

**Жуков Д.П., Григорьянц Г.Н.,
Княжицкий Г.М.**

**Электротехника для
подготовки сержантов войск
связи**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621.39
ББК 32
Ж86

Ж86 **Жуков Д.П.**
Электротехника для подготовки сержантов войск связи / Жуков Д.П., Григорьянц Г.Н., Княжицкий Г.М. — М.: Книга по Требованию, 2026. — 278 с.

ISBN 978-5-8854-2823-1

Учебное пособие предназначено для подготовки сержантов войск связи и даёт базовые знания по электротехнике, необходимые для понимания работы и обслуживания типового электро- и радиооборудования. Материал изложен прикладно: основные законы электрических цепей, источники питания, измерения, элементы и узлы, принципы работы простых устройств и схем, а также типовые практические задачи, встречающиеся в службе и ремонте. Книга ориентирована на обучение по военной программе и рассчитана на быстрое освоение фундаментальных понятий с упором на практику.

Электротехника (для подготовки сержантов войск связи). — М.: Военное издательство Военного министерства Союза ССР, 1952.

ISBN 978-5-8854-2823-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2026

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2026

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

Творцом трехфазного генератора и трехфазного двигателя был гениальный русский инженер-новатор Михаил Осипович Доливо-Добровольский (1862—1919). Передача электрической энергии на большие расстояния с малыми потерями и, следовательно, современная электрификация огромных территорий стали возможными лишь благодаря изобретениям Доливо-Добровольского.

Честь величайшего открытия современности — изобретения радио — принадлежит нашему великому соотечественнику Александру Степановичу Попову (1859—1906).

Большой вклад в развитие электротехники внесли знаменитые русские ученые патриоты И. Ф. Усагин, А. Г. Столетов, Д. А. Лачинов, Н. Г. Славянов и многие другие.

Большая творческая работа выдающихся русских ученых и изобретателей проходила в исключительно тяжелых условиях. Царское правительство чинило ученым всяческие препятствия. Научные открытия и изобретения большой государственной важности подолгу пролеживали в различных царских ведомствах, откуда их с помощью самих же царских чиновников похищали различные иностранные дельцы, впоследствии выдававшие эти изобретения за свои. Вплоть до Великой Октябрьской социалистической революции в России душили техническую мысль и насаждали низкопоклонство перед заграницей, в результате чего развитие всех отраслей электропромышленности находилось в руках иностранного капитала, использование электричества для освещения было достоянием лишь буржуазии, а дома рабочих и тем более крестьян не имели электрического света.

Лишь с приходом советской власти раскрылись широчайшие возможности для процветания в нашей стране науки и техники, призванной целиком служить интересам народа.

По указанию вождя пролетариата Владимира Ильича Ленина в 1920 г. был разработан гигантский план электрификации молодой Советской республики — план ГОЭЛРО.

План ГОЭЛРО, названный В. И. Лениным «второй программой партии», был рассчитан на 10—15 лет. Первоначально по плану ГОЭЛРО намечалось построить 30 районных электростанций общей мощностью 1,5 миллиарда киловатт.

Однако трудящиеся нашей страны, руководимые большевистской партией и ее гениальным вождем товарищем Сталиным, сумели перевыполнить этот план во много раз. Таким образом, Советский Союз только за период двух первых пятилеток вышел по выработке электроэнергии на одно из первых мест в мире. «Лампочка Ильича», как ее ласково называли в те времена, зажглась во всех наших городах и многих селах.

За годы Сталинских пятилеток благодаря неустанной заботе товарища Сталина была создана мощная отечественная электропромышленность, снабдившая нашу страну первоклассной техникой.

Росту электропромышленности способствовал невиданный расцвет отечественной науки.

Вместо ученых-одиночек, проводивших во времена царизма свои научные работы в полукустарных лабораториях, появилась целая армия советских ученых, работающих в многочисленных научно-исследовательских институтах и академиях.

Благодаря неустанным заботам нашей партии, правительства и лично товарища Сталина у нас выросла своя школа электротехников,двигающая науку вперед и подчиняющая ее интересам нашей социалистической Родины.

Советские ученые и инженеры-электротехники являются творцами самых мощных в мире электростанций, конструкторами сложных электрических машин, создателями наиболее совершенной аппаратуры связи. Многие работы советских ученых и инженеров удостоены Сталинской премии.

Быстрый рост отечественной электропромышленности и промышленности средств связи дал возможность обеспечить Советскую Армию необходимой техникой связи. Советские воины-связисты, получив первоклассную технику, доказали в годы Великой Отечественной войны ее неоспоримое преимущество перед хваленной техникой армий капиталистических стран.

