ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТИХИЯ В МИРОВОЗРЕННИИ ЧЕЛОВЕКА

(реферат)

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ 3

Электрические явления с древности и до Наших дней 4

Электричество в понимании современной физики 4

История исследования электрических явлений 5

Хронология важнейших открытий 7

XVII век 8

XVIII век 10

XIX век 23

Ментальные модели электрических явлений современного человека 33

Заключение 37

Список использованной литературы 39

# ВВЕДЕНИЕ

Никакая деятельность невозможна без использования энергии. Производительность и, в конечном счете, прибыль в значительной степени зависит от стабильности подачи энергии. Наличие энергии одно из необходимых условий для решения практически любой задачи.

Получением, а правильнее сказать, преобразованием энергии лучшие умы человечества занимаются не одну сотню лет. Производство энергии предполагает ее получение в виде удобном для использования, а само получение – только преобразование из одного вида в другой.

Из всех отраслей хозяйственной деятельности человека энергетика оказывает самое большое влияние на нашу жизнь. Просчеты в этой области имеют серьезные последствия. Тепло и свет в домах, транспортные потоки и работа промышленности все это требует затрат энергии.

Наиболее универсальная форма энергии – электричество. Все известные на сегодняшний день источники энергии ( атомные, химические, солнечные, ветровые и д.р.) в конечном счете производят именно его. В подавляющем большинстве случаев электричество вырабатывается на электростанциях и распределяется между потребителями посредством электрических сетей коммунальными службами. Прекращение подачи электроэнергии парализует все виды деятельности.

Таким образом, мы настолько привыкли к электроэнергии, что пользуемся им не задумываясь от том, чем пользуемся. Но всеобъемлющего ответа на этот вопрос не могут дать и специалисты.

Задачей же данного реферата является представление истории исследования электрических явлений, и показать, как эти исследования влияли на понимание людьми природы электричества.

- Что такое электричество? - спросил профессор.
- Я знал, но забыл! - ответил студент.
- Какая потеря, - воскликнул профессор. -
Один человек во всем мире знал, и тот забыл!
Старый анекдот

# Электрические явления с древности и до Наших дней

## Электричество в понимании современной физики

*Электрический ток* – упорядоченное (направленное) движение электрически заряженных частиц или заряженных макроскопических тел.

Установлено, что электроны в проводнике движутся от отрицательного полюса (где избыток их) к положительному (где недостаток в них), однако и сейчас, как в прошлом веке, принято считать, что ток течет от плюса к минусу, т.е. в направлении, обратном движению электронов. Условное направление тока, кроме того, положено учеными в основу ряда правил, связанных с определением многих электрических явлений. В то же время такая условность никаких особых неудобств не создает, если твердо помнить, что на правление тока в проводниках противоположно направлению движения электронов. В тех же случаях, когда ток создается положительными электрическими зарядами, например в электролитах химических источников постоянного тока, ток «дырок» в полупроводниках, таких противоречий вообще нет, потому что направление движения положительных зарядов совпадает с направлением тока. Пока элемент или батарея действуют, во внешнем участке электрической цепи ток течет в одном и том же направлении. Такой ток называют постоянным.

Если полюсы элемента поменять местами, то изменится только направление движения электронов, но ток и в этом случае будет постоянным. А если полюсы источника тока менять местами очень быстро и к тому же ритмично, то в этом случае электроны во внешнем участке цепи тоже будут попеременно изменять направление своего движения. Сначала они потекут в одном направлении, затем, когда полюсы поменяют местами — в другом, обратном предыдущему, потом вновь в прямом, опять в обратном и т. д. В цепи будет течь уже не постоянный, а переменный ток.

При переменном токе электроны в проводнике как бы колеблются из стороны в сторону. Поэтому переменный ток называют также электрическими колебаниями. Переменный ток выгодно отличается от постоянного тем, что он легко поддается преобразованию. Так, например, при помощи трансформатора можно повысить напряжение переменного тока или, наоборот, понизить его. Переменный ток, кроме того, можно выпрямить, то есть преобразовать в постоянный ток.

Различают электрический ток проводимости, связанный с движением заряженных частиц относительно той или иной среды (т.е. внутри макроскопических тел) и конвекционный ток – движение макроскопических заряженных тел как целого (напр. заряженных капель дождя).

О наличии электротока в проводниках можно судить по тем действиям, которые он производит: нагреванию проводников, изменению их химического состава, созданию магнитного поля. Магнитное действие тока проявляется у всех без исключения проводников: в сверхпроводниках не происходит выделение теплоты, а химическое действие тока наблюдается преимущественно в электролитах.

Для возникновения и существования электрического тока необходимо наличие свободных заряженных частиц (т.е. положительно или отрицательно заряженных частиц, не связанных в единую электрически нейтральную систему) и силы, создающей и поддерживающей их упорядоченное движение. Обычно силой, вызывающей такое движение, является сила со стороны электрического поля внутри проводника, которое определяется электрическим напряжением на концах проводника. Если напряжение меняется во времени, то в проводнике устанавливается постоянный ток, если меняется – переменный.

*Электричество* – совокупность явлений, обусловленных существованием, движением и взаимодействием электрически заряженных тел или частиц. Взаимодействие электрических зарядов осуществляется с помощью электромагнитного поля (в случае неподвижных электрических зарядов – электростатического поля). Движущееся заряды (электрический ток) наряду с электрическим возбуждают и магнитное поле, т.е. порождают электромагнитное поле, посредством которого осуществляется электромагнитное взаимодействие (учение о магнетизме, т.о., является составной частью общего учения об электричестве). Электромагнитные явления описываются классической электродинамикой, в основе которой лежат уравнения Максвелла.

Законы классической теории электричества охватывают огромную совокупность электромагнитных процессов. Среди 4 типов взаимодействий (электромагнитных, гравитационных, сильных и слабых), существующих в природе, электромагнитные занимают первое место по широте и разнообразию проявлений. Это связано с тем, что все тела построены из электрически заряженных частиц противоположных знаков, взаимодействия между которыми, с одной стороны, на много порядков интенсивнее гравитационных и слабых, а с другой – являются дальнодействующими в отличие от сильных взаимодействий. Строение атомных оболочек, сцепление атомов в молекулы (хим. силы) и образование конденсированного вещества определяются электромагнитным взаимодействием.

## История исследования электрических явлений

Человечество сталкивалось с электрическими явлениями с момента своего появления. Наиболее ярко выраженным и практически единственным хорошо знакомым человечеству с древнейших времен из них является молния. Она приносила несчастья, пожары и одновременно дарила огонь. Люди даже теперь восхищаются её красотой и мощью.

Естественно, до сравнительно недавнего времени люди ничего не знали о электрической природе молнии и объясняли её, как и все непонятные явления действием высших, божественных сил. Значение, которое придавали молнии люди древности можно понять, например, по тому, что у древних греков владельцем молнии считался Зевс-громовержец, главный бог.

Несмотря на это именно древних греков можно назвать первооткрывателями электрических явлений. Они уже в то время знали, что существует особый минерал - железная руда (магнитный железняк), способный притягивать железные предметы. 3алежи этого минерала находились возле города Магнезия. В те времена в его люди находили на берегу моря камешки, притягивавшие легкие железные предметы. По имени этого города их назвали *Магнитами* (оттуда пришло к нам слово магнит).

Древние греки знали также свойство натертого янтаря притягивать мелкие предметы. Само слово «электричество» происходит от греческого слова «электрон», что по-русски значит "янтарь". Открытие электрических явлений приписывают мудрейшему из мыслителей древней Греции Фалесу, жившему более двух тысячелетий назад. Однако существует легенда, гласящая, что впервые это свойство янтаря при прядении шерсти янтарным веретеном заметила дочь Фалеса и обратила на это внимание своего отца. Греческий философ занялся его изучением. Камешки янтаря не притягивали, как магниты, железных предметов, но обладали не менее любопытным свойством: если их натирали шерстяной тряпочкой, то к ним прилипали пушинки, легкие кусочки дерева, травы.

Древние не исследовали ни электрических, ни магнитных явлений. Однако они попытались дать объяснение этим явлениям.

Самое первое объяснение свойств магнита притягивать железо заключалось в том, что магниту приписывалась «душа», которая заставляла магнит притягивать железо или притягиваться к железу.

При этом магнит представляли подобно живому существу. Живое существо, например собака, видит кусок мяса и стремится к нему приблизиться. Подобно этому магнит как бы видит железо и стремится к нему притянуться.

Но в древности начала развиваться и материалистическая философия. Философы-материалисты Древней Греции отвергали существование духов и пытались объяснить все явления природы естественными законами.

Они учили, что все тела состоят из мелких материальных неделимых частиц - атомов. По их мнению, кроме атомов и пустоты, в которой атомы движутся, ничего не существует. Все явления природы объясняются движением атомов. Само слово «атом» греческого происхождения. Оно означает «неделимый».

Философы, верившие в существование атомов, из которых состоит природа, получили название атомистов. Одним из родоначальников этой философии был древнегреческий философ Демокрит (460 - 370 до н.э.). Философы-атомисты пытались дать объяснение электрическим и магнитным явлениям без обращения к специальным «душам» и «духам».

Чтобы познакомится с тем как эти философы пытались объяснить действие магнита, лучше всего обратиться к поэме Тита Лукреция Кара "О природе вещей". В этой поэме в художественной форме излагается учение атомистов. Объяснение магнита естественным путем длинное и не такое простое, но его смысл в следующем –из магнита вытекают потоки мельчайших частиц, в результате чего вокруг магнита образуются пустоты, куда и устремляется железо. Это была первая попытка толкования явления исходя из самой природы.

Но настоящее развитие учения об электричестве началось в XVII веке. Хронология важнейших открытий в этой области приведена ниже.

### Хронология важнейших открытий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1600 | У. Гилберт | Заложены основы электро- и магнитостатики |
| 1733 | Ш. Дюфе | Открытие двух видов электричества, установление притяжения разноименных зарядов и отталкивания одноименных |
| 1745 | П. Мушенбрук | Создание первого электрического конденсатора (лейденская банка) |
| 1747 | Ж. Нолле | Изобретение электроскопа |
| 1781 | А. Вольта | Изобретение чувствительного электроскопа с соломинками |
| 1783 | А. Вольта | Создание электрического конденсатора |
| 1785 | Ш. Кулон | Установлен основной закон электрического взаимодействия (закон Кулона) |
| 1799 | А. Вольта | Сконструирован первый источник постоянного электрического тока — «вольтов столб» — прототип гальванического элемента |
| 1820 | А. Ампер | Открытие взаимодействия электрических токов и установление закона этого взаимодействия (закон Ампера) |
| 1821 | М. Фарадей | Получение вращения проводника с током в магнитном поле, т.е. прообраза электромотора |
| 1822 | А. Ампер | Создание первого соленоида |
| 1826 | Г. Ом | Экспериментально установлен основной закон электрической цепи, связывающий силу тока, сопротивление и напряжение (закон Ома) |
| 1827 | Г. Ом | Введение понятия «электродвижущей силы», падения напряжения в цепи и «проводимости» |
| 1831 | М. Фарадей | Открытие явления электромагнитной индукции |
| 1832 | Дж. Генри | Открытие явления самоиндукции |
| 1834 | М. Фарадей | Введение понятия о силовых линиях (идея поля) |
| 1834 | Б. С. Якоби | Создание одного из первых практических электромоторов |
| 1845 | В. Вебер | Разработка теории электромагнитных явлений |
| 1845 | Г. Кирхгоф | Открытие закономерностей в распределении электрического тока в разветвленной цепи |
| 1860 | Дж. Максвелл  | Создание теории электромагнитного поля |
| 1879 | Т. Эдисон | Изобретение лампы накаливания |
| 1888 | Г. Герц | Экспериментально доказано существование электромагнитных волн, предсказанных Дж. Максвеллом |
| 1892 | Х. Лоренц | Создание основ классической электронной теории |

### XVII век

В средние века изучение магнитных явлений приобретает практическое значение. Это происходит в связи с изобретением компаса.

