

Ян Шнейберг

Георг Ом. Нелегкий путь к славе



Каждый школьник хорошо знает фундаментальный закон электрической цепи, открытый выдающимся немецким ученым Георгом Омом. Простое на первый взгляд соотношение между электрическим током, напряжением и сопротивлением, установленное Омом, потребовало от него не только глубоких знаний, но и огромного многолетнего труда, завидного мастерства экспериментатора и удивительной настойчивости в достижении цели. Многие крупные ученые с недоверием отнеслись к открытию неизвестного школьного учителя физики и математики.

На протяжении более четверти века после создания первого источника электрического тока – вольтова столба (1799 г.) – многие физики ошибочно считали, что проводник является «чисто пассивной частью электрической цепи».

К сожалению, западноевропейские физики не были знакомы с работой русского физика Василия Петрова «Известия о гальвани-вольтовых опытах...», в которой был впервые использован термин «сопротивление» и доказано, что величина электрического тока зависит от площади поперечного сечения проводника. Как утверждал английский журнал *Science Progress*, своими исследованиями Петров «предвосхитил закон Ома». Заметим также, что ученый не имел никаких электроизмерительных приборов и о величине тока судил по интенсивности процесса электролиза в разных жидкостях.

Ом был одним из первых исследователей, занявшихся установлением количественных закономерностей в электрических цепях. Это оказалось далеко не легкой задачей. Не было известно, какие величины нужно измерять, понятия о напряжении и сопротивлении проводников не были общепринятыми, а многим физикам вообще неведомы. Свойства первых источников электрического тока также не были достаточно изучены, не существовало и приборов для измерения электрических величин. Ряд ученых (Х. Дэви, А. Беккерель и др.) предпринимали попытки найти соотношения между величинами, характеризующими процессы в электрических цепях, но только Г. Ому удалось установить основной закон электрической цепи.

Сын слесаря становится доктором философии

В марте 1787 г. в немецком городе Эрлангене в семье потомственного слесаря родился мальчик, названный Георгом, которому было суждено прославить на века скромную династию Омов.

Мать Георга умерла, когда ему едва исполнилось 10 лет, поэтому воспитанием сына занимался отец – мастер кузнечного и слесарного дела, отличавшийся завидным стремлением к знаниям и сумевший воспитать эти качества у двух своих сыновей, которые

позднее стали известными учеными. Благодаря отцу Георг умело пользовался слесарными инструментами, что очень пригодилось будущему молодому исследователю при изготовлении разнообразных приборов и устройств.

Отцу удалось пригласить нескольких профессоров Эрлангенского университета помочь его сыновьям овладеть основами математики, физики и философии. Это позволило Георгу блестяще окончить городскую гимназию.

Сохранилось любопытное свидетельство профессора математики Эрлангенского университета К. Лангсдорфа, экзаменовавшего в июне 1804 г. пятнадцатилетнего Георга: «В течение пятичасовой беседы я проверил его знания по всем разделам элементарной математики, арифметики, геометрии, тригонометрии, статики и механики, а также выяснил его знания в области высшей геометрии и математического анализа. На все мои вопросы я получил быстрые и точные ответы. Почти убежден, что оба брата из этой семьи станут не менее знаменитыми, чем братья Бернулли; обладая таким усердием и имея такой талант, они обогатят науку, если найдут соответствующее внимание и поддержку». Каким удивительным провидцем оказался профессор Лангсдорф!

Отзыв известного профессора означал зачисление Георга Ома в Эрлангенский университет. После окончания гимназии весной 1805 г. Георг становится студентом философского факультета и с увлечением продолжает занятия математикой, физикой и философией.

В университете Ом выделяется не только глубокими знаниями и природной одаренностью, но и своими спортивными успехами и артистизмом: он лучший конькобежец и бильярдист университета, а в плясках на студенческих вечеринках ему нет равных. И в этом он многим был обязан отцу, который приучал своих детей к спорту, совершал с ними дальние прогулки, увлекая красотой окружающей природы. Отец даже придумал простейшие измерительные инструменты, занимаясь с детьми землемерными расчетами: они определяли площади пашен, вычисляли и составляли схемы дорог и их протяженность.

В течение трех семестров Ом успешно осваивает курс наук, но, понимая материальные трудности отца, решает начать работать, чтобы поддержать семью. Осенью 1806 г. Георг принимает приглашение на должность учителя математики в частной школе швейцарского городка Готтштадта. Начинающему педагогу едва исполнилось 17 лет!

