

М. А. ШАТЕЛЕН

РУССКИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ XIX

В Е К А

*Допущено Главным управлением
политехнических и машиностроительных вузов
Министерства высшего образования СССР
в качестве учебного пособия
для энергетических и электротехнических
институтов и факультетов*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
Москва — Ленинград
1955



ЭМИЛИЙ ХРИСТИАНОВИЧ ЛЕНЦ

1804 — 1865

Одним из крупнейших физиков мира, работавших в первой половине XIX столетия, был, несомненно, член нашей Академии наук Эмилий Христианович Ленц. Его работы в разных областях знания носили оригинальный характер и всегда касались важнейших вопросов. В своих работах он стремился добиться определенного исчерпывающего результата, что не всегда было легко, особенно при том состоянии науки и неопределенности взглядов на природу многих явлений, которые еще не были изжиты в первой половине XIX века.

То же можно сказать и о других сторонах деятельности Ленца, в частности о работе в высшей школе. Его профессорская деятельность в Петербургском университете, где он работал в течение 29 лет (1836—1865), оставила на долгие годы глубокий след. Он действительно создал школу физиков в Петербургском университете, и в течение многих лет кафедры физики в большинстве высших школ Петербурга и других городов занимали или ученики Ленца, или ученики его учеников.

В Петербургском университете деятельность Ленца не ограничивалась одной профессурой. Он последовательно был деканом физико-математического факультета, а затем ректором Университета. В период деканства Ленца физико-математический факультет привлек в свой состав таких ученых, как П. Л. Чебышев, Д. И. Менделеев и др. Учениками Ленца были Ф. Ф. Петрушевский, М. П. Авенариус, П. П. Фан-дер-Флит, Д. К. Бобылев и учениками его учеников — И. И. Боргман, Н. Г. Егоров, Н. А. Гезехус, О. Д. Хвольсон, имена которых хорошо известны всем физикам и электрикам. Ленц принадлежал к той категории ученых, которые, будучи глубокими теоретиками, вместе с тем не отрываются от практики и стремятся использовать свои знания для удовлетворения жизненных нужд человечества.



Э. Х. ЛЕНЦ.

Э. Х. Ленц родился в 1804 г. в г. Дерпте (ныне Тарту). Высшее образование Ленц начал в Дерптском университете (ныне Тартуский университет) на теологическом (богословском) факультете, на котором он пробыл только два года. Еще совсем молодым человеком (ему было всего 19 лет) Ленц был принят в состав участников экспедиции, отправляющейся, как тогда говорили, в «кругосветное плавание» на корабле «Предприятие», под начальством известного русского моряка Коцебу. На этом корабле Ленцем выполнены были первые его научные работы, в частности работы, относящиеся к области физической географии, изложенные затем в статье под названием: «Физические наблюдения, произведенные во время кругосветного путешествия под командованием капитана Отто фон-Коцебу в 1823, 1824, 1825 и 1826 годах».*

Трудно точно сказать, что заставило молодого теолога оставить навсегда теологию и отправиться в далекое плавание в качестве физика экспедиции. Достоверно известно только то, что рекомендовал молодого Ленца начальнику экспедиции Коцебу профессор Дерптского университета Паррот, впоследствии член Петербургской Академии наук. Как показало дальнейшее, Паррот не ошибся в своей рекомендации: из начинающего теолога, почти мальчика, в очень короткое время образовался, точнее сказать, самообразовался крупный физик — исследователь и изобретатель.

В области физической географии Э. Х. Ленцем выполнено несколько весьма важных исследований, дающих ему, по оценке академика Л. С. Берга,** «несомненное право считаться выдающимся физиком-географом». Эти исследования связаны с работами по океанографии, метеорологии и географии. В этот период деятельности Ленца им изобретен и сконструирован ряд оригинальных приборов для измерений и наблюдений самого различного характера. Некоторые из этих приборов были сконструированы задолго до появления аналогичных приборов за границей и по качествам своим были так высоки, что не утрачивали своего значения в течение многих десятилетий. Так, например, Ленцем был построен батометр (прибор для доставления на поверхность моря воды из его глубины при той же температуре, которую она имела на глубине), отличавшийся такими качествами, что в са-

* Статья воспроизведена в книге: Э. Х. Ленц, Избранные труды, изданной Академией наук СССР в 1950 г. под редакцией Т. П. Кравца. В книге помещена также биография Э. Х. Ленца, написанная проф. Баумгартом.

