



ЭМИЛИЙ ХРИСТИАНОВИЧ ЛЕНЦ (1804—1865)



Эмилий Христианович Ленц сыграл весьма важную роль в развитии учения об электричестве. Он существенно дополнил законы электромагнитной индукции, лёгшие в основу современной электротехники. Через год после их опубликования Э. Х. Ленц установил закон, однозначно определяющий направление индуцированных токов во всех возможных случаях, указал на тесное взаимоотношение магнитно-электрических и электромагнитных явлений, а также изучил условия, от которых зависит сила всякого индуцированного тока. Всё это сделано и изложено Э. Х. Ленцем с предельной ясностью и простотой в то время, когда представления большинства физиков о «гальваническом токе» и его отношении к «электрическим явлениям» были ещё чрезвычайно сумбурны и противоречивы. Известный русский учёный-электротехник и популяризатор В. К. Лебединский следующими словами оценивал в 1895 г. значение работ Э. Х. Ленца в области учения об электричестве: «Напрашивается невольно сравнение с бессмертным Фарадеем. Опыты этих двух физиков раскрыли явления индукции и в то время, как теории Ампера и Вебера заменяются новыми, истинное опытов Фарадея и Ленца останется навсегда».



Эмилий Христианович Ленц родился 12 февраля 1804 года в г. Юрьеве (ныне Тарту) в Эстонии. Образование получил в родном городе и изучал в Юрьевском университете с.перва теологию (богословие) и филологию, а затем естественные науки. Ещё до окончания университетского курса Э. Х. Ленц, благодаря своим выдающимся способностям, был приглашён участвовать в качестве физика в кругосветном плавании Коцебу. Плавание продол-

жалось с 1823 по 1826 г. Работа в экспедиции предопределила на следующие годы направление научной деятельности Э. Х. Ленца. Примерно до 1830 г. он работал над вопросами физической географии и приобрёл в этой области широкую известность. За это время он участвовал в экспедиции на Кавказ в окрестности Эльбруса, в 1829 г. ездил в г. Николаев для участия в наблюдениях качания маятника в этой точке земного шара, а также провёл некоторое время в Баку, на берегу Каспийского моря, где производил гидрологические наблюдения. В 1828 г. Э. Х. Ленц был избран адъюнктом Петербургской академии наук и доложил там свой первый мемуар «О солёности морской воды и о температуре её в океанах на поверхности и в глубине». В этом мемуаре Э. Х. Ленц подводил итоги работ, проведённых им во время кругосветного плавания. В 1830 г. Э. Х. Ленц был избран экстраординарным, а ещё через четыре года — в 1834 г. — ординарным академиком. С 1830 г. в его заведывание перешёл собранный его предшественником по академии В. В. Петровым хорошо обставленный физический кабинет, который Э. Х. Ленц продолжал пополнять. В конце 1835 г. или в самом начале 1836 г. Эмилий Христианович был приглашён профессором физики и физической географии в Петербургский университет. В университете он также усиленно занялся приведением в порядок и пополнением физического кабинета. В те времена широко был распространён обычай читать лекции по какому-либо иностранному учебнику с небольшими дополнениями, о чём так прямо и объявлялось в учебном плане. Ленц читал лекции «по собственным запискам». Такой порядок кажется нам теперь естественным и необходимым, но в те времена такое чтение курса являлось большой заслугой и большим достоинством лектора. Лекции Э. Х. Ленца отличались строгим, критическим и систематическим изложением и всегда сопровождалась опытами, к которым он приготавливался заранее и которые потому всегда бывали удачны. Эксперименту Э. Х. Ленц вообще придавал очень большое значение и, пока физический кабинет университета ещё не был в достаточной степени оборудован, допускал студентов к занятиям в физическом кабинете Академии наук и даже разрешал, под свою личную ответственность, брать приборы для производства опытов на дом. Э. Х. Ленц в течение ряда лет был деканом физико-математического факультета. После утверждения университетского устава 1863 г. он был избран ректором университета. Но в этой должности ему пришлось пробыть недолго. В августе 1864 г. он получил заграничный отпуск для лечения хронического заболевания глаз. 10 февраля 1865 года Эмилий Христианович Ленц скоропостижно скончался в Риме.