Проводя занятия со школьниками, Георг продолжает совершенствовать свои знания по математике, физике, химии и философии, изучает труды корифеев науки – Эйлера и Лапласа.

Спустя пять лет, в 1811 г., Ом возвращается в Эрлангенский университет; самостоятельно приобретенные знания позволили ему успешно закончить учебу, защитить диссертацию, получить степень доктора философии.

Молодого доктора зачисляют на должность приват-доцента кафедры математики университета. Он увлекается педагогической деятельностью, но постоянная нехватка денег вынуждает его подыскивать более высокооплачиваемую работу. По рекомендации проректора университета в 1813 г. Ома принимают учителем математики и физики в школе города Вамберга (Бавария).

С юных лет Ом привык творчески относиться к любой работе. Вскоре он обращается к администрации школы с предложением реорганизовать систему преподавания математики и в 1817 г. публикует первую печатную работу с изложением новых методов обучения и развития у учащихся «способности к математическому мышлению». И хотя вначале его идеи не получили должного признания, через несколько лет они были высоко оценены, и Ом был удостоен почетной премии.

В поисках более интересного места работы Ом поступает в качестве учителя математики и физики в одну из известных школ г. Кельна, имевшую хорошую

экспериментальную лабораторию. Здесь Ом оказался в своей стихии: все свободное время он проводит в лаборатории, ремонтируя старые и создавая новые приборы. Вот тут-то ему пригодился опыт «потомственного слесаря» и незаурядного конструктора-изобретателя.

В те годы, как и многие способные молодые ученые, Ом увлекается электротехническими и магнитными явлениями, ремонтирует электростатическую машину, изготавливает несколько электроприборов. В 1812 г. Ом писал отцу, что продолжает штудировать классические труды Лапласа, Лежандра, Лагранжа, Био и все свое время отдает «изучению недавно открытого явления электромагнетизма». Ом считал, что в то время наименее разработанной была проблема гальванического тока, и в этой области он «...меньше всего мог опасаться конкуренции».

Прежде всего нужно было разобраться в особенностях различных источников электрического тока, понять, какие физические величины характеризуют их интенсивность и надежность. Уже было известно, что проводники, соединяющие полюса источников тока, нагреваются в зависимости от площади пластин вольтова столба. Важно было выяснить, как влияют на температуру нагрева проводников их длина и вид металла, почему время разрядки батареи зависит от материала проводников. По-видимому, они различаются по способности проводить электричество.

Вначале Ом занялся определением электропроводности проволок из платинированной меди различной длины, имеющих одинаковое поперечное сечение. Как уже отмечалось, можно только сожалеть, что Ому, как и другим европейским физикам, не были известны исследования явлений в электрических цепях, опубликованные еще в 1802 г. на русском языке выдающимся физиком В.В. Петровым.

Но Ом, конечно, был знаком с открытием датского физика Г.Х. Эрстеда (1819 г.), доказавшим действие электрического тока на магнитную стрелку. Он также знал о создании простейшего индикатора электрического тока – мультипликатора: магнитная стрелка, помещенная на медной оси внутри рамки с током, отклонялась.

Но Ому нужен был прибор, позволявший измерять величину электрического тока. И только незаурядная эрудиция и мастерство изобретателя-конструктора позволили ему решить эту нелегкую задачу.

Ему были известны так называемые «крутильные весы», созданные еще в 1784 г. знаменитым французским ученым и инженером Ш.О. Кулоном (1736–1806), исследовавшим законы кручения металлических нитей для определения силы взаимодействия электрических зарядов и магнитных полюсов и открывшим закон, носящий его имя.

Но Кулон наблюдал притяжение и отталкивание шариков, заряженных статическим электричеством. А как измерить величину электрического тока?

Создание уникального электроизмерительного прибора

Трудно представить, сколько бессонных ночей провел молодой ученый, чтобы реконструировать «весы» Кулона. Ему удалось найти настолько оригинальное техническое решение, что позднее физики справедливо назвали установку Ома «первым прибором для электрических измерений». Главное усовершенствование заключалось в том, что вместо коромысла с бузиновым шариком Ом подвешивал на металлической нити магнитную стрелку над проводником, по которому протекал электрический ток и по углу отклонения этой стрелки определял относительную величину тока. Кроме того, он убедился в нестабильности источника тока – гальванического элемента, «возбуждающая сила» которого изменялась при его включении и выключении. Точность измерений также снижалась из-за того, что внутреннее сопротивление батарей было значительно больше сопротивления исследуемых проводников.

