

## ВЗГЛЯД ИЗ XXI ВЕКА

УДК 537

### Первые исследователи электричества: от Уильяма Гильберта до Михаила Ломоносова

Геворкян С.Г., кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ОАО «Фундаментпроект», Sergev99@yandex.ru

Статья посвящена истории исследования электричества. Показана роль М.В. Ломоносова в создании отечественной науки об электричестве.

**Ключевые слова:** Ломоносов, электричество, электризация, молнии, северное сияние.

#### Введение

С простейшими электрическими и магнитными явлениями человечество знакомо с незапамятных времён. В античную эпоху область Магнесия, расположенная в приморской части Фессалии, была знаменита на всю Элладу богатыми залежами минералов, известных под общим названием «камни из Магнесии» или «магнесийские камни». В числе этих «камней» были и такие, которые обладали способностью притягивать железо<sup>2</sup>. Их-то и называли по месту обнаружения магнитными камнями, или просто – магнитами. «Этот камень не только притягивает железное кольцо, – он одаряет своей силой и кольцо, так что оно в свою очередь может притягивать другое кольцо, и таким образом может висеть друг на друге множество колец или кусков железа; это происходит благодаря силе магнитного камня», – так описывал Сократ свойства «камня из Магнесия».

Любознательные греки обнаружили также, что кусочек янтаря (по-гречески – электрон), будучи потёртым о шерсть, может поднимать пушинки, соломинки, маленькие кусочки папируса и льняных ниток. Именно древним грекам обязаны своим происхождением термины «магнетизм» и «электричество».



Прибор для демонстрации «почти волшебной силы, называемой электричеством». Гравюра XVIII в.

<sup>2</sup> Ныне этот минерал называется магнетитом.

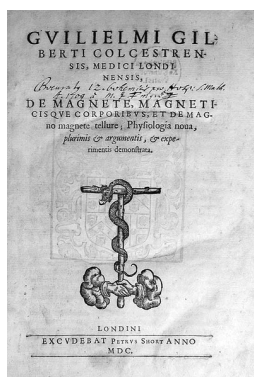
Первым (и единственным в последующие две тысячи лет) автором, упомянувшим в научном труде явление электризации янтаря трением был знаменитый «отец философии» – Фалес из Милета (640–545 до н.э.). Трудно поверить, но до самого конца Средневековья человечество никакого интереса к электрическим явлениям не проявляло вовсе, хотя в быту замечательное свойство янтаря использовалось достаточно широко – янтарные палочки применялись, чтобы собирать пыль с одежды. Что же касается молний, то об их электрической природе ещё никто ничего не знал.

Однако к «камню из Магнесии» люди проявляли повышенный интерес уже в древние времена. В Китае и Индии с ним было связано немало легенд. Считалось, что применяемый в небольших количествах он сохраняет молодость, а также что с его помощью можно определять целомудренность женщин. Там же, на Востоке, впервые придумали использовать намагниченную иглу в качестве указателя направления на север или на юг. Так появился компас. Наблюдения за поведением компасной стрелки показывали, что от направления «север – юг» она порой может отклоняться, – и весьма значительно. Шэнь Гуа (он же Шэнь Ко, Шэнь Цунь-чжун) (1031–1095), китайский энциклопедист и видный государственный деятель эпохи Северная Сун, в своей книге «Беседы с кистью у Ручья грёз» («Мэнси битань») отметил, что стрелка компаса не точно совпадает с направлением север – юг, а несколько отклоняется от него<sup>1</sup>. Это было первым документальным описанием явления магнитного склонения, которое объясняется несовпадением магнитного и географического меридианов, расположенных под углом друг другу. Однако само открытие магнитного склонения было сделано в Китае еще раньше<sup>2</sup>, предположительно, в эпоху Тан (618–907). В Европе явление магнитного склонения было впервые подмечено Христофором Колумбом во время его плавания через Атлантический океан, т. е. на четыре столетия позже, чем его описал Шэнь Гуа. При этом Колумб открыл, что магнитное склонение не остается постоянным, а претерпевает изменения с изменением географических координат. «Во время плавания из Испании в Индии, – писал Колумб, – я обнаружил, что сразу же после того, как пройдено было 100 лиг к западу от Азорских островов, наступили величайшие перемены в небе, в звездах, в температуре воздуха и морской воды. Я приложил много стараний, чтобы проверить это наблюдение. Оказалось, что тотчас же после того, как пройдены были 100 лиг от упомянутых островов, стрелки компаса, которые до того отклонялись к северо-востоку, стали отклоняться на целую четверть к северо-западу, так что, достигая этой линии, совершаешь переход, подобный переходу через горную гряду»<sup>3</sup>.

До эпохи Великих географических открытий никто и нигде не проводил никаких исследований причин отклонения компаса. Человечеству просто было не до того. Нужды строительства, мореплавания, военного дела требовали в первую очередь развития механики, математики и астрономии, да ещё – химии и медицины. Прочие науки могли и подождать. Однако после того, как был открыт Новый Свет и боевые корабли и транспортные суда европейцев вышли из внутренних морей и прибрежных вод в открытый океан, морякам понадобились точные навигационные приборы. Непредсказуемые капризы компасных стрелок, наподобие тех, о которых упоминал Колумб, отныне были нестерпимы. Изучение магнетизма стало настоятельной необходимостью. Появление научных трудов, посвящённых исследованию этой проблемы, было теперь лишь делом времени.



Уильям Гильберт (William Gilbert, 1544–1603)



Титульный лист трактата «De magnetе»

### Семнадцатый век: Западная Европа

В 1600 г. в Лондоне вышел в свет трактат «О магните, магнитных телах и великом магните Земли» («De magnetе, magneticisque corporibus, et magno magnetе tellure»). Его автором был Уильям Гильберт<sup>4</sup> (1544–1603), лейб-медик королевы Англии Елизаветы. Этот труд был результатом его 18-летних исследований, за которые он взялся в своё время именно как врач, – его заинтересовали целебные свойства, которыми в те времена традиционно наделялись магниты. Проведя всестороннее изучение свойств магнитов, поставив свыше 600 экспериментов, впервые обобщив и систематизировав всю совокупность сведений о магнетизме, он создал первую теорию магнитных явлений.

В частности, это именно Гильберт первым установил, что любой магнит имеет два полюса, и что при этом одноименные полюсы отталкиваются, а разноименные притягиваются; причем, сколько ни разламывай магнит, каждый вновь получен-

ный кусочек всегда будет иметь два полюса. Гильберт первый обнаружил, что железные предметы под влиянием магнита приобретают магнитные свойства (это явление впоследствии получило название магнитной индукции); это он первый установил, что силу естественного магнита можно увеличить, либо приложив к магниту железный брусок, либо опоясав его стальной лентой, проходящей через оба полюса, либо тщательно обработав его поверхность. Гильберт показал также, что при нагревании до определенной температуры магнит теряет свои свойства<sup>5</sup>. Гильберт заметил, что при намагничивании железный стержень удлиняется<sup>6</sup>. Изучая магнитные свойства намагниченного железного шара, Гиль-

<sup>1</sup> Корякин В.И., Хребтов А.А. От астролябии к навигационным комплексам. СПб: Судостроение, 1994. 240 с.; Еремеев В.Е. Шэнь Ко // Духовная культура Китая: энциклопедия. Т. 5. Наука, техническая и военная мысль, здравоохранение и образование. М.: «Восточная литература», 2009. С. 960–964.

<sup>2</sup> Ван А.В. Сотворенное Небом и познанное людьми. Путиами открытий и изобретений древнего и средневекового Китая. Новосибирск: Изд. дом «Манускрипт», 2001. 141 с.

<sup>3</sup> Колумб Х. Письмо католическим королям Изабелле и Фердинанду о третьем путешествии // Путешествия Христофора Колумба: дневники, письма, документы / Пер. и коммент. Я.М. Света. М.: Эксмо, 2010. 512 с.

<sup>4</sup> Гильберт В. О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле. Новая физиология, доказанная множеством аргументов и опытов / Пер. с латинского А.И. Доватура, редакция, статья и комментарии А.Г. Калашникова. М.: Издательство академии наук СССР, 1956. 412 с.

<sup>5</sup> В 1895 г. Пьер Кюри установил зависимость магнитных свойств магнетиков от температуры, и в учении о магнетизме появилась точка Кюри.

<sup>6</sup> В 1847 г. Джеймс Джоуль исследовал и обосновал закономерности магнитострикции – попеременного удлинения и укорачивания металлического стержня при перемагничивании.

берт показал, что этот шар действует на стрелку компаса точно так же, как и Земля. Отсюда он пришел к выводу, что, во-первых, Земля является гигантским магнитом, и, во-вторых, что магнитные полюсы Земли могут совпадать с её географическими полюсами. Но это было ещё не всё.

