

Тишков Илья Петрович

**О сопротивлении человеческого
тела электрическому току**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
И49

И49 **Илья Петрович Т.**
О сопротивлении человеческого тела электрическому току / Тишков Илья Петрович – М.:
Книга по Требованию, 2024. – 72 с.

ISBN 978-5-519-76912-9

ISBN 978-5-519-76912-9

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

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 первоизданном 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.

Но на парижскомъ конгрессѣ электриковъ, въ 1884 году, было окончательно рѣшено ввести во всеобщее употребленіе единицу Британской Ассоціаціи, назвавъ ее легальнымъ *омомъ*. Омъ нѣсколько больше Е. S.,—именно онъ равняется сопротивленію ртутнаго столба въ 106 см. длиною и 1 кв. м.м. въ поперечникѣ. Преимущество его предъ Е. S. то, что его можно считать практической единицей строго научной системы С. G. S. (*) въ которой всѣ единицы выведены изъ трехъ основныхъ единицъ: сантиметръ, граммъ (объемъ), секунда. Омъ равенъ 1000 миллионъ электромагнитныхъ единицъ сопротивленія этой системы.

Единица электровозбудительной силы названа *вольтъ*; онъ равенъ 100 миллионамъ С. G. S. электромагнитныхъ единицъ электровозбудительной силы. На практикѣ можно принять электровозбудительную силу элемента Даніэля=одному вольту. Если сопротивление всей цѣпи, слѣдовательно, вмѣстѣ съ внутреннимъ сопротивленіемъ элемента, равно одному ому, то отъ элемента Даніэля получится сила тока, равная одной практической единицѣ силы тока или одинъ *амперъ*; онъ равенъ $\frac{1}{10}$ С. G. S. электромагнитной единицы силы тока. Врачи обыкновенно пользуются только тысячными долями ампера, или миллиамперами.

При изслѣдованіи надъ сопротивленіями важно имѣть возможность вводить въ цѣпь разные сопротивленія, уже заранѣе вымѣренныя, т. е. предварительно сравненныя съ принятыми единицами. Это достигается посредствомъ приборовъ, называемыхъ реостатами. Они дѣлаются изъ проволоки новаго серебра, проводимость которой хуже проводимости ртути и мѣди, слѣдовательно, ея потребуется для приготовленія реостатовъ меньше, чѣмъ другихъ матеріаловъ. Хорошо изолированная шелкомъ и параффиномъ проволока, извѣстной длины и толщины, или наматывается на цилиндры изъ эбонита, дерева и другихъ непроводниковъ, или же нѣсколько катушекъ, съ намотанными на нихъ проволоками разнаго, но точно опредѣленнаго, сопротивленія, помѣщаются въ одномъ ящикѣ. Первой формы реостаты, называемые агометрами, устроены такъ, что въ цѣпь можно вводить постепенно, безъ скачковъ, любую часть проволоки, сопротивление которой извѣстно. Наиболѣе же

(*) См. Хвольсонъ. «Объ абсолютныхъ единицахъ» 1881 г.

распространены реостаты второй формы или магазины сопротивлений. Они состоятъ, какъ сказано, изъ многихъ катушекъ точно опредѣленнаго сопротивленія. Вынимая металлическіе штепселя изъ втулокъ, находящихся въ эбонитовой крышкѣ ящика, можно ввести въ цѣпь по желанію то или другое число единицъ сопротивленія, но только скачками, чрезъ долю или цѣлую единицу. Не смотря на всѣ старанія техниковъ устроить эти магазины наиболѣе портативными, все таки магазины даже въ 10000 единицъ уже очень громоздки и неудобны для медицинской практики внѣ кабинетовъ и госпиталей; врачи же часто имѣють дѣло съ сопротивленіями значительно болѣе 10000 единицъ.

Хотя въ курсахъ физики подробно излагается все относящееся до измѣренія сопротивленій, т. е. способы, какими можно сравнивать неизвѣстное сопротивление съ единицами, описываются приборы, нужные для этого, обращеніе съ ними и т. д., тѣмъ не менѣе, здѣсь будетъ не лишне напомнить основанія этихъ методовъ.