Уже в XII в. в Европе стал известен компас как прибор, с помощью которого можно определить направление на части света. О компасе европейцы узнали от арабов, которым было уже к этому времени известно свойство магнитной стрелки. Еще раньше, вероятно, такое свойство знали в Китае. Начиная с XII в. компас все шире применялся в морских путешествиях для определения курса корабля в открытом море.

Практическое применение магнитных явлений приводило к необходимости их изучения. Постепенно выяснялся целый ряд свойств магнитов.

В 1600 г. вышла книга английского ученого Гильберта (1544-1603 гг.) «О магните, магнитных телах и большом магните - Земле». В ней автор описал уже известные свойства магнита, а также собственные открытия.

Еще раньше узнали, что магнит всегда имеет два полюса. Они были названы по имени частей света - северный полюс и южный полюс. В числе свойств магнита Гильберт указывал на то, что одинаковые полюсы отталкиваются, а разноименные притягиваются.

Гильберт предполагал, что Земля представляет собой большой магнит. Чтобы подтвердить это предположение, Гильберт проделал специальный опыт. Он выточил из естественного магнита большой шар. Приближая к поверхности шара магнитную стрелку, он показал, что она всегда устанавливается в определенном положении, так же как стрелка компаса на 3емле.

Гильберт описал явление магнитной индукции, способы намагничивания железа и стали и т. д. Книга Гильберта явилась первым научным исследованием магнитных явлений.

В своей книге Гильберт коснулся и электрических явлений. Нужно отметить, что хотя в то время магнетизм и электричество рассматривались как явления разной природы, тем не менее очень давно ученые заметили в них много общего. Поэтому не случайно во многих работах исследовались одновременно и магнитные и электрические явления. В частности, изучение магнетизма вызвало интерес к исследованию электрических явлений.

Так было и у Гильберта. Изучая магнитные явления, что имело практический интерес, он уделил внимание и электричеству, хотя оно в то время в практике не использовалось.

Гильберт открыл, что наэлектризовать можно не только янтарь, но и алмаз, горный хрусталь и ряд других минералов. В отличие от магнита, который способен притягивать только железо (других магнитных материалов в то время не знали), наэлектризованное тело притягивает многие тела.

Новый шаг к изучению электрических явлений был сделан немецким ученым Отто фон Герике (1602-1686 гг.), бургомистром Магдебурга, известным прежде всего своими опытами с магдебурскими полушариями.. В 1672 г. вышла его книга, в которой были описаны опыты по электричеству. Наиболее интересным достижением Герике было изобретение им «электрической машины». «Электрическая машина» представляла собой шар, сделанный из серы и посаженный на железный шест. Герике вращал этот шар и натирал его ладонью руки. Впоследствии ученый несколько раз усовершенствовал свою «машину».

Потираемый руками серный шар на оси (считается первой электризационной установкой - "машиной Герике") служил изобретателю для модельной демонстрации "мировых сил" (virtutes mundanae). В действительности же Герике наблюдал электрическое притяжение и отталкивание, т. е. электростатическую индукцию, эффект острия, электропроводность льняной нити, которой шар передавал свою способность притягивать легкие тела и др. В опыте с нитью притяжение наблюдалось в пределах более 2-3 см от нижнего конца нити длиной полметра.

Несмотря на простоту прибора, Герике смог с его помощью сделать некоторые открытия. Так, он обнаружил, что легкие тела могут не только притягиваться к наэлектризованному шару, но и отталкиваться от него.

Исаак Ньютон (1643-1727 гг.) в статье, доложенной Королевскому обществу в 1675 г., предложил заменить серный шар стеклянным (электризация стекла была известна еще Гильберту). В результате у Ньютона и Франсиса Хоксби (ум. 1713 г.) появились снабженные ручным приводом электризационные машины на основе вращающегося стеклянного шара, потираемого руками.

Впрочем, то, что Гилберт и Герике официально внесли в историю науки было известно и до них людям далеким от науки. Электризацию серы и стекла давно использовали в своей практике буквально заполонившие Европу бродячие фокусники, жанр которых совершенно не требовал традиционной ловкости рук. Вот чем покоряли публику эти шарлатаны: брали кусок янтаря и шепча какие-то заклинания, натирали янтарь об собственный парик, и - пожалуйста, мелкие бумажки мечутся между столом и камешком. Я, дескать, Великий Маг, Повелитель бумажек! Публика верила и, трепеща, охотно расставалась со своими сбережениями. Ну, а для развлечения коронованных особ изобретали механизмы, позволявшие увеличить силу магии – типа стеклянного шара, который при вращении натирался о кожаные подушечки. Первая придворная дама, временно наделенная магической силой с помощью такого механизма, осторожно протягивала свою руку к чаше с легковоспламеняющейся жидкостью, и магические искры, вылетавшие из руки, эту жидкость воспламеняли. При этом дама получала массу новых интересных ощущений и инстинктивно ахала от восторга. Затем стали применять стеклянные диски, трущиеся о мех, что дало возможность подстраивать мелкие сюрпризы. Какой-нибудь гость двора дотрагивался до безобидной с виду вещицы, и - трах!- получал легкий шок. Со временем магическую силу увеличили настолько, что стало возможным выстроить длинную цепочку из взявшихся за руки гвардейцев и с интересом наблюдать за их гримасами.

### XVIII век

В начале XVIII в. Хоксби использовал в качестве источника "электрической силы" стеклянную трубку, потираемую непосредственно рукой, бумагой, тканью или шкуркой. Благодаря такой трубке электрические опыты получили широкое распространение, но при этом сами электризационные машины надолго вышли из употребления, что, по мнению некоторых историков, затормозило развитие науки.

Примерно в это же время исследованиями электрических явлений занимался англичанин Стивен Грей. Источниками "электрической силы" у Грея служили стеклянные трубки или палочки длиной 104 см и диаметром 3 см. Грей обнаружил ряд тел, которым трубка может сообщать "электрическую силу". Это - деревянные стержни и проволока (железная и латунная), их Грей вставлял в трубку (через пробку); пеньковая бечевка, которую он привязывал к трубке или заталкивал в нее, и др. В опытах по передаче электричества Грей надевал на конец деревянных стержней или подвешивал к концу бечевки или проволоки шар из слоновой кости, пробки или свинца со сквозным отверстием. Максимальная длина комнатной электропередачи по бечевке или проволоке, свисавших с трубки, не превышала метра, а максимальная длина горизонтальной комнатной электропередачи по состыкованным деревянным проводникам (в обоих случаях - с шаром на конце) составляла более 5,5 м, включая длину трубки.

Сообщение телам "электрической силы" Грей проверял с помощью пушинки, которая могла притягиваться к телу, отталкиваться от него, парить в воздухе, снова притягиваться и т. д., с помощью пробной нити или латунного листка.

Желая передать электричество на большее расстояние, 19 мая 1729 г. Грей провел такой опыт. Стоя на балконе, он держал в руках стеклянную трубку со свисающей веревкой длиной 8 м с шаром из слоновой кости на конце. Внизу находился ассистент Грея, определявший наличие заряда с помощью латунного листа (на дощечке). Грей не сомневался в том, что смог бы передать электричество таким способом даже с купола собора Св. Павла в Лондоне.

В Грей осуществлял также опыт с "электрическим мальчиком". Грей натянул на одинаковой высоте 2 шелковые веревки (т.е. изоляторы) и положил на них мальчика 8-9 лет. При приближении к его ногам наэлектризованной палочки латунные листочки у лица мальчика подлетали 20-25 см.

Опыт объясняется электрической индукцией или, обобщенно, поведением проводником (мальчика и листочков) в электростатическом поле.

У Грея еще не было четкого представления о проводниках и изоляторах. Он описывает в одинаковых выражениях передачу электричества свинцовому шару и шару из слоновой кости.

Грей решил передать электричество по горизонтали, чтобы выяснить, как далеко это можно делать. Он подвесил веревку на гвоздях, вбитых в деревянную балку, дальний конец веревки с шаром свисал, как обычно, над латунным листком. Опыт не получился: латунный листок лежал неподвижно. Грей сделал правильный вывод о том, что электричество ушло в балку.

Преодолеть затруднение удалось благодаря блестящей идее Уилера, вместе с которым Грей экспериментировал летом 1729 г. Уилер предложил поддерживать "линию электропередачи" шелковым шнуром, а не подвешивать ее на гвоздях. Первый же опыт, проведенный 2 июля 1729 г. около 10 часов утра (как скрупулезно отметил Грей в своих записях), превзошел все ожидания. Горизонтальная часть бечевочной линии проходила от стеклянной палочки, к которой она была привязана, до шелкового шнурка. К концу линии был подвешен шар из слоновой кости. Свисающая часть линии составляла около 2,7 м, а общая длина была равна 24,5 м. При потирании палочки латунный листок притягивался к шару и держался на нем некоторое время.

Заменив шелковый шнурок металлической проволокой, Грей опять получил отрицательный результат. Грей понял, что эффект изоляции линии обусловлен не тонкостью шнурка, а свойствами шелка. Проведя впоследствии специальные опыты, Грей убедился, что из всех шелковых шнурков наилучшими изоляционными свойствами обладают шнурки голубого цвета.

В успешно проведенных в 1729 г. опытах длина линии (веревки) доходила до 233 м, а в 1730 г. - до 270 м. Линии держались на 15 отрезках шелковых шнурков, натянутых в горизонтальной плоскости между деревянными стойками. Так появились предшественники основных элементов линии электропередачи - проводников, изоляторов и опор. Стало ясно, что электричество можно передавать на большие расстояния, "хоть на край света", как утверждал Иоганн Генрих Винклер (1703-1770 гг.) в 1744 г., говоря о передаче электричества по проводнику, обмотанному шелком или подвешенному на шелке. Интересно, что Винклер подчеркивает, что передача может оказывать сопротивление.

