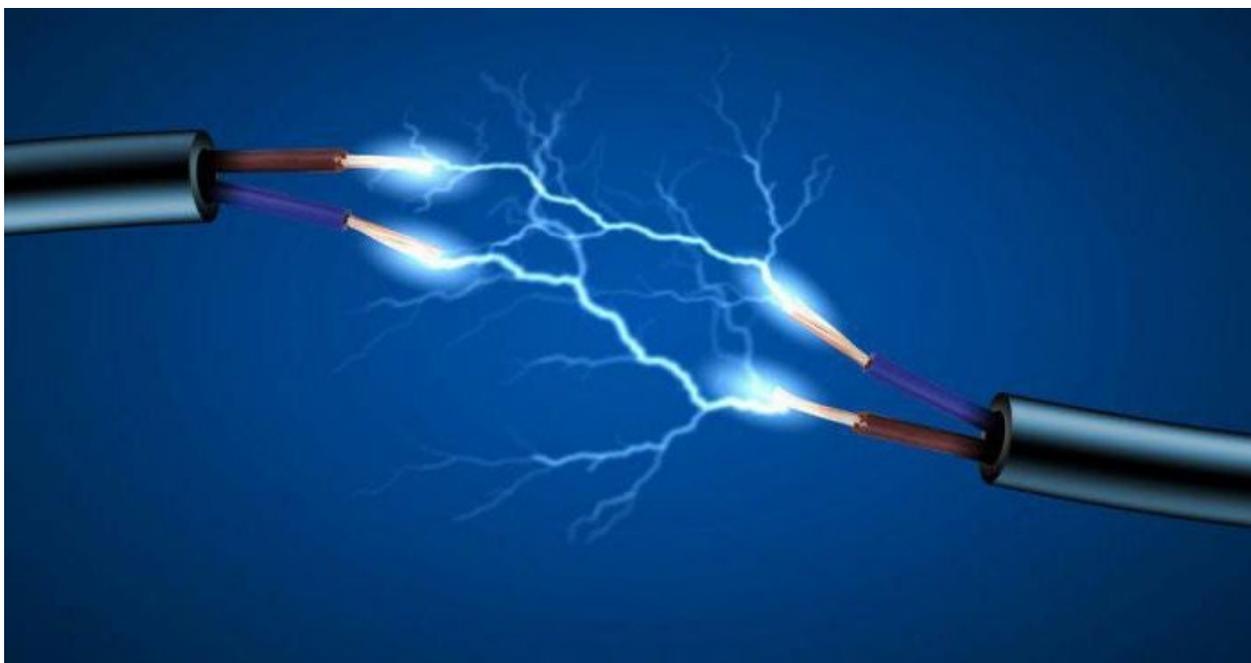


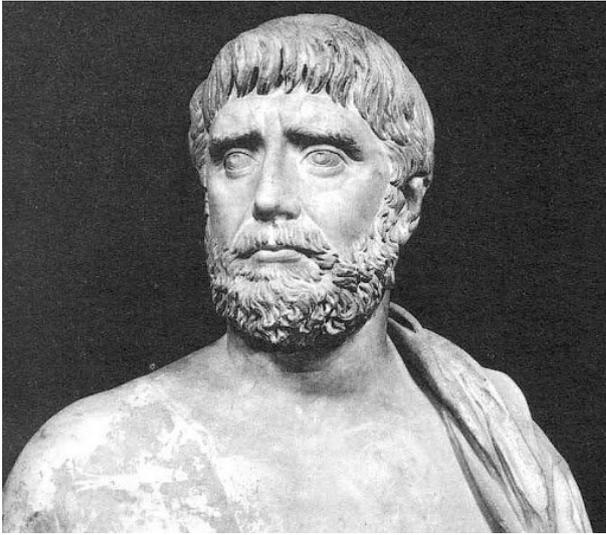
## **Электричество – величайшее изобретение человечества**