Вице-президент Академии наук В. Л. Буняковский говорил на соединённом заседании физико-математического и филологического отделений Академии 21 февраля 1865 г. после получения известия о смерти Ленца: «...Все мы постоянно видели в нём образец прямоты, беспристрастия и правдивости. Всем, знавшим Эмилия Христиановича, известна его независимость мнений и поступков от всяких внешних влияний и отношений, против которых так трудно бывает устоять... Одарённый умом светлым и пронизатель-

ным, он нередко разрешал сомнения, встречавшиеся при обсуждении каких-либо щекотливых или затруднительных вопросов... Академия весьма часто назначала Эмилия Христиановича в члены комиссий по таким предметам, которые требовали особенной опытности и сообразительности... Молодым людям, занимавшимся наукой, он всегда с готовностью оказывал возможное содействие и помощь...». Буняковский вспоминает и о беседах с Лен-цем, «которые так поучительно умел он воодушевлять своим светлым воззрением на разнообразные вопросы жизни и науки».

Чтобы оценить по достоинству всё сделанное Э. Х. Ленцем в области электромагнетизма, необходимо полнее представить себе положение дел и широко распространённые в то время воззрения в учении об «электрических» и «гальванических» явлениях.

Физики имели дело, с одной стороны, с электрическими зарядами, получаемыми путём трения, с процессами распространения этих зарядов по поверхности проводников, с зарядкой и разрядкой конденсаторов, — словом, со всеми теми явлениями, которые тогда называли электрическими и которые ещё и теперь не совсем правильно относят к области электростатики. С другой стороны, были известны явления электрического тока, источниками которого были различные гальванические элементы. Эти явления называли «гальваническими». Только очень немногие физики склонялись к тому, что в «электричестве» и «гальванизме» они имеют дело с одними и теми же явлениями природы. То было время, когда в физике господствовали представления о «невесомых жидкостях»: теплороде, светоносной жидкости и т. д., наличием которых и переходом их из одного тела в другое хотели объяснить все физические явления. Явления электричества и гальванизма имели между собой коренные различия, вызываемые, как мы теперь знаем, большой «разницей потенциалов» и малыми «количествами электричества» в случае электрических явлений и, наоборот, малой разницей потенциалов (малым «напряжением») и большим количеством протекающих по проводу электрических зарядов («большой силой тока») в случае гальванических явлений. Физикам того времени, в дополнение к представлениям о существовании большого числа различных невесомых жидкостей или флюидов, нетрудно было представить себе существование ещё двух различных флюидов — «электрического» и «гальванического». В то время казалось твёрдо установленным, что излучения различных источников света производят различное действие: в случае одних источников преобладали так называемые «химические» (ультрафиолетовые) лучи, в случае других — «тепловые» (инфракрасные), в случае третьих — собственно световые лучи, видимые глазом. По аналогии казалось естественным, что различные источники электрического тока, в том числе даже гальванические элементы, могут давать токи различного свойства. Поэтому вовсе не было очевидным, что к токам, полученным путём фарадеевской индукции, должны быть приложимы те же самые законы, что и к токам от гальванических элементов. Подтверждение противоположному заключению находили в ряде неправильно поставленных или неправильно ис-

толкованных опытов. Так, вторично индуктированные переменные токи не могли сообщать магнитной стрелке постоянное отклонение, не могли быть применены для получения явлений электролиза в чистом виде и т. д. Всеобщий характер закона Ома не понимали, придавая этому закону только ограниченное каждым отдельным случаем той или иной электрической цепи значение. При таком широком распространении ошибочных воззрений делать глубокие обобщения и искать общие законы явлений электрического тока представлялось трудным и смелым делом. Надо было не только установить общие положения путём гениальной индукции, основанной на чрезвычайно ясном понимании всех отдельных фактов, но и предварительно ещё весьма строго и критически охватить умственным взором весь «фактический материал». Нужно было понять ошибки, допущенные рядом экспериментаторов, и не только проникнуться идеей об единой природе и единых законах электрического тока, но и подтвердить это единство экспериментально. Великая заслуга Э. Х. Ленца заключается в том, что, несмотря на противоречивые экспериментальные данные, он твёрдо верил в единую природу электрического тока, каково бы ни было происхождение последнего; в том, что он путём безукоризненно поставленных экспериментов показал, что сила индуктированного тока определяется количественно точно теми же условиями и тем же законом Ома, что и сила любого другого тока. Тотчас же после опубликования М. Фарадеем мемуара, описывающего явления индукции электрических токов, Э. Х. Ленц приступил к экспериментам, которые привели его к следующим выводам: сила индуктированного тока определяется электродвижущей силой, возникающей во вторичном контуре, и сопротивлением этого контура; индуктированная электродвижущая сила пропорциональна числу витков вторичной обмотки и не зависит ни от радиуса витков, ни от поперечного сечения проводника, ни от вещества последней.