5 августа 1729 г. Грей показал, что электричество можно передавать, не касаясь линии передачи трубкой, а только держа трубку близ линии, т. е. (по позднейшей терминологии) с помощью электростатической индукции. Грей проделал аналогичный опыт и с деревянным стержнем, подвешенным к потолку на шелковых шнурках или леске из конского волоса. Примерно через десять лет по такому принципу стали устраивать кондукторы электризационных машин.

Таким образом именно Грей открыл явление электропроводности. Он установил, что электричество способно передаваться от одних тел к другим по металлической проволоке. По шелковой нити электричество не распространялось. В связи с этим Грей разделил все тела на проводники и непроводники электричества. Благодаря работам Грея, проведенным при участии Грэнвилла Уилера (1701-1770 гг.), опыты по передаче электричества на расстояние вышли за пределы помещения.

Ознакомившись с опытами Грея французский ученый Шарль-Франсуа Дюфе решил провести его на себе. Он устроился на деревянном щите, накрытом покрывалом и лежащем на шелковых веревках. И когда один ассистент когда один ассистент поднес наэлектризованную трубку к рукам и лицу Дюфе, то между рукой другого ассистента, Жана-Антуана Нолле, находившегося у ног Дюфе, и телом Дюфе неожиданно проскочила искра. Дюфе и Нолле испытали при этом несильную боль, как от булавочного укола или искры от огня. Опыт объ­ясняется электростатической индукцией и пробо­ем воздушного промежутка между телами Дюфе и Нолле.

Вот так, по-видимому, впервые научились из­влекать электрическую искру из тела человека.

Дюфе опубликовал этот опыт в трудах Па­рижской академии наук за 1733 г. [4] и сообщил о нем в письме в Англию 27 декабря 1733 г.

В 1737 г. немецкий физик Георг Матиас Бозе (1710—1761) повторил опыт Дюфе по из­влечению искр из тела человека, добившись более сильного эффекта благодаря применению вместо стеклянной трубки электризационной машины на основе вращаемого стеклянного шара.

О том, какое впечатление производили в пер­вой половине XVIII в. опыты с извлечением искр из человека, можно судить по следующему отрывку, которым начинается книга Христиана Готлиба Кратценштейна (1723—1795, с 1748 по 1753 г. жившего в Петербурге), написанная в форме писем к коллеге-медику в стиле, харак­терном для своего времени: «Поверите ли тому, что я скажу Вам? Люди теперь научились делать себя такими страшными, что Вы не сможете прикоснуться к ним, не опасаясь, что из них выйдет пламя, как из горы Этны. Если не знать, что они из мяса и кости, то можно подумать, что попал в общество злых духов»

В результате своих опытов Дюфе выяснил, что существует два рода электричества. Один вид электричества получается при натирании стекла, горного хрусталя, шерсти и некоторых других тел. Это электричество Дюфе назвал стеклянным электричеством.

Второй вид электричества получается при натирании янтаря, шелка, бумаги и других веществ. Этот вид электричества Дюфе назвал смоляным. Ученый установил, что тела, наэлектризованные одним видом электричества, отталкиваются, а разными видами, - притягиваются.

Очень важным шагом в развитии учения об электричестве было изобретение лейденской банки, т. е. электрического конденсатора.

Лейденская банка была изобретена почти одновременно немецким физиком Клейстом и голландским физиком Мушенбруком в 1745 - 1746 гг. Свое название она получила по имени города Лейдена, где Мушенбрук впервые проделал с ней опыты по изучению электрических явлений.

Мушенбрук так описывал свое изобретение в письме к французскому ученому Реомюру: «Хочу сообщить Вам новый, но ужасный опыт, который не советую повторять. Я занимался изучением электрической силы. Для этого я подвесил на двух шелковых голубых нитях железный ствол, получающий электричество от стеклянного шара, который быстро вращался вокруг оси и натирался руками. На другом конце висела медная проволока, конец которой был погружен в стеклянный круглый сосуд, заполненный наполовину водой, который я держал в правой руке; левой же рукой я пытался извлекать из электрического ствола искру. Вдруг моя правая рука была поражена ударом с такой силой, что все тело содрогнулось, как от удара молнии.

Несмотря на то что сосуд, сделанный из тонкого стекла, не разбивается и кисть руки обычно не смещается при таком потрясении, тем не менее локоть и все тело поражаются столь страшным образом, что я не могу выразить словами, я думал, что пришел конец».

Вскоре лейденская банка была усовершенствована: внешнюю и внутреннюю поверхность стеклянного сосуда стали обклеивать металлической фольгой. В крышку банки вставляли металлический стержень, который сверху заканчивался металлическим шариком, а нижний конец стержня при помощи металлической цепочки соединялся с внутренней обкладкой.

Лейденская банка является обычным конденсатором. Когда внешнюю обкладку ее заземляют, а металлический шарик соединяют с источником электричества, то на обкладках банки скапливается значительный электрический заряд и при ее разряде может протекать значительный ток. Получение больших зарядов с помощь лейденской банки значительно способствовало развитию учения об электричестве.

Прежде всего усовершенствовалась аппаратура для исследования электрических явлений, в частности электрические маслины. Это были, как и первая машина Герике, такие устройства, в которых электрический заряд получался в результате натирания стеклянного или эбонитового диска кожей или другими подобными материалами.

3атем появился первый электроизмерительный прибор - электрометр. Его история начинается с электрического указателя, созданного Рихманом вскоре после изобретения лейденской банки. Этот прибор состоял из металлического прута, к верхнему концу которого подвешивалась льняная нить определенной длины и веса. При электризации прута нить отклонилась. Угол отклонения нити измерялся с помощью шкалы, прикрепленной к стержню и разделенной на градусы.

В последующее время были изобретены различной конструкции электрометры. Так, например, электрометр, созданный итальянцем Беннетом, имел два золотых листочка, помещенных в стеклянный сосуд. При электризации листочки расходились. Будучи снабжен шкалой, такой прибор мог измерять, как тогда говорили, «электрическую силу. Но что такое «электрическая сила», этого еще никто не знал, т. е. неизвестно было, какую физическую величину измеряет этот прибор. Данный вопрос был выяснен значительно позже.

Наука Российской империи тоже не стояла на месте. В 1753 г. русский академик М. В. Ломоносов сообщал И. И. Шувалову, что Г. В. Рихман выполнял лейденский опыт "с сильным ударом"; опыт, писал Ломоносов, "можно переносить с места на место, отделяя от машины в знатное расстояние около целой версты". Хотя описание и чертеж опыта утрачены, можно заключить, что петербургский академик соорудил линию передачи от электризационной машины "в знатное расстояние". Что представляла собой рихмановская линия передачи - не известно. Есть сведения, что Рихман устраивал довольно длинные электрические линии. Так, он подвесил на шелковых шнурах железную цепь длиной 40 м, которая соединяла между собой остроконечный железный прут, заряжавшийся атмосферным электричеством даже в ясную погоду, и электрический указатель (электрометр). Длина цепи, по данным Рихмана, не влияла на показания электрометра. В опыте, о котором сообщает Ломоносов, Рихман, по-видимому, заряжал и разряжал Лейденскую банку "с сильным ударом" в различных точках линии.

Вышеизложенные опыты стимулировали идею электрического телеграфа, но удивительно, что ее не высказал ни один из вышеупомянутых исследователей.

Первое достоверно известное предложение использовать электричество (статическое) для передачи сообщений содержится в письме некоего "С. М." из города Ренфрю от 1 февраля 1753 г., напечатанное в Шотландском журнале за 17 февраля. На это письмо ссылаются во многих работах по истории телеграфии. "С. М." предлагал провести между двумя пунктами параллельные провода с использованием изоляторов из стекла (или другого подходящего материала) на опорах, установленных через определенные промежутки. Проводов должно быть столько, сколько букв в алфавите. Передача каждой буквы должна осуществляться путем приведения в соприкосновение кондуктора электризационной машины и соответствующего провода. На приемном пункте, согласно предложению, следовало подвесить шары, к которым должны были притягиваться листки из бумаги и т. п. с нанесенными на них буквами.

После изобретения лейденской банки, когда ученые смогли наблюдать сравнительно большие искры при электрическом разряде, возникла мысль об электрической природе молнии.

Известный американский ученый, общественный деятель, а впоследствии и президент Бенджамин Франклин (1706 - 1790) высказал эту идею в письме в Лондонское королевское общество в 1750 г. Кроме этого именно ему принадлежит предложение называть стеклянное электричество положительным, а смоляное - отрицательным. При этом он исходил из своих взглядов на природу электричества.

В этом письме он объяснял также, как можно проверить высказанное предположение. Он предлагал поставить на башню будку, на крышу которой вывести железный шест. Помещенный внутри будки человек в случае грозы мог бы извлекать из шеста электрические искры.

Содержание письма Франклина стало известно во Франции. О нем узнал француз Далибар, который в мае 1752 г. проделал опыт, о котором писал Франклин.

У себя в саду, возле Парижа, Далибар установил высокий железный шест, изолировав его от земли. В то время когда собиралась гроза, он попробовал извлечь электрические искры из шеста. Опыт удался. Действительно, Далибару удалось получить электрические искры.

В том же году, летом, Франклин в Америке проделал похожий опыт. Вместе со своим сыном он запустил змей во время грозы. Когда нить, которой был привязан змей, намокла, то из нее можно было извлекать электрические искры. Франклину даже удалось зарядить при этом лейденскую банку.

Утвердившись во мнении, что молния – не что иное, как обычное электрическое явление, Бенджамин Франклин, по-видимому, первый предложил установить громоотводы –хотя бы на пороховых складах. Дело это приживалось со скрипом - кто ж не знал, что молнии есть оружие Бога! Однако нашелся человек, который выставили над своим домом громоотвод в виде меча, торчащего в небо! На почве дремучего страха перед гневом божьим в городе началась такая паника, что бедного авантюриста даже отдали под суд.

После того как об опытах Франклина стало известно в Петербурге, подобными опытами занялись Рихман и Ломоносов. Они устроили более удобную установку для изучения атмосферного электричества, названную громовой машиной.

Громовая машина представляла собой заостренный железный шест, установленный на крыше дома. От железного шеста в дом шла проволока. Конец этой проволоки был соединен с электрическим указателем, т.е. с простейшим электрометром, изобретенным Рихманом.

С громовой машиной и Рихман и Ломоносов проделали много опытов. Ломоносов открыл, что электрические заряды в атмосфере появляются не только во время грозы, но и без нее. На основе своих опытов Ломоносов создал первую научную теорию образования электричества в атмосфере.

Летом 1753 г. случилось несчастье. Собиралась гроза, и Рихман пришел к своей громовой машине, чтобы наблюдать электрические разряды. Вдруг в комнате появилась шаровая молния, произошел электрический разряд – и ученый был убит.

Впечатлением от трагической смерти Рихмана немедленно воспользовалось духовенство в целях борьбы с безбожием. Попы и монахи стали распространять мысль о том, что Рихман был наказан богом за дерзкие опыты.