В современном мире человек просто не может представить свою жизнь без электричества. Так сильно оно вошло в его работу и быт. В тёмное время суток электричество даёт освещение домов и улиц населённых пунктов. У себя дома каждый человек постоянно видит бытовые электроприборы, помогающие ему в повседневной жизни и создающие комфортное проживание. К ним можно отнести: электроплиту, холодильник, микроволновую печь, миксер, телевизор, компьютер, сотовый телефон и многое другое. Люди, проживающие выше третьего этажа многоквартирных домов, не представляют свою жизнь без лифта. Если спуститься вниз ещё можно по лестнице, то подниматься вверх с сумками на десятый этаж выдержит далеко не каждый человек. Всем известная мировая информационная сеть интернет без электричества просто существовать не будет, как наверно и любой другой современный вид связи. На электричестве полностью работает часть городского транспорта (трамвай, троллейбус, метро и т.п.). Даже в обычном автомобиле электричество играет огромную роль, без которой он с места не сдвинется. Можно приводить ещё множество примеров, но и этого уже вполне достаточно, чтобы понять – без электричества современный человек существовать просто не сможет. Удивительно, но в жизнь человека электричество вошло практически не так давно, каких-нибудь полторы сотни лет назад, хотя известно о нём было намного раньше.



### **История электричества**

Давным-давно, в VII веке до нашей эры, греческий философ Фалес Милетский (624 – 545 гг. до н.э.) заметил, что потёртый о шерсть янтарь приобретает свойство притягивать лёгкие предметы. Что интересно, греки называли янтарь электроном, по имени звезды Электра из созвездия Тельца.



Фалес Милетский.

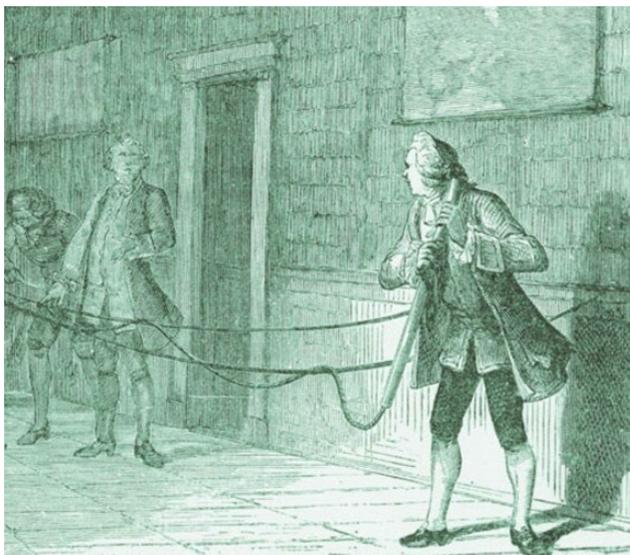
С тех давних пор прошло больше двух тысячелетий и только в 1600 году английский физик Уильям Гилберт (1544 – 1603 гг.) издаёт книгу, в которой описывает свои опыты над магнитами и электрическими свойствами тел. Он заметил, что не только янтарь, но и ряд других тел после натирания обладают способностью притягивать мелкие лёгкие предметы. Отдавая честь янтарю, Уильям Гилберт назвал это явление электрическим (от латинского слова *electricus* – янтарный) и впервые ввёл термин «электричество». Под ним подразумевается совокупность явлений, обусловленных существованием, взаимодействием и движением электрических зарядов.



Электрическая машина Герика — научный прорыв того времени. 1663 год.

В последующие годы многие учёные занимались исследованием электричества. Они сделали большое количество открытий в этой области, благодаря которым человечество использует данный вид энергии. В память о заслугах отдельных учёных их фамилиями были названы некоторые единицы измерений. Среди них: итальянский физик, химик и физиолог Алессандро Вольта (1745 – 1827 гг.), французский физик, математик и

естествоиспытатель Андре-Мари Ампер (1775 – 1836 гг.), немецкий физик Георг Симон Ом (1789 – 1854 гг.) и ряд других учёных. Благодаря таким людям, сейчас мы используем электричество для своего блага и удобства.



