

Н.Н. Каладзе

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЛЕЧЕНИЯ

Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, г. Симферополь



Фалес Милетский
(640/624-548-545 до н.э.)

История описания электрических явлений берет свое начало в глубокой древности и связана с именем милетского философа Фалеса (начало VII - середина VI века до н.э.), обратившего внимание на свойства натертого янтаря притягивать кусочки ткани, нити, бумагу. Ученики Фалеса Милетского по крупицам накапливали сведения об электризации, которая в той или иной степени связывалась с живым организмом, с человеком. Уже в античный период были известны электрические свойства некоторых видов рыб, которые применялись с лечебными целями. Хорошо известен факт применения Диаскордом за 30 лет до н.э. с лечебной целью при подагре и хронической головной боли ударов от соприкосновения с электрическим угрем.

В течение последующих столетий шло медленное накопление фактов о лечебном действии электрических явлений.

Первое фундаментальное экспериментальное исследование электрических и магнитных явлений принадлежит английскому врачу-физику, впоследствии придворному лейб-медику Вильяму Джильберту (1544-1603), который скрупулезно изучал, а затем и применял древние медицинские средства, в том числе электричество и магнетизм. Кроме всего прочего, Джильберт провел экспериментальные исследования электрических и магнитных явлений. Он впервые высказал мысль о том, что магнитная стрелка компаса перемещается под влиянием магнетизма Земли, но не под действием одной из звезд, как считали раньше. Он впервые осуществил искусственное намагничивание, установил факт неотделимости магнитных полюсов. Изучая электрические явления, он установил, что электроизлучение возникает не только при трении янтаря, но и при

трении других материалов. Тем не менее, отдавая должное янтарю - первому материалу, позволившему наблюдать электрические явления, он назвал их электрическими, исходя из греческого названия янтаря - электрон. Джильберт также удачно сформулировал принципиальные отличия электрических и магнитных явлений - «Магнетизм, так же, как и тяжесть, есть некоторая изначальная сила, исходящая из тел, в то время как электризация обусловлена выжиманием из пор тела особых истечений в результате трения». Результаты своих исследований Джильберт суммировал в книге «О магните, магнитных телах и о большом магните - Земле» (1600 г.).

Высоко оценивая роль исследований Джильберта, Галилео Галилей сказал: «Воздаю хвалу, дивлюсь, завидую Гильберту. Он развил достойные удивления идеи о предмете, о котором трактовало столько гениальных людей, но который ни одним из них не был изучен внимательно. ... Я не сомневаюсь, что со временем эта отрасль науки сделает успехи как вследствие новых наблюдений, так, особенно, вследствие строгой меры доказательств».

В последующие годы было установлено наличие положительного и отрицательного электричества, сформулированы гипотезы электрических явлений, построены и усовершенствованы первые электростатические приборы, созданы лейденские банки, проведены попытки исследования электрической природы молний (известные эксперименты англичан Грея и Уилера, 1730 г.).

Шарль Франсуа Дюфе (1698-1739) и Жан Антуан Нолле (1700-1770) во Франции и Георг Рихман (1711-1753) в России почти одновременно, независимо друг от друга сконструировали прибор для измерения степени электризации, значительно расширивший возможность лечебного применения электрического разряда.

Парижская Академия наук посвятила несколько заседаний обсуждению действия разряда лейденских банок на человека. По просьбе Людовика XV Жан Антуан Нолле с врачом Луи Лемонье в Версальском дворце демонстрировали укалывающее действие статического электричества. В 1787 г. английский врач и физик Адаме создал электростатическую машину, которую широко использовал в своей лечебной практике. Применение электрических разрядов в медицине и биологии получило полное признание. Сокращение мышц, вызванное касанием электрических скатов, угрей, сомов, известное с глубокой древности, свидетельствовало о действии электрического удара. Опыты англичанина Джона Уорлиша доказали электрическую природу ударов ската, а анатом Джон Гунтер (1728-1793) дал точное описание электрического органа рыбы. В 1752 г. немецкий ученый Иоганн Георг Зульцер (1720-1779) опубликовал статью, в которой сообщил об обнаруженном им явлении - касание языком одновременно двух разнородных металлов вызывает своеобразное кислое вкусовое ощущение (нераспознанное начало электрохимии и электрофизиологии).