Различаютъ три способа измѣренія электрическаго сопротивленія: 1) способъ *непосредственнаго замыценія или подстановки*. Для измѣренія по этому способу требуется, кромѣ постоянныхъ элементовъ, гальваноскопъ, магазины сопротивленій и замыкатель. Прежде вводятъ въ цѣпь измѣряемое сопротивление, — въ частномъ случаѣ человеческое тѣло, — и наблюдаютъ отклоненіе магнитной стрѣлки; потомъ неизвѣстное сопротивление выводятъ, а въ цѣпь включают реостатъ и подыскиваютъ въ немъ такое число единицъ сопротивленія, при которомъ получается то же отклоненіе стрѣлки, что и въ первомъ случаѣ. Число единицъ, которое необходимо ввести въ цѣпь, чтобы получить ту же силу тока, какая была при включеніи неизвѣстнаго сопротивленія, будетъ равно послѣднему. Не всякое сопротивление можно измѣрить при помощи одного и того же гальваноскопа, такъ какъ при небольшихъ сопротивленіяхъ сила тока будетъ такъ велика, что магнитная стрѣлка отклонится до 90° . Поэтому при измѣреніи по способу замѣщенія требуются еще добавочные приборы или шунты, чтобы можно было регулировать силу тока. Если имѣется вмѣсто гальваноскопа тангенсъ — гальванометръ, то можно не приводить стрѣлки къ однимъ и тѣмъ же градусамъ, а, замѣтивъ число

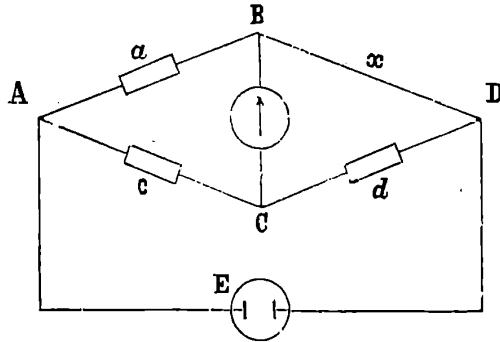
градусовъ отклоненія стрѣлки при введеніи въ цѣпь тѣла и при замѣнѣ послѣдняго реостатомъ, вычислить неизвѣстное сопротивленіе. 2) Второй способъ — *сравнительный или дифференціальный*. Здѣсь требуется особый гальваноскопъ, называемый дифференціальнымъ. Въ такомъ гальваноскопѣ магнитная стрѣлка помѣщается между двумя обмотками проволокъ. При измѣреніяхъ, начало одной обмотки и конецъ другой соединяются съ положительнымъ полюсомъ элемента, конецъ же первой и начало второй съ отрицательнымъ полюсомъ. Если обмотки одинаково расположены относительно стрѣлки, сопротивленія ихъ равны и проч., то при замыканіи цѣпи стрѣлка останется въ покоѣ, такъ какъ на нее вліяютъ двѣ равныя части одного и того же тока, но противоположныя по направленію. Если теперь включить въ цѣпь реостатъ, хотя бы между началомъ одной обмотки и отрицательнымъ полюсомъ элемента, неизвѣстное же сопротивленіе соединить съ концомъ другой обмотки и съ тѣмъ же полюсомъ, то стрѣлка тогда укажетъ на 0° , когда въ реостатѣ будетъ подыскано сопротивленіе равное измѣряемому, такъ какъ только при этомъ условіи сила тока въ обѣихъ обмоткахъ будетъ одинаковая.

На практикѣ очень трудно достигнуть того, чтобы обѣ обмотки гальваноскопа находились въ равныхъ условіяхъ относительно стрѣлки.

3) Такъ называемымъ мостикомъ *Витстона* можно еще съ болѣею точностью измѣрить сопротивленіе. Этотъ способъ въ настоящее время наичаще употребляется.