В своей книге Гильберт коснулся и электрических явлений. Хотя в то время магнетизм и электричество рассматривались как явления разной природы, тем не менее, существующее между ними сходство было замечено очень давно. Поэтому не случайно, изучая магнитные явления, Гильберт уделил внимание и электричеству.

В исследовании электрических явлений он оказался абсолютным первопроходцем. Гильберт создал первый в истории электроскоп, названный им «версором», и с помощью этого прибора установил, что наэлектризовать трением можно не только янтарь, но и алмаз, сапфир, горный хрусталь, стекло, серу, сургуч, – всего насчиталось свыше двух десятков таких веществ, которые он в честь янтаря-электрона назвал «электрическими», впервые введя этот термин в науку. Он выявил вещества, которые не способны электризоваться трением, открыл явление утечки электричества во влажной атмосфере, его уничтожение в пламени, экранирующее действие на электрические заряды бумаги, ткани или металлов, изолирующие свойства некоторых материалов. Гильберт был первым, кто отделил электрические явления от магнитных, и сумел чётко сформулировать различия между ними. По Гильберту, магнитная сила постоянна. Она – свойство, присущее телу. Притяжение же электрической силой создается лишь трением. Кроме того, магнит притягивает только железо. Его сила не зависит ни от воды, ни от погоды. Электрическая же сила притягивает многие вещи, но она капризна и зависит от погоды, уничтожаясь при влажности.

Исследования Гильберта заложили основы новой науки – науки об электричестве и магнетизме. Его трактат привлек к себе огромное внимание европейских естествоиспытателей, получив у них высокую оценку. В разных странах Европы тщательно воспроизводили эксперименты Гильберта и перепроверяли их результаты<sup>1</sup>.

Впрочем, продолжалось это не очень долго, ибо в Европе разразилась Тридцатилетняя война (1618–1648), которая по своей разрушительности уступала только мировым войнам двадцатого столетия. Центральной Европе был нанесён колоссальный людской и материальный ущерб. Многие города были разрушены и сожжены, голод и эпидемии косили людей, выжившие становились добычей банд мародёров<sup>2</sup>.

Если не считать скоротечной ла-рошельской авантюры Бэкингема<sup>3</sup>, то можно сказать, что Англия, явившая миру первый научный труд по электричеству и магнетизму, счастливо избежала участия в общеевропейской войне. Но очень скоро англичане получили собственную войну – конфликт между королём и парламентом перерос в гражданскую войну и на долгие годы вверг Англию в кровавую смуту.

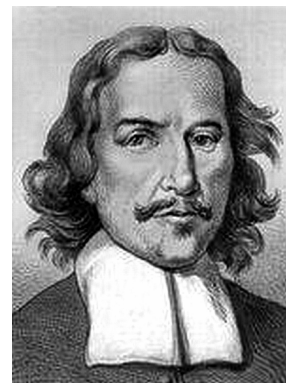
Стоит ли удивляться, что при таком положении дел Европа узнала о новых успехах в изучении электричества спустя лишь семьдесят с лишним лет после выхода в свет книги Уильяма Гильберта<sup>4</sup>. Этими успехами человечество обязано военному инженеру Отто Герике (1602–1686), уроженцу города Магдебурга.

Герике был личностью замечательной. Сын пивовара, он много лет изучал право в Лейпцигском, Хельмштадском и Йенском университетах, а в Лейденском университете – механику и математику. Во время Тридцатилетней войны он служил инженером в шведских войсках; побывал и в боях, и в плену.

В годы Тридцатилетней войны Магдебург был разрушен до основания, но спустя некоторое время отстроен вновь и уже через двадцать лет стал опять одним из важных экономических, культурных и университетских центров Германии. В его возрождении немалую роль сыграл инженер Герике, который, едва возвратившись с войны, сразу же принял самое деятельное участие в восстановлении родного Магдебурга. Кроме того, пришлось ему как знатоку юриспруденции заниматься ещё и дипломатической деятельностью, защищая интересы своего города. За заслуги перед Магдебургом в 1646 г. горожане избрали Герике бургомистром. В течение 32 лет Герике занимал этот пост. В 1666 г. он получил дворянский титул и с тех пор именовался «фон Герике». Горожане долго не отпускали своего бургомистра на покой. Лишь после многочисленных просьб об отставке, будучи уже в очень почтенных летах, Отто фон Герике, наконец, добился её.

Хоть и вынужден был Герике заниматься делами городского управления, но свои занятия естественными науками он никогда не оставлял. Физические эксперименты были подлинной страстью инженера Герике. Поскольку научные увлечения бургомистра не мешали городским делам, то горожане не возражали против его занятий. А в 1654 г. бургомистр на всю Германию прославил Магдебург своим знаменитым опытом с «магдебургскими полушариями», показав силу давления атмосферного воздуха. Когда же, показав некоторые из своих опытов при дворе Саксонского курфюрста, Герике сумел добиться новых льгот для Магдебурга, то он стал гордостью и достопримечательностью родного города.

В 1657 г. Герике построил первый в мире водяной барометр и использовал его для предсказания погоды. Спустя три года он поразил своих сограждан, предсказав сильную бурю всего за два часа до её начала.



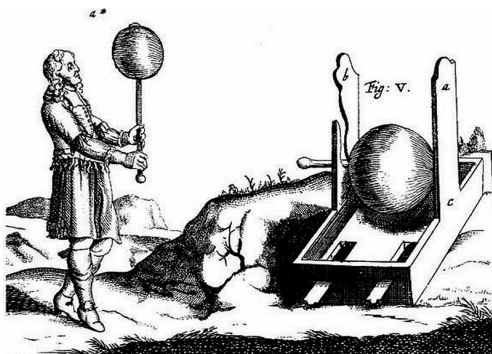
*Otto von Guericke (Otto von Guericke, 1602–1686)*

<sup>1</sup> Книга итальянского священника Никколо Кабео (Niccolo Cabeo, 1585–1650) «Philosophia magnetica», напечатанная в Ферраре в 1629 г., не выходит за пределы фактов, указанных Гильбертом, за исключением незначительных частности. В своей книге Кабео безуспешно пытался опровергнуть представления Гильберта о Земле как о большом магните. Дав довольно путаное объяснение сущности электрического притяжения легких тел, Кабео привёл при этом описание опыта, который является первым доказательством существования электрического отталкивания. Кабео преподавал теологию и математику в Иезуитском колледже в г. Парма, изучал физику, метеорологию и гидрологию. Его именем в 1935 г. назван кратер Cabeus на Луне (диаметр 98 км с центром в 84,9° ю.ш., 35,5° з.д.)

<sup>2</sup> Наибольший урон был нанесён Германии: сожжены и разрушены практически все её металлургические и литейные заводы, рудные копи, а также треть немецких городов. В последние десятилетия войны Германия была охвачена непрекращающимися вспышками дизентерии и сыпного тифа. Многие регионы страны были опустошены и надолго обезлюдели. Демографические потери войны были восполнены в Германии лишь спустя 100 лет.

<sup>3</sup> Англо-французская война 1627–1629 гг.

<sup>4</sup> В 1644 г. Рене Декарт опубликовал свой известный труд «Principia Philosophiae» («Первоначала философии»), где также уделил внимание вопросам магнетизма и электричества. Декарт выделил обширный класс невидимых «тонких материй», с помощью которых пытался объяснить действие теплоты, тяготения, электричества и магнетизма.



Отто фон Герике и его электростатическая машина. Гравюра XVII–XVIII вв.



Магдебургский эксперимент О. фон Герике. Иллюстрация из книги «Experimenta nova, ut vocantur, Magdeburgica de vacuo spatio»

Познакомившись с трактатом Гильберта, Герике решил повторить и проверить описанные там опыты, но уже с гораздо большими зарядами. Гильберт получал электрические заряды, натирая зерна янтаря и серные шарики, насаженные на палочки. Герике сделал очевидный вывод, что количество добываемого трением электричества будет тем больше, чем будет больше натираемый серный шар. Осуществив эту идею, Герике создал одну из первых электростатических машин (генераторов), производящих электричество трением – вращающийся шар из серы, натираемый руками<sup>1</sup>.

С помощью этой машины Герике в 1663 г. открыл явление электростатического отталкивания однополярно заряженных предметов, а в 1672 г. он обнаружил явление, названное впоследствии электролюминесценцией – заряженный шар потрескивал и светился в темноте. Результаты своих исследований Герике опубликовал только в 1672 г. в своей книге «Новые, так называемые магдебургские, опыты о пустом пространстве» («Experimenta nova, ut vocantur, Magdeburgica de vacuo spatio»), изданной в Амстердаме на латыни<sup>2</sup>.