Успехи советских связистов в Великой Отечественной войне были результатом упорной учебы в мирное время.

Наши связисты не только овладевали техникой работы на доверенной им аппаратуре, но и детально изучали ее устройство и физические процессы, протекающие в ней, с тем, чтобы умело использовать свою технику в бою.

Без предварительного изучения основ электротехники трудно понять устройство и работу современной аппаратуры связи, а следовательно, грамотно и всесторонне использовать ее технические возможности.

Вся работа аппаратуры связи, будь то радиостанция, телеграфный или телефонный аппарат, основана на использовании электрических явлений.

Радистам, например, хорошо известно, что без электронных ламп не может действовать ни одна современная радиостанция, а для того, чтобы горела лампа, через ее нить накала необходимо пропустить электрический ток.

Телефонисты в своей практике постоянно встречаются с индуктором, звонком, вызывным клапаном и т. п. Работа всех этих приборов неразрывно связана с определенными действиями электрического тока. Почему, например, при посылке вызова звонит звонок вызываемого аппарата? Потому, что через звонок проходит посланный индуктором электрический ток, который и приводит его в действие. Или почему при посылке вызова на станцию срабатывает вызывной клапан коммутатора? Точно так же потому, что его приводит в действие электрический ток.

Само телефонирование, т. е. передача речи на расстояние по проводам или по радио, — это результат определенных действий электрического тока.

Работа телеграфных аппаратов также немыслима без электрического тока, который приводит их в действие.

Все это говорит о том, насколько важно изучение электротехники для всех связистов Советской Армии.

Задача настоящей книги и состоит в том, чтобы помочь военам-связистам в совершенстве овладеть своей специальностью и стать подлинными мастерами своего дела.

ГЛАВА I

ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

§ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Атомное строение вещества. Электрический заряд

Различные проявления и действия электрического тока уже на протяжении многих десятков лет имеют самое широкое практическое применение, однако природа электрического тока стала известна сравнительно недавно.

Что же такое электрический ток?

Чтобы ответить на этот вопрос, надо хотя бы в общих чертах познакомиться со строением вещества (материи), из которого состоят все окружающие нас тела.

Современной теорией, объясняющей строение вещества, является электронная теория.

Согласно этой теории все тела состоят из мельчайших частиц, называемых **молекулами**, размеры которых измеряются стомиллионными долями сантиметра. Молекула — это наименьшая частица вещества, которую можно отделить от тела и которая обладает всеми свойствами, присущими этому телу. Так, например, молекула железа обладает всеми свойствами железа, молекула воды — свойствами воды и т. д. Молекулы, в свою очередь, состоят из еще более мелких частиц, называемых **атомами**. Число атомов в молекулах различных веществ и строение молекул различно.

Если молекулы какого-нибудь тела состоят из одинаковых атомов, то такое тело называется **простым**. Примерами простых тел могут служить медь, железо, сера, кислород, водород и т. д. В настоящее время известно 96 простых тел.

Если молекула вещества состоит из нескольких различных по своему строению атомов, то тело, состоящее из таких молекул, называется **сложным**. Молекулы сложных тел образуются из различных сочетаний атомов простых тел.

Молекула воды, например, состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Два простых тела — водород и кислород, — взятых в определенном сочетании, образуют сложное тело — воду. Или, например, молекула серной кислоты, раствор которой используется в качестве электролита кислотных аккумуляторов, состоит из двух атомов водорода, одного атома серы и четырех атомов кислорода.

Долгое время ученые считали атом неделимой частицей, и лишь в начале 20-го века удалось определить в общих чертах внутреннее строение атома. К настоящему времени благодаря многочисленным исследованиям, проведенным советскими учеными, строение атома изучено довольно глубоко.

Установлено, что атом любого вещества состоит из ядра и вращающихся вокруг него по замкнутым кривым (орбиталям) одной или нескольких мельчайших частиц, называемых **электронами**. Каждый электрон атома обладает очень малым **электрическим зарядом**.

На рис. 1 дано схематическое изображение наиболее простого по своему строению атома — атома водорода, состоящего из ядра и вращающегося вокруг него одного электрона.

Ядро атома, в свою очередь, состоит из **протонов и нейтронов**. Эти частицы настолько уплотнены, что объем ядра во много раз меньше объема самого атома.

Ядро атома, как и электроны, обладает электрическим зарядом. Причиной этому являются протоны, входящие в состав ядра и имеющие такие же по величине электрические заряды, как и электроны. Но протоны, в противоположность электронам, мало подвижны, масса их почти в две тысячи раз больше массы электрона. Частица нейтрон, входящая в ядро атома, не имеет никакого электрического заряда, т. е. она нейтральна.