После того как была выяснена электрическая природа грозы возникла идея устройства громоотвода для предохранения зданий от пожаров в результате попадания в них молнии.

Громоотводы быстро вошли в практику. Это было первое практическое применение учения об электрических явлениях. Оно способствовало развитию научных исследований по электричеству вообще.

Следует отметить, что духовенство и позже враждебно относилось к исследованиям атмосферного электричества и к использованию громоотводов, полагая, что защита от ударов молний – безбожное занятие.

Второй попыткой использования электричества для практических целей было применение его для лечения болезней.

Как мы видели выше, уже Мушенбрук, описывая изобретение лейденской банки, обратил внимание на сильное и необычное действие электрического разряда на человека.

Вскоре этим действием заинтересовались врачи. Возникла мысль о том, что в живом организме существуют электрические токи, которые играют в нем какую-то важную роль. Вместе с этим пришло убеждение о возможности применения электричества для лечения болезней.

С этой целью стали производить опыты по электризации людей, пропусканию через тело человека электрического тока и т. д.

В 1743-1744 гг. уже упомянутый Христиан Готлиб Кратценштейн помогал в электрических иссле­дованиях своему учителю, профессору универ­ситета в Галле Иоганну Готлибу Крюгеру (1715— 1759). Эти исследования рассматри­ваются как первая попытка применения элек­тричества в медицине. Их инициатором был Крюгер. Вот как он пришел к мысли о воз­можности электролечения.

Ученый заметил на теле человека пятно от электрической искры. «Если электричество может не только вызывать пятна на коже, но и рас­пространяться по всему телу, то не несомненно ли, что электризацией можно вызвать изменения и во внутренних частях человеческого тела, где угодно? Однако все, что может вызвать изме­нения в человеческом теле, можно использовать для восстановления потерянного или сохранения имеющегося здоровья, если только пользоваться этим вовремя и в нужных местах. Не следует ли отсюда, что электризация является новым видом лечения?», — рассуждает Крюгер в по­слании, датированном 21 декабря 1743 г.

Приоритет Крюгера как основателя электро­медицины подтверждает Кратценштейн: «На­сколько я знаю, первым пришел к мысли о том, что электризация может быть полезна в медицине, несравненный г-н профессор Крюгер. Следует заметить, что термин «элек­тризация» в XVIII в. не имел четкого опре­деления.

Кратценштейн опубликовал некоторые свои электрофизические исследования. Он. в частно­сти, измерял у себя пульс и получил в начале электризации 88 ударов в минуту, а в конце – 96. Подобные результаты Кратценштейн, соглас­но его сообщениям, получал и на других ис­пытуемых.

В 1744 г. ординарный профессор физиологии из Лейпцига Самуэль Теодор Квельмальц (1696— 1758) также исследовал влияние электричества на человеческий организм.

В письме, датированном 7 декабря 1744 г., Кратценштейн пишет о том, что он вылечил некоему ученому мужу два пальца на руке с помощью одной-единственной электризации. Столь же оптимистично Кратценштейн сообщает далее, что у всех лиц, которых он подверг элек­тризации, наблюдалось облегчение во всех членах и улучшение сна. Кратценштейн ссылается также на успешный эффект электролечения, полученный профессором Арнольдом из Кенигсберга.

После появления более мощного средства электрического воздействия на организм человека – конденсатор в виде лейденской банки её начали применять в электротерапии. Лейденский опыт (разрядка конденсатора через тело человека) был научной сенсацией XVIII в - всех восхищала длин­ная голубоватая искра и изумляло и пугало «элек­трическое потрясение» при разрядке лейденской банки, заряженной от электризационной машины. Эффект «электрического потрясения» явно преувеличивал­ся некоторыми экспериментаторами, проводив­шими опыт на себе. Но убивая разрядами лейден­ской банки цыплят и т. п., Бенджамин Франклин, например, справедливо полагал, что достаточно большой батареей лейденских банок можно убить и человека

Действием элек­тричества на человеческий организм интересо­вался Ге­орг-Вильгельм Рихман. Он кри­тически относился к сведениям, поступавшим из-за рубежа. Так, он убедился в том, что ус­корения кровообращения у человека, находяще­гося в электростатическом поле (как сказали бы мы сегодня), не происходит.

Первые известные опыты электролечения на территории Российской империи принадлежат Павлу Паульсону. Как со­общает Рихман в начале 1753 г., «у нас в Лиф-ляндии <...> доктор медицины Паульсон при помощи электричества быстро вылечил человека, который после перенесенной им горячки в те­чение шести месяцев был немым и с одной стороны расслабленным, так что тот вновь обрел способность говорить и владеть своими членами». Паульсон в 1747 г. окончил медицинский факультет в Галле (после чего ра­ботал врачом в Дерите) и, несомненно, был уче­ником Крюгера.

В Петербурге электролечением систематически занимался «профессор медицинского электриче­ства» городской больницы и (до 1795 г.) про­фессор физики Хирургического училища Готфрид Альберт Кольрейф (1749-1802). Под его руководством только в 1789 г. в больнице на Фонтанке у Обуховского моста прошли элек­тролечение 60 человек, из них 20 «с наилучшим успехом», у некоторых курс продолжается, а у других электролечение не дало результатов.

В 1793 г. в Москве был издан перевод книги французского аббата Бертолона (?—1799), каса­ющейся электролечения (книга была одобрена Лионской академией наук и вышла во Франции в 1781 г. В книге описывается электролечение различных болезней, включая некоторые виды слепоты.

Следует отметить, что медицинская наука тра­диционно «лидирует» среди других наук по под­тасовке данных. Не заявляли ли пациенты электротерапевтов о своем «излечении» во из­бежание дальнейших пыток электрическими раз­рядами?

В 1793 г. в Москве вышел перевод книги королевского механика Джорджа Адамса (1709-1772), в которой также уделяется внимание элек­тролечению (первое английское издание вышло в 1784 г.). В конце XVIII в. электролечение применялось в Екатерининской больнице в Москве.

Русский ученый-энциклопедист Андрей Ти­мофеевич Болотов (1738—1833) в провинции са­мостоятельно изготовил электромедицинское обо­рудование и с начала 1790-х годов регулярно проводил электролечение. Лечение осуществлялось разрядом лейденской банки с применением различных электродов для разрядки через больные органы человека. В течение 2-х лет электролечение прошли более 1500 чел.

Был написан ряд книг по исследованию действия электричества на организм человека. В качестве примера можно указать на книгу Марата, известного деятеля французской революции, врача по специальности. Он написал в 1783 г. «Трактат о медицинском электричестве», который был удостоен специальной премии. Однако все такие исследования в то время не привели к каким-либо положительным практическим результатам. Действительное применение электричества для лечения болезней началось гораздо позже. Но такие исследования сыграли большую роль в усилении интереса к исследованиям электрических явлений вообще. Больше того, как мы увидим ниже, именно исследование влияния электричества на живой организм привело к открытию итальянским врачом Гальвани так называемого гальванического электричества.

История применения электрических явлений в медицине очень интересна тем, что она показывает, как новые открытия в области физических наук бывают вызваны задачами других наук (в данном случае медицины).

#### Первые теории электричества

Вместе с ускорившимся развитием опытного исследования электрических явлений возникают и теории этих явлений.

Конечно, еще до середины XVIII в. существовали некоторые соображения о природе электричества. Но они были весьма примитивными. В большинстве случаев электрические действия объяснялись наличием вокруг заряженных тел неких электрических атмосфер.

В середине XVIII в. появляются уже более содержательные теории электрических явлений. Эти теории можно разделить на две основные группы.

Первая группа - это теории электрических явлений, основанные на принципе дальнодействия.

Вторая группа - это теории, в основу которых положен принцип близкодействия.

Остановимся сначала на развитии теории дальнодействия, которая получила в XVIII в. почти всеобщее признание. Основоположниками теории дальнодействия были Франклин и петербургский академик Эпинус.

Франклин еще в 40-х г. XVIII в. построил теорию электрических явлений. Он предположил, что существует особая электрическая материя, представляющая собой некую тонкую, невидимую жидкость. Частицы этой материи обладают свойством отталкиваться друг от друга и притягиваться к частицам обычной материи, т. е. к частицам вещества, по современным понятиям.

Электрическая материя присутствует в телах в определенных количествах, и в этом случае ее присутствие не обнаруживается. Но если в теле появляется избыток этой материи, то тело электризуется положительно; наоборот, если в теле будет недостаток этой материи, то тело электризуется отрицательно. Название «положительное и отрицательное электричество», как уже упоминалось, принадлежит Франклину.

Электрическая материя, по Франклину, состоит из особо тонких частиц, поэтому она может проходить сквозь вещество. Особенно легко она проходит через проводники.

Из теории Франклина следует очень важное положение о сохранении электрического заряда. Действительно, для создания, например, отрицательного заряда на каком-либо теле нужно от него отнять некоторое количество электрической жидкости, которая должна перейти на другое тело и образовать там положительный заряд такой же величины. После соединения этих тел электрическая материя вновь распределится между ними так, чтобы эти тела стали электрически нейтральными.

Это положение Франклин демонстрировал на опыте. Два человека стоят на смоляном диске (для изоляции их от окружающих предметов и земли). Один человек натирает стеклянную трубку. Другой касается этой трубки пальцем и извлекает искру. Оба человека теперь оказываются наэлектризованными: один - отрицательным электричеством, другой - положительным. Но при этом их заряды равны по абсолютной величине. После соприкосновения люди потеряют свои заряды и станут электрически нейтральными.

Теория Франклина была развита Францем Эпинусом (1724 - 1802). При этом Эпинус как бы брал за образец теорию тяготения Ньютона.

Ньютон предположил, что между всеми частицами обычных тел действуют дальнодействующие силы. Эти силы центральные, т.е. они действуют по прямой, соединяющей частицы.

Эпинус же предполагает, что между частицами электрической материи также действуют центральные дальнодействующие силы. Только силы тяготения являются силами притяжения, силы же, действующие между частицами электрической материи, - силами отталкивания. Кроме того, между частицами электрической материи и частицами обычного вещества, так же как и у Франклина действуют силы притяжения. И эти силы аналогично силам тяготения являются дальнодействующими и центральными.

Далее Эпинус подобно Ньютону говорит, что введенные им силы нужно признать как факт и что в настоящее время нельзя объяснить, каким образом они действуют через пространство. Придумывать же необоснованные гипотезы он не желает. Здесь он полностью копирует Ньютона.

Эпинус идет дальше, сравнивая силы тяготения и электрические силы. Он предполагает, что силы, действующие между частицами электрической материи, «изменяются обратно пропорционально квадрату расстояния. Так можно предполагать с некоторым правдоподобием, ибо в пользу такой зависимости, по-видимому, говорит аналогия с другими явлениями природы». Эта предполагаемая аналогия и дает возможность Эпинусу построить теорию электрических явлений.