Опыты Стивена Грея по передаче электричества

Не всем известно, что к изучению электричества имел отношение Бенджамин Франклин (1706 – 1790 гг.). Большинство людей знают его как великую историческую личность, внёсшую огромный вклад в становление США (Соединённых Штатов Америки) как независимого государства. В память о политических заслугах Бенджамина Франклина установлены памятники, а на сто долларовых купюрах с 1914 года печатают его портрет. Как говорят: «Талантливый человек талантлив во всём». Оказывается, он был не только политиком, но ещё исследователем и изобретателем. Бенджамин Франклин ввёл понятие положительного и отрицательного заряда. Вот те самые «+» (плюсы) и «-» (минусы), которые в наше время можно увидеть на любой простой батарее. Ещё он проводил исследования грозных явлений и обнаружил присутствие электричества в воздухе, так называемое атмосферное электричество. В 1752 году Бенджамин Франклин изобрёл молниеотвод (в быту его чаще называют громоотвод, хотя к грому это устройство отношения не имеет). Металлический штырь, соединённый толстой проволокой с заземлителем, снимал во время грозы напряжённость электрического поля. В редких случаях удара молнии пропускал её через себя в землю. Это изобретение имело большое практическое значение. Теперь высокие здания, колокольни и т.п., оборудованные такими устройствами, могли больше не бояться молнии.



Изобретение Алессандро Вольта — электрическая батарея «Вольтов столб»

Вольта подошел к открытию разницы потенциалов, что и использовал при создании первого генератора постоянного тока — Вольтового столба.

Генератор постоянного тока создал благоприятные условия для проведения тысячи новых опытов, и уже в 1802 году российский ученый Василий Петров продемонстрировал электрическую дугу, что приблизило мир к открытию электрического освещения.

Из России очень внимательно наблюдали за международными исследованиями электричества два великих русских ученых - Ломоносов Михаил Васильевич и Георг Вильгельм Рихман (русский физик немецкого происхождения). Примерно в то же время, когда была изобретена лейденская банка, в России шла большая работа по изучению атмосферного электричества. Как и Франклин, Ломоносов и Рихман в первую очередь пытались понять сущность молнии. Была изобретена «громовая машина», конструкция которой была описана в «Санкт-Петербургских Ведомостях» в 1752 году.



Ломоносов и Рихман изучают атмосферное электричество

### Электрический ток

Электрический ток – упорядоченное движение заряженных частиц под действием электрического поля. В зависимости от среды материи (вещества) частицы могут быть разные: в металлах – электроны, в электролитах – ионы, в полупроводниках – электроны или дырки (электронно-дырочная проводимость).

Если говорить сильно упрощённо, то вся окружающая нас материя (всё, что мы видим вокруг) состоит из молекул. В свою очередь молекулы состоят из атомов. Сами атомы представляют из себя ядро (протоны и нейтроны) и вращающиеся вокруг него электроны. Для более наглядного понимания электрического тока возьмём обычную батарейку. Внутри неё протекает химическая реакция. В результате этого электроны переходят от одних атомов к другим. Поэтому получается, что атомы одного вещества (клемма «плюс») испытывают недостаток электронов, а атомы другого вещества (клемма «минус») избыток. То есть вещества клемм батарейки имеют разноимённые заряды. Если соединить их (клеммы) между собой проводником с нагрузкой, то электроны будут стремиться перейти из одного вещества в другое (от отрицательной клеммы к положительной). Это перемещение электронов и есть электрический ток. Он будет течь пока заряды веществ не уравниваются.