Усовершенствованный Омом измерительный прибор представлял собой стеклянный

цилиндр (см. рисунок), имевший по окружности «градусную» (измерительную) шкалу. Через центральное отверстие пропускалась серебряная нить, прикрепленная сверху к микрометрической головке q , которую можно поворачивать в ходе эксперимента. Внизу к нити прикреплялась магнитная стрелка tt . При прохождении тока по проводнику под стрелкой нить закручивалась, и стрелка отклонялась на определенный угол. Вращая верхнюю измерительную головку, Ом возвращал магнитную стрелку в исходное положение и точно фиксировал угол ее отклонения. Во избежание ошибки он установил небольшую линзу l , чтобы лучше видеть «визирную линию».

В начальных экспериментах, когда источником тока служила гальваническая батарея, о недостатках которой уже было сказано, результаты измерений оказались неточными. Первая статья Ома по исследованию проводимости различных металлов и зависимости угла отклонения магнитной стрелки от площади поперечного сечения проводника была опубликована в «Журнале физики и химии» в 1825 г. под названием «Предварительное сообщение о законе, по которому металлы проводят контактное электричество».

И хотя Ом установил важный факт, что проволоки одного и того же материала, различающиеся площадью поперечного сечения, имеют «...одинаковую проводимость, если их длины пропорциональны их поперечным сечениям», предложенная им формула оказалась неверной. Кстати, Ом сам понимал неточность своих экспериментов, не случайно назвав свою статью «предварительным сообщением». Нужно признать, что допущенные Омом ошибки позднее стали одной из причин недоверия к его последующим публикациям. Но Ом не был бы Омом, если бы «опустил руки» от первых неудач, наоборот, он решил продолжить свои исследования.

Мы сознательно подробно описываем творческие поиски Ома, чтобы подчеркнуть, особенно для начинающих исследователей новых явлений, во-первых, насколько нелегко путь к познанию истины, во-вторых, необходимость умения анализировать причины неудач и изыскивать способы преодоления неизбежных трудностей в процессе исследований.

В первую очередь Ом решил избавиться от главной причины ошибок – гальванической батареи, «возбуждающая сила» которой заметно убывает со временем. Он заменил батарею термоэлементом, воспользовавшись открытием профессора Берлинского университета Т. И. Зеебеком в 1821 г. явления «термоЭДС» – возникновения электрического тока в замкнутой цепи при охлаждении или нагревании спая двух разнородных металлов, например, медной и висмутовой пластин. Этот элемент отличался заметно большей стабильностью, а его внутреннее сопротивление было значительно меньше, чем в гальванической батарее.

Термоэлемент состоял из пары металлов медь – висмут. Висмутовая полоса термоэлемента $abb'a'$ изгибалась в виде вытянутой буквы «П», а к ее концам привинчивалась медная полоса 1 . Две медные шины k своими концами dd' опускались в чашечки с ртутью mm' , к которым подводились защищенные концы исследуемых проводников.

Результаты многочисленных измерений Ом изложил в статье «Определение закона, по которому металлы проводят контактное электричество, вместе с наброском теории вольтаического аппарата и мультипликатора Швейгера», опубликованной в уже упоминавшемся «Журнале физики и химии» в 1826 г.

Многokrатно повторяя эксперименты с проводниками различной длины и толщины, Ом составил подробные таблицы и установил ранее неизвестный закон о пропорциональности силы тока и «возбуждающей силой» (напряжения). Кроме того, он доказал, что по этому закону «...можно рассчитывать электрические цепи независимо от материала проводника».

Но особенно важное наблюдение Ома заключалось в следующем: изменяя длину замыкающей цепи проволоки, он доказал, что, выражаясь современной терминологией, сила тока в цепи с постоянным источником ЭДС обратно пропорциональна сопротивлению цепи.

Так звучит уже знакомая нам формула закона Ома, впервые опубликованная им в 1827 г.

Экспериментам Ома, казалось, не будет конца, это подтверждает его неустанное стремление проникнуть в глубину физических процессов в электрических цепях. Он исследует силу тока по его магнитному действию (отклонению магнитной стрелки) и по его химическому действию (в частности, по объему газов при электролизе воды) и доказывает их эквивалентность.