Одной из интересных его работ было исследование электрической индукции. Эпинус показал, что если к проводнику приблизить заряженное тело, то на проводнике появляются электрические заряды. При этом сторона его, к которой подносят заряженное тело, электризуется зарядом противоположного знака. И наоборот, на удаленной части проводника образуется заряд того же знака, что и на поднесенном теле.

Если убрать заряженное тело, то проводник снова становится незаряженным. Но если проводник может быть разделен на две части в присутствии заряженного тела, то получатся два проводника, заряженные разноименными зарядами, которые останутся и при удалении индуцирующего заряда.

Эпинус подтвердил и закон сохранения электрического заряда. Он писал: «Если я хочу в каком-либо теле увеличить количество электрической материи, я должен неизбежно взять ее вне его и, следовательно, уменьшить ее в каком-либо другом теле».

Одновременно с теорией электрических явлений, основанной на представлении о дальнодействии, появляются теории этих явлений, в основе которых лежит принцип близкодействия. Одним из родоначальников этой теории можно считать Ломоносова.

Ломоносов был противником теории дальнодействия. Он считал, что тело не может действовать на другие мгновенно через пустое или заполненное чем-либо пространство.

Он полагал, что электрическое взаимодействие передается от тела к телу через особую среду, заполняющую все пустое пространство, в частности и пространство между частицами, из которых состоит «весомая материя», т. е. вещество.

Электрические явления, по Ломоносову, следует рассматривать как определенные микроскопические движения, происходящие в эфире. То же самое относится и к магнитным явлениям.

На точке зрения близкодействия в теории электричества и магнетизма стоял и другой петербургский академик - Леонард Эйлер. В середине XVIII в., как и Ломоносов, он выступил за теорию близкодействия. Он предполагал существование эфира, движением и свойствами которого объяснял наблюдаемые электрические явления.

Однако теоретические представления Ломоносова и Эйлера в то время не могли получить развития. Вскоре был открыт закон Кулона. Он был по своей форме таким же, как и закон всемирного тяготения, и, естественно, его понимание было таким же, как и понимание закона тяготения. Таким образом, закон Кулона был воспринят как доказательство теории дальнодействия.

Основной закон электростатики - закон Кулона - был установлен французским физиком Кулоном в 80-х гг. XVIII в.

Однако история его открытия начинается раньше. Эта история показывает один из путей, по которому развивается физика, - путь применения аналогии

Эпинус уже догадывался о том, что сила взаимодействия между электрическими зарядами обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. И эта догадка возникла на основе некоторой аналогии между силами тяготения и электрическими силами.

Но аналогия не является доказательством. Вывод из аналогии всегда требует проверки. Опираясь только на аналогию,. можно прийти и к неверным результатам. Эпинус не проверил справедливость данной аналогии, и поэтому его высказывание имело только предположительный характер.

Иначе поступил английский ученый Генри Кавендиш (1731 - 1810). Он также исходил из аналогии между силами тяготения и силами электрического взаимодействия. Но он пошел дальше, нежели Эпинус, и проверил на опыте выводы, вытекающие из нее.

Кавендиш проделал такой опыт в 70-х гг. XVIII в.. Он взял заряженный металлический шар и поместил его внутрь полого металлического шара, образованного двумя полушариями. Внешний полый шар сначала был не заряжен.

3атем внутренний шар тонкой проволокой соединялся с внешним шаром, для чего было сделано в последнем маленькое отверстие. Через некоторое время полушария разъединяли и освобождали внутренний шар. После этого соединяли его с электроскопом.

Что показывал электроскоп? Если правильно предположение, что силы взаимодействия между зарядами (в данном случае силы отталкивания) обратно пропорциональны квадрату расстояния между ними, то электроскоп покажет отсутствие заряда.

Действительно, как только внутренний шар соединяли проволокой с полушариями, так сейчас же электричество начинало перетекать с шара по проволоке на полушария, равномерно распределяясь на них. Ведь между зарядами, находящимися на таре, действовала сила отталкивания, но пока шар изолирован, заряды не могли его покинуть. Попав же на внешний шар, заряды равномерно распределялись на его поверхности, и их действие на заряд, находящийся внутри шара, прекращалось.

Перетекание зарядов с внутреннего шара на внешний будет происходить до тех пор, пока они все не покинут внутренний шар. Отсюда Кавендиш и сделал вывод о том, что силы взаимодействия между электрическими зарядами обратно пропорциональны квадрату расстояния между ними.

Таким образом, мы должны сказать, что Кавендиш первым экспериментально установил закон взаимодействия электрических зарядов. Однако он не обнародовал своего открытия. И эта работа оставалась при его жизни неизвестной. О ней узнали гораздо позже, только в середине прошлого столетия, после того как Максвелл опубликовал ее. Конечно, к этому времени она имела уже чисто исторический интерес.

Не зная об исследованиях Кавендиша, французский ученый Шарль Кулон (1736 - 1806) в 80-х гг. XVIII в. проделал ряд опытов и установил основной закон электростатики, получивший его имя.

Кулон установил, во-первых, что сила взаимодействия между точечными зарядами обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Эта сила будет силой отталкивания, если заряды одноименные, и силой притяжения, если заряды разноименные.

Во-вторых, Кулон ввел понятие количества электричества и определил, что сила взаимодействия между зарядами пропорциональна их величине.

Кулон также экспериментально исследовал силы взаимодействия между магнитами. На основании данных эксперимента и полагая, что наряду с электрическими существуют и магнитные заряды, Кулон пришел к заключению, что силы взаимодействия между магнитными зарядами или магнитными массами также обратно пропорциональны квадрату расстояния между ними.

В последующем, уже в XIX в. выяснилось, что магнитных зарядов не существует. Но законом Кулона для магнитов продолжали пользоваться, хотя ему уже придавали иной смысл, нежели тот, который вкладывал в него Кулон.

### XIX век

Важнейшим шагом вперед в развитии учения об электрических и магнитных явлениях было изобретение первого источника постоянного тока - гальванического элемента. История этого изобретения начинается с работ итальянского врача Луиджи Гальвани (1737 - 1798), относящихся к концу XVIII в.

Гальвани интересовался физиологическим действием электрического разряда. Начиная с 80-х гг. XVIII столетия, он предпринял ряд опытов для выяснения действия электрического разряда на мускулы препарированной лягушки. Однажды он обнаружил, что при проскакивании искры в электрической машине или при разряде лейденской банки мускулы лягушки сокращались, если к ним в это время прикасались металлическим скальпелем. Однако, существует мнение, что это открытие принадлежит не Гальвани, а его жене, которая была его ассистентом при проведении опытов.

3аинтересовавшись наблюдаемым эффектом, Гальвани решил проверить, не будет ли оказывать такое же действие на лапки лягушки атмосферное электричество. Действительно, соединив один конец нерва лапки лягушки проводником с изолированным шестом, выставленным на крыше, а другой конец нерва с землей, он заметил, что во время грозы время от времени происходило сокращение мускулов лягушки.

Гальвани решил, что открыл «животное электричество», т. е. электричество, которое вырабатывается в организме лягушки. При замыкании нерва лягушки посредством медного крюка и железной дощечки образуется замкнутая цепь, по которой пробегает электрический заряд (электрическая жидкость или материя), что и вызывает сокращение мускулов.

Свои выводы Гальвани опубликовал в 1791 г. в «Трактате о силах электричества при мышечном движении». Его теория такова: сокращение мышц обусловлено возникновением в них электрического тока и в каждом животном есть свое собственное электричество.

Подобные опыты повторяли во многих странах. Однажды английский врач из Глазго приложил электроды к трупу повешенного! Когда «глаза мертвеца открылись», многие из присутствующих даже лишились сознания!

Открытием Гальвани заинтересовались и физики и врачи. Среди физиков был соотечественник Гальвани Алессандро Вольта. (1745 - 1827). Вольта повторил опыты Гальвани, а затем решил проверить, как будут себя вести мускулы лягушки, если через них пропустить не («животное электричество»), а электричество, полученное каким-либо из известных способов. При этом он обнаружил, что мускулы лягушки так же сокращались, как и в опыте Гальвани.

Проделав такого рода исследования, Вольта пришел к выводу, что лягушка является только («прибором»), регистрирующим протекание электричества, что никакого особого «животного электричества» не существует.

Почему же все-таки в опыте Гальвани мускулы лягушки регистрируют протекание электрического разряда? Что является в данном случае источником электричества? Вольта предположил, что причиной электричества является контакт двух различных металлов.

Нужно отметить, что уже Гальвани заметил зависимость силы судорожного сжатия мускулов лягушки от рода металлов, образующих цепь, по которой протекает электричество. Однако Гальвани не обратил на это серьезного внимания. Вольта же, наоборот, усмотрел в нем возможность построения новой теории.

Не согласившись с теорией («животного электричества», Вольта выдвинул теорию «металлического электричества». По этой теории причиной гальванического электричества является соприкосновение различных металлов.

В каждом металле, считал Вольта, содержится электрическая жидкость (флюид), которая, когда металл не заряжен, находится в покое и себя не проявляет. Но если соединить два различных металла, то равновесие электричества внутри них нарушится: электрическая жидкость придет в движение. При этом электрический флюид в некотором количестве перейдет из одного металла в другой, после чего равновесие вновь восстановится. Но в результате этого металлы наэлектризуются: один - положительно, другой - отрицательно.

Эти соображения Вольта подтвердил на опыте. Ему удалось показать, что действительно при простом соприкосновении двух металлов один из них приобретает положительный заряд, а другой отрицательный. Таким образом, Вольта открыл так называемую контактную разность потенциалов. Вольта проделывал следующий опыт. На медный диск, прикрепленный к обыкновенному электроскопу вместо шарика, он помещал такой же диск, изготовленный из другого металла и имеющий рукоятку. Диски при наложении в ряде мест приходили в соприкосновение. В результате этого между дисками появлялась контактная разность потенциалов (по терминологии Вольта, между дисками возникала «разность напряжений»).

Для того чтобы обнаружить «разность напряжений», появляющуюся при соприкосновении различных металлов, которая, вообще говоря, мала (порядка 1В), Вольта поднимал верхний диск и тогда листочки электроскопа заметно расходились. Это вызывалось тем, что емкость конденсатора, образованного дисками, уменьшалась, а разность потенциалов между ними во столько же раз увеличивалась.

Но открытие контактной разности потенциалов между различными металлами еще не могло объяснить опытов Гальвани с лягушками. Нужны были дополнительные предположения.

Составим обычную замкнутую цепь проводников из разных металлов. Несмотря на то что между этими металлами возникает разность потенциалов, постоянного течения электричества по цени не получается. Это сразу понятно для простейшего случая двух металлов. Возьмем, например, два куска медной и цинковой проволоки и соединим их концы. Тогда одна из них (цинковая) зарядится отрицательным электричеством, а медная - положительным. Если теперь соединить и другие концы этих проволок, то и в этом случае второй конец цинковой проволоки будет электризоваться отрицательно, а соответствующий конец медной проволоки положительно. И постоянного течения электричества в цепи не получится.