«Эти результаты Ленца, — говорит В. К- Лебединский в статье, написанной 50 лет тому назад, — не носят теперь название законов; они все вытекают из нашего представления о магнитном поле. Но в своё время они были первым шагом в разборе чудесных явлений индукции».

Насколько эти совершенно правильные выводы противоречили широко распространённым воззрениям, видно из того факта, что издатель журнала «Анналы физики и химии» — известный физик Поггендорф — далеко не сразу решился поместить их в своём журнале. Хотя эти результаты были получены Э. Х. Ленцем в 1832 г., его мемуар появился в «Анналах» лишь в 1835 г. — только через год после следующей его статьи, доложенной в Академии наук 29 ноября 1833 г. и содержащей изложение и экспериментальное обоснование того обобщённого закона индукции, который теперь носит название «правила Ленца». В этой статье Э. Х. Ленц говорит, что Фарадей для каждого отдельно рассматриваемого случая индукции даёт специальное указание для определения направления индуктированного тока. Эти указания нельзя обобщить, и, более того, некоторые случаи индукции токов остаются непредусмотренными. «Тотчас же после прочтения мемуара Фарадея мне

показалось, что все случаи индуктированных токов могут быть сведены очень простым способом к законам электродинамических движений», — говорит Э. Х. Ленц и высказывает следующее, совершенно общее и пригодное для всех случаев индукции электрических токов, положение:

«Если металлический проводник передвигается вблизи гальванического тока или вблизи магнита, то в нём возбуждается гальванический ток такого направления, которое вызвало бы движение покоящегося провода в направлении, прямо противоположном направлению движения, навязанному здесь проводу извне, в предположении, что находящийся в покое провод может двигаться только в направлении этого последнего движения или в прямо противоположном».

Это положение Э. Х. Ленц обосновывает многочисленными примерами, взятыми как из чужих, так и из собственных опытов. Анализируя физическую сущность высказанного положения, Э. Х. Ленц приходит ещё к следующему обобщению: «Если мы хорошо уясним себе приведённый выше закон, то мы сможем вывести заключение, что каждому явлению движения под действием электромагнитных сил должен соответствовать определённый случай электромагнитной индукции», или, выражаясь короче: каждому электромагнитному явлению соответствует определённое магнитно-электрическое явление. Это обобщение естественно приводит к следующему: при передвижении проводника в магнитном поле и возбуждении в нём тока (магнитно-электрическое явление) мы преодолеваем действие какой-то силы; эта сила не что иное, как та, которая приводит в движение проводник при соответствующем электромагнитном явлении. Таков был, по-видимому, ход мысли, приведший Э. Х. Ленца к его «правилу».

Современное теоретическое обоснование закона Ленца зиждется на законе сохранения энергии и близко к указанному ходу мыслей. Но закон сохранения энергии был окончательно сформулирован лишь в 1847 г., т. е. 14 лет спустя после доклада Э. Х. Ленца в Академии наук. Это показывает, что Эмилий Христианович был в числе тех физиков, которые, хотя и неясно, но «предчувствовали» существование закона сохранения энергии. Весьма интересно, что в том же томе «Анналов» некто физик Ричи, из чисто умозрительного сопоставления движения проводника с током в магнитном поле и явлений индукции Фарадея, но без деятельного сличения с опытом, приходит к ошибочному выводу, прямо противоположному закону Ленца.