Таким образом, электроны, вращающиеся вокруг ядра атома, и протоны, входящие в состав ядра, являются носителями равных по величине электрических зарядов. Установлено, что **между электроном и протоном всегда действует сила взаимного притяжения, а между электронами, так же как и между протонами,— сила взаимного отталкивания**.

В силу этого различия условились считать, что **электрон обладает отрицательным электрическим зарядом, а протон — положительным**.

Следовательно, существует, как бы два рода электричества — положительное и отрицательное, о чем люди знали задолго до открытия электрического тока, но правильно объяснить этого не могли.

Наличие в атоме разноименно заряженных частиц приводит к тому, что между положительно заряженным ядром атома и вращающимися вокруг него электронами действуют силы взаимного притяжения, скрепляющие атом в одно целое.

Чем же отличаются один от другого атомы различных веществ? Различие атомов состоит прежде всего в разном количестве протонов и нейтронов в их ядрах, в силу чего неодинаков и положительный заряд ядер атомов различных веществ. Количество вращающихся электронов у атомов различных веществ

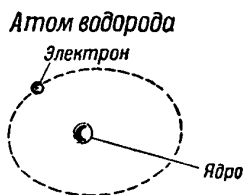


Рис. 1. Схема строения атома водорода

также неодинаково и определяется величиной положительного заряда ядра. Наконец, у атомов одних веществ электроны прочно связаны с ядром, в то время как у атомов других веществ эта связь значительно слабее.

В атоме любого вещества количество электронов, вращающихся вокруг ядра, равно количеству протонов, содержащихся в ядре. Так как электрические заряды электрона и протона равны по величине, то общий (суммарный) отрицательный заряд электронов равен положительному заряду ядра. Эти заряды взаимно уравнивают друг друга, в результате чего сам атом не имеет электрического заряда, т. е. является нейтральным.

В каждом атоме электроны составляют вокруг ядра оболочку, которую принято называть **электронной оболочкой**. Ядро атома вместе с окружающей его электронной оболочкой находится в непрерывном колебательном движении.

При движении атомы сталкиваются друг с другом и от них отрываются (вылетают из электронной оболочки) один или несколько электронов. В этом случае атом перестает быть нейтральным и становится положительно заряженным, так как его положительный заряд стал больше отрицательного. Однако такое нарушение электронной оболочки происходит у атомов только тех веществ, у которых чрезвычайно слаба связь между ядром и электронами. К таким веществам относятся все металлы и уголь, в противоположность другим твердым телам, таким, как дерево, стекло, эбонит, у которых связь электронов с ядром атома настолько прочна, что в обычных условиях нарушения электронных оболочек не происходит.

Оторвавшиеся от атомов электроны называются **свободными электронами**. Свободные электроны, беспорядочно двигаясь в междоатомном пространстве, частично захватываются другими атомами, потерявшими также в результате столкновений свои электроны. Взамен электронов, захваченных атомами, образуются новые свободные электроны.

Такой процесс появления и исчезновения свободных электронов в теле происходит непрерывно.

С увеличением температуры тела скорость колебательного движения атомов возрастает, столкновения их между собой учащаются и становятся сильнее, в результате чего количество свободных электронов в теле увеличивается. Однако, несмотря на увеличение количества свободных электронов внутри тела, оно не получает электрического заряда, так как общее (суммарное) количество электронов и протонов в теле не меняется, и тело остается электрически нейтральным.

Если каким-либо образом удалить из тела некоторое количество свободных электронов, то общий (суммарный) положительный заряд его будет больше суммарного отрицательного заряда, и следовательно, тело окажется заряженным положительно. И, наоборот, если телу прибавить некоторое количество электронов, то оно получит отрицательный заряд. При этом как удале-

ние из тела электронов, так и сообщение ему их извне совершенно не изменяет свойств тела, и оно остается точно таким, каким было до сообщения ему заряда.

Итак, если в теле создается недостаток электронов, то оно заряжается положительно, если же избыток, то оно заряжается отрицательно, причем чем больше избыток или недостаток электронов в теле, тем большим электрическим зарядом это тело обладает.

Изложенные нами в общих чертах атомное строение веществ и понятие об электрическом заряде не являются исчерпывающими, но вполне достаточны для понимания последующего материала этой книги.

Исследования последних лет показали, что внутреннее строение атомов в действительности гораздо сложнее и продолжает оставаться предметом дальнейшего изучения.