Но а опыте Гальвани соединялись не только металлы. В цепь включались и мышцы лягушки, содержащие и себе жидкость. Вот в этом и заключается все дело - решил Вольта.

Он предположил, что все проводники следует разбить на два класса: проводники первого рода - металлы и некоторые другие твердые тела и проводники второго рода - жидкости. При этом Вольта решил, что разность потенциалов возникает только при соприкосновении проводников первого рода.

Такое предположение объясняло опыт Гальвани. В результате соприкосновения двух различных металлов нарушается равновесие в них электричества. Это равновесие восстанавливается в результате того, что металлы соединяются через тело лягушки. Таким образом электрическое равновесие все время нарушается и все время восстанавливается, значит, электричество все время движется.

Такое объяснение опыта Гальвани неверно, но оно натолкнуло Вольта на мысль о создании источника постоянного тока - гальванической батареи. И вот в 1800 г. Вольта построил первую гальваническую батарею - Вольтов столб.

Вольтов столб состоял из нескольких десятков круглых серебряных и цинковых пластин, положенных друг на друга. Между парами пластин были проложены картонные кружки, пропитанные соленой водой. Такой прибор служил источником непрерывного электрического тока.

Интересно, что в качестве довода о существовании непрерывного электрического тока Вольта опять-таки привлекал непосредственные ощущения человека. Он писал, что если крайние пластины замкнуты через тело человека, то сначала, как и в случае с лейденской банкой, человек испытывает удар и покалывание. 3атем возникает ощущение непрерывного жжения, «которое не только не утихает, - говорит Вольта, - но делается все сильнее и сильнее, становясь скоро невыносимым, до тех пор пока цепь не разомкнется».

Изобретение Вольтова столба - первого источника постоянного тока - имело огромное значение для развития учения об электричестве и магнетизме. Что же касается объяснения действия этого прибора Вольта, то оно, как мы видели, было ошибочным. Это вскоре заметили некоторые ученые.

Действительно, по теории Вольта получалось, что с гальваническим элементом во время его действия не происходит никаких изменений. Электрический ток течет по проволоке, нагревает ее, может зарядить лейденскую банку и т. д., но сам гальванический элемент при этом остается неизменным. Но такой прибор является не чем иным, как вечным двигателем, который, не изменяясь, производит изменение в окружающих телах, в том числе и механическую работу.

К концу XVIII в. среди ученых уже широко распространилось мнение о невозможности существования вечного двигателя. Поэтому многие из них отвергли теорию действия гальванического элемента, придуманную Вольта.

В противовес теории Вольта была предложена химическая теория гальванического элемента. Вскоре после его изобретения было замечено, что в гальваническом элементе происходят химические реакции, в которые вступают металлы и жидкости. Правильная химическая теория действия гальванического элемента вытеснила теорию Вольта.

После открытия Вольтова столба ученые разных стран начали исследовать действия электрического тока. При этом совершенствовался и сам гальванический элемент. Уже Вольта наряду со «столбом» стал употреблять более удобную чашечную батарею гальванических элементов. Для исследования действий электрического тока стали строить батареи со все большим и большим числом элементов.

Наиболее крупную батарею в самом начале XIX в. построил русский физик Василий Владимирович Петров (1761 - 1834) в Петербурге. Его батарея состояла из 4200 цинковых и медных кружков. Кружки укладывались в ящик горизонтально и разделялись бумажными прокладками, пропитанными нашатырем. Батарея Петрова была описана им в его книге («Известия о Гальвани-Вольтовых опытах», вышедшей в России в 1803 г.

Первые шаги в изучении электрического тока относились к его химическим действиям. Уже в том же году, в котором Вольта изобрел гальваническую батарею, было открыто свойство электрического тока разлагать воду. Вслед за этим было произведено разложение электрическим током растворов некоторых солей. В 1807 г. английский химик Дэви путем электролиза расплавов едких щелочей открыл новые элементы: калий и натрий.

Исследование химического действия тока и выяснение химических процессов, происходящих в гальванических элементах, привело ученых к разработке теории прохождения электрического тока через электролиты.

Вслед за изучением химического действия тока ученые обратились к его тепловым и оптическим действиям. Наиболее интересным результатом этих исследований в самом начале XIX в. было открытие электрической дуги Петровым.

Открытие, сделанное Петровым, было забыто. Многие, особенно иностранные, ученые о нем не знали, так как книга Петрова была написана на русском языке. Поэтому, когда Дэви в 1812 г. снова открыл электрическую дугу, его стали считать автором этого открытия.

Наиболее важным событием, приведшим вскоре к новым представлениям об электрических и магнитными явлениях, было открытие магнитного действия электрического тока. К изложению истории этого открытия мы и переходим.

####

***Открытие электромагнетизма***

В XVIII в. электричество и магнетизм считались хотя и похожими, но все же имеющими различную природу явлениями. Правда, были известны некоторые факты, указывающие на существование как будто бы связи между магнетизмом и электричеством, например намагничивание железных предметов в результате ударов молнии. Больше того, Франклину удалось как будто бы намагнитить кусок железа с помощью разряда лейденской банки. Все-таки известные факты не позволяли уверенно утверждать, что между электрическими и магнитными явлениями существует связь.

Такую связь впервые обнаружил датский физик Ханс Кристиан Эрстед (1777 - 1851) в 1820 г. Он открыл действие электрического тока на магнитную стрелку.

Интересна история этого открытия. Идею о связи между электрическими и магнитными явлениями Эрстед высказал еще в первом десятилетии XIX в. Он полагал, что в явлениях природы, несмотря на все их многообразие, имеется единство, что все они связаны между собой. Эрстед собрал богатую статистику случаев перемагничивания стрелки компаса вследствие удара молнии. "Значит, электричество и магнетизм как-то связаны!"–решил он.

Руководствуясь этой идеей, Эрстед поставил перед собой задачу выяснить на опыте, в чем эта связь проявляется.

Эрстед открыл, что если над проводником, направленным вдоль земного меридиана, поместить магнитную стрелку, которая показывает на север, и по проводнику пропустить электрический ток, то стрелка отклоняется на некоторый угол.

После того как Эрстед опубликовал свое открытие, многие физики занялись исследованием этого нового явления. Французские ученые Био и Савар постарались установить закон действия тока на магнитную стрелку, т. е. определить, как и от чего зависит сила, действующая на магнитную стрелку, когда она помещена около электрического тока. Они установили, что сила, действующая на магнитный полюс (на конец длинного магнита) со стороны прямолинейного проводника с током, направлена перпендикулярно к кратчайшему расстоянию от полюса до проводника и модуль ее обратно пропорционален этому расстоянию.

Познакомившись с работой Био и Савара, Лаплас заметил, что для расчета «магнитной» силы, т. е., говоря современным языком, напряженности магнитного поля, полезно рассматривать действие очень малых отрезков проводника с током на магнитный полюс. Из измерений Био и Савара следовало, что если ввести понятие элемента проводника ***l***, то сила ***F***, действующая со стороны этого элемента на полюс магнита, будет пропорциональна ***F ~ (l/r2)sin*** -, где ***l*** - элемент проводника, ****** - угол, образованный этим элементом и прямой, проведенной из элемента ***l*** в точку, в которой определяется сила, а r - кратчайшее расстояние от магнитного полюса до линии, являющейся продолжением элемента проводника.

После того как было введено понятие силы тока и напряженности магнитного поля, этот закон стали записывать так:

где ***H*** - напряженность магнитного поля, I - сила тока, а k - коэффициент, зависящий от выбора единиц, в которых измеряются эти величины. В международной системе единиц СИ этот коэффициент равен 1/4.

Новый важнейший шаг в исследовании электромагнетизма был сделан французским ученым Андре Мари Ампером (1775 - 1836) в 1820г.

Раздумывая над открытием Эрстеда, Ампер пришел к совершенно новым идеям. Он предположил, что магнитные явления вызываются взаимодействием электрических токов. Каждый магнит представляет собой систему замкнутых электрических токов, плоскости которых перпендикулярны оси магнита. Взаимодействие магнитов, их притяжение и отталкивание объясняются притяжением и отталкиванием, существующими между токами. 3емной магнетизм также обусловлен электрическими токами, которые протекают в земном шаре.

Эта гипотеза требовала, конечно, опытного подтверждения. И Ампер проделал целую серию опытов для ее обоснования.

Первые опыты Ампера заключались в обнаружении сил, действующих между проводниками, по которым течет электрический ток. Опыты показали, что два прямолинейных проводника с током, расположенные параллельно друг другу, притягиваются, если токи в них имеют одинаковое направление, и отталкиваются, если направление токов противоположно.

Ампер показал также, что виток с током и спиралевидный проводник с током (соленоид) ведут себя как магниты. Два таких проводника притягиваются и отталкиваются подобно двум магнитным стрелкам.

Свои первые сообщения о результатах опытов Ампер сделал на заседаниях Парижской академии наук осенью 1820 г. После этого он занялся разработкой теории взаимодействия проводников, по которым течет электрический ток.

Ампер решил в основу теории взаимодействия токов положить закон взаимодействия между элементами токов. Нужно отметить, что Ампер говорил уже не просто о взаимодействии элементов проводников, как Био и Савар, а о взаимодействии элементов токов, так как к тому времени уже возникло понятие силы тока. И это понятие ввел сам Ампер.

Следуя взглядам того времени о подобии элементарных сил силам тяготения, Ампер предположил, что сила взаимодействии между элементами двух токов будет зависеть от расстояния между ними и должна быть направлена по прямой, соединяющей эти два элемента.

Проведя большое число опытов по определению взаимодействия токов в проводниках различной формы и по-разному расположенных друг относительно друга, Ампер в конце концов определил искомую силу. Подобно силе тяготения она оказалась обратно пропорциональной квадрату расстоянии между элементами электрических токов. Но в отличие от силы тяготения ее значение зависело еще и от относительной ориентации элементов токов.

Формулу, которую получил Ампер, мы приводить не будем. Она оказалась неверной, потому что он заранее предположил, что сила взаимодействия между элементами токов должна быть направлена по прямой, соединяющей эти элементы. На самом же деле эта сила направлена под углом к этой прямой.

Однако вследствие того что Ампер проводил опыты с замкнутыми постоянными токами, он получал при расчетах по своей формуле правильные результаты. Оказывается, что для замкнутых проводников формула Ампера приводит к тем же результатам, что и исправленная впоследствии формула, выражающая силу взаимодействия между элементами токов, которая по-прежнему носит название закона Ампера.

Т.о. согласно Амперу, все магнитные явления сводятся к взаимодействиям токов, магнитных же зарядов не существует. Со времени открытий Эрстеда и Ампера учение о магнетизме сделалось составной частью учения о электричестве.

***Начало развития электротехники***

Со 2-й четверти XIX века началось быстрое проникновение электричества в технику. В 20-х года появились первые электромагниты. Прежде всего возникает электрический телеграф. Первый электромагнитный телеграф был изобретен русским изобретателем П. Л. Шиллингом в 1832 г.