Другой общеизвестный закон физики, с которым связано имя Э. Х. Ленца, это закон Джоуля-Ленца, выведенный Э. Х. Ленцем в 1844 г., независимо от работы Джоуля, путём более точно поставленных экспериментов, чем опыты Джоуля. Закон Джоуля-Ленца устанавливает, что количество тепла, выделяющееся в проводнике при прохождении тока, прямо пропорционально сопротивлению проводника и квадрату силы тока.

Мы не имеем возможности остановиться на всех работах Э. Х. Ленца в области электромагнетизма. Скажем только, что Э. Х. Лени и Б. С. Якоби установили условия, от которых зависит подъёмная сила магнита. Их выводы

опять вполне согласуются с законом сохранения энергии и разбивают несбыточные мечты некоторых фантазёров. Э. Х. Ленц использовал своё глубокое понимание законов электродинамики для рассмотрения явлений в динамомашине. Он показал, что необходимо учитывать не только токи, индуцируемые во вращающемся якоре машины магнитным полем полюсов машины, но и самоиндукцией обмотки якоря; эта самоиндукция приводит к очень существенному в работе электрической машины явлению, носящему название «реакции якоря»; Э. Х. Ленц объяснил, таким образом, почему, например, первые попытки применить генераторы постоянного тока для гальванопластики потерпели неудачу и почему положение «щёток» машины должно быть сдвинуто на некоторый угол по сравнению с тем наиболее выгоднейшим положением, которое указывает первоначальная теория машины, не учитывающая реакции якоря.

Исследования Э. Х. Ленца легли в основу грандиозного здания современного учения об электричестве и важнейших разделов практической электротехники.



Главнейшие труды Э. Х. Ленца: О правиле, по которому происходит сведение магнитоэлектрических явлений на электро-магнитные (правило Ленца) (1834, 31); Об опытах с индуктированными токами (1835, 34); Мемуар, в котором даётся критический разбор работ де-ла-Рива об особенных свойствах индукционных токов (1839, 48); Исследования над динамомашинами (1842, 57); Работа, в которой устанавливается закон, известный как закон Джоуля-Ленца (1844, 61); О значении скорости вращения на индукционный ток, возбуждённый магнитно-электрической машиной (1849, 76); на русском языке: Физическая география, Спб., 1851 (3 изд. — 1858); Руководство к физике, Спб., 1839 (6 изд.—1864); Руководство к физике для военно-учебных заведений, Спб., 1855.

О Э. Х. Ленце: Савельев А., О трудах акад. Ленца в магнитоэлектричестве, «Журн. Министерства нар. проев.», 1854, № 8, 9; Лебединский В., Ленц, как один из основателей науки Об электромагнетизме, «Электричество», 1895, № 11—12; Очерк работ русских по электротехнике с 1800 по 1900 год, Спб., 1900.

Источник: Люди русской науки: Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники / Под ред. С.И. Вавилова. — М., Л.: Гос. изд-во техн.-теоретической лит-ры. — 1948.

Эмилий Христианович Ленц **(1804—1865)**

С именем Ленца связаны фундаментальные открытия в области электродинамики. Наряду с этим ученый по праву считается одним из основоположников русской географии.

Эмилий Христианович Ленц родился 24 февраля 1804 года в Дерпте (ныне Тарту). В 1820 году он окончил гимназию и поступил в Дерптский университет. Самостоятельную научную деятельность Ленц начал в качестве физика в кругосветной экспедиции на шлюпе «Предприятие» (1823—1826), в состав которой был включен по рекомендации профессоров университета. В очень короткий срок он совместно с ректором Е.И. Паррогом создал уникальные приборы для глубоководных океанографических наблюдений — лебедку-глубомер и батометр. В плавании Ленц провел океанографические, метеорологические и геофизические наблюдения в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах. В 1827 году он выполнил обработку полученных данных и проанализировал их. В феврале 1828 года Ленц представил в Академию наук доклад «Физические наблюдения, произведенные во время кругосветного путешествия под командованием капитана Отто фон Коцебу в 1823, 1824, 1825 и 1826 гг.». За этот труд, получивший очень высокую оценку, в мае 1828 года Ленц был избран адъюнктом Академии по физике.