Шарль Франсуа Дюфе
(1698-1739)



Жан Антуан Нолле
(1700-1770)



Георг Вильгельм Рихман
(1711-1753)

Интерес к использованию электричества в медицине возростал, в связи с чем Руанская академия объявила конкурс на тему «Определить степень и условия, при которых можно рассчитывать на электричество в лечении болезней». В 1779 г. первая премия за эту работу была присуждена Жану-Полю Марату (1743-1793).

Несомненно, значительный прогресс в изучении электричества внесли работы Луиджи Гальвани и Алессандро Вольта.

Луиджи Гальвани (1737-1798) итальянский анатом и физиолог. В 1759 г. окончил Болонский университет, в 1762 г. получил степень доктора медицины. Преподавал анатомию в Болонском университете. В конце 1780 г. Гальвани занимался в своей лаборатории изучением нервной системы отпрепарированных лягушек. Совершенно случайно одну из отпрепарированных лягушек Гальвани положил на стол электрической машины, на которой его приятель - физик проводил опыты с электричеством. В это время в комнату вошла жена Гальвани, взору которой предстала жуткая картина; при искрах в электрической машине лапки мертвой лягушки, прикасавшиеся к скальпелю дергались. Жена Гальвани с ужасом указала на это мужу. Галантные болонцы всегда с удовольствием подчеркивают, что не Гальвани, а его жена - Лючия Галеацци, - автор важного открытия.

Столкнувшись с необычным явлением, Гальвани счел нужным особо позаботиться о детальном воспроизведении опытов. Он писал: «Я считаю, что сделаю нечто ценное, если кратко и точно изложу историю моих открытий в таком порядке и расположении, в каком мне их доставил отчасти случай и счастливая судьба, отчасти трудолюбие и прилежание. Я сделаю это, чтобы дать как бы факел в руки тех, кто пожелает пойти по тому же пути исследования». Далее он пишет: «Я разрезал лягушку и положил ее безо всякого умысла на стол, где на некотором расстоянии стояла электрическая машина. Случайно один из моих ассистентов дотронулся до нерва лягушки концом скальпеля, и в тот же момент мускулы лягушки содрогнулись как бы в конвульсиях. Другой ассистент, обыкновенно помогавший мне в опытах по электричеству, заметил, что явление это происходит лишь тогда, когда из кондуктора машины извлекалась искра. Пораженный новым явлением, я тотчас же обратил на него свое внимание, хотя замыслил в этот момент совсем иное и был всецело поглощен своими мыслями. Меня охватила неимоверная жажда и рвение исследовать это и пролить свет на то, что было под этим скрыто».

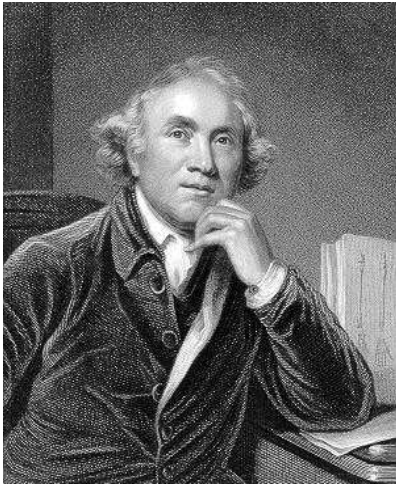
Гальвани решил, что полученный результат был связан с электрическими искрами. Для получения более сильного эффекта он вывесил несколько отпрепарированных

лягушачьих лапок на медных проволочках на железную садовую решетку во время грозы. Однако молнии не воспроизвели полученный ранее эффект. При порывах ветра лягушачьи лапки иногда касались железной решетки, после чего они содрогались. Гальвани отнес это явление за счет грозových электрических разрядов.