Понятие о разности потенциалов

Известно, что одно тело можно нагреть больше, а другое меньше; степень нагрева тела называется его температурой. Подобно этому, одно тело можно наэлектризовать больше другого; степень электризации тела характеризует величину, называемую **электрическим потенциалом** или просто потенциалом тела.

Что значит наэлектризовать тело? Это значит сообщить ему электрический заряд, т. е. прибавить к нему некоторое количество электронов, если мы тело заряжаем отрицательно, или отнять их от него, если мы тело заряжаем положительно. В том и другом случае тело будет обладать определенной степенью электризации, т. е. тем или иным потенциалом, причем тело, заряженное положительно, обладает положительным потенциалом, а тело, заряженное отрицательно,—отрицательным потенциалом.

Возьмем два тела *A* и *B* (рис. 2), изолированных одно от другого и от других предметов, и сообщим первому из них положительный заряд, а второму — отрицательный. Величина положительного потенциала тела *A* будет определяться количеством недостающих у этого тела электронов, величина же отрицательного потенциала тела *B* количеством излишних электронов. Чем больше недостаток электронов в теле *A* и избыток их в теле *B*, тем большими противоположными электрическими зарядами эти тела обладают и тем больше разность их «электрических уровней», до которых заряжены эти тела. Раз-

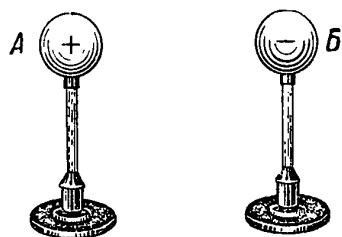


Рис. 2. Между двумя разноименно заряженными телами возникает разность потенциалов (тело *A* заряжено положительно, тело *B* — отрицательно)

ность уровней электрических зарядов двух тел принято называть разностью электрических потенциалов или просто разностью потенциалов.

Следует иметь в виду, что если два одинаковых тела заряжены одноименными зарядами, но одно больше, чем другое, то между ними также будет существовать разность потенциалов.

Кроме того, разность потенциалов существует между двумя такими телами, одно из которых заряжено, а другое не имеет заряда. Так, например, если какое-либо тело, изолированное от земли, имеет некоторый потенциал, то разность потенциалов между ним и землей (потенциал которой принято считать равным нулю) численно равна потенциалу этого тела.

Итак, если два тела заряжены таким образом, что потенциалы их неодинаковы, между ними неизбежно существует разность потенциалов.

Всем известное явление электризации расчески при трении ее о волосы есть не что иное, как создание разности потенциалов между расческой и волосами человека.

Действительно, при трении расчески о волосы часть электронов переходит на расческу, заряжая ее отрицательно; волосы же, потеряв часть электронов, заряжаются в той же степени, что и расческа, но положительно. Созданная таким образом разность потенциалов может быть сведена к нулю прикосновением расчески к волосам. Этот обратный переход электронов легко обнаруживается на слух, если наэлектризованную расческу приблизить к уху. Характерное потрескивание будет свидетельствовать о происходящем разряде.

Говоря выше о разности потенциалов, мы имели в виду два заряженных тела, однако разность потенциалов можно получить и между различными частями (точками) одного и того же тела.

Так, например, рассмотрим, что произойдет в куске медной проволоки, если под действием какой-либо внешней силы нам удастся свободные электроны, находящиеся в проволоке, переместить к одному концу ее. Очевидно, на другом конце проволоки получится недостаток электронов, и тогда между концами проволоки возникнет разность потенциалов.

Стоит нам прекратить действие внешней силы, как электроны тотчас же, в силу притяжения разноименных зарядов, устремятся к концу проволоки, заряженному положительно, т. е. к месту, где их недостает, и в проволоке вновь наступит электрическое равновесие.

Электрический ток

Если два одинаковых металлических тела *А* и *Б* (см. рис. 2) наэлектризовать в равной степени, но попрежнему тело *А* положительно, а тело *Б* отрицательно, и поднести одно к другому, то заряды тел мгновенно исчезнут, и тела окажутся незаряженными. Произойдет это потому, что свободные электроны, избыток кото-

рых был в теле *Б*, перейдут в тело *А*, где их не доставало, и таким образом разность потенциалов, существовавшая между этими телами, выравнивается.

Если два разноименно заряженных тела *А* и *Б* соединить между собой куском металлического проводника (рис. 3), то между концами проводника возникнет разность потенциалов. Под действием этой разности потенциалов хаотическое движение свободных электронов в металлическом проводнике упорядочится, т. е. электроны начнут перемещаться от отрицательно заряженного тела *Б* к положительно заряженному телу *А*.