В качестве проводника для передачи электрического тока сейчас в основном используют медные или алюминиевые провода. Возьмём, например, медную проволоку. В атоме меди вокруг ядра по четырём орбитам вращаются 29 электронов. Электроны, находящиеся на крайних орбитах, испытывают меньшую силу притяжения, чем их собратья, расположенные ближе к ядру. Поскольку атомы меди находятся очень плотно друг к другу, то дальние электроны испытывают силу притяжения не только своего, но и соседнего ядра. Они могут покинуть свой атом и перейти к другому. Такие электроны называют свободными. При подключении к проводнику внешнего электрического поля (например, батарейки) движение свободных электронов становится упорядоченным и направленным от «-» к «+» батарейки. В результате по цепи начинает течь постоянный электрический ток.

При рассмотрении принципа работы различных электронных схем принято использовать направление постоянного тока от плюса к минусу. Этот выбор изначально был сделан не очень корректно, так как в то время о движении свободных электронов ещё не знали. За направление тока условно приняли то направление, по которому могли бы двигаться в проводнике положительные заряды. В последующем этот выбор менять никто не стал.

В любом веществе атомы располагаются на расстоянии друг от друга. В меди, алюминии и других металлах эти расстояния очень малы. Электронные оболочки соседних атомов практически соприкасаются друг с другом. Это даёт возможность электронам переходить от одного атома к другому. Поэтому металлы и ряд других веществ называют «проводниками» электрического тока. Существуют вещества, где атомы располагаются на значительном расстоянии друг от друга. Их электроны не могут преодолеть силу притяжения ядра своего атома, а сила ядра соседнего атома (куда электрон может перейти) очень мала из-за относительно большого расстояния. Даже если к такому веществу подключить электрическое поле, то электрон всё равно останется у своего атома (электрический ток не потечёт). Подобные вещества называют «диэлектриками». Они не пропускают электрический ток.

### Сила тока

Если взять в качестве проводника электрического тока медную проволоку и под прямым углом перерезать её, то размер среза будет представлять собой поперечное сечение данного проводника. Количество заряженных частиц (в нашем случае электронов), протекающих через поперечное сечение проводника, называется **силой тока**. Для её измерения существует специальный прибор – амперметр. За единицу величины силы тока принят один ампер (А). Это довольно большой ток. В различных электронных приборах и схемах протекают более маленькие токи. Для удобства работы применяются следующие величины измерения: микроампер (мкА, 0,000001

А), миллиампер (мА, 0,001А), ампер (А, 1А). На схемах и в формулах электрический ток обозначается буквой «I» (и).

### Напряжение

Разность потенциалов двух точек внутри электрического поля называется **напряжением**. Чем больше будет величина различия, тем сильнее электроны будут стремиться перейти к веществу с противоположным зарядом. Если сказать проще, то напряжение – это сила, которая перемещает электроны от одного атома к другому. Напряжение измеряется вольтметром. За единицу измерения напряжения принят один «вольт» (В). Для удобства работы применяются следующие величины измерения: микровольт (мкВ, 0,000001 В), милливольт (мВ, 0,001 В), вольт (В, 1В), киловольт (кВ, 1000 В), мегавольт (МВ, 1000000 В). На схемах и в формулах напряжение обозначается буквой «U» (у).

### Сопротивление

Свойство материала проводника препятствовать прохождению электрического тока, называется электрическим **сопротивлением**. При движении по проводнику свободные электроны взаимодействуют на своём пути с атомами и другими электронами. Это приводит к потере ими части своей энергии. Можно сказать, что электрон испытывает сопротивление своему движению. Различные материалы имеют различное атомное строение. Соответственно, они оказывают различное сопротивление электрическому току. Сопротивление измеряется омметром. За единицу измерения сопротивления принят один «ом» (Ом). Это очень маленькое сопротивление. Для удобства работы применяются следующие величины измерения: ом (Ом, 1Ом), килоом (кОм, 1000 Ом), мегаом (Мом, 1000000 Ом). На схемах и в формулах сопротивление обозначается буквой «R» (эр).