 Телеграф Шиллинга употреблялся для практических целей. С его помощью осуществлялась связь между Зимним дворцом и зданием министерства путей сообщения в Петербурге.

Вскоре появились и другие телеграфные аппараты, отличающиеся от аппарата Шинлинга. В 1837 г. американец Морзе сконструировал более удобный телеграфный аппарат.

В телеграфе Морзе при замыкании ключа электрический ток поступал в обмотку электромагнита, который притягивал висящий маятник с закрепленным на конце карандашом, При этом конец карандаша касался бумажной ленты, непрерывно передвигающейся с помощью специального механизма в горизонтальном направлении перпендикулярно плоскости качания маятника.

3амыкание ключа на короткое время давало на бумажной ленте изображение точки, а на более длительное - тире. С помощью комбинаций точек и тире Морзе разработал специальный телеграфный код - азбуку Морзе.

В 1844 г. Морзе построил первую телеграфную линию в Америке между Вашингтоном и Балтимором. С этого времени началось широкое применение вершенной конструкции.

Вслед за применением электричества для связи изобретательская мысль начинает работать над задачей использования его в качестве движущей силы.

Уже в 30-х гг. XIX в. появляются изобретения различных электродвигателей. Первый электродвигатель, применяемый для практических целей, был изобретен в 1834 г. петербургским академиком Б. С. Якоби (1801 - 1874). В 1838 г. этот двигатель был применен для приведения в движение лодки, которая плавала по Неве со скоростью 2 км/ч.

3начительную роль в деле усовершенствования генераторов сыграло применение электричества для освещения.

Начало применения электричества для освещения относится к 60-м гг. прошлого столетия, когда дуговая лампа (т. е. электрическая дуга) была установлена на маяках. Но применение этих ламп встречало большие трудности. Дело в том, что дуговую лампу нужно было непрерывно регулировать, так как концы угольных электродов сгорали, расстояние между ними увеличивалось, в результате этого цепь разрывалась и дуга затухала.

Русский изобретатель Павел Николаевич Яблочков (1847 - 1894) много думал над усовершенствованием таких дуговых ламп и пришел к новому и оригинальному решению этой проблемы.

Вместо обычного расположения угольных электродов в дуговой лампе, при котором расстояние между ними менялось по мере их сгорания, Яблочков расположил их параллельно рядом, а между ними поместил изолирующую прокладку, которая сгорала вместе с углем. Эта конструкция получила название свечи Яблочкова. В 1876 г. Яблочков взял патент на свое изобретение, и оно быстро получило распространение. «Русский свет» (так называли изобретение Яблочкова) засиял на улицах, площадях, в помещениях многих городов Европы, Америки и даже Азии. «Из Парижа, - писал Яблочков,- электрическое освещение распространилось по всему миру, дойдя до дворца шаха Персидского и до дворца короля Камбоджи»).

С начала 80-х гг. появилась лампа накаливания. Первым изобретателем лампы накаливания был русский инженер А. Н. Лодыгин (1847 - 1923). Одна из конструкций лампы Лодыгина представляла собой стеклянный баллон, внутри которого в вакууме между двумя медными стержнями помещался угольный стержень.

Уже в 1873 г. Лодыгин демонстрировал освещение своими лампами одной из улиц Петербурга. В 1874 г. Лодыгин получил за свое изобретение Ломоносовскую премию Академии наук.

В 1879 г. американский изобретатель Эдисон создал удачную конструкцию лампы накаливания, и вскоре она получила распространение во всем мире.

Использование электричества для связи, в качестве движущей силы, для освещения явилось стимулом создания электрических генераторов, изобретения трансформаторов и т. д.

Появившаяся вместе с этим новая область техники - электротехника во второй половине Х1Х в. приобрела важное практическое значение.

***Начало развития физики поля***

В 30-40-х годах XIX века большой вклад в развитие науки об электричестве внес Майкл Фарадей – творец общего учения об электромагнитных явлениях, в котором все электрические и магнитные явления рассматриваются с единой точки зрения. С помощью опытов он доказал, что действия электрических зарядов и токов не зависят от способа их получения (до Фарадея различали "обыкновенное", полученное при электризации трением, атмосферное, "гальваническое", магнитное, "животное" и др. виды электричества).

Фарадей впервые ввел представление об электрическом и магнитном полях. Он отрицал концепцию дальнодействия, по которой следовало, что тела непосредственно (через пустоту) на расстоянии действуют друг на друга. Согласно идеям Фарадея, взаимодействие между зарядами и токами осуществляется посредством промежуточных агентов: заряды и токи создают в окружающем пространстве электрические (или магнитные) поля, с помощью которых взаимодействие передается от точки к точке (концепция близкодействия). В основе его представлений об электрическом поле лежало понятие силовых линий, которые он рассматривал как механические образования в гипотетической среде – эфире, подобные растянутым упругим нитям или шнурам.

Так пустое и неподвижное пространство Ньютона было "заполнено" полем, распространяющимся от точки к точке с конечной скоростью.

В 1861-73 учение получило свое развитие и завершение в работах Джемса Клерка Максвелла. Восхищенный новыми идеями Фарадея, Максвелл решил перевести их на математический язык и тем самым попытаться свести все законы электричества и магнетизма к системе уравнений, столь же общих, как и уравнения механики. При этом он, подобно Фарадею рассматривал электромагнитные явления как некую форму механических процессов в эфире.

Главное новое следствие, вытекающее из этих уравнений – существование электромагнитных волн, распространяющихся со скоростью света. Уравнения Максвелла легли в основу электромагнитной теории света. Они настолько поразили его коллег, что один даже воскликнул: “Не боги ли начертали эти уравнения, до чего красиво!”

В последней четверти XIX века начался новый этап в развитии электромагнитной теории, связанный с созданием электронной теории Гендриком Антоном Лоренцем (1853-!928). ). Эта теория установила атомисти­ческую структуру электричества, тем самым положив начало учению об электрическом строении вещества. Уравнения Максвелла получаются из уравнений электронной теории статистическим усреднением.

Попытки применения законов классической электродинамики к исследованию электромагнитных процессов в движущихся средах натолкнулись на существенные трудности. Стремясь разрешить их Альберт Эйнштейн пришел в 1905 году к теории относительности.

Но это уже несколько другая история.

## Ментальные модели электрических явлений современного человека

Здесь описывается, как квалифицированные рабочие во Французской национальной Электрической компании воспринимают бытовые ситуации, связанные с домашним электричеством. Данные собраны путем интервьюирования по поводу функционирования различных известных электроприборов (лампы, тестера, стиральной машины). Несмотря на то, что испытуемые изучали электрические явления в школе или на фирме, они редко обращались к теории. Умственные модели, которыми они пользовались, основывались на их собственном опыте. Электричество часто рассматривается как субстанция или жидкость, легко перемещаемая с одного места на другое. Концепция заземления показывает, что земля воспринимается как огромный резервуар, куда электричество стекает, после чего теряется.

Каждый включает и выключает лампы, использует бытовые электроприборы, исправляет повреждения в них или получает удар тока, когда прикасается к неизолированному проводу. Из этих различных впечатлений создается представление о феномене электричества. Многие люди используют электрические машины и аппаратуру в своей рабочей деятельности. Влияет ли это использование на их понятие "электричество"? Отметим дополнительно, что представления об электричестве выражаются в словах, которые многозначны, например, термин "ток" может означать, что электричество связано с чем-то жидким, текучим, подвижным; термин "разряд "означает, что электричество - это субстанция, которая может быть переведена из одного места в другое. Можно предположить, что понятие "жидкой субстанции" - это фундаментальная основа, на которой строится функциональное понимание электрического феномена в повседневной жизни и в работе.

Первая группа интервьюированных – 14 человек, были административными служащими, участвовавшими в одногодичной программе по повышению квалификации в этой компании. Закончив обучение по этой программе, они получают право: 1) консультировать клиентов, желающих видоизменить электрическую установку в квартире или провести электричество в новый дом; 2) руководить небольшой группой техников, которые выполняют эту работу. Выбранные для исследования лица закончили среднюю школу и некоторые из них учились в вузе. Все они когда-то изучали основы электричества, однако они уже многое забыли из того, что знали. Ко времени интервью они еще не начинали обучения по программе, если не считать двухнедельного курса по основам электричества для начинающих. В этом курсе были представлены некоторые понятия из основ по теме "электричество", такие как ток и напряжение. Испытуемые практиковались в измерениях электрических цепей с помощью амперметров и вольтметров. Программа по основам электричества включала тему только постоянного тока. Ничего не было сказано о том, как устроено электричество в домах. Спустя 18 месяцев после исследования, проведенного с этими 14 рабочими, в него была включена вторая группа из 15 рабочих. Последние принадлежали к той же популяции, что и первая группа (служащие государственной компании ЕОР). Они отличались от рабочих первой группы тем, что уже прошли упомянутый двухнедельный курс по основам электричества. После этого курса не предполагалось их дальнейшее обучение.

Для того чтобы выявить и интерпретировать представления взрослых об электричестве, использовался метод клинического интервью, предложенный в свое время Ж. Пиаже. Проведение такого интервью представляет собой нечто среднее между свободной беседой и использованием опросника: список вопросов был подготовлен заранее, однако они не задавались в фиксированном порядке и в зависимости от ответов испытуемых некоторые из них пропускались. В начале интервьюер задавал конкретный вопрос о некотором объекте, ситуации или событии, имеющих отношение к феномену электричества. Следующий вопрос зависел от типа полученного ответа.

После первого ответа испытуемого тактика, используемая интервьюером для выбора следующего вопроса и его формулировки, заключалась в построении гипотезы о характере субъективной репрезентации электрического феномена у испытуемого. Следующий вопрос был направлен на проверку этой гипотезы и получение более детального объяснения ситуации.

Для того чтобы сделать более ясным субъективное понимание ситуации, использовалась, когда это было возможно, техника "фальсификации/противоречия". Она заключается в постановке таких вопросов, которые ведут испытуемого к утверждениям, фальсифицирующим гипотезу или не согласующимся с предыдущим утверждением интервьюируемого. Например, один субъект сказал: *"Переменный ток? Это означает, что электричество идет переменно к каждому из 2-х отверстий розетки"*. Такой ответ ведет к гипотезе, что субъект предполагает функциональное равенство двух проводов, связывающих лампу с розеткой. Следовательно следующий вопрос был: *"Существуют ли различия между двумя проводами (в розетке)".* Испытуемый ответил*:" Разницы нет".* Далее экспериментатор представляет опровержение: *"Знаете ли вы прибор для проверки электрической схемы?"* Субъект отвечает: *"Да, он используется для выяснения, где главная линия; лампа загорается, если вы помещаете штекер в главную линию"* Затем интервьюер спрашивает: *"Почему лампа: не загорается в другом отверстии?"* Субъект отвечает: *"Нейтральная и главная линия имеют неодинаковую функцию, электроны приходят из главной линии"*. Интервьюер: *"Вы сказали, что электричество идет переменно к каждому из 2-х отверстий в розетке"*. Ответ субъекта был: *"Первоначально электроны приходят из главной линии, а так как вы сделали связь между главной линией и нейтральной, электроны начинают идти вперед и назад, вперед и назад по электрической цепи"*. Этот ответ выявляет субъективную модель переменного тока: "переменный ток" означает, что ток идет попеременно по нейтральной и главной линий, но источник тока - главная линия.