Въ физикѣ доказывается на основаніи законовъ Кирхова, что если проводникъ, идущій отъ батареи E (черт. 1) развѣтвляется въ точкѣ A на двѣ вѣтви, которыя потомъ опять сходятся въ точкѣ D , такъ что одна часть тока идетъ по ABD , другая по ACD , то сила тока въ соединительной вѣтви BC , которая собственно и носитъ названіе мостика, будетъ равна нулю только тогда, когда сопротивленія четырехъ вѣтвей a, x, c, d составятъ геометрическую пропорцію, т. е. когда $a : x = c : d$; $x = \frac{ad}{c}$. Отсюда понятно, что стоитъ только помѣстить въ мостикѣ чувствительный

гальваноскопъ, въ вѣтви a , c , d ввести реостаты, а въ вѣтвь x измѣряемое сопротивленіе, то стрѣлка гальваноскопа останется неподвижною при замыканіи тока только при томъ условіи, если x будетъ во столько разъ больше или меньше сопротивленія реостата d , во сколько сопротивленіе a больше или меньше c .



Черт. 1-й.

Предположимъ, что мы ввели въ магазинахъ сопротивленій a и c по 10 единицъ, въ магазинѣ же d пришлось вынуть штепсель, у втулки котораго написано число 1000, для того, чтобы при замыканіи цѣпи стрѣлка осталась бы неподвижна; тогда $x = \frac{1000 \cdot 10}{10}$, т. е. число введенныхъ въ цѣпь единицъ реостата d покажетъ прямо, чему равно измѣряемое сопротивленіе.

На практикѣ употребляются мостики разныхъ системъ, которые отличаются другъ отъ друга разными приспособленіями и расположеніемъ вѣтвей и реостата. Обыкновенно употребляются мостики Сименса и Элліота.

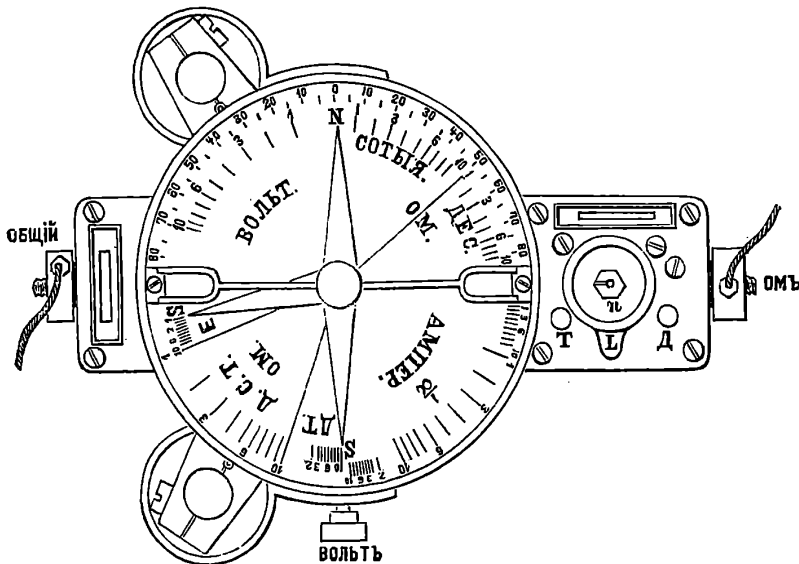
Способы, при которыхъ необходимы гальваноскопы, пригодны только для измѣреній сопротивленій постоянному току; для измѣренія же переменнымъ токомъ, Кольраушъ предложилъ включать въ мостикъ, вмѣсто гальваноскопа, телефонъ; элементы при этомъ конечно соединяются съ индукціоннымъ приборомъ. Если сопротивленія въ вѣтвяхъ подобраны правильно, то шумъ въ телефонѣ долженъ совсѣмъ прекратиться. Объ этомъ способѣ альтернативныхъ токовъ будетъ еще рѣчь дальше.