** Лев Семенович Берг — действительный член АН СССР, по специальности географ.

мом конце XIX века адмирал С. О. Макаров * считал батометр Ленца самым лучшим из существующих, хотя после Ленца (но по его идее) строили батометры такие выдающиеся ученые, как Нансен, В. Томсон (лорд Кельвин) и др. «Из всех бывших в употреблении способов доставания воды с большой глубины,— пишет С. О. Макаров,— я признаю самым лучшим тот способ, который употреблял Ленц в 1824—1826 гг.». Адмирал С. О. Макаров вообще высоко ценил наблюдения, сделанные Ленцем: «Наблюдения Ленца,— писал он,— не только первые в хронологическом отношении, но и первые в качественном, и я ставлю их выше своих наблюдений».

На значение точности в измерениях и точности измерительных приборов Ленц указывал неоднократно. Он писал: «Я считаю, что мы, физики, не должны отклоняться от метода астрономов, которые всегда начинают с всестороннего исследования применяемых измерительных инструментов».

Результатом исследований Ленца в области океанографии явились материалы относительно солености и температур в разных местах Атлантического и Тихого океанов, позволившие в дальнейшем ученым, работавшим над этими вопросами, в том числе известному русскому климатологу профессору А. И. Воейкову, сделать ряд выводов относительно причин, определяющих соленость в разных местах океанов и распределение температур воды и воздуха. Все физико-географические наблюдения Ленца отличаются большой точностью и поэтому, по заключению акад. Л. С. Берга, сохраняют значение и до настоящего времени. Сам Ленц настолько заинтересовался физической географией, что взялся за ее преподавание в военно-морских школах и даже написал учебник физической географии, весьма способствовавший, по мнению академика Берга, «распространению здравых взглядов на вопросы физической географии».

Четырехлетнее плавание на корабле «Предприятие» и ответственная научная работа во время плавания, несомненно, очень способствовали всестороннему развитию молодого ученого. «Путешествие на «Предприятии»,— пишет биограф Ленца проф. К. К. Баумгарт,— сыграло в жизни Ленца ту же роль, как путешествие на корабле «Бигль» для Дарвина».

Действительно, по возвращении из плавания Ленц уже не вернулся на теологический факультет, а целиком отдался работе по физике, преимущественно по изучению явлений электрических и магнитных.

* Вицеадмирал Степан Осипович Макаров — выдающийся русский океанограф и мореплаватель; погиб при взрыве судна во время японской войны.

В 1828 г. (двадцати четырех лет от роду) Ленц был избран адъюнктом по физике Петербургской академии наук, в 1830 г. экстраординарным, а в 1834 г. ординарным академиком. В этом звании он и работал в Академии до самой смерти, ведя интенсивную и разнообразную исследовательскую работу. Одновременно Ленц занимался преподавательской деятельностью в Морском корпусе, в Артиллерийской академии, в Главном педагогическом институте, а с 1836 г. и в Петербургском университете.

Ленц вел также большую работу в разного рода правительственных комиссиях, создававшихся для научного изучения разнообразных вопросов крупнейшего значения. Так он был активным членом комиссии по изучению электромагнитного двигателя Якоби, членом комиссии по электромагнитному телеграфу, членом правительственной комиссии по постройке Исаакиевского собора, Пулковской обсерватории и др. Он также принимал участие в ряде академических экспедиций, в том числе в экспедиции, имевшей целью восхождение на Эльбрус, во время которого он занимался главным образом гравиметрическими и магнитными работами.