«После успешных опытов во время грозы, - пишет Гальвани, - я пожелал обнаружить действие атмосферного электричества в ясную погоду. Поводом для этого послужило наблюдение, сделанное мною над заготовленными лапками лягушки, которые, зацепленные за спинной нерв медным крючком, были повешены на железную решетку забора моего сада: лапки содрогались не только во время грозы, но иногда, когда небо было совершенно ясно. Подозревая, что эти явления происходят вследствие изменения атмосферы в течение дня, я предпринял опыты. В различные часы в продолжении ряда дней я наблюдал нарочно повешенную на заборе лапку, но не обнаружил каких-либо движений в ее мускулах. Наконец, утомленный в напрасном ожидании, я прижал медный крюк, который был продет через спинной мозг, к железным перилам с целью заметить какие-либо сокращения лапки, но, по-видимому, они не находились в связи с электрическим состоянием атмосферы. Однако в то время, когда я производил опыт под открытым небом, я был склонен принять теорию, что сокращение возникает вследствие атмосферного электричества, которое, постепенно проникнув в животное и собравшись в нем, неожиданно разряжалось, когда крючок, который был продет через спинной нерв, к дощечке, те же спазматические содрогания были налицо. Я производил опыт с разными местами в различные часы дня в разных местах - результат был один и тот же, разница была лишь в том, что содрогания были более сильные при одних металлах, чем при других. Затем я испытывал различные тела, которые не являлись проводниками электричества, например, стекло, смолу, резину, камень и сухое дерево. Явлений не было. Это было несколько неожиданно и заставило меня предположить, что электричество находится внутри животного. Это подозрение усилилось наблюдением, что нечто вроде тонкой нервной жидкости (подобно электрическому разряду в лейденской банке) совершает переход от нервов к мускулам, когда происходит содрогание. Например, в то время как я одной рукой держал отпрепарированную лягушку за крючок, продетый через спинной нерв, так, что она касалась лапками серебряной чашки, а другой рукой касался крышки или боков с помощью какого-либо металлического предмета, я, к своему удивлению, увидел, что лапка лягушки сильно содрогалась всякий раз, как я повторял этот опыт». Вы-

держки из описания опытов, проделанных Гальвани, убеждают в том, что он был опытным экспериментатором для того, чтобы сделать правильные выводы: он показал, что для получения эффекта необходимы металлы, при телах, не являющихся проводниками электричества, никакого эффекта нет; наконец, он продемонстрировал роль различных металлов в воспроизведении эффекта. Однако, Гальвани отводил металлам лишь пассивную роль проводника электричества, считая, что источник его находится внутри лягушки.

тричества, никакого эффекта нет; наконец, он продемонстрировал роль различных металлов в воспроизведении эффекта. Однако, Гальвани отводил металлам лишь пассивную роль проводника электричества, считая, что источник его находится внутри лягушки.



Джон Гунтер
(1728-1793)



Иоганн Георг Зульцер
(1720-1779)



Жан Поль Марат
(1743-1793)

Гальвани экспериментировал в целях получения однозначного результата только на мышцах лягушки. Возможно именно это позволило и ему предложить использовать «физиологический препарат» лапки лягушки в качестве измерителя количества электричества. Мерой оценки количества электричества являлись активность подъема и падения лапки при соприкосновении ее с металлической пластинкой, которой одновременно касался крючок, проходящий через спинной мозг лягушки, частота подъемов лапки в единицу времени. Этот физиологический феномен использовался в последующем многими физиками, в том числе и Георгом Омом. Результаты наблюдений и теорию «животного электричества» Гальвани изложил в работе «Трактат о силах электричества при мышечном движении». Опыты Гальвани приковали к себе внимание общественности и множество людей, в том числе ученых, врачей воспроизводили и модифицировали опыты Гальвани не только на лягушках: итальянец Запотти добился стрекотания мертвого кузнечика, сам Гальвани заставлял дергаться конечности свежезабитых овец и кроликов, Ларей производил аналогичные опыты с только что ампутированной человеческой ногой.

Особенно большие надежды возникли при исследовании нервной системы умерших людей в связи с попытками восстановления жизни. Безуспешные попытки были осуществлены Дюпоитреном, Нистеном и Гильотеном. Племянник Гальвани - Жан Альдини в 1803 г. приложил электроды к телу повешенного, при этом губы трупа и его веки стали подергиваться. Наибольший резонанс вызвали эксперименты доктора Ура из Глазго с воспроизведением дыхательных движений у трупа. Однажды он приложил один электрод к пятке трупа, другой - к ресничному нерву. Лицо повешенного внезапно оживило, он приоткрыл рот, глаза его стали оглядывать окружающих, отчего присутствующие пришли в ужас.

