальным источником; б) вольтамперная характеристика активного приемника

Рисунок 14 – Активный двухполюсник

## 4 Описание экспериментальной установки и методика проведения эксперимента

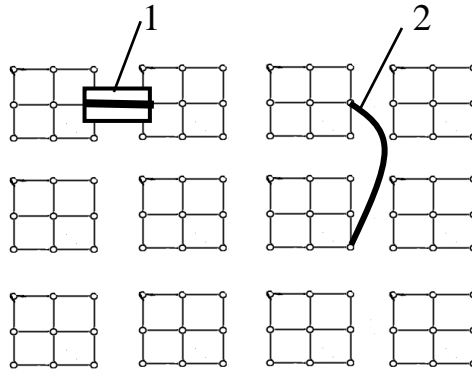
Фотография экспериментальной установки показана на рисунке 15. На монтажной панели 1 осуществляется сборка цепи – установка модулей исследуемых элементов: резисторы (2, 5), конденсаторы (3), ключ (6), провода (4), переключки (7). Гнезда на монтажной панели соединены согласно мнемосхеме (рисунок 16).



- 1 – монтажная панель с разъемами; 2 – резисторы на различные номиналы;  
3 – конденсаторы с различными электроемкостями; 4 – соединительные провода;  
5 – переменные резисторы; 6 – ключ; 7 – переключка

Рисунок 15 – Фотография набора для сборки электрических цепей

Девять отверстий каждого из 12 блоков монтажной панели представляют собой один разъем для подключения. Выбор блока или отверстия зависит от размера модуля. Каждый модуль должен подключаться в два блока, как показано на рисунке 16 – подключена переключка (1) и соединительный провод (2). Переключка служит для соединения блоков без элементов.



1 – перемычка; 2 – соединительный провод

Рисунок 16 – Мнемосхема монтажной панели

Схема собирается с использованием элементов цепи, заключенных в модули с изображениями элементов. Модули на панели располагаются в произвольном порядке, но собранная цепь должна быть замкнутой. Источник питания (ЭДС) подключается к панели двумя соединительными проводами, а в принципиальной схеме изображается согласно рисунку 17.

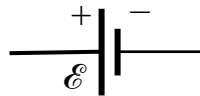


Рисунок 17 – Условное обозначение источника ЭДС в схеме

## 5 Порядок выполнения работы и обработка результатов

В пунктах 5.1-5.4 необходимо собрать предложенную цепь, по ней начертить электрическую принципиальную схему с указанием направления силы тока в цепи и у каждого элемента проставить знаки «-» и «+», записать номиналы элементов и выполнить задания, используя формулы 1-15. Напряжение источника ЭДС  $\mathcal{E} = 10$  В. Номиналы резисторов и конденсаторов выбираются самостоятельно. В пунктах 5.5 и 5.6 рассчитываются и строятся заданные характеристики, сборка цепи не проводится.

5.1 Элементы электрической цепи и способ их соединения: последовательно соединенные ключ, источник ЭДС, три разных резистора.

*Задание.* Рассчитать общее сопротивление цепи, мощность, выделяемую на нагрузке, значение силы тока в цепи.

5.2 Элементы электрической цепи и способ их соединения: последовательно соединенные ключ, источник ЭДС и три параллельно соединенных резистора.

*Задание.* Рассчитать общее сопротивление цепи, мощность, выделяемую на нагрузке, значение силы тока в цепи.

5.3 Элементы электрической цепи и способ их соединения: к источнику ЭДС подключены резистор и два разных конденсатора, ключ подсоединяется так, чтобы можно было к источнику подключать поочередно или один, или два конденсатора.

*Задание.* Рассчитать для двух вариантов подключения конденсаторов общую емкость, общий заряд и падение напряжения на конденсаторах, а также заряд и падение напряжения на каждом конденсаторе.

5.4 Элементы электрической цепи и способ их соединения: последовательно подключены ключ, источник ЭДС, резистор и переменный резистор.

*Задание.* Рассчитать минимальное и максимальное значение силы тока в данной цепи.

5.5 Элементы электрической цепи и способ их соединения показаны на рисунке 18. Значение сопротивления  $R_0=100$  Ом.

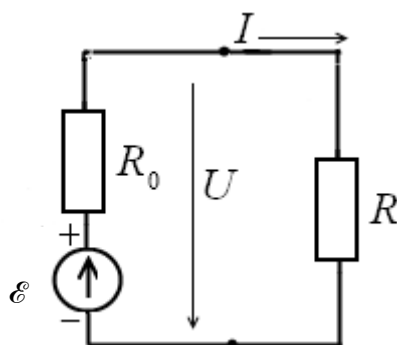


Рисунок 18 – Одноконтурная последовательная цепь с вынесенным внутренним сопротивлением  $R_0$

*Задание 1.* Рассчитать и построить зависимость коэффициента полезного действия цепи от отношения  $R_0/R$ .

*Задание 2.* Используя данные таблицы 3 (ток и напряжение) и схему, изображенную на рисунке 18, построить внешнюю характеристику. По графику определить ток короткого замыкания и сравнить это значение с расчетной величиной.

Таблица 3 – Значения напряжения, тока, мощности и сопротивления нагрузки

Величины	Значения величин			
$I$ , мА	9	17	50	70
$U$ , В	9	8,5	5	3,3
$P_n$ , Вт				
$R$ , Ом				

*Задание 3.* Используя данные таблицы 3 и схему, изображенную на рисунке 18, рассчитать мощность  $P_n$ , выделяемую во внешней цепи (на нагрузке), и сопротивления нагрузки  $R$ , построить зависимость  $P_n=f(R)$ . Расчетные значения мощности и сопротивления занести в таблицу 3. По графику определить максимальную мощность, выделяемую во внешней цепи, сравнить эту величину с расчетным значением.

5.6 Элементы электрической цепи и способ их соединения показаны на рисунке 14. Сопротивления равны 500 Ом и 1000 Ом.

*Задание.* Рассчитать и построить вольтамперные характеристики активного приемника.

## **6 Контрольные вопросы**

1. Что представляет собой электрическая цепь?
2. Что определяет характер цепи?
3. Перечислите основные элементы электрической цепи.
4. Что такое короткое замыкание и холостой ход цепи?
5. Объясните зависимость КПД от тока нагрузки?
6. Что называется внешней характеристикой электрической цепи?
7. Чем отличается активная нагрузка от пассивной нагрузки и их вольтамперные характеристики?
8. Опишите пассивные элементы электрической цепи и их свойства.
9. Запишите соотношения при последовательном и параллельном соединении пассивных элементов цепи.

## **Библиографический список**

1. Оселедчик, Ю.С. Физика: Модульный курс для технических вузов: учеб. пособие для бакалавров / Ю.С. Оселедчик, П.И. Самойленко. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2013. – 526 с. – (Серия: Бакалавр. Базовый курс).
2. Трофимова, Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. Рек. МО. – 17-е изд., стер. / Т.И. Трофимова. – М.: Издат. центр «Академия»: Высш. шк., 2010. – 560 с.
3. Детлаф, А.А. Курс физики: учеб. пособ. для вузов. Рек. МО. – 6-е изд., стер. / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. – М.: Издат. центр "Академия", 2009. – 720 с.
4. ГОСТ 2.702-2011 Единая система конструкторской документации «Правила выполнения электрических схем». Дата введения 2012-01-01 Москва Старндинформ, 2020. – 23 с.

Учебное издание

**Тинина** Елена Валериевна

## **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Подписано в печать \_\_\_\_\_. Тираж 10 экз.

Рязанский институт (филиал)  
Московского политехнического университета  
390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53