Работам по электричеству и магнетизму Ленц уделял особое внимание. Некоторые его исследования выполнялись совместно с Якоби, и эта совместная деятельность двух больших ученых была исключительно плодотворна.

Чрезвычайно характерно для Ленца, как и для Якоби, то, что они придавали большое значение открытию Омом его закона. Всесторонней проверке закона Ома Ленц посвятил много времени и трудов, о которых он докладывал Академии в 1832 г. В значительной степени благодаря трудам Ленца закон Ома стал общепризнанным, и сам Ом был награжден медалью Лондонского Королевского Общества.

Из многочисленных работ Ленца по электричеству наибольшее значение имеют для электротехники работы, озаглавленные им самим следующим образом: *«Об определении направления гальванических токов, возбуждаемых электродинамической индукцией»* и *«О влиянии скорости вращения на индуцированный ток, производимый магнитно-электрической машиной»*. Не меньшее значение имеет и работа, названная Ленцем *«О законах выделения тепла гальваническим током»*.

Из работ, выполненных совместно с Якоби, для прогресса электротехники имели весьма большое значение две работы, именно: работа, озаглавленная *«О законах электромагнитов»*, и вторая — *«О притяжении электромагнитов»*.

Первые сведения об открытиях Фарадеем явлений электромагнитной индукции, опубликованные в 1831 г., вызвали всеоб-

щий интерес. Ленц, конечно, хорошо был знаком и со статьями самого Фарадея и с вызванными ими высказываниями.

«Сейчас же по прочтении статьи Фарадея,— пишет Э. Х. Ленц,— я пришел к мысли, что все опыты по электродинамической индукции могут быть легко сведены к законам электродинамических движений, так что, если эти последние считать известными, то этим самым будут определены и первые, так как это мое представление определялось на ряде опытов, то я и изложу его... Положение, посредством которого магнитоэлектрическое явление сводится к электромагнитному, заключается в следующем:

Если металлический проводник движется поблизости от гальванического тока или магнита, то в нем возбуждается гальванический ток такого направления, что если бы проводник был неподвижным, то ток мог бы обусловить его перемещение в противоположную сторону; при этом предполагается, что покоящийся проводник может перемещаться только в направлении движения или в противоположном направлении.

Поэтому, чтобы ясно представить себе направление тока, возбуждаемого в подвижном проводнике посредством электромагнитной индукции, надо сообразить, куда по электромагнитным законам должен быть направлен ток, который вызвал бы это движение; направление тока, возбужденного в проводнике, будет ему противоположно... Если мы теперь отчетливо представим себе указанный выше закон, то сможем вывести из него следствие, что каждому явлению электромагнитного движения должен соответствовать случай электродинамической индукции».

Закон, которому Ленц дал название «Правила» и который до сих пор называется «Правилом или законом Ленца», широко применяется для всех расчетов, связанных с взаимодействием токов. Однако эта работа Ленца имеет еще и другое громадное значение. В ней Ленц определенно и ясно высказал мысль, воплотившуюся несколько лет спустя в формулировке одного из важнейших законов естествознания — законе сохранения и превращения энергии. Из трудов Ленца можно сделать определенный вывод, что всякой работе, затрачиваемой на перемещение замкнутого проводника вблизи другого проводника с током, соответствует появление в перемещаемом проводнике тока, направление и величина которого связаны с направлением и величиной тока второго проводника, а также и с направлением перемещения замкнутого проводника, т. е., иными словами, что величина тока в перемещаемом замкнутом проводнике определяется работой, затрачиваемой на перемещение этого проводника в магнитном поле. А это и есть одна из форм выражения закона сохранения и превращения энергии.

Значительный интерес представляют исследования Ленца над магнитоэлектрической машиной. Исследования эти были начаты с целью выяснения влияния скорости вращения катушек, в которых индуктировался ток, на величину тока, производимого машиной. Эти исследования, очень поучительные сами по себе, привели к открытию явления, значение которого было понято и оценено гораздо позже, уже после изобретения коллектора, и которое получило название «реакция якоря».