Книга Отто фон Герике быстро разошлась по всей Европе и, в свою очередь, побудила теперь уже других естествоиспытателей воспроизводить и проверять описанные в ней опыты. При этом исследователи невольно изменяли условия эксперимента и получали новые результаты. Так, в Англии воспроизведением опытов Герике по электричеству и магнетизму занимался сам Роберт Бойль, президент Лондонского Королевского Общества<sup>3</sup>. Исследуя поведение наэлектризованных тел в безвоздушной среде, Бойль обнаружил, что действие электрической силы не зависит от наличия воздуха.

Накапливались новые факты, возникали новые вопросы, нужны были новые опыты и новые исследования.

#### Первая половина восемнадцатого века: Западная Европа и Северная Америка

В XVIII в. изучение электрических явлений пошло быстрее. В области электричества были сделаны новые важные открытия. Английские исследователи снова были впереди.

В самом начале наступившего нового века член Лондонского Королевского общества доктор Уильям Уолл (William Wall) впервые наблюдал и ощутил на себе действие электрической искры от большого куска янтаря, наэлектризованного трением, – искра проскочила ему в палец. В своём сообщении Лондонскому Королевскому обществу, опубликованном в 1708 г., У. Уолл прямо указывает, что «свет и треск наэлектризованных тел можно до некоторой степени уподобить молнии и грому»<sup>4</sup>.

Племянник Уолла, также член Лондонского Королевского общества, Френсис Хоксби (Francis Hauksbee, 1666–1713)<sup>5</sup> в 1706 г. показал, что сильно натертый шерстью полый стеклянный шар приобретает электрические свойства и светится каким-то слабым светом<sup>6</sup>. Такой же свет ранее наблюдал Ж.-Ф. Пикар, когда встряхивал ртуть в стеклянной трубке барометра, причем в той части трубки, где была «торричеллиева пустота», вспыхивало холодное свечение<sup>7</sup>. Хоксби установил, что стекло – более подходящее вещество для устройства

<sup>1</sup> Изготовление большого шара из серы было непростой технологической задачей для того времени. Но Герике сумел найти весьма изящное её решение. Из стекла выдули большую сферическую ёмкость, «величиной не меньше чем с детскую голову». В эту ёмкость залили расплавленную серу, и когда та охладилась и затвердела, стекло разбили и получили требуемый серный шар. Шар насадили на железную ось с рукояткой и укрепили на станине. При касании вращающегося шара сухой ладонью он электризовался трением.

<sup>2</sup> Отто фон Герике, наряду с Иоганном Кеплером, вошёл в историю науки как величайший из немецких физиков XVII в. Его имя носит Магдебургский Университет (Otto-von-Guericke-Universität).

<sup>3</sup> Лондонское Королевское Общество по Развитию Знаний о Природе (The Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge, в повседневной речевой практике – Королевское Общество, The Royal Society) – ведущее научное общество Великобритании, одно из старейших научных обществ в мире; созданное в 1660 г. и утверждённое Королевской хартией в 1662 г. Лондонское Королевское Общество является частной организацией, не зависящей от правительственных научных учреждений. Общество играет важную роль в организации и развитии научных исследований в Великобритании, входит в британский Совет по науке и действует как совещательный орган при решении основных вопросов научной политики, выступая в качестве национальной академии наук. Девизом Королевского Общества было и остается «Nullius in verba» («Не верь ничьим словам»). В 1665 г. Ученый секретарь Общества Генри Ольденбург начал издавать «Философские труды Королевского Общества» (The Philosophical Transactions of the Royal Society), которые выходят и по сей день. Это один из старейших научных журналов мира.

<sup>4</sup> Dr. Wall W. Experiments of the Luminous Qualities of Amber, Diamonds, and Gum Lac, by Dr. Wall, in a Letter to Dr. Sloane, R.S. Secr. // Philosophical Transactions. 1708–1709. Vol. 26. N 314. P. 69–76. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/1032226>

<sup>5</sup> Ф. Хоксби был учеником Р. Бойля. По инициативе И. Ньютона Хоксби стал преемником покойного Роберта Гука (1635–1703) на посту Ученого секретаря Королевского Общества.

<sup>6</sup> Hauksbee Fr. An Account of an Experiment, Showing That an Object May Become Visible through Such an Opake Body as Pitch in the Dark, While It is under the Circumstances of Attrition and a Vacuum. By Mr. Fr. Hauksbee, F. R. S. // Philosophical Transactions. 1708. Vol. 26. N 322. P. 391–392. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/103276>; Hauksbee Fr. An Account of an Experiment, Touching an Attempt to Produce Light on the Inside of a Globe-Glass Lin'd with Melted Flowers of Sulphur, as in the Experiments of Sealing-Wax and Pitch. By Mr. Fr. Hauksbee, F. R. S. // Philosophical Transactions. 1708. Vol. 26. N 323. P. 439–443. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/103285>

<sup>7</sup> Жан-Феликс Пикар (Jean-Felix Picard, 1620–1682) – французский естествоиспытатель, астроном; один из инициаторов создания Парижской обсерватории. Был в числе первых членов Парижской Академии наук.

электрических машин, чем сера, и в 1706 г. сконструировал первую стеклянную электрическую машину<sup>1</sup>. Он же обнаружил отталкивание наэлектризованных предметов, показал, что воздух при низком давлении и пропускании электрических разрядов начинает светиться. Позже, в 1709 г., он опубликовал сочинение «Физико-механические опыты по различным вопросам, содержащим обзор некоторых удивительных явлений, относящихся к свету и электричеству, вызываемых посредством взаимного трения тел».

В 1729 г. член Лондонского Королевского общества Стивен Грей (1666–1736) экспериментально установил возможность передачи электричества на расстояние<sup>2</sup>. Сущность его открытия состояла в том, что электричество представляет собой нечто, могущее перетекать с одного места на другое без внешнего проявления какого-либо движения материи. Причём, это «нечто» не имело веса и, по мнению Грея, представляло собой «невесомую жидкость». Кроме того, Грей нашёл, что электричество можно было накапливать и хранить в веществах, подобных стеклу или шелку, в которых оно возбуждалось. Эти вещества, через которые электричество проходить не могло, Грей назвал «электриками» (сейчас их называют изоляторами, или диэлектриками). Вместе с тем, через металлы или влажную веревку электричество проходило, но возбуждаться в них не могло. Такие вещества Грей назвал *неэлектриками* (ныне их называют проводниками). Эксперименты Грея стали шагом в направлении разделения всех веществ на изоляторы и проводники электричества. Грей открыл также явление электростатической индукции и подтвердил это открытие многочисленными опытами. Именно Грей проводил опыты с электризацией человеческого тела: он наэлектризовал ребенка, подвесив его на шнурах из волос, а затем и поставив его на изолятор – смоляной диск. За свои исследования Грей два года подряд (в 1731 и 1732 гг.) награждался Медалью Копли, став первым лауреатом этой существующей до наших дней высшей награды Лондонского Королевского Общества.

В поисках теоретического объяснения опытов Грея их продолжил Директор Парижского Королевского Ботанического сада, член Парижской Академии Наук и Лондонского Королевского общества Шарль Франсуа Дюфэ. В своих экспериментах Дюфэ использовал электромтр, который он построил на основе «версора» Гильберта, сделав тот намного более чувствительным. Сконструированный прибор позволял измерять, хоть и довольно грубо, величину заряда. Повторив опыт Грея, Дюфэ сумел по нитке передать электричество на огромное, по тем временам, расстояние в 1256 футов. Ему удалось наблюдать электрические искры от наэлектризованного человеческого тела<sup>3</sup>. Он же впервые высказал мысль об электрической природе молнии. А в 1733 г. Дюфэ открыл два рода электрического заряда – «стеклянный» и «смоляной» (отрицательный и положительный в современной терминологии) и доказал, что одноименно наэлектризованные тела отталкиваются друг от друга, а разноименно – притягиваются<sup>4</sup>. Он писал, что открыл принцип, «пронизывающий новый свет на электрическую материю. Этот принцип заключается в том, что существует два рода электричества, одно из которых я называю стеклянным электричеством, другое – смоляным электричеством. Первое имеет место в стекле, горном хрустале, драгоценных камнях, волосах, шерсти и во многих других телах. Второе – в янтаре, в камеди, шелке, нити, бумаге и в большом количестве других веществ. Характерным для этих двух электричеств является способность отталкивать и притягивать одно другое. Так, если тело обладает стеклянным электричеством, оно отталкивает тела, содержащие такое же электричество, и, наоборот, притягивает все то, что имеет смоляное электричество. Соответственно смоляное электричество отталкивает смоляное и притягивает стеклянное».