В 1829—1830 годах Ленц занимался геофизическими исследованиями в южных районах России. В июле 1829 года он участвовал в первом восхождении на Эльбрус и барометрическим способом определил высоту этой горы. Тем же способом он установил, что уровень Каспийского моря на 30,5 м ниже Черного.

В сентябре 1829 года Ленц выполнил гравитационные и магнитные наблюдения в Николаевской обсерватории по программе, составленной А. Гумбольдтом, а несколько позже — в Дагестане. Он собрал в окрестностях Баку образцы нефти и горючих газов, а также установил в этом городе футшток для наблюдений за уровнем Каспия.

В мае 1830 году Ленц вернулся в Петербург и приступил к обработке собранных материалов. Важнейшие научные результаты экспедиции были опубликованы им в 1832 и 1836 годах. В марте 1830 года еще до возвращения в Петербург он был избран экстраординарным академиком.

Замечательной чертой Ленца как ученого было глубокое понимание физических процессов и умение открывать их закономерности. Начиная с 1831 и по 1836 год он занимался изучением электромагнетизма. В начале тридцатых годов прошлого столетия Ампер и Фарадей создали несколько по существу мнемонических правил для определения направления наведенного тока (тока индукции). Но главного результата добился Ленц, открывший закон, определивший направление ин-

дуцируемого тока. Он известен сейчас как правило Ленца. Правило Ленца раскрывало главную закономерность явления: наведенный ток всегда имеет такое направление, что его магнитное поле противодействует процессам, вызывающий индукцию. 29 ноября 1833 году это открытие было доложено Академии наук. В 1834 году Ленца избрали ординарным академиком по физике.

В 1836 году Ленц был приглашен в Петербургский университет и возглавил кафедру физики и физической географии. В 1840 году он был избран деканом физико-математического факультета, а в 1863 году — ректором университета. С середины тридцатых годов, наряду с исследованиями в области физики и физической географии Ленц вел большую педагогическую работу: многие годы он заведовал кафедрой физики Главного педагогического института, преподавал в Морском корпусе, в Михайловском артиллерийском училище. В 1839 году он составил «Руководство к физике» для русских гимназий, выдержавшее одиннадцать изданий. Ленц существенно улучшил преподавание физических дисциплин в университете и других учебных заведениях. В числе его учеников были Д.И. Менделеев, К.А. Тимирязев, П.П. Семенов-Тянь-Шанский, Ф.Ф. Петрушевский, А.С. Савельев, М.И. Малызин, Д.А. Лачинов, М.П. Авенариус, Ф.Н. Шведов, Н.П. Слугинов.

В 1842 году Ленц открыл независимо от Джеймса Джоуля закон, согласно которому количество тепла, выделяющегося при прохождении электрического тока, прямо пропорционально квадрату силы тока сопротивлению проводника и времени. Он явился одной из важных предпосылок установления закона сохранения и превращения энергии.

Совместно с Борисом Семеновичем Якоби Ленц впервые разработал методы расчета электромагнитов в электрических машинах, установил существование в последних «реакции якоря». Открыл обратимость электрических машин. Кроме того, он изучал зависимость сопротивления металлов от температуры.

Больших достижений добился Ленц и в исследованиях в области физической географии, главная задача которой, по его мнению, «заключается в определении: по каким именно физическим законам совершаются и совершались наблюдаемые нами явления».

В 1845 году по инициативе ряда выдающихся географов, в том числе адмиралов Ф.П. Литке, И.Ф. Крузенштерна, Ф.П. Врангеля, академиков К.М. Бэра, П.И. Кеппена, было создано Русское географическое общество. 7 октября на первом общем собрании действительных членов Академии наук был избран его Совет в составе семи человек, в который вошел Ленц. До конца жизни Эмилий Христианович выполнял в Географическом обществе большую разностороннюю работу.