Справедливости ради, следует напомнить, что в 1678 г. аналогичный опыт с лягушкой, подвешенной на серебряной нити, показал великому герцогу Тосканскому физиолог Шваммердам. По-видимому, это открытие было сделано слишком рано и исторически не могло получить должного осмысления и внимания.

В разгар триумфа гальванизма в итальянском «Физико-медицинском журнале» была опубликована статья профессора физики Павийского университета Алессандро Вольты, который утверждал, что для объяснения опытов Гальвани не нужно предполагать существование какого-либо особого «животного электричества». Просто Гальвани, сам того не подозревая, привел во взаимодействие два различных металла. Они и образовали электрическую силу. А лягушка послужила только проводником. «Я давно убедился,- писал Вольта в письме к профессору Вассали, - что все действие возникает первоначально вследствие прикосновения металлом к какому-нибудь влажному телу или к самой воде. В силу такого соприкосновения электрический флюид гонится в это влажное тело или в воду от самих металлов, от одного больше, от другого меньше (больше всего от цинка, меньше всего от серебра). При установлении непрерывного сообщения между соответствующими проводниками этот флюид совершает постоянный круговорот. И вот, если в состав этого проводящего круга или в какую-нибудь его часть входят в качестве соединительного звена бедренные нервы лягушки, рассеченной таким образом, что только по одним этим нервам должен пройти весь или почти весь электрический ток, или если таким звеном является какой-нибудь другой нерв, служивший для движения того или иного члена тела какого-либо другого животного, пока и поскольку такие нервы сохраняют остаток жизнеспособности, то тогда, управляемые такими нервами, мышцы и члены тела начинают сокращаться, как только замыкается цепь проводников и появляется электрический ток; и они сокращаются каждый раз, когда после некоторого перерыва эта цепь снова замыкается».

Вольта был к тому времени известен своими исследованиями газов, а также экспериментальными работами по электричеству, был членом Лондонского королевского общества. Вначале он, как и все, был убежден в правильности взглядов Гальвани. Но воспроизводя его опыты, стал испытывать сомнения. Гальвани, считая, что именно в мышце, как в лейденской банке, накоплено «животное электричество», всегда прикладывал металлический проводник одним концом к мышце, а другим - к нерву и наблюдал сокращение лягушачьей лапки, как следствие разряда.



Луиджи Гальвани
(1737-1798)

Вольта же обнаружил, что еще лучше сокращение происходит, когда проволока, состоящая из двух разных металлов, замыкает не мышцу и нерв, а два участка препарированного нерва. Не означает ли это, что не в мышце накапливается «животное электричество», а сам нерв передает в мышцу «электрический флюид». Вольта начинает изучать сочетания разных пар металлов и пришел к выводу, что не мышца лягушки, а два металла «являются в настоящем смысле слова возбудителем электричества, между тем как нервы играют чисто пассивную роль».

Опыты, проведенные Вольты, позволили сформулировать вывод о том, что источником электрического действия является цепь из разнородных металлов при их соприкосновении с влажной или смоченной в растворе кислоты тканью.

Вполне естественно, что Гальвани не мог оставить такой выпад Вольты. В присутствии свидетелей он препарировал лягушек железным ножом, положив их на железную подставку, соединял мышцу и нерв проводом из одного металла - лапки дергались. «Если это происходит и при одном металле, значит, источник электричества находится в животном!» - убеждал Гальвани.

В другой серии опытов Гальвани полностью исключил из эксперимента металл и даже лягушек препарировал стеклянными ножами. Оказалось, что и при такой постановке опыта соприкосновение бедренного нерва лягушки с ее мышцей приводило к заметному, но менее выраженному, чем при участии металлов, сокращению.

Возражения Вольты тоже были логичны; «Даже единый кусок проволоки нельзя считать абсолютно однородным. В нем могут быть примеси. Он может быть поразному закален по длине», демонстрируя при этом электричество, которое вообще рождалось без участия животных, из одних лишь разнородных металлов; Вольта окрестил его «металлическим электричеством».