Коль скоро, согласно взглядам С. Грея, электричество представляет собой «невесомую жидкость», то сама собой напрашивалась мысль, что электричество, как и любую другую жидкость, следует хранить в бутылках, банках и прочих подобных ёмкостях. Энергичные поиски способов хранения «электрической жидкости» начались как в Старом, так и в Новом Свете.



Опыт С. Грея. Гравюра. 1754.



Шарль Франсуа Дюфэ (Charles François de Cisternay du Fay; 1698–1739)



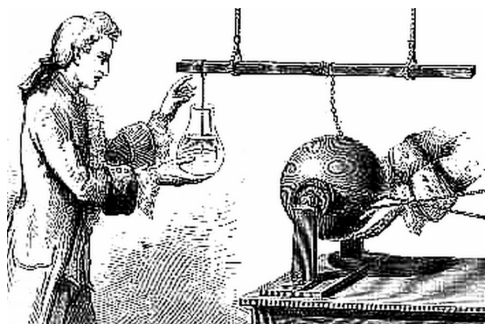
Питер ван Мушёнбрук (Pieter (Petrus) van Musschenbroek; 1692–1761)

<sup>1</sup> «Стекляной тощей шар, обращающийся на станке, токарному подобном, от трения легко приложенной к нему руки приобретает себе следующие свойства и действия», – описывает М.В. Ломоносов подобный прибор в VI Прибавлении («О электрической силе») ко второму изданию своего перевода «Вольфианской экспериментальной физики» (2-е изд. СПб., 1760). См.: Ломоносов М.В. Прибавления к Вольфианской экспериментальной физике. Прибавление VI. О электрической силе // Полное собрание сочинений М.В. Ломоносова. Т. 3. Труды по физике. 1753–1765. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 438–439.

<sup>2</sup> Gray S. A Letter to Cromwell Mortimer, M. D. Secr. R. S. Containing Several Experiments concerning Electricity; By Mr. Stephen Gray // Philosophical Transactions. 1731. Vol. 37. N 417. P. 18–44. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/104056>

<sup>3</sup> Вейтков Ф. Легопись электричества. М.–Л.: Госэнергоиздат, 1946. 320 с.

<sup>4</sup> Du Fay Ch.F. A Letter from Mons. Du Fay, F. R. S. and of the Royal Academy of Sciences at Paris, to His Grace Charles Duke of Richmond and Lenox, concerning Electricity. Translated from the French by T. S. M D. // Philosophical Transactions. 1734. Vol. 38. N 431. P. 258–266. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/103851>



Опыт Мушенбрука («лейденская банка»)

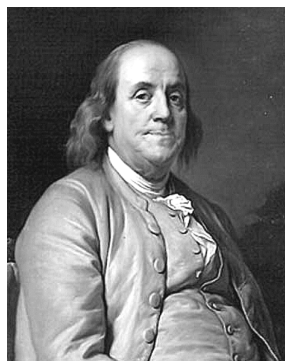
В 1745 г. немецкий каноник Эвальд Юрген фон Клейст и знаменитый Питер ван Мушенбрук<sup>1</sup>, лейденский естествоиспытатель и владелец предприятия по изготовлению научной аппаратуры, независимо друг от друга изобрели первый электрический конденсатор. По имени города Лейдена, где Мушенбрук проводил свои опыты, новый прибор был назван «лейденской банкой». Исключительная важность изобретения «лейденской банки» заключалась в том, что теперь естествоиспытатели могли получать и накапливать значительные электрические заряды и экспериментировать с ними.

Сами того не желая, ван Мушенбрук и фон Клейст оказались первыми, кто испытал на себе разряд «лейденской банки». Оба исследователя сообщали о сильном ударе, вызвавшем онемение руки и плеча, при этом Мушенбрук уточняет, что у него «все тело содрогнулось, как от удара молнии»<sup>2</sup>. Именно Мушенбрук первым обратил

внимание на физиологическое действие электрического разряда, сравнив его с ударом ската. Термин «электрическая рыба» первым ввел в научный оборот также Питер ван Мушенбрук.

Известие о лейденском эксперименте, столь простом, сколь и интересном, скоро широко распространилось. Его стали повторять во многих местах. Уже в следующем году конструкция «лейденской банки» была усовершенствована, а для увеличения эффекта Иоганн Винклер<sup>3</sup> в Германии и Бенджамин Франклин<sup>4</sup> в Пенсильвании<sup>5</sup> впервые соединили «лейденские банки» в параллель, получив мощные «батареи» (по терминологии Франклина).

Теперь, когда стало возможным искусственно получать и накапливать большие электрические заряды, можно было приступить к изучению природы молнии.



Бенджамин Франклин  
(Benjamin Franklin, 1706–1790)

Мысль об электрической природе молнии высказывалась и до изобретения лейденской банки. Качественное сходство между электрической искрой и молнией было замечено сразу же при первых экспериментах с электричеством. Но применение лейденских банок позволило установить дополнительные сходные стороны: электрическая искра, как и молния, убивает животных, плавит металлы, вызывает запах фосфора. Экспериментальный метод проверки гипотезы об электрической природе молнии предложил Бенджамин Франклин.

Рассуждая о причинах электризации тел при трении, Франклин предположил, что существует не два рода электричества, а только один. Он представлял себе электричество как своего рода невещественную жидкость, которая существует во всех телах и не обнаруживает себя до тех пор, пока тела эти насыщены им. Избыток электричества не может находиться внутри тел и выступает на их поверхность. Если количества электричества в телах увеличивается, то они становятся положительно заряженными (что соответствует «стеклянному электричеству»), если уменьшается, – то отрицательно<sup>6</sup> (что соответствует «смоляному электричеству»). Стремление электрической жидкости достичь своего подлинного уровня является причиной электрического притяжения и, когда оно бывает достаточно сильным, возникают искры и разряды. Названия двух

родов электричества – положительное (плюс) и отрицательное (минус) – стали общепризнанными, но гипотеза Франклина об одном лишь роде электричества оказалась впоследствии неверной<sup>7</sup>.

Теория статического электричества помогла Франклину сделать вывод, что грозовая молния – это всего лишь электрическая искра, подобная той, которую получают с помощью лейденской банки, но только гораздо большего масштаба. Франклин определенно указывает, что «вещество молнии» и «вещество электричества» «тождественны». Вот что писал он 1 ноября 1749 г.<sup>8</sup>: «Электрическая жидкость имеет с молнией следующее сходство: 1. Дает свет. 2. Тот же цвет света. 3. Ломаное направление. 4. Быстрота движения. 5. Проводится металлами. 6. Создает треск или шум при взрыве. 7. Встречается в воде или во льду. 8. Разрывает предметы, через которые проходит. 9. Убивает животных. 10. Плавит металлы. 11. Зажигает легко воспламеняющиеся вещества. 12. Серный запах».

29 июля 1750 г. в письме к своему другу, ботанику Питеру Коллинсону (1694–1768), Франклин сообщил об опыте, который он намерен был поставить: установить на высокой башне или на колокольне в Филадельфии длин-

<sup>1</sup> P. van Musschenbroek. Institutiones Physicae conscripta in usus academicos. Leiden, Lugduni Batavorum, apud Samuelem Luchtmans et filium, 1748. 476 p.; P. van Musschenbroek. Introductio ad philosophiam naturalem. V. 1–2, Lugduni Batavorum, 1762. 655 p.

<sup>2</sup> Веселовский О.Н., Шнейберг Я.А. Очерки по истории электротехники. М.: Изд-во МЭИ, 1993. 252 с.

<sup>3</sup> Иоганн Генрих Винклер (1703–1770) – профессор физики Лейпцигского университета, член Лондонского Королевского общества. В 1744 г. построил электрическую машину и показал, что земля проводит электричество и вода – хороший проводник. В 1746 г. усовершенствовал лейденскую банку, выполнил с ней ряд экспериментов и первый наряду с Б. Франклином применил параллельное соединение банок в батарею, создав батарею из трех банок. В 1753 г. построил молниеотвод. Основные труды: «Gedanken von den Eigenschaften, Wirkungen und Ursachen der Electricität, nebst Beschreibung zweier elektrischen Maschinen» (Leipzig, 1744) и «Die Eigenschaften der elektrischen Materie und des elektrischen Feuers, nebst etlichen neuen Maschinen zum Elektrisieren» (Leipzig, 1745).

<sup>4</sup> Бенджамин Франклин (1706–1790) занимался физикой всего лишь семь лет – с 1747 по 1753 гг. Приобретя благодаря своим опытам по электричеству мировую известность, он затем занялся политической деятельностью.