Ленц работал с магнитоэлектрической машиной Штерера, состоявшей из трех вертикальных подковообразных стальных магнитов, над концами которых вращались в горизонтальной плоскости 6 катушек; эти катушки можно было соединять в любые группы последовательно и параллельно. Машина была снабжена коммутатором из полуколец, позволявшим получать от машины выпрямленный волнообразный ток одного направления.

Работая с этой машиной, Ленц заметил ряд явлений, которые зависели от положения коммутатора относительно полюсов машины. Подробное изучение этих явлений привело Ленца к выводу, в котором он впервые вскрывает сущность явления реакции якоря и указывает на необходимость сдвига щеток с нейтральной линии.

Заслуживает внимания тот факт, что до Ленца ряд ученых делал бесплодные попытки объяснить причину нарушения пропорциональности между скоростью вращения машины и величиной тока. Так, например, известный немецкий физик Вебер ошибочно предполагал, что причина этого явления заключается в том, что железо якоря при большой скорости вращения в магнитном поле не успевает намагнититься. Точными экспериментами Ленц не только вскрыл сущность исследуемых явлений, но указал пути устранения искрения на коммутаторе путем сдвига щеток. «В магнитоэлектрических машинах,— утверждает Ленц,— для достижения максимального действия коммутатор должен иметь особое положение для каждой скорости или, точнее, для каждой силы тока».

Не надо забывать, что эти заключения были высказаны уже в 1847 г. Затем они были забыты и потребовались еще десятки лет, чтобы уже для новых типов машин установить такое же правило.

Чрезвычайно много важного и нового содержали работы, выполненные Ленцем совместно с Якоби, озаглавленные «О законах электромагнитов» и «О притяжении электромагнитов». Связь степени намагничивания железа с величиной намагничивающего тока интересовала многих исследователей со времени открытия Эрстедом магнитных действий тока. Предлагались разные теории, давались разные формулы для связи между этими

величинами, но, как известно, рассчитывать магнитный поток, возникающий в намагничиваемом током железе, научились только после того, как были изучены магнитные свойства намагничиваемых материалов и влияние геометрических размеров намагничиваемых тел на величину магнитного потока. Во времена, когда Ленц и Якоби производили свои исследования, не только не были известны магнитные свойства материалов, но даже не было общепринятых законов для расчетов электрической цепи. Несмотря на большие затруднения, Ленц и Якоби правильно подошли к этому вопросу и впервые установили ряд важных зависимостей. Результаты своих работ Ленц и Якоби резюмировали следующим образом:

« Мы доказали посредством опытов:

- 1) что магнетизм, возбуждаемый гальваническими катушками в железе, пропорционален силе токов;
- 2) что этот магнетизм при одинаковых токах не зависит от толщины и формы проволок или лент, из которых состоит катушка;
- 3) что при одинаковых токах ширина витков не играет роли с тем ограничением, что для витков, лежащих ближе к концам, сила несколько убывает при большей ширине витков;
- 4) что общее действие всех охватывающих железный сердечник витков равно сумме действий отдельных витков».

Как видно, этими выводами устанавливается зависимость магнетизма, возбуждаемого в железе гальваническими катушками, от произведения величины тока в катушках на число витков в их обмотке, т. е. устанавливается принцип зависимости возбуждаемого в железе магнитного потока от числа ампервитков в намагничивающей катушке. Это положение получило дальнейшее развитие в трудах физиков и электриков разных стран, в том числе и России, и нашло широкое применение в практике расчетов электромагнитных механизмов.