Размышляя о природе обнаруженных необычных явлений, Вольта пришел к выводу, что от соприкосновения двух разнородных металлов, например, серебра и цинка, нарушается равновесие электричества, находящегося в обоих металлах. В точке соприкосновения металлов положительное электричество направляется



Люция Галеацци
жена Гальвани

от серебра к цинку и накапливается на последнем, в то самое время отрицательное электричество сгущается на серебре. Это значит, что электрическая материя перемещается в определенном направлении. «Когда я накладывал друг на друга пластинки из серебра и цинка без промежуточных прокладок, то есть цинковые пластинки находились в соприкосновении с серебряными, то общее их действие сводилось к нулю. Чтобы усилить электрическое действие или суммировать его, следует каждую цинковую пластинку привести в соприкосновение только с одной серебряной и последовательно сложить небольшое число пар.

Это и достигается как раз тем, что на каждую цинковую пластинку я кладу мокрый кусок ткани, отделяя ее тем самым от серебряной пластинки следующей пары».

Серия уникальных экспериментов Вольты по измерению контактной разности потенциалов, завершилась составлением известного «ряды Вольты», где металлы располагаются в определенной последовательности. Силу, возникающую при контакте двух металлов, Вольты назвал «электровозбудительной» или «электродвижущей». Вольта установил, что разность потенциалов между металлами зависит от их взаимного расположения в ряду.

В 1796 г. в Северную Италию под предлогом войны с Австрией вторглись французские войска под командованием генерала Бонапарта. Болонья вошла в состав новой Цизальпинской республики. Все профессора университета обязаны были принести присягу на верность новому правительству. Подавляющее большинство так и сделало. Те же, кто не смог вовремя проявить лояльность, были уволены. Остался без работы и Гальвани, который не смог вынудить себя принести присягу на верность новому политическому строю. Потеряв за несколько лет до этого жену, покинутый учениками, он остался совсем одиноким, без средств к существованию. Говорили даже, что он терпел нужду и на шестьдесят первом году жизни скончался от истощения. Другими словами - от голода.

Гальвани по праву считается одним из основателей учения об электричестве. И его опыты с «животным электричеством» составили основу нового научного направления - электрофизиологии.



Алессандро Вольта
(1745-1827)

Несомненно, Алессандро Вольта - знаковая фигура мировой науки, в истории электричества, электротехники, электросвязи. И хотя ему была уготована карьера священника, Он, тем не менее, увлекся физическими опытами и уже с 18 лет вел переписку с одним из видных физиков, аббатом и академиком Жаном Нолле.

Электрофор Вольты послужил основой для создания целого класса электрофорных машин. В 1776 г. он изобрел газовый пистолет- «пистолет Вольта», в котором

метан взрывался от электрической искры; в 1781 г. - электроскоп.

XIX век принес Вольта новые достижения, признание и почести. Действие своего столба Вольта объяснил в двух докладах Французской Академии Наук 7 и 21 ноября 1800 г. Особая комиссия подтвердила достоверность опытов Вольта. Во Франции в его честь чеканится медаль. В конце июня 1800 г. Наполеон открывает университет в Павии, где Вольта назначается профессором экспериментальной физики, в декабре он вводится в комиссию Института Франции по изучению гальванизма, а в декабре, по предложению Бонапарта после демонстрации модели «искусственного электрического органа, имитирующего натуральный электрический орган угря или ската» ему была присуждена золотая медаль и премия первого Консула. В 1802 г. Вольта избирается членом Парижской и Петербургской академий наук, членом Лондонского Королевского Общества. Папа назначает ему пенсию, во Франции его награждают орденом Почетного Легиона и Железным Крестом. В 1809 г. Вольта становится сенатором Итальянского королевства, а в следующем году ему присваивается графский титул. В 1812 г. Наполеон из ставки в Москве назначает его президентом коллегии выборщиков. С 1814 г. Вольта - декан философского факультета в Павии. Австрийские власти даже предоставили ему право исполнять обязанности декана без посещения службы и подтвердили законность выплаты ему пенсий почетного профессора и экс-сенатора. Умер Вольта 5 марта 1827 г.

Научный вклад Вольта был высоко оценен современниками — его называли самым великим физиком Италии после Галилея. Память Вольта была увековечена в 1881 г. на I Международном электротехническом конгрессе в Париже, где одной из важнейших электрических единиц - единице напряжения - было присвоено наименование Вольт (В).

В истории науки имена Гальвани и Вольта стоят рядом. Но они не соратники, а оппоненты в знаменитом споре о «животном электричестве».