Не смотря на все научное достоинство описанных методовъ, они мало примѣнялись практическими врачами, такъ какъ до сихъ поръ требовалось прибѣгать при каждомъ способѣ ко многимъ приборамъ, часто очень сложнымъ, громоздкимъ и дорогимъ; самое измѣреніе производится вовсе не такъ легко и скоро, какъ это можно бы ожидать, судя по вышеприведенному описанію. По этому понятно, что врачи практики часто предпочитали идти ощупью въ своихъ изслѣдованіяхъ, чѣмъ тратить много труда и времени на измѣренія при тѣхъ условіяхъ ихъ дѣятельности, при которыхъ даже самые точные методы, но неудобные на практикѣ, все равно не привели бы ни къ какимъ результатамъ. Такіе способы измѣренія, пригодные для кабинетныхъ работъ, не удовлетворяютъ вполне законныхъ требованій врачей. Это обстоятельство дало мнѣ мысль предложить врачамъ новый приборъ для измѣренія электрическихъ величинъ, именно такъ называемый *а-в-о-метръ* (такъ какъ имъ можно измѣрять амперы, вольты и омы) штабсъ-капитана сапернаго баталіона П. П. Тишкова.

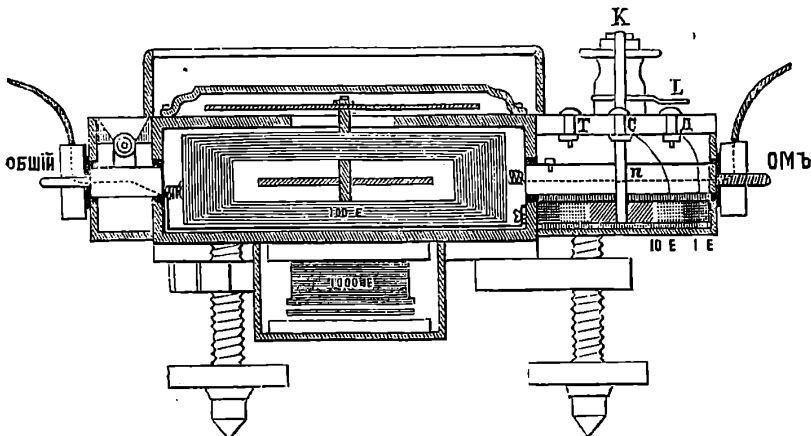
Приборъ этотъ изобрѣтенъ собственно для миннаго дѣла, гдѣ большія сопротивленія не встрѣчаются; но, если калибровать его для большихъ сопротивленій, онъ положительно, по моему опыту, удовлетворяетъ требованіямъ врача: при употребленіи прибора нѣтъ нужды въ магазинахъ сопротивленій, онъ портативенъ, проченъ, и измѣренія производятся имъ очень быстро и легко; точность же его показаній такая, какую вообще можно достигнуть при измѣреніи по способу непосредственнаго замѣщенія, такъ какъ при калиброваніи прибора изобрѣтатель пользовался методомъ подстановки въ широкихъ размѣрахъ.

Устройство *а-в-о-метра* слѣдующее: въ мѣдной коробкѣ, такой же, какъ и у горизонтальнаго гальваноскопа, съ стеклянною крышкою, помѣщается мультипликаторъ, сопротивленіе котораго равно 100 омамъ. Неапатическая магнитная стрѣлка вращается на вертикальной стальной иглѣ, концы которой упираются въ небольшія гнезда изъ агатовыхъ камней. Одинъ конецъ проволоки мультипликатора закрѣпленъ въ зажимѣ, на которомъ написано «общій», другой идетъ къ зажиму съ надписью «омъ», (черт. 2); на пути къ послѣднему онъ имѣетъ металлическое сообщеніе только

со стержнем n коммутатора К (черт. 3). Въ небольшой коробчкѣ, придѣланной сбоку прибора, лежатъ двѣ катушки съ хорошо изолированными проволоками, которыя имѣютъ металлическое сообщеніе съ одной стороны съ проволокою, идущею къ зажиму «общій», съ другой съ мѣдными пуговками С и D коммутатора К; эти проволоки вполнѣ изолированы другъ отъ друга, а съ мультипликаторомъ каждая изъ нихъ въ отдѣльности можетъ имѣть сообщеніе только тогда, когда мѣдный указатель L (черт. 3) коммутатора стоитъ на соотвѣтствующей пуговкѣ; тогда



Черт. 2-й.