Еще в 1832 г. при изучении законов индукции Ленцем был предложен метод измерения, получивший позднее название баллистического. Этот метод был использован Ленцем и Якоби для измерения магнитных величин. Между прочим, баллистический метод был применен проф. А. Г. Столетовым при его работе над изучением процесса намагничивания мягкого железа. При выполнении этих работ Ленц и Якоби встречались с огромными трудностями, проистекавшими как от недостаточной определенности в терминологии того времени, так, главным образом, от отсутствия электроизмерительных приборов и установленных электрических единиц измерений. Так, интенсивностью тока Ленц называл то, что другие называли плотностью тока; Фарадей этим термином называл электродвижущую силу; Джоуль —

силу тока и т. д. Очень большие затруднения встречались из-за отсутствия нужных приборов и при производстве электрических измерений. Например, величину тока Ленцу и Якоби приходилось измерять или вольтметрами или непригодными для этой цели гальванометрами. Результат измерений приходилось выражать в совершенно произвольных единицах, например в градусах угла отклонения стрелки гальванометра. Это обстоятельство наложило след на последующие труды и Ленца, и Якоби: Ленц занялся разработкой вопроса об единице электрического сопротивления проводников, Якоби пошел еще дальше и установил определенные единицы для измерений тока и электрического сопротивления, предложив применение градуированных электроизмерительных приборов, родоначальников современных амперметров, вольтметров и т. п.

Не меньшее значение, чем измерение электромагнитных явлений, имела для развития электротехники и работа Ленца, которую он назвал работой «О законе выделения тепла гальваническим током». Содержание этой работы было впервые изложено Ленцем в докладе на заседании Академии наук в 1842 г., т. е. на год позже, чем была опубликована работа Джоуля на ту же тему. Изучение тепловых действий тока было начато Ленцем, задолго до опубликования работы Джоуля, однако сообщение о результатах проведенной работы Ленцем было задержано из-за той тщательности и исключительной аккуратности, с которыми он проверял каждый получавшийся им результат своих исследований. В докладе Академии наук Ленц указывал: «исследования, которые я собираюсь доложить Академии, занимают меня уже в течение нескольких лет; они были начаты задолго до появления сообщения Джоуля (в *Philosophical Magazine* в Октябре 1841 г.) и я полагал, что их следует продолжать, несмотря на то, что мои результаты в основном совпадают с результатами Джоуля, так как опыты последнего могут встретить некоторые обоснованные возражения... Так как доверие, на которое я надеюсь по отношению к моим опытам, основывается на точной проверке измерительных приборов, которыми я пользовался, то я прежде всего начну с подробного их описания и проверки».

Эта тщательность и аккуратность резко отличают по характеру работы Ленца от работ Джоуля. И Джоуль и Ленц работали в тот период, когда взгляды на природу тепла уже установились. Давно прошли те времена, когда Румфорд делал свои первые попытки связать количество тепла, получаемое от сверления металлов, с работой сверления и когда многие, сторонники «теплорода» искали в самих опытах Румфорда доказательства опровержения его взглядов. Становились известными уже и

работы Майера. Что касается работ Ломоносова, то их или не знали, или уже успели забыть. Производить такие тепловые измерения, как термометрические или калориметрические, уже также умели.

Не таково было положение с электрическими измерениями. Терминология в области электричества, как уже отмечалось, была еще мало разработана, что часто приводило к крупным недоразумениям и взаимному непониманию. Не было разработанных способов измерения электрических величин и приспособлений для точного измерения — электрических измерительных приборов. Наконец, не было еще общепринятых единиц, в которых можно было бы выражать результаты произведенных электрических измерений. Даже закон Ома еще не был общепринят и одинаково понимаем.

Поэтому Ленц занялся разработкой методов более точных электрических измерений с помощью созданных им специальных приборов. Измерение тока он производил с помощью усовершенствованного им тангенс-гальванометра, снабженного масляным успокоителем; подобный успокоитель, — как указывает Ленц, — «он увидел у барона Шиллинга при его опытах с гальванической телеграфией».

Для измерений сопротивления Ленц пользовался агометром Якоби. «Этот прибор, — пишет Ленц, — весьма важен для тщательных гальванических опытов; всякий, кто им пользуется, будет благодарен изобретателю этого пособия для гальванометрии». Отсутствие общепринятых электрических единиц измерений вызвало необходимость точного определения тех единиц, которые применял Ленц. Описание этих единиц интересно тем, что оно характеризует современное Ленцу состояние электрометрии и позволяет понять, почему академик Якоби также уделил так много внимания вопросам электрических измерений.