Сила тока, напряжение и сопротивление – взаимосвязанные величины, которые влияют друг на друга. Такую зависимость хорошо показывает закон Ома для участка цепи. Он гласит: ток прямо пропорционален напряжению и обратно пропорционален сопротивлению. Его можно записать в виде формулы  $I = U/R$ .

Прямая пропорция показывает, что если увеличить в несколько раз напряжение, то ток увеличится во столько же раз. Обратная пропорция показывает, что если увеличить в несколько раз сопротивление, то ток уменьшится во столько же раз.

### Мощность

Мощность электрического тока — количество работы, совершаемое током за одну секунду времени. Тем больше будет совершаться работы, чем больше разность потенциалов и чем большее количество электричества ежесекундно проходит через поперечное сечение проводника. За единицу

измерения мощности принят один «ватт» (Вт). Такое название единица получила в честь шотландского инженера и изобретателя Джеймса Уатта (1736 — 1819 гг.). На схемах и в формулах мощность обозначается буквой «Р» (п). Определение мощности можно записать в виде формулы  $P = I \times U$ . Если известна мощность электроприбора (обычно указывается на специальной бирочке, прикреплённой к корпусу), то всегда можно узнать протекаемый по цепи ток, к которой будет подключено это устройство. Он рассчитывается по формуле  $I = P/U$ .



Электричество вокруг нас

### **Скорость электрического тока**

Скорость движения свободных электронов в проводнике довольно маленькая. Однако, если взять электрическую лампочку, удалённую от источника на несколько километров, и соединить её такими же длинными проводниками с ним (источником), то электрический ток возникнет практически мгновенно после создания цепи. То есть, лампочка загорится сразу же при подключении к источнику питания. Дело в том, что через лампочку начинают идти электроны не от источника питания, а те свободные электроны, которые находятся в самом проводнике. На место ушедшего электрона приходит электрон от соседнего атома проводника, на его место от следующего атома. Получается своеобразная цепочка из электронов. А электроны из источника питания постепенно приходят на их место. В качестве пояснения можно привести пример с поливочным шлангом на даче. Если его наполнить водой и один конец подключить к водопроводу, то при

открытии крана вода на другом конце начнёт сразу же вытекать из шланга. Молекулы воды, которыми в первый момент осуществляется полив, будут не из водопровода, а из шланга. Потом на их место придут молекулы воды из водопровода.

### Переменный ток

В начале электрической эры все потребители пользовались постоянным электрическим током. Большой вклад в развитие и распространение сетей с постоянным током внёс американский изобретатель и предприниматель Томас Алва Эдисон (1847 – 1931 гг.). Человек удивительной работоспособности. Только в США он получил 1093 патента. Если брать другие страны мира, то это ещё около трёх тысяч запатентованных изобретения. Томас Эдисон стоял у истоков широкомасштабного применения электричества. Его вариант электрической лампы накаливания с прочной нитью в колбе с вакуумом имел большой коммерческий успех. Не без влияния Томаса Эдисона на промышленных предприятиях стали заменять паровые машины на электродвигатели постоянного тока (на переменном токе электродвигателей ещё не было). Одним словом, в конце XIX века электричество начало семимильными шагами входить в жизнь людей.



К сожалению, у электрического тока в то время был обнаружен один существенный недостаток. Его очень сложно передавать на большие расстояния. Как мы знаем любой проводник оказывает сопротивление прохождению электрического тока. На маленьких расстояниях это практически незаметно, а на больших сопротивление прибавляется и потери становятся сильно ощутимы. Единственным приемлемым выходом из этой ситуации является передача электроэнергии на повышенном напряжении (десятки и сотни тысяч вольт). Чтобы на передающей стороне повысить, а на принимающей стороне опять понизить напряжение нужны, специальные трансформаторы. С постоянным током трансформаторы не работают. Соответствующее решение предложил Никола Тесла (1856 – 1943 гг.). Именно он разработал системы передачи электроэнергии посредством многофазного переменного тока, в которую входили генераторы, повышающие и понижающие трансформаторы, а также в качестве

потребителей были представлены электрические машины (в том числе, изобретённый им асинхронный электродвигатель переменного тока).