В 1851 году был опубликован фундаментальный труд Ленца «Физическая география», который в дальнейшем неоднократно переиздавался в России и за рубежом. Ленц рассмотрел строение земной коры, происхождение и перемещение

образующих ее пород и показал, что она непрерывно изменяется и что этот процесс влияет на рельеф материков. Он отметил три важнейших фактора, вызывающих непрерывное изменение поверхности суши: «вулканические силы, влияние вод при содействии атмосферы и, наконец, органические существа». Ленц убедительно показал, что для установления законов, управляющих атмосферными процессами, необходимы продолжительные метеорологические наблюдения в различных районах, производимые точными приборами по единой методике. Он открыл важные закономерности суточного и годового хода температуры и давления воздуха, ветровой деятельности, испарения воды, конденсации водяного пара и образования облаков, электрических и оптических явлений в атмосфере: объяснил происхождение голубого цвета неба, радуги, кругов около Солнца и Луны и ряда редких атмосферных явлений.

Русский ученый установил причину небольшого повышения температуры воды с глубиной в зоне к югу от 51 градуса южной широты и отметил, что подобная инверсия этой характеристики должна иметь место и в Северном Ледовитом океане. Тем самым он предвосхитил выдающееся открытие Ф. Нансена, обнаружившего во время экспедиции в 1893—1896 годах теплые атлантические воды в глубинных слоях Арктического бассейна. Ленц установил, что соленость воды мало изменяется с глубиной, а в верхнем слое уменьшается с широтой. Однако наибольшая соленость наблюдается не в экваториальной зоне, а в районах близ тропиков, вследствие сильного испарения в этих районах. Плотность воды возрастает с широтой и с глубиной. Главная причина такого ее изменения заключается в уменьшении температуры воды в этих направлениях.

Ленц пришел к выводу, что из-за увеличения плотности воды с широтой в Мировом океане наряду с течениями, вызываемыми ветром и наклоном уровня, должно существовать общее и не менее сильное движение поверхностных вод из тропической зоны в области высоких широт и движение глубинных вод из этих областей в тропическую зону. Такая циркуляция, существование которой было подтверждено всеми последующими наблюдениями, представляет собой одну из важнейших причин водообмена между низкими и высокими широтами. Она, в частности, и обуславливает поступление холодных вод из Южного, а также из Северного Ледовитого океанов в глубинные слои умеренных и низких широт. Ленц дал ценные методические указания для определения скоростей течений навигационным способом, впервые высказал мысль о том, что орбиты частиц в ветровых ваннах представляют собой эллипсы.

Огромное значение для развития науки о Земле имеет положение Ленца, согласно которому главной причиной процессов, происходящих в атмосфере, является солнечная радиация.

Исследования, начатые Ленцем, позднее были продолжены А.П. Венковым, М.П. Миланковичем и другими учеными. Они занимают одно из центральных мест в современной климатологии.

Ленц заключил, что наибольшая часть солнечной радиации поглощается Мировым океаном. Эта энергия расходуется в основном на испарение воды, вызывая ее кругообращение в эпигомосфере. Поэтому океаны, огромные резервуары тепла и влаги, играют гигантскую роль в формировании климата Земли. Ленц показал важность исследования процессов в Мировом океане во взаимной связи с процессами в других частях эпигомосферы. Наряду с американским ученым М.Ф. Мори, он был основоположником учения о взаимодействии океана с атмосферой.

Книга Ленца сыграла очень большую роль в развитии наук о Земле, в утверждении материалистического взгляда на природу. Сразу после выхода она получила высокую оценку в журналах «Современник» и «Отечественные записки». Выдающиеся географы С.О. Макаров, М.А. Рыкачев, Ю.М. Шокальский, Л.С. Берг и другие неоднократно отмечали точность океанографических наблюдений, достоверность и большое значение научных результатов, полученных Ленцем.

«Наблюдения Ленца не только первые в хронологическом отношении, но первые и в качественном, и я ставлю их выше своих наблюдений и выше наблюдений «Челленджера», — писал адмирал Макаров. «Таким образом, труды Коцебу и Ленца, — отмечал Ю.М. Шокальский, — представляют во многих отношениях не только важный вклад в науку, но и действительное начало точных наблюдений в океанографии, чем русский флот и русская наука могут гордиться».

Умер Э.Х. Ленц 10 февраля 1865 года.

Самин Д.К. 100 великих ученых. — М.: Вече, 2000. — 592 с. — (100 великих).