«Прежде чем переходить, — пишет Ленц, — к опытам, поставленным с мультипликатором, я дам сводку некоторых относящихся к этому прибору величин...

1. Единицей сопротивления для всех сопротивлений... является один виток моего агометра из нейзильберовой проволоки. Он соответствует 6638 футам медной проволоки диаметром 0,0366 англ. дюйма при температуре 15°.

2. Единицей тока является ток, отклоняющий стрелку моего мультипликатора на 1°. Электрическое действие этой единицы тока по вышеуказанному равно 41,16 кб. сантиметра гремучего газа при 760 мил. давления при 0° в час. В английских кубических дюймах — 2,512.

3. Единицей электродвижущей силы является сила, вызывающая при единице сопротивления ток в 1 единицу. Электродви-

жущая сила одного из моих элементов Даниэля в этих единицах (среднее из очень многих отклонений, мало отличавшихся друг от друга) была 47,16... Сопротивление одного элемента Даниэля при свежей кислоте = 0,433; после пятикратного употребления кислоты = 0,97. Кислота состояла из смеси 100 частей воды и 6 частей (по объему) английской серной кислоты».

Ленцу пришлось при своих опытах решать целый ряд тогда еще нерешенных вопросов, например: о зависимости сопротивления от величины проходящего тока, о поляризации электродов и многие другие. Все трудности были им преодолены, и произведенные им электрические измерения для его времени были предельно точными.

Большие трудности представляли и тепловые измерения: достичь необходимой точности при тогдашних способах и средствах тепловых измерений Ленцу было нелегко. Однако и эти трудности были им преодолены. Температуры Ленц мог мерить с помощью находившихся в его распоряжении термометров с точностью до $1/25$ градуса. Чтобы избежать ошибок при калориметрических измерениях, Ленц применял в качестве нагреваемого тела не воду, которой пользовался в своих опытах Джоуль, а спирт, обладавший меньшей электропроводностью, что уменьшало утечку тока через жидкость. Путем вращения калориметра жидкость непрерывно перемешивалась, благодаря чему температура внутри жидкости во всех точках была равномерной. Ряд других предосторожностей при выполнении измерений и при произведенных расчетах привел Ленца к убеждению, которое он и высказал следующим образом:

«Незначительная разность в нашей таблице результатов, равно как неправильное распределение их знаков, не дают теперь никаких оснований сомневаться в правильности законов, положенных в основу вычислений; мы имеем, таким образом, в результате два положения:

1. *Нагревание проволоки гальваническим током пропорционально сопротивлению проволоки.*

2. *Нагревание проволоки гальваническим током пропорционально квадрату служащего для нагревания тока».*

Чтобы сделать более ясным применение этих законов, Ленц сопровождал свой мемуар несколькими типовыми задачами и дал их решение. Содержание этих задач очень характерно. Вот два примера задач.

1. Даны: определенный объем металла, а также определенная поверхность цинка с соответствующей поверхностью меди (или платины) для устройства гальванической цепи. Какое должно быть расположение их, чтобы в объеме металла развивалось возможно большее количество тепла?

2. Дана: гальваническая батарея из n пар, с общим сопротивлением λ ; требуется накаливать проволоку длиной l . При каком диаметре можно этого достигнуть наивыгоднейшим образом?

Таким образом, Ленцу удалось определить количественное соотношение между электрической энергией в проводнике и тепловой энергией с такой точностью и обоснованностью — как с экспериментальной, так и теоретической стороны, — что все возражения, которые делались против выводов Джоуля, после опубликования аналогичных выводов Ленца само собой отпали. Поэтому совершенно справедливо закон нагревания проводников током и получил название «закон Джоуля — Ленца».