Черт. 3-й.

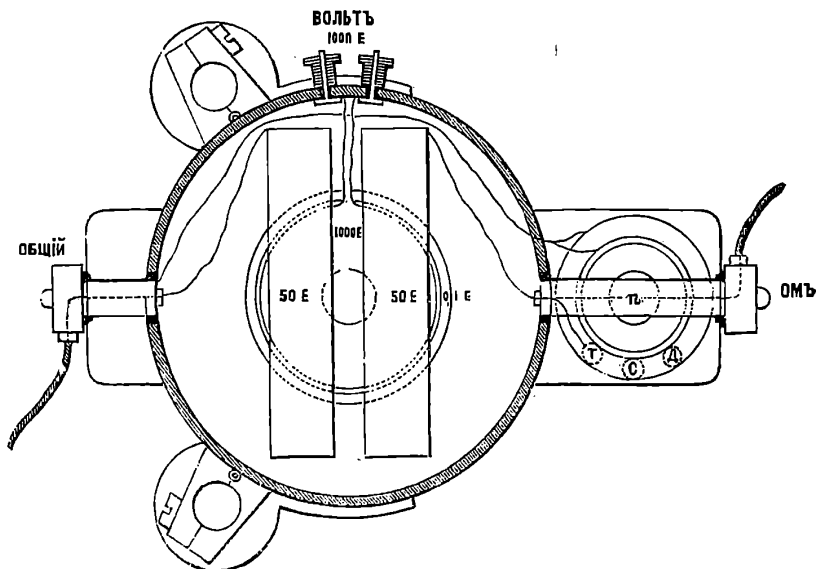
одна часть тока изъ зажима «омъ» пойдетъ по проволоку въ мультипликаторъ, другая же по мѣдному стержню коммутатора К, чрезъ указатель L, пуговку и чрезъ соотвѣтствующую послѣдней проволоку отвѣтвления, къ зажиму «общій».

Крышка коммутатора сдѣлана изъ эбонита; если указатель L, стоитъ не на мѣдныхъ пуговкахъ С и D, а на эбонитѣ или пуговкѣ Т, то весь токъ пойдетъ чрезъ мультипликаторъ не развѣтвляясь. На черт. 3, видна, въ вертикальномъ разрѣзѣ, на днѣ прибора еще катушка, сопротивленіе которой равно 1000 омамъ. На черт. 4-мъ эта катушка представлена въ горизонтальномъ разрѣзѣ. Въ приборѣ устроено такъ, что одинъ конецъ этой проволоки укрѣпленъ въ зажимѣ «вольтъ», а другой идетъ къ пуговкѣ коммутатора, на чертежѣ не указанной; но если проводникъ отъ одного полюса элемента защемить въ зажимѣ «общій», а другой въ «вольтъ», а не въ «омъ», то токъ пойдетъ чрезъ катушку въ 1000 единицъ сопротивленія въ зажимъ «омъ» и въ мультипликаторъ. Слѣдовательно, эта катушка, придѣланная ко дну прибора, вводится только во внѣшнюю цѣпь, а не такъ, какъ первыя двѣ, помѣщаемыя подъ коммутаторомъ, которыя вводятся, если указатель L стоитъ на конечныхъ ихъ пуговкахъ С и D, только для отвѣтвления главнаго тока, слѣдовательно, съ тѣмъ, чтобы ослабить токъ въ мультипликаторѣ. Сопротивленіе той проволоки отвѣтвления, конецъ которой находится въ связи съ пуговкою С, около 10 омъ,—соединенной же съ пуговкой D, равно почти одному ому. Сопротивленія этихъ проволокъ *практически* подыскиваются такъ, чтобы токъ въ мультипликаторѣ при введеніи отвѣтвленій ослаблялся въ 10 разъ, если указатель стоитъ на С, и въ 100 разъ при положеніи указателя на D. Извѣстно, что если токъ развѣтвляется, то сила его въ вѣтвяхъ будетъ обратно пропорціональна сопротивленію вѣтвей.