<sup>5</sup> В то время Пенсильвания была одной из британских колоний в Северной Америке.

<sup>6</sup> Франклин ввел в науку не только понятие положительного и отрицательного электричества. Он также автор терминов «электрическая батарея», «конденсатор», «проводник», «заряд», «разряд», «обмотка».

<sup>7</sup> Натирая и электризуя тела, исследователи долго не обращали внимание на то, что электризуются при этом оба тела, причем противоположными зарядами. Когда же это заметили, то стало ясно: электризация тел – это не создание электрических зарядов, а их разделение.

<sup>8</sup> Дягилев Ф.М. Из истории физики и жизни ее творцов. М. Просвещение, 1986. 255 с.; Карцев В.П. Приключения великих уравнений. М.: Знание, 1986. 102 с.; Кудрявцев П.С. Курс истории физики. М.: Просвещение, 1982. 448 с.

ный железный шест с острием и наблюдать, не удастся ли извлечь из него искры при прохождении над острием грозовых облаков. Коллинсон был членом Лондонского Королевского общества и представил письма Франклина к опубликованию в трудах Общества («The Philosophical Transactions of the Royal Society»). Но представленный материал был отвергнут как недостойный публикации, а проект извлечения искр из облаков был признан фантастическим.

Получив отказ от Общества, Коллинсон опубликовал письма Франклина за свой счет. Они имели большой успех, и почти сразу же были переведены на французский язык<sup>1</sup> по инициативе выдающегося естествоиспытателя Ж.-Л. де Бюффона (1707–1788), преемника покойного Дюфе на посту директора Парижского Ботанического сада. Бюффон убедил переводчика книги Т.-Ф. Далибара<sup>2</sup> воспроизвести описанные Франклином опыты. Людовик XV поддержал начинание Бюффона, и 10 мая 1752 г. эксперимент, ставший вскоре знаменитым, был, наконец, проведен. В одном из садов в Марли, в шести лье от Парижа, на открытом месте был установлен железный стержень высотой около 13 м, который стоял на небольшом табурете со стеклянными ножками. Во время грозы, держа в руках кусок железа, ручка которого была сделана из стеклянной бутылки, Далибар извлекал из стержня сверкающие искры. Этот опыт принес первое бесспорное доказательство электрической природы молнии.

Весть об опыте в Марли быстро распространилась по Европе и сделала знаменитым имя Франклина, который до того не был известен по эту сторону океана. Опыт почти сразу же и с тем же результатом повторили Джузеппе Вератти и Томмазо Марино в Болонье.

Сам Франклин в том же 1752 г. экспериментально исследовал электризацию облаков с помощью воздушного змея, снабжённого железным наконечником, к которому была привязана длинная пеньковая веревка в качестве проводника. На другом конце этой верёвки был прикреплён массивный железный ключ, из которого и извлекались электрические искры<sup>3</sup>. «Когда змей и веревка намочнут от дождя и вследствие этого станут проводить электричество, – писал Франклин, – то поток его обильно исходит из ключа при приближении суставов пальцев. От него можно зарядить банку. Электрическим огнем, полученным таким образом, можно зажечь спирт и сделать все опыты, совершаемые обычно с натираемым шаром или трубкой. Этим полностью доказается тождество электрического вещества с веществом молнии».

Франклин многократно затем повторил этот опыт в более удобной форме, используя длинный железный стержень, вертикально поставленный на крыше своего дома. Он объяснил, каким образом такой стержень может защитить от ударов молнии, и описал способ расположения этого стержня для осуществления подобной защиты. В результате многочисленных наблюдений Франклин пришел к выводу, что грозовые облака заряжены большей частью отрицательно, хотя несколько раз они оказывались и положительно заряженными.

Между тем, спустя менее месяца после опытов в Марли, 7 июня 1752 г., Луи Гийом Лемонье открыл совершенно новое явление – наэлектризованность атмосферы даже при ясной погоде<sup>4</sup>. В апреле следующего, 1753 г. М.В. Ломоносов, действуя совершенно самостоятельно, подтвердил это открытие Лемонье.

Свой первый молниеотвод Франклин установил в 1760 г. в Филадельфии на доме купца Веста<sup>5</sup>. Но задолго до этого события И.Г. Винклер в 1753 г. в Германии, и в 1754 г. Прокоп Дивиш<sup>6</sup> в Чехии (бывшей тогда частью Австрийской империи) построили первые в Европе молниеотводы.

#### А в это время в России...

Исследования электрических явлений велись в России с сороковых годов XVIII в. У этих исследований была одна существенная особенность. Во-первых, среди тогдашних западноевропейских естествоиспытателей, изучавших электричество (и внёсших большой вклад в эту науку), были нередки представители профессий от физики весьма далёких. Так, например, Дивиш был священником, Далибар – ботаником, Винклер, прежде чем заняться физикой, преподавал греческую и латинскую грамматику, а самоучка Франклин возглавлял почтовую службу (сначала Пенсильвании, а затем и всех североамериканских колоний Англии). Во-вторых, эти исследования велись, по большей части, в порядке личной инициативы. В России же исследования электричества с самого начала проводились именно физиками-профессионалами – М.В. Ломоносовым и Г.В. Рихманом, и, самое главное, выполнялись они по



Один из громоотводов Франклина (а); Франклин «ловит» молнию (б)

<sup>1</sup> Benjamin Franklin. Expériences et observations sur l'électricité. Traduction de Dalibard. 1752, 2<sup>e</sup> édition. 1756.

<sup>2</sup> Тома-Франсуа Далибар (Thomas-François Dalibard, 1709–1799) – французский натуралист и естествоиспытатель, последователь Карла Линнея. Король Франции Людовик XV, перед которым Далибар повторил опыт по извлечению электричества из грозового облака, назначил ему пожизненную пенсию в 1200 ливров.

<sup>3</sup> Франклин В. Опыты и наблюдения над электричеством / Пер. с англ. Б.С. Алексеева. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 271 с.

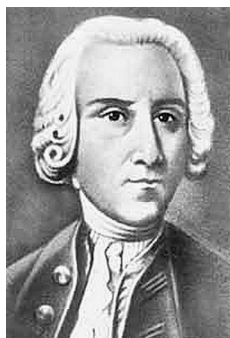
<sup>4</sup> Le Monnier L.G. Observations sur l'électricité de l'air // Mémoires de l'Académie Royale des Sciences. A Paris, de l'imprimerie royale. MDCCLVI. P. 233–243.

<sup>5</sup> Карцев В.П. Приключения великих уравнений. М.: Знание, 1986. 102 с.

<sup>6</sup> Прокоп Дивиш, чешский священник, доктор богословия и естествоиспытатель, своими исследованиями электрических явлений заслуживший прозвание «волшебник электричества» (magus electricus). В 1754 г. он установил на своем доме в Прендице (Богемия) десятиметровый заземленный железный шест. Окрестные крестьяне разрушили молниеотвод Дивиша, полагая, что именно это сооружение явилось причиной случившегося в тех краях неурожая. (См.: Крыжановский Л. Громоотвод, политика и... шляпки // Квант. 1989. № 1. С. 13, 20, 33; Цварава Г.К. Прокоп Дивиш. М.–Л.: «Наука», 1965. 102 с.)



Леонард Эйлер (Leonhard Euler, 1707–1783)



Георг Вильгельм Рихман (Georg Wilhelm Richmann, 1711–1753)

заданию Санкт-Петербургской Академии Наук и за счёт государственных средств.

Ещё в 1743 г. М.В. Ломоносов осуществил регулярные научные наблюдения над северным сиянием. Тогда же, буквально на одном дыхании, Ломоносов написал небольшую оду «Вечернее размышление о Божиим величестве при случае великого северного сияния»<sup>1</sup>, где в стихотворной форме сформулировал вопросы, на которые, по его мнению, следует в первую очередь найти ответы при изучении такого впечатляющего явления, как северное сияние. Ответы на ряд поставленных вопросов Ломоносов дал очень скоро – всего через десять лет, в своём «Слове о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих»<sup>2</sup>. Атмосферное электричество привлекало особое внимание М.В. Ломоносова. При этом им двигало отнюдь не праздное любопытство – он изучал закономерности возникновения молний с целью «отвратить от храмин наших гром».

В 1744 г. Академическое Собрание<sup>3</sup> Санкт-Петербургской Академии Наук обсудило обращение Леонарда Эйлера, в котором он призывал заняться исследованием причин электрических явлений, и принял решение: «Произвести также и здесь исследования над явлениями электричества и тщательно изучить все сочинения, написанные по этому вопросу, а те, коих нет здесь, как можно скорее добыть». Выполнение этого задания было возложено на заведовавшего кабинетом физики Академии Наук академика Г.В. Рихмана<sup>4</sup>. В исследованиях, которые начал Рихман, и в обсуждении полученных им результатов деятельное участие принял Ломоносов: Рихман составил программу работ, а Ломоносов перевел ее на русский язык; Ломоносов же помог Рихману наметить и круг вопросов, на которые надлежало получить ответы.

Рихман был первым, кто применил в исследованиях электричества количественные методы, тем самым превратив учение об электричестве в точную науку, и в этом его величайшая заслуга перед отечественной физикой. В ходе совместных с М.В. Ломоносовым исследований Г.В. Рихман в 1745 г. сконструировал первый электроизмерительный прибор прямого наблюдения – «электрический указатель или электрический гномон», который, в отличие от уже использовавшегося электроскопа, был «снабжён деревянным квадратом со градусной шкалой для измерения степени электричества»<sup>5</sup>.

«Электрический указатель» Ломоносов и Рихман использовали при создании «громовой машины» – первой стационарной установки для наблюдения за интенсивностью электрических разрядов в атмосфере. «Громовая машина» принципиально отличалась от «электрического змея» Франклина и кустарных приспособлений других исследователей, поскольку позволяла непрерывно наблюдать за атмосферным электричеством при любой погоде. Описывая электрические эксперименты Ломоносова и Рихмана, «Санкт-Петербургские ведомости» сообщали: «Итак, совершенно доказано, что электрическая материя одинакова с громовою материею, и те раскаиваться будут, которые... доказывать хотят, что обе материи различны»<sup>6</sup>.

Во время наблюдений 25–28 апреля 1753 г. Ломоносов установил, что его «громовая машина» показывает существование электричества в атмосфере при отсутствии каких-либо грозных явлений. «... сие наблюдение почитается за чрезвычайное. Из сего наблюдения явствует, что ... электрическая в воздухе сила далее громового треску распространяется или без действительного грома быть может. Ежели второе правда, то не гром и молния электрической силы в воздухе, но сама электрическая сила грому и молнии причина», – сообщали «Санкт-Петербургские ведомости»<sup>7</sup>. Тем самым Ломоносов не только подтвердил открытие Лемонье, которое тот совершил чуть менее года назад, но и сделал далеко идущие выводы о том, что причиной грома и молнии является «сама электрическая сила». Рихман и Ломоносов провели любопытный эксперимент – при огромном стечении народа орудийная батарея вела стрельбу, гром «сотрясал небо», но электрический указатель ничего не показывал. Так было доказано, что «искусством произведенный гром электрической силы не показывает»<sup>8</sup>.

В конце июля 1753 г. Рихман был убит молнией во время одного из своих опытов. Трагическая гибель Рихмана вызвала широкий резонанс как в России, так и за её пределами<sup>9</sup> и привела к почти повсеместному прекращению иссле-

<sup>1</sup> Ломоносов М.В. Вечернее размышление о Божиим величестве при случае великого северного сияния // Ломоносов М.В. ПСС. Т. 8. Поэзия. Ораторская проза. Надписи. 1732–1764 гг. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 120–123.

<sup>2</sup> Ломоносов М.В. Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих // Торжество Академии наук... празднованное публичным собранием... ноября, 26 дня, 1753 года. СПб., при Акад. наук, 1753. См. также: Ломоносов М.В. ПСС. Т. 3. Труды по физике. 1753–1765 г.г. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 15–100.

<sup>3</sup> Академические Собрания – это проводимые не реже раза в неделю собрания академиков и адъюнктов Санкт-Петербургской АН, на которых докладывались и обсуждались их работы. Ведение протоколов Академических Собраний возлагалось на секретаря, который должен был ежегодно или раз в два года печатать то, что достойно опубликования, и вместе с библиотекарем Академии вести ученую корреспонденцию.

<sup>4</sup> Георг Вильгельм Рихман (Georg Wilhelm Richmann, 1711–1753) – один из крупнейших естествоиспытателей своего времени, друг и сподвижник М.В. Ломоносова, действительный член Санкт-Петербургской Академии Наук, с 1744 г. заведовал кабинетом физики Академии Наук. Именно Рихман вывел ныне широко известную формулу для определения температуры смеси однородных жидкостей, имеющих разные температуры. Погиб при проведении опытов с атмосферным электричеством.

<sup>5</sup> Рихман Г.В. Труды по физике. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 711 с.

<sup>6</sup> Санкт-Петербургские ведомости. 1752. № 58.

<sup>7</sup> Там же. 1753. № 45.

<sup>8</sup> Костюкова Т.П., Мاستюков К.Ю. М.В. Ломоносов и атмосферное электричество. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elektrobau.narod.ru/CHAST1/Lomonosov/Lomoonos.htm>

<sup>9</sup> Watson W. An Answer to Dr. Lining's Query Relating to the Death of Professor Richman. By Mr. William Watson, F. R. S. // Philosophical Transactions. 1754. Vol. 48. P. 765–772. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/105203>; An Account of the Death of Mr. George William Richman, Professor of Experimental Philosophy, a Member of the Imperial Academy of Sciences at Petersburg. Translated from the High-Dutch // Philosophical Transactions. 1755. Vol. 49. P. 61–69. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/104909>



дований атмосферного электричества. Однако Ломоносов продолжал работу. Её результаты стали основой написанного Ломоносовым большого сочинения «Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих», которое было доложено им в Академии Наук в ноябре 1753 г.

Ломоносов выдвинул свою собственную теорию грозовых процессов. Возникновение атмосферного электричества он связал с восходящими и нисходящими потоками воздуха<sup>1</sup>, создающимися в результате различия давления и температур в верхних и нижних слоях атмосферы. Зимой они бывают оттого, что холодные и, следовательно, более тяжелые массы воздуха из верхних слоев атмосферы падают вниз, — именно потому зимой иногда внезапно наступают великие морозы сразу после оттепели. Летом, наоборот, нижняя часть атмосферы нагревается от земли, становится более легкой и оттого быстро поднимается вверх. Это происходит обычно около трех часов дня, то есть сразу после полуденной жары. Как раз в эти часы чаще всего и бывают грозы, потому что в восходящем потоке воздуха частички насыщающих воздух паров «скорым встречным движением сражаются, трутся, электрическую силу рождают, которая, распространяясь по облаку, весь онный занимает». Разряды накопленного таким образом электричества и есть грозовые молнии и зарницы.

Одновременно с теорией грозы Ломоносов выдвинул и теорию северных сияний. Северные сияния, по его мнению, также имеют электрическую природу. «... Весьма вероятно, — отмечает Ломоносов<sup>2</sup>, — что северные сияния рождаются от происшедшей на воздухе электрической силы». Он рассматривал северные сияния как свечение, вызываемое электрическими зарядами в крайне разреженной атмосфере на очень большой высоте над землей. Ломоносов приводит результаты своих специальных опытов со свечением разряженного воздуха в стеклянном наэлектризованном шаре — это свечение он сравнивал с северным сиянием: «Возбужденная электрическая сила в шаре, из которого воздух вытянут, внезапные лучи испускает». Наблюдавшееся Ломоносовым свечение было по существу явлением электрического разряда в разреженном воздухе. Только в конце XIX в. впервые после Ломоносова опыты по лабораторному воспроизведению полярных сияний повторил норвежский физик проф. Х. Биркеланд<sup>3</sup>.

«Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих» разослали для отзыва крупнейшим русским и зарубежным ученым. 22 января 1754 г. Леонард Эйлер, высоко оценивший этот труд, писал<sup>4</sup>: «То, что остроумнейший Ломоносов предложил относительно течения этой тонкой материи в облаках, должно принести величайшую помощь тем, кто хочет приложить свои силы для выяснения этого вопроса. Отличны его размышления об опускании верхнего воздуха и о внезапно происходящем от этого жесточайшем морозе».

Неотъемлемую часть Ломоносовского «Слова» составляют обстоятельные «Изъяснения, надлежащие к слову о электрических воздушных явлениях», являющиеся ответом М.В. Ломоносова на замечания академиков А.Н. Гришова, Н.И. Попова и И.А. Брауна. В этой работе Ломоносов убедительно показывает, что его теория атмосферного электричества основана на результатах исследований, которые он начал задолго до Франклина. «... Я в моей теории о причине электрической силы в воздухе ему [Бенджамину Франклину — С.Г.] ничего не должен... Франклиновы письма увидел впервые, когда уже моя речь была почти готова, в чём я посылаюсь на своих господ товарищей. ... Я свою теорию произвёл из наступающих внезапно великих морозов, то есть из обстоятельств, в Филадельфии, где живёт Франклин, неизвестных. ... Истокованы мною многие явления, с громовою силою бывающие, которых у Франклина нет и следу», — отмечает он<sup>5</sup>. Далее он вновь подчёркивает: «... Как выше упомянуто, сие слово было уже почти готово, когда я о Франклиновой догадке уведal. Сверх сего, ода моя о северном сиянии<sup>6</sup>, которая сочинена 1743 года, а в 1747-м году в Риторике напечатана, содержит моё давнейшее мнение, что северное сияние движением эфира произведено быть может»<sup>7</sup>.

В своём ответе академику А.Н. Гришову, который указывал на приоритет Б. Франклина, Ломоносов пишет<sup>8</sup>: «а) ... Винить меня не станет никто, так как произведения учёных столь поздно доходят до нас, особенно из Америки. б) Нисхождение верхней атмосферы Франклин только предполагал по догадке; я же вывожу его из внезапного наступления холодной погоды, о чём у Франклина нет никакого упоминания. в) Я также произвёл расчёт и доказал, что верхний воздух не только может, но и должен стекать вниз, чего у Франклина нет и следа. д) Мнение Франклина о северном сиянии совершенно расходится с моим. Ведь электрическую материю, необходимую для образования северного сияния, он старается привлечь с тропиков к полюсам; я же нахожу её в изобилии на месте; он не излагает, каким образом это происходит, а мимоходом в нескольких словах намечает свою догадку, а я подробнейшим образом изъясняю свою теорию; он не обосновал никакими аргументами, а я подкрепляю не только аргументами, но и объяснением явления».

Ломоносов весьма критически оценивал современные ему многочисленные теории электричества. Он справедливо отмечал, что в большинстве из них «некоторые к составлению электрической теории самые нуж-

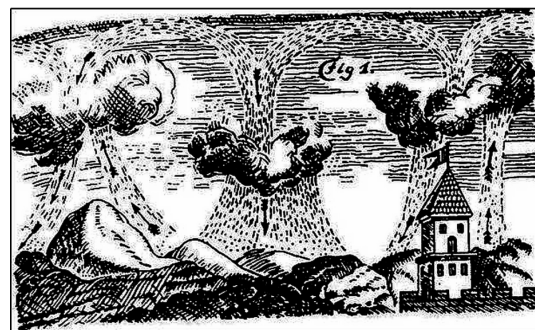


Рисунок из работы М.В. Ломоносова «Слово о явлениях воздушных...». 1753.

<sup>1</sup> Только в 1929 г. возглавлявший метеорологическую службу Великобритании Дж.К. Симпсон (1878–1965) доказал, что атмосферное электричество действительно возникает в восходящих воздушных потоках. (См. его работу: Симпсон Дж.К. Молния // Успехи физических наук. 1930. Т. X. Вып. 5–6. С. 757–780.)

<sup>2</sup> Ломоносов М.В. Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих // Торжество Академии наук...

<sup>3</sup> Крылов А.Н. Северные сияния и магнитные бури. (Речь председателя в январском 1917 общем собрании членов Русского физико-химического общества). Впервые опубликовано в «УФН» в апреле 1918 г. // Успехи физических наук. 1993. Т. 163. № 4. С. 3–14.

<sup>4</sup> Цит. по: Данилевский В.В. Указ. соч.

<sup>5</sup> Ломоносов М.В. Изъяснения, надлежащие к слову о электрических воздушных явлениях // Ломоносов М.В. ПСС. Т. 3. Труды по физике. 1753–1765. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 101–134.

<sup>6</sup> Имеется в виду ода М.В. Ломоносова «Вечернее размышление о Божием величестве при случае великого северного сияния».

<sup>7</sup> Ломоносов М.В. Изъяснения, надлежащие к слову о электрических воздушных явлениях // Полное собрание сочинений М.В. Ломоносова. Т. 3. Труды по физике. 1753–1765 г.г. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 123.

<sup>8</sup> Материалы обсуждения «Слова о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих». Перевод Я.М. Боровского // Полное собрание сочинений М.В. Ломоносова. Т. 3. Труды по физике. 1753–1765. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 134–180.

нейшие вещи не довольно наблюдаемы были». Поэтому Ломоносов ставил перед исследователями задачу «сыскать подлинную электрической силы причину и составить точную ее теорию».

Свои воззрения на явления электричества Ломоносов сформулировал в 1756 г. в неопубликованном и сохранившемся лишь в виде тезисов труде «Теория электричества, разработанная математическим путем»<sup>1</sup>. В отличие от большинства своих современников Ломоносов полностью отвергает выдвинутую Греем и подхваченную Франклином гипотезу мифической «электрической жидкости». Он объясняет электрические явления свойствами мирового эфира, колебаниями которого объясняется и распространение света по волновой теории Гюйгенса. Тем самым Ломоносов одним из первых отметил общий характер электрических и световых явлений: «Электрическая сила есть действие, вызванное легким трением... оно состоит в силах отталкивательных и притягательных, а также в произведении света и огня».

Эфирная теория электричества, разработанная Ломоносовым, была передовой для своего времени. Она являлась новым шагом к материалистическому объяснению явлений природы. Эфирная теория получила дальнейшее развитие в трудах Л. Эйлера<sup>2</sup>, а позднее, в XIX в., этой теории придерживался сам великий М. Фарадей<sup>3</sup>, который в 1830 г. ввел в физику понятие электрического поля. Здесь очень важен следующий момент: Ломоносов пророчески предупредил, что «...вероятнейшей причиной электричества будет движение эфира... если потом не найдется какая-нибудь другая материя...». Вот этой-то «другой материей» и оказалось электрическое поле Фарадея.

Надобно заметить, что существует глубоко неверное мнение, будто труды М.В. Ломоносова были незнакомы его зарубежным коллегам. Наоборот, изложенные в латинских изданиях Санкт-Петербургской Академии Наук, работы Ломоносова очень скоро становились известны крупнейшим естествоиспытателям Европы<sup>4</sup>. Исключительно высокую оценку давал Ломоносову Эйлер: «Все записки Ломоносова по части физики и химии не только хороши, но превосходят, ибо он с такой основательностью излагает любопытнейшие, совершенно неизвестные и неизъяснимые для величайших гениев предметы, что я вполне убежден в верности его объяснений. При этом случае я готов отдать г. Ломоносову справедливость, что он обладает счастливейшим гением для открытия физических и химических явлений, и желательно было бы, чтобы все прочие академики были в состоянии проводить открытия, подобные тем, которые совершил г. Ломоносов». Неоспоримым свидетельством европейского признания Ломоносова является избрание его в 1760 г. почетным членом Шведской Академии Наук, а в 1764 г. – членом Болонской Академии.

### Заключение

Для продолжения работ безвременно погибшего Рихмана в Петербург был приглашен из Берлинского университета профессор Франц Эпинус<sup>5</sup>, ученик Леонарда Эйлера. Когда же не стало Ломоносова, то Петербургская Академия Наук пригласила самого Л. Эйлера, с коим Ломоносов издавна дружил и переписывался. Не было в то время в Европе никого, кроме великого Эйлера, кто по мощи своего таланта и по разносторонности своих дарований мог бы сравниться с Ломоносовым. Заняв пост вице-президента Санкт-Петербургской Академии Наук, Эйлер в течение многих лет, до самой своей кончины, трудился во славу российской науки. Восемь его учеников стали действительными членами Санкт-Петербургской Академии.



Христиан фон Вольф (Christian Freiherr von Wolff, 1679–1754)

Уместно вспомнить здесь, что сам М.В. Ломоносов был учеником знаменитого немецкого просветителя Христиана фон Вольфа (1679–1754), лекции которого Михаил Васильевич слушал в 1736–1739 гг. в бытность свою студентом Марбургского университета. Ломоносов испытал сильное воздействие идей и взглядов этого мыслителя и до конца своих дней неизменно относился к своему учителю с трепетным уважением.

Х. Вольф был основателем самой влиятельной философской школы в Германии. Его ученики и последователи занимали большинство важнейших кафедр в германских университетах, а вся система образования, преподавание различных наук, так или иначе основывались на его общефилософских принципах. Величайшей научной заслугой Х. Вольфа считается систематизация им основных положений философии Г.В. Лейбница, с которым Х. Вольф был лично знаком, считал своим учителем и вел переписку. До середины XVIII столетия философия Лейбница была известна в Германии только в интерпретации Х. Вольфа.

Х. Вольф постоянно подчеркивал, что главная цель науки («метафизики») – это счастье людей, однако эта цель не будет достигнута, пока в ней, в науке, отсутствуют основательные, ясные, отчетливые и подтверждаемые в опыте понятия о каждой вещи.

В своём беззаветном стремлении найти и дать науке эти самые «основательные, ясные, отчетливые и подтвер-

<sup>1</sup> Ломоносов М.В. Теория электричества, изложенная математически // Ломоносов М.В. ПСС. Т. 3. Труды по физике. 1753–1765. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 265–313.

<sup>2</sup> Не следует при этом упускать из виду, что теории Эйлера и Ломоносова, справедливо отрицающие существование электрической жидкости, являлись чисто электростатическими и поэтому приводили к неправильному представлению о грозозащите и об устройстве молниеотводов.

<sup>3</sup> Фарадей, в частности, считал электричество движением некоей, заполняющей все пространство, пронизывающей все тела упругой среды.

<sup>4</sup> Данилевский В.В. Указ. соч.

<sup>5</sup> Франц Ульрих Теодор Эпинус (Aepinus, 1724–1802) – математик, астроном и физик; действительный член Санкт-Петербургской Академии Наук. Эпинус был одним из первых естествоиспытателей, чьи исследования электричества строились не только на опытах и наблюдениях, но и на математических расчётах. Эпинус впервые объяснил явления электростатической индукции, поляризации, предложил идею электрофора. Он же первый дал полное объяснение свойств лейденской банки, указав на некоторые ошибки, допущенные Б. Франклином; разработал теорию электрических и магнитных явлений, подчеркнув их сходство. Ф. Эпинус с 1764 г. в течение 33-х лет возглавлял шифровальный отдел при Коллегии Иностранных Дел России, разрабатывая новые шифры для Екатерины II, дипломатической службы, армии и флота, а также вскрывая иностранные дипломатические шифры. Он вошел в историю России как создатель государственной системы народного просвещения, а в историю США – как автор текста знаменитой «Декларации о вооруженном нейтралитете», оказавшей решающую политическую помощь североамериканским английским колониям в их борьбе за независимость. (См.: Эпинус Ф.У.Т. Теория электричества и магнетизма. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 564 с.; Новик В.К. Академик Франц Эпинус (1724–1802): краткая биографическая хроника // Вопросы истории естествознания и техники. 1999. № 4. С. 4–35).

ждаемые в опыте понятия о каждой вещи» ученик Х. Вольфа и «научный внук»<sup>1</sup> великого Г.В. Лейбница Михаил Ломоносов сделал всё, что мог. Пусть другие придут и попытаются сделать больше.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ван А.В. Сотворенное Небом и познанное людьми. Пути открытий и изобретений древнего и средневекового Китая. Новосибирск: Изд. дом «Манускрипт», 2001. 141 с.
2. Вейтков Ф. Летопись электричества. М.–Л.: Госэнергоиздат, 1946. 320 с.
3. Веселовский О.Н., Шнейберг Я.А. Очерки по истории электротехники. М.: Изд-во МЭИ, 1993. 252 с.
4. Гильберт В. О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле. Новая физиология, доказанная множеством аргументов и опытов / Пер. с латинского А.И. Доватура, редакция, статья и комментарии А.Г. Калашникова. М.: Издательство академии наук СССР, 1956. 412 с.
5. Данилевский В.В. Русская техника. Л.: Ленгиз, 1947. 484 с.
6. Дягилев Ф.М. Из истории физики и жизни ее творцов. М.: Просвещение, 1986. 255 с.
7. Еремеев В.Е. Шэнь Ко // Духовная культура Китая: энциклопедия. Т. 5. Наука, техническая и военная мысль, здравоохранение и образование. М.: Восточная литература, 2009. С. 960–964.
8. Карцев В.П. Приключения великих уравнений. М.: Знание, 1986. 102 с.
9. Колумб Х. Письмо католическим королям Изабелле и Фердинанду о третьем путешествии // Путешествия Христофора Колумба: дневники, письма, документы / Пер. и коммент. Я.М. Света. М.: Эксмо, 2010. 512 с.
10. Корякин В.И., Хребтов А.А. От астролябии к навигационным комплексам. СПб: Судостроение, 1994. 240 с.
11. Костюкова Т.П., Мастюков К.Ю. М.В. Ломоносов и атмосферное электричество. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elektrobgau.narod.ru/CHAST1/lomonosov/Lomonos.htm>
12. Крыжановский Л. Громоотвод, политика и... шляпки // Квант. 1989. № 1.
13. Крылов А.Н. Северные сияния и магнитные бури. (Речь председателя в январском 1917 г. общем собрании членов Русского физико-химического общества). Впервые опубликовано в «УФН» в апреле 1918 г. // Успехи физических наук. 1993. Т. 163. № 4. С. 3–14.
14. Кудрявцев, П.С. Курс истории физики. М.: Просвещение, 1982. 448 с.
15. Ломоносов М.В. Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих // Торжество Академии наук... празднованное публичным собранием... ноября, 26 дня, 1753 года. СПб., при Акад. наук, 1753.
16. Ломоносов М.В. ПСС Т. 3: Труды по физике. 1753–1765. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952; Т. 8: Поэзия. Орагаторская проза. Надписи. 1732–1764. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1959.
17. Материалы обсуждения «Слова о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих». Перевод Я.М. Боровского // Полное собрание сочинений М.В. Ломоносова. Т. 3. Труды по физике. 1753–1765. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 134–180.
18. Новик В.К. Академик Франц Эпинус (1724–1802): краткая биографическая хроника // Вопросы истории естествознания и техники. 1999. № 4. С. 4–35.
19. Рихман Г.В. Труды по физике. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 711 с.
20. Симпсон Дж.К. Молния // Успехи физических наук. 1930. Т. X. Вып. 5–6. С. 757–780.
21. Франклин В. Опыты и наблюдения над электричеством / Пер. с англ. Б.С. Алексеева. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 271 с.
22. Цварава Г.К. Проккоп Дивиш. М.–Л.: «Наука», 1965. 102 с.
23. Эпинус Ф.У.Т. Теория электричества и магнетизма. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 564 с.
24. An Account of the Death of Mr. George William Richman, Professor of Experimental Philosophy, a Member of the Imperial Academy of Sciences at Petersburg. Translated from the High-Dutch // Philosophical Transactions. 1755. Vol. 49. P. 61–69. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/104909>
25. Du Fay Ch.F. A Letter from Mons. Du Fay, F. R. S. and of the Royal Academy of Sciences at Paris, to His Grace Charles Duke of Richmond and Lenox, concerning Electricity. Translated from the French by T.S.M.D. // Philosophical Transactions. 1734. Vol. 38. N 431. P. 258–266. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/103851>
26. Franklin B. Expériences et observations sur l'électricité. Traduction de Dalibard 1752, 2<sup>nd</sup> edition. 1756.
27. Gray S. A Letter to Cromwell Mortimer, M.D. Secr. R.S. Containing Several Experiments concerning Electricity; By Mr. Stephen Gray // Philosophical Transactions. 1731. Vol. 37. N 417. P. 18–44. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/104056>.
28. Hauksbee Fr. An Account of an Experiment, Showing That an Object May Become Visible through Such an Opaque Body as Pitch in the Dark, While It is under the Circumstances of Attrition and a Vacuum. By Mr. Fr. Hauksbee, F.R.S. // Philosophical Transactions. 1708. Vol. 26. N 322. P. 391–392. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/103276>.
29. Hauksbee Fr. An Account of an Experiment, Touching an Attempt to Produce Light on the Inside of a Globe-Glass Lin'd with Melted Flowers of Sulphur, as in the Experiments of Sealing-Wax and Pitch. By Mr. Fr. Hauksbee, F.R.S. // Philosophical Transactions. 1708. Vol. 26. N 323. P. 439–443. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/103285>.
30. Le Monnier L.G. Observations sur l'électricité de l'air // Memoires de l'Academie Royale des Sciences. A Paris, de l'imprimerie royale, MDCCLVI. P. 233–243.
31. van Musschenbroek P. Institutiones Physicae conscripta in usus academicos. Leiden, Lugduni Batavorum, apud Samuelem Luchtmans et filium, 1748. 476 p.
32. van Musschenbroek P. Introductio ad philosophiam naturalem. V. 1–2. Lugduni Batavorum, 1762. 655 p.
33. Dr. Wall W. Experiments of the Luminous Qualities of Amber, Diamonds, and Gum Lac, by Dr. Wall, in a Letter to Dr. Sloane, R. S. Secr. // Philosophical Transactions. 1708–1709. Vol. 26. N 314. P. 69–76. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/103226>.
34. Watson W. An Answer to Dr. Lining's Query Relating to the Death of Professor Richman. By Mr. William Watson, F.R.S. // Philosophical Transactions. 1754. Vol. 48. P. 765–772. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/105203>.

<sup>1</sup> «Научными внуками» какого-либо учёного принято называть учеников ученика этого учёного.