Уже одних работ по электромагнетизму и по тепловым действиям тока было бы достаточно для того, чтобы обессмертить имя Ленца; но в его научной и учебной деятельности было много еще другого, заслуживающего внимания и памяти. Это был исключительно разносторонний ученый: он занимался и физикой глубин моря и исследованием климата и магнитного поля на Кавказских вершинах. Он писал учебники физики для средних школ и работал над гальваническим золочением купола Храма Спасителя в Москве и электрическим освещением Невского проспекта в Петербурге. Об этом опыте уличного электрического освещения пишет в своих записках К. А. Тимирязев: «Здесь академик Ленц читал курс по гальванизму и его новейшим применениям. Слушатели этого курса, может быть, в первый раз ознакомились здесь с чудесами (эл. мины и эл. телеграф), любовались ослепительным блеском вольтовой дуги, которая недавно в первый раз блеснула с башни (вернее со шпиля) Адмиралтейства во время иллюминации по случаю заключения Парижского мира, причем было так светло, что у Полицейского моста (через Мойку) можно было читать газету».

Ленц не был, конечно, электротехником в современном смысле этого слова: в его время и названия «электротехник» еще не было. Но физиком Ленц был в самом широком смысле этого слова, физиком, не замыкавшимся в изучение отвлеченных вопросов «чистой науки», но всегда стремившимся применить результаты своих исследований для жизненных целей.

Работая с магнитоэлектрическими машинами, производя исследования, приведшие его к установлению знаменитого «Правила Ленца», отыскивая соотношения между величиной электрического тока в проводнике и количеством выделяемого тепла и занимаясь другими подобными вопросами, Ленц непрерывно сталкивался, говоря современным языком, с вопросами энергетики. Характерны были его высказывания по этим вопросам в его речи о практических применениях гальванизма, произне-

сенной на университетском акте в 1839 г. и затем напечатанной на немецком языке. В этой речи Ленц касался вопроса об энергетических ресурсах, как мы говорим теперь, говорил, что таких ресурсов существует два рода: мускульная сила человека и животных и теплота. Энергию ветра он относил ко второй категории, как вызываемую тепловыми явлениями. К этой же категории Ленц относил и энергию водяных потоков.

Мускульную силу животных и человека Ленц считал недостаточной для удовлетворения нужд практики. Энергию ветра и водяных потоков он считал неудобными для применения, так как располагать ими можно было не всюду и не всегда. Наиболее удобным видом энергии он считал тепловую, получаемую при сжигании топлива. Но топливные ресурсы на земле ограничены, «поэтому обязанность сознательной и думающей современности,— говорил Ленц,— является по возможности щадить капитал, на который наши потомки имеют то же право, что и мы сами». Поэтому, по его мнению, необходимо обратить внимание на «невесомые» (по выражению Ленца) энергетические ресурсы — «свет» и «электричество или гальванизм». «Но,— продолжает Ленц,— доселе не известно хотя бы малейшее механическое действие его (света). Остается один источник движущей силы — электричество или гальванизм, который действительно дает обоснованную надежду хотя бы частично заменить службу пара».

Таких взглядов держались многие современники Ленца, и этим объясняется тот громадный интерес, который возбудил двигатель Якоби именно потому, что он питался не паром, а энергией от гальванической батареи — «новой силы», как писал сам Якоби.

Имя Э. Х. Ленца с полным основанием может быть включено в число имен крупнейших русских электротехников XIX столетия. Советские метрологи в 1953 г. почтили его память, как метролога-электрика, предложением присвоить название «Ленц» — единице магнитной индукции, т. е. магнитной индукции, при которой магнитный поток сквозь поверхность в 1 квадратный метр, расположенную в однородном магнитном поле перпендикулярно к линиям магнитной индукции, равен единице. Надо думать, что это предложение будет одобрено международным соглашением, и название «ленц» станет таким же общепринятым, как названия ампер, вольт или ватт.

Ленц умер в 1865 г. в Риме, куда уехал уже совсем больной. «Академия лишилась в нем,— сказал академик Буняковский на траурном заседании,— мужа добра, опыта и совести».