На основании исследования была построена ментальная *модель "Понятие электрического тока"*.

В большинстве случаев испытуемые подводились к вопросам, связанным с понятием переменного тока, через объяснение работы электрической лампы. После упоминания субъектом термина "переменный ток" интервьюер задавал вопросы типа: "Что такое переменный ток", "Какое различие между переменным и постоянным током"...

Было обнаружено, что ментальная модель большинства испытуемых относилась к постоянному току (20 человек из 29). Люди говорили, что "переменный ток" означает существование двух проводов: главного и нейтрального. По их мнению, при включении лампы электрический ток приходит из главного провода, идет через металлическую нить, нагревает ее и потом уходит из лампы в нейтральный провод. Интервьюер пытался выяснить, куда идет ток после нейтрального провода. Было получено четыре типа ответов: на электростанцию, на распределительный щит, на плавкий предохранитель, в землю. В первых трех случаях некоторые субъекты говорили, что ток потом возвращается к лампе, создавая замкнутую цепь.

Различия между переменным и постоянным током были, по мнению испытуемых, следующими: постоянный ток приходит из батарейки, в то время как переменный обеспечивается ЕОР компанией; в постоянном токе нет различий между главным и нейтральным проводом. Отметим, что не существует конкретного опыта, противоречащего этой ментальной модели, поэтому она могла бы быть достаточной для создания маленького электрического домашнего прибора.

Небольшая часть опрашиваемых (n=2) как главную характеристику переменного тока обозначила то, что он приходит из главного провода периодически: каждую 1/50 секунды идет ток, каждую следующую 1/50 секунды тока нет". На вопрос: "Почему нить накала постоянно светится?" - они отвечали, что мерцание слишком часто, чтобы глаза могли заметить его.

Семь испытуемых сказали, что переменный ток означает то, что он приходит попеременно из главного, потом из нейтрального провода. Трое из них имели более сложную модель: ток возникает в главном проводе, но как только появляется связь между главным и нейтральным (при включении вилки в розетку), электроны идут попеременно из главного и из промежуточного. Такие испытуемые были среди немногих, кто говорил, что одинаковое количество электронов входит в электрическую лампу и выходит из нее. Все субъекты, кроме двух, ясно отметили, что электрический ток является потоком электронов. Большинство испытуемых считали, что одинаковое количество электронов идет через всю цепь.

Модели, вырабатываемые взрослыми испытуемыми относительно переменного тока, основываются на хорошо известных повседневных ситуациях или профессиональном опыте. Они являются подлинно моделями опыта. Их функция состоит в том, чтобы человек мог успешно ориентироваться в жизненных ситуациях, реализуя некоторое предвидение событий. Модели имеют важную особенность: они являются локальными моделями, базирующимися на идеях, не всегда согласуемых друг с другом. Например, при обсуждении переменного тока некоторые испытуемые рисовали следующую картину: если стиральная машина не заземлена и происходит короткое замыкание, электричество проходит через человека, прикоснувшегося к поверхности машины, а затем возвращается к генератору через нейтральный конец. Эта ментальная модель, описывая ситуацию короткого замыкания, включает понятие замкнутого контура между двумя электрическими линиями: активной и нейтральной. В то же время некоторые из этих же испытуемых считали, что электричество переходит с активного конца провода на нейтральный либо внутри цепи тестера, либо внутри тела человека, пользующегося тестером. Таким образом понятие замкнутого контура не было одним и тем же в ситуации неисправной машины и пользования тестером. Объясняя работу тестера, предполагали, что ток возвращается по тому же проводу. Это означало, что наличие двух проводов не является необходимым. Некоторые испытуемые считали, что ток проходит через цепь тестера в тело пользователя и останавливается там. Это означало, что они не использовали понятие замкнутого контура.

В описанных ситуациях можно видеть две общих особенности:

Первое, электричество рассматривается как субстанция. Согласно словарю, "субстанция - это особый вид материи". Г.Башляр еще в 1938 году показал, что субстанциализация (т.е. "субстанциальное объяснение"), базирующееся на эмпирическом опыте, является эпистемологическим препятствием для знания (Bachelard, 1938). Он писал:

"Потребность субстанциализировать столь сильна в человеке, что чисто метафорические особенности часто рассматриваются как нечто существенное (Bachelard, op.cit.,p 109).

Во всех изученных ситуациях электричество понималось как материальный элемент, который может течь, накапливаться и сохраняться. Все эти особенности совпадают с тем, что есть у жидкости, которая может двигаться, а может и останавливаться, как в случае удержания электричества внутри человеческого тела или на поверхности неисправной машины.

Второе, взрослые люди придают значение роли земли потому, что в формируемых ими моделях она является местом, куда электричество приходит и исчезает.

Все эти модели строятся на основе повседневного или профессионального опыта и глубоко укоренены в сознании взрослого человека.

# Заключение

Несмотря на бесспорные успехи современной теории электромагнетизма, создание на ее основе таких направлений, как электротехника, радиотехника, электроника, считать эту теорию завершенной нет оснований. Основным недостатком существующей теории электромагнетизма приходится считать отсутствие модельных представлений, непонимание сути электрических процессов; отсюда - практическая невозможность дальнейшего развития и совершенствования теории. А из ограниченности теории вытекают и многие прикладные трудности.

Например, как объяснить, что два взаимно неподвижных одинаковых заряда, которым полагается отталкиваться друг от друга по закону Кулона, на самом деле притягиваются, если они вместе движутся относительно давно покинутого источника? А ведь притягиваются, потому что теперь они - токи, а одинаковые токи притягиваются, и это экспериментально доказано.

Этот и многие другие вопросы не позволяют считать развитие теории электромагнетизма, как и всякой науки, полностью завершенным. Однако дальнейшая эволюция ее возможна лишь на основе детального качественного рассмотрения процессов, происходящих в электромагнитных явлениях. Полезно напомнить, что мы и сегодня, как и уже много лет, пользуемся теорией, которую в законченном виде изложил Дж. К. Максвелл в своем знаменитом "Трактате об электричестве и магнетизме", вышедшем в свет в 1873 году. Мало кому известно, что в этом труде Максвелл обобщил свои более ранние работы 1855-1862 гг. В своей работе Максвелл опирается на экспериментальные работы М. Фарадея, опубликованные в период с 1821 по 1856 гг. (полностью Фарадей выпустил свои "Экспериментальные исследования по электричеству и магнетизму" в 1859 г)., на работы В. Томсона периода 1848-1851 гг., на работу Г. Гельмгольца "О сохранении силы" 1847 г., на работу У. Ранкина "Прикладная механика" 1850 г. и многие другие того же периода времени. Максвелл никогда и ничего не постулировал, все его выводы опирались на чисто механические представления об эфире, как об идеальной невязкой и несжимаемой жидкости, о чем Максвелл в своих трудах неоднократно пишет.

Фактически теория электромагнетизма остановилась в своем развитии на уровне Максвелла, использовавшего механические представления первой половины ХIХ столетия. Появившиеся в ХХ столетии многочисленные учебники по электротехнике, электродинамике и радиотехнике совершенствуют (или ухудшают?) изложение, но ничего не меняют по существу. Чего же не хватает в теории электромагнетизма сегодня? Не хватает прежде всего понимания того, что всякая модель, в том числе и модель электромагнетизма, разработанная Максвеллом, имеет ограниченный характер, а следовательно, может и должна совершенствоваться. Не хватает представления о необходимости вернуться к моделированию и именно к механическому моделированию электромагнетизма. Максвелл оперировал понятиями эфира как идеальной, т. е. невязкой и несжимаемой жидкости. А эфир оказался газом, причем газом и вязким, и сжимаемым. Это значит, что использованные Максвеллом представления Г. Гельмгольца о том, например, что вихри не образуются и не исчезают, а только перемещаются и деформируются, о том, что по всей своей длине произведение циркуляции на площадь поперечного сечения вихря остается величиной постоянной, далеко не всегда верны. В реальном газе вихри и образуются, и исчезают, а это Максвеллом не учтено. Уравнения Максвелла не отражают процесса в объеме, так как и первое, и второе уравнения Максвелла рассматривают процесс в плоскости. Правда, затем эта плоскость поворачивается в осях координат, что и создает эффект объемности, но на самом деле суть от этого не меняется, плоскость остается плоскостью. Если бы процесс рассматривался в объеме, то надо было бы рассмотреть изменение интенсивности вихря вдоль его оси, тогда были бы в какой-то степени охвачены процессы вихреобразования и распада вихрей. Но именно это и отсутствует в уравнениях Максвелла. А поэтому те задачи, в которых возникают эти вопросы, например, задача о диполе Герца в полупроводящей среде, принципиально не могут быть решены с помощью уравнений Максвелла.

Не учтен Максвеллом и факт непосредственного взаимодействия проводника с магнитным полем в момент пересечения проводника этим полем. Закон Фарадея, являющийся прямым следствием первого уравнения Максвелла, в этом смысле есть описательный, феноменологический закон, закон дальнодействия, поскольку в нем изменение поля происходит в одном месте, внутри контура, а результат этого изменения - ЭДС оказывается на периферии контура. И сегодня уже известны значительные расхождения между расчетами, выполненными в соответствии с законом Фарадея, и результатами непосредственных измерений. Разница в некоторых случаях составляет не один или два процента, а в несколько раз!

Этот перечень при необходимости можно продолжить. Теория электромагнетизма ждет своих современных Фарадеев и Максвеллов.

Однако ответы на эти вопросы лежат в сфере действия ученых-физиков. Современный же мир настолько сложен и многогранен, что человек вынужден быть специалистом в какой-то одной области, т.е. всем людям совсем не обязательно до тонкостей знать, что же такое электричество и каким образом объясняются электрические явления. Достаточно правильно понимать его природу и уметь пользоваться им без риска для своей безопасности.

# Список использованной литературы

1. Философский энциклопедический словарь.–М.,1989.
2. Спасский Б.И. Физика в её развити.–М.:Просвещение,1979.
3. Спасский Б.И. Физика для философов.–М.:Прсвещение,1989.
4. Рожанский И.Д. История естествознания в эпоху эллинизма и Римской империи.–М.:Наука,1988.
5. Электричество. – №1-1989, №6-1990. М.: Энергоиздат.
6. http://newfiz.i-connect.com/istoria.html– История физики, изложенная курам на смех
7. http://www-personal.rtsnet.ru/~dsatin/mentmodel.html – Ментальные модели физических явлений ( на примере электричества).
8. http://computer-museum.ru/connect/pervoputu.html –Первые опыты по передаче электричества на расстояние.