Такое упорядоченное, т. е. направленное в одну сторону, движение электронов в металлическом проводнике называется электрическим током.

В нашем случае (см. рис. 3) течение электрического тока в проводнике будет происходить до тех пор, пока не исчезнет разность потенциалов между телами *А* и *Б*, что практически произойдет почти мгновенно, так как потенциалы обоих тел очень быстро уравниваются и разности потенциалов уже не будет.

Для получения непрерывного течения электрического тока по проводнику необходимо все время поддерживать разность потенциалов между концами проводника.

Таким образом, необходимым условием для прохождения электрического тока по проводнику является наличие разности потенциалов между началом и концом проводника.

Это электрическое явление отчасти сходно с течением жидкостей. Представим себе два сосуда, соединенных трубкой с краном (рис. 4) и налитых водой до разных уровней. Откроем кран,

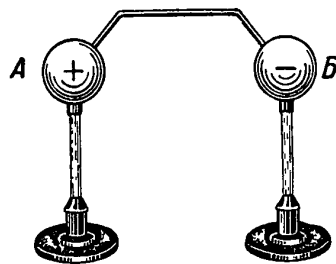


Рис. 3. Под действием разности потенциалов в проводнике возникает электрический ток

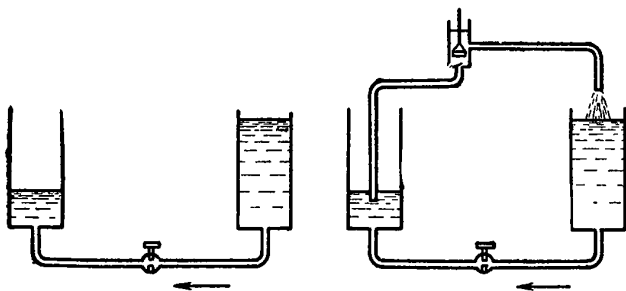


Рис. 4. Под действием разности уровней воды в сосудах по трубке потечет вода

Рис. 5. Насос поддерживает разность уровней в сосудах, и вода по трубке течет непрерывно

вода немедленно потечет из сосуда с более высоким уровнем в сосуд, уровень воды в котором ниже. Это будет продолжаться до тех пор, пока не исчезнет разность уровней в сосудах.

Если при помощи насоса (рис. 5) поддерживать все время разность уровней, то движение воды будет происходить непрерывно.

Электродвижущая сила и напряжение

На примере с жидкостью мы видим, что для поддержания разности уровней в сосудах необходимо использовать энергию насоса, который совершал бы работу по подъему воды от низшего уровня к высшему.

Подобно этому для поддержания электрического тока в проводнике необходим какой-то внешний источник энергии, который все время поддерживал бы разность потенциалов на концах этого проводника.

Таковыми источниками энергии служат так называемые **источники электрического тока**, обладающие определенной **электродвижущей силой**, которая создает и **длительное время поддерживает разность потенциалов** на концах проводника.

Электродвижущая сила (сокращенно ЭДС) обозначается буквой *E*. Единицей измерения ЭДС служит **вольт**. У нас в СССР вольт сокращенно обозначается буквой «в», а в международном обозначении — буквой «V».

Итак, **чтобы получить непрерывное течение электрического тока, нужна электродвижущая сила, т. е. нужен источник электрического тока.**

Первым таким источником тока был так называемый «вольтов столб», который состоял из ряда медных и цинковых кружков, проложенных кожей, смоченной в подкисленной воде.

Многочисленные опыты по устройству «вольтова столба» и его практическому использованию были проведены нашим талантливым соотечественником Василием Владимировичем Петровым, первым русским электротехником, действительным членом Российской Академии наук.

В. В. Петров (1761—1834) построил самую большую в мире батарею гальванических элементов и, используя ее, обнаружил в 1802 г. явление электрической дуги между двумя угольными электродами.

В старой литературе электрическая дуга, открытая В. В. Петровым, совершенно необоснованно называется вольтовой дугой.

В. В. Петров указал пути использования электрической дуги в металлургии для плавления и сварки металлов и для освещения.

В. В. Петрову принадлежит также ряд исследований в области получения электричества и изучения свечения тел. В. В. Петров впервые применил изоляцию проводников.

Однако царское самодержавие не придало значения величайшим открытиям В. В. Петрова, и они были забыты на многие годы. Не сохранилось даже портрета этого замечательного русского ученого — зачинателя электротехники.

В своих исследованиях В. В. Петров установил, что в «вольтовом столбе» электродвижущая сила возникает в результате