Для калибровки прибора необходимо имѣть постоянные элементы и магазины сопротивленій. Изъ разныхъ элементовъ изобрѣтатель остановился на мѣдно-цинковыхъ, въ которыхъ при мѣди налить растворъ мѣднаго купороса, при цинкѣ—растворъ цинковаго; но можно пользоваться и элементами Мейдингера. Калибровка ведется слѣдующимъ образомъ: стрѣлка прибора

устанавливается въ магнитномъ меридіанѣ и горизонтальной плоскости при помощи винтовъ и двухъ уровней, расположенныхъ взаимно перпендикулярно по сторонамъ коробки прибора. Необходимо, чтобы указатель магнитной стрѣлки прикрылъ на циферблатѣ линію NS (черт. 2), при правильной установкѣ уровней; затѣмъ полюсъ, напр. отрицательный, одного мѣдно-цинковаго элемента (или многихъ, смотря по требованіямъ) приращиваютъ къ зажиму «общій», другой же, положительный, къ «омъ» и замыкаютъ цѣпь; магнитная стрѣлка отклонится почти на 90° .

Если ввести въ цѣпь сопротивленія въ 1000 омъ, то отклоненіе уменьшится и дойдетъ, напр. до 68° ; тогда на циферблатѣ отмѣчается показаніе стрѣлки, и ставится большая цифра 1; потомъ вводятъ 2000 омъ, отклоненіе стрѣлки будетъ еще меньше, положеніе ея отмѣчается цифрою 2, и т. д. до сопротивленія въ 10000 омъ, при которомъ стрѣлка остановится приблизительно на 18° , на этомъ мѣстѣ становится цифра 10 (большая). Если теперь въ параллель обмотки мультипликатора ввести отвлѣтленіе почти въ 10 омъ, т. е. если указатель L поставить на пуговку C, то магнитная стрѣлка будетъ останавливаться на тѣхъ же дѣленіяхъ уже тогда, когда во внѣшней цѣпи будутъ введены не тысячи, а только сотни омовъ, такъ какъ сила тока уменьшится



Черт. 4-й.

въ 10 разъ; на цифру 10 стрѣлка будетъ указывать уже не при 10000 омовъ въ цѣпи, а при 10 сотняхъ. Введя въ цѣпь 900 омъ, мы получимъ отклоненіе, соотвѣтствующее цифрѣ 9; т. е. приборъ покажетъ девять сотенъ; при 800 омъ въ реостатѣ, указатель магнитной стрѣлки остановится на цифрѣ 8 или восьми сотняхъ и т. д. Наконецъ при 100 омахъ, онъ остановится на 1, или одной сотнѣ, слѣдовательно, на той цифрѣ, на какой стрѣлка раньше останавливалась, когда во внѣшней цѣпи было 1000 омъ, а отвѣтвленіе не было введено, т. е. когда указатель помѣщался на пуговкѣ Т, не имѣющей связей ни съ однимъ изъ отвѣтвленій.

Если, не размыкая цѣпи, указатель L поставить на пуговку D, то будетъ введено отвѣтвленіе, при которомъ сила тока въ мультипликаторѣ будетъ въ 100 разъ слабѣе, чѣмъ безъ введенія отвѣтвленія. Понятно, что теперь мы можемъ калибровать приборъ для измѣренія единицъ и десятковъ омъ; безъ ослабленія же силы тока этого сдѣлать нельзя, такъ какъ стрѣлка отклонилась бы почти на 90° . Для единицъ омъ дѣленія на приборѣ нанесены между 68° и 82° мелкими цифрами (черт. 2); десятки же мы читаемъ на той же шкалѣ съ большими цифрами отъ 1 до 10, гдѣ читали сотни и тысячи, когда указатель L стоялъ на пуговкѣ С или Т. Такимъ образомъ десятки, сотни и тысячи омъ отмѣчены и наблюдаются на одной и той же части циферблата, обозначенной буквами D. С. Т. въ предѣлахъ отъ 18° до 68° , а единицы (Е) въ направленіи отъ 68° къ 90° . На части же шкалы, гдѣ стоятъ буквы DT читаютъ десятки тысячъ омъ. Они наносятся такимъ же образомъ какъ и тысячи, т. е. безъ отвѣтвленій, вводя во внѣшнюю цѣпь 11000, 12000 и . д. до 100000 омъ. Но дѣленія для десятковъ тысячъ можно нанести, имѣя только магазинъ въ 10000 омъ, если ввести отвѣтвленіе для сотенъ, т. е. переводя указатель L съ Т на С; тогда при 1000 омъ стрѣлка остановится на большой цифрѣ 10, при 2000 на цифрѣ 2—въ части шкалы DT и т. д. Въ моемъ экземплярѣ прибора можно было при одномъ элементѣ отмѣтить отклоненіе стрѣлки, соотвѣтствующее 100000 омъ во внѣшней цѣпи.

Если мы будемъ увеличивать электровозбудительную силу въ 2, 3—10 разъ, то можемъ мѣрить и значительно большія сопротивленія, только умножая показанія прибора при 1 элементѣ на число вольтъ. При десяти мѣдно-цинковыхъ элементахъ и при 10000 омовъ въ реостатѣ стрѣлка остановится на большой цифрѣ 1, при 20000 на цифрѣ 2 шкалы С. D. T., при сопротивленіяхъ во внѣшней цѣпи въ 10000 стрѣлка остановится на большой цифрѣ 10; цифры же шкалы DT будутъ указывать на сотни тысячъ омовъ во внѣшней цѣпи.

Провѣряя приборъ съ разными числами элементовъ отъ 1 до 12, я получалъ показанія прибора, соотвѣтствующія вышеупомянутому правилу, т. е. умноживъ число омовъ, прочитанное на циферблатѣ на число элементовъ (мѣдно-цинковыхъ), получаемъ число омовъ, включенныхъ въ цѣпь.

При калибровкѣ прибора для измѣренія *вольтъ*, одинъ полюсъ элемента въ одинъ вольтъ закрѣпляется въ зажимѣ «общій», другой же приращивается къ винту, на которомъ написано «вольтъ»; этимъ вводится въ цѣпь, какъ было уже сказано, катушка въ 1000 омовъ. Поставивъ указатель на С, отмѣчаютъ на части циферблата съ надписью «вольтъ» мѣсто стрѣлки цифрою 1; затѣмъ вводится 2 такихъ элемента (мѣдно-цинковыхъ) и ставятъ на циферблатѣ цифру 2 и т. д. до 10. Слѣдовательно и для измѣренія вольтъ, приборъ калибруется чисто практическимъ путемъ, т. е. принимая электро-возбудительную силу элемента Даниэля = 1 вольту и что сопротивление элемента, если оно не очень велико, при 1000 единицъ во внѣшней цѣпи, не вліяетъ на силу тока, а слѣдовательно и на показанія прибора.

Третья четверть циферблата служить для измѣренія сопротивленийъ меньшихъ единицы; но такъ какъ практическій врачъ имѣетъ дѣло съ большими сопротивленіями, то описывать способъ калибровки прибора для измѣренія долей ома нѣтъ необходимости.

Четвертая часть циферблата, гдѣ написано «амперъ», калибруется однимъ элементомъ и магазиномъ сопротивленийъ, какъ выше описано для омовъ. При измѣреніи силы тока, при всякомъ числѣ элементовъ и всякомъ сопротивленіи, внутреннемъ и внѣшнемъ, поступается по вышесказанному, какъ при измѣреніи