Опора высоковольтной линии электропередачи

Переменный ток – электрический ток, который с течением времени изменяется по величине и направлению. Например, в обычной домашней розетке плюс с минусом на правой и левой клеммах меняются местами 50 раз в течение одной секунды. Человеческий глаз не может различать такую частоту. Поэтому, при включении дома обычной лампы накаливания мы видим ровное (без морганий) освещение. Количество изменений за 1 сек. называется частотой переменного тока и обозначается буквой  $F$  (эф). За единицу измерения частоты принят один «герц» (Гц). Такое название единица получила в честь немецкого физика Генриха Рудольфа Герца (1857 – 1894 гг.). В России, как и во многих странах мира, стандарт частоты переменного тока равен 50 Гц.

Переменный электрический ток вырабатывается на электростанциях (гидроэлектростанции, теплоэлектростанции и атомные электростанции). Принцип везде одинаков – механическое движение турбины передаётся ротору генератора, вращение которого приводит к возникновению напряжения в обмотках статора. На гидроэлектростанциях (ГЭС) турбину вращает поток воды. На теплоэлектростанциях (ТЭЦ) энергия сжигаемого топлива (бензин, керосин, дизельное топливо, газ и т.п.) нагревает в котлах воду до состояния пара, который вращает паровую турбину. На атомных электростанциях (АЭС) энергия ядерной реакции нагревает теплоноситель

первого контура. Затем этим теплом до состояния пара нагревается вода второго контура, которая опять же вращает паровую турбину.

### Электробезопасность

Нет такого человека, который в настоящее время не использовал бы различные электроприборы. При всей пользе электрического тока существует опасность его воздействия на организм людей. Ещё в XVIII веке итальянский врач, физиолог и физик Луиджи Гальвани (1737 – 1798 гг.) открыл феномен сокращения мышц мёртвой лягушки от воздействия электрического тока. Он предположил, что любой живой организм для управления мышцами сам вырабатывает «животное электричество». Заслуги учёного не остались без внимания. Его называют отцом современной электрофизиологии. В последующем учёные доказали, что мозг является генератором электрической активности (были открыты биотоки мозга). Если сказать проще, то мозг использует свои импульсы для управления мышцами, передавая их по нервам.



Естественно, что любой внешний электрический ток, протекая через организм человека, нарушает работу биотоков мозга. Ток как бы блокирует импульсы мозга и не даёт сокращаться мышцам. Это очень чревато для живого организма. Например, из-за остановки мышц лёгких человек прекращает дышать (наступает асфиксия), а при несокращающихся мышцах сердца останавливается кровообращение. Иногда бывает, что человек попадает под действие электрического тока и сам освободиться от него не может. Взятая рукой за оголённый электрический провод, а бросить не получается. То есть, посылаемый мозгом к мышце руки соответствующий импульс, не может преодолеть действие внешнего источника электрического тока.

Для защиты людей на производстве есть целый раздел техники безопасности – электробезопасность. Специальные люди должны проводить соответствующие инструктажи, где подробно указаны меры электробезопасности на конкретном рабочем месте. В домашних условиях

такого нет, но все бытовые электроприборы выпускаются с соответствующим классом защиты от поражения электрическим током. Бояться не нужно, просто необходимо пользоваться исправными бытовыми электроприборами и применять их только по назначению. При соблюдении мер безопасности электричество всегда будет хорошим помощником в вашей жизни.

Электричество является основой современной техники. Нет более важного открытия в истории человечества, чем электричество. Могут сказать, что космос и информатика также являются грандиозными научными достижениями. Но без электричества не было бы ни космоса, ни компьютеров.