Но, увы, и на этот раз «ученый мир» не оценил открытия Ома. Как писал один из биографов ученого, «выражение, найденное Омом, было настолько простым, что именно своей простотой вызывало недоверие»; не были, конечно, забыты и первые неудачные публикации молодого ученого. Кроме того, проверить результаты исследований Ома было очень трудно: его уникальная экспериментальная установка отличалась необычной для того времени чувствительностью, а для проведения самих опытов требовались и незаурядные способности экспериментатора, и завидное мастерство, и настойчивость в преодолении трудностей.

Маститые ученые крупнейших европейских университетов не очень доверяли малоизвестному учителю гимназии, а такие выдающиеся физики-экспериментаторы, как, например, Фарадей и Генри, не владевшие немецким языком, узнали об открытии Ома с опозданием, о чем весьма сожалели.

Ом чувствует необходимость теоретически осмыслить и обобщить полученные им результаты. С этой целью в августе 1826 г. он с трудом добивается разрешения предоставить ему годичную командировку в Берлин, где бы он мог целиком посвятить себя «научным поискам».

Понимая силу и роль теории в развитии науки, Ом с головой уходит в работу. В свое время огромное впечатление на него произвела книга французского ученого Ж.-Б. Фурье (1768–1830) «Аналитическая теория тепла», изданная в 1822 г. и получившая высокую оценку физиков и математиков.

В теории Фурье тепловой поток между двумя телами или двумя точками одного и того же тела объясняется разностью температур этих тел или точек. Ому пришла в голову гениальная мысль о возможности аналогии между «тепловым потоком» и электрическим током в проводнике, вызванным разностью «электроскопических сил». Теоретические обобщения Ом проводил в фундаментальном труде «Теоретические исследования электрических цепей», вышедшем в мае 1827 г.

По аналогии с формулой, выведенной Фурье для теплового потока, Ом находит формулу для электрического тока.

Очевидно, что эта формула соответствует современной записи закона Ома.

Он впервые в западноевропейской литературе ввел термин «сопротивление», который, как уже отмечалось, за четверть века до него применил В. В. Петров.

Величина V , названная Омом «электроскопической», характеризующая состояние цепи в данной точке, по утверждению физиков, «...дала начало введенному позднее в теорию электричества понятию потенциала». В своем труде Ом впервые широко применяет математические методы анализа электрических цепей, используя дифференциальные и интегральные исчисления, теорию рядов. Его сочинение по праву считается первой теоретической работой в области электричества.

Поразительны энциклопедические знания, образность мышления и научная интуиция Ома. Стремясь к более доступному изложению открытого им закона, он кроме тепловой аналогии удивительно эффективно использовал и гидравлическую (течение воды в трубах). Если представить себе две ступенчато расположенные трубы одинакового или разного диаметров, соединенные короткой наклонной трубкой, то скорость течения воды в

горизонтальных трубах будет зависеть от разности уровней расположения труб и их диаметров. Разность уровней можно уподобить разности «электроскопических сил», а диаметр сечения трубы – сопротивлению проводника.

Ом полагал, что чем больше «уклон» трубы, тем больше скорость течения воды, и даже строил специальные диаграммы, показывая «уклоны» как «причину тока».

Подчеркивая трудности, которые ему пришлось преодолеть, Ом писал, что его «теория гальванического электричества» послужит началом к новым исследованиям, если только ценность первых полученных результатов в какой-то мере оправдает те жертвы, которых они ему стоили.

Однако и на этот раз надежды Ома не оправдались. В те годы в Германии господствовала натурфилософия, объяснявшая достижения естествознания на основе объективного идеализма и отрицавшая математические методы анализа экспериментальных данных. Против натурфилософов выступали такие видные немецкие ученые, как Р. Майер и А. Гумбольдт, считавшие, что эти лжеученые «задержали развитие естествознания в Германии на десятилетия». Вполне понятно, такой выдающийся ученый-экспериментатор, как Ом, подрывавший основы натурфилософии, не мог ожидать поддержки от чиновников и лжеученых.

Запоздалое признание

Мечта Ома стать профессором Берлинского университета не сбылась. Только в 1833 г. он получил должность профессора физики в политехнической школе г. Нюрнберга.

Впервые после выхода в свет сочинения Ома его открытие было экспериментально подтверждено в 1831 г. одним из его единомышленников, немецким профессором Фехнером.

Среди зарубежных ученых, признавших закон Ома и применявших его в своих исследованиях, были петербургские ученые Э.Х. Ленц и Б.С. Якоби. Ленц – еще в 1832 г. при изучении электромагнитной индукции, а Якоби дал восторженный отзыв об этом законе в 1835 г. в трактате «О применении электромагнетизма для приведения в движение машин». Справедливость закона Ома академики Ленц и Якоби подтвердили в 1838 г. в своей совместной работе «О законах электромагнитов».

Естественно, что и Ленц, и Якоби читали труды Ома в оригинале. На английский язык его работа была переведена только в 1841 г., на итальянский – в 1847, на французский – только в 1860 (!).

В связи с этим произошел удивительный казус. Французский ученый Пулье, знавший о работах Ома из некоторых теоретических публикаций в немецкой печати, решил проверить экспериментально выводы ученого и, конечно, их подтвердил. Французские физики присвоили его закону имя Пулье. Естественно, что вскоре Пулье «безоговорочно признал приоритет Ома».

Перевод книги Ома на английский язык и блестящие отзывы о нем Ленца и Якоби способствовали официальному признанию его заслуг. В мае 1842 г. Лондонское Королевское общество наградило Ома высшей наградой – Золотой медалью Копли и избрало своим членом. Пропагандистом идей Ома в Англии стал известный создатель «мостика Уитстона» – Ч. Уитстон, а знаменитый американский физик Дж. Генри писал: «Когда я первый раз прочел теорию Ома, она мне показалась молнией, вдруг осветившей комнату, погруженную во мрак». Одна из работ известного немецкого физика Г. Кирхгофа, опубликованная им в 1849 г., носила название «О выводе закона Ома»; Кирхгоф положил этот закон в основу своих исследований.

Почти двадцать лет ожидал Ом признания у себя на родине: лишь в 1845 г. он был избран действительным членом Баварской академии наук, а в 1847 г., когда ему уже

исполнилось 60 лет, его пригласили на должность экстраординарного профессора Мюнхенского университета. В том же году король Баварии назначил Ома хранителем государственного Собрания физико-математических приборов. Одновременно ученый продолжал читать лекции по физике и математике.

Кроме исследований в области электрических цепей, Ом занимался проблемами акустики, поляризации света, создавал оригинальные демонстрационные приборы. В ответ на просьбы коллег Ом написал очень содержательный и хорошо иллюстрированный учебник по физике, однако второй том своего капитального труда завершить не успел (рукопись его, по распоряжению короля Баварии, была выкуплена у сестры Ома и хранится в Баварской государственной библиотеке).

Только в 1852 г. за два года до смерти Ом получил должность ординарного профессора, а год спустя был награжден орденом «за выдающиеся достижения в области науки». К сожалению, многолетнее напряжение физических и духовных сил резко сказалось на здоровье ученого. Всю жизнь он посвятил науке, ему даже не удалось создать собственной семьи. Но до последних дней жизни Ом оставался оптимистом, энергичным, жизнерадостным и остроумным человеком, добрым по отношению к людям, особенно к своим ученикам.

Как писал один из биографов, Ом обычно «без горечи сносил свое стесненное положение, когда его работы не были признаны, и не зазнавался после того, как его труды получили международное признание».

Тяжелый сердечный приступ весной 1854 г. заставил ученого слечь в постель. Почувствовав себя немного лучше, он вновь начал читать лекции, но в июле 1854 г. сердце Ома остановилось. Он был похоронен на старом кладбище г. Мюнхена, и только спустя 40 лет ему был установлен памятник.

К тому времени, наконец, вышло в свет полное собрание его трудов.

Имя Ома увековечено не только открытым им законом. В 1881 г. на Электротехническом съезде в Париже было утверждено название единицы сопротивления «Ом». Далеко не всем известно, что одному из кратеров на обратной стороне Луны присвоено имя Ома, наряду с именами таких великих физиков, как Планк, Лоренц, Ландау, Курчатов.

Список литературы

1. Лебедев В. Электричество, магнетизм и электротехника в их историческом развитии. – М.-Л.: ВНИИ, 1937.
2. Кошманов В.В. Георг Ом. – М.: Просвещение, 1980.
3. Веселовский О.Н, Шнейберг Я.А. Очерки по истории электротехники. – М.: Изд-во. МЭИ, 1993.
4. Шнейберг Я.А. Титаны электротехники. – М.: Изд-во. МЭИ, 2004.

Для подготовки данной работы были использованы материалы с сайта <http://www